



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MÉXICO**



FACULTAD DE GEOGRAFÍA

**”Uso de drones y fotogrametría para la mejora del
catastro en el estado México”**

MEMORIA DE EXPERIENCIA LABORAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**LICENCIADO EN CIENCIAS GEOINFORMATICAS
GENRACION 2005-2010**

PRESENTA
ALEJANDRO BECERRIL SOLANO

DIRECTORA
DRA. Xanat Antonio Némiga

REVISORAS
**M. T. E. Sandra Lucía Hernández Zetina
Dra. En G. y D.G. Dolores Magaña Lona**

Octubre 2025

INDICE

CAPITULO 1. DEFINICIONES Y NORMATIVIDAD CATASTRAL.....	4
MARCO NORMATIVO DEL CATASTRO.....	5
Nivel federal.....	5
Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos.....	5
Nivel estatal.....	6
Código financiero del Estado de México y Municipios.....	6
Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México y Municipios.....	9
Nivel municipal.....	14
Normatividad Y Conceptos Vuelos con Dron.....	14
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.....	15
Requerimientos generales de operación.....	15
CAPITULO 2. DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN CON MUNICIPIOS Y ORGANISMOS AUXILIARES (DVMOA).....	17
Funciones de los puestos de la Subdirección de Enlace Operativo.....	23
El convenio y Beneficios a los Municipios.....	31
CAPITULO 3. EXPERENCIA LABORAL COMO GEOINFORMATICO EN EL PROCESO DE ACTUALIZACION CATASTRAL.....	32
Investigación en campo.....	33
Captura de la información.....	37
Experiencia del geoinformatico en la actualización catastral.....	40
Metodología para la obtención de insumos Aéreos con Dron.....	50
Ortomosaico.....	50
Orientación de las fotografías.....	50
Puntos de control.....	52
Nube de Puntos Densa.....	55
Modelo Digital Elevación.....	56
ORTOMOSAICO.....	57
MODELADO 3D.....	60
Conclusiones.....	62
Referencias.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 1. Clasificación de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia	15
Imagen 2. Organigrama de la Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares	20
Imagen 3. Diagrama Proceso de Actualización.....	32
<i>Imagen 4. Foto frente de predio.....</i>	<i>34</i>
Imagen 5. Tabla de atributos y propiedades de Layer.....	35
Imagen 6. Construcción vista con Ortomosaico.....	36
Imagen 7. Construcción vista con modelo 3D.....	36
Imagen 8. Cuadro de Acciones de limpieza Topológica.....	37
Imagen 9. Layout propio de LA Dirección de Vinculación.....	38
Imagen 10. Cedula de Investigación Catastral.....	39
Imagen 11. Delimitación de Polígono de trabajo.....	41
Imagen 12. Tabla de excel para registro de predios municipales.....	42
Imagen 13. Plan de Vuelo.....	43
Imagen 14. Zona de vuelo en KMZ.....	44
Imagen 15. Visualización de kml en aplicación DH Mobile	45
Imagen 16. Creación del Plan de Vuelo en DH Mobile	45
Imagen 17. Renombrado de Fotografías.....	46
Imagen 18. Aplicación Power Toys.....	46
Imagen 19. Geotiquetado.....	47
Imagen 20. Geoetiquetado visto en AutoCAD.....	48
Imagen 21. Depuración en AutoCAD.....	48
Imagen 22. Convertir DWG a SHP.....	49
<i>Imagen 23. Visual Basic en Excel.....</i>	<i>49</i>
Imagen 24. Agisoft Metashape.....	50
Imagen 25. Orientación de Fotografías.....	51
<i>Imagen 26. Nube de Puntos.....</i>	<i>52</i>
Imagen 27. Puntos de Control.....	53
Imagen 28. Coordenadas de los Puntos de Control.....	53
Imagen 29. Importar coordenadas.....	54
Imagen 30. Marcadores de Puntos de Control.....	54
Imagen 31. Nube de Puntos Densa.....	55
Imagen 32. Parámetros.....	55
Imagen 33. Nube de Puntos Densa.....	56
Imagen 34. MDE.....	56
Imagen 35. Creación de Ortomosaico.....	57
Imagen 36. Resultado Ortomosaico.....	58
Imagen 37. GeoTiff.....	58
Imagen 38. Visualización en CAD.....	59
Imagen 39. Visualización en SIG.....	59
Imagen 40. Proceso.....	60
Imagen 41. Modelo de Teselas.....	61
Imagen 42. Visualización del modelo de teselas.....	61

CAPITULO 1. DEFINICIONES Y NORMATIVIDAD CATASTRAL

En este capítulo se presenta el marco conceptual que permite comprender la relevancia del catastro, impuesto predial y la normatividad que impulsa el fortalecimiento de la hacienda pública.

Catastro

Jo Henssen(1995) define el catastro como: “Un sistema de información parcelario con registros sobre la tierra y descripciones geométricas de las mismos, así como de sus construcciones”

“Sistema de información territorial cuyo propósito es integrar, conservar y tener actualizado el padrón catastral que contiene los datos técnicos y administrativos de un inventario analítico de los inmuebles ubicados en el estado de México” Art 168 título quinto del catastro, capitulo primero de las disposiciones generales

Actividad Catastral

Según el Código Financiero del Estado de México y Municipios (Art. 168, Título Quinto, Capítulo Primero), la actividad catastral se define como “el conjunto de acciones que permiten integrar, conservar y mantener actualizado el inventario analítico con las características cualitativas y cuantitativas de los inmuebles inscritos en el padrón catastral del Estado”.

Manzana catastral: “La delimitación del terreno por vialidades y límites físicos, en polígono cerrado, conforme al número y dimensión de los predios que se localizan en ella; está representada por los dígitos sexto a octavo de la clave catastral” Art 168 título quinto del catastro, capitulo primero de las disposiciones generales

MARCO NORMATIVO DEL CATASTRO.

Nivel federal

En primera instancia, a nivel federal la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, quien es la que rige a nivel nacional las leyes del catastro con los siguientes artículos.

Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos.

Artículo 36.- Son obligaciones del ciudadano de la República:

Fracción I: Inscribirse en el catastro de la municipalidad, manifestando la propiedad que el mismo ciudadano tenga, la industria, profesión o trabajo de que subsista; así como también inscribirse en el Registro Nacional de Ciudadanos, en los términos que determinen las leyes.

(Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos, art 36, fracc. I)

Artículo 115.- Los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes:

Fracción IV: Los municipios administraran libremente su hacienda, la cual formara de los rendimientos de los bienes que les pertenezcan, así como de las contribuciones y otros ingresos que las legislaturas establezcan a su favor, y en todo caso” (Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos).

Los artículos anteriores son de suma importancia ya que obliga a los ciudadanos a inscribirse al catastro y aportar sus contribuciones de predial.

(Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos, art 115, fracc. IV)

Nivel estatal

El gobierno estatal cuenta con su propia normatividad con los siguientes artículos:

[Código financiero del Estado de México y Municipios.](#)

Artículo 107.- Están obligadas al pago del Impuesto Predial las personas físicas y jurídicas colectivas que sean propietarias o poseedoras, según se trate, de inmuebles en el Estado.

Los propietarios y poseedores a que se refiere el párrafo anterior deberán calcular anualmente el impuesto predial a su cargo y manifestarlo, en el mismo formato utilizado para determinar y declarar el valor catastral de sus inmuebles.

(Código Financiero de los Estados Unidos Mexicanos, art 107)

Artículo 110.- Cuando se modifiquen los valores catastrales de los inmuebles, el impuesto que resulte de aplicar el nuevo valor, se pagará a partir del bimestre siguiente a la fecha de su modificación. En los casos en que se realice alguna modificación de la superficie de terreno o construcción, así como de la tipología de construcción, conforme a lo manifestado por el contribuyente o verificado por la autoridad fiscal, ésta podrá proceder al cobro de las diferencias que resulten aplicables, considerando las actualizaciones del valor catastral del ejercicio que corresponda, así como de los 5 ejercicios fiscales anteriores.

Artículo 112.- El pago del impuesto se efectuará en una sola exhibición durante los meses de enero, febrero y marzo, cuando su importe sea hasta de seis veces el valor diario de la Unidad de Medida y Actualización vigente.

(Código Financiero de los Estados Unidos Mexicanos, art 112)

Artículo 171.- Los Ayuntamientos y las autoridades catastrales municipales, además de las atribuciones que este Código y otros ordenamientos les confieran en materia catastral, tendrán las facultades y obligaciones siguientes:

Fracción VI. Integrar, conservar y mantener actualizados los registros gráfico y alfanumérico de los inmuebles ubicados en el territorio del municipio. (Código Financiero de los Estados Unidos Mexicanos, art 171)

Artículo 170. Además de las atribuciones que otros ordenamientos le confieran en materia de información e investigación catastral, el IGECEM tendrá las siguientes: incisos 1 al 15.

(Código Financiero de los Estados Unidos Mexicanos, art 170)

Artículo 174. El IGECEM emitirá la normatividad para la elaboración de la representación gráfica, que permita la localización geográfica e identificación de los inmuebles.

Los límites municipales y estatales, representados en los registros gráficos del IGECEM, son de carácter administrativo, por lo tanto, no generan derechos para el o los territorios de que se trate.

(Código Financiero de los Estados Unidos Mexicanos, art 174)

Artículo 175. Los propietarios o poseedores de inmuebles, independientemente del régimen jurídico de propiedad, ubicados en territorio del Estado, incluyendo las Dependencias y Entidades Públicas, están obligados a inscribirlos ante la unidad de catastro municipal correspondiente, mediante manifestación catastral que presenten de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de este Título y al procedimiento establecido en el Manual Catastral, en los formatos y modalidades autorizados por el IGECEM, precisando las superficies del terreno y de la construcción, su ubicación y uso de suelo, si es a título de propietario o poseedor y demás datos solicitados, exhibiendo la documentación requerida para estos efectos.

(Código Financiero de los Estados Unidos Mexicanos, art 175)

Artículo 175 Bis. Cuando se modifique la superficie de terreno o de construcción, cualquiera que sea la causa, los propietarios o poseedores de esos inmuebles deberán declarar ante la autoridad catastral municipal dichas modificaciones, mediante manifestación catastral que presenten en los formatos autorizados.

Cuando se fusione, subdivida, lotifique, re lotifique, o se produzca una lotificación en condominio o conjunto urbano de un inmueble, mediante autorización que emita la autoridad competente, es necesario actualizar los datos técnicos, administrativos y el valor en el padrón catastral municipal y en su caso, asignar claves e inscribirlos; para tal efecto, los propietarios deberán declarar ante el Ayuntamiento, las modificaciones generadas, mediante manifestación catastral que presenten dentro de los treinta días siguientes a la fecha en que se haya otorgado la autorización correspondiente.

En el caso de lotificaciones en condominio y conjuntos urbanos, previamente a la autorización correspondiente, se requiere un avalúo catastral del inmueble o inmuebles que conforman el proyecto que será practicado y emitido por el IGCEM o por especialista en valuación inmobiliaria con registro vigente expedido por el propio Instituto, como soporte técnico a los requerimientos señalados en el Manual Catastral.

(Código Financiero de los Estados Unidos Mexicanos, art 175 Bis)

Artículo 176.- En los casos en que el valor catastral haya sido modificado por la actualización de las Tablas de Valores Unitarios de Suelo y Construcciones, publicadas en el Periódico Oficial, será obligación de los propietarios o poseedores de inmuebles, durante los tres primeros meses posteriores a dicha publicación, el verificar y realizar las aclaraciones pertinentes relacionadas con el valor catastral, ante la unidad de catastro municipal, mediante manifestación que presenten en los formatos y modalidades autorizados o a través de un avalúo catastral practicado y emitido por el IGCEM o por especialista en valuación inmobiliaria con registro vigente expedido por el propio Instituto.

(Código Financiero de los Estados Unidos Mexicanos, art 176)

Artículo 177.- La autoridad catastral municipal está facultada para constatar la veracidad de los datos declarados en la manifestación catastral por los propietarios o poseedores de inmuebles, mediante la realización de los estudios técnicos catastrales que sean necesarios. Cuando no fuese presentada la manifestación, y hayan sido detectadas modificaciones en los inmuebles, la autoridad catastral municipal podrá requerir a los propietarios o poseedores que proporcionen los datos, documentos e informes de los inmuebles; y realizar levantamientos topográficos, investigaciones en campo y demás actividades catastrales.

(Código Financiero de los Estados Unidos Mexicanos, art 176)

[Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México y Municipios.](#)

Artículo 24.- El Catastro Municipal, está facultado para inscribir a todos los inmuebles ubicados dentro de su respectiva jurisdicción territorial, para tal efecto, los propietarios o poseedores deberán presentar su manifestación en los términos que establece el artículo 175 del Código, para su registro e integración en el padrón catastral municipal.

(Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México, art 24)

Artículo 25.- La manifestación catastral deberá emitirse por duplicado y contener como mínimo, los siguientes datos:

- I. Clave catastral del inmueble.
- II. Nombre del propietario o poseedor.
- III. Clave única de Registro de Población (CURP).
- IV. Ubicación del inmueble.
- V. Domicilio para oír y recibir notificaciones.
- VI. Superficie del terreno.
- VII. Superficie de la construcción.
- VIII. En caso de condominio, superficies comunes de terreno y construcción, así como el indiviso.
- X. Uso y destino.

X. Reserva, provisión, en su caso si cuenta con hipoteca y embargo.

XI. Régimen jurídico de la propiedad o posesión.

(Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México, art 25)

Artículo 26.- Para la inscripción inicial de un inmueble en el padrón catastral municipal, el Catastro Municipal asignará la clave catastral conforme a la estructura determinada en la fracción I del artículo 179 del Código y en todo caso atenderá a los lineamientos y procedimientos establecidos en el Manual Catastral.

(Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México, art 26)

Artículo 30.- En caso de que los propietarios o poseedores de inmuebles en los territorios municipales no se presenten a inscribirlos o no manifiesten su valor o las modificaciones de terreno o construcción, en los términos indicados para tal efecto en el Capítulo Tercero del Título Quinto del Código, el Catastro Municipal deberá requerirlos para que presenten la manifestación catastral correspondiente y en caso de omisión, deberá realizar los estudios técnicos necesarios que le permitan obtener la información requerida para inscribir los inmuebles en el padrón catastral municipal, determinar su valor catastral y actualizar sus datos técnicos y administrativos, conforme lo establece el Capítulo Cuarto de este Reglamento.

(Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México, art 30)

Artículo 31.- El IGCEM deberá actualizar el padrón catastral del Estado, conforme a lo siguiente:

I.-La cartografía vectorial catastral a nivel manzana, anualmente, con base en las modificaciones que generen y propongan los Ayuntamientos, integradas conforme a los procedimientos establecidos para estos efectos en el Manual Catastral...

II.-Recopilar mensualmente, la base de datos del padrón catastral municipal, a través del Sistema de Información Catastral, realizando los procesos necesarios para la integración de la información de la totalidad de los municipios del Estado, emitiendo los reportes estadísticos que reflejen la actualización realizada por el Catastro Municipal...

(Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México, art 31)

Artículo 33.- La integración y actualización de los registros gráfico y alfanumérico a que se refiere la fracción VI del artículo 171 del Código, el Catastro Municipal las realizará en los siguientes términos:

I.- Tratándose de la cartografía vectorial catastral a nivel predio, deberá actualizar en medio digital, las modificaciones derivadas de las manifestaciones catastrales de los propietarios o poseedores, así como de los trabajos técnicos que realice para detectar los cambios que se operen en los inmuebles y que por cualquier concepto alteren los datos contenidos en el padrón catastral municipal, conforme a los lineamientos y procedimientos establecidos para estos efectos en el Manual Catastral.

II. Respecto al registro alfanumérico, deberá capturar en el Sistema de Información Catastral las actualizaciones y movimientos que se generen por las modificaciones indicadas en la fracción anterior, debiendo ejecutar los procesos de valuación y registro histórico de los movimientos.

(Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México, art 33)

Artículo 34.- Procede la actualización de los registros alfanumérico y gráfico del padrón catastral municipal, cuando se presenten los siguientes supuestos:

I. El propietario o poseedor de un inmueble detecte errores en los datos técnicos o administrativos capturados en los registros catastrales.

II. El Catastro Municipal detecte que los datos técnicos o administrativos manifestados por los propietarios o poseedores de inmuebles no correspondan a sus características físicas.

III. El Catastro Municipal detecte a un inmueble no inscrito en su padrón catastral.

IV. El propietario o poseedor de un inmueble no manifieste su valor catastral.

V. Los propietarios o poseedores de inmuebles no manifiesten las modificaciones a las superficies de terreno o construcción, derivadas de lo siguiente:

a) Fusión.

b) Subdivisión.

c) Lotificación o relotificación.

d) Cambio de uso del suelo.

e) Ejecución de obras de construcción, reconstrucción, ampliación o demolición de edificaciones en el inmueble.

f) Afectación por la ejecución de obra pública.

g). Afectación por hechos geológicos o hidrometeorológicos o antropogénicos.

h). Restricción de aprovechamiento del terreno.

(Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México, art 34)

Artículo 36.- En los casos que se presente cualquiera de los supuestos establecidos en las fracciones II a V del artículo 34 de este Reglamento, el Catastro Municipal iniciará el procedimiento de actualización mediante notificación dirigida al propietario o poseedor del inmueble, debidamente fundada y motivada con los hechos o circunstancias que la sustentan, en términos del Código de Procedimientos Administrativos del Estado de México, otorgando un plazo de quince días hábiles a efecto de que conteste lo que a su derecho convenga, corrija la omisión, presente la manifestación o un avalúo catastral practicado por el IGCEM o por especialista en valuación inmobiliaria con registro vigente expedido por el propio Instituto.

(Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México, art 36)

Artículo 37.- Cuando el Catastro Municipal detecte que existen modificaciones en las características físicas de los inmuebles respecto a los datos técnicos manifestados por sus propietarios o poseedores, o que algún inmueble no esté inscrito en el padrón catastral municipal, los Ayuntamientos estarán facultados para ordenar inspecciones en el domicilio donde se ubique el inmueble y la realización de acciones de verificación física, levantamientos topográficos catastrales o investigación predial, mediante notificación debidamente fundada y motivada, en la que se indiquen la fecha y hora en que se llevará a cabo la diligencia, su objeto y alcance, así como los nombres de las personas designadas para realizarla, apegándose estrictamente a lo dispuesto por el Código de Procedimientos Administrativos del Estado de México, debiendo instrumentar el acta circunstanciada de los hechos.

(Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México, art 38)

Artículo 38.- En caso de no atenderse las notificaciones o no se permita la realización de las diligencias a que se refieren los artículos 36 y 37 del presente Reglamento, el Catastro Municipal procesará las actualizaciones a los registros gráfico y alfanumérico del padrón

catastral municipal con los elementos de que disponga o investigue de manera indirecta, y comunicará estas determinaciones a los propietarios o poseedores y a la autoridad fiscal municipal correspondiente, dentro de los quince días hábiles siguientes a la fecha en que haya fenecido el término otorgado por la autoridad municipal en la notificación o se haya presentado la oposición a la práctica de la diligencia.

(Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México, art 38)

Nivel municipal.

Las normas que regulan al catastro a nivel municipal son las siguientes:

Ley Orgánica Municipal del Estado de México.

Ley de ingresos Municipales del estado de México.

Los Bandos Municipales.

Normatividad Y Conceptos Vuelos con Dron.

Para poder comenzar el siguiente capítulo es importante establecer definiciones base de los insumos finales.

Fotogrametría

“Es una técnica que consiste en la medición de objetos y entornos tridimensionales mediante la captura de gran cantidad de fotografías (georreferenciadas) con alta resolución sobre una zona en específica y técnicas de procesamiento de las mismas imágenes. Las fotografías superpuestas permiten calcular por triangulación las elevaciones de la superficie generando una imagen 3d del relieve a partir de imágenes 2d, lo que permite elaborar mapas precisos, modelos de edificios y estructuras” <https://www.youtube.com/watch?v=1Hf8WiuC3T4>

Ortofoto

Según el Instituto geográfico nacional (2017) “una ortofoto es la imagen corregida sin distorsiones que representa el terreno cartográficamente” Instituto Geográfico Nacional (IGN). (2017). *Ortofotografía*. Ministerio de Fomento, España. Recuperado de: <https://www.ign.es/web/ign/portal/ortofotografia>

“La ortofoto digital es la base cartográfica la cual está integrada por información territorial, que combina el detalle de la fotografía y la precisión geométrica” (López-Trigal, 2009).

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-107-SCT3-2019 (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2019), que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) en el espacio aéreo mexicano; entre las que establece que:

“Todo operador de RPAS que pretenda operar en espacio aéreo mexicano, debe dar cumplimiento a la presente Norma Oficial Mexicana, con base al peso máximo de despegue y uso del RPA, de conformidad con la siguiente tabla:”

Imagen 1. Clasificación de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia

PESO MÁXIMO DE DESPEGUE		USO	Cumplimiento al Numeral de la presente Norma Oficial Mexicana
Igual o menor a 2 Kg	RPAS Micro	Recreativo	4.10, 4.11 y 5.1.
		Privado No comercial o Comercial	4.10, 4.11, 5.1, 5.2 y 8*
Mayor a 2 kg y hasta 25 Kg	RPAS Pequeño	Recreativo	4.10, 4.11 y 6.1.
		Privado No comercial o Comercial	4.10, 4.11, 6.2 y 8*
Mayor a 25 kg	RPAS Grande	Recreativo	4.10, 4.11 y 7.1.
		Privado No comercial o Comercial	4.10, 4.11, 7.2 y 8*

Fuente: Diario Oficial 2019, Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Requerimientos generales de operación.

4.10.1. El piloto debe operar el RPAS a una distancia de separación de al menos 9.2 Km (5 MN) de cualquier aeródromo.

Nota: Los aeródromos son todos los descritos en Apéndice “I” Informativo de la presente Norma Oficial Mexicana y todos los que se encuentran listados en el archivo “Base de datos de Aeródromos y Helipuertos” vigente, publicado en el sitio de internet de la SCT/DGAC, que tengan en la columna “situación” de la hoja de Excel, el estatus de vigente.

4.10.2. El piloto debe operar el RPAS a una distancia de separación de al menos 0.900 Km (0.5 MN) de cualquier helipuerto.

Nota: Los helipuertos son todos los que se encuentran listados en el archivo “Base de datos de Aeródromos y Helipuertos” vigente, publicado en el sitio de internet de la SCT/DGAC. Que tengan en la columna “situación” de la hoja de Excel, el estatus de vigente.

4.10.3. El piloto del RPAS no debe dejar caer y/o arrojar (aunque tenga paracaídas) objetos o materiales que puedan causar daño a cualquier persona o propiedad.

(Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2019, NOM-107-SCT3-2019, Diario Oficial de la Federación)

CAPITULO 2. DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN CON MUNICIPIOS Y ORGANISMOS AUXILIARES (DVMOA).

En el mes de enero de 2012, la Dirección General de Recaudación se creó, en marzo del mismo año, la Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares y mediante una reforma al Reglamento Interior de la Secretaría de Finanzas. El objetivo y las funciones son mencionadas en el Manual General de Organización de la Secretaría de Finanzas, Apartado VII, Objetivo y funciones por unidad administrativa 20703001080000L. Estas se describen a continuación:

OBJETIVO: Coordinar, supervisar y evaluar la integración e implementación de mecanismos, estrategias, programas, políticas y procedimientos que permitan promover y potenciar la recaudación de las contribuciones, aprovechamientos y productos en términos de los convenios suscritos en la materia, así como participar en los procesos administrativos y de información interinstitucional, municipal y con organismos auxiliares.

FUNCIONES:

- Establecer, normar y controlar, en materia de su competencia, los programas de recaudación tributaria.
- Diseñar, en coordinación con las unidades administrativas competentes, en materia de su competencia, las formas oficiales de avisos, requerimientos, declaraciones y demás documentos requeridos por las disposiciones fiscales.
- Presentar los programas de trabajo, dictámenes, opiniones, estudios, informes y demás documentos que les sean solicitados por la o el Titular de la Dirección General de Recaudación para su aprobación, así como a los municipios y a los organismos auxiliares, a efecto de obtener y propiciar la colaboración inmediata de los mismos.
- Dirigir, supervisar, controlar y evaluar las funciones y actividades en materia de modernización tributaria, mediante la suscripción de convenios de colaboración administrativa entre el Gobierno del Estado de México, los municipios y organismos auxiliares.

- Promover, en materia de su competencia, la instrumentación de sistemas de información y generar reportes gerenciales dirigidos a los mandos directivos, a los municipios y/u organismos auxiliares, que incluyan el flujo estadístico de recaudación, contribuyentes omisos, emisiones de requerimientos, valuaciones catastrales, cobro coactivo, conciliación de ingresos y retroalimentación de los padrones de las entidades involucradas.
- Proponer, gestionar y validar ante la Dirección de Desarrollo de Sistemas e Informática, el desarrollo de aplicaciones y herramientas para la modernización y sistematización de procesos administrativos y tributarios, así como su modificación y mantenimiento permanente.
- Analizar y mejorar los procesos administrativos y de flujo de información interinstitucional y municipal, en coordinación con autoridades estatales y municipales.
- Retroalimentar a los municipios con la información referente a sus padrones de catastro, contribuyentes omisos y viceversa.
- Modificar y actualizar permanentemente los padrones centrales y de impuesto predial, a petición de los municipios.
- Proponer y establecer mecanismos, estrategias, programas, políticas y procedimientos, en materia de su competencia, que permitan incrementar la captación de la recaudación de las contribuciones, aprovechamientos y productos en los términos de los convenios suscritos para tales efectos.
- Brindar asesoría a las y los contribuyentes para su registro de alta en el padrón catastral, manifestación catastral, declaraciones de pago de contribuciones, entre otros, así como para su llenado.
- Integrar, operar y mantener actualizado, en materia de su competencia, el Sistema Integral de Ingresos del Gobierno del Estado de México (SIIGEM), en relación con los registros de contribuyentes en el ámbito estatal, así como de aquellos derivados de los convenios suscritos con los municipios y organismos auxiliares.
- Recibir y requerir a las y los contribuyentes conforme a las disposiciones legales, los avisos, declaraciones y demás documentación que acredite el

cumplimiento de sus obligaciones fiscales estatales y municipales de los convenios suscritos al efecto.

