



MINISTERIO DE
DEFENSA
NACIONAL



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR

**PROTOCOLO DE FISCALIZACIÓN PARA PROYECTOS DE
GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA BASE CON FINES
CATASTRALES A ESCALAS 1: 5000, OBTENIDA A TRAVÉS DE
MÉTODOS: AEROFOTOGRAMÉTRICO, DIGITALIZACIÓN 2D SOBRE
ORTOFOTO, LEVANTAMIENTO LIDAR O NUBE DE PUNTOS
MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA**

Elaborado Por:
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

Versión 5.0

Noviembre 2022



CONTENIDO

1. ANTECEDENTES	3
2. DOCUMENTACIÓN DE SOPORTE	3
3. OBJETO	3
4. CAMPO DE APLICACIÓN	3
5. REFERENCIAS NORMATIVAS	4
6. DEFINICIONES.....	4
7. SÍNTESIS METODOLÓGICA.....	5
7.1 FISCALIZACIÓN DE PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS TERMINADOS	5
7.1.1.- Fiscalización de cartografía escala 1: 5 000	5
7.2 INSUMOS	6
7.2.1.- Levantamiento aerofotogramétrico (restitución fotogramétrica)	6
7.2.2.- Digitalización sobre ortofotomosaico.....	7
7.2.3.- Levantamiento topográfico	8
7.2.4.- Levantamiento LIDAR o nube de puntos mediante fotogrametría.....	9
7.3 UNIDAD DE MUESTREO, TAMAÑO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	9
7.3.1.- Para la fiscalización de red geodésica	9
7.3.2.- Para la fiscalización de la cartografía	10
7.4. MÉTODOS DE CONTROL PARA EXACTITUD POSICIONAL.....	10
7.4.1.- Red Geodésica Local	10
7.4.2.- Cartografía.....	12
7.5. MÉTODOS DE MUESTREO Y CONTROL DE CALIDAD.....	15
7.5.1.- Parámetros de los componentes de la calidad para Cartografía	15
7.6. CRITERIOS DE RECHAZO O ACEPTACIÓN DE LOS PRODUCTOS GEODÉSICOS Y CARTOGRÁFICOS.....	17
8. RESULTADOS	17
9. RECOMENDACIONES	17
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
ANEXOS:	19



1. ANTECEDENTES

- Art. 1 de la Ley de Cartografía Nacional “El Instituto Geográfico Militar (IGM), entidad de derecho público y personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, orgánica y disciplinariamente subordinado a la Comandancia General del Ejército con sede en la ciudad de Quito tendrá a su cargo y responsabilidad la planificación, organización, dirección, coordinación, ejecución, aprobación y control de las actividades encaminadas a la elaboración de la Cartografía Nacional y del Archivo de Datos Geográficos y Cartográficos del País”.
- Art. 23 de la Ley de Cartografía Nacional “Los trabajos cartográficos autorizados de conformidad con el Art. 19, serán supervisados, fiscalizados y aprobados por el Instituto Geográfico Militar”.
- Art. 44 del Reglamento a la Ley de la Cartografía Nacional, que indica “los trabajos autorizados de conformidad con el Art. 42 del presente Reglamento, serán supervisados, fiscalizados y aprobados por el Instituto Geográfico Militar”.
- Protocolo de fiscalización versión 4.0 junio de 2019.

2. DOCUMENTACIÓN DE SOPORTE

- 1) Contrato suscrito entre el Gobierno Autónomo Descentralizado y el Consultor.
- 2) Términos de referencia (TDR).
- 3) Oferta presentada y demás documentos habilitantes del proceso.
- 4) Contrato suscrito entre el Instituto Geográfico Militar y el Consultor.
- 5) ACUERDO Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003-A de Norma Técnica Nacional De Catastros o en su defecto el documento habilitante que se encuentre vigente a la fecha.
- 6) Documentos técnico-legales suscritos por las máximas autoridades del GAD, Administrador del Contrato y Fiscalizador, respecto a las modificaciones realizadas a cualquier documentación técnico-legal vigente.

3. OBJETO

Establecer el procedimiento técnico para la fiscalización de los productos de la cartografía básica con fines catastrales a escala 1: 5 000, realizada a través de los métodos: aerofotogramétrico, digitalización 2D sobre ortofoto, levantamientos topográficos tradicionales y LiDAR.

El proceso de fiscalización no se realizará para la componente vertical, mientras no se obtenga el nuevo Marco de Referencia vertical del país.

4. CAMPO DE APLICACIÓN

Levantamientos cartográficos a escala 1: 1: 5 000 que se utilicen de base para la realización de proyectos de catastro urbano y rural respectivamente, en el Ecuador, con cualquier tipo de financiamiento.



5. REFERENCIAS NORMATIVAS

- Norma ISO TC 211 19157 (calidad de los datos)
- Norma NTE INEN-ISO 2859-1:2009 (muestreo)
- National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA)
- Federal Geographic Data Committee (FGDC)

