



MINISTERIO DE
DEFENSA
NACIONAL



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EXACTITUD POSICIONAL DE PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR
DIRECCIÓN DE IIDE, NORMALIZACIÓN Y
ARCHIVO NACIONAL

2 ^{da}
edición
2023



MINISTERIO DE
DEFENSA
NACIONAL



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|---|
| 1. ANTECEDENTES..... | 3 |
| 2. OBJETIVO..... | 3 |
| 3. ALCANCE..... | 3 |
| 4. DEFINICIONES GENERALES..... | 3 |
| 5. SIGLAS ACRÓNIMOS..... | 4 |
| 6. REFERENCIAS CON OTRAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS..... | 5 |
| 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EXACTITUD POSICIONAL..... | 5 |
| 7.1 EXACTITUD POSICIONAL..... | 5 |
| 7.1.1 Limite para control Horizontal en Red geodésica locales..... | 5 |
| 7.1.2 Límites para control Horizontal y Vertical de productos cartográficos..... | 6 |
| 8. REFERENCIAS..... | 8 |



MINISTERIO DE
DEFENSA
NACIONAL



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EXACTITUD POSICIONAL DE PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS

1. ANTECEDENTES

La Ley de la Cartografía Nacional y su Reglamento, faculta al IGM la generación de cartografía básica a nivel Nacional, siguiendo especificaciones y normativas de entidades productoras, sea a nivel nacional (IGM) como internacional (IPGH, NGA y MGCP), con el fin de homogenizar la información cartográfica a diversas escalas.

El Art. 44 del Reglamento a la Ley de la Cartografía Nacional, establece que: *“los trabajos autorizados de conformidad con el Art. 42 del presente Reglamento, serán supervisados, fiscalizados y aprobados por el Instituto Geográfico Militar”*; por lo que es necesario establecer los criterios técnicos de generación de información.

Adicionalmente se debe establecer que todo punto perteneciente a un levantamiento geodésico horizontal en el país, deberá estar referido al Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), asociado con el Marco de Referencia Terrestre Internacional 2008 (ITRF08) del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS) de la época 2016,43.

2. OBJETIVO

Este documento establece las especificaciones técnicas y requerimientos para la exactitud posicional para productos cartográficos, independientemente del método de extracción utilizado; como restitución fotogramétrica (3D), digitalización sobre Ortofoto (2D), LIDAR o levantamientos topográficos-geodésicos.

3. ALCANCE

Estas especificaciones deben ser aplicadas por todas las personas naturales o jurídicas, autorizadas por la Ley de la Cartografía Nacional, que elaboran actividades de cartografía.

4. DEFINICIONES GENERALES

Los términos empleados en estas especificaciones que se exponen a continuación, corresponden a las definiciones que se encuentran en diferentes fuentes de información; entre las cuales se pueden mencionar:

- 1) Vocabulario Internacional de términos fundamentales y generales de metrología (VIM)
- 2) Glosario de términos cartográficos de la Universidad de Alicante
- 3) Glosario de Términos Consejo Nacional de Geoinformática (CONAGE)



MINISTERIO DE
DEFENSA
NACIONAL



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR

4) Manual de especificaciones técnicas Geodesia, IGM.

Cartografía básica: Es aquella que se obtiene por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre, sirviendo de base y referencia para su uso generalizado como representación gráfica de la Tierra. La cartografía básica puede ser topográfica o náutica.

Cartografía digital: Conjunto de operaciones con las que, partiendo de datos numéricos obtenidos por cualquier procedimiento, se elabora una carta trabajando sobre un ordenador con ayuda de software específico.

Calidad: Grado con el que un conjunto de características inherentes cumple los requisitos (Norma ISO 9000).

Control de Calidad: Proceso de verificación (cuantitativo) del cumplimiento de los elementos de calidad definidos en las especificaciones técnicas.

Exactitud: Grado de concordancia entre el resultado de una prueba y el valor de referencia aceptado (por lo general valores observados).

Exactitud posicional: Proximidad del valor de la coordenada respecto al valor verdadero o aceptado en un sistema de referencia especificado (valores observados).

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.

Radiales: Conjunto de puntos de precisión enlazadas y pos procesados partir de una sola base de control.

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.

Sistema de Información Geográfica (SIG): Conjunto de datos numéricos del terreno y elementos georreferenciales que poseen cualidades topológicas.

5. SIGLAS ACRÓNIMOS

BDG: Bases de datos Geográficas

CONAGE: Consejo Nacional de Geoinformática

EPh: Exactitud Posicional horizontal

GNSS: Global Navigation Satellite System (Sistemas de posicionamiento Global)

IGM: Instituto Geográfico Militar

ITRF: International Terrestrial Reference Frame (Marco de referencia internacional)

ITRS: International Terrestrial Reference system (Sistema de referencia internacional)

IPGH: Instituto Panamericano de Geografía e Historia

NSSDA: National Standard for Spatial Data Accuracy (Estándar nacional para la precisión de los datos espaciales)

Ph: Precisión horizontal



Pv: Precisión vertical

SIG: Sistema de Información Geográfica

VIM: Vocabulario Internacional de términos fundamentales y generales de metodología

6. REFERENCIAS CON OTRAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas para la exactitud posicional para productos cartográficas, han sido adoptadas considerando la documentación técnica de la NSSDA, IPGH y experiencias adquiridas en el desarrollo de proyectos oficiales realizados por las áreas de producción cartográfica del IGM, de acuerdo al siguiente detalle:

NSSDA, National Standard for Spatial Data Accuracy (1998). Geospatial Positioning Accuracy Standards.