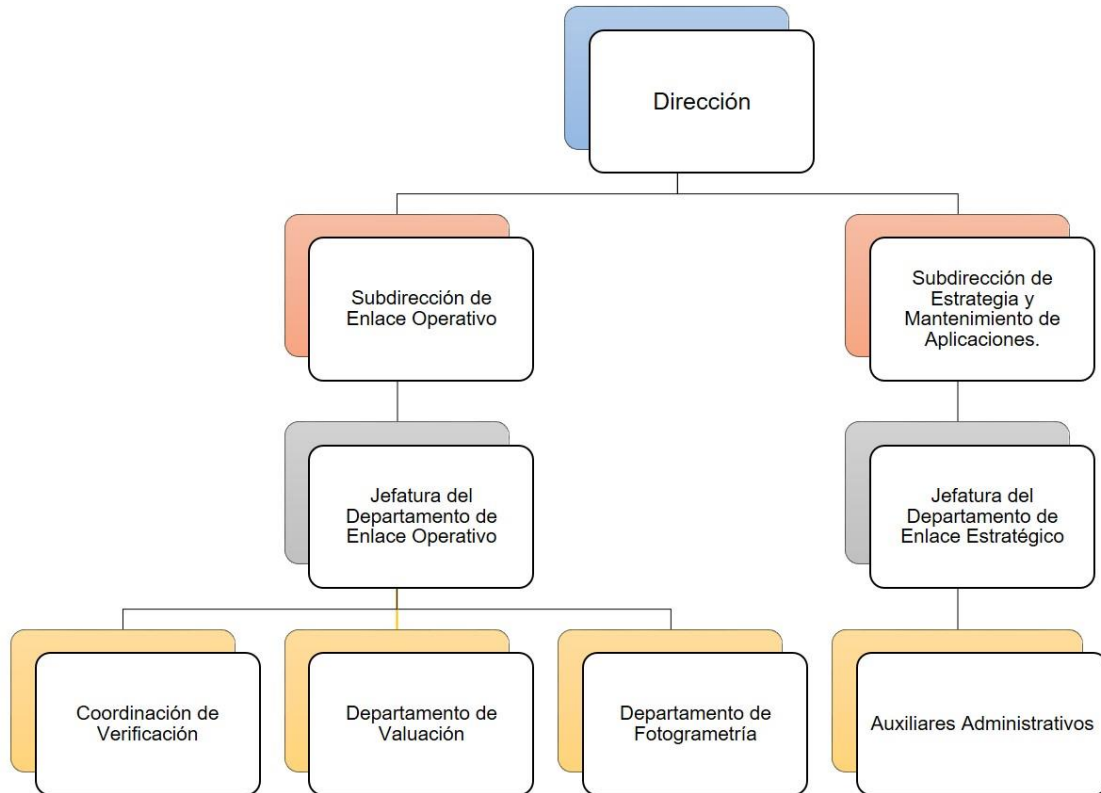
- Determinar los créditos fiscales por la omisión de pago del impuesto predial a cargo de las y los contribuyentes o de las personas que de acuerdo con la ley son responsables solidarios, fijarlos en cantidad líquida e imponer las sanciones que correspondan por las infracciones a las disposiciones fiscales; así como la remisión de los expedientes de créditos fiscales a la Dirección de Administración de Cartera, para su prosecución legal.
- Recibir las solicitudes de aclaración que presenten las y los contribuyentes para que se tramiten y resuelvan en tiempo y forma.
- Regular, coordinar, evaluar y supervisar las actividades de las y los verificadores y notificadores que le sean adscritos y de terceros habilitados para realizar notificaciones.
- Habilitar a terceros para que realicen notificaciones de actos administrativos emitidos en el ejercicio de las facultades conferidas por las disposiciones fiscales.
- Intervenir a petición de la Procuraduría Fiscal, en los juicios y demás asuntos de carácter legal, en los que sea parte o tenga conocimiento, con motivo de la ejecución de las funciones que tiene encomendadas.
- Recibir de los municipios el padrón de contribuyentes en rezago, para requerirlos el pago de contribuciones omitidas, conforme a las disposiciones legales aplicables en la materia.
- Atender las solicitudes de información sobre recaudación que realicen las diversas dependencias estatales, organismos auxiliares y/o municipios.
- Promover la suscripción de convenios con los municipios de la Entidad en materia de impuesto predial y con organismo auxiliares, en cumplimiento a lo dispuesto por la Ley de Ingresos de los Municipios.
- Desarrollar las demás funciones inherentes al área de su competencia.

(Manual General de Organización de la Secretaría de Finanzas, 2012, Apartado VII)

Subdirección de Enlace Operativo.

Una de las funciones es incrementar e inscribir más municipios al Convenio de colaboración administrativa en materia hacendaria para la recaudación y fiscalización del impuesto predial y sus accesorios legales para incrementar su recaudación de impuestos mediante la actualización catastral. En siguiente Organigrama se muestra su estructura.

Imagen 2. Organigrama de la Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares



Fuente: Elaboración Propia Basado en la Estructura Organizacional 2025.

Funciones de la subdirección:

- Proponer y vigilar los programas de recaudación tributaria, así como los que se requieran en el desarrollo de las funciones de la Dirección.
- Proponer y establecer mecanismos, estrategias, programas, políticas y procedimientos que permitan promover e incrementar la captación de la recaudación tributaria en el Estado, así como de las contribuciones, aprovechamientos y productos en los términos de los convenios suscritos para tales efectos.
- Actualizar y operar el Sistema Integral de Ingresos del Gobierno del Estado de México (SIIGEM), así como colaborar en la determinación del contenido de los programas electrónicos relacionados con las actividades que desarrolla la Dirección.
- Colaborar con las unidades administrativas competentes en el diseño de las formas oficiales de los avisos, requerimientos, declaraciones y demás documentos requeridos por las disposiciones fiscales y en su caso, aprobarlas.
- Regular, coordinar, evaluar y supervisar la actividad de los coordinadores de verificación catastral, verificadores y del personal que le sea asignado.
- Proporcionar asistencia y orientación al contribuyente, de manera personalizada, vía telefónica y electrónica, así como fomentar el cumplimiento voluntario y oportuno de las obligaciones fiscales.
- Elaborar proyecto de respuesta a las consultas que formulen los contribuyentes en situaciones reales y concretas, sobre la aplicación de las disposiciones fiscales.
- Coadyuvar en la implementación y vigilancia de los sistemas de información y reportes que permitan el flujo de información estadística de recaudación, actualización y/o modificación de padrones de contribuciones municipales en los términos de los convenios suscritos al efecto.
- Presentar a su superior jerárquico y a los municipios, los planes operativos de trabajo, para obtener la colaboración inmediata de los mismos.

- Elaborar los dictámenes, opiniones, estudios, informes y demás documentos que les sean solicitados por su superior jerárquico, o los que les correspondan debido a sus atribuciones.
- Intervenir en auxilio de la Procuraduría Fiscal, en los juicios y demás asuntos de carácter legal, en los que sean parte o tengan conocimiento con motivo de la ejecución de las funciones que tienen encomendadas.
- Colaborar en la elaboración de proyectos de reformas a la legislación financiera del Estado de México, que tengan relación con las actividades que se desarrollan en la Dirección.
- Proponer a su superior jerárquico estrategias y proyectos, para agilizar los procedimientos administrativos relacionados con las materias de su competencia.
- Proponer acciones de mejora orientadas a elevar la eficiencia en el desarrollo de las actividades del personal a su cargo.
- Elaborar y mantener actualizados los manuales de procedimientos de la Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares.
- Coadyuvar y vigilar, en el ámbito de su competencia el desarrollo de las atribuciones y funciones que se deriven de los convenios y acuerdos que se celebren con los gobiernos municipales.
- Intervenir en el proceso de selección del personal que estará bajo su cargo.
- Proponer e implementar programas de capacitación dirigida al personal de los Municipios, así como de carácter interno, en temas relacionados con las actividades que desarrolla la Subdirección.
- Vigilar el correcto seguimiento a los contratos para la prestación de servicios administrativos que involucren a esta Dirección.
- Validar y participar en la elaboración del proyecto de indicadores y metas sustantivas de esta unidad administrativa.
- Orientar y dar asistencia técnica, en el ámbito de su competencia: a las instancias recaudadoras, a las dependencias y unidades administrativas que lo soliciten.

- Las demás que sean propias del encargo conferido, las que reciba por órdenes de su superior jerárquico.

Funciones de los puestos de la Subdirección de Enlace Operativo

Coordinador de Valuación catastral:

1. Desarrollar las actividades que le sean asignadas al marco del Convenio de colaboración administrativa en materia hacendaria para la recaudación y fiscalización del impuesto predial y sus accesorios legales, suscrito con los distintos Municipios de la entidad.
2. Requerir y analizar la información de cartografía lineal a nivel predio, planos de uso de suelo, así como la información relativa a la clave catastral, superficies de terreno y de construcción, valor catastral del terreno y de construcción total, proporcionada por el Municipio al que sea asignado y/o el IGECEM.
3. Realizar verificaciones catastrales tomando como base la información proporcionada por el Municipio en el padrón catastral, asentando los resultados de la verificación en el formato oficial del IGECEM.
4. Solicitar la información necesaria para el desempeño de sus funciones a las distintas unidades administrativas.
5. Revisar y analizar los datos contenidos en la carpeta manzanera del (los) municipio (s) a los que sea asignado.
6. Seleccionar zonas y/o las manzanas susceptibles de realizar la verificación catastral.
7. Seleccionar los predios sujetos a verificación catastral.
8. Delimitar y distribuir las zonas y cargas de trabajo de los verificadores.
9. Asignar periódicamente las remesas de trabajo a los verificadores con su respectivo plano de ubicación e información básica.
10. Supervisar y coordinar los operativos en campo y registro de la productividad de cada uno de los verificadores.
11. Calcular las diferencias de valor catastral e impuesto predial de los predios verificados.

12. Revisar, verificar y validar la información y documentación entregada por los verificadores.
13. Cotejar información recabada en campo por los verificadores respecto a la contenida en el plano base proporcionado por el Municipio.
14. Concentrar, integrar y clasificar la información gráfica y alfanumérica que se genere a nivel predio con las actividades desarrolladas por los verificadores catastrales.
15. En coordinación con esta Dirección, remitir la información obtenida al Municipio para que actualice el padrón catastral conforme a los procedimientos estipulados en la legislación vigente.
16. Detectar inconsistencias en predios y reportarlas al área de catastro municipal y al Departamento de Enlace Operativo de esta Dirección.
17. Coordinar operativos de notificación de cartas invitación, así como operativos de atención al contribuyente de los verificadores que le sean asignados.
18. Asesorar técnicamente a los integrantes del catastro municipal en la materia y a contribuyentes que lo requieran en el ámbito de sus funciones.
19. Elaborar reportes mensuales con los resultados de las diferencias de recaudación predial detectadas.
20. Elaborar informes, estudios, proyectos y demás documentos que le sean solicitados por la Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares.
21. Ser el enlace de comunicación entre la Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares, los verificadores catastrales y el personal del Municipio que tenga injerencia en materia catastral.
22. Las demás que le señalen otros ordenamientos legales, así como las que sean necesarias con motivo de sus funciones y las que le sean encomendadas por sus superiores jerárquicos.

Coordinador de Fotogrametría

1. Desarrollar las actividades que le sean asignadas al marco del Convenio de colaboración administrativa en materia hacendaria para la recaudación y fiscalización del impuesto predial y sus accesorios legales, suscrito con los distintos Municipios de la entidad.
2. Solicitar la información necesaria para el desempeño de sus funciones a las distintas unidades administrativas.
3. Requerir y analizar la información de cartografía lineal a nivel predio, planos de uso de suelo, así como la información relativa a la clave catastral, superficies de terreno y de construcción, valor catastral del terreno y de construcción total, proporcionada por los Municipios programados para actualización catastral y/o el IGCEM.
4. Realizar la planeación de vuelos fotogramétricos para la generación de insumos aéreos, tomando como base la información proporcionada por el Municipio.
5. Revisar y analizar los datos contenidos en la información cartográfica del (los) municipio (s) a los que sean programados para llevar a cabo la actualización catastral.
6. Solicitar y revisar antecedentes de vuelos fotogramétricos realizados en los municipios programados.
7. Seleccionar y proponer zonas y/o las manzanas susceptibles de realizar vuelos fotogramétricos.
8. Seleccionar y proponer manzanas sujetas a verificación catastral, derivado del análisis espacial que se realiza mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica.
9. Gestionar con el municipio el apoyo de seguridad pública para llevar a cabo los vuelos fotogramétricos.
10. Delimitar y distribuir las zonas y cargas de trabajo de los verificadores.

11. Supervisar y coordinar los operativos en campo.
12. Revisar, verificar y validar los insumos aéreos entregados por los verificadores.
13. Concentrar, integrar y clasificar la información obtenida mediante el VANT, que se genera a nivel de polígonos de vuelos.
14. Entregar productos terminados en tiempo y forma a los equipos de verificación catastral.

Coordinación de Valuación Catastral

1. Desarrollar las actividades que le sean asignadas al marco del Convenio de colaboración administrativa en materia hacendaria para la recaudación y fiscalización del impuesto predial y sus accesorios legales, suscrito con los distintos Municipios de la entidad.
2. Requerir y analizar la información de cartografía lineal a nivel predio, planos de uso de suelo, así como la información relativa a la clave catastral, superficies de terreno y de construcción, valor catastral del terreno y de construcción total, proporcionada por el Municipio al que sea asignado y/o en su caso el IGCEM.
3. Solicitar la información necesaria para el desempeño de sus funciones a las distintas unidades administrativas.
4. Revisar y analizar los datos contenidos en la carpeta manzanera del (los) municipio (s) a los que sea asignado.
5. Calcular las diferencias de valor catastral e impuesto predial de los predios susceptibles de actualización catastral.
6. Revisar, verificar y validar la información documental y cartográfica entregada por los verificadores y coordinadores catastrales.
7. Cotejar información recabada en campo por los verificadores respecto a la contenida en el plano base proporcionado por el Municipio.

8. Elaborar reportes de inconsistencias al trabajo realizado por los verificadores catastrales a los coordinadores.
9. Elaborar y enviar reportes mensuales con los resultados obtenidos de la revisión de información documental y cartográfica a los superiores jerárquicos.
10. Asesorar técnicamente a los integrantes de los equipos de actualización catastral en la materia y a contribuyentes que lo requieran en el ámbito de sus funciones.
11. Elaborar informes, estudios, proyectos y demás documentos que le sean solicitados por la Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares.
12. Ser el enlace de comunicación entre la Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares, los verificadores y coordinadores catastrales, y el personal del Municipio que tenga injerencia en materia catastral.
13. Desarrollar los procesos necesarios a fin de actualizar de manera masiva las claves actualizadas por la DVMOA dentro del sistema de gestión catastral municipal.
14. Las demás que le señalen otros ordenamientos legales, así como las que sean necesarias con motivo de sus funciones y las que le sean encomendadas por sus superiores jerárquicos.

Verificador

El verificador de valuación catastral labora en la Dirección de Recaudación de la Secretaría de Finanzas, cumpliendo con las siguientes funciones:

1. Desarrollar las actividades a que se refiere la cláusula segunda del Convenio de colaboración administrativa en materia hacendaria para la recaudación y fiscalización del impuesto predial y sus accesorios legales, suscrito con los distintos Municipios de la entidad.

2. Localizar e inspeccionar físicamente los predios asignados por el Coordinador.
3. Realizar una primera verificación sobre las dimensiones del predio y construcción respecto a las contenidas en su plano base e información proporcionada por los Coordinadores.
4. Realizar levantamiento de campo para cuantificar las unidades constructivas.
5. Elaborar croquis de predios con sus unidades constructivas, para detectar inconsistencias y/o en su caso inmueble sin registro.
6. Actualizar el archivo gráfico con base en lo establecido en el Manual Catastral del Estado de México
7. Llenar el formato de valuación catastral establecido por la Dirección, por cada uno de los predios que le sean asignados.
8. Llenar las cédulas de investigación catastral de los predios verificados.
9. Concentrar la información de forma pormenorizada por predio en registro gráfico y alfanumérico.
10. Entregar requerimientos y avisos de diferencias a los contribuyentes.
11. Atender al contribuyente cuando requiere una aclaración por diferencias detectadas o notificadas.
12. Notificar documentos al contribuyente.
13. Elaborar informes, estudios, proyectos y demás documentos que le sean solicitados por sus superiores jerárquicos.