6. DEFINICIONES

- Aerotriangulación: Es un proceso fotogramétrico que permite ajustar bloques conformados por fotografías aéreas que tienen traslape longitudinal y transversal, mediante la determinación de coordenadas terrestres en modelos estereoscópicos.
- Calidad: Grado con el que un conjunto de características inherentes cumple los requisitos. (Norma ISO 9000).
- Cartografía base con fines catastrales: Es cartografía que contiene objetos geográficos con la exactitud necesaria para la elaboración e implementación de catastros multifinalitarios. Se integrará ortofotografía con la misma referencia espacial y exactitud de la cartografía. Se considerarán objetos fundamentales mínimos los correspondientes a edificaciones, equipamiento, vialidad, hidrografía. Los objetos fundamentales mínimos no limitan a que solo aquellos de las categorías enunciadas se deban levantar, se deberá trazar todos los objetos que constan en el catálogo de objetos con fines catastrales.
- Catálogo de objetos geográficos: Catálogo que contiene definiciones y descripciones de los tipos de objetos geográficos, atributos del objeto geográfico, y asociaciones de objetos geográficos que ocurren en uno o más conjuntos de datos geográficos, junto con cualquier operación de objetos geográficos que se pueda aplicar.
- Compleción: Presencia o ausencia de objetos presentes en una base cartográfica.
- Consistencia lógica: Grado de adherencia a las reglas lógicas de la estructura de los datos, atributos y relaciones (la estructura de los datos puede ser conceptual, lógica o física).
- Dilución de precisión de posición (PDOP): Se utiliza para caracterizar la relación de posicionamiento relativo entre el satélite de navegación y el usuario. La precisión de posicionamiento del usuario se puede simplificar como $PDOP * UERE$. Bajo un rango de error de usuario fijo, cuanto menor sea el PDOP, mayor será la precisión de posicionamiento.
- Dilución horizontal de precisión (HDOP): Medida de precisión de fijación de posición para un radar, o la relación entre 3-4 satélites. Cuanto mayor sea el valor de HDOP, menos precisa será la fijación de posición.
- Exactitud: Grado de concordancia entre el resultado de una prueba y el valor de referencia aceptado (VIM, 2012).
- Exactitud posicional: Proximidad del valor de la coordenada respecto al valor verdadero o aceptado en un sistema de referencia especificado.
- Exactitud temática: Exactitud de los atributos cualitativos.
- Georreferenciación: Asignar coordenadas geográficas o planas a cualquier objeto en base a un sistema de referencia local nacional o global.



- **Ortofoto:** es una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico, se obtiene a partir de las perspectivas de la imagen y se ha rectificado la imagen del terreno según una proyección ortogonal vertical.¹
- **Ortofotomosaico / ortomosaico:** Es el resultado de la unión ortofotos, éste producto dispone de una corrección geométrica y radiométrica de área de estudio o proyecto.
- **Ortofotomapa:** Ortofotomosaico transformada a formato de mapa digital o impreso que suele tener elementos cartográficos como la cuadrícula del mapa, la escala, la flecha del norte, el título, etc.
- **Ortoimagen:** Imagen en la que, por medio de una proyección ortogonal a una superficie de referencia, se ha removido el desplazamiento de los puntos de la imagen debido a la orientación del sensor y el relieve del terreno. La cantidad de desplazamiento depende de la resolución y el nivel de detalle de la información de elevación y de la implementación del software.
- **Posicionamiento estático:** Método de medición caracterizado por la ocupación simultánea de dos o más puntos durante un tiempo suficientemente prolongado de tiempo mientras los receptores se mantienen estacionarios en tanto registran los datos.²
- **Precisión:** Medida de la repetitividad de un conjunto de mediciones, se expresa generalmente como un valor estadístico basado en un conjunto de mediciones repetidas, tales como la desviación estándar de la media de la muestra.
- **Punto de control en el terreno:** Punto de la tierra que tiene una posición conocida con una alta precisión.
- **Punto de control en el terreno fotoidentificable:** Punto de control en el terreno asociado con una marca u otro objeto en el terreno que puede ser reconocido en una imagen. El punto de control en el terreno puede ser marcado en la imagen, o el usuario puede estar provisto con una descripción inequívoca del punto de control en el terreno para que pueda ser encontrado en la imagen.
- **Red Geodésica:** Conjunto de puntos o vértices enlazados y ajustados que se encuentran ubicados y distribuidos con cierta simetría sobre un espacio terrestre determinado, donde se establece su posición a través de un marco de referencia nacional o global y sirven como referencia para posicionamiento dentro del territorio en mención.
- **Restitución fotogramétrica:** Es una técnica en la cual se procesan imágenes digitales y, mediante la combinación de técnicas de fotogrametría digital y visión por computador, se genera una reconstrucción 3D del entorno.
- **Topología:** Propiedades de las formas geométricas que permanecen sin variación cuando las formas se deforman o transforman por expansión, contracción o inclinación.³

7. SÍNTESIS METODOLÓGICA

7.1 FISCALIZACIÓN DE PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS TERMINADOS

7.1.1.- Fiscalización de cartografía escala 1: 5 000

¹ Estándares cartográficos aplicados al catastro. Sistema Nacional Integrado de Información Catastral, Predial - Perú.

² Glosario de términos cartográficos. Universidad de Alicante.

³ Glosario de términos CONAGE



Con el fin de atender y garantizar el control de calidad de la información de forma oportuna, se establece que la fiscalización de la cartografía se realizará bajo dos etapas:

La primera etapa, considera la verificación de la exactitud posicional de los productos cartográficos y geodésicos entregados por el contratante (red geodésica y cartografía base). Se realizará sobre archivos digitales, que contengan el levantamiento de los detalles georreferenciados que servirán de soporte para la intervención catastral en campo, según lo definido en el Catálogo de Objetos, escala 1: 5000 con fines catastrales vigente.

Una vez aprobada la primera etapa, se ejecutará la segunda etapa, la cual considera un control de calidad de verificación de: completión, consistencia lógica y exactitud temática de la cartografía, sobre un archivo digital entregado por el Contratante, que debe contener el levantamiento cartográfico según las coberturas definidas en el Catálogo de Objetos escala 1: 5000 con fines catastrales vigente.

