

Cód. DE-GINF-048	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 <b>Alcaldía de Medellín</b> <small>Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación</small>
Versión. 1		

# Especificaciones técnicas mínimas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)

## **Departamento Administrativo de Planeación**

Subdirección de Prospectiva, Información y Evaluación  
Estratégica  
Equipo Sistemas Información Territorial

## **Documento de Estándar**

Versión 1  
Noviembre de 2022

Cód. DE-GINF-048	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

## Formato Documento

Título:	Especificaciones técnicas mínimas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT).
Fecha m/d/a:	21/11/2022
Sumario:	Documento que describe los estándares básicos para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno para el Distrito de Medellín.
Palabras Claves:	Ortoimagen, Modelo Digital del Terreno
Formato:	PDF
Fecha Emisión: 22/11/ 2022	Fecha Modificación:
Dependencia:	Departamento Administrativo de Planeación Subdirección de Prospectiva, Información y Evaluación Estratégica.
Código:	Versión 1
Autor (es):	Equipo de Sistemas de Información Territorial
Información Adicional:	
Revisó:	Comité Geográfico, Mesa Técnica 2022
Aprobó:	Javier Ayala Montero Líder de proyecto Equipo Sistemas Información Territorial

## Versión del documento

Versiones del Documento	Fecha Modificación	Observaciones
1.0	21/11/2022	

## Control de Cambios

Ítem	Modificación	Observaciones

## Lista de Distribución

Nombre	Dependencia	Fecha Entrega
Usuarios SIG	Todas las dependencias	Noviembre de 2022

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMAS PARA LA GENERACIÓN DE ORTOIMÁGENES Y MODELOS DIGITALES DEL TERRENO (MDT)

### CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	6
1 OBJETIVO .....	7
2 DEFINICIONES Y SIGLAS .....	7
SIGLAS .....	12
3 ALCANCE .....	13
4 NORMAS .....	13
5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	14
5.1 Sistema de Referencia .....	14
5.1.1 Sistema de Referencia Nacional .....	14
5.1.2 Sistema de Referencia MAGNA Medellín Local .....	15
5.2 Nivel de Detalle.....	16
5.3 Tipos de representación y formatos de intercambio .....	17
5.4 Metadatos .....	17
5.5 Gestión de archivos .....	17
5.6 Aseguramiento de la calidad .....	18
5.7 Validación y Oficialización de Productos Cartográficos .....	18
6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POR PRODUCTO.....	18
6.1 Ortoimagen.....	18
6.1.1 Estructura e integridad de la ortoimagen.....	19
6.2 Calidad de la Ortoimagen .....	20
6.2.1 Totalidad .....	21
6.2.2 Exactitud absoluta de posición .....	23
6.2.3 Consistencia lógica .....	26
6.3 Productos a entregar y Gestión de Archivos .....	29

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

6.3.1 Estructura de entrega Ortoimágenes .....	32
7 MODELO DIGITAL DEL TERRENO .....	32
7.1 Modelo Digital del Terreno .....	32
7.2 Evaluación de la Calidad del MDT .....	33
7.2.1 Totalidad .....	33
7.2.2 Exactitud absoluta de posición .....	35
7.2.3 Consistencia lógica .....	38
7.3 Productos a Entregar y Gestión de Archivos .....	39
7.3.1 Estructura de entrega MDT .....	41
8 OTRAS CONSIDERACIONES .....	42
REFERENCIAS .....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de referencia horizontal datum MAGNA-SIRGAS. ....	15
Tabla 2. Sistema local de coordenadas oficial para el Distrito de Medellín.....	15
Tabla 3. Productos y nivel de detalle.....	16
Tabla 4. Tipos de representación y formatos. ....	17
Tabla 5. Tamaño máximo de pixel para ortoimágenes. ....	20
Tabla 6. Subelemento Omisión.....	21
Tabla 7. Elementos Exactitud absoluta de posición .....	23
Tabla 8. Elemento Consistencia del mosaico. ....	27
Tabla 9. Productos a entregar Ortoimágenes .....	29
Tabla 10. Estructura de entrega de archivos Ortoimágenes .....	32

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

Tabla 11. Nivel de detalle Modelos Digitales del Terreno.....	33
Tabla 12. Subelemento Omisión.....	34
Tabla 13. Elemento exactitud de posición vertical.....	35
Tabla 14. Elemento Consistencia Conceptual .....	38
Tabla 15. Productos Modelo Digital del Terreno (MDT) .....	39
Tabla 16. Estructura de entrega de archivos MDT .....	41

## ANEXO

Anexo 1 Número de puntos de chequeo.....	44
--	----

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

## INTRODUCCIÓN

Este documento proporciona los requisitos mínimos que deben cumplir las Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT), que sean generados o adquiridos por el Distrito de Medellín, conforme a lo establecido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en la Resolución 471 de 2020 *“Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia”*, y en las Resoluciones 529 de 2020, y 197 de 2022 que la modifican ; así como la Resolución 370 de 2021 *“Por medio de la cual se establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia”* y la Resolución 1421 de 2021 *“Por la cual se establecen las condiciones de validación técnica y oficialización de productos cartográficos básicos y se dictan otras disposiciones”*.

Las especificaciones están orientadas al producto, independientemente de las metodologías aplicadas para su obtención. Tienen como finalidad la normalización de las características técnicas mínimas que deben tener una Ortoimagen y un MDT, conforme a los métodos de evaluación establecidos.

Las especificaciones se desarrollan en tres partes: la primera describe los lineamientos técnicos que deben cumplir tanto las ortoimágenes, como los MDT; la segunda, define las especificaciones para las ortoimágenes; y la tercera, para los MDT. En cada una de ellas se compilan las normas antes citadas, que son adaptadas en algunos casos, para ser aplicadas por el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

## 1 OBJETIVO

Establecer los requisitos técnicos mínimos que deben cumplir las ortoimágenes y modelos digitales del terreno (MDT), que sean generados o adquiridos por cualquier dependencia del Distrito de Medellín, según las disposiciones normativas del IGAC.

## 2 DEFINICIONES Y SIGLAS

Las siguientes definiciones son tomadas del anexo 1 de la Resolución 471 de 2020.

**ALTURA:** Distancia vertical entre una superficie de referencia y un punto determinado.

**ATRIBUTO:** Característica propia e implícita que describe a cada uno de los tipos de objetos geográficos, asignándole propiedades y comportamientos que toman valores particulares en cada instancia de objeto. NTC 5661.

**CALIDAD:** Grado con el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple unos requisitos (ISO 9000:2015).

**CONFORMIDAD:** Cumplimiento de los requisitos especificados. (ISO 19105:2000).

**CONJUNTO DE DATOS:** Grupo de datos geográficos relacionados, que han sido capturados o generados de acuerdo con unas especificaciones técnicas previamente determinadas. NTC 5043.

**CONTINUIDAD:** Elemento de calidad para entidades espaciales que garantiza la invariabilidad de la entidad a lo largo de su recorrido. Cualidad de un elemento de ser uno solo a lo largo de este.

**CONTROL DE CALIDAD:** Proceso de verificación del cumplimiento de los elementos de calidad definidos en las especificaciones técnicas.

**CONTROL TERRESTRE:** Etapa del proceso cartográfico mediante la cual se realiza el levantamiento de puntos de control terrestre.

**DISTORSIÓN GEOMÉTRICA:** Deformación de las imágenes de sensores remotos, causada por las características del sistema de toma como: variación de posición y velocidad de la plataforma, orientación, perspectiva y distancia focal del sensor y las relativas al terreno sobre el cual se hace la captura de información geográfica (rotación, curvatura y topografía).

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

**ELEMENTO DE CALIDAD:** Componente cuantitativo que describe la calidad de un conjunto de datos geográficos y forma parte de un Informe de calidad (ISO 19157:2013).

**EMPALME:** Característica que garantiza la continuidad geométrica, semántica y topológica de los elementos cartográficos y objetos geográficos de hojas o conjuntos de datos que comparten una frontera o límite común.

**ESCALA:** Relación de proporcionalidad que existe entre la magnitud representada sobre una ortofoto, carta geográfica, mapa u otro modelo cartográfico y su magnitud real en el terreno.

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:** Descripción detallada del cómo debería ser un producto de datos, con información precisa que permita su creación, disposición y uso (ISO 19131:2007).

**ESTÁNDAR:** La International Organization for Standardization (ISO) define los estándares como acuerdos documentados que contienen criterios precisos los cuales son utilizados consistentemente, como políticas, normas, reglas, guías o definiciones de características para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios cumplen con su propósito.

**EXACTITUD:** Cercanía de los valores de las observaciones realizadas con respecto a los valores reales o a los valores aceptados como verdaderos. NTC 5043.

**EXACTITUD POSICIONAL:** Describe la cercanía en posición de los objetos en el conjunto de datos, con respecto a sus posiciones verdaderas (o las asumidas como verdaderas) (ISO 19157:2013).