Las demás que le señalen otros ordenamientos legales, así como las que sean necesarias con motivo de sus funciones y las que le sean encomendadas por sus superiores jerárquicos.

Operador de dron

El operador de dron catastral labora en la Dirección de Recaudación de la Secretaría de Finanzas, cumpliendo con las siguientes funciones:

1. Elaboración de planes de vuelo.
2. Ejecución de los vuelos con VANT en campo, de las zonas designadas por el municipio.
3. Mantenimiento y revisión de software y hardware del VANT.
4. Renombrado de fotografías aéreas.
5. Geolocalización, con entidad geométrica de tipo punto, de las fotografías aéreas capturadas con VANT.
6. Identificación de puntos de apoyo X, Y, y Z mediante coordenadas conocidas.
7. Geoprocesamiento de insumos aéreos (modelo 3D ó teselado, orto mosaico, modelo Digital de Elevaciones).
8. Revisar, verificar y validar insumos aéreos para entrega a los equipos de verificación.
9. Capacitación en el uso de herramientas SIG y CAD para los equipos de verificación catastral.
10. Propuestas de mejoras continuas para agilizar los procesos de actualización catastral.
11. Análisis espacial y representación cartográfica a nivel manzana catastral.
12. Elaborar informes, estudios, proyectos y demás documentos que le sean solicitados por sus superiores jerárquicos.
13. Las demás que le señalen otros ordenamientos legales, así como las que sean necesarias con motivo de sus funciones y las que le sean encomendadas por sus superiores jerárquicos.

Funciones del Verificador de Valuación Catastral

1. Desarrollar las actividades que le sean asignadas al marco del Convenio de colaboración administrativa en materia hacendaria para la recaudación y fiscalización del impuesto predial y sus accesorios legales, suscrito con los distintos Municipios de la entidad.
2. Analizar la información de cartografía lineal a nivel predio, planos de uso de suelo, así como la información relativa a la clave catastral, superficies de terreno y de construcción, valor catastral del terreno y de construcción total, proporcionada por el Municipio al que sea asignado y/o el IGCEM.
3. Solicitar la información necesaria para el desempeño de sus funciones a las distintas unidades administrativas.
4. Analizar los datos contenidos en la carpeta manzanera del (los) municipio (s) a los que sea asignado.
5. Calcular las diferencias de valor catastral e impuesto predial de los predios susceptibles de actualización catastral.
6. Revisar, verificar y validar la información documental y cartográfica entregada por los verificadores y coordinadores catastrales.
7. Cotejar información recabada en campo por los verificadores respecto a la contenida en el plano base proporcionado por el Municipio.
8. Elaborar reportes de inconsistencias al trabajo realizado por los verificadores catastrales a los coordinadores.
9. Elaborar y enviar reportes mensuales con los resultados obtenidos de la revisión de información documental y cartográfica a los superiores jerárquicos.
10. Elaborar informes, estudios, proyectos y demás documentos que le sean solicitados por la Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares.

11. Las demás que le señalen otros ordenamientos legales, así como las que sean necesarias con motivo de sus funciones y las que le sean encomendadas por sus superiores jerárquicos.

El convenio y Beneficios a los Municipios

La Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares (DVMOA), mediante el Convenio de colaboración administrativa en materia hacendaria para la recaudación y fiscalización del impuesto predial y sus accesorios legales, se encarga de cumplir dicho convenio y ayudar a la actualización de los padrones gráfico y alfanumérico mediante la actualización catastral de los municipios. De esta manera Potenciar y fortalecer las finanzas públicas municipales, a través del impulso a la recaudación del Impuesto Predial.

Con Fundamento en la **Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos**, que señala: “**Artículo 115** fracción I. Los municipios podrán celebrar convenios con el estado para realizar funciones relacionadas a la administración de contribuciones”. Mientras que el **Código Financiero del Estado de México establece**: “**Artículo 17**. Hace referencia que el Estado, Municipios y Organismos Autónomos. podrán celebrar convenios para la recaudación de contribuciones y administración de estos”.

Actualmente se tiene convenio con 111 municipios del estado, beneficiándose la actualización catastral; una mayor recaudación del impuesto predial, mejorando el presupuesto por concepto de participaciones federales, promover la cultura de pago de impuesto predial; hacer eficiente las formas de pago en centros autorizados o pagos en línea.

CAPITULO 3. EXPERENCIA LABORAL COMO GEOINFORMATICO EN EL PROCESO DE ACTUALIZACION CATASTRAL

El proceso de actualización catastral constituye una tarea esencial en la administración territorial, que consiste en actualizar constantemente la información del catastro para que esta refleje las características físicas de los predios. Esto es fundamental para la gestión municipal, planeación urbana y la recaudación del impuesto predial.

Según el Instituto de Estadística y Geografía, “la actualización catastral es el proceso mediante el cual se incorporan las modificaciones físicas de los predios, para que se mantenga vigente y confiable la información” Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013). *Manual de procedimientos catastrales*. México: INEGI.

En el Estado de México muchos de los catastros municipales presentan dificultades en su infraestructura, lo que dificulta la modernización y actualización de los procesos catastrales. El proceso de actualización no solamente es una obligación, también es una forma de dar y tener certeza jurídica para los propietarios. El diagrama 3 muestra las etapas del proceso de actualización. Las etapas del proceso de actualización catastral se resumen a continuación:

Imagen 3. Diagrama Proceso de Actualización.



Fuente: Elaboración Propia Basado en el proceso de Actualización Catastral de la Dirección de Vinculación.

Investigación en campo

La captación de información en campo un elemento más importante durante el proceso de actualización catastral, de esta actividad se obtendrán y documentarán los datos e información observadas en la realidad. Para identificar predios susceptibles de actualización

Se deberá localizar los predios y realizar la verificación de las dimensiones del inmueble y construcciones que ya se encuentran registradas en catastro como: Nombre del propietario, dirección y ubicación física del predio, medidas del predio frente y fondo, colindantes y forma del predio. fotografías de las unidades constructivas dentro del predio, último año de pago, así como observaciones relevantes.

Los verificadores comienzan el recorrido y si detectan alguna diferencia o inconsistencia dentro del predio; entonces comenzará a realizar las anotaciones necesarias en su plano cartográfico y/o en su impresión de sistema el verificador procederá a la toma de fotografías del frente del predio y costados del mismo. Esta información se obtiene por cada predio registrado en el inventario del municipio a si mismo se informa a la población del trabajo y beneficios del convenio. Después de obtener la información de campo es cotejada con el inventario de predios y carpeta manzanera.

En la imagen 4 se muestra el ejemplo de como el verificador debe tomar la fotografía de un frente de predio, esta foto deberá captar lo más posible las características de la construcción, para su respectiva clasificación.

Imagen 4. Foto frente de predio.



Fuente: Elaboración Propia de Trabajo de campo.

El catastro municipal se encarga de mantener el inventario analítico de los bienes inmuebles públicos, privados y sociales en el Estado de México. Los formatos digitales que en los que se trabaja son en archivos DWG y SHP.

La cartografía vectorial catastral en el nivel predio cuenta con una estructurada base de datos, que se encuentra normada en el manual catastral en el apartado VI. Por tal motivo es importante no alterar sus capas y atributos.

La imagen 5 muestra un ejemplo de los atributos y propiedades de las capas que considera la cartografía vectorial catastral, actualmente todavía se trabaja en ambiente de CAD en proceso de mudar la información a un ambiente SIG. Estas las encontramos en el Manual Catastral del Estado de México

Imagen 5. Tabla de atributos y propiedades de Layer.

Concepto/Elemento Gráfico	Nombre de layer	Representación	Tipo Línea/Texto/Ashurado	Dimensión			Color/No.
				Ancho de línea (mm)	Altura de texto (unidades de dibujo)	Inclinación del texto (" ' ")	
Límite Estatal	Lim_est	Línea	Continua	1.5			Cafe14
Límite Municipal	Lim_mun	Línea	Center2	1.5			Cafe14
Límite de Zona (1)	Zona	Línea	Fenceline 1	1.00			Amarillo 2
Código de Zona	Cod_zona	Texto	Romans		50.0		Amarillo 2
Límite de área homogénea	Área_homo	Línea	Continua	1.00			Cyan 4
Código de área homogénea (2)	Cod_ahomo	Texto	Romans		25.0		Cyan 4
Banda de Valor	B_valores	Línea	Continua	0.05			Cafe14
Código de banda de valor	Cod_b_valor	texto	Romans		12.0		Cafe14
Manzana	Manzana	Línea	Continua	0.05			Rojo 1
Número de manzana	No_manzana	Texto	Romans		8.0		Negro 7
Nomenclatura de calles	Nomen_calle	Texto	Romans		8.0		Verde3
Código de calle	Cod_calle	Texto	Romans		8.0		Blanco7
Jardines/áreas verdes/parques	Área_verde	Línea	Continua	0.05			Color 112
Camellones	Camellón	Línea	Continua	0.05			Color 40
Glorietas	Glorieta	Línea	Continua	0.05			Color 201
Nombres de Jardines/áreas verdes/parques	Nom_Jardín	Texto	Romans		8.0		Color 112
Nombres de Glorietas	Nom_glorietas	Texto	Romans		8.0		Color 201
Condominios	Condominios	Línea	Continua	0.05			Gris 8

(1) El radio del círculo al cual se integra el código de zona es de 60.0 unidades de dibujo

(2) La dimensión por lado para el hexágono del código del área homogénea es de 32.0 unidades de dibujo

Fuente: Manual catastral del Estado de México, apartado IV.

El verificador realiza el análisis de la información obtenida para realizar la actualización del archivo gráfico, dibujando las nuevas construcciones que se encontraron por predio y desglosándolas considerando su uso (habitacional, comercial, etc.). La información gráfica a nivel predio, se tiene que dibujar apoyado con la información con la que cuente el municipio (cartografía digital, carpetas manzaneras) así como la información obtenida en campo. La brigada de Fotogrametría de la DVMOA es la encargada de proporcionar a la brigada de Verificación los insumos como: la Ortofoto y el modelo 3D.

Imagen 6 se muestra una construcción desde la vista aérea con ayuda de la Ortofoto así como su representación en la cartografía.

Imagen 6. Construcción vista con Ortomosaico.



Fuente: Elaboración propia, Ortomosaico.

En la imagen 7 se observan las características de las construcciones representadas en el modelo 3D.

Imagen 7. Construcción vista con modelo 3D.

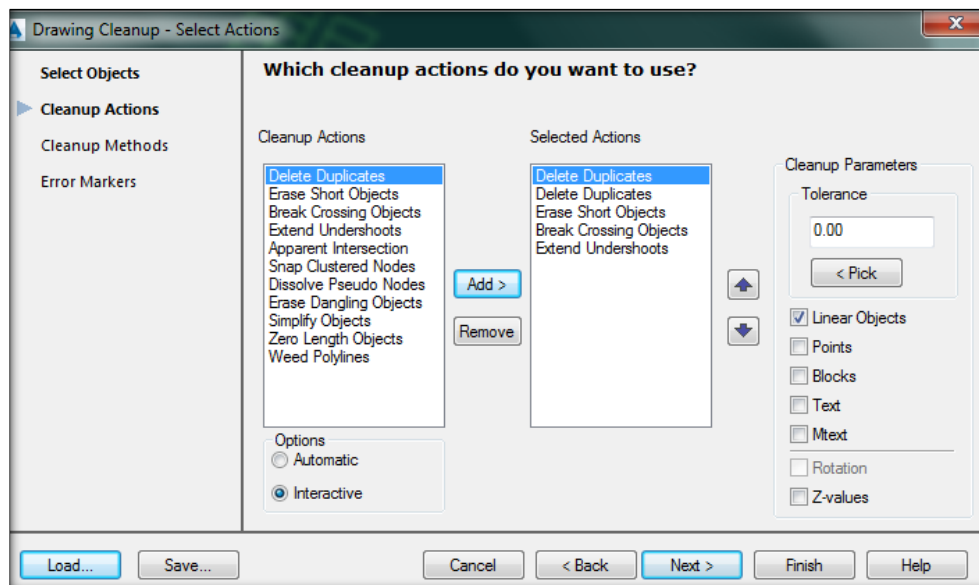


Fuente: Elaboración propia, Modelos 3D.

Al término de la digitalización cartográfica de los predios con diferencias encontradas, se procede a realizar la limpieza cartográfica. Cada polígono debe tener extensiones y límites correctos y su geometría debe estar bien definida. Cuando estas condiciones no ocurren se dice que existen inconsistencias topológicas (huecos, traslapes, superposiciones). En esas circunstancias es necesario realizar una limpieza topológica.

Drawing cleanup es la herramienta de AutoCAD con la que se realiza el proceso de limpieza y su ventana de trabajo se muestra en la figura 8.

Imagen 8. Cuadro de Acciones de limpieza Topológica.



Fuente: AutoCad Map 3D

Captura de la información

La información actualizada se captura en un formato de Excel propio de la DVMOA el cual cuenta con a la estructura necesaria para la captura de los datos actualizados.

La siguiente imagen muestra la estructura de la información de los predios con características y atributos de cada uno, este layout será la base para el resultado de la cedula catastral.

Imagen 9. Layout propio de LA Dirección de Vinculación.

