

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA ESCALA 1:5 000

1 EDICIÓN

www.igm.gob.ec / www.geoportaligm.gob.ec



Ministerio
de **Defensa**
Nacional



Comando Conjunto
de las Fuerzas
Armadas



Ejército
Ecuatoriano



Instituto
Geográfico
Militar

Arq. Fernando Cordero Cueva
Ministro de Defensa Nacional

Cnl. de E.M.C. Ing. William Aragón Cevallos
Director del IGM

Cnl. de E.M. Ricardo O. Urbina C.
Sub-Director del IGM

Tcn. Ing. Rafael Delgado
Jefe de la Gestión de Geoinformación

Equipo Técnico:
Ing. Fabián Santamaría
Ing. Alejandra Cando
Ing. Alicia Caizaluisa

Colaboración Técnica:
Ing. Guillermo Freire
Ing. José Lincango
Ing. Eduardo Jiménez
Ing. Carolina Valdiviezo

Diseño y Diagramación:
Ing. Julio Chalén

Revisión Ortográfica:
Egdo. Gonzalo Baquero.

Ficha de Documentación

Instituto Geográfico Militar (IGM);
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA ESCALA 1: 5 000
37 Páginas, español, 22x21 cm.

Primera Edición Ecuador, enero 2016

"Ley de la Cartografía Nacional Art. 2.- El Instituto Geográfico Militar realizará toda actividad cartográfica referente a la elaboración de mapas y levantamiento de cartas oficiales del territorio nacional."

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento, derechos del I.G.M., cualquier recomendación o sugerencia al Departamento de Normalización del Instituto Geográfico Militar.
www.igm.gob.ec

2016, Instituto Geográfico Militar



Ministerio
de Defensa
Nacional



Comando Conjunto
de las Fuerzas
Armadas



Ejército
Ecuatoriano



Instituto
Geográfico
Militar

Créditos



Ministerio
de Defensa
Nacional



Comando Conjunto
de las Fuerzas
Armadas



Ejército
Ecuatoriano



Instituto
Geográfico
Militar

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

PRESENTACIÓN

El Instituto Geográfico Militar, IGM, adscrito al Ministerio de Defensa Nacional, especializado en brindar servicios e investigación aplicada de información geográfica y cartográfica del territorio ecuatoriano, necesaria para alcanzar la seguridad, defensa y desarrollo del país; en consecuencia genera datos e información cartográfica fundamental a través de múltiples procesos en los que se incluye la generación de geoinformación a escala 1:5 000. Es innegable el sostenido incremento de entidades que hacen uso de la misma, lo que obliga a que su ejecución se realice mediante la socialización de normativas técnicas específicas.

La publicación de este manual de: “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA ESCALA 1:5 000”, se inscribe dentro de este contexto y su acción se encamina a proporcionar a la comunidad ecuatoriana, que elabora cartografía topográfica a escalas medianas, un nutrido documento que dinamice los criterios necesarios para el desarrollo de cartografía. En él encontramos variada información referente a: Especificaciones y consideraciones técnicas - cartográficas de cada una de las fases a desarrollar como parte de la generación de la cartografía a dicha escala, entre las cuales se puede mencionar: Base de datos de vuelo, apoyo de vuelo fotogramétrico, aerotriangulación digital, restitución fotogramétrica, clasificación de campo, base de datos geográfica y control de calidad.

Finalmente, estoy convencido que esta obra, que constituye un testimonio de nuestra parte a la soberanía del conocimiento, se convertirá en fuente de consulta para las personas naturales o jurídicas que elaboran y/o utilizan la cartografía, para desarrollar sus innumerables proyectos de Desarrollo y Defensa.

Arg. Fernando Cordero Cueva

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

PRÓLOGO

En este manual de especificaciones técnicas para generación de cartografía escala 1:5 000, se encuentra plasmado desde el plan de vuelo hasta el control de la calidad de la generación de la cartografía, siguiendo los estándares mínimos que deben cumplirse, generalizando los procesos para el conocimiento y aplicación de entidades públicas, privadas, personas naturales o jurídicas.

En las primeras páginas encontramos el objeto que conlleva a la realización del presente manual, su campo de aplicación, ciertas definiciones importantes, consideraciones geodésicas y cartográficas; tales como: Sistema de referencia, preparación del proyecto, plan de vuelo, establecimiento de control, aerotriangulación y ajuste, restitución, edición, generación de base de datos y control de calidad.

El Instituto Geográfico Militar, busca a través de este documento el compartir su experiencia a fin de lograr estandarizar exactitud, precisión y metodología a nivel nacional.

Esperamos que este manual se convierta en una herramienta de consulta, para resolver problemas durante la captura, desarrollo y ejecución de geoinformación para generar la cartografía escala 1:5 000 a nivel nacional.

Crnl. de E. M. C. Ing. William Aragón
DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

CONTENIDO	Pág.
PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA BÁSICA ESCALA 1 : 5000 (CAPÍTULO I)	
<i>Objeto</i>	8
<i>Campo de Aplicación</i>	8
<i>Definiciones</i>	8
<i>Siglas y acrónimos</i>	8
<i>Referencias con otras normas</i>	9
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS , CONSIDERACIONES GEODÉSICAS Y CARTOGRÁFICAS (CAPÍTULO II)	9
<i>Sistema geodésico oficial</i>	9
<i>Red geodésica horizontal</i>	9
<i>Red geodésica vertical</i>	10
<i>Elipsoide geodésico de referencia</i>	11
<i>Sistema de coordenadas</i>	11
<i>Sistema de proyección cartográfica</i>	11
<i>Sistema de codificación</i>	11
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO (CAPÍTULO III)	12
<i>Vuelo fotogramétrico</i>	12
<i>Condiciones generales</i>	12
<i>Líneas de vuelo</i>	13
<i>Traslapo</i>	14
<i>Longitudinal</i>	14
<i>Lateral</i>	14
<i>Avión y equipo</i>	14
<i>Misión fotogramétrica</i>	15
<i>Planificación y definición de los bloques</i>	15
<i>Definición de las líneas longitudinales y transversales</i>	15
<i>Desviaciones, trayectoria del avión y eje vertical de la cámara</i>	16
<i>Procesado de datos GPS e IMU</i>	16
<i>Calibración de la cámara</i>	16
<i>Montaje de cámara e IMU</i>	17
<i>Filtros</i>	17
<i>Productos derivados</i>	17
<i>Ficheros digitales de vuelo</i>	17
<i>Memoria de vuelo</i>	18

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

CONTENIDO	Pág.
<i>Planteamiento y gráficos de vuelo</i>	18
<i>Ficheros GPS e IMU</i>	18
<i>Base de datos del vuelo</i>	18
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL APOYO DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO (CAPÍTULO IV)	18
<i>Preparación del proyecto</i>	19
<i>Distribución de puntos de control</i>	19
<i>Establecimiento de redes geodésicas locales</i>	20
<i>Puntos de apoyo fotogramétrico</i>	20
<i>Reconocimiento y fotoidentificación</i>	21
<i>Precisiones</i>	21
<i>Memoria de ejecución del proceso</i>	21
AEROTRIANGULACIÓN DIGITAL (CAPÍTULO V)	22
<i>Orientación interior</i>	22
<i>Orientación exterior</i>	22
<i>Cálculo y ajuste del bloque</i>	22
<i>Memoria de ejecución del proceso</i>	23
<i>Metadatos</i>	23
RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA (CAPÍTULO VI)	23
<i>Información a restituir</i>	23
<i>Codificación y estructuras</i>	24
<i>Estructura de información geoespacial</i>	24
<i>Edición cartográfica</i>	25
<i>Memoria de ejecución del proceso</i>	26
CLASIFICACIÓN DE CAMPO (CAPÍTULO VII)	26
<i>Levantamiento de campo</i>	26
<i>Memoria de ejecución del proceso</i>	28
BASE DE DATOS GEOGRÁFICA (CAPÍTULO VIII)	29
<i>Migración CAD - SIG</i>	33
CONTROL DE CALIDAD (CAPÍTULO IX)	34
<i>Muestreo y criterios de aceptación</i>	34
<i>Consideraciones Importantes</i>	37
HISTÓRICO DE DOCUMENTOS (CAPÍTULO X)	37



Ministerio
de Defensa
Nacional



Comando Conjunto
de las Fuerzas
Armadas



Ejército
Ecuatoriano



Instituto
Geográfico
Militar

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

	<i>Pág.</i>
ÍNDICE DE GRÁFICOS, CUADROS, TABLAS	
Gráfico 1: REGME, densificación de Red GNSS- Ecuador. Fecha de corte Junio de 2015	9
Gráfico 2: RENAGE, materialización de mojones de concreto	10
Gráfico 3: RENAGE, densificación de Red Nacional GPS – Ecuador	10
Gráfico 4: Red Vertical del Ecuador	11
Gráfico 5: Codificación hojas escala 1:5000	12
Cuadro Parámetros GSD	12
Tabla 1: Información a levantar en campo	28
Gráfico 6: Proceso Geográfico - Cartográfico con respecto a la BDG	29
Gráfico 7: Modelo Conceptual de BDG	30
Gráfico 8: Esquema de la norma 19115:203	31
Gráfico 9: Esquema de la norma 19115:203-2	32
Gráfico 10: Modelo Conceptual de BDG	34
Gráfico 11: Nivel aceptable de calidad	35
Gráfico 12: Curso de introducción a la calidad de Información Geográfica, consistencia lógica, SIGTIERRAS.	36
Control de Actualizaciones	37

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

1.1. OBJETO

Definir las condiciones mínimas que se debe cumplir para realización de cartografía a escala 1:5000, garantizando homogeneidad y calidad de la información producida que sirva como base y marco técnico en entidades públicas y privadas, generalizando subprocesos normalizados.

1.2. CAMPO DE APLICACIÓN

El Instituto Geográfico Militar, como responsable de normar las actividades geográficas cartográficas a nivel nacional, ha visto la necesidad de contar con las especificaciones técnicas para elaborar cartografía a escala 1:5000 que permitirá:

- Obtener datos catastrales rurales (características de los predios y/o derechos sobre estos)
- Actualización catastral
- Planificación territorial
- Demarcación territorial
- Uso del suelo urbano y rural
- Análisis de riesgos

1.3. DEFINICIONES

Se presenta el siguiente glosario de términos para la comprensión de la especificación técnica:

- **Altimetría.** medición de las diferencias de nivel o de elevación entre diferentes puntos del terreno. Las cuales representan las distancias verticales, medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

- **Altitud.** distancia vertical de un punto cuando el plano de referencia es el nivel medio del mar.
- **Altura.** distancia vertical medida entre dos planos de referencia horizontal cualquiera.
- **Elevación.** distancia vertical medida desde el nivel medio del mar hasta el punto ubicado en la superficie terrestre.
- **Superficie de referencia.** superficie de nivel a la cual se refieren las elevaciones (por ejemplo el nivel medio del mar) se le llama a veces plano-dato o plano de comparación, aunque realmente no sea un plano.
- **Nombres geográficos.** nombres propios con los que se designan a las entidades geográficas (rasgos naturales y culturales del relieve terrestre), según el idioma, la lengua o dialecto de la cultura a la que corresponde.¹
- **Simbología.** representación sensorial en forma gráfica de una idea que guarda un vínculo convencional y arbitrario con su objeto. En la cartografía los rasgos físicos y culturales del terreno que no se puedan representar a escala se los representa con simbología convencional.