**FORMATO RÁSTER O MATRICIAL:** Estructura de almacenamiento de información espacial conformada por celdas del mismo tamaño, ordenadas en filas y columnas, localizadas en coordenadas contiguas, implementadas en una matriz bidimensional. Cada celda, llamada también elemento de imagen, elemento matriz o píxel, es referenciada por índices de filas (o líneas) y columnas y contiene un valor numérico representando el nivel digital y unas coordenadas que la ubican espacialmente.

**FORMATO TIFF (Tagged Image File Format):** Formato de archivo para imágenes que almacena la información mediante bloques o marcas que describen un atributo de la imagen o un desplazamiento en píxeles. Cada marca describe un atributo de la imagen o un desplazamiento desde el principio del fichero hasta una cadena de píxeles.

**GESTIÓN DE CALIDAD:** Conjunto de acciones, planificadas y sistemáticas, necesarias para dar la confianza adecuada de que un producto o servicio va a satisfacer los requisitos de calidad.

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrto de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

**GNSS (Global Navigation Satellite System):** El sistema global de navegación por satélite es una red de satélites artificiales que transmiten señales para el posicionamiento y localización de cualquier objeto, en cualquier parte del planeta.

**GSD (Ground Sample Distance):** Resolución Espacial Define la resolución en distancia sobre el terreno que puede detectar un sensor de imágenes digitales.

**IMAGEN:** Cobertura de malla cuyos valores de atributo son una representación numérica de un parámetro físico. (ISO TC/211).

**IMAGEN DE SATÉLITE:** Representación visual de la información de la superficie terrestre, mediante una matriz bidimensional regular que recoge valores de reluctancia que suelen medirse a través de dispositivos sensibles a ciertos rangos de longitud de onda capturada por un sensor desde un satélite artificial.

**INFORME DE CALIDAD:** Documento de texto libre que proporciona información completa y detallada sobre las evaluaciones, resultados y medidas de calidad de los datos. (ISO 19157).

**MAGNA-SIRGAS:** Es la densificación de SIRGAS, y por tanto del marco internacional de referencia -ITRF- en Colombia. Está compuesto de un conjunto de estaciones con coordenadas geocéntricas [X Y Z] de alta precisión y cuyas velocidades [VX, VY, VZ] (cambio de las coordenadas con respecto al tiempo) son conocidas; dichas estaciones conforman la materialización del sistema de referencia global para Colombia. Sus coordenadas época 2018.4. Está constituido por estaciones pasivas y de funcionamiento continuo (Resolución 068 de 2005, IGAC).

**METADATO:** Información que describe la organización de los datos geoespaciales, la calidad de la información, sus referencias espaciales, sus entidades y atributos, la distribución de la información, entre otros (ISO 19115).

**MÉTODO DIRECTO INTERNO:** Método de evaluación de calidad de un conjunto de datos basado en la inspección de ítems, dentro del conjunto de datos.

**MÉTODO DIRECTO EXTERNO:** Método de evaluación de calidad de un conjunto de datos basado en el conocimiento externo (ISO 19115).

**MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT):** Representación cuantitativa y continua de la distribución espacial de las alturas del terreno. Contiene información acerca de la posición horizontal y la altura de los elementos de la superficie terrestre. La denominación MDT (Modelos Digitales de Terreno) es la genérica para todos los modelos digitales, incluyendo

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrto de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

los DEM (Modelos Digitales de Elevación) en los cuales la altura se refiere a la elevación sobre el nivel medio del mar.

**MOSAICO:** Es el conjunto de imágenes georreferenciadas u ortorectificadas y corregidas, a las que se ajusta la radiometría (tonalidad y luminosidad) dando lugar a una ortofoto digital continua.

**MUESTRA:** Conjunto de uno o varios Ítems tomados de un lote, destinado para suministrar información sobre el lote. (NTC 2859-2).

**NIVEL DE DETALLE:** Relación existente entre las distancias medidas o representadas en un plano, mapa, modelo o imagen y las correspondientes en la realidad.

**NUBOSIDAD:** La nubosidad es la fracción de cielo cubierto por nubes en un lugar en particular. Según las normas meteorológicas actuales la nubosidad se expresa en octas u octavos de bóveda celeste, esta es dividida en 8 partes por el operador, que calcula entonces el número de esas partes que están cubiertas por las nubes, de este modo se puede estimar el rango de visibilidad para el observador.

**OBJETO GEOGRÁFICO:** Representación abstracta de un determinado elemento fenómeno del mundo real asociado a una localización espacial y temporal, con características específicas que lo diferencian de otro tipo de objetos. NTC 5661.

**ORTOIMAGEN:** Mosaico de imágenes digitales del terreno en proyección ortogonal, en un sistema de referencia determinado. Imagen a la cual se le ha eliminado el desplazamiento debido a la orientación del sensor y al relieve del terreno, por medio de una proyección ortogonal a la superficie de referencia (ISO TC/211).

**ORTORRECTIFICACIÓN:** Proceso en el cual se corrigen las distorsiones geométricas en la imagen causadas por la inclinación del sensor (posición del sensor en el momento de la toma) y la influencia del relieve.

**ORTOIMAGEN VERDADERA:** Se obtiene con base en un modelo digital de la superficie verdadera del terreno más el modelo digital de edificios. Las ortoimágenes convencionales presentan deformaciones en dirección radial desde el centro, mientras que en las Ortoimágenes Verdaderas corrigen adicionalmente la situación de los objetos que sobresalen de la superficie del terreno como edificios, puentes, viaductos, vegetación, etc.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EcuRed. Ortofotos [sitio web]. [Consultado: 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Ortofotograf%C3%ADa>

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Dentro de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

**PÍXEL:** Contracción de las palabras inglesas Picture Element. Elementos gráficos dispuestos sistemáticamente en filas y columnas para formación de una imagen. Primitivo geométrico de dos dimensiones que corresponde a una celda de una imagen. NTC 4611.

**PLANO DE PROYECCIÓN:** Superficie matemática bidimensional donde se proyectan los elementos cartográficos. En la proyección cartesiana local correspondiente a cabeceras municipales y centros poblados se determina por la altura media del territorio a representar.

**PRECISIÓN:** Medida de repetitividad de un conjunto de medidas (ISIO TC/211). La precisión está dada por el valor de la desviación estándar calculada para las diferentes medidas a un valor central y depende de la sensibilidad del equipo empleado y la habilidad del observador.

**PRECISIÓN HORIZONTAL DEL PUNTO:** Semiejes de una elipse de incertidumbre, de tal manera que la localización horizontal verdadera o teórica del punto cae dentro de esta elipse el 95 % de las veces.

**PRECISIÓN VERTICAL DEL PUNTO:** Valor lineal de incertidumbre donde la localización vertical verdadera o teórica del punto cae dentro de dicho valor el 95% de las veces.

**PRODUCTO NO CONFORME:** Aquel que no cumple con uno o más de los requisitos especificados o que presenta alguna inconsistencia en la información.

**PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA:** Sistema utilizado para representar en un plano la superficie irregular de la tierra, utilizando algoritmos matemáticos basados en una figura de referencia. Conversión de coordenadas desde un sistema de coordenadas elipsoidales a uno plano (ISO TC/211).

**PUNTO DE APOYO:** Puntos con coordenadas conocidas, correspondiente a la red horizontal, vertical o gravimétrica usados como base para la determinación de coordenadas de cualquier otro punto de menor orden.

**PUNTO DE CONTROL TERRESTRE:** Objeto parte de él, en el terreno, de fácil identificación sobre fotografías aéreas, imágenes satelitales o productos cartográficos, al cual se le determina coordenadas geográficas y planas. Punto sobre la Tierra que tiene una posición geográfica conocida con exactitud (ISO TC 211).

**PUNTOS DE CONTROL:** Punto materializado o fotoidentificable cuyas coordenadas (horizontales y verticales) fueron obtenidas por métodos geodésicos de alta precisión y están ligadas a un sistema de referencia.

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

**RADIOMETRÍA:** Relativo a la apariencia de la imagen. Específicamente, un análisis cualitativo de la calidad visual de una imagen digital. Usa mediciones como brillantez, contraste e histograma.

**RÁSTER:** Representación gráfica y continua de la realidad por medio de celdas regulares (generalmente cuadrícula) en una matriz. Cada una de las celdas representa un atributo por medio de un valor. NTC 4611.

**RECUBRIMIENTO O TRASLAPO:** Porcentaje del área común de terreno cubierta por dos o más fotografías o imágenes satelitales.

**RESOLUCIÓN ESPACIAL:** Distancia de muestra del terreno (GSD) que registra un sensor generador de imágenes. Está directamente relacionado con la capacidad para identificar sobre la imagen objetos de la superficie terrestre.