DATOS DEL PREDIO														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
CLAVECATASTRAL	LAVENTIDAD_PPR	LAVENMUNICIPIO_PPR	LAVEASENTAMIENTO_PPR	LAVECP_PPR	SENTAMIENTO_NIR_PPR	AVECP_NIR_PPR	CALLE_PPR	EXTERIOR	INTERIOR	SC	ESPECIFICACIONES	NOMBRE	APATERNO	AMATERNO
0730104901000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 PRIMERA CERRADA DE LEANDRO VA	SIN	SIN	1		CERÑAS CHAVEZ OSCAR		
0730104902000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 LEANDRO VALLE	SIN	SIN	1		RICO LEYVA ERICKA		
0730105004000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 SEGUNDA CERRADA DE LEANDRO V	SIN	SIN	1		OROZZO URRUTIA GERTRUDIZ		
0730105006000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 LEANDRO VALLE	SIN	SIN	1		CARRASCO DE LA ROSA ANTONIETA		
0730105007000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 LEANDRO VALLE	SIN	SIN	2		SOLANO GOMEZ ELENA		
0730105008000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 LEANDRO VALLE	SIN	SIN	1		SANCHEZ JOSE		
0730105010000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 LEANDRO VALLE	SIN	SIN	2		JAVIER CERÑAS CHAVEZ		
0730105013000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 PRIMERA CERRADA DE LEANDRO VA	SIN	SIN	2		ARACELI PALO ALTO MARTINEZ		
0730105014000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 PRIMERA CERRADA DE LEANDRO VA	SIN	SIN	2		HERNANDEZ SOLALINDE GUSTAVO ANGEL		
0730105015000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 PRIMERA CERRADA DE LEANDRO VA	SIN	SIN	2		MICHUA RICO FABIAN		
0730105018000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 PRIMERA CERRADA DE LEANDRO VA	SIN	SIN	2		BARCENA RIVERA AUGUSTO		
0730105201000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 CARLOS HANK GONZALEZ	SIN	SIN	2		RICO OLIVARES JUANA		
0730105202000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 CARLOS HANK GONZALEZ	SIN	SIN	2		OLIVARES ELENA		
0730105210000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 FELPE BERRIQZABAL	SIN	SIN	2		ORIHUELA PALOMARES JORGE		
0730105214000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 DEL CALVARIO	SIN	SIN	1		ZARAGOZA CASTEL PEDRO		
0730105215000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 DEL CALVARIO	SIN	SIN	2		ZARAGOZA SALDIVAR JOEL		
0730105216000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 DEL CALVARIO	SIN	SIN	2		SALAZAR MODESTA		
0730105218000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 DEL CALVARIO	SIN	SIN	2		MICHUA RICO FABIAN		
0730105219000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 DEL CALVARIO	SIN	SIN	2		BARCENA LINAREZ AMADA		
0730105226000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 CARLOS HANK GONZALEZ	SIN	SIN	1		CHAVARRIA OLIVARES AIDA		
0730105301000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 DEL CALVARIO	SIN	SIN	2		GREGORIO CERÑAS OLIVARES		
0730105313000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 CAMINO A TEPEXHUACA	SIN	SIN	1		CERÑAS SOLALINDE EDUARDO		
0730105314000000	15	49		8943	52370	Segundo Barrio	52370 LEANDRO VALLE	SIN	SIN	1		LEYVA CHAVEZ JOSE LUIS		

Fuente: Elaboración propia con información propia de la dirección de vinculación.

El archivo se incorpora al SIIGEM (Sistema Integral de Ingresos del Estado de México), que inicia el proceso automatizado para la generación del producto final: la Cédula de Identificación Catastral. Este documento oficial es crucial, ya que en él se detallan las características físicas y la valoración económica del predio. Específicamente, la cédula permite consultar datos esenciales como las medidas de frente, fondo y la superficie total de terreno, además de los valores catastrales asignados tanto a la superficie del terreno como a la construcción existente.

Experiencia del geoinformático en la actualización catastral

La experiencia profesional es un punto importante en la formación de todo profesionista ya que permite conjuntar los conocimientos teóricos con las necesidades reales del campo laboral. He tenido la oportunidad de laborar en un área donde participó activamente en la elaboración de productos fotogramétricos utilizados para la gestión territorial, productos como orto mosaicos con gran resolución y modelos tridimensionales del terreno.

En el siguiente capítulo se expone mi experiencia en la elaboración de dichos productos, los cuales contribuyen al desarrollo de un catastro más preciso para las necesidades del municipio. Para comenzar expondremos algunos conceptos con los cuales se describe un Dron:

Aeronave no tripulada: Aeronave destinada a volar sin piloto a bordo. Las aeronaves no tripuladas se clasifican como: Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS);

RPA (Remotely Piloted Aircraft: Aeronave Pilotada a Distancia): Aeronave no tripulada que es pilotada desde una estación de pilotaje a distancia.

RPAS (Remotely Piloted Aircraft System -Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia): Aeronave pilotada a distancia, su estación o estaciones conexas de pilotaje a distancia, los enlaces requeridos de mando y control y cualquier otro componente; y puede ser de ala fija, helicóptero, multi rotor o dirigible.

RPAS de uso Recreativo: Es aquel sistema de aeronave pilotada a distancia que se destina por el operador de RPAS a la recreación.

UA (Unmanned Aircraft): Aeronave no Tripulada.

UAS (Unmanned Aircraft System): Sistema de Aeronave no Tripulada.

(Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2019, NOM-107-SCT3-2019, Diario Oficial de la Federación)

Proceso para la obtención de productos geoespaciales

En el departamento se manejan diversos productos geoespaciales, tales como el Ortomosaico, Modelo 3D y fotografía áreas en formato JPG.

El municipio envía una solicitud de actualización catastral, la cual, una vez aprobada por la Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares, inicia un proceso que da lugar a la programación de actividades la cual se llevarán a cabo por la brigada de Fotogrametría.

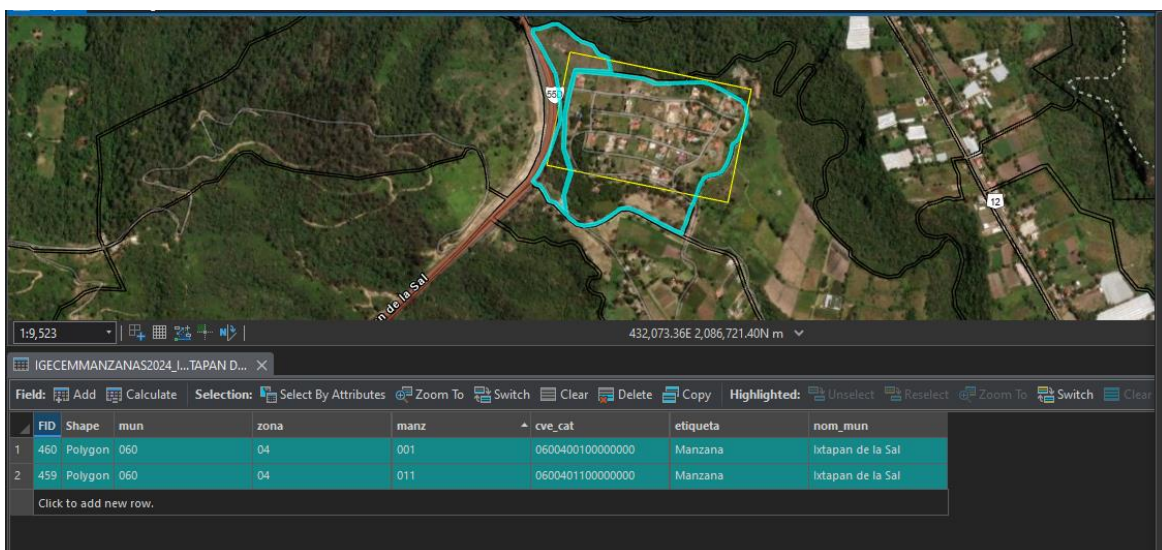
Los archivos que se reciben por parte de municipio son:

1. Polígono de interés de vuelo (shp, kml, dwg)
2. DBF (base de datos de predios registrados)

El Departamento de Fotogrametría realiza un análisis del o los polígonos a trabajar dividiéndolos en secciones de trabajo que deberán tener una extensión máxima de 8 km. Se contabilizarán las manzanas y el número de predios dentro de éstas para determinar el plan de vuelo. La imagen 11 muestra un ejemplo de plan de vuelo para un área de interés del municipio.

En el polígono de interés se identifica el total de predios. El total de predios determina el tiempo de estancia de la brigada. Para justificar la asistencia de una brigada tendrán que ser mayor a 3000 predios.

Imagen 11. Delimitación de Polígono de trabajo.



Fuente: Elaboración Propia con información de municipio.

En la imagen 12. Se muestra la información de con la que cuentan los municipios con respecto a los predios, nombre del propietario, dirección, clave catastral etc.

Imagen 12. Tabla de excel para registro de predios municipales.

60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	5	00	0000	0	H	01	SALGADO FLORES AGUSTIN Y OTROS
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	4	00	0000	0	H	01	CAMARGO CASTAÑEDA JUAN CARLOS
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	5	00	0000	0	H	01	MONTERO MONTERO MARIO
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	6	00	0000	0	H	01	FLORES CAMPUZANO RAYMUNDO
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	7	00	0000	0	A	01	RODRIGUEZ DELGADO MARIA DEL ROCIO
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	8	00	0000	0	H	01	LOPEZ MONTERO WALFRE ,REP DEL MENOR LOPEZ RAMIREZ WALFRE
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	9	00	0000	0	H	01	FUENTES SANCHEZ ERIKA
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	10	00	0000	0	H	01	DELGADO HERNANDEZ M GUEDELIA
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0001	0	H	01	SALGADO FLORES AGUSTIN Y OTROS
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0002	0	H	01	SALGADO FLORES AGUSTIN Y OTROS
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0003	0	H	01	SALGADO GOMEZ ANDRES TOMAS
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0004	0	H	01	SALGADO GOMEZ ANDRES TOMAS
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0005	0	H	01	SALGADO FLORES ELVIRA
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0006	0	H	01	DEL PILAR SALGADO ALMA INES
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0007	0	H	01	DEL PILAR SALGADO ANA MARIA
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0008	0	H	01	SALGADO FLORES AGUSTIN Y OTROS
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0009	0	H	01	SALGADO FLORES AGUSTIN Y OTROS
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0010	0	H	01	SALGADO FLORES AGUSTIN Y OTROS
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0011	0	H	01	CANDIA VARA OSWALDO
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0012	0	H	01	SALGADO GOMEZ LUZ MARIA
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0013	0	H	01	SALGADO GOMEZ LUIS FELIPE
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0014	0	H	01	DEL PILAR SALGADO ELIA ELVIRA
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0015	0	H	01	DEL PILAR SALGADO LORENA
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0016	0	H	01	DEL PILAR SALGADO BERNARDO
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0017	0	H	01	SALGADO AYALA PEDRO ANTONIO
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0018	0	H	01	SALGADO GOMEZ ANDRES TOMAS
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0019	0	H	01	SALGADO PEDROZA VICTOR JAVIER
60 IXTAPAN DE LA SAL	1	42	11	01	0020	0	H	01	SALGADO PEDROZA MA. DEL ROSARIO

Fuente: Elaboración Propia con información de municipio.

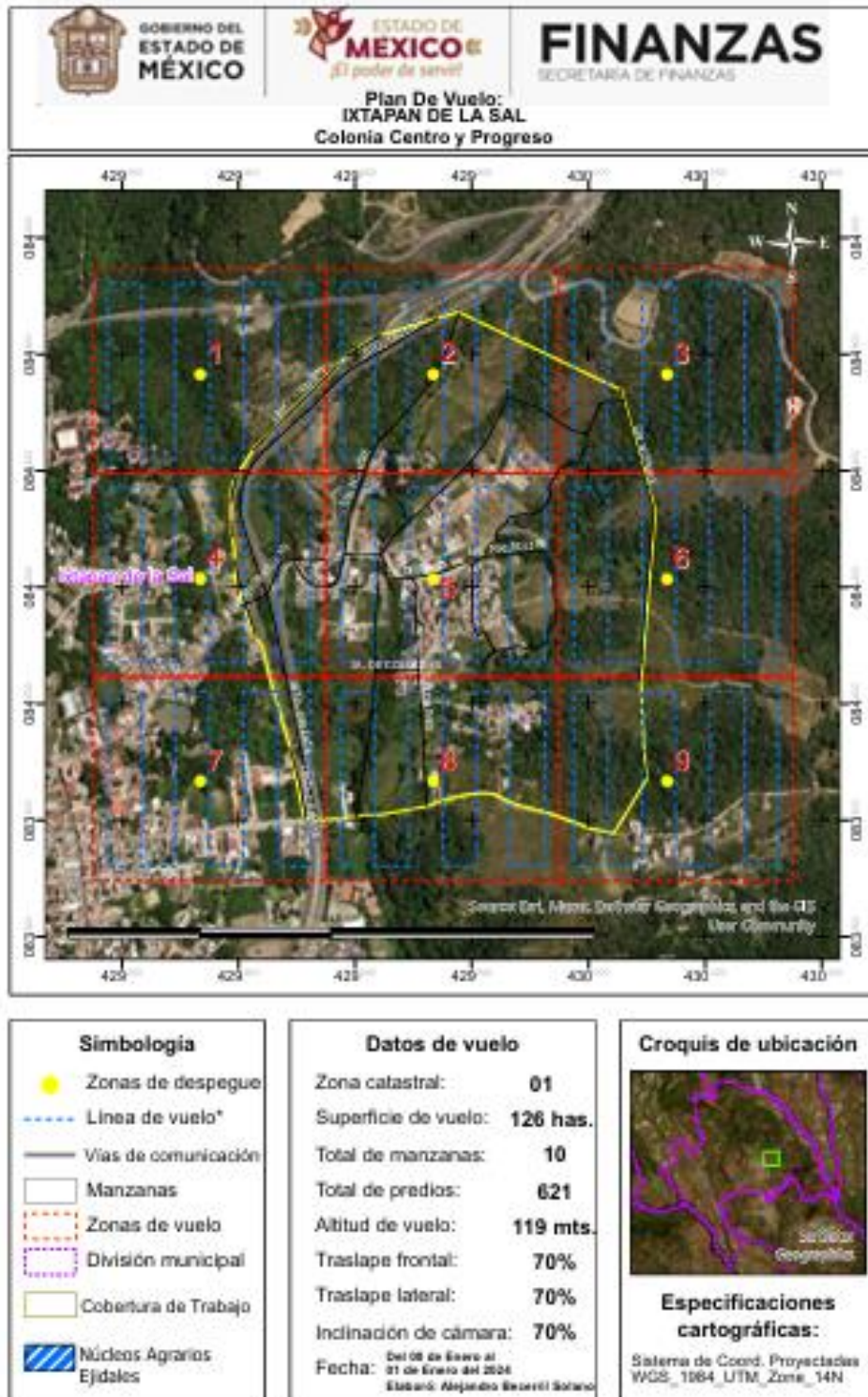
Realización del plan de vuelo

Una vez que se ha justificado un área de interés que cuenta con la cantidad de predios; se procede a planificar el trabajo de campo: esto incluye reconocer la disposición tridimensional de elementos en la zona de vuelo, identificar zonas de despegue y aterrizaje y en función de ello, programar cuantos días de vuelo se requerirán en la tarea.