1.4. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- **GSD:** Ground Sample Distance (Tamaño del píxel en el terreno)

¹ NORMA TÉCNICA- Especificaciones técnica para producción de cartografía básica a escala 1:1 000- IGN-Perú-2011

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

- **GPS:** Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global)
- **GNSS:** Global Navigation Satellite Systems (Sistema global de navegación)
- **IMU:** Inertial Measurement Unit (Unidad de medida inercial por satélite)
- **IGM:** Instituto Geográfico Militar
- **ISO:** International Organization for Standardization
- **SIRGAS:** Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
- **REGME:** Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador
- **RENAGE:** Red Nacional GPS del Ecuador (pasiva)

1.5. REFERENCIAS CON OTRAS NORMAS

La siguiente especificación técnica está relacionada con las elaboradas por el IGM, asociadas al catálogo de objetos para elaboración de cartografía a escalas 1:25000,1:50000,100000,1:150000,1:1000000y1:2000000.

- **Norma ISO 19115 Metadatos**
- **Norma ISO 19110 Metodología para la catalogación de objetos.**

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, CONSIDERACIONES GEODÉSICAS Y CARTOGRÁFICAS

2.1. SISTEMA GEODÉSICO OFICIAL

El Sistema de Referencia Geodésico Nacional, constituye la fuente oficial de georeferencia del Ecuador, tanto para la componente horizontal como la componente vertical.

2.2. RED GEODÉSICA HORIZONTAL

La componente horizontal, está materializada por la red activa y la red pasiva, la primera está conformada por la RED GNSS DE MONITOREO CONTINUO DEL ECUADOR – REGME, densificada por un total de 45 estaciones GNSS permanentes.

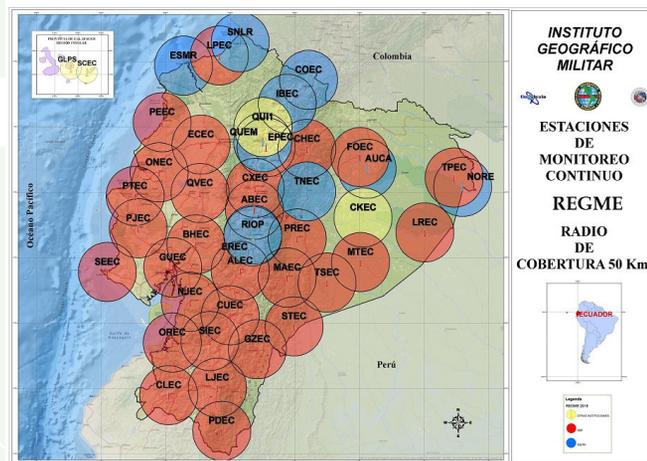


GRÁFICO 1: REGME, densificación de red GNSS- Ecuador, fecha de corte Junio de 2015.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

Las coordenadas oficiales de las estaciones que conforman la REGME, y los datos de observación GNSS en formato RINEX 30 segundos y RAW DATA 1 segundo, se encuentran disponibles en el Geoportal del IGM: <http://www.geoportaligm.gov.ec/portal/index.php/datos-geodesicos/>.

La Red Pasiva está conformada por la RED NACIONAL GPS DEL ECUADOR – RENAGE, densificada por un total de 135 vértices.

Cada vértice de la RENAGE, está materializado por medio de mojones de concreto empotrados en el terreno (Tipo IGM A, IGM B) y una placa de aluminio en el centro. Las placas de aluminio poseen una marca física en el centro, en la cual están determinadas las coordenadas oficiales de la componente horizontal.



GRÁFICO 2: RENAGE, materialización de mojones de concreto.

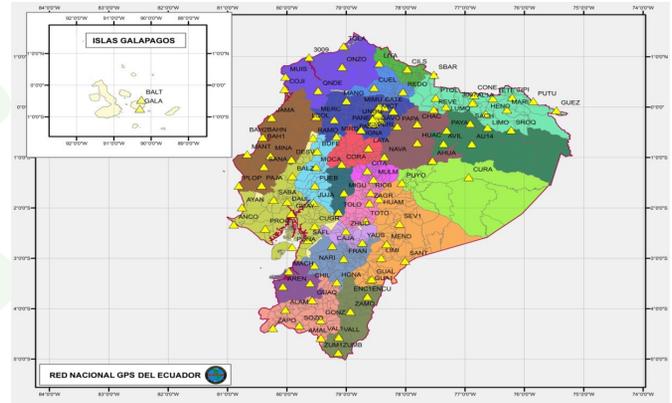


GRÁFICO 3: RENAGE, densificación de Red Nacional GPS-Ecuador.

Los Parámetros Técnicos de la Componente Horizontal son los siguientes:

- Sistema de Referencia Geocéntrico: SIRGAS – ECUADOR
- Época de Referencia: 1995.4
- International Terrestrial Reference Frame: ITRF 94
- Elipsoide de Referencia: GRS80

Nota: En términos prácticos SIRGAS es compatible con WGS84. El nivel de Precisión de las coordenadas geocéntricas, está en el orden de ± 2 a ± 5 cm.

2.3. RED GEODÉSICA VERTICAL

La Componente Vertical, está materializada por la red de nivelación, la cual permite arrastrar la cota desde el punto de origen ubicado en el mareógrafo de La

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

Libertad, hacia el resto del país; ubicando placas cada 1.5 Km, a lo largo de la infraestructura vial de Primer Orden, constituida por un total de 7500 Km.



GRÁFICO 4: Red Vertical del Ecuador.

Los Parámetros Técnicos de la Componente Vertical son los siguientes:

- Datum: Nivel Medio del Mar
- Materializado a través del Mareógrafo de La Libertad
- El nivel de Precisión $4\text{mm} \times (\sqrt{k})$
- Siendo K la distancia en Km.

2.4. ELIPSOIDE GEODÉSICO DE REFERENCIA

2.5. SISTEMA DE COORDENADAS

- Coordenadas Geográficas
 - Latitud; origen el paralelo Ecuador.
 - Longitud; origen el Meridiano de Greenwich
- Coordenadas planas
 - X, falso Este con coordenadas 500000 m
 - Y, Falso Norte con coordenadas 10000000 m y 0m para mediciones en el hemisferio norte.
 - Z, Elevación (geométrica, mareógrafo de la libertad)

2.6. SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

Por estar nuestro país en una posición geográfica privilegiada, el Ecuador ha adoptado oficialmente la Proyección cartográfica Universal Transversa modificada (UTM). La referencia que figurará en todas las hojas y mapa digital global será la Cuadrícula Universal Transversa Mercator (CUTM).

Cuando en la misma hoja existan dos husos diferentes se dibujara la cuadrícula del huso al que pertenezca la hoja y figurará también la otra cuadrícula. Se dibujará la cuadrícula cada 100m.²

2.7. SISTEMA DE CODIFICACIÓN

La tecnología permite que la cartografía conforme mapas digitales continuos, esto es sin estructurar hojas con un determinado formato; dando la posibilidad en cualquier instancia de extraer de esta cartografía digital continua, el sector que sea necesario, utilizando coordenadas geográficas o planas.

Sin embargo, es necesario incluir el sistema que identifica las hojas cartográficas en el mapa índice

¹ Cartografía y fotografía aérea - Manual de contratación - 1981.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

nacional referenciado con el sistema de clasificación por hojas que incorpora la proyección UTM.

Los códigos que identifican las hojas de la cartografía básica escala 1:5000 están constituidos por siete (07) caracteres, la nomenclatura fue generada tomando las siguientes consideraciones:

- Mapa a escala 1:5000: Resulta de dividir el mapa a escala 1:10000 en 4 hojas.
- Mapa a escala 1:10000: Resulta de dividir el mapa a escala 1:25000 en 6 hojas. (letras mayúsculas de la A a la F).
- Mapa a escala 1:25000: Resulta de dividir el mapa a escala 1:50000 en 4 hojas.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO

3.1. VUELO FOTOGRAMÉTRICO

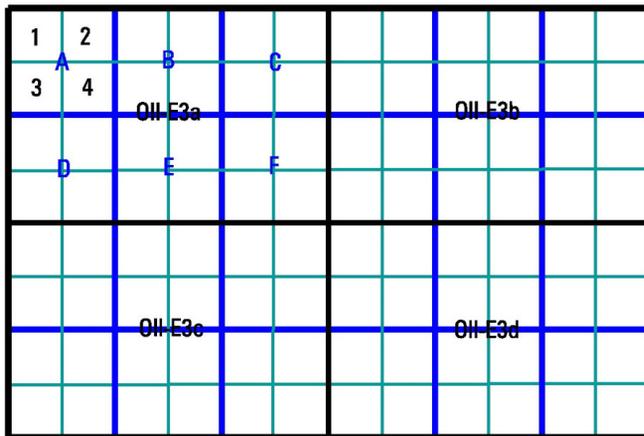
El vuelo fotogramétrico tiene como objeto obtener el recubrimiento fotográfico vertical o con otros sensores de la superficie terrestre de interés, cumpliendo con los requisitos exigidos para obtener cartografía que aseguren la restitución a escala 1:5000.

3.2. CONDICIONES GENERALES

Las líneas de vuelo deben estar materializadas sobre cartografía georeferenciada oficial, una vez que se ha analizado la resolución en GSD, de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

En función de la cámara digital empleada se deberá volar a una altura que asegure que el tamaño de píxel promedio por pasada cumpla con las especificaciones del proyecto, se realizara cada pasada a una altura de vuelo, tal que se cumpla simultáneamente las siguientes dos condiciones: tamaño del píxel promedio para toda la pasada de 0,50 cm, para los trabajos más comunes como de catastro urbano y rural, se utilizan los siguientes GSD.

NOMENCLATURA FORMATO ESC. 1:5 000 APROBADO POR SENPLADES



Parámetros GSD	
GSD	Descripción
40 cm +/- 10%	Costa
30 cm +/- 10%	Sierra
50 cm +/- 10%	Oriente

GRÁFICO 5: Codificación hojas escala 1:5 000.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

3.2.1. LÍNEAS DE VUELO

La zona a fotografiar deberá cubrir con una o varias pasadas estableciendo la situación relativa a cada una de los fotogramas, los ejes de pasadas, los recuadros de los fotogramas con su numeración correspondiente, también se planificará los números de pasadas y la altura de estas sobre el nivel del mar y sobre el nivel medio del terreno.

- Toda la zona a cartografiar con fotografía aérea vertical métrica tiene que ser recubierta estereoscópicamente, utilizando tantas líneas de vuelo o pasadas como sean necesarias.
- La dirección de las líneas y/o pasadas se determinará en función de la geometría del área que se vaya a cartografiar y de la morfología del terreno, tomando en cuenta las prescripciones legales aeroportuarias.
- Los ejes de dos fotogramas sucesivos no formarán en ningún caso ángulos superiores a 3 grados.
- Los ejes de dos fotogramas de número de orden n y $n+2$ no formarán ángulo superior a 3 grados.
- Los ejes de las pasadas deben ser paralelos. La recta que una los puntos principales de los dos fotogramas extremos de cada pasada no formarán en ningún caso ángulo superior a los 5 grados con las rectas análogas de las paralelas contiguas.
- Cada línea de vuelo sobrepasará los límites

de la zona del proyecto, de tal manera, que tres modelos estereoscópicos completos, o su equivalente estén fuera del límite señalado, donde si la línea de vuelo es paralela al límite, la última línea de vuelo deberá caer completamente fuera de este.