**RPAS:** Por sus siglas en inglés “Remotely Piloted Aircraft System”, comúnmente conocido como RPAS, es una aeronave pilotada a distancia” (RPAS), se pilota desde una estación de piloto remota.

**TOTALIDAD:** Elemento cuantitativo que describe el nivel de veracidad con el cual los elementos capturados sus atributos y sus relaciones representan el universo abstracto definido en las especificaciones del producto.

## SIGLAS

**IGAC:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

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

**GNSS (Global Navigation Satellite Systems):** Sistema de navegación global por satélite.

**GPS (Global Position System):** Sistema de posicionamiento global.

**ITRF (Internacional Terrestrial Reference Frame):** Marco Internacional de Referencia Terrestre.

**MAGNA:** Marco Geocéntrico Nacional de Referencia.

**MDE:** Modelo Digital de Elevaciones.

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 <b>Alcaldía de Medellín</b> <small>Districto de Ciencia, Tecnología e Innovación</small>
Versión. 1		

**MDS:** Modelo Digital de Superficies.

**MDT:** Modelo Digital del Terreno.

**PDF** (Portable Document Format): Formato de documento portátil.

**EPSG** (European Petroleum Survey Group)

**RGB** (Red / Green / Blue): Rojo / Verde / Azul.

**RINEX (Receiver INdependent EXchange):** Formato de intercambio independiente del receptor.

**SIRGAS:** Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas.

**TIFF (Tagged Image File Format):** Formato de archivo imagen de etiquetas.

**ECW (Enhanced Compression Wavelet):** Formato de compresión optimizado para imágenes aéreas y satelitales.<sup>2</sup>

### 3 ALCANCE

Las especificaciones técnicas relacionadas en este documento son de obligatorio cumplimiento por parte de las dependencias del Distrito, que requieran generar o adquirir ortoimágenes y/o MDT, para el desarrollo de sus funciones.

### 4 NORMAS

- Resolución 471 de 2020 “Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia”.
- Resolución 529 de 2020, que modifica a la anterior.
- Resolución 370 de 2021 “Por medio de la cual se establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia”.
- Resolución 197 de 2022, que modifica las Resoluciones 471 y 529 de 2020.
- Resolución 1421 de 2021 “Por la cual se establecen las condiciones de validación técnica y oficialización de productos cartográficos básicos y se dictan otras disposiciones”.

<sup>2</sup> File. Extensión [sitio web]. [Consultado: 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.file-extension.info/es/format/ecw>

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

Otras normas técnicas relacionadas son:

- Norma Técnica Colombiana NTC 4611, relacionada con Metadatos Geográficos.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5043, relacionada con Conceptos básicos de la calidad de los datos geográficos.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5660 relacionada con la Evaluación de la Calidad. Procesos y medidas.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5662 relacionada con las Especificaciones Técnicas de productos geográficos.

## 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La generación de ortoimágenes y modelos digitales del terreno se deben realizar conforme a las normas ya mencionadas. En caso de presentarse alguna modificación a las resoluciones, esta debe ser adoptada al momento de su aplicación.

Así mismo, se deben considerar todos los instrumentos técnicos que sean dispuestos por el IGAC en su página web oficial, para apoyar los productos definidos en estas especificaciones.

### 5.1 SISTEMA DE REFERENCIA

Las ortoimágenes deben estar tanto en el Sistema de Referencia Nacional,<sup>3</sup> como en el Sistema Local, para lo cual se deben aplicar los parámetros de conversión correspondientes.

#### 5.1.1 Sistema de Referencia Nacional

**“Sistema de referencia horizontal:** El Marco Geocéntrico Nacional de Referencia es MAGNA-SIRGAS, establecido mediante Resolución 068 de 2005. La proyección cartográfica será definida en un único origen de coordenadas, con los parámetros establecidos en la tabla 1”.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 370 (16, Junio, 2021). Por medio de la cual se establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia” Bogotá D.C., 2022.

<sup>4</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 471 (14, Mayo, 2020). Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia. el cual se Bogotá D.C., 2020.

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 <b>Alcaldía de Medellín</b> <small>Distrito de</small> <small>Ciencia, Tecnología e Innovación</small>
Versión. 1		

Tabla 1. Sistema de referencia horizontal datum MAGNA-SIRGAS.

Parámetros	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4°N
Origen: Longitud	73°W
Falso Este	5.000.000
Falso Norte	2.000.000
Unidades	Metros
Factor de escala	0.9992

Fuente: Resolución 471 de 2020 y Resolución 370 de 2021.

### 5.1.2 Sistema de Referencia MAGNA Medellín Local

La información que sea generada también se debe referenciar en el sistema de coordenadas planas oficial MAGNA Medellín Local 2010, de acuerdo con los parámetros establecidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Sistema local de coordenadas oficial para el Distrito de Medellín.

Ítem	MAGNA Medellín Antioquia 2010
WKID:	6257
Autoridad	EPSG
Proyección:	Plana Cartesiana
Falso Este:	835378,647
Falso Norte:	1180816,875
Longitud del Centro	-75,56488694444444
Latitud del Centro	6,229208888888889
Altura	1510,0
Unidades	Metros (1,0)
Sistema de Coordenadas Geográficas	GCS_MAGNA
Unidad angular	Grados(0,0174532925199433)
Meridiano principal:	Greenwich (0,0)
Datum	MAGNA
Esferoide	GRS 1980
Semieje mayor	6378137,0
Semieje menor	6356752,314140356
Factor de achatamiento:	298,257222101

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 <b>Alcaldía de Medellín</b> <small>Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación</small>
Versión. 1		

Fuente: Estándar para Información Geográfica Alcaldía de Medellín V2, 2022.

**Sistema de referencia vertical:** Será el que tiene origen en el mareógrafo de Buenaventura<sup>5</sup>.

## 5.2 NIVEL DE DETALLE

“Estas especificaciones aplican para productos con los niveles de detalle descritos en la tabla 3”.<sup>6</sup>

Tabla 3. Productos y nivel de detalle.

Denominación de producto	Base de datos cartográfica (vectorial) Escala	Denominación de producto	Ortoimágenes GSD (cm)	Denominación de producto	Modelos Digitales de Terreno Grilla/Malla (m)
«Carto500» <sup>7</sup>	«1:500» <sup>8</sup>	«Orto5» <sup>9</sup>	«8» <sup>10</sup>	«MDT0,5» <sup>11</sup>	«0,5» <sup>12</sup>
Carto1000	1:1000	Orto10	10	MDT1	1
Carto2000	1:2000	Orto20	20	MDT2	2
Carto5000	1:5000	Orto50	50	MDT5	5

Fuente: Adaptada de la Resolución 197 de 2002, para las escalas aplicables por el Distrito de Medellín.

<sup>5</sup> Ibid.

<sup>6</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 197 (27, Enero, 2022). Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia D.C.2022.

<sup>7</sup> Alcaldía de Medellín, requisitos de contratación de ortoimágenes 2016 y 2019

<sup>8</sup> Ibid

<sup>9</sup> Ibid

<sup>10</sup>Ibid

<sup>11</sup>Ibid

<sup>12</sup>Ibid

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 <b>Alcaldía de Medellín</b> <small>Districto de</small> <small>Ciencia, Tecnología e Innovación</small>
Versión. 1		

### 5.3 TIPOS DE REPRESENTACIÓN Y FORMATOS DE INTERCAMBIO

“Los productos objeto de estas especificaciones deben ser representados de acuerdo con lo establecido en la tabla 4.”<sup>13</sup>

Tabla 4. Tipos de representación y formatos.

Producto	Tipo de representación	Formato
Ortoimagen	Ráster	TIFF (GeoTIFF, sin compresión, TILED 512) «y ECW» <sup>14</sup>
Modelo Digital de Terreno	Ráster	TIFF (GeoTIFF de 32 bits número real de tipo float, sin compresión)

Fuente: Adaptada de la Resolución 471 de 2020.

### 5.4 METADATOS

Todos los productos deben estar documentados bajo la norma técnica ISO 19115 e ISO 19139, según los requerimientos establecidos por la Alcaldía, en el documento “DE-GINF0-033 Guía para la creación y administración de metadatos” y deben ser entregados en formato XML.

### 5.5 GESTIÓN DE ARCHIVOS

“Los productos deberán ser entregados por proyecto, si el tamaño de los mismos dificulta la gestión de los archivos deben ser entregados en menor número de bloques u hojas posibles, garantizando la continuidad y el empalme entre ellos, y de acuerdo con la estructura, formato y distribución establecidos en la Resolución para la validación técnica y oficialización de productos cartográficos, generados por terceros o aquella que lo modifique o lo sustituya”<sup>15</sup>. (Ver numeral 6.3 y 7.3)

<sup>13</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 471 (14, Mayo, 2020).