Se elabora en un diseño de impresión cartográfica (Layout) de ArcGISpro, este contendrá datos del municipio, así como datos del plan de vuelo.

Imagen 13. El plan de vuelo es el documento que detalla los datos como el tiempo estimado del trabajo, zonas de despegue, rutas de vuelo, parámetros de la cámara para toma de fotografías.

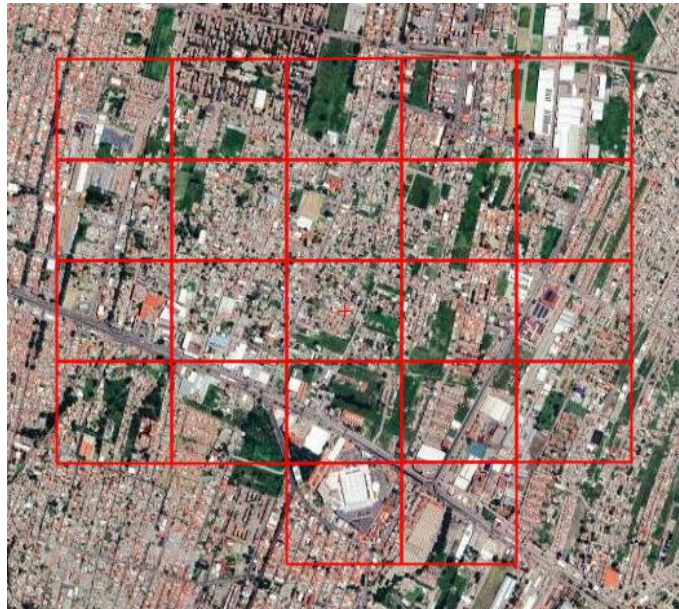
Imagen 13. Plan de Vuelo.



Fuente: Elaboración Propia.

Los polígonos de vuelo se exportan por separado en *kml* renombrados por el nombre de la colonia y número consecutivo para identificación de la zona que estos se cargaran en la aplicación para dispositivos móviles llamada **HD mobil**.

Imagen 14. Zona de vuelo en KMZ.



Fuente: Elaboración Propia.

La aplicación **HD mobil** permite el intercambio de información cartográfica y de imágenes con el dron (imagen 15). De esta forma es posible crear el plan de vuelo colocando los parámetros para el vuelo, tales como:

- **Flight altitude:** La altura de vuelo expresada en metros sobre el nivel del mar.
- **Side overlap:** sobreposición lateral entre líneas de vuelo o pasos del dron.
- **Forward overlap:** sobreposición conforme el avance en la obtención de imágenes por el dron
- **Gimbal pitch:** Define el movimiento del soporte de la cámara.

La figura 16. Muestra un ejemplo de definición de estos parámetros. En este proceso se requiere tener una tarjeta de memoria externa para el Dron, ya que la memoria interna del mismo limitaría la toma de fotografías durante el vuelo. En promedio por cada 8 km de vuelo se toman 4, 000 fotografías.



Imagen 15. Visualización de kml en aplicación DH Mobile

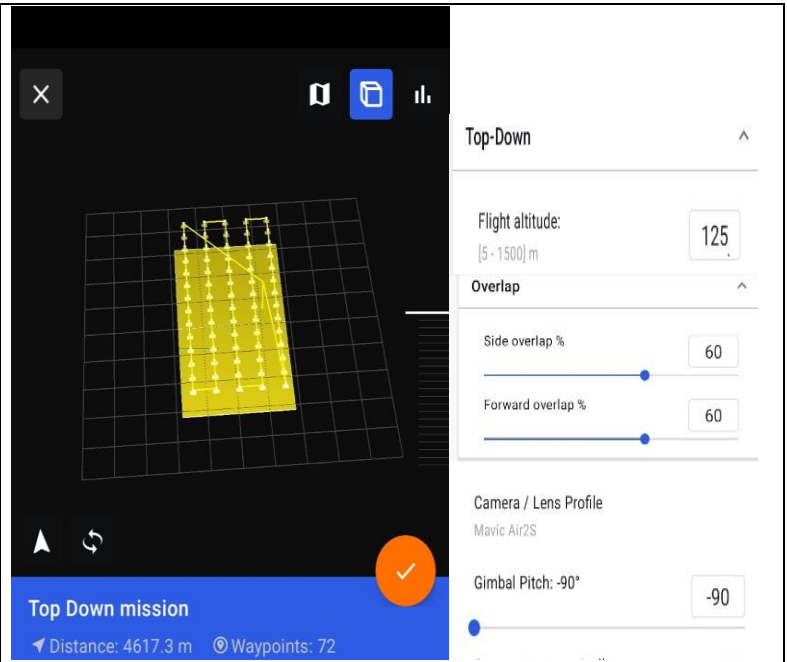


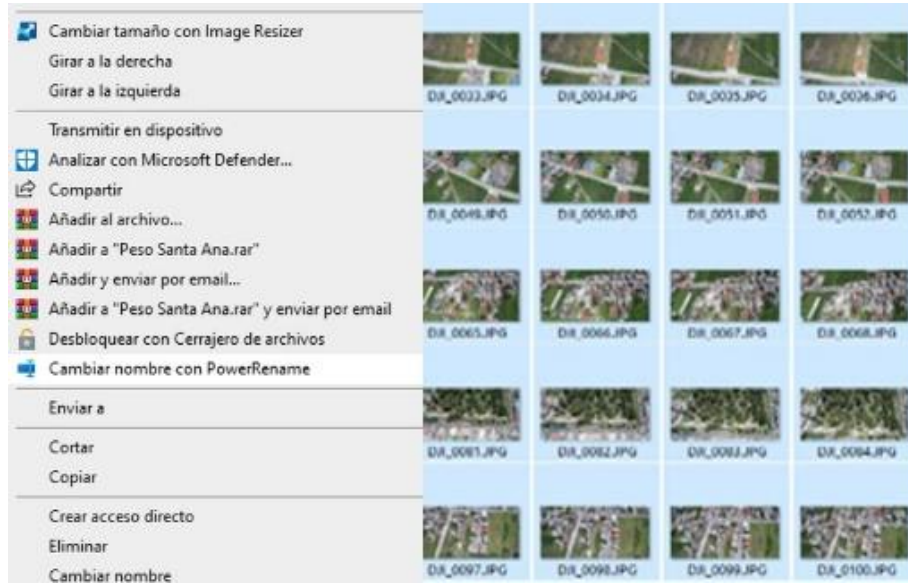
Imagen 16. Creación del Plan de Vuelo en DH Mobile

Renombrado de fotografías

Este proceso se realiza debido a que las fotografías podrán estar contenidas en diferentes carpetas, si el polígono se trabajó en varios días, este proceso se realiza a una gran cantidad de fotografías, con el complemento POWER TOYS nos facilita el renombrado masivo de fotos, seleccionado las fotografías y elegir la opción cambiar de nombre con PowerRename.

Estas dos herramientas son gratuitas para Windows nos facilitan funciones de búsqueda y remplazo y eficiente el proceso.

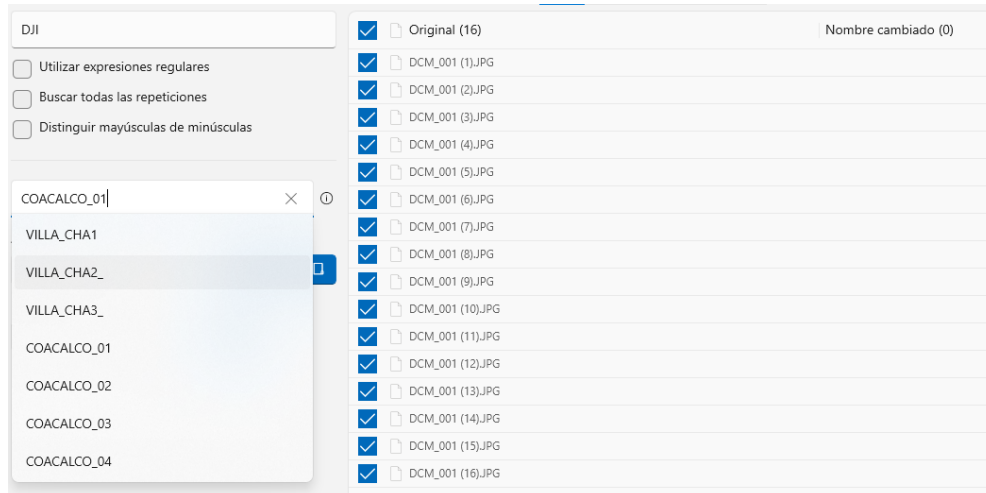
Imagen 17. Renombrado de Fotografías



Fuente: Elaboración Propia.

La Imagen 18. Aquí nos aparece el nombre original de la foto y la opción para renombrar las fotos, todas se guardarán un solo carpeta y revisar que las ninguna de estas este dañada, si esto ocurre se deberán borrar.

Imagen 18. Aplicación Power Toys.



Fuente: Elaboración Propia.

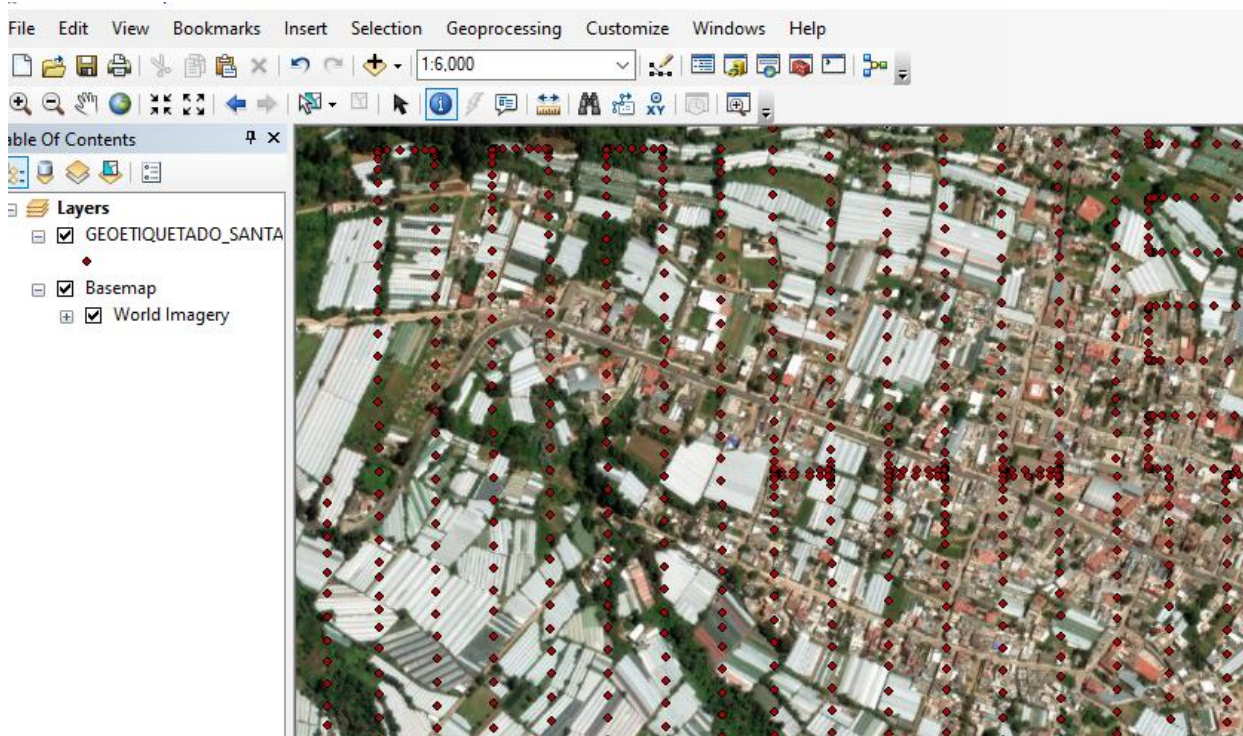
Depuración de las fotografías

Las fotografías obtenidas por el dron necesitan contar con coordenadas geográficas. Para ello, se hace uso de software especializado que reconociendo los puntos de control que el dron colecta a la par de la imagen, lo transfieren posteriormente a las imágenes.

Primero se tendrá que realizar un **geo tagged photos to points** para obtener la ubicación de las fotografías, se podrán utilizar software como Qgis, ArcGis, ArcGisPro

En la Imagen 19 muestra el ejemplo del geotiquetado correcto al cargar el apa base y observar la zona correcta.

Imagen 19. Geotiquetado.



Fuente: Elaboración Propia con el software Qgis.

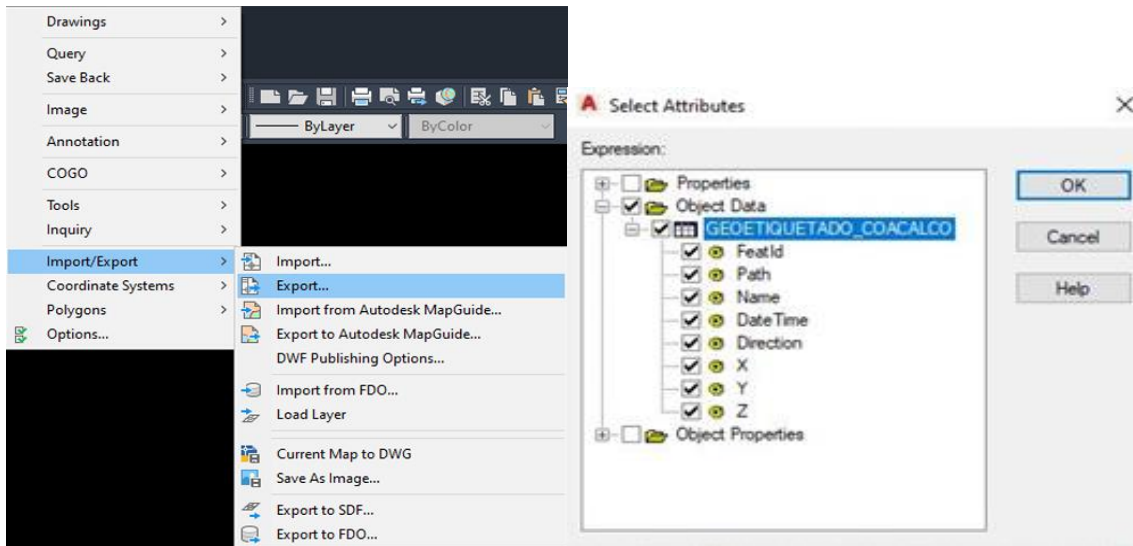
Habiendo sido asignadas coordenadas a las fotografías, se revisa que las fotos estén correctamente georreferenciadas a la zona de vuelo, el geotiquetado se importa en AutoCAD como tipo punto, que permite ubicar espacialmente (georreferenciar) la zona de trabajo, en este caso se asigna el sistema de coordenadas EPSG (Figura 20). De este dibujo se eliminan los puntos con mayor aglomeración (imagen 21).