- Cada imagen fotográfica estará acompañada con la siguiente información: organismo contratante, empresa de vuelo, zona volada, escala nominal, pasadas, N° de imagen, fecha y hora, N° de serie de la cámara y de los objetivos, distancia focal calibrada.
- Cada proyecto de captura de datos sean fotográficos o de otro tipo deberá tener su metadato.
- El horario de vuelo será cuando se mantenga una altitud solar mínima de 37°.

Las condiciones meteorológicas son obtenidas a través de la página de internet de la NASA (<http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/cgi-bin/post-goes>) proporcionando la referencia de si el cielo se encuentra despejado o cubierto de nubes; si se necesita información más a detalle se consulta al sistema de la DAC (Dirección de Aviación Civil) METAR (<http://aviationweather.gov/adds/metars/>), a fin de conocer la altura de las nubes y planificar si de acuerdo al GSD del proyecto se puede realizar el vuelo sin necesidad de sobrepasar en techo de nubes en ese momento.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

3.2.2. TRASLAPO

Para garantizar el recubrimiento estereoscópico de toda el área de trabajo, se fijará un margen de seguridad alrededor de la misma, normalmente se establecerá en tres fotos centros por fuera del área del proyecto al principio y final de cada pasada.

3.2.2.1. LONGITUDINAL

El recubrimiento longitudinal promedio entre fotografías sucesivas deberá ser suficiente para proporcionar un cubrimiento estereoscópico, no será en ningún caso inferior al 60%, ni superior al 70%, con error máximo de un más menos 5%.

- Tipo de relieve traslapo
 - Plano 60%
 - Ondulado 65%
 - Montañoso 70%

En vuelos en los que se derivan ortofotos, debe calcularse la sobre posición necesaria para que por lo menos una fotografía tenga su punto principal en el centro del espacio que cubrirá la ortofoto correspondiente. Se recomienda utilizar traslapo longitudinal de hasta 80%.

3.2.2.2. LATERAL

El traslapo lateral entre líneas consecutivas del área de trabajo debe tener sobre posición estereoscópica. Si por alguna circunstancia una línea se interrumpiera, deberá existir una nueva línea que tenga un modelo estereoscópico común con la anterior.

- Tipo de relieve traslapo
 - Plano 20%
 - Ondulado 25%
 - Montañoso 30%

Las variaciones del recubrimiento promedio será de $\pm 3\%$. Las fotografías con las que se pretende obtener cartografía por medio de ortofotos, se recomienda utilizar traslapo lateral de hasta 40%.

3.2.3. AVIÓN Y EQUIPO

El avión debe ser operado de acuerdo con las regulaciones entregadas por la Dirección General de Aviación Civil (DAC), deben llevarse a cabo las inspecciones recomendadas del avión e instrumentos antes de cada vuelo fotogramétrico.

La cámara deberá ser ajustada verticalmente en una montura diseñada para aislar las vibraciones del avión. Las vibraciones angulares de la cámara deben ser reducidas hasta el punto que no tengan efectos significativos en disminución de la calidad, los miembros encargados de la instrumentación deberán tener una experiencia en misiones fotogramétricas.

El avión debe ir provisto de un sistema de navegación basado en GPS, que permita la planificación del vuelo, la determinación de los puntos de toma, la navegación en tiempo real, el control automático de disparo, el registro de eventos y el registro de datos de captura de cada imagen.

El sistema GPS de referencia en tierra debe estar en la zona de trabajo, indicando la localización de las



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

mismas a la hora de presentar la planificación del vuelo. Las estaciones de referencia en tierra podrán situarse sobre la red pasiva a cargo del Instituto Geográfico Militar o sobre vértices REGME.

El condicionante para la determinación de las estaciones de referencia será la distancia existente entre el receptor de la estación de referencia y el avión, dicha distancia será siempre inferior a 30 km, de forma que se puedan alcanzar las precisiones angulares y posición exigidas, la precisión posicional relativa para generación de cartografía escala 1:5000 es de 10mm +/- 3 ppm y la precisión posicional absoluta para generación de cartografía escala 1:5000 es de +/- 150mm.

El condicionante para la determinación de las estaciones de referencia será la distancia existente entre el receptor de la estación de referencia y el avión, dicha distancia será siempre inferior a 30 km, de forma que se puedan alcanzar las precisiones angulares y posición exigidas, la precisión posicional relativa para generación de cartografía escala 1:5000 es de 10mm +/- 3 ppm y la precisión posicional absoluta para generación de cartografía escala 1:5000 es de +/- 150mm.

3.2.4. MISIÓN FOTOGRAMÉTRICA

La cámara deberá ser comprobada para asegurar el correcto montaje y funcionamiento; el objetivo, los filtros y el cristal de la ventana deberán ser inspeccionados para asegurarse de que las superficies no tengan rasguños, ni estar descoloridas o quemadas y que estén limpias.

3.2.5. PLANIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE LOS BLOQUES

Antes del vuelo, se debe planificar los bloques de toma con sus respectivas líneas de vuelo, las que se deben respetar para asegurar las condiciones de recubrimiento y de GSD.

Para la planificación se tomará en cuenta:

- Gráficos en formato CAD.
- Ficheros de texto con la información correspondiente a líneas de vuelo, fotogramas, coordenadas de puntos principales.
- Gráficos con la posición de las estaciones de referencia.

3.2.6. DEFINICIÓN DE LAS LÍNEAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

- La desviación máxima de las líneas de vuelo será de ± 5 m respecto de las planificadas.
- El efecto combinado de las correcciones del curso del avión, deriva y cabeceo, no deben exceder un desvío aparente mayor a 10° en fotogramas sucesivos.
- Para cada línea de vuelo los efectos de la deriva no excederán en promedio 5° medidos desde la línea de vuelo y 10° entre dos exposiciones consecutivas.
- Un bloque de fotografías aéreas será rechazado cuando el mismo presente en un 10% o más de líneas y/o fotografías, una variación superior a esta tolerancia.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

- Durante la toma de fotografía, la cámara debe ser compensada por la deriva del avión, con un error resultante que no exceda los 3 grados.
- Los ejes de las líneas de vuelo deberán ser paralelos, la recta que une los puntos principales de los dos fotogramas extremos de cada línea, no formará en ningún caso un ángulo superior a 5 grados, con las rectas análogas de las líneas contiguas.
- Dentro de lo posible se deberá evitar rupturas de las líneas de vuelo, cuando esta situación sea inevitable, la línea completa formada por los distintos segmentos debe cumplir con las normas detalladas en este documento.
- En las rupturas de líneas, se deben sobreponer al menos cuatro fotografías para asegurar un modelo estereoscópico de recubrimiento o enlace.
- Las líneas de vuelo, se planificarán y tomarán dependiendo del relieve de la zona; cuidando que la dirección asumida permita garantizar los parámetros de GSD.

3.2.7. DESVIACIONES, TRAYECTORIA DEL AVIÓN Y EJE VERTICAL DE LA CÁMARA

Los cambios en el curso del avión entre sucesivas fotografías en una línea de vuelo no excederán los 3°. En el momento de la exposición, la cámara deberá ser compensada por el movimiento del avión (mediante un sistema de compensación TDI), de manera que las imágenes resulten perfectamente nítidas.

La falta de verticalidad de la cámara para cada fotografía no excederá 3°, y la diferencia para dos fotografías consecutivas en una línea de vuelo no excederá 4°. El efecto combinado de los cambios en el curso, movimiento y falta de verticalidad implicarán una deriva no superior a 5°. La deriva se define como el ángulo formado por la recta definida por los puntos principales en dos fotogramas consecutivos y la línea que une las marcas fiduciales en la dirección de vuelo. Las exposiciones realizadas para recuperar fotografías dañadas, rechazadas o perdidas deberán realizarse con la misma cámara aérea usada en la exposición original y en las condiciones de fecha y luminosidad más similares.

3.2.8. PROCESADO DE DATOS GPS E IMU

En el caso de no conseguir las precisiones requeridas para el proyecto respecto a los giros calculados con el sistema inercial, se deberá realizar pasadas transversales en los extremos de cada bloque.

Por otro lado en el caso de que los datos GPS no cumplan los requerimientos mínimos en cuanto a precisiones descritos anteriormente, quedara a criterio de la Dirección Técnica el rechazo de los productos y el requerimiento del levantamiento de puntos de apoyo de acuerdo a una distribución clásica, de forma que se asegure una correcta georeferenciación de las imágenes del vuelo.

3.2.9. CALIBRACIÓN DE CÁMARA

Se debe poseer copia del certificado de calibración en vigencia de la cámara a utilizar para la realización del vuelo fotogramétrico. Además, se entregará el



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

certificado del sensor INS que se empleará en la determinación de los giros, cada cámara debe haber sido calibrada, probada y certificada por el fabricante o por un centro autorizado, el certificado deberá reflejar que la cámara ha sido calibrada en un tiempo no superior a dos años desde la finalización de toma de fotografías. Sin embargo, cuando hubiera razones para creer que el funcionamiento no es correcto, la cámara debe ser sometida a una nueva calibración.

3.2.10. MONTAJE DE CÁMARA E IMU

La cámara debe ser instalada sobre una plataforma giroestabilizada, automática, dotada de giróscopios propios (para la estabilización de la cámara) y provista del sistema inercial sincronizado con la cámara métrica y el receptor GPS.

Dicha plataforma será obligatoria, con registro de los giros de compensación que permita mantener la verticalidad de la cámara y compensar la guiñada del avión (movimiento en torno a su eje vertical) de forma totalmente automática.

Para la correcta determinación de los datos orientación deberá presentarse, un informe con las mediciones y cálculos de los vectores de excentricidad Antena – Cámara e IMU – Cámara, dichos valores, deben ser obtenidos con precisión milimétrica (mediante técnicas de topografía clásica).

En el caso de que el sistema IMU esté integrado en la cámara, se indicará el vector definido por el fabricante.

3.2.11. FILTROS

Solo se empleará filtros ópticos digitales, diseñados y desarrollados por el fabricante de la cámara, la falta de

luminosidad en cámaras con un ángulo de visión mayor de 60 grados, debe ser compensada por un filtro graduado.

3.3. PRODUCTOS DERIVADOS

3.3.1. FICHEROS DIGITALES DE VUELO

Las imágenes originales deberán ser procesadas según especificaciones del fabricante de la cámara, sin emplear técnicas de aclarar, iluminar selectivamente una parte de la foto con un programa de edición fotográfica en el tratamiento de las imágenes.

Se entregará una copia en disco duro externo de las imágenes, imágenes de 3 bandas como mínimo RGB a máxima resolución, pancromática a máxima resolución.

El formato del fichero de imagen será tiff u otro similar (sin compresión). La nomenclatura de los ficheros y el sistema de almacenamiento se establecerán al principio del proyecto.