<sup>14</sup> Alcaldía de Medellín, acorde con la arquitectura de los servicios geográficos actuales

<sup>15</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI Resolución 471 (14, Mayo, 2020).

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

## 5.6 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Para la validación de cualquiera de los productos se debe remitir informe de calidad, con la descripción de las distintas etapas de producción, así como las evidencias y reporte de calidad efectuado por el productor en formato \*PDF legible, atendiendo lo establecido en la Resolución 471 de 2020 que prevé que: “Todo productor de cartografía debe realizar las correspondientes pruebas de aseguramiento de calidad a sus productos, para garantizar que estos cumplan con lo estipulado en estas especificaciones. Toda la documentación del proceso de aseguramiento de la calidad debe ser entregado como parte integral de los productos, en un documento denominado “Informe aseguramiento de calidad”. Este informe debe incluir, como mínimo, el método elegido (vuelo fotogramétrico, con avión, RPAS, imagen de satélite, etc.), los procesos implementados (puntos de apoyo en campo, enlace con la red geodésica, fotografía, etc.), los equipos usados (LiDAR, cámara digital, escáner, GNSS, estación total, etc.), y cualquier información relevante (certificados de calibración, certificaciones de insumos, entre otras).<sup>16</sup>

## 5.7 VALIDACIÓN Y OFICIALIZACIÓN DE PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS

Las ortoimágenes y MDT que se generen como instrumentos oficiales deben ser entregadas al IGAC, para ser validadas y oficializadas, conforme a lo establecido en la Resolución 471 de 2020.

## 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POR PRODUCTO

### 6.1 ORTOIMAGEN

“Mosaico de imágenes que, mediante proyección ortogonal a una superficie de referencia, se les ha eliminado el desplazamiento debido a la inclinación del sensor y al relieve del terreno (ISO/TS 19101-2:2018)”<sup>17</sup>

La ortofoto verdadera es el producto de cartografía básica fundamental del Distrito de Medellín. Desde el año 2016 se han venido adquiriendo ortofotografías verdaderas usando el método de vuelo fotogramétrico, en consecuencia, se establece que para los productos

<sup>16</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 1421 (15, Septiembre, 2021). Por la cual se establecen las condiciones de validación técnica y oficialización de productos cartográficos básicos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C., 2021.

<sup>17</sup> Geographic information –Reference model-Part2:Imagery

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 <b>Alcaldía de Medellín</b> <small>Dirección de</small> <small>Ciencia, Tecnología e Innovación</small>
Versión. 1		

adquiridos mediante este método no serán admisibles ortofotos tradicionales y solo se admitirán ortofotos verdaderas, con el propósito de mantener la calidad y comparabilidad de la información.

La ortoimagen verdadera se obtiene con base en un modelo digital de la superficie verdadera del terreno, más el modelo digital de edificios. Las ortoimágenes convencionales presentan deformaciones en dirección radial desde el centro, mientras que en las ortoimágenes verdaderas, se corrigen adicionalmente la situación de los objetos que sobresalen de la superficie del terreno como edificios, puentes, viaductos, vegetación, etc.

En una ortoimagen convencional, la base de los edificios debe estar en su posición real, por eso se utiliza el MDT, sin embargo, los techos de los edificios estarán desplazados (ortoimagen convencional).

Una ortoimagen verdadera es aquella en la que la base y el techo del edificio se encuentran en su posición real, para lo cual se deberá disponer de un Modelo Digital de Superficie (MDS).<sup>18</sup>

### 6.1.1 Estructura e integridad de la ortoimagen

La ortoimagen debe cumplir con la resolución espacial, espectral y radiométrica que se indica a continuación:

**“Resolución espacial:** Unidad mínima de representación de un elemento en terreno sobre la imagen, normalmente conocido como GSD (Ground Sample Distance). La resolución espacial de una ortoimagen está estrechamente relacionada con el tamaño del pixel de las imágenes insumo. Las resoluciones espaciales del producto ortoimagen, son las siguientes”<sup>19</sup>:

<sup>18</sup> EcuRed. Ortofotos [sitio web]. [Consultado: 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Ortofotograf%C3%ADa>

<sup>19</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 197 (27, Enero, 2022). Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia D.C.2022.

Tabla 5. Tamaño máximo de pixel para ortoimágenes.

Producto	GSD (cm)
«Orto5» <sup>20</sup>	«8» <sup>21</sup>
Orto10	10
Orto20	20
Orto50	50

Fuente: Adaptado de la Resolución 197 de 2022 Distrito de Medellín.

“El tamaño de pixel puede ser menor que el indicado en la tabla 5, pero en ningún caso debe superar el valor establecido, de lo contrario no se cumple con la resolución espacial requerida”.<sup>22</sup>

Las escalas recomendadas para la adquisición de productos para el Área del Distrito de Medellín se establecen en 1:2000 para la zona urbana y 1:5000 para la zona rural, lo anterior no excluye que se adquieran escalas más detalladas de acuerdo con el objeto del estudio.

**Resolución espectral:** Representa el número de bandas que puede captar un sensor según el rango definido por los valores de longitud de onda en el espectro electromagnético. Las ortoimágenes deben contar con mínimo 3 bandas RGB (Rojo, Verde Azul) del espectro, sin perjuicio de la inclusión de bandas adicionales de acuerdo con el alcance del proyecto.

**Resolución radiométrica:** Corresponde a la cantidad de niveles digitales recibidos por el sensor, y su capacidad de discriminar entre pequeñas variaciones en la radiación que capta. Usualmente se expresa como número de bits. Las ortoimágenes bajo el alcance de esta especificación deben cumplir con una resolución radiométrica mínima de 8 bits por pixel en cada banda, sin que se limite la posibilidad de contar con valores superiores en este producto.<sup>23</sup>

## 6.2 CALIDAD DE LA ORTOIMAGEN

La Ortoimagen debe cumplir, como mínimo, con los siguientes niveles de conformidad establecidos:

<sup>20</sup> Alcaldía de Medellín, requisitos de contratación de ortoimágenes 2016 y 2019

<sup>21</sup> Ibid

<sup>22</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución471 (14, Mayo, 2020)

<sup>23</sup> Ibid

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrato de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

### 6.2.1 Totalidad

“Este elemento evalúa el cubrimiento del área de la ortoimagen y su relación con respecto al área que se proyectó realizar, en función del límite del proyecto”<sup>24</sup>.

En la tabla 6 se presentan los criterios para la evaluación del Elemento Omisión.

Tabla 6. Subelemento Omisión

Campo de aplicación	
Alcance	Conjunto de datos
Evaluación de calidad	
Elemento	Omisión
Medida	7
Identificador	
Nombre	Ítem ausente
Medida básica de calidad	Indicador de error
Definición de la medida básica	Indicador que muestra la omisión de área en el conjunto de datos con relación al área que debería haber estado presente.
Tipo de valor	Real
Método de evaluación	
Tipo de método de evaluación	Directo externo
Descripción del método de evaluación	Verificar que el área total del proyecto esté cubierta por el archivo ráster objeto de inspección. Para tal fin, desplegar el archivo geográfico correspondiente al límite del proyecto y el de la ortoimagen, o los bloques u hojas que lo conforman. Cuando el producto tenga una distribución por bloques u hojas se debe garantizar un solape entre los mismos de mínimo 2 píxeles.

<sup>24</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 529 (05, Junio, 2020). Por medio de la cual se modifica la Resolución 471 de 2020 “Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia D.C.2020.

«En el caso de que la ortofoto verdadera sea adquirida por el método de vuelo fotogramétrico, se deben adquirir 100m más a su alrededor.»<sup>25</sup>

Si se identifica un área faltante, tal como se observa en la imagen 1, determinar su valor en hectáreas, haciendo uso de herramientas de medición de los softwares GIS.

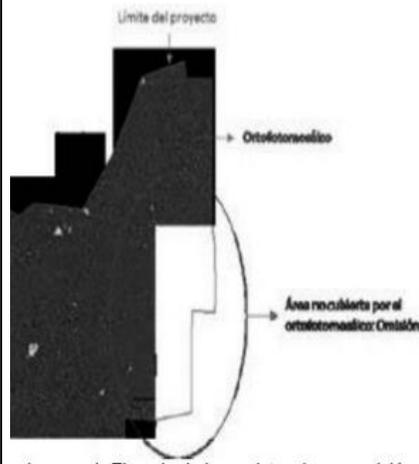


Imagen 1. Ejemplo de inconsistencia por omisión

Así mismo, si se presentan afectaciones como nubes y/o sombras, entre otros, definir el área afectada en hectáreas.

Totalizar el área omitida (AO), sumando las áreas faltantes con respecto al límite del proyecto (cuando tales áreas no tienen justificación) y las áreas que presentan afectaciones (nubes, sombras, huecos, etc.). Luego comparar el área omitida (AO) con el total del límite del proyecto (ALP) y calcular el porcentaje de omisión así:

$$P = (AO / ALP) * 100$$

En donde:

P: corresponde al porcentaje de omisión.