<p>Imagen 20. Geotiquetado visto en AutoCAD.</p>	<p>Imagen 21. Depuración en AutoCAD.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

Los puntos del Geotiquetado son representación de las fotografías tomadas en el vuelo. Una vez terminado la depuración de los puntos se deber exportar el archivo a SHP. La imagen 22 muestra la selección de comandos para exportación.

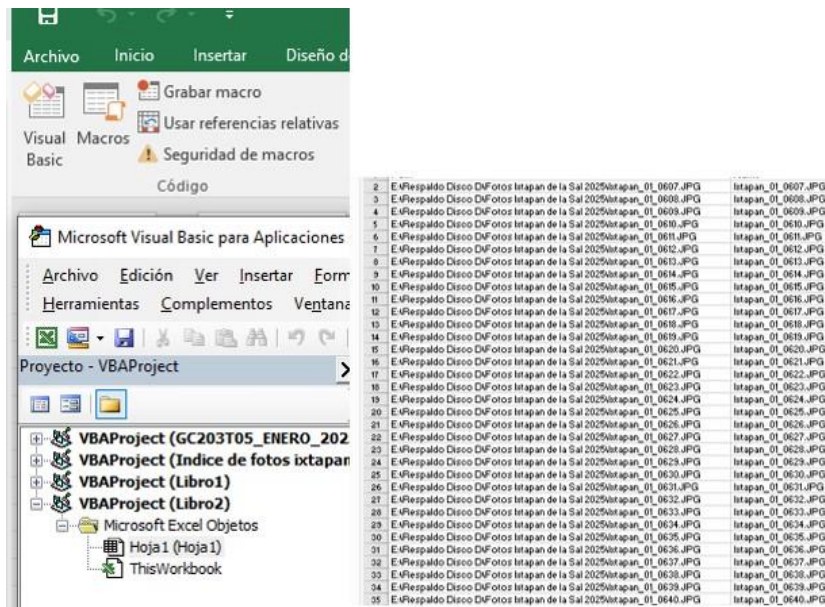
Imagen 22. Convertir DWG a SHP.



Fuente: Elaboración Propia.

El proceso para seleccionar las nuevas fotografías origen se podrá realizar en Excel con ayuda de la herramienta de Visual Basic se obtendrán las fotografías finales con las que se realizarán los trabajos Fotogramétricos (imagen 23). Antes de ello se debe corroborar el número de fotografías en la carpeta deberá ser igual al que está contenida en el geotiquetado.

Imagen 23. Visual Basic en Excel.



Fuente: Elaboración Propia.

Metodología para la obtención de insumos Aéreos con Dron

Ortomosaico

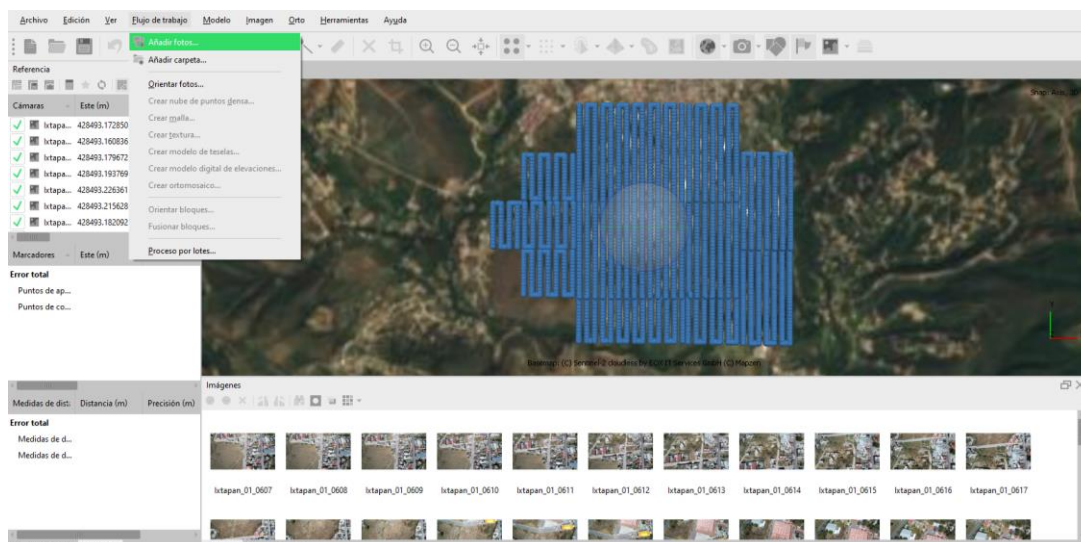
El primer insumo se genera con el software Agisoft Metashape con el cual se realiza el proceso fotogramétrico de las imágenes digitales tomadas con el Dron para generar datos espaciales. La pestaña **flujo de trabajo** cuenta con las opciones de los procesos que se utilizarán para la obtención de insumos con la metodología previamente definida por el personal del departamento de fotogrametría.

Orientación de las fotografías

Este proceso es para determinar la posición y orientación de las cámaras cuando toma las fotografías creando un modelo de nube de puntos de paso.

Flujo de trabajo opción añadir fotos, seleccionamos la carpeta donde se encuentran ubicadas previamente depuradas y revisamos que se encuentre con la referencia 32614 UTM84-14

Imagen 24. Agisoft Metashape.



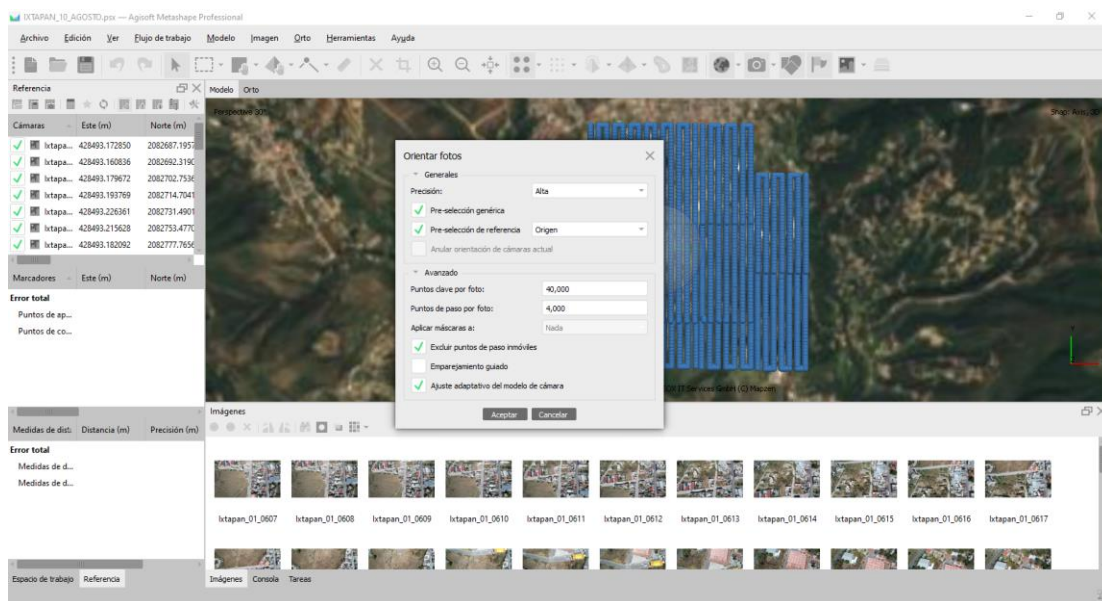
Fuente: Elaboración Propia.

La imagen 24. Muestra esta primera etapa del procesamiento de imágenes; que implica el reconocimiento de las escenas colectadas por el dron en este software.

El siguiente paso en el **flujo de trabajo** es **orientar fotos**, para espacialmente acomodar las escenas, dado que el dron cambia de dirección y sentido. Para esto, se requiere ingresar los parámetros de cámara, preferentemente seleccionamos una precisión de puntos alta para encontrar muchos puntos coincidentes.

En la imagen 25 se muestran los parámetros recomendados para este proceso, estos parámetros pueden cambiar dependiendo de las necesidades del proyecto.

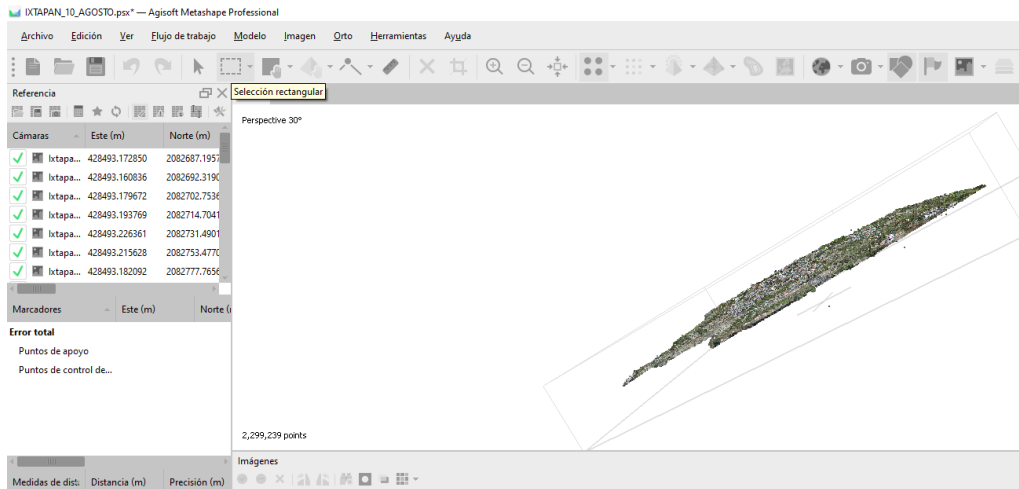
Imagen 25. Orientación de Fotografías.



Fuente: Elaboración Propia.

Al término del proceso, desactivaremos las cámaras para visualizar y rotar el plano. Esto nos permitirá eliminar los puntos que se encuentran alejados de la nube de puntos. Tendremos cuidado de no borrar puntos altos que representan cerros, antenas o edificios de gran altura (Imagen 26).

Imagen 26. Nube de Puntos.



Fuente: Elaboración Propia.

Puntos de control

Los puntos de control permiten incrementar la precisión en la posición geométrica de la imagen; al incorporar información obtenida en campo.

Para que se obtengan buenos resultados de precisión los puntos de control deberán incluir puntos visibles, despejados de árboles, edificios o antenas que obstaculicen la visibilidad. Este levantamiento se lleva a cabo con ayuda del GNSS/RTK, el equipo requiere ser nivelado en el terreno con precisión y mantenerse fijo. A este se conectan las antenas que estarán recibiendo información del componente móvil. El equipo móvil es el que estará cambiando de ubicación para la toma de puntos de control; para lo cual deberá ser armado. Los puntos de control que estará colectando el equipo móvil considerará aquellos que fueron planeados en gabinete; distribuyéndolos para obtener una mejor triangulación entre estos (imagen 27).

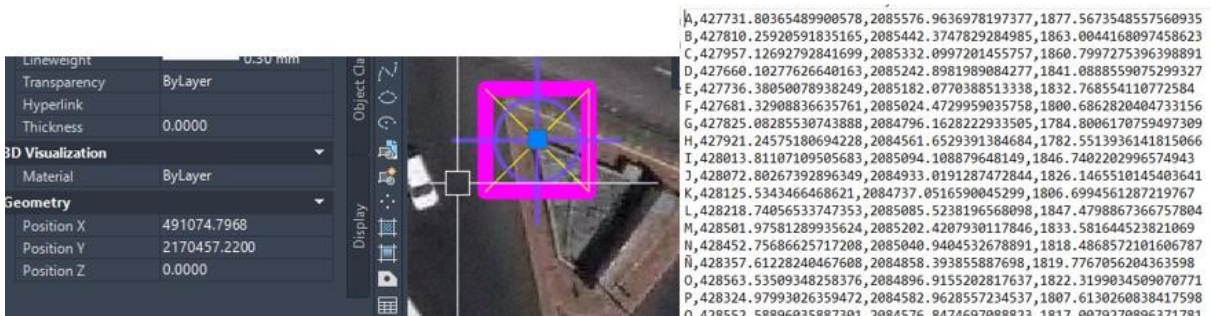
Imagen 27. Puntos de Control



Fuente: Elaboración Propia.

La información de estos puntos de control se registra en formato de coordenadas X,Y,Z. Los cuales se integran al Programa Agisoft Metashape; donde son leídos y se establecen marcadores relacionados a éstos (imagen 28).

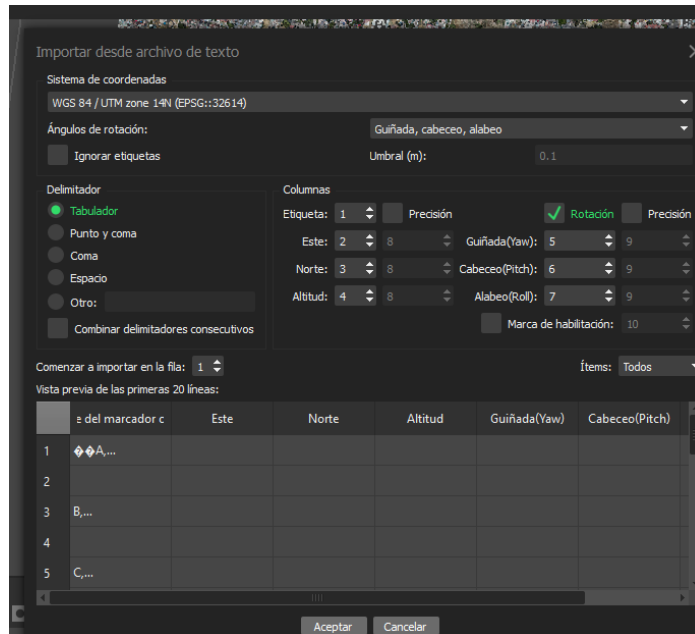
Imagen 28. Coordenadas de los Puntos de Control.