Para la cartografía a escala 1: 5000, se cuenta con documentos técnicos importantes: Catálogo de Objetos y Guía de Extracción que proporcionan las directrices para la generación de la información mínima requerida, los cuales deberán ajustarse para la generación de geoinformación, sin restricción de que puedan integrar mayor cantidad de información en función de las necesidades del Contratante.

7.2 INSUMOS

Se tomará en cuenta los insumos, metodología y lineamientos que establezca los documentos habilitantes (Contratos, TDR'S y documentos técnico-legales), suscritos por las máximas autoridades y/o sus delegados del GADM y el Consultor, en complemento a la documentación (Catalogo de Objetos, Especificaciones técnicas y Guía de Extracción) con la cual se valida la fiscalización de la cartografía base con fines catastrales escala 1:5000, conforme el método de extracción de la cartografía previamente señalado. Por tal motivo, es importante que el contratante aplique estrictamente la metodología indicada en los Términos de Referencia (TDR), o justifique los cambios realizados en la metodología u objetos requeridos mediante documentos suscritos por la máxima autoridad del GADM, el Administrador del contrato y Fiscalizador.

Los trabajos que estén en ejecución (fiscalización-validación) en cualquier etapa, no podrán ser interrumpidos; por lo que, se finalizarán con el respectivo informe y se contabilizará en la liquidación del contrato el número de veces fiscalizadas-validadas en cada una de sus etapas correspondientes.

El ejecutor del levantamiento entregará la información en formato digital, de acuerdo con el método de obtención cartográfico definido, según el siguiente detalle:

7.2.1.- Levantamiento aerofotogramétrico (restitución fotogramétrica)

Carpeta Red Geodésica

- Memoria técnica de la red, con firmas de responsabilidad que especifique: las estaciones de enlace a la red GNSS, su diseño, proceso ejecutado, equipos utilizados y resultados alcanzados. Detalle de usuario utilizado para la descarga de datos GNSS.
- Monografías de los vértices de la red con fotografías.



- Reportes de procesamiento (ajuste de red).
- Datos rinex, intervalos 1" o 30" de los puntos de los vértices obtenidos con GNSS de precisión.
- Elenco de coordenadas de los vértices de la red en el sistema de referencia UTM WGS84 zona 17 o 18 en formato digital y en *.shp.

Carpeta Aerotriangulación

- Memoria técnica con firmas de responsabilidad.
- Fotos/imágenes utilizadas en el ajuste de aerotriangulación.
- Ajustes de aerotriangulación y/u orientación externa ajustada.

Carpeta Cartografía

- Memoria técnica de la cartografía con firmas de responsabilidad que especifique: el proceso ejecutado, equipos utilizados y en caso de existir, las particularidades del levantamiento.
- Límites de áreas de intervención en formato digital *.shp.
- Archivo digital (final y con información completa de toda el área de intervención) conforme a la tabla de estructuración entregada por el IGM, con base a los TDR (coberturas definidas) y según el Catálogo de Objetos (Anexo 2. Catálogo de Objetos escala1: 5 000), en 3D.
- DTM o DSM según los TDR.

7.2.2.- Digitalización sobre ortofotomosaico

Carpeta de puntos de apoyo fotogramétrico

- Memoria técnica de los puntos de apoyo con firmas de responsabilidad que especifique las estaciones de enlace GNSS, su diseño, proceso ejecutado, equipos utilizados y resultados alcanzados.
- Monografías de puntos de apoyo fotogramétrico con su respectiva fotografía.
- Reportes de procesamiento (ajuste de puntos).
- Datos rinex, de los puntos de los vértices obtenidos con GNSS de precisión.
- Elenco de coordenadas de los puntos de apoyo fotogramétrico en formato digital y en *.shp.

Carpeta Aerotriangulación

- Memoria técnica con firmas de responsabilidad.
- Fotos/imágenes utilizadas en el ajuste de Aerotriangulación.
- Ajustes de Aerotriangulación y/u orientación exterior ajustada (formato de software y formato .txt).

Carpeta Ortofoto

- Memoria técnica con firmas de responsabilidad que especifique: metodología aplicada, especificaciones del producto.
- Mosaico del MDT o MDS utilizado para la generación de ortofoto en formato *.tiff.
- Ortofotos originales a partir de 8 bits de resolución, en formato *.jpg, *.tiff u otro formato compatible, Ortofotos a escala 1:5000, resolución espacial de 0.20 a 0.50 metros. Considerar de preferencia los múltiplos de 10.
- Seamlines o líneas de costura (Opcional).
- Ortofotomosaico en formato *.tiff u otros formatos compatible.

Carpeta Cartografía

- Memoria técnica con firmas de responsabilidad de la cartografía que



especifique el proceso ejecutado, software utilizado y en caso de existir, las particularidades o consideraciones de la digitalización.

- Fotos/imágenes utilizadas.
- Límites de áreas de intervención en formato digital *.shp.
- Archivo digital de la base cartográfica debidamente estructurada en la base de datos entregada por el IGM, con base a los TDR (coberturas definidas) y según el Catálogo de Objetos (Anexo 2. Catálogo de Objetos escala 1: 5 000).