Las imágenes procesadas deben hacer un uso efectivo de todos los bits según cada caso, como mínimo deberá recoger los siguientes parámetros:

- Propietario del vuelo
- Empresa que realiza el vuelo
- Zona de vuelo
- GSD del vuelo
- Pasada
- Número de foto
- Fecha y hora de la toma
- Escala gráfica

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

3.3.2. MEMORIA DE VUELO

Una vez finalizado el vuelo se elaborará un informe que incluya una descripción detallada de las características de los equipos usados (aeronaves, cámaras, plataformas, receptores GPS, IMU, etc.), así como de los diferentes controles realizados para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas del material generado.

Se describirá detalladamente las condiciones atmosféricas, materiales utilizados, filtros, tiempo de exposición, apertura del diafragma, interrupción de pasadas, problemas y cambios de equipos.

3.3.3. PLANTEAMIENTO Y GRÁFICOS DE VUELO

Se entregarán los gráficos indicando los puntos principales de los fotogramas sobre los ejes de las pasadas que integran el vuelo y señalando los límites del proyecto, Así mismo los ficheros de texto con la información correspondiente a líneas de vuelo, fotogramas y coordenadas de puntos principales.

Para poder establecer la situación relativa de cada imagen se entregará un gráfico del vuelo a partir de los archivos generados por el sistema de navegación, dicho gráfico se presentará sobre una base cartográfica que contendrá los núcleos urbanos, vías de comunicación, cursos de agua, línea de costa y topónimos.

Se dibujarán los ejes de todas las pasadas con la numeración pertinente, los centros de imágenes indicando su numeración y el ordinal de la imagen en la pasada, se entregará en formato impreso y digital, grabado en soporte estándar.

3.3.4. FICHEROS GPS e IMU

Se entregará los ficheros Rinex de la estación base de referencia y el receptor en vuelo, con el registro de eventos correspondientes y ficheros resultantes del proceso, así como el fichero de registros del sistema inercial. Además, se acompañará el fichero en el que se recojan los giros compensados por la plataforma giro-estabilizada.

3.3.5. BASE DE DATOS DE VUELO

Se entregará un fichero que contenga los siguientes parámetros para cada fotograma:

- Número de Pasada.
- Identificador de la exposición.
- Latitud y longitud (grados sexagesimales con expresión decimal).
- Coordenadas UTM.
- Altura elipsoidal en metros corregida de factor escala.
- Altura ortométrica en metros corregida del factor escala.
- Ω , \emptyset , K en grados sexagesimales con expresión decimal.
- Desviación estándar a priori de X, Y, h. (Las desviaciones estándar determinan el peso que esas observaciones tendrán en el ajuste).
- Desviación estándar a priori Ω , \emptyset , K.
- Fecha y hora GPS de la toma.

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL APOYO DEL VUELO FOTOGRAMÉTRICO

Los trabajos de apoyo comprenderán los realizados en campo y gabinete que sean necesarios para determinar la posición horizontal y vertical de los puntos



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

de apoyo, necesarios para la restitución fotogramétrica.

Las coordenadas de los puntos de apoyo terrestre deben obtenerse en coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altura elipsoidal) con su altura ortométrica asociada, éstas coordenadas deben ser proyectadas a UTM utilizando un software capaz de asegurar que no existan pérdidas significativas de precisión.

4.1. PREPARACIÓN DEL PROYECTO

Esta fase debe considerar los procedimientos analógicos y digitales, que conservan el fundamento y procedimiento conceptual tradicional utilizado con tecnologías digitales, razón por la cual en algunos casos de la descripción no se hará diferencia entre las dos.

- Los puntos de control fotográfico deberán ser levantados después de la toma de fotografías.
- La planificación y selección de la ubicación de los puntos de apoyo y/o control de campo, se realizará previamente sobre un juego de fotografías, con apoyo de un fotoíndice, considerando la geometría del bloque fotogramétrico y la precisión del levantamiento.
- Mediante la observación de los fotogramas en pantalla se preseleccionarán en gabinete los puntos de apoyo y/o control de campo, por su accesibilidad topográfica y la existencia de detalles que los caractericen sobre el terreno, para ello se procederá a la selección de los pares estereoscópicos que deben apoyarse en campo, sobre estos pares se marcarán los puntos en las zonas de triple recubrimiento, así como las áreas comunes entre las diferentes pasadas y/o líneas que componen el vuelo.
- La densificación de puntos de control debe realizarse por bloques de aerotriangulación, seleccionando las fotografías necesarias para cubrirlos estereoscópicamente y planificando el apoyo fotogramétrico para la aerotriangulación, en función

del tipo de vuelo.

- Se realizará un reconocimiento de cada uno de los sectores planificados, a escoger el mejor sitio fotoidentificable de características puntuales, acorde a la escala de la fotografía.
- La zona elegida, que será identificada por un recuadro en la foto digital, misma que deberá disponer de gran parte de las condiciones propias para la recepción GNSS, así como condiciones de accesibilidad y permanencia.
- Los puntos serán en detalles permanentes como esquinas de casas o casetas, intersección de lindero de parcela, rocas, intersección de caminos o vías, en casos extremos, arbustos aislados pequeños.

4.2. DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

La distribución de los puntos de control en un bloque conformado por varias líneas de fotografías aéreas, es variable, en general, es recomendable tener una distribución homogénea de los puntos de control por todo el bloque, asegurando preferentemente el perímetro, y si se realiza aerotriangulación analítica se escogerá puntos de control no muy densos, en la periferia y parte central, en razón de que se encuentran las coordenadas de los puntos principales, tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Un punto de control doble en cada esquina del bloque.
- Un punto de control en las esquinas internas de los enlaces entre líneas de vuelo, asegurando el amarre o enlace adecuado entre las mismas.
- Un punto de control en las zonas que a criterio del planificador sean necesarios, perpendicular a las líneas de vuelo, a los extremos y en las zonas de

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

traslapo de las mismas.

- Si la precisión de los centros de proyección del vuelo es suficiente se podrá realizar un apoyo de campo más reducido.
- El número de puntos de chequeo será el 10% del número total de puntos del bloque. En resumen, el número y distribución de los puntos de apoyo será el necesario para la correcta aerotriangulación del trabajo y por consiguiente la obtención de la calidad métrica que conlleva el producto final.

4.3. ESTABLECIMIENTO DE REDES GEODÉSICAS LOCALES

El Instituto Geográfico Militar establece y administra la Red Geodésica Nacional, la misma, se encuentra conformada por estaciones pasivas SIRGAS95, marco de referencia ITRF94, época de referencia 1995:4 constituyéndose en la Red GPS del Ecuador RENAGE, con el cuál el Ecuador atravesó el umbral de la Geodesia Convencional a la era de las estaciones de rastreo permanente GNSS, cuya finalidad es homogeneizar los trabajos geodésicos y servir como referencia para el establecimiento de otras estaciones o sub-redes locales, mediante la diferenciación de las observaciones del usuario con respecto a una o más estaciones.

4.4. PUNTOS DE APOYO FOTOGRAMÉTRICO

- La determinación de los puntos de apoyo geodésico, se realizará por el método de levantamiento disponible, en el caso de posicionamiento GNSS se empleará el método Estático Diferencial, se deberá tener como fijo un vértice de la Red Geodésica Nacional y/o de puntos

determinados previamente para el proyecto u otro que obtenga iguales resultados de precisión.

- Los puntos de apoyo fotogramétrico se determinarán a partir de la Red Geodésica Nacional.
- Se utilizarán receptores GNSS geodésicos de una frecuencia L1 o de doble frecuencia L1/L2 y código C/A.
- Cada sesión de observación se planificará previamente para intervalos de tiempo en las que el PDOP (Position Dilution of Precisión) no sea inferior a 4, determinándose horas comunes de recepción.
- Para garantizar la precisión en la generación de cartografía Esc. 1:5000 es necesario realizar circuitos de nivelación.
- El propósito del control vertical consiste en determinar la altura de los puntos de fotocontrol en relación al nivel medio del mar o si se tiene información suficiente alturas geoidales.
- Todo circuito debe tener una partida y llegada a una marca de cota fija conocida (marca de cota fija IGM), con el fin de verificar los cierres.
- Todo circuito de nivelación debe incluir un gráfico en el que se considere ruta de acceso, sentido (ida y regreso) y distancia obtenida por instrumento a fin de que las comprobaciones de campo determinen el cálculo real.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

El procesamiento de datos, se hará en función del tipo de levantamiento realizado, así por ejemplo, para el caso de posicionamiento GPS se hará con los programas de ajuste GPS; en todos los casos, se debe cumplir con los requerimientos de precisión exigidos en el proceso de aerotriangulación aérea.

4.5. RECONOCIMIENTO Y FOTOIDENTIFICACIÓN

Se realizará el reconocimiento del punto en el terreno con la fotografía aérea del proyecto, identificando un detalle característico, el mismo que será fotoidentificado y pinchando en la fotografía aérea, se tomará fotografía convencional de los alrededores del punto marcando el detalle, a fin de ayudar en el proceso de medición.

Al reverso de la fotografía, alrededor del punto pinchado (marcado), se dibujará un croquis en el que se incluirá los detalles planimétricos existentes en un radio de 30 metros; el gráfico debe estar orientado al Norte.

El detalle característico debe ser fotoidentificado en las zonas de traslapo lateral y longitudinal de las fotos contiguas, también se elaborará una monografía del punto en el formato que el IGM tiene, en el que constará: coordenadas geográficas y planas, altura, ubicación, orden, descripción geográfica del punto, fotografía, tipo de monumentación si lo hubiera, vías de penetración, fecha de determinación, proyecto, nombre del operador y/o responsable, gráfico debidamente orientado al Norte.

4.6. PRECISIONES

- Planimetría: Precisión = $0.3\text{mm} * \text{factor de escala}$ (1.5 m). La precisión de 1.5 m es para una muestra

aleatoria donde el 90% cumplirá con la precisión, mientras que el 10% restante estará dentro de ($0.4\text{mm} * \text{factor de escala}$), estas precisiones se cumplirán en terrenos desnudos y con vegetación herbácea baja, en caso de terrenos con vegetación herbácea alta se debe sumar la altura promedio de la vegetación.

- Altimetría: Precisión = $\frac{1}{4}$ del intervalo de curva. (1.25m). la precisión de 1.25 m es para una muestra aleatoria donde el 90% cumplirá con las precisiones, mientras que el 10% restantes la precisión será de 2.5 m.del símbolo.

4.7. MEMORIA DE EJECUCIÓN DEL PROCESO

- Lista de coordenadas y monografías de los puntos de apoyo fotogramétricos, control horizontal y control vertical determinados, acompañados por un croquis georeferenciado de su ubicación.
- Lista de coordenadas y monografías de los vértices de la Red Geodésica Nacional ocupados, que sirvieron de base en el posicionamiento, acompañados por croquis georeferenciados de ubicación.
- Fotografía aérea con los puntos de control básico y suplementario fotoidentificados, pinchados al reverso de la misma y/o fotogramas digitales señalados y rotulados.
- Se entregará una memoria explicativa del trabajo, junto a los cálculos realizados así como un gráfico con la distribución de los puntos con sus conexiones a la Red Geodésica Nacional.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

- Se llenará los metadatos respectivos en la plantilla preparada para el efecto.