AO: Área omitida.

ALP: Área límite del proyecto evaluado.

<sup>25</sup> Alcaldía de Medellín.

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 <b>Alcaldía de Medellín</b> <small>Distrito de</small> <small>Ciencia, Tecnología e Innovación</small>
Versión. 1		

Fuente de referencia	ISO 19157:2013 Geographic Information – Data Quality
Resultado	
Nivel de conformidad	Si el área omitida es mayor o igual al 3%, el conjunto de datos NO es conforme.  Se acepta este porcentaje de omisión, siempre y cuando el área afectada no impida la identificación de elementos básicos del territorio, tales como construcciones, hidrografía, vía, cerca y manzanas.
Unidad de valor	Porcentaje

Fuente: Resolución 529 de 2020.

## 6.2.2 Exactitud absoluta de posición

“Representa la diferencia entre la posición medida en el producto y la que se considera como verdadera, obtenida de una fuente de mayor a la exactitud posicional del producto final”<sup>26</sup>.

«Con el propósito de que los productos similares que posee el Distrito de -Medellín sean comparables con los nuevos productos adquiridos, se establece que la época de procesamiento para las coordenadas y la imagen debe realizarse en época 1995.4. »<sup>27</sup>

En la tabla 7 se presentan los criterios para la evaluación del Elemento Exactitud absoluta de posición horizontal.

Tabla 7. Elementos Exactitud absoluta de posición

Campo de aplicación	
Alcance	Conjunto de datos
Evaluación de calidad	
Elemento	Exactitud absoluta de posición horizontal
Medida	
Identificador	39 (Adaptación)
Nombre	Error Medio Cuadrático (RMSEr)

<sup>26</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI Resolución197 (27, Enero, 2022)

<sup>27</sup> Alcaldía de Medellín, requisitos de contratación de ortoimágenes 2016 y 2019

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrto de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

Medida básica de calidad	No aplica															
Definición de la medida básica	Determina el error entre un conjunto de datos planimétricos medidos en la ortoimagen contra el conjunto de datos de control.															
Tipo de valor	Real															
Método de evaluación																
Tipo de método	Directo externo															
Descripción del método de evaluación	<p>Verificar la medida de exactitud posicional para el componente horizontal, es decir coordenadas norte y este. Para garantizar en esta medida, un nivel de confianza del 95%, establecer las tolerancias indicadas en la siguiente Tabla, donde el cálculo del error medio cuadrático en posición debe ser igual o menor al valor reportado de acuerdo al GSD del mosaico.</p> <p>Tabla. Exactitud de posición absoluta según GSD ortoimagen</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>GSD (m)</th> <th>RMSEr (m)</th> <th>Exactitud horizontal confianza 95% (m)*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>«0,08»<sup>28</sup></td> <td>«0,24»<sup>29</sup></td> <td>«0,42»<sup>30</sup></td> </tr> <tr> <td>0,1</td> <td>0,3</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>0,2</td> <td>0,6</td> <td>1,04</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>1,5</td> <td>2,60</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Valores de EC95 iguales a 1,73*RMSEr (Fuente: ASPRS<sup>31</sup>)</p> <p>Realice la inspección sobre todo el conjunto de datos. Tenga en cuenta que cualquier insumo que se utilice para la validación de este elemento, debe cumplir con una precisión al menos tres veces mejor que el producto objeto de validación.</p> <p>Dependiendo del área a evaluar y GSD del proyecto, defina una cantidad de puntos (ver anexo 1), y distribúyalos sobre el área de cubrimiento del mosaico, comparando las coordenadas planimétricas.</p>	GSD (m)	RMSEr (m)	Exactitud horizontal confianza 95% (m)*	«0,08» <sup>28</sup>	«0,24» <sup>29</sup>	«0,42» <sup>30</sup>	0,1	0,3	0,52	0,2	0,6	1,04	0,5	1,5	2,60
GSD (m)	RMSEr (m)	Exactitud horizontal confianza 95% (m)*														
«0,08» <sup>28</sup>	«0,24» <sup>29</sup>	«0,42» <sup>30</sup>														
0,1	0,3	0,52														
0,2	0,6	1,04														
0,5	1,5	2,60														

<sup>28</sup> Alcaldía de Medellín

<sup>29</sup> Ibid

<sup>30</sup> Ibid

<sup>31</sup> ASPRS-American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (Sociedad Americana de Fotogrametría y Percepción Remota)

	<p>A partir de la disponibilidad y precisión, priorice los insumos para validación del elemento exactitud de posición, siempre que cumplan con la exactitud requerida así:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Puntos de control terrestre y/o chequeos específicos para el proyecto.</li> <li>b) Puntos de control terrestre y/o chequeo perteneciente al consolidado del IGAC, llevados a la época del proyecto.</li> <li>c) Mosaicos de mejor resolución espacial, aprobadas y validadas.</li> <li>d) Cartografía validada y oficializada.</li> </ul> <p>Los puntos extraídos deben estar "bien definidos" en el contexto de la resolución de la imagen y características que están presentes. Un punto bien definido representa una posición horizontal conocida con un alto grado de precisión, además de ser fácilmente visible, preferible a piso, de fuente independiente y de precisión tres veces mayor, si no fue medido directamente. Tenga precaución de no elegir edificios que representen desplazamiento vertical, en todo caso los puntos seleccionados deben estar referidos a cota terreno.</p> <p>Haga uso de software SIG que le permita llevar a cabo la comparación, mediante la ubicación espacial de los puntos tanto en el mosaico como en el insumo (al menos tres veces más preciso). Para los casos a) y b) donde el insumo de comparación lo constituyen los puntos de control terrestre y/o chequeo medidos en campo, se requieren los listados de coordenadas.</p> <p>Las características mínimas que deben incluir son el mismo origen de proyección o sistema de referencia del producto que se va a validar, coordenadas ajustadas para la época (Para puntos del consolidado del IGAC) y sus hojas descriptivas. Con esta información, determinar el error medio cuadrático en X y Y, así:</p> $RMSE_x = \sqrt{\frac{(X_{datosi} - X_{controli})^2}{n}}$
--	--

	$RMSE_y = \sqrt{\frac{(Y_{datosi} - Y_{controli})^2}{n}}$ <p>En donde:</p> <p><math>X_{datos}</math>, <math>Y_{datos}</math> es la coordenada horizontal del punto de control en el conjunto de datos;</p> <p><math>X_{control}</math>, <math>Y_{control}</math> es la coordenada horizontal del punto de control en una fuente de mayor exactitud posicional.</p> <p><math>n</math> es el número de puntos de control<sup>32</sup>. Recuerde que el valor de <math>n</math> está en función del área a evaluar y GSD del proyecto.</p> <p>Por último, aplique el estimador:</p> $RMSE_r = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2}$
Fuente de referencia	Adaptada de la ISO 19157:2013 Geographic Information-Data Quality.
Resultado	
Nivel de conformidad	Si el estimador RMSE <sub>r</sub> y Exactitud horizontal de confianza al 95% es menor o igual a los valores establecidos según el GSD en la tabla (Exactitud de posición absoluta según GSD ortoimagen), el conjunto de datos es CONFORME.
Unidad de valor	Metros

Fuente: Adaptada de la Resolución 197 de 2022.

### 6.2.3 Consistencia lógica

“Grado de adherencia a las reglas lógicas de la estructura de datos, de los atributos y de las relaciones”<sup>33</sup>.

En la tabla 8 se presentan los criterios para la evaluación del Elemento Consistencia del mosaico.

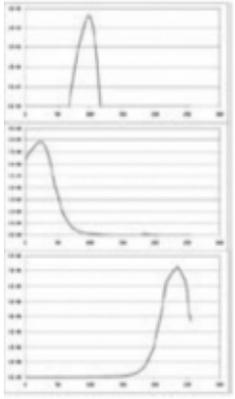
<sup>32</sup> Son puntos de coordenadas (x,y,z) con una exactitud posicional definida.

<sup>33</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI Resolución 529 (05, Junio, 2020).

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Departamento de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

Tabla 8. Elemento Consistencia del mosaico.