7.2.3.- Levantamiento topográfico

Carpeta Red Geodésica

- Memoria técnica de la red con firmas de responsabilidad, que especifique: las estaciones de enlace a la red GNSS, su diseño, proceso ejecutado, equipos utilizados y resultados alcanzados.
- Elenco de coordenadas de los vértices de la red en el sistema de referencia UTM WGS84 zona 17 o 18 en formato digital y en *.shp.
- Fichas técnicas (monografías de estaciones IGM) de monitoreo continuo
- Registros GNSS de campo en formato *.pdf
- Reportes de procesamiento (ajuste de red).
- Reporte de ajuste de red
- Datos rinex, intervalos 1" o 30" de los puntos de los vértices obtenidos con GNSS de precisión.
- Reportes de cierre geométrico de la red
- Elenco de coordenadas de los vértices de la red en formato digital y en *.shp.
- Diseño de ubicación de los puntos de apoyo (radiales) obtenidos con GNSS de precisión doble frecuencia.
- Datos formato rinex de los puntos de apoyo (radiales) obtenidos con GNSS de precisión.
- Monografías de los puntos de apoyo (radiales).
- Elenco de coordenadas de los puntos de apoyo (radiales).
- Hojas de registro de campo en formato digital.
- Datos en formato *.txt o *.xls del levantamiento topográfico, con su correspondiente descripción de la codificación de tipo de objeto levantado
- Reporte de ajuste del levantamiento topográfico.
- Certificados de calibración de los equipos topográficos.

Carpeta Nivelación geométrica

- Croquis de nivelación
- Extractos (resumen de las mediciones)
- Monografías IGM
- Libretas de campo (lecturas observadas, si las lecturas son realizadas con nivel digital adjuntar archivos crudos en formato nativo).
- Certificados de calibración de los equipos.

Carpeta Cartografía

- Memoria técnica completa y con firmas de responsabilidad de la cartografía que especifique: el proceso ejecutado, equipos utilizados y en caso de existir, las particularidades del levantamiento.
- Límites de áreas de intervención en formato digital *.shp.
- Archivo digital de la base cartográfica debidamente estructurada en la base de datos entregada por el IGM, con base a los TDR (coberturas definidas) y según el Catálogo de Objetos (Anexo 2. Catálogo de Objetos escala 1: 5 000).



7.2.4.- Levantamiento LIDAR o nube de puntos mediante fotogrametría.

Carpeta de puntos de apoyo fotogramétrico

- Memoria técnica de los puntos de apoyo, que especifique las estaciones de enlace GNSS, su diseño, proceso ejecutado, equipos utilizados y resultados alcanzados.
- Monografías de de puntos de apoyo fotogramétrico con fotografías.
- Reportes de procesamiento (ajuste de puntos).
- Datos rinex, de los puntos de los vértices obtenidos con GNSS de precisión.
- Elenco de coordenadas de los puntos de apoyo fotogramétrico en formato digital y en *.shp.

Carpeta datos LIDAR

- Nube de puntos clasificada (escala 1: 5 000 se encuentra dividida cada 1 minuto 15 segundos de longitud y latitud)
- Archivo de clasificación de la nube de puntos en formato *.pct (opcional)
- Archivo vector *.shp de ubicación de celdas para abrir la nube de puntos
- Mosaico del MDT y/o MDS obtenido por nube de puntos LIDAR.
- Memoria técnica con firmas de responsabilidad, donde conste el procesamiento de datos LiDAR, especificar los equipos y especifique software utilizado, clasificación de la nube de puntos, densidad de puntos por metro cuadrado.

Carpeta Cartografía

- Memoria técnica con firmas de responsabilidad de la cartografía que especifique: el proceso ejecutado, equipos utilizados y en caso de existir, las particularidades del levantamiento.
- Límites de áreas de intervención en formato digital *.shp.
- Archivo digital de la base cartográfica debidamente estructurada en la base de datos entregada por el IGM, con base a los TDR (coberturas definidas) y según el Catálogo de Objetos (Anexo 2. Catálogo de Objetos escala 1: 5 000).
- Ortomosaico.

7.3 UNIDAD DE MUESTREO, TAMAÑO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA

7.3.1.- Para la fiscalización de red geodésica

Para la validación de la red geodésica local, se revisarán inicialmente, los insumos entregados por el Consultor. Posteriormente se revisara el diseño de la Red Local verificando los vértices que la conforman, distancias de líneas base y estrategias del procesamiento y ajuste de la misma. Es importante mencionar que en términos mandatorios se requiere enlazarse a por lo menos 2 estaciones REGME como bases para el procesamiento y ajuste de la Red GNSS Local.

Con respecto al muestreo de vértices que conforman las redes geodésicas; se tomara en cuenta aquellas que tengan hasta 49 vértices (población) para una muestra mínima de 4 vértices. Por otra parte, para aquellas redes geodésicas con vértices mayores a 50 vértices se tomará una muestra del 10% del total de la red geodésica.

La captura de coordenadas de los puntos de red geodésica seleccionados,



deben realizarse usando el método de posicionamiento GNSS estático rápido de fase, con receptores doble frecuencia, equipos que permiten la medida de líneas base hasta 200 kilómetros, con una precisión de $\pm (0.005\text{m} + 1 \text{ ppm})$.

Estas mediciones serán realizadas durante las campañas de fiscalización a fin de optimizar el tiempo de respuesta. En todas las sesiones GNSS se utilizarán vértices base o estaciones pertenecientes a la REGME (RED GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador) - RENAGE (Red Nacional GNSS del Ecuador), para enlazar los puntos al Sistema de Referencia Horizontal y comprobar los cierres de las figuras formadas por los vectores generados.

7.3.2.- Para la fiscalización de la cartografía

La cartografía a ser fiscalizada, será cortada en unidades o segmentos regulares según grillas para hojas a escala 1: 5 000. La grilla para 1: 5 000 se encuentra dividida cada 1 minuto 15 segundos de longitud y latitud que representan una hoja que será considerada como la unidad espacial de la cartografía. La suma de todas las hojas contenidas en el levantamiento será considerada como población muestral.