5. AEROTRIANGULACIÓN DIGITAL

La siguiente fase a realizar es la aerotriangulación, que permitirá que a partir de un número mínimo de puntos de apoyo y mediante mediciones en los fotogramas determinar las coordenadas de los puntos de enlace y los parámetros de la orientación exterior, se llevará a cabo mediante técnicas digitales y el método de compensación será el de ajuste de haces de luz con parámetros GNSS.

5.1. ORIENTACIÓN INTERIOR

La orientación interior consiste en la medida de las marcas fiduciales en la imagen digital, estableciendo la relación entre las coordenadas píxel de la imagen digital y el sistema de fotocoordenadas definido en el certificado de calibración de la cámara.

Se localizará las marcas fiduciales digitalizadas, semiautomática o manualmente, por comparación con una marca fiducial patrón, procediendo a su medida y al cálculo de la orientación.

Se utilizarán las ocho marcas fiduciales. De cada una de estas orientaciones se obtendrán los residuales correspondientes. La precisión en la orientación interna tendrá un valor del error cuadrático medio, RMS (Root mean square) inferior a 0.5 del tamaño del píxel del sensor.

5.2. ORIENTACIÓN EXTERIOR

Consiste en antes de un control de calidad para asegurar el correcto enlace entre fotogramas y entre pasadas

y/o líneas, completando manualmente aquellas áreas que se han quedado sin puntos de enlace.

Se observarán un mínimo de 12 puntos de enlace en cada modelo (2 en cada zona de Von Grüber) conectando modelos y un mínimo de 1 punto de enlace conectando pasadas y/o líneas en zonas de enlace.

A partir de la medición de dichos valores instrumentales (x,y), de la orientación interior, y de las coordenadas terreno (X,Y,Z) introducidas, se resuelve las ecuaciones de condición de colinealidad, que expresará que el punto objeto, su imagen y centro de proyección, se encuentren en una misma recta obteniéndose en consecuencia, los parámetros de orientación absoluta de la fotografía.

5.3. CÁLCULO Y AJUSTE DEL BLOQUE

Para la orientación simultánea del bloque se empleará en el cálculo de la aerotriangulación, los puntos de control establecidos en el apoyo fotogramétrico, los puntos de enlace obtenidos en la formación del bloque y las posiciones de los foto-centros proporcionadas por el receptor GNSS.

Los resultados del ajuste del bloque deben conducir a un error cuadrático medio, RMS, tanto en planimetría como en altimetría.

- Precisión planimétrica final RMSE inferior a GSD (metros), calculada independientemente en cada coordenada para un número representativo de puntos.
- Precisión altimétrica final RMSE inferior a GSD (metros), calculada por el mismo método que en el caso anterior.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

- En el interior del bloque, para garantizar la precisión final del producto, se realizará una medición con los puntos de chequeo, los cuales no habrán intervenido en el ajuste del bloque.
- Residuo máximo en los puntos de control inferior a 1,5 veces el GSD.
 - Las tolerancias para los errores residuales serán los siguientes:
 - Para Planimetría 0,2 M/1000 m
 - Para Altimetría 0,3 H/1000 m

Siendo M el denominador de la escala del plano y H la altura del vuelo en metros.

5.4. MEMORIA DE EJECUCIÓN DEL PROCESO

Al concluir este proceso se elaborará un informe que incluya una descripción de las características de los equipos y del software utilizado, de los diferentes controles realizados para garantizar el cumplimiento de las especificaciones y del material generado.

Para la memoria de la fase de aerotriangulación es necesario contar con el gráfico por bloques con los respectivos puntos de control, centros de proyección y puntos de enlace. Los ficheros del proyecto (calibración de la cámara, orientaciones interna y externa, mediciones de puntos de apoyo, puntos de paso y puntos de chequeo, ajustes), adicional un listado de cálculos y resultados proporcionados por el software utilizado para la realización de la aerotriangulación, donde queden reflejados los residuales de las mediciones, los resultados de los diferentes ajustes, orientaciones, etc.

Fichero ASCII con las fotocoordenadas de todos los puntos medidos en cada fotograma, incluido las marcas fiduciales.

5.5. METADATOS

Esta fase es obligatoria, se deberá llenar el formulario correspondiente diseñado para este efecto.

6. RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA

La Restitución Fotogramétrica es el procedimiento para generar modelo 3D del terreno a partir de un par estereoscópico con el propósito de extraer elementos del terreno, para la elaboración de un mapa nuevo o actualizado, el cual no puede ser ni más preciso, ni puede contener más información que su compilación fotogramétrica, debe tenerse sumo cuidado en la selección y colocación del detalle cartográfico para que el mapa terminado no sólo cumpla con las normas de precisión sino que también satisfaga el propósito del mismo. La compilación de la información a capturar debe ser clara y legible e incluir cada detalle, debida y adecuadamente delineado y colocado según la escala.

Dentro de este proceso se debe verificar la calidad del proyecto fotogramétrico a restituir, por lo que se debe considerar las siguientes variables:

- Registro fotográfico completo.
- Modelos estereoscópicos completos.
- Modelos estereoscópicos sin presencia de paralaje.
- Modelos estereoscópicos empalmados con otros proyectos fotogramétricos.

6.1. INFORMACIÓN A RESTITUIR

Los elementos planimétricos y altimétricos a representarse, se especifican en el Catálogo de

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

Objetos 1:5000, para la producción de cartografía digital se debe considerar un factor de ampliación en pantalla del orden de 6 veces.

- **Planimetría:** La restitución deberá contener todos los detalles identificables, en su exacta posición y verdadera forma, con dimensión mínima de 2.5m en el plano. Otros elementos de interés con dimensión menor a 2.5 m se representarán como norma general mediante símbolos.

-El encuentro de los edificios con el terreno se representará con línea continua; cuando esto no sea posible y lo que se restituya sea el alero, se tomará con línea entrecortada para así facilitar la revisión de campo.

-Asimismo, se capturarán aquellos detalles como muros, calles, carreteras que definan las parcelas y/o propiedades, de acuerdo a la Guía de extracción de elementos cartográficos.

-De los edificios públicos e históricos foto identificables como son: iglesias, palacios, municipalidades, entre otros, se restituirán las cubiertas y cumbres.

- **Altimetría:** la equidistancia de curvas será de 5m con curvas maestras cada 25 m , los puntos de cota y las curvas deberán registrarse según las especificaciones contenidas en el Catálogo de Objetos.

6.2. CODIFICACIÓN Y ESTRUCTURAS

La codificación y estructura será la siguiente:

- **Codificación:** Cada objeto gráfico incluido en el modelo de datos se identificará de acuerdo al código del elemento que conste en el catálogo de objetos 1:5000.
- **Estructuración 1:5000,** la misma que estará generada de acuerdo a las categorías, subcategorías y objetos planteados en el catálogo de objetos 1:5000.
- El Catálogo de objetos y símbolos contempla los siguientes tipos de elementos: punto, línea, polígono, símbolo y texto, cada uno de los elementos generará un tipo de nodo, línea o polígono. El chequeo y validación deberá incluirse dentro del plan de control de calidad.

6.3. ESTRUCTURA DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL

Se deberán extraer las coberturas cartográficas en el siguiente orden:

- **Hidrografía:** La red hidrográfica se representará distinguiendo cursos permanentes e intermitentes, debiendo la restitución ser realizada desde la naciente hasta su desembocadura, incluyendo la representación de otros rasgos hidrográficos diversos. Se incluirá la línea de costa, si es pertinente la proporcionada por el INOCAR, para que sea la oficial.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

- Relieve:

-En las áreas densamente edificadas, la definición de la altimetría será a través de puntos acotados en todos los cruces de la red vial y cambios de pendiente. Las curvas de nivel en estas áreas serán referenciales.

-En áreas llanas, cumbres, colinas, fondos de depresión y en detalles planimétricos significativos: puentes, represas y cruces entre vías de comunicación se emplearán puntos acotados.

-Toda curva índice o maestra se representará con un grosor mayor que las intermedias y se le rotulará su valor respectivo.

-Las configuraciones de detalle lineal como: taludes, terraplenes, desmontes, zanjas y escarpados, se diferenciarán con su respectiva representación gráfica.

- Planimetría:

-Graficar zonas edificadas, parques, plazas y demás objetos contemplados en el catálogo respectivo.

-Red de vías públicas: delimitación de sus márgenes.

-Vías de comunicación (carreteras, caminos, puentes, líneas férreas y elementos relacionados).

-Líneas de conducción (eléctrica, ductos y gasoductos).

-Representar todas aquellas áreas o zonas de interés (áreas recreacionales: zonas deportivas, parques, jardines, piscinas, etc.).

6.4. EDICIÓN CARTOGRÁFICA

La información restituida pasará por un último proceso que garantizará la correcta adecuación de la cartografía resultante a las especificaciones establecidas. Así, en la edición cartográfica se realizarán los siguientes controles de calidad:

- **Compilación cartográfica:** En este proceso se acopian las fuentes de información del proyecto, material cartográfico como: modelos de restitución (datos geoespaciales), banco de datos de clasificación de campo (nombres geográficos), mapas bases con diversos contenidos, y otros que sirvan de apoyo a la edición del mapa.
- **Verificación de la restitución:** Debido a la gran cantidad de datos existentes, la identificación de estos es importante; cada entidad debe ser clasificada por niveles (tabla de estructuración), de elementos cartográficos concordante con el Catálogo de Objetos y Símbolos.
- **Edición y limpieza topológica:** Durante la vectorización digital se cometen errores que no son perceptibles al ojo humano los cuales se hace preciso corregir, para ello es necesario realizar la limpieza topológica, los principales errores que se cometen durante la vectorización son: inconsistencia vectorial, duplicidad de elementos, segmentación, fragmentos, desconexión y desplazamiento.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

La limpieza topológica asegura la integridad de las entidades, de manera que los vértices de áreas cerradas en los que confluyan tres o más áreas, den lugar a un nodo y como tal, inicien y finalicen un tramo de las cadenas de los perímetros de las áreas que confluyen. Deberá existir continuidad analítica en todos los objetos cartográficos lineales, de forma que el nodo inicial de un tramo coincidirá exactamente con el nodo final del tramo precedente.

La topología se realiza a las áreas, puntos y líneas de forma computarizada con las herramientas de un ordenador. A cada elemento le corresponde un nivel según sus atributos. Para la asignación de los símbolos y atributos se usará el Catálogo de Objetos y Símbolos que permitirá el control de calidad en proceso para corregir deficiencias.

6.5. MEMORIA DE EJECUCIÓN DEL PROCESO

Al finalizar el proceso de Restitución, se debe elaborar los metadatos respectivos de acuerdo a la plantilla formulada por la unidad, obtenida a partir del Perfil Ecuatoriano de Metadatos (PEM).

7. CLASIFICACIÓN DE CAMPO

La clasificación de campo constituye una etapa del proceso cartográfico en la cual se desarrolla la verificación, actualización y validación de las entidades con sus respectivos nombres geográficos a través de un levantamiento sistemático en campo para su posterior publicación en un determinado producto con las especificaciones del modelo de datos previamente definido, si la aplicación de la cartografía es con fines catastrales esta fase se puede omitir, debiendo hacerla en la etapa de relevamiento catastral.