Campo de aplicación			
Alcance	Conjunto de datos		
Evaluación de calidad			
Elemento	Consistencia del mosaico		
Identificador	No aplica	No aplica	No aplica
Nombre	Existencia de elementos empalmados	Porcentaje de área con distorsión.	Porcentaje de área con desbalance radiométrico.
Medida básica de calidad	No aplica	No aplica	No aplica
Definición de la medida básica	Cantidad de elementos que no tienen continuidad en imágenes sucesivas durante su fusión o mosaico.	Porcentaje de área que presenta distorsión frente al área del mosaico	Porcentaje de área que presenta cambios bruscos de tonalidad, contraste, brillo y/o color en zonas uniformes.
Tipo de valor	Real	Real	Real
Método de evaluación			
Tipo de método	Directo interno	Directo interno	Directo interno
Descripción del método de evaluación	A partir de una revisión visual del mosaico sobre el 100% del conjunto de datos, verificar que no se presenten diferencias iguales o mayores a 2 pixel en los elementos del mosaico en su área de cubrimiento y con respecto a imágenes colindantes.	A partir de una revisión visual del mosaico sobre el 100% del conjunto de datos, verificar que no existan distorsiones geométricas de los objetos, según la naturaleza de los mismos. Por ejemplo, presencia de arrastre de elementos, deformaciones y errores groseros.  En caso de encontrar distorsiones, generar	Para examinar la presencia de cambios fuertes de tonalidad, contraste, brillo y/o color en zonas uniformes, emplear el histograma para obtener un primer indicio.  Si observa en el histograma un desvío significativo con respecto a una distribución normal, puede significar que existe un bajo contraste en la imagen, o altos o bajos niveles de grises que

		<p>un archivo geográfico con la demarcación del área y cuantifíquela, para posteriormente calcular su proporción con respecto al área del producto.</p> <p>Las distorsiones pueden ser verificadas haciendo uso de las imágenes fuentes.</p>	<p>hacen que exista alto brillo o baja luminosidad.</p> <p>Ejemplo de histogramas que en algunos casos pueden indicar errores radiométricos:</p>  <p>Imagen 2. Histogramas.</p> <p>Luego de haber realizado el análisis de histograma, y a partir de una revisión visual del 100% del mosaico, verificar que no existan zonas con saturación, subsaturación, cambios bruscos en la tonalidad, contraste, brillo, color, no generados por características propias de los elementos e insumos y verificar aplicando ajustes de ecualización de histogramas.</p>
--	--	--	---

Fuente de referencia

Resultado

Nivel de conformidad	Si el conjunto de datos presenta	Si el conjunto de datos presenta valores	Si el conjunto de datos presenta valores iguales o
----------------------	----------------------------------	--	--

	elementos con diferencias iguales o mayores a 2 pixeles, el producto NO es conforme.	iguales o inferiores al 1% del área inspeccionada, el producto es CONFORME.  Las distorsiones no deben afectar la interpretación, geometría y forma del elemento.	inferiores al 1% del área inspeccionada, el producto es CONFORME.  Las condiciones de contraste, color, brillo y/o saturación no deben afectar la interpretación, geometría y forma del elemento.
Unidad de valor	No aplica	Porcentaje	No aplica

Fuente: Resolución 529 de 2020.

### 6.3 PRODUCTOS A ENTREGAR Y GESTIÓN DE ARCHIVOS

Los productos a entregar, se indican en la tabla 9 y tabla 10, en la que se incluyen además de los productos definidos en la Resolución 1421 de 2021, algunos requeridos por la Alcaldía:

Tabla 9. Productos a entregar Ortoimágenes

Recurso	Requisito	Formatos
Ortoimagen «y Ortoimagen Verdadera» <sup>34</sup>	Tipo de representación: raster	TIFF (GeoTIFF, sin compresión, ILED 512) y «ECW» <sup>35</sup>
	“Metadato ISO19115/19139 según el documento “DE-GINF0-033 Guía para la creación y administración de metadatos” y deben ser entregados en formato XML.” <sup>36</sup>	*.XML
	Cubrimiento del área correspondiente a la ortoimagen. Sólo aplica en caso de haber	*.PRJ o *.BLK.

<sup>34</sup> Alcaldía de Medellín

<sup>35</sup> Ibid

<sup>36</sup> Alcaldía de Medellín

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

Recurso	Requisito	Formatos
Bloques aerotriangulados y archivos de ajuste (Aplica si la cartografía se generó a partir de bloques fotogramétricos aerotriangulados)	usado como insumo fotografías aéreas o imágenes estereoscópicas.	
	Archivo de ajuste a la aerotriangulación o ajuste en formato de texto plano.	*.TXT o *.CSV.
Reporte de ajuste de las trayectorias (Aplica en el caso de uso de datos <i>Laser Imaging Detection and Ranging - LIDAR</i> )	Informe de ajuste del post-procesamiento de las trayectorias.	*PDF
Imagen fuente	Imágenes satelitales o fotografías aéreas digitales.	*.TIFF o *.AUX
	Metadato propio del sensor.	*.XML o *.JSON
Modelo Digital de Superficie	Archivo raster fuente para el proceso de ortorrectificación de ortomágenes verdadera.	TIFF (GeoTIFF de 32 bits número real de tipo float, sin compresión)
	Metadato ISO19115/19139 según actualización vigente.	*.XML
Nube de puntos (Si aplica)	Únicamente para los MDT elaborados con tecnología LIDAR.	*.LAS *.LAZ
Puntos de control terrestre	Archivo geográfico con las coordenadas de puntos de control terrestre utilizados en el proceso de elaboración del producto, en «los sistemas de referencia definidos en el numeral 5.1» <sup>37</sup> y en alturas ortométricas.	*.SHP o *.KML o *.JSON o *.GPKG
	Hojas descriptivas en las que se incluya como mínimo: coordenadas de los puntos, sistema de referencia y proyección, fecha de posicionamiento, alturas del objeto, tipo y altura del equipo, municipio, departamento, fotografías de perfil y de	*.PDF

<sup>37</sup> Alcaldía de Medellín.

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

Recurso	Requisito	Formatos
	planta donde se vea el contexto del objeto y el punto levantado.	
	Reportes de cálculo, datos RINEX de rastreo y efemérides precisas.	*.PDF *.O, *.N, *.G *.SP3
Puntos de comprobación	Archivo geográfico con las coordenadas de puntos de control terrestre adicionales a los utilizados en el proceso de elaboración del producto, en «los sistemas de referencia definidos en el numeral 5.1.» <sup>38</sup> y en alturas ortométricas.	*.SHP o *.KML o *.JSON o *.GPKG
	Hojas descriptivas en las que se incluya como mínimo: coordenadas de los puntos, sistema de referencia y proyección, fecha de posicionamiento, alturas del objeto, tipo y altura del equipo, municipio, departamento, fotografías de perfil y de planta donde se vea el contexto del objeto y el punto levantado.	*.PDF
	Reportes de cálculo, datos RINEX de rastreo y efemérides precisas.	*.PDF *.O, *.N, *.G *.SP3
Límite del proyecto	Límite del proyecto. Se deben tener en cuenta los elementos importantes del paisaje, de manera que no se corte o elimine alguno.	*.SHP o *.KML o *.JSON o *.GPKG
Zonas de afectación (Si aplica)	Archivo con zonas de cubrimiento de nubes, y superficies con pendientes mayores a 45 grados.	*.SHP o *.KML o *.JSON o *.GPKG

Fuente: Resolución 1421 e 2021

<sup>38</sup> Ibid.

### 6.3.1 Estructura de entrega Ortoimágenes

Las ortoimágenes deben entregarse bajo la siguiente organización, considerando lo establecido en la norma.

- Una carpeta general llamada “Orto”
- Tres (3) subcarpetas que corresponden a los recursos o insumos del producto a validar:

Tabla 10. Estructura de entrega de archivos Ortoimágenes.

	<b>Estructura subcarpetas</b>	<b>Contenido</b>	<b>Ejemplo</b>
1	OrtoGSD(cm)_CODIGOMUNICIPAL_FECHADEINSUMO	Almacenará el producto a validar con su respectivo metadato.	Orto10_05001_20220605
2	OrtoGSD(cm)_Insumos_CODIGOMUNICIPAL_FECHADEINSUMO	Información principalmente de los insumos utilizados para la generación del producto y delimitación del proyecto.	Orto10_Insumos_05001_20200605
3	OrtoGSD(cm)_Calidad_CODIGODANE_FECHADEINSUMO	Espacio para almacenar todo los documentos y evidencias del proceso de aseguramiento y control de calidad realizado al producto.	Orto10_Calidad_11001_20200605

Fuente: Resolución 1421 de 2021

## 7 MODELO DIGITAL DEL TERRENO

### 7.1 MODELO DIGITAL DEL TERRENO

El Modelo Digital de Terreno representa un conjunto de datos de valores que se asignan algorítmicamente a coordenadas bidimensionales, que incorpora la elevación de las características topográficas importantes en el terreno. Su propósito es la representación de la superficie terrestre y generación de datos altimétricos.

Los modelos tienen una estructura de almacenamiento de grilla cuyo espaciado vendrá condicionado por su resolución. El MDT puede ser generado a partir de cualquier procedimiento, siempre que cumpla con las medidas de calidad <sup>39</sup>

Las especificaciones que se definen a continuación aplican para productos con los niveles de detalle descritos en la tabla 11.

Tabla 11. Nivel de detalle Modelos Digitales del Terreno.