Para la definición del tamaño de la muestra de la población (cantidad de hojas a evaluarse), se aplicará la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO-2859-1:2009.

El nivel de inspección con el que se trabajará será el “reducido”, el cual permite tener un criterio de aceptación suficiente para asegurar la calidad promedio de los productos generados. La selección de hojas de la muestra se realizará de acuerdo con el método aleatorio estratificado, de forma que se asegure la evaluación adecuada de la hoja a evaluar.

Para el caso de que las muestras sean dispersas y lineales de las unidades (la única referencia son las vías) se utilizará el esquema de muestreo por “vías de comunicación” (Ariza, 2012: 215/216). La selección de la muestra se realizará de acuerdo con la cantidad de detalles necesarios y disponibles.

7.4. MÉTODOS DE CONTROL PARA EXACTITUD POSICIONAL

7.4.1.- Red Geodésica Local

Se verificará que la Red Geodésica Local se encuentre referida al marco de referencia oficial del Ecuador, donde cumpla con un error medio que no supere en la Componente Horizontal los **5cm + 3mm** (Urbina & Tremel, 2000).

Para el procesamiento de datos GNSS tomados en campo se utilizará el software de procesamiento TRIMBLE BUSINESS CENTER (TBC). El procesamiento de las líneas base se realizarán para cada sesión, obteniendo los vectores necesarios para el cálculo de las coordenadas de los puntos. En el procesamiento de cada vector GNSS, se fijarán ambigüedades enteras y se comprobará la Varianza (< 10), la Razón ($< 1,5$) y el RMS ($< 0,03 \text{ m}$), lo que garantiza la calidad del proceso.

Para garantizar una correcta recepción de la información satelital, en cada sesión GNSS, se utilizarán equipos de posicionamiento satelital de doble frecuencia, cumpliendo las consideraciones de la Tabla 1.



Tabla 1. Especificaciones en el uso de equipos de posicionamiento satelital

Equipo utilizado	GNSS de precisión Doble Frecuencia
Tipo de posicionamiento	Estático Diferencial
Estaciones de monitoreo continuo utilizadas	Se especificarán EMC utilizadas
Distancia línea base	Se especificarán distancias línea base
Número de satélites enganchados	Mínimo 5
Tiempo de recepción	En función de la línea base
Angulo de enmascaramiento	10 grados
Intervalo de grabación	1 Segundo
GDOP	< 5
Correcto nivelado y centrado de la antena sobre el punto, considerando que el eje vertical de la antena sea perpendicular al centro geométrico del punto a determinarse.	
Correcta orientación de la antena, de forma que señale al norte magnético.	

Fuente: IGM, 2006

El tiempo de recepción de cada sesión dependerá de la distancia de la línea base y se calculará en función del tiempo de recepción de cada sesión de acuerdo a la distancia de la línea base según lo señala en la Tabla 2:

Tabla 2. Tiempo de recepción de cada sesión de acuerdo con la distancia de la línea base

DISTANCIA (km)	MINUTOS	TIEMPO DE RASTREO	
		HORA	MINUTOS
10	50	0	50
20	70	1	10
30	90	1	30
40	110	1	50
50	130	2	10
60	150	2	30
70	170	2	50
80	190	3	10
90	210	3	30
100	230	3	50
120	270	4	30
140	310	5	10
160	350	5	50
180	390	6	30
200	430	7	10

Fuente: IGM, 2006

Las coordenadas entregadas por la consultora (Contratante), deberán estar en el mismo marco de referencia nacional, para proceder a la verificación de las mismas.

La validación de la Red Geodésica Local, por parte del IGM, implica las siguientes consideraciones técnicas:

- Correcto enlace de la Red Geodésica Local, a la Red oficial del IGM - REGME, a través de un mínimo de dos estaciones de monitoreo continuo.



- Todos los vértices de la red geodésica local deben estar directamente conectados entre sí, por medio de vectores GNSS.
- Para el procesamiento y ajuste de la Red, se deben ejecutar por lo menos una sesión de levantamiento GNSS, con una duración de posicionamiento acorde a lo establecido por la Tabla 2, dependiendo de la distancia del punto de red geodésico a la estación más cercana.
- Para el procesamiento y ajuste de la Red, se deben utilizar vectores con criterios de aceptación favorable dentro de una Solución Fija.
- Método de observación GNSS, Estático Diferencial.
- Para el procesamiento de los datos y el correspondiente ajuste final de la Red GNSS Local se fijarán, como mínimo, dos estaciones de monitoreo continuo de la REGME.

Las coordenadas obtenidas por el IGM, después del postproceso y ajuste, se compararán con las obtenidas por el Contratante, obteniendo así el residual en las componentes horizontal. Con dichos valores, se calculará el error medio cuadrático (RMSE) a través de la siguiente fórmula:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2}$$

n: Número de muestras

e_i^2 : Residual de la observación

De este modo, el error medio obtenido no debe ser mayor a la exactitud esperada que, en este caso, corresponde a 5 cm + 3mm.