Para la clasificación se deben cumplir con los siguientes procedimientos:

- **Verificación:** Consiste en establecer la variación de los registros sobre entidades geográficas y nombres en los registros existentes en las bases de datos respectivas.
- **Actualización:** Actividad mediante la cual, los registros existentes en las bases de datos sobre entidades geográficas y topónimos, cambian, de acuerdo a la dinámica espacial de los mismos.
- **Validación:** Dirigida a capturar entidades geográficas con sus nombres respectivos, que no se encuentran relacionadas en la información existente en las bases de datos del IGM.

7.1. LEVANTAMIENTO DE CAMPO

Para realizar el levantamiento de la Clasificación de Campo se debe tener en cuenta, lo estipulado en las especificaciones y los manuales de levantamiento de clasificación de campo del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).

El material deberá ser preparado en su totalidad antes de salir a campo, esto implica, la identificación de la zona de trabajo, el análisis e inventario de la información disponible.

Material de Campo: demarcación de las áreas útiles de levantamiento para cada aerofotografía y/o originales de restitución, identificación completa de las fotografías y/o originales de restitución adyacentes, señalización del norte, anotación de la información analizada existente en el IGM y los respectivos códigos del análisis realizado sobre la cartografía y formatos anexos.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

En la toma de datos, se deberá analizar, el origen, difusión y conocimiento de los topónimos, procurando el más alto grado de confiabilidad de cada uno de ellos. La obtención de la información deberá ser minuciosa, cada dato o nombre debe ser de amplio dominio en la región y su aceptación se obtendrá cuando se confirme con por lo menos tres personas que habiten en la zona durante los últimos años, o quienes a través de estudios específicos la conozcan. Los datos básicos de cada fuente serán consignados en las fichas toponímicas.

Se debe apoyar la investigación en la georeferenciación del topónimo al Marco Geocéntrico de Referencia Nacional (REGME); la misma que tiene como base el Sistema de referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), así como la información de base (cartografía, aerofotografías y manuales) y la consulta en los documentos oficiales disponibles de los entes administrativos locales y comprobar la veracidad de los mismos.

Los topónimos correspondientes en áreas, se deben investigar y ubicar de la manera más precisa posible. En los casos que existan dos o más nombres, estos deben consignarse, señalando entre paréntesis el segundo, mediante una reseña aclaratoria.

Para cumplir con lo anterior, el clasificador de campo deberá:

- Realizar el levantamiento de nombres geográficos y nombres propios de los elementos cartográficos necesarios para la elaboración de cartografía a escala 1:5000.
- Identificar y clasificar los elementos físicos y artificiales confrontándolos en el terreno con los

que aparecen representados en las fotografías aéreas y/o originales de restitución.

- Elaborar una base de datos o fichas toponímicas, con el fin de alimentar el Banco de Datos Toponímicos y Nombres Geográficos.
- Realizar un estudio de la toponimia y de nombres geográficos, anotándolos para confirmar o actualizar los cambios ocurridos en el área, si se trata de una zona costera es importante consultar mapas hidrográficos para definir líneas de orilla y demás elementos.
- Cuando sea necesario obtener datos in situ, mantener el buen trato con las personas del lugar, explicando la clase de trabajo que se efectúa en la región y los motivos por los que se realiza esta labor. A su vez, la información obtenida en campo deberá ser veraz, libre, espontánea y valorada por el clasificador antes de ser anotados.
- La clasificación de campo se levantará en copias de contacto, ampliaciones y/o originales de restitución.

A continuación la tabla 1 resumirá los elementos a levantarse en campo.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

CAMINOS	EDIFICACIONES	ACCIDENTES CULTURALES MISCELÁNEOS	ACCIDENTES HIDROGRÁFICOS	VEGETACIÓN
Se levantará la nomenclatura oficial de avenidas, calles, pasajes y prolongaciones.	Edificios gubernamentales: oficinas y dependencias nacionales, provinciales y distritales; juzgados, correos, centrales telefónicas, cárceles, estaciones de bomberos y de policía, energía, acueducto, centros de salud, hospitales, bancos, instituciones educativas, y similares.	Puentes (viales y peatonales), viaductos, calzadas, vados, alcantarillas, pasos superiores e inferiores.	Corrientes de agua permanente e intermitente, canales, corrientes canalizadas, zanjas, acequias, canales, drenajes, desagües.	Las zonas verdes.
Para todas aquellas vías que tienen nombre, nomenclatura y ancho de vía, se anotará el nombre correspondiente y la dirección del tráfico.	Centros religiosos, mercados y estadios.	Túneles y tuberías, tanques y pozos, estaciones de bombeo, presas, diques, cortes y rellenos, esclusas, compuertas.	Líneas de orilla de lagos, lagunas, embalses, cataratas y rápidos, manantiales, pozos.	Las áreas de cultivos que sean permanentes.
Se clasificarán todas las vías peatonales y todas las líneas férreas.	Aeropuertos, campos de aterrizaje y helipuertos, indicando dimensión de las pistas.	Líneas de energía, telefónicas y antenas.	Terrenos sujetos a inundaciones, humedales, pantanos, etc.	Bosques, matorrales, etc.
	Edificios Privados: bancos, fábricas, centros comerciales, grandes almacenes, centros y depósitos para combustible, hoteles, instalaciones para servicio de radio y televisión, otras empresas comerciales importantes para la economía regional y nacional.	Estructuras portuarias y de costa, áreas de minas (canteras, escombreras, cavidades y boca minas).	Se clasificarán todos los cauces secos con la simbología.	
	Embajadas y consulados.	Áreas recreativas, monumentos, cementerios.		

TABLA 1: Información a levantar en campo.

7.2. MEMORIA DE EJECUCIÓN DEL PROCESO

Presentación del informe final de la clasificación de campo para cada proyecto.

- Fotografías, ampliaciones y originales de restitución clasificadas de la zona asignada, cumpliendo con los requisitos de los manuales de especificaciones y procedimientos del IGM.

- Formatos y registros de coordenadas de la actualización de detalles y nombres geográficos, de acuerdo con los procedimientos establecidos por el IGM (copia digital y en papel).
- Informe técnico de la investigación toponímica, y material consultado (cartografía, documentos etc.).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

8. BASE DE DATOS GEOGRÁFICA

“Una Base de Datos Geográfica (BDG) es un conjunto de datos geográficos organizados de tal manera que permiten análisis y gestión del territorio dentro de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica. Además, una BDG se utiliza de soporte para la implantación de servicios geográficos relacionados con las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), y su contenido es la base fundamental en los procesos de producción cartográficos. La espina dorsal de una BDG es el modelo de datos, que consiste en la formalización conceptual (descripción) de las entidades geográficas del mundo real con el objeto de realizar una abstracción que permita satisfacer unas necesidades de información.

La implementación del modelo debe de facilitar la explotación y optimizar el almacenamiento para conseguir el mejor rendimiento en las consultas.”³

“Las BDG favorecen no solo la «interoperabilidad» entre éstas y otras bases de datos, sino que permiten la multi-representación a través de procesos de generalización conceptual o cartográfica. Los resultados obtenidos facilita la producción automatizada, extrayendo información geográfica de diversas fuentes, componiendo la escala y el espacio requerido por el usuario, asegurando así actualidad de los datos”⁴

- Modelo Conceptual: es el entendimiento entre los usuarios y el equipo desarrollador, mediante la identificación de los usuarios y sus requerimientos, se levanta el proceso geográfico - cartográfico.

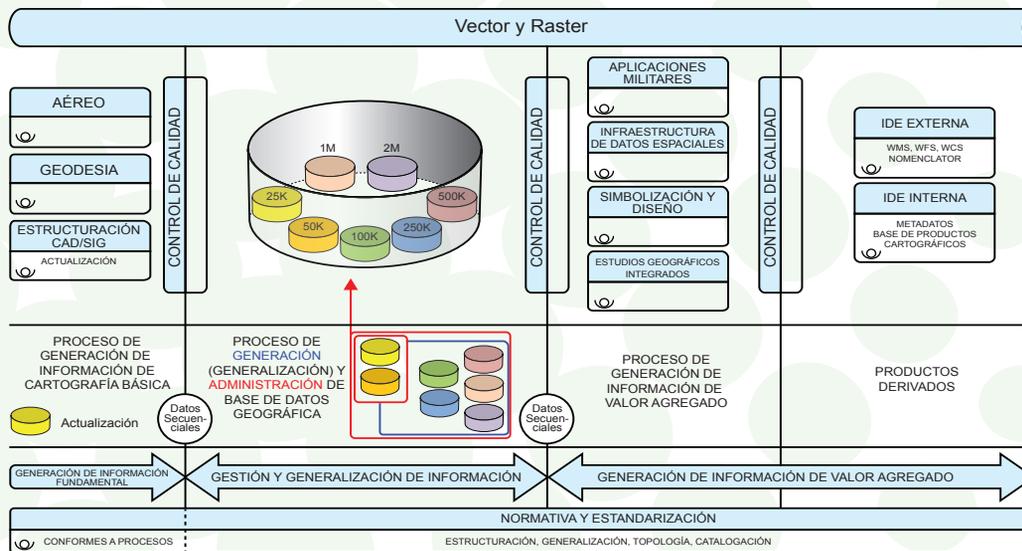


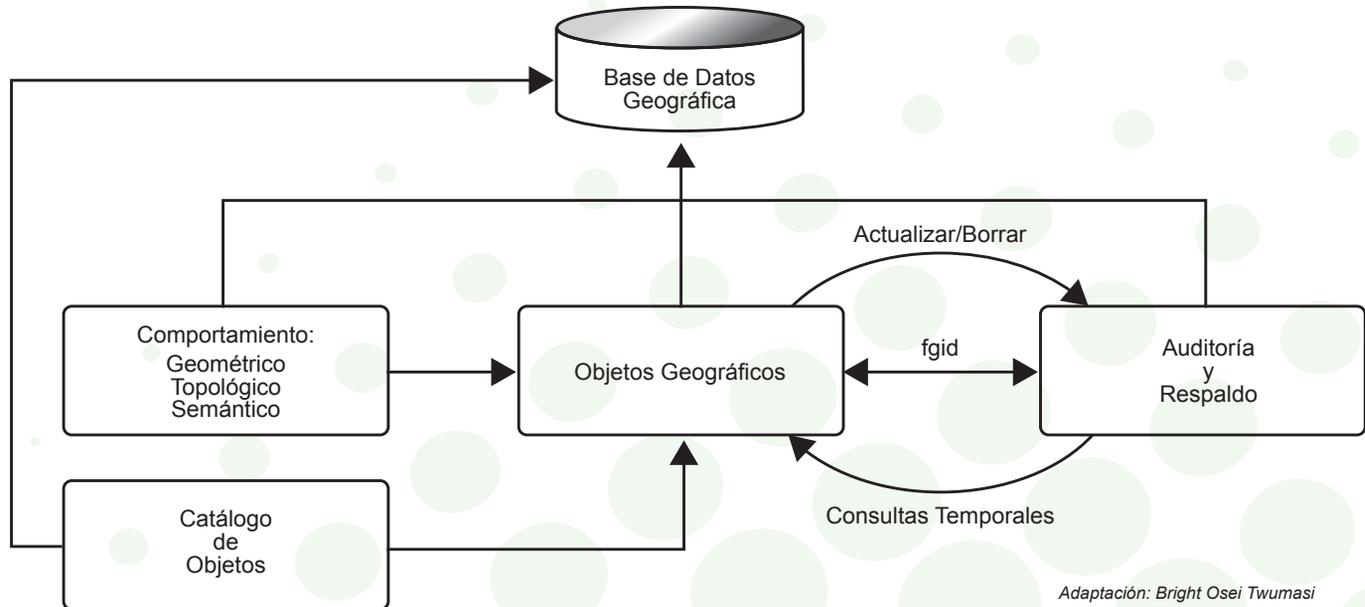
GRÁFICO 6: Proceso Geográfico - Cartográfico con respecto a la BDG

Fuente: Arciniegas S., Bravo E.