Denominación de producto	Denominación de producto	Modelos Digitales de Terreno Grilla/Malla (m)
«Carto500» <sup>40</sup>	«MDT0,5» <sup>41</sup>	«0,5» <sup>42</sup>
Carto1000	MDT1	1
Carto2000	MDT2	2
Carto5000	MDT5	5

Fuente: Tomado de la Resolución 197 de 2002, para las escalas aplicables por el Distrito de Medellín.

## 7.2 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MDT

Para la evaluación de la calidad del conjunto de datos serán considerados los siguientes elementos de calidad:

### 7.2.1 Totalidad

“Este elemento evalúa el cubrimiento del área generada del modelo digital de terreno y su relación respecto al área que se proyectó realizar”<sup>43</sup>.

<sup>39</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución471 (14, Mayo, 2020).

<sup>40</sup> Alcaldía de Medellín.

<sup>41</sup> Ibid.

<sup>42</sup> Ibid.

<sup>43</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI Resolución 529 (05, Junio, 2020).

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Departamento de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

En la tabla 12 se presentan los criterios para la evaluación del Elemento Omisión.

Tabla 12. Subelemento Omisión

Campo de aplicación	
Alcance	Conjunto de datos
Evaluación de calidad	
Elemento	Omisión
Medida	
Identificador	7
Nombre	Ítem ausente
Medida básica de calidad	Indicador de error
Definición de la medida básica	Indicador que muestra la omisión de área en el conjunto de datos con relación al área que debería haber estado presente.
Tipo de valor	Real
Método de evaluación	
Tipo de método de evaluación	Directo externo
Descripción del método de evaluación	<p>Verificar que el área total del proyecto esté cubierta por el archivo ráster. Para tal fin, desplegar el archivo geográfico correspondiente al límite del proyecto y el del modelo digital de terreno o los bloques que lo conforman, cuando el producto tenga una distribución por bloques, se debe garantizar un solape entre los mismos de mínimo 2 píxeles.</p> <p>Si identifica un área faltante, determinar el área en hectáreas que fue omitida haciendo uso de herramientas de medición que dispone el software GIS.</p> <p>Totalizar el área omitida (AO), sumando las áreas faltantes con respecto al límite del proyecto (cuando tales áreas no tienen justificación) contra el total del límite del proyecto (ALP) y calcular el porcentaje de omisión, así:</p> $P = (AO / ALP) * 100$

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 <b>Alcaldía de Medellín</b> <small>Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación</small>
Versión. 1		

	En donde:  P: corresponde al porcentaje de omisión. AO: Área omitida. ALP: Área límite del proyecto evaluado.
Fuente de referencia	ISO 19157:2013 Geographic Information – Data Quality
<b>Resultado</b>	
Nivel de conformidad	Si el área omitida es mayor o igual al 3%, el conjunto de datos NO es conforme.
	Se acepta este porcentaje de omisión, siempre y cuando, el área de omisión no afecte la representación del terreno en elementos tales como hidrografía, vías y zonas de cambio de pendiente.
Unidad de valor	Porcentaje

Fuente: Resolución 529 de 2020.

## 7.2.2 Exactitud absoluta de posición

“Representa la diferencia entre la posición medida en el producto final y la que se considera como verdadera, obtenida de una fuente más precisa. La exactitud vertical es la principal medida de calidad de los MDT”<sup>44</sup>.

En la tabla 13 se presentan los criterios para la evaluación del Elemento Exactitud absoluta de posición vertical.

Tabla 13. Elemento exactitud de posición vertical

Campo de aplicación	
Alcance	Conjunto de datos
Evaluación de calidad	
Elemento	Exactitud absoluta de posición vertical
Medida	
Identificador	39
Nombre	Error Medio Cuadrático (RMSEr)

<sup>44</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI Resolución 197 (27, Enero, 2020).

Medida básica de calidad	No aplica															
Definición de la medida básica	Determina el error entre los valores de altura medidos en el modelo digital de terreno contra el conjunto de puntos de control de mayor precisión.															
Tipo de valor	Real															
Método de evaluación																
Tipo de método de evaluación	Directo externo															
Descripción del método de evaluación	<p>Verificar la medida de exactitud posicional para el componente vertical, es decir los valores de altura (z). Para garantizar en esta medida, un nivel de confianza del 95%, establecer las tolerancias indicadas en la siguiente Tabla, donde el cálculo del error medio cuadrático debe ser igual o menor al valor reportado de acuerdo con el espacio Grilla/Malla.</p> <p>Tabla. Exactitud vertical según producto.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Producto</th> <th>RMSEz (m)</th> <th>Exactitud Vertical confianza 95% (m)*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>«MDT 0,5»<sup>45</sup></td> <td>«0,15»<sup>46</sup></td> <td>«0,3»<sup>47</sup></td> </tr> <tr> <td>MDT1</td> <td>0,3</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>MDT2</td> <td>0,6</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>MDT5</td> <td>1,5</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Valores de EC95 iguales a <math>1,96 \cdot RMSEz</math> que han sido aproximados <math>2 \cdot RMSEz</math> para obtener valores más generales.</p> <p>Realizar la inspección sobre todo el conjunto de datos. Tenga en cuenta que cualquier insumo que se utilice para la validación de este elemento, debe cumplir con una precisión al menos tres veces mejor que el producto objeto de validación.</p> <p>Dependiendo del área a evaluar y espaciado de Grilla/Malla del proyecto, defina una cantidad de puntos (Ver Anexo1), y distribúyalos sobre el área de cubrimiento en zonas alejadas de cambios bruscos de pendiente líneas de ruptura,</p>	Producto	RMSEz (m)	Exactitud Vertical confianza 95% (m)*	«MDT 0,5» <sup>45</sup>	«0,15» <sup>46</sup>	«0,3» <sup>47</sup>	MDT1	0,3	0,6	MDT2	0,6	1,2	MDT5	1,5	3
Producto	RMSEz (m)	Exactitud Vertical confianza 95% (m)*														
«MDT 0,5» <sup>45</sup>	«0,15» <sup>46</sup>	«0,3» <sup>47</sup>														
MDT1	0,3	0,6														
MDT2	0,6	1,2														
MDT5	1,5	3														

<sup>45</sup> Alcaldía de Medellín.

<sup>46</sup> Ibid

<sup>47</sup> Ibid

comparando las coordenadas verticales con el insumo más preciso.

A partir de la disponibilidad y precisión, priorizar los insumos para validación del elemento exactitud de posición, así:

Puntos de control terrestre y/o chequeo específico para el proyecto.

Puntos de control terrestre y/o chequeo perteneciente al consolidado del IGAC, llevados a la época del proyecto.

Cartografía validada y oficializada de mayor precisión.

Se recomienda hacer uso de software GIS que le permita llevar a cabo la comparación, mediante la ubicación espacial de los puntos de chequeo en el MDT o en el insumo (al menos tres veces más preciso). Para los casos a y b, dónde el insumo de comparación lo constituyen los puntos de control terrestre y/o chequeo medidos en campo, se requieren los listados de coordenadas.

Las características mínimas que deben incluir son el mismo origen de proyección o sistema de referencia del producto que se va a validar, coordenadas ajustadas para la época (Para puntos del consolidado del IGAC) y sus hojas descriptivas.

Con esta información, evaluar la altura de un punto obtenido del modelo digital de terreno contra el valor que se considera como verdadero, así:

$$RMSE_Z = \sqrt{\frac{\sum (Z_{datosi} - Z_{controli})^2}{n}}$$

En donde:

$Z_{datosi}$  es la coordenada vertical del punto de control en el conjunto de datos.

$Z_{controli}$  es la coordenada vertical del punto de control en una fuente de mayor exactitud posicional.

$n$  es el número de puntos de control<sup>48</sup>

<sup>48</sup> Son puntos de coordenadas (x,y,z) con una exactitud posicional definida.

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

	El valor de n está en función del área a evaluar y el espaciado de grilla/malla del proyecto.
Fuente de referencia	ISO 19157:2013 Geographic Information-Data Quality.
Resultado	
Nivel de conformidad	Si el estimador RMSEz y Exactitud Vertical confianza al 95% es menor o igual a los valores establecidos según la tabla Exactitud vertical según producto, el conjunto de datos es CONFORME.
Unidad de valor	Metros

Fuente: Resolución 197 de 2022.

### 7.2.3 Consistencia lógica.

“Grado de adherencia a las reglas lógicas de la estructura de los datos, atributos y/o relaciones”<sup>49</sup>

En la tabla 14 se presentan los criterios para la evaluación del Elemento Consistencia Conceptual.

Tabla 14. Elemento Consistencia Conceptual

Campo de aplicación	
Alcance	Conjunto de datos
Evaluación de calidad	
Elemento	Consistencia conceptual
Medida	15 (Adaptado)
Identificador	
Nombre	Conformidad del valor
Medida básica de calidad	Indicador de corrección
Definición de la medida básica	Indicador que el modelo digital de terreno cumple con el espaciado horizontal del mismo para la grilla/malla considerada.