7.4.2.- Cartografía

Para establecer el control de calidad sobre la exactitud posicional, en cada hoja definida en la muestra, se posicionará un mínimo de 30 puntos identificables en el terreno y en la cartografía, distribuidos de forma homogénea según la topografía del terreno. Con base al “teorema central del límite”, según el cual, si una muestra es lo bastante grande, generalmente cuando el tamaño muestral supera los 30 puntos, sea cual sea la distribución de la media muestral, seguirá aproximadamente una distribución normal; es decir, para cualquier variable aleatoria, si se extraen muestras de tamaño “n” mayor a 30 ($n > 30$) y se calculan los promedios muestrales, estos seguirán una distribución normal; además, la media será la misma que la de la variable de interés y la desviación estándar de la media muestral será aproximadamente el error estándar.

En cartografía digital, para el posicionamiento mediante receptores GNSS de doble frecuencia, se considerarán las intersecciones de aceras, bordillos o canales; así como también, vértices de viviendas, elementos recomendables dentro de la escala del proyecto (LMIC, 1999).



Tabla 3. Consideraciones de rastreo de los puntos con el método Estático Rápido

Tipo de posicionamiento	Estático rápido
Longitud máxima de línea base	3 km
Número de satélites enganchados	Mínimo 5
Tiempo de recepción	15 - 20 minutos
Ángulo de enmascaramiento	10 grados
GDOP	< 5
Correcto nivelado y centrado de la antena sobre el punto, considerando que el eje vertical de la antena sea perpendicular al centro geométrico del punto a determinarse.	
Correcta orientación de la antena, de forma que señale al norte magnético.	

Dentro de este marco, en los casos que amerite integrar levantamientos topográficos, para complementar o actualizar la cartografía, será suficiente utilizar el método Estático Rápido (FastStatic) que se caracteriza por tiempos de observación cortos, establecidos para longitudes de las líneas base, de igual manera, lo más cortas posibles. En términos generales el método Estático Rápido permite obtener precisiones centimétricas relacionadas directamente a la distancia de la línea base, por lo cual para el desarrollo del rastreo de los puntos para la verificación de cartografía base se utilizarán las consideraciones que se especifican en la Tabla 3.

Una vez finalizada la fase de campo, se verificará en gabinete la exactitud posicional de la cartografía base con fines catastrales, como parte de un proceso de calidad que permita confirmar si cumple con estándares y normas predefinidas (5. Referencias Normativas). En nuestro país, la norma para determinar la exactitud planimétrica se encuentra en función del factor de escala del producto, siendo necesario que el 90% de los puntos bien definidos no difiera del valor verdadero en más de 0,3 mm multiplicado por el factor de escala (IGM, 2008). Sin embargo, según el acuerdo ministerial Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003-A, en la sección III CARTOGRAFÍA BÁSICA CON FINES CATASTRALES; Especifica que, para escala 1: 5 000, la precisión final no debe diferir en más de 150cm + 50cm (Tabla 4).

La importancia de la exactitud posicional reside en las afectaciones que puede tener un producto cartográfico tanto en topología, geometría, integración con otros productos cartográficos e interoperabilidad entre sistemas de información geográfica (Castro, 2014).

Tabla 4. Evaluación Cartografía Escala 1: 5 000

Nivel de Confianza	90 %
Error máximo permitido	2,00 m
Escala	1 : 5 000

Para la fiscalización de cartografía base con fines catastrales, se utilizará el test utilizado por las agencias federales en Estados Unidos para cumplir con las normas de la Federal Geographic Data Comitee (FGDC), donde es necesario



obtener el residuo, en ambas coordenadas por separado, como resultado de la comparación de las coordenadas de los puntos pre-definidos en gabinete, con coordenadas conseguidas en los mismos puntos con una fuente independiente de mayor precisión (FGDC, 1998), siendo en este caso, los puntos obtenidos en campo con receptores GNSS de precisión de doble frecuencia.

La National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA), apartado 3 de la FGDC; utiliza el Error Medio Cuadrático o Root Mean Square Error (RMSE) para estimar la exactitud posicional. Corresponde a la raíz cuadrada de la media de los residuos y permite calcular el error de la muestra con un 90% de nivel de confianza.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2}$$

Es necesario realizar las correcciones pertinentes en los errores groseros en la obtención y procesamiento de datos, así como en las inconsistencias encontradas en los residuos, antes de iniciar el cálculo (FGDC, 1998). Luego de las revisiones, se calcularán las componentes Este (x) y Norte (y) del RMSE:

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{empresa} - x_{IGM})^2}$$

$$RMSE_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{empresa} - y_{IGM})^2}$$

Para calcular la componente planimétrica se procederá de la siguiente manera:

$$RMSE_r = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2}$$

Para el cálculo del coeficiente de exactitud posicional horizontal a un 90% de confianza, se deberán tomar dos consideraciones posibles (FGDC, 1998):

En el caso que $RMSE_x = RMSE_y$ la exactitud se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Exactitud } r = 1,5175 * RMSE_r$$

Si $RMSE_x \neq RMSE_y$ la exactitud se obtendrá a partir de:

$$\text{Exactitud } r = 2,1460 * 0,5 * (RMSE_x + RMSE_y)$$

De este modo, el valor obtenido como exactitud posicional del producto cartográfico no deberá ser mayor a la exactitud esperada en función del factor de escala.



7.5. MÉTODOS DE MUESTREO Y CONTROL DE CALIDAD

7.5.1.- Parámetros de los componentes de la calidad para Cartografía

La revisión de los parámetros se realiza a toda la información contenida en cada una de las unidades definidas en el muestreo, se analiza su relación espacial por cobertura y entre coberturas, utilizando las herramientas del software SIG; la revisión visual de las muestras se realizará a escala 1: 1250 para escala 1: 5000, pero la revisión topológica será independiente de la escala

Se verifica la integridad (número) de coberturas solicitadas, tanto en Catálogo de objetos IGM (Campos obligatorios) así como en los TDR. (Requisitos del proyecto).