IPGH, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, documento de especificaciones topográficas denominado: Requisitos básicos para el diseño y contenido de mapas en todas las escalas estándar (IPGH, 1978).

ISO, International Organization for Standardization, 2005. ISO: 19113, Geographic information — Quality Principles.

IGM, Instituto Geográfico Militar 2020. Manual de especificaciones técnicas Geodesia.

7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EXACTITUD POSICIONAL

En cumplimiento a los Art. 1 y 2 de la ley de La Cartografía Nacional, el presente documento está encaminado a homologar los criterios técnicos aplicados a levantamientos geodésicos, dentro de su componente horizontal, a fin de brindar apoyo técnico a los usuarios que realizan este tipo de trabajos, para garantizar los resultados en la determinación de nuevos puntos de referencia con fines cartográficos.

7.1 EXACTITUD POSICIONAL

7.1.1 Limite para control Horizontal en Red geodésica locales

Los vértices, diseño y líneas bases que conforman la red, deberán enlazarse al menos a dos estaciones REGME como base para el procesamiento y ajuste de la Red GNSS Local. Las precisiones establecidas para dichas redes locales, deberán poseer un error medio máximo en la componente horizontal de 5 centímetros; es decir, las redes locales tendrán una precisión centimétrica correspondiente a Categoría B (Tabla 7.1).



7.1.2 Límites para control Horizontal y Vertical de productos cartográficos

Para iniciar cualquier producto cartográfico se deberá verificar el control geodésico existente del sector a trabajar, utilizando procedimientos de posicionamiento satelital. Todo trabajo geodésico o de topografía deberá utilizar la red geodésica de primer o segundo orden establecida por el IGM o un GAD (fiscalizada previamente por el IGM), respectivamente.

Con respecto al valor de la exactitud posicional para dichos productos (cartografía), el IGM adoptó valores (ϵ) a partir de documentos técnicos del IPGH, 1978; NSSDA, 1998; ISO 19113, donde la exactitud para la componente horizontal (1) y precisión vertical (2) son descritas por las siguientes ecuaciones:

$$E_{Ph} = M \cdot \epsilon \quad (1)$$

$$P_v = CI \cdot \frac{1}{4} \quad (2)$$

Donde:

E_{Ph} = Exactitud Posicional horizontal (m)

ϵ = Factor de Graficismo (Constante 0,30 adoptado por el IGM), es el valor mínimo que una distancia real puede ser representada en un mapa en una escala determinada. En otras palabras, cualquier valor por debajo de esta dimensión, será considerada como despreciable a la escala de representación. Por lo tanto, en relación a lo descrito, este criterio también se aplica para determinar el valor del tamaño mínimo cartografiable. (Millán Gamboa, 2006, pág. 48)

P_v = Precisión Vertical (m), este valor está estrictamente relacionado a la precisión de trazo de una curva de nivel¹. Mientras que, el valor de la Exactitud Posicional de la componente Vertical se encuentra especificado en el apartado 10 del documento "Fiscalización de la Exactitud Posicional en la Componente Vertical en Productos Cartográficos"

M = Denominador de la escala dimensionado (1 mm de la escala del mapa en terreno)

CI = intervalo de curva (Contour Interval) (m)

Por lo tanto, en referencia a lo ya descrito, la tolerancia, será el error convencionalmente aceptado internacionalmente, más no un valor promedio. Por ende, no debe considerarse a este valor como un error o una dispersión, sino como un intervalo cuyo límite estará descrito por las ecuaciones 1 y 2, así como la proporción de la escala en la que se desee representar la cartografía; por ejemplo (Tabla 7.2).

¹ Para más información ver apartado 8 del mismo documento referido "Fiscalización de la Exactitud Posicional en la Componente Vertical en Productos Cartográficos"