³ Centro Nacional de Información Geográfica, Instituto Geográfico Nacional, Gobierno de España, Cartografía y Bases Geográficas, Bases de datos Geográficas, <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesBDGintr.do>.

⁴ Instituto Geográfico Nacional República Argentina, Bases de Datos Geográfica, <http://www.ign.gob.ar/sig>.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000



Adaptación: Bright Osei Twumasi

GRÁFICO 7: Modelo Conceptual de BDG
Fuente: Arciniegas S., Bravo E.

Las especificaciones técnicas de la base de datos es la descripción del Catálogo de Objetos Geográficos, así como del sistema de referencia, metadatos, calidad de los datos, captura de información, mantenimiento y distribución.

- Catálogo de Objetos Geográficos: es la definición y estructuración de los objetos, atributos y su respectiva representación abstracta y simplificada de la realidad mediante geometría según la escala, describe familias, categorías, objetos y atributos, agrupados de acuerdo a su tipología, permite estructurar mejor las bases de datos debido a que contempla un orden lógico. La norma internacional utilizada para este fin es la ISO 19126, desarrollada mediante Comité Técnico TC 211.

- Perfil Ecuatoriano de Metadatos: El PEM, es un documento basado en las normas de metadatos ISO 19115:2003 e ISO 19115-2:2009 que muestra, con base en un análisis exhaustivo y participativo, los acuerdos que se han logrado tomando como referencia la experiencia de varias instituciones en este tema. Está conformado por las siguientes secciones; que contienen los elementos del metadato para describir y catalogar los datos geográficos y productos elaborados en el Ecuador.
- Secciones del PEM para vector: La estructura del PEM se basa en la norma ISO 19115:2003, conformado por las siguientes secciones que contienen los elementos del metadato para describir y catalogar los datos geográficos y productos elaborados en el Ecuador.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

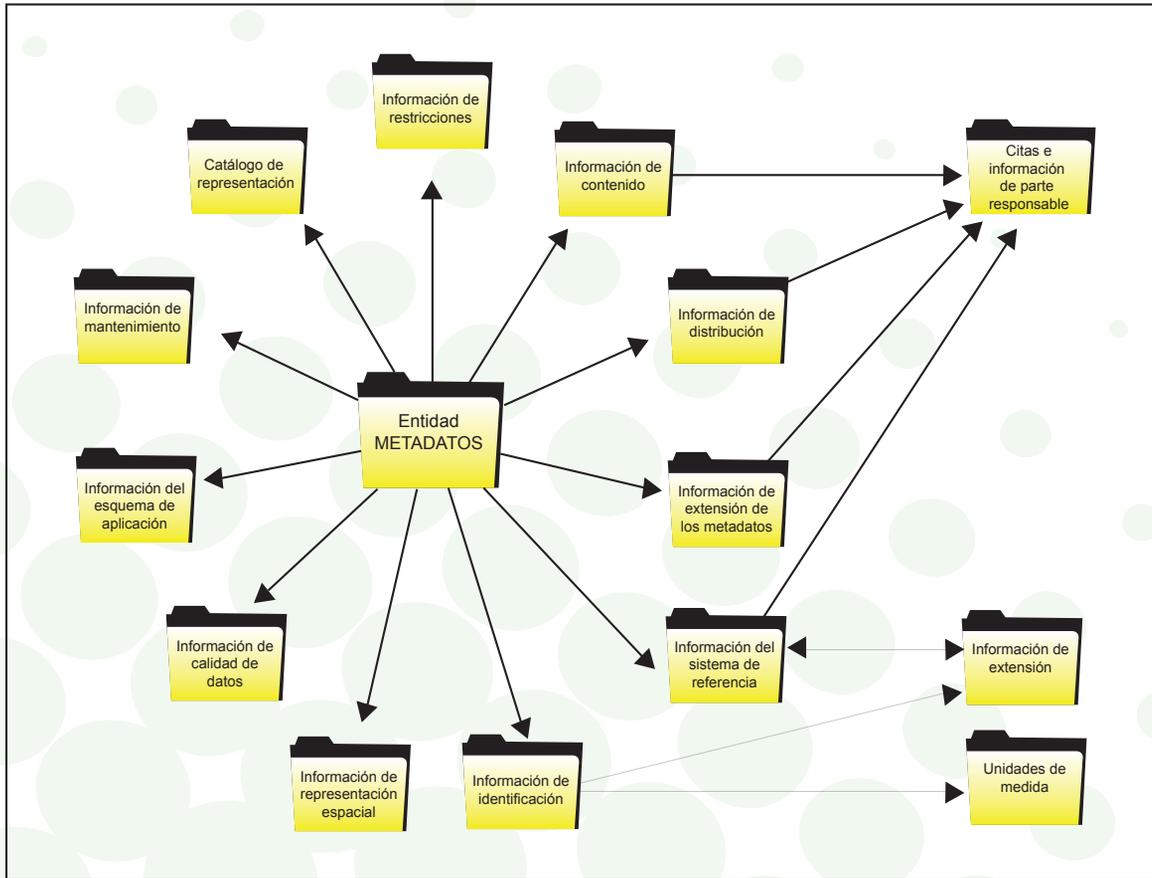


GRÁFICO 8: Esquema de la norma 19115:203

- Secciones del PEM para raster

En el caso de los metadatos para los productos raster e imágenes, es necesario aplicar por un lado la norma ISO 19115, ampliándola con los paquetes de metadatos comunes definidos para la información geográfica y por otro la ISO 19115-2, aplicándola para describir en detalle la información raster.

Se aporta información dentro de las secciones ya existentes, como: información de la entidad del metadato, información de la calidad de los datos, información de la representación espacial, información del contenido; adicionalmente se crea la nueva sección de información de la adquisición.

Ministerio de Defensa Nacional | Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas | Ejército Ecuatoriano | Instituto Geográfico Militar

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

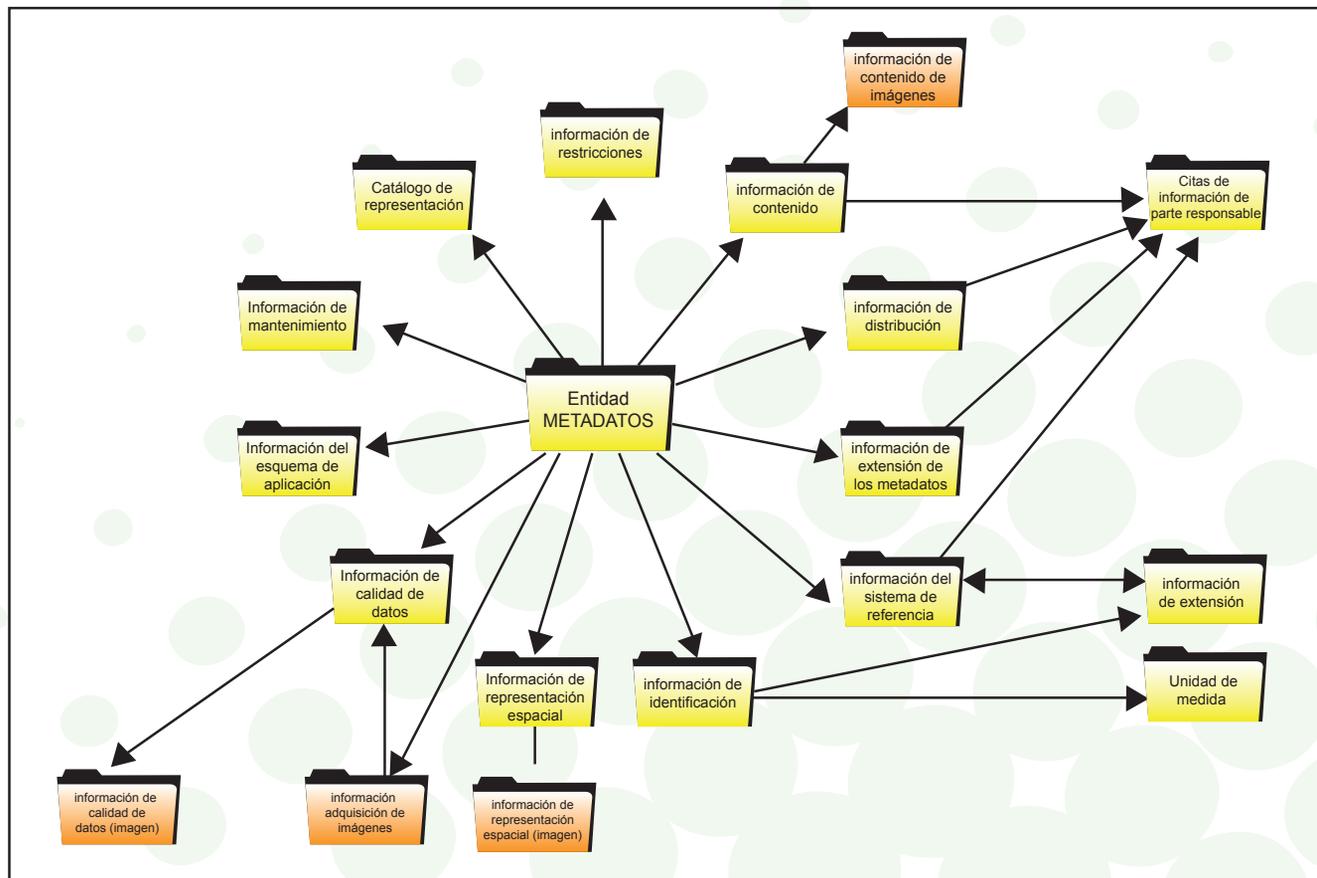


GRÁFICO 9: Esquema de la norma 19115:203-2

La información restituida pasará por un último proceso que garantizará la correcta adecuación de la cartografía resultante a las especificaciones establecidas en el presente documento. Así, en la edición cartográfica se realizarán los siguientes controles de calidad:

se acopian las fuentes de información del proyecto, material cartográfico como: modelos de restitución (datos geoespaciales), banco de datos de clasificación de campo (nombres geográficos), mapas bases con diversos contenidos, y otros que sirvan de apoyo a la edición del mapa.

- Compilación cartográfica: En este proceso
- Identificación, verificación y clasificación de



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

restitución: Debido a la gran cantidad de datos existentes, la identificación de estos es importante; cada entidad debe ser clasificada por niveles (tabla de estructuración), concordante con el Catálogo de Objetos y Símbolos.