La selección de la muestra se realizará de manera estratificada, de acuerdo con una densidad visual de objetos: alta y baja, conforme el área del proyecto.

Para la aprobación y rechazo del levantamiento, se cuantificará el total de errores encontrados por cada hoja, exigiendo un nivel de confianza del 90%, con un AQL de 1.5. Las hojas que no superen el 10% de errores se considerarán aprobadas. Se aplicará la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO-2859-1:2009.

Si existen inconsistencias repetitivas en las coberturas presentes en todo el proyecto, se considerará como errores sistemáticos; en consecuencia, no se aplicará la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO-2859-1:2009; y el proyecto será rechazado automáticamente, así como también al existir omisiones de coberturas con respecto al Catálogo de Objetos y los TDR.

Los parámetros de los componentes de la calidad según lo establecido en la Norma ISO TC 211 -19157, son los siguientes: compleción, consistencia lógica y exactitud temática de las coberturas solicitadas en el catálogo IGM.

7.5.1.1.- **Compleción**

Revisión de información cartográfica completa, sin existencia de omisiones o comisiones; es decir, se verifica en el archivo cartográfico entregado a fiscalización, la presencia o ausencia de elementos según Catálogo de objetos y los TDR. Este análisis se lo realizará considerando el insumo y la metodología de extracción de información cartográfica utilizada; es decir:

- Captura de información cartográfica en 3D de los objetos cartográficos a partir de un par estereoscópico, contienen la coordenada Z. (restitución)
- Captura de información en 2D de los objetos cartográficos a partir de una ortofoto, no contienen la coordenada Z (digitalización sobre ortofoto).
- Topografía (área útil de la edificación).
- Nube de puntos (cubierta o área útil de la edificación conforme a método declarado).

Además de las siguientes consideraciones:

- Los errores topológicos de sobreposición, identificados en las coberturas serán considerados dentro de la contabilización del total de



errores presentes en las muestras fiscalizadas.

- Disponibilidad de información que permita identificar la existencia o no del objeto dentro del área del proyecto, para lo cual se utilizará como insumos:
 - Ortofotografía del proyecto proporcionada por el Contratante y/o IGM
 - Cartografía básica oficial generada a distintas escalas.
 - Google Maps o Street View, serán utilizados para ejemplificar los errores puntuales encontrados en las muestras fiscalizadas, conforme a la temporalidad de imágenes disponibles.

7.5.1.2.- Consistencia lógica

Revisión de adherencia a las reglas topológicas y relación espacial entre los objetos del modelo, su estructura de datos y vectorización; es decir:

- Grado de adherencia a las reglas lógicas de la estructura de datos, atributos (de ser aplicable) y relaciones.
- Ortofotografía tomada para generación de cartografía básica oficial generada a distintas escalas
- Consistencia conceptual. - Adherencia a las reglas del modelo conceptual(de ser aplicable).
- Consistencia de dominio. - Adherencia de los valores a su dominio (de ser aplicable).
- Consistencia de formato. - Grado en que los datos se almacenan de acuerdo con la estructura física.
- Consistencia topológica. - Apego a las características topológicas

7.5.1.3. Exactitud temática

La información cartográfica debe ser exacta, los valores almacenados debenser correctos. Es decir, ser representados y presentados de una forma consistente y sin ambigüedades, cuya asignación a clases o atributos (de ser aplicable) correspondan al contexto del objeto del proyecto.

7.5.1.4. Altimetría

Para cartografía base con fines catastrales la elaboración de productos altimétricos es de carácter opcional, pero se vuelve obligatorio si se menciona en los TDR, en cuyo caso, se solicitará un correcto modelado del terreno y el cumplimiento de la precisión definida según el acuerdo ministerial Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003-A, en la sección III CARTOGRAFÍA BÁSICA CON FINES CATASTRALES, Literal b; Donde se menciona que, la precisión altimétrica de los objetos cartográficos no debe ser mayor a la proporción de 1,5*EXACTITUD POSICIONAL PLANIMÉTRICA, referida a cada escala.

Las curvas de nivel generadas por métodos de topografía y restitución serán fiscalizadas, mientras que las generadas automáticamente a partir métodos de correlación fotogramétrica no serán fiscalizadas por el IGM.

En el caso de la generación de datos altimétricos con datos LIDAR, se debe considerar una correcta edición de puntos logrando obtener la mayor cantidad posible de puntos a nivel del suelo. En sitios donde la cobertura vegetal sea impedimento para llegar a nivel del suelo, los valores del RMSE serán 3 veces con



respecto al valor de exactitud establecida (en los párrafos anteriores) (ASPRS, 2014). Para Escalas 1: 5000 la nube de puntos LIDAR debe ser vinculada a una malla de puntos geodésicos con alturas niveladas o calculadas "Ortométricas" mediante el uso de modelos de ondulación geoidal como el EGM96 o EGM08, mismos que son utilizados en la actualidad por el IGM. Esta información debe ser proporcionada para fiscalización en formato *.las y mosaicos de los MDT y/o MDS

7.6. CRITERIOS DE RECHAZO O ACEPTACIÓN DE LOS PRODUCTOS GEODÉSICOS Y CARTOGRÁFICOS

Los productos entregados deben cumplir, inicialmente con la revisión de los insumos presentados de acuerdo con el tipo de levantamiento y así mismo deben guardar concordancia con lo estipulado en el Catálogo de Objetos y en los Términos de Referencia vigentes a la fecha de Fiscalización-validación de la cartografía presentada.