Tabla 7.1. Cuadro resumen de la clasificación de acuerdo a la precisión y exactitud

| Exactitud posicional componente Horizontal | | | | | |
|---|---|--|--------------|--|---------------------|
| Clasificación | Precisiones Post-Proceso y ajuste GNSS * | | | Exactitud tolerada en Horizontal | Escalas |
| Categoría A | Ph | $\leq 0,005 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | Nc: un sigma | $\leq 1 \text{ cm}$ | 1: 1 000 a menores |
| | Pv | $\leq 0,010 \text{ m} \pm 2 \text{ ppm}$ | | | |
| Categoría B | Ph | $\leq 0,005 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | Nc: un sigma | $1 \text{ cm} \leq x \leq 10 \text{ cm}$ | 1: 1 000 a menores |
| | Pv | $\leq 0,010 \text{ m} \pm 2 \text{ ppm}$ | | | |
| Categoría C | Ph | $\leq 0,050 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | Nc: 95% | $10 \text{ cm} \leq x \leq 1 \text{ m}$ | 1: 5 000 a menores |
| | Pv | $\leq 0,100 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | | | |
| Categoría D | Ph | $\leq 0,050 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | Nc: 95% | $1 \text{ m} \leq x \leq 10 \text{ m}$ | 1: 50 000 a menores |
| | Pv | $\leq 0,100 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | | | |
| Categoría E | Ph | $\leq 0,050 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | Nc: 95% | $> 10 \text{ m}$ | 1: 50 000 a menores |
| | Pv | $\leq 0,100 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | | | |
| Control de calidad para Pos-proceso de puntos de referencia o control | | | | | |
| Clasificación | Precisiones Post-Proceso y ajuste GNSS * | | | Exactitud tolerada en Horizontal | Escalas |
| Bases de alta precisión | Ph | $\leq 0,005 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | Nc: un sigma | $\leq 5 \text{ mm}$ | 1: 1 000 a menores |
| | Pv | $\leq 0,010 \text{ m} \pm 2 \text{ ppm}$ | | | |
| Radiales | Ph | $\leq 0,050 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | Nc: 95% | $\leq 5 \text{ cm}$ | 1: 1 000 a menores |
| | Pv | $\leq 0,100 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | | | |
| Redes Geodésicas | Ph | $\leq 0,005 \text{ m} \pm 1 \text{ ppm}$ | Nc: un sigma | $\leq 5 \text{ cm} \pm 3 \text{ mm}$ | 1: 1 000 a menores |
| | Pv | $\leq 0,010 \text{ m} \pm 2 \text{ ppm}$ | | | |
| <p>*Nota: Los parámetros establecidos son los estándares de calidad que maneja el IGM para el Post-Proceso de datos GNSS. La toma de puntos en campo se realiza por métodos de posicionamiento relativos enlazados a una línea base que contenga mínimo de 1 a 2 estaciones de monitoreo GNSS.</p> | | | | | |
| Ph: Precisión horizontal, Pv: Precisión vertical, Nc: Nivel de confianza | | | | | |

Fuente: Manual de especificaciones técnicas Geodesia, IGM. 2020.



Tabla 7.2. Cuadro Ejemplo de exactitud posicional horizontal y precisión vertical para diversas escalas, en función a las ecuaciones 1 y 2.

| Escalas | M(m) | EPh (m) | ICN(m) | Pv (m)* |
|--|------|---------|--------|---------|
| 1:1 000 | 1 | 0,30 | 1 | 0,25 |
| 1:5 000 | 5 | 1,50 | 5 | 1,25 |
| 1:25 000 | 25 | 7,50 | 25 | 6,25 |
| 1:50 000 | 50 | 15 | 50 | 12,50 |
| 1:100 000 | 100 | 30 | 100 | 25 |
| 1:250 000 | 250 | 75 | 250 | 62,50 |
| Nota: Valor usado por el IGM ($\epsilon = 0,30$) | | | | |

*Para el caso de curvas de nivel, estas deberán ser obtenidas mediante restitución fotogramétrica o métodos similares para alcanzar la exactitud

8. REFERENCIAS

IGM, Instituto Geográfico Militar (2017). Memoria técnica para la actualización de geometrías y elaboración del catálogo de objetos a escala 1: 25 000.

IGM, Instituto Geográfico Militar (2019). Protocolo de fiscalización para proyectos de generación de cartografía base con fines catastrales a escalas: 1: 1 000.

IGM, Instituto Geográfico Militar (2020). Manual de especificaciones técnicas Geodesia

IPGH, Instituto Panamericano de Geografía e Historia. (1978). Especificaciones para mapas topográficos. Panamá: Instituto Panamericano de Geografía e Historia – IPGH, Panamá, 1978.

Millán Gamboa, J. M. (2006). Cartografía Náutica. Cádiz, España: Instituto Hidrográfico de la Marina.

NSSDA, National Standard for Spatial Data Accuracy (1998). Geospatial Positioning Accuracy Standards, Subcommittee for Base Cartographic Data, FGDC-STD-007.3-1998.

CONOCE MAS SOBRE NUESTROS PRODUCTOS Y
SERVICIOS A TRAVES DE NUESTROS CANALES DIGITALES.



@GEOGRAFICOMILITARECUADOR



@IGM_ECUADOR



INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

QUITO: Seniergues E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño. Sector El Dorado
TELEFONO: 593-2 3975100 al 130

GUAYAQUIL: Av. Guillermo Pareja #402 Ciudadela La Garzota
TELEFONO: 593-4 2627597-262782

ESTACIÓN COTOPAXI: Panamericana Sur Km. 65, Páramo de Romerillos
entrada Parque Nacional de Recreación El Boliche
TELEFONO: 593-3 3700271

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