<sup>49</sup> COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI Resolución 529 (05, Junio, 2020) Op. Cit.

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Dentro de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

Tipo de valor	Booleano (verdadero indica que el ítem no es conforme con el valor)															
Método de Evaluación																
Tipo de método	Directo interno															
Descripción del método de evaluación	Mediante el uso de software de procesamiento, revisar el espaciado máximo de grilla del MDT según el producto de acuerdo con lo establecido en la siguiente tabla, y hacer búsqueda de valores atípicos y nulos.  Tabla. Espaciado del MDT Grilla/Malla <table border="1" data-bbox="706 703 1230 934"> <thead> <tr> <th>Descripción del método de evaluación</th> <th>de</th> <th>Espaciado máximo de Grilla/Malla(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>«MDT0,5»</td> <td></td> <td>«0,5»</td> </tr> <tr> <td>MDT1</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>MDT2</td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>MDT5</td> <td></td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción del método de evaluación	de	Espaciado máximo de Grilla/Malla(m)	«MDT0,5»		«0,5»	MDT1		1	MDT2		2	MDT5		5
Descripción del método de evaluación	de	Espaciado máximo de Grilla/Malla(m)														
«MDT0,5»		«0,5»														
MDT1		1														
MDT2		2														
MDT5		5														
Fuente de referencia	Adaptado de la ISO 19157 Geographic Information – Data Quality															
Resultado																
Nivel de conformidad	Si el valor del espaciado del MTD es superior a lo establecido en la tabla Espaciado del MDT Grilla/Malla para cada producto, o contiene valores atípicos o nulos, el resultado es VERDADERO, por tanto, el conjunto de datos NO es conforme.															
Unidad de valor	Verdadero/Falso															

Fuente: Resolución 197 de 2022

### 7.3 PRODUCTOS A ENTREGAR Y GESTIÓN DE ARCHIVOS

Los productos a entregar, se indican en la tabla 15 y 16, en la que se incluyen además de los productos definidos en la Resolución 1421 de 2021, los demás requeridos por la Alcaldía:

Tabla 15. Productos Modelo Digital del Terreno (MDT)

Recurso	Requisito	Formatos
Modelo Digital de Terreno	Tipo de representación: raster. El pixel debe ser entero con signo.	TIFF (GeoTIFF de 32 bits número real de tipo float, sin compresión)

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación          de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno          (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín <small>Dirección de          Ciencia, Tecnología e Innovación</small>
Versión. 1		

Recurso	Requisito	Formatos
	Metadato ISO19115/19139 según actualización vigente.	*.XML
Nube de puntos <i>(Si aplica)</i>	Únicamente para los MDT elaborados con tecnología LIDAR.	*.LAS *.LAZ
Puntos de control terrestre	Archivo geográfico con las coordenadas de puntos de control terrestre utilizados en el proceso de elaboración del producto, en el sistema de referencia MAGNASIRGAS /Origen Nacional y en alturas ortométricas.	*.SHP o *.KML o *.JSON o *.GPKG
	Hojas descriptivas en las que se incluya como mínimo: coordenadas de los puntos, sistema de referencia y proyección, fecha de posicionamiento, alturas del objeto, tipo y altura del equipo, municipio, departamento, fotografías de perfil y de planta donde se vea el contexto del objeto y el punto levantado.	*.PDF
	Reportes de cálculo, datos RINEX de rastreo y efemérides precisas.	*.PDF *.O, *.N, *.G *.SP3
Puntos de comprobación	Archivo geográfico con las coordenadas de puntos de control terrestre adicionales a los utilizados en el proceso de elaboración del producto, en el sistema de referencia MAGNASIRGAS /Origen Nacional y en alturas ortométricas.	*.SHP o *.KML o *.JSON o *.GPKG
	Hojas descriptivas en las que se incluya como mínimo: coordenadas de los puntos, sistema de referencia y proyección, fecha de posicionamiento, alturas del objeto, tipo y altura del equipo, municipio, departamento, fotografías de perfil y de planta donde se vea el contexto del objeto y el punto levantado.	*.PDF

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrto de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

Recurso	Requisito	Formatos
	Reportes de cálculo, datos RINEX de rastreo y efemérides precisas.	*.PDF *.O, *.N, *.G *.SP3
Zonas de afectación (Si aplica)	Archivo con zonas con cubrimiento de nubes y superficies con pendientes mayores a 45 grados	*.SHP o *.KML o *.JSON o *.GPKG
Límite del proyecto	Límite del proyecto. Se deben tener en cuenta los elementos importantes del paisaje, de manera que no se corte o elimine alguno.	*.SHP o *.KML o *.JSON o *.GPKG

Fuente: Resolución 1421 de 2021

### 7.3.1 Estructura de entrega MDT

Los MDT deben entregarse bajo la siguiente organización:

- Una carpeta general llamada “MDT”
- Tres (3) subcarpetas que corresponden a los recursos o insumos del producto a validar:

Tabla 16. Estructura de entrega de archivos MDT

Estructura subcarpetas		Contenido	Ejemplo
1	MDTGrilla(m)_CODIGOMUNICIPIODANE_FECHADEINSUMO	Almacenará el producto a validar con su respectivo metadato.	MDT1_05002_20191223
2	MDTGrilla(m)_Insumos_CODIGOMUNICIPIODANE_FECHADEINSUMO	Información principalmente de los insumos utilizados para la generación del producto y delimitación del proyecto.	MDT1_Insumos_05002_20191223
3	DTGrilla(m)_Calidad_CODIGOMUNICIPIODANE_FECHADEINSUMO	Espacio para almacenar todo los documentos y evidencias del proceso de aseguramiento y control de calidad realizado al producto.	MDT1_Calidad_05002_20191223

Fuente: Resolución 1421 de 2021

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 <b>Alcaldía de Medellín</b> <small>Distrito de</small> Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

## 8 OTRAS CONSIDERACIONES

En cuanto a las imágenes que sean capturadas con Drones, se debe considerar lo dispuesto en las reglamentaciones de la Aeronáutica Civil que rigen su operación. Actualmente está la Resolución No 04201 del 28 de diciembre de 2018 del Ministerio de Transporte, la cual fue adscrita a los reglamentos Aeronáuticos de Colombia como el Apéndice 13 del RAC 91 “OPERACIONES DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS –UAS”<sup>50</sup>

Esta reglamentación establece los requisitos de operación de vuelo de UAS/Drones, detalla condiciones, limitaciones y responsabilidades para evitar posibles accidentes en vuelo.

Al momento de adquirir imágenes con Drones se deben considerar las normas mencionadas, las que las complementen y/o modifiquen, así como las demás normas que sean expedidas.

---

<sup>50</sup> COLOMBIA.AÉRONAUTICA CIVIL Unidad Administrativa Especial. ABECÉ reglamentación manejo de Drones en Colombia, 2022.

Cód. DE-GINF-xxx	Documento específico <b>DE-GINF Especificaciones Técnicas para la generación de Ortoimágenes y Modelos Digitales del Terreno (MDT)</b>	 Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación
Versión. 1		

## REFERENCIAS

COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 471 (14, Mayo, 2020). Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia. Bogotá D.C., 2020.

COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 529 (05, Junio, 2020). Por medio de la cual se modifica la Resolución 471 de 2020 “Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia”. Bogotá D.C., 2020.

COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 370 (16, Junio, 2021). Por medio de la cual se establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia Bogotá D.C., 2021.

COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 1421 (15, Septiembre, 2021). Por la cual se establecen las condiciones de validación técnica y oficialización de productos cartográficos básicos y se dictan otras disposiciones” Bogotá D.C., 2021.

COLOMBIA.INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Resolución 197 (27, Enero, 2022). Por medio de la cual se modifica la Resolución 471 y 529 de 2020 “Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia” Bogotá D.C., 2022.

AÉRONAUTICA CIVIL Unidad Administrativa Especial. (25 de Agosto de 2022). ABECÉ reglametración y manejo de Drones en Colombia. Colombia.

## ANEXOS

### Anexo 1 Número de puntos de chequeo

Nivel de detalle	Área mínima (ha)	Área máxima (ha)	Cantidad de Puntos
GSD 0,1m 1:1000		Menor a 6400	20
GSD 0,2m 1:2000	6401	8000	22
	8001	9600	26
	9601	11200	29
	11201	12800	32
	12801	14400	35
	14401	20000000	38
GSD 0,5m/1:5000	47000	77000	20

Fuente: Tomado de Resolución 197 de 2022.

Para la escala 1:500 se debe evaluar conjuntamente con el proveedor la incorporación puntos adicionales a los requeridos para la escala 1:1000 de acuerdo con el área de estudio a capturar.