Para aceptar o rechazar la cartografía base presentada por el ejecutor, una vez obtenida la exactitud posicional en primera etapa y posteriormente la revisión de la segunda etapa de cada hoja seleccionada como muestra, se verificarán cuantas hojas se encuentran dentro y cuantas están fuera de los límites de tolerancia permitidos, para determinar, mediante la tabla de "Planes de Muestreo simple para la inspección reducida" con un Nivel Aceptable de Calidad (AQL) de 1,5%, (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN- ISO-2859-1:2009).

Cabe indicar que el tamaño del objeto mínimo a representar en la Guía de Extracción con fines Catastrales a escala 1: 5000, es 2.5 metros, en este sentido no se fiscalizará objetos menores a este valor.

8. RESULTADOS

- Informe de fiscalización de primera etapa de los productos geodésicos y cartográficos entregados por el consultor, con sus respectivos reportes de evaluación.
- Informe de fiscalización de segunda etapa de los productos cartográficos, entregados por el consultor, con sus respectivos reportes de evaluación.
- Adicionalmente por pedido del consultor y por fiscalización de productos intermedios como por ejemplo ortofoto, se emitirá un informe adicional.

9. RECOMENDACIONES

- En caso de obtener cartografía por métodos de digitalización 2D sobre ortofotografía, los vectores de edificaciones deben ser corregidos, de tal manera que estos objetos sean coincidentes con los objetos a nivel del suelo. El método de digitalización es recomendable solo en áreas en las que las edificaciones no superen los 4 metros de altura, respecto al suelo y donde las edificaciones no presenten abatimientos. Para la corrección del abatimiento de las edificaciones se podría utilizar métodos de medición en campo.
- Realizar las correcciones de las observaciones en la totalidad de la cartografía base con fines catastrales, considerando que, a partir de la segunda revisión en segunda etapa, se ejecutará la revisión en nuevas áreas de muestreo.
- Homologar el criterio de extracción de todos los objetos cartográficos conforme a la Guía de Extracción para Elaboración de Cartografía Base con



Fines Catastrales

- Realizar una depuración de restos cartográficos y control topológico en y entre todas las coberturas que poseen relación espacial.
- En el caso de que en el mismo proyecto se combinen varias metodologías, esto debe estar aclarado mediante un documento legal autorizado por el GAD y representante legal del proyecto.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ariza, F., García, B., Ureña, C., Rodríguez, A., Alba, F., Pinilla, R., y Mesas C. (2013). Fundamentos de Evaluación de la Calidad de la Información Geográfica (Primera ed.). Jaén, España: Universidad de Jaén.

FGDC. (1998). Geospatial Positioning Accuracy Standards. Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy. Tennessee: Federal Geographic Data Committee.

IGM. (2006). Especificaciones técnicas generales para la realización de cartografía topográfica a cualquier escala. Quito: Instituto Geográfico Militar.

IGM. Instituto Geográfico Militar. (2018). Catálogo de Objetos para generación de cartografía base a escala 1: 5 000. Quito: [En Línea]. Consultado: [10, marzo, 2020] Disponible en: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/documentos-tecnicos/>

INEN. Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2009). Procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos. Parte 1. Programas de Muestreo Clasificados por el Nivel Aceptable de Calidad (AQL) para Inspección Lote a Lote. NTE INEN-ISO 2859- 1:2009. Quito.

ISO. Organización Internacional de Normalización. (2013). Información Geográfica. Conceptos Básicos de la Calidad de los Datos Geográficos. Norma Técnica Colombiana (Primera actualización) 211TC 19157.

LMIC. (1999). *Positional Accuracy Handbook*. Minnesota: Minnesota Planning - Land Management Information Center.

MIDUVI. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2022). Norma Técnica para Formación, Actualización y Mantenimiento del Catastro Urbano y Rural y su Valoración. Quito: Registro ACUERDO Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003-A

Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data, ASPRS, 2014. Disponible en Urbina, R., & Tremel, H. (2000). Processing of the Ecuadorian National GNSS Network within the SIRGAS Reference Frame. Munchen - Germany: DGFI.

Vocabulario Internacional de Metrología, VIM. (2012). Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados. Centro Español de Metrología. Disponible en: <https://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web.pdf>.



MINISTERIO DE
DEFENSA
NACIONAL



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR

ANEXOS:

Anexo 2. Catálogo de Objetos escala 1: 5 000

(<https://www.geoportaligm.gov.ec/portal/index.php/aplicaciones/catalogo-de-objetos/>)





Elaborado por:

CAPTURA DE DATOS	
_____ Ing. Lizbeth Jiménez Técnico	_____ Mayo. A.E. Ricardo Procel Jefe Proceso Captura Datos
GEODESIA	
_____ Ing. Ricardo Aguilera Técnico	_____ Capt.E. Julio Cevallos Jefe Proceso Geodesia
CARTOGRÁFICO	
_____ Ing. Johana Gaibor Técnico	_____ Capt. E. Galarraga Luis. Jefe Proceso Cartográfico
NORMATIVA	
_____ Ing. Gabriela Chiriboga Técnico Normativa	_____ Dr. Álvaro Dávila Técnico Normativa

Revisado por:

Capt. Rolando Itás
JEFE GESTIÓN NORMATIVA



MINISTERIO DE
DEFENSA
NACIONAL



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR

Supervisado por:

Tcrn. IGEO. Dehivi Salgado
JEFE DE LA GESTIÓN CARTOGRÁFICA

Aprobado por:

CrnI. IGEO. Byron Puga
SUBDIRECTOR DEL IGM