- Edición y limpieza topológica en CAD-Base: Durante la vectorización digital se cometen errores que no son perceptibles al ojo humano los cuales se hace preciso corregir, para ello es necesario realizar la limpieza topológica, con la finalidad de identificar inconsistencia vectorial, duplicidad de elementos, segmentación, fragmentos, desconexión y desplazamientos.
- La limpieza topológica asegura la integridad de las entidades, de manera que los vértices de áreas cerradas en los que confluyen tres o más áreas, den lugar a un nodo y como tal, inicien y finalicen un tramo de las cadenas de los perímetros de las áreas que confluyen.
- Deberá existir continuidad analítica en todos los objetos cartográficos lineales, de forma que el nodo inicial de un tramo coincidirá exactamente con el nodo final del tramo precedente. La topología se realiza a las áreas, puntos y líneas de forma computarizada con las herramientas de un ordenador. A cada elemento le corresponde un nivel según sus atributos. Para la asignación de los símbolos y atributos se usará el Catálogo de Objetos y Símbolos que permitirá el control de calidad en proceso para corregir deficiencias.

8.1. MIGRACIÓN CAD - SIG

El Migración CAD-BDG es el análisis y la administración en la base de datos espacial de la información cartográfica mediante una colección de datos organizados.

Esta base de datos comprende principalmente una relación entre componentes espaciales y alfanuméricos. En donde, el almacenamiento físico de la geoinformación requiere de una serie de procedimientos que permitan el correcto funcionamiento de la misma debido a la naturaleza de los archivos, delineación y diseño (CAD) y una base de datos geográfica (BDG). A continuación se mencionan los pasos requeridos para llevar a cabo el proceso:

- Estructuración de archivos CAD: para construir un modelado cartográfico lógico en una base de datos geográfica, es imperante depurar y verificar la estructura de los elementos levantados en formato CAD. Realizar un control de calidad a los elementos: topología, continuidad física y lógica, sin dejar de lado los empalmes. Es importante mencionar que se debe generar archivos diferentes que faciliten la construcción de una base de datos consolidada separando la información de vialidad, hidrografía y planimetría.
- Cambio de formato CAD – BDG: Mediante la utilización de análisis espacial se convierten las líneas de trazo CAD en objetos pertenecientes a la base de datos geográfica, la misma que tiene la estructura de categorías, subcategorías y objetos que el Catálogo de Objetos 1:1000.
- Construcción del modelo semántico: Se deben definir las relaciones existentes entre los objetos que se almacenarán en una base de datos geográfica, asegurando una lógica cartográfica, la cuál está dada de la siguiente manera: objetos de cobertura terrestre, objetos de actividad, objetos complementarios, objeto isla.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

9. CONTROL DE CALIDAD

La estimación de la precisión alcanzada por los productos cartográficos básicos puede realizarse mediante una inspección completa del área de interés, procedimiento poco usado por cuestión de tiempo y recursos, o a través de un muestreo representativo del área utilizando información de referencia como ortofotos, puntos de control geodésico, entre otros. Los resultados de la evaluación pueden ser cualitativos o cuantitativos en función del método que se utilice y de la variable que se examine.

Una serie de factores definen la calidad de la estimación y deben ser considerados en la planificación del

muestreo: método de selección de la muestra y tamaño (ISO 2859), distribución y nivel de confianza otorgado a la estimación.

Los componentes de la calidad se evalúan de acuerdo a la norma ISO 19157 y se emite un informe que contiene los errores encontrados.

9.1. MUESTREO Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

La norma NTE INEN-ISO 2859-1:2009 permite determinar el tamaño de la muestra a revisar, con diferentes niveles de inspección, generalmente se utiliza el nivel de Inspección normal, el cual permite tener un criterio de aceptación suficiente para asegurar la calidad promedio de los productos generados.

SAMPLE SIZE CODE LETTERS							
Lot size	General inspection levels			Special inspection levels			
	I	II	III	S1	S2	S3	S4
2 to 8	A	A	B	A	A	A	A
9 to 15	A	B	C	A	A	A	A
16 to 25	B	C	D	A	A	B	B
26 to 50	C	D	E	A	B	B	C
51 to 90	C	E	F	B	B	C	C
91 to 150	D	F	G	B	B	C	D
151 to 280	E	G	H	B	C	C	E
281 to 500	F	H	J	B	C	C	E
501 to 1200	G	J	K	C	C	E	F
1201 to 3200	H	K	L	C	D	E	G
3201 to 10000	J	L	M	C	D	F	G
10001 to 35000	K	M	N	C	D	F	H
35001 to 150000	L	N	P	D	E	G	J
150001 to 500000	M	P	Q	D	E	G	J
500001 and over	N	Q	R	D	E	H	K

GRÁFICO 10: Modelo Conceptual de BDG

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

Para determinar la unidad a muestrear se utiliza la grilla de las cartas topográficas IGM a la escala 1: 5000.

de muestras a analizar resultado de la norma ISO 2859-1. El inicio del conteo se establece al azar.

- Muestreo sistemático: Se realiza un muestreo sistemático que consiste en elegir las distintas unidades que conforman la muestra, espaciándolas regularmente un número determinado de unidades, de acuerdo al resultado obtenido de dividir el número total de muestras para el número
- Aceptación y rechazo de los productos: El límite de aceptación está marcado por la norma NTE INEN-ISO 2859-1:2009, la cual establece este nivel en base al volumen de rectángulos muestreados, en el caso de superarse el límite, se rechazaría el producto cartográfico completo.

Letra código de tamaño de muestra	Tamaño de muestra	Nivel aceptable de calidad, NAC, en porcentaje de ítems es no conforme o no conformidades por 100 ítems																			
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,066	0,10	0,15	0,25	0,40	0,66	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	2 3	
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	7 8	
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	10 11	
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	14 15	
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	21 22	
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	
K	125	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	
L	200	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	
M	315	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
N	500	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
P	800	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
Q	1250	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
R	2000	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	

GRÁFICO 11: Nivel aceptable de calidad

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

- Elementos de la calidad: el control de calidad se realiza de acuerdo a lo estipulado en la Norma ISO 19157, mediante la cual se evalúa: completión, consistencia lógica, exactitud temática, exactitud posicional y exactitud temporal; adicionalmente se verifica el metadato que debe realizarse a todo producto cartográfico de acuerdo a las Políticas Nacionales de Geoinformación.
- Completión: Presencia y ausencia de objetos, se analizan omisiones (datos excedentes), Comisiones (datos ausentes).
- Consistencia lógica: Grado de adherencia a las reglas lógicas de la estructura de datos, atributos y relaciones.
- Conceptual: Adherencia a las reglas del modelo conceptual.
- De dominio: Adherencia de los valores a su dominio.
- De formato: Grado en que los datos se almacenan de acuerdo con la estructura física.
- Topológica: Apego a las características topológicas determinadas explícitamente.

Ejemplo de errores

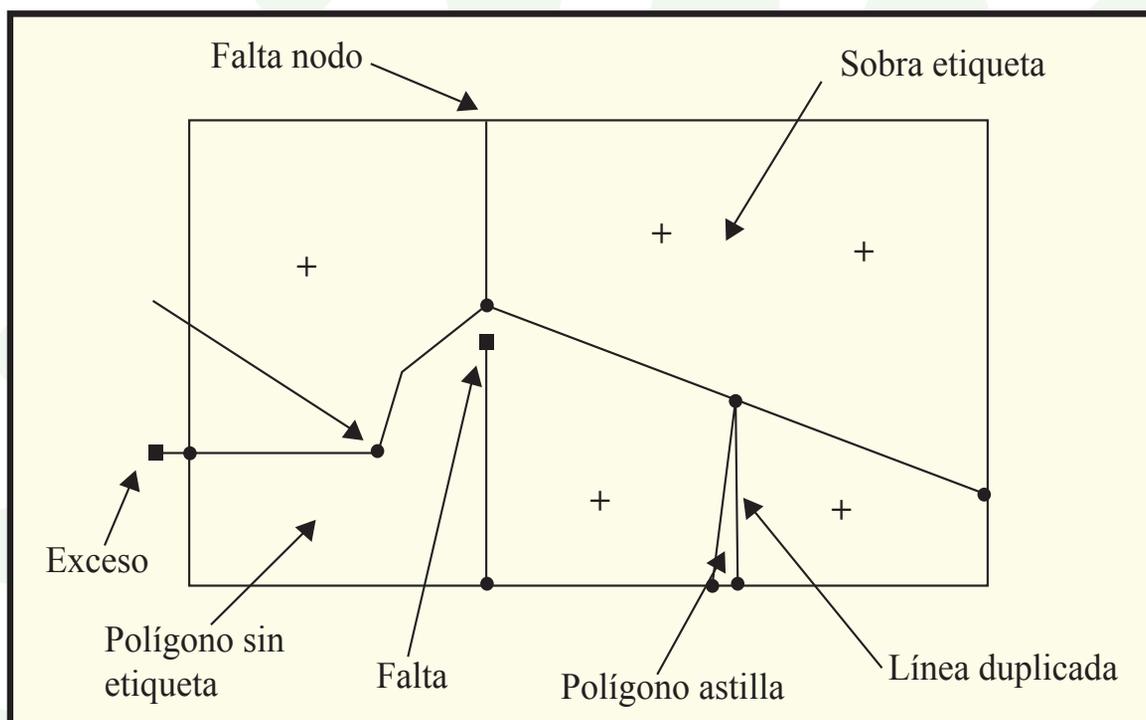


GRÁFICO 12: Curso de introducción a la calidad de información Geográfica, consistencia lógica, SIGTIERRAS.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PARA CARTOGRAFÍA A ESCALA 1:5 000

Para la elaboración de la cartografía se cuenta con documentos técnicos primordiales: Catálogo de Objetos, Modelo Semántico escala 1:5000, Guía de Extracción, otros que proporcionan las directrices para la generación de la información mínima requerida, y a los cuales deberán ajustarse la generación de geoinformación, sin restricción de que puedan incrementar mayor cantidad de información en función de las necesidades de cada usuario.

A continuación una descripción minuciosa de los parámetros que se analizarán de acuerdo a la Norma ISO 19157:

- Exactitud posicional: es la exactitud de la posición de los objetos.
- Exactitud absoluta: Proximidad entre los valores de coordenadas reportados y los valores verdaderos o aceptados como tales.
- Exactitud relativa: Proximidad entre las posiciones relativas de los fenómenos y sus respectivas posiciones relativas verdaderas o aceptadas como tales.
- Exactitud temática: apego a la clasificación de los objetos.

- Corrección de la clasificación: Comparación de las clases asignadas a fenómenos o a sus atributos, con respecto a las que le corresponden en el universo de discurso.
- Calidad temporal: exactitud de los atributos temporales y de las relaciones temporales de los fenómenos.
- Validez temporal: validez de los datos con respecto al tiempo.

9.2. CONSIDERACIONES IMPORTANTES

La revisión topológica no se realiza por muestreo sino a todo el bloque de información, se lleva a cabo por coberturas y entre coberturas, utilizando las herramientas de un software especializado para el efecto; se verifica empalme físico y lógico.

Finalmente se elabora el respectivo informe de calidad del producto cartográfico y posterior la memoria técnica.

10. HISTÓRICO DE DOCUMENTOS.-

Control de Actualizaciones			
Versión	Fecha de Aprobación	Causa de Modificaciones	Modificaciones Realizadas