Fuente: Elaboración Propia.

Se muestra como está siendo leído el archivo con los datos de cada punto y configurado de acuerdo con nuestros datos (imagen 28 e imagen 29).

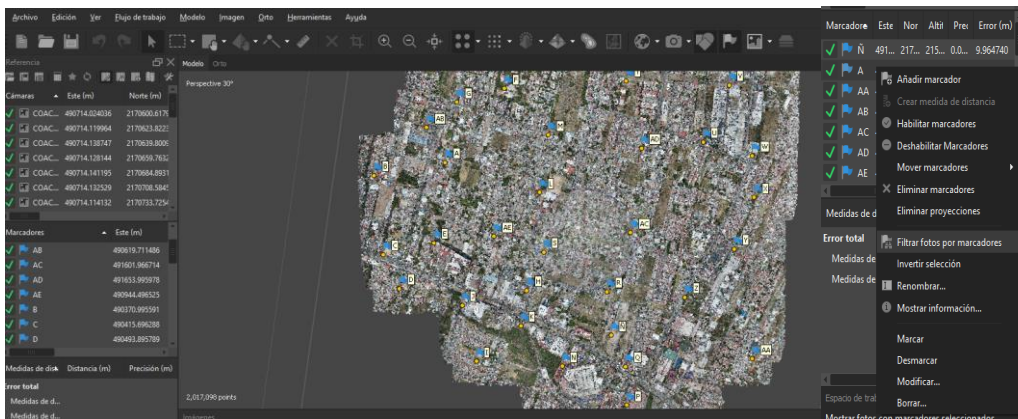
Imagen 29. Importar coordenadas



Fuente: Elaboración Propia.

Esto permite que el software reconozca los puntos de control o marcadores.

Imagen 30. Marcadores de Puntos de Control.



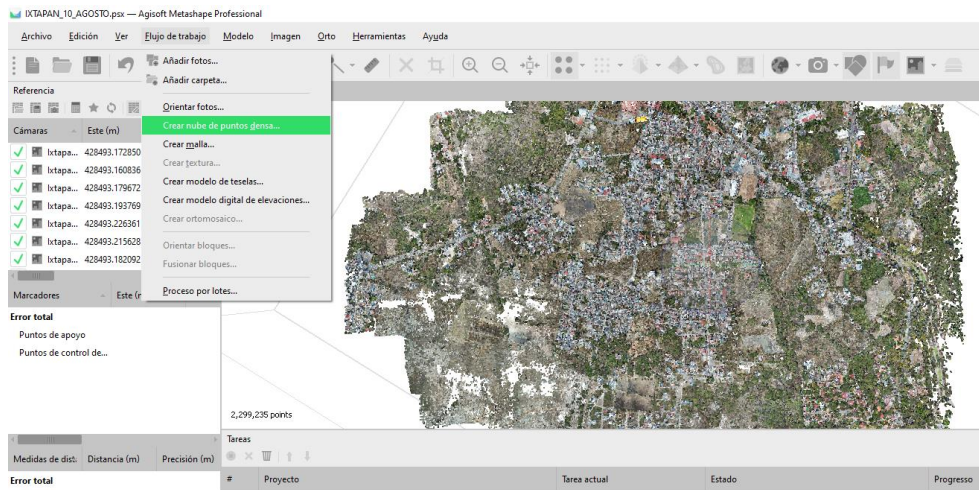
Fuente: Elaboración Propia.

Para filtrar fotos por marcadores, con presionar un clic derecho, será posible mostrar todas las fotografías en las que aparece el punto de control, en cada foto se moverá el marcador (Imagen 30).

Nube de Puntos Densa

La nube de puntos densa constituye una representación tridimensional del entorno, generada a partir de una gran cantidad de puntos individuales.

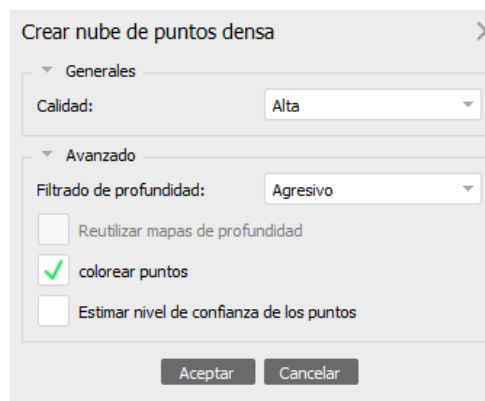
Imagen 31. Nube de Puntos Densa.



Fuente: Elaboración Propia.

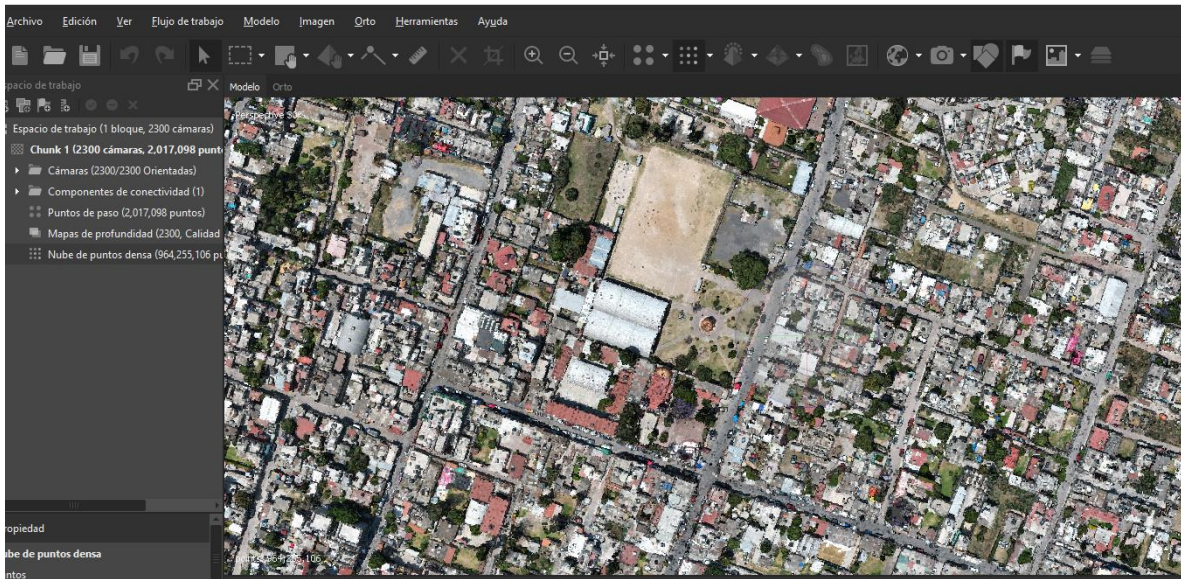
Los parámetros dependerán de la calidad que requerimos para nuestros productos, aunque también el procesador de la computadora también influye para el tiempo de procesamiento (imagen 32).

Imagen 32. Parámetros.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 33. Nube de Puntos Densa.



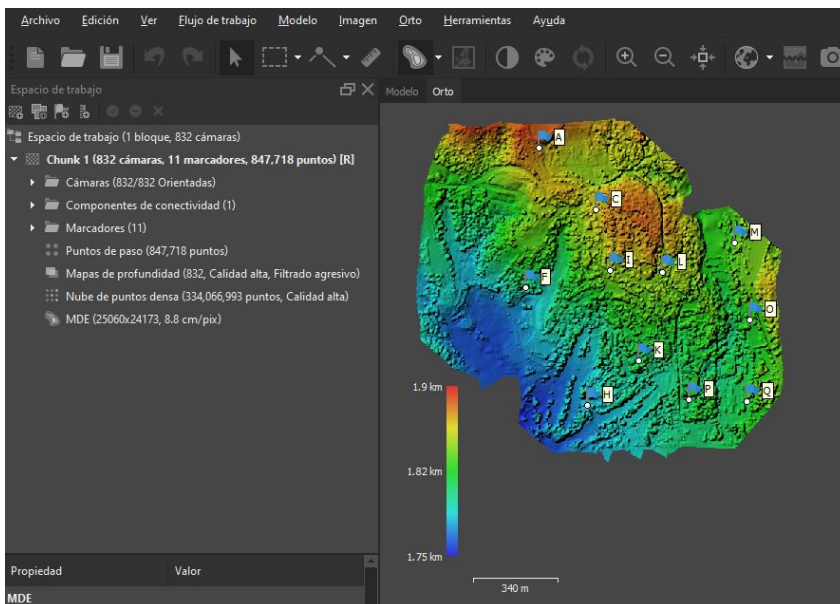
Fuente: Elaboración Propia.

La imagen 33. Muestra el resultado y visualización de la nube de puntos densa.

Modelo Digital Elevación

El siguiente proceso es la creación del MDE con este se representa digitalmente la altura o elevación de los puntos del terreno.

Imagen 34. MDE.



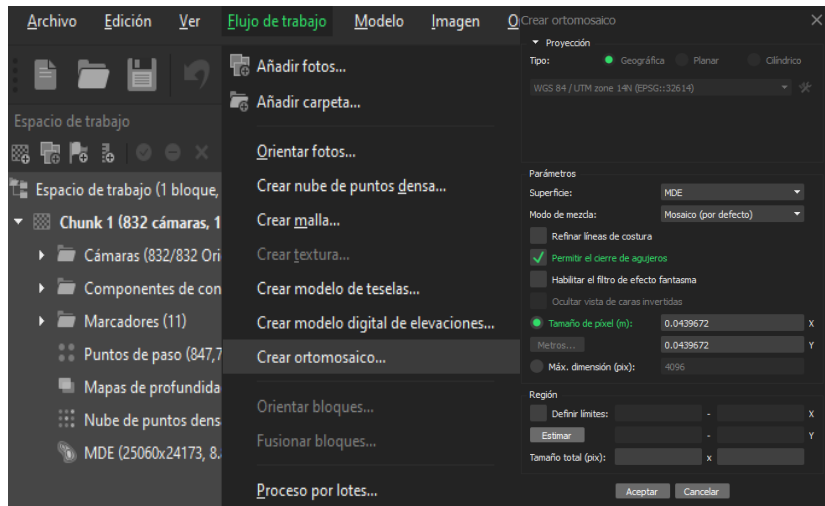
Fuente: Elaboración Propia.

ORTOMOSAICO

Este será uno de los principales insumos el Ortomosaico, como lo menciona el INEGI “ Es una imagen obtenida a partir de un conjunto de fotografías aéreas o imágenes satelitales corregidas geoméricamente , de tal forma que cada punto de la imagen tiene una correspondencia directa con sus coordenadas geográficas en el terreno.” (INEGI,2017, P.45)

La anterior definición describe principalmente que es una imagen corregida geoméricamente la cual tiene una precisión centimétrica ideal para mediciones de uso catastral. El siguiente paso es crear el ortomosaico este se realizará con base al MDE que anteriormente procesemos.

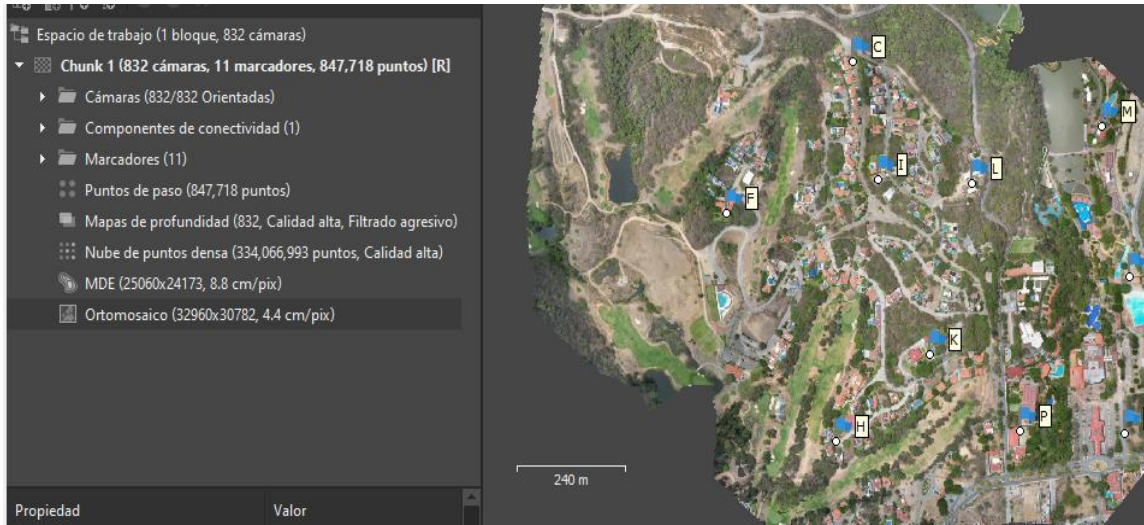
Imagen 35. Creación de Ortomosaico.



Fuente: Elaboración Propia.

El resultado de este proceso es el Ortomosaico. En Agisoft Metashape, la resolución del insumo se muestra en este caso como 4.4 cm/píxel, cuanto menor sea el valor (cm/ píxel), mayor será la resolución espacial y, por lo tanto, más detalles se podrán observar (imagen 36).

Imagen 36. Resultado Ortomosaico.

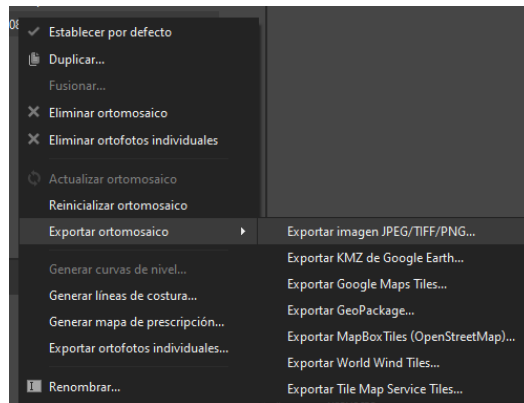


Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, lo exportamos en imagen GeoTiff como lo define INEGI “Corresponde a una imagen raster en formato Tiff que incorpora metadatos espaciales, tales como sistema de coordenadas, proyección cartográfica y parámetros de referencia.” (INEGI,2015, P. 78).

El software nos permite exportar el resultado en diferentes formatos para nuestros beneficios (imagen 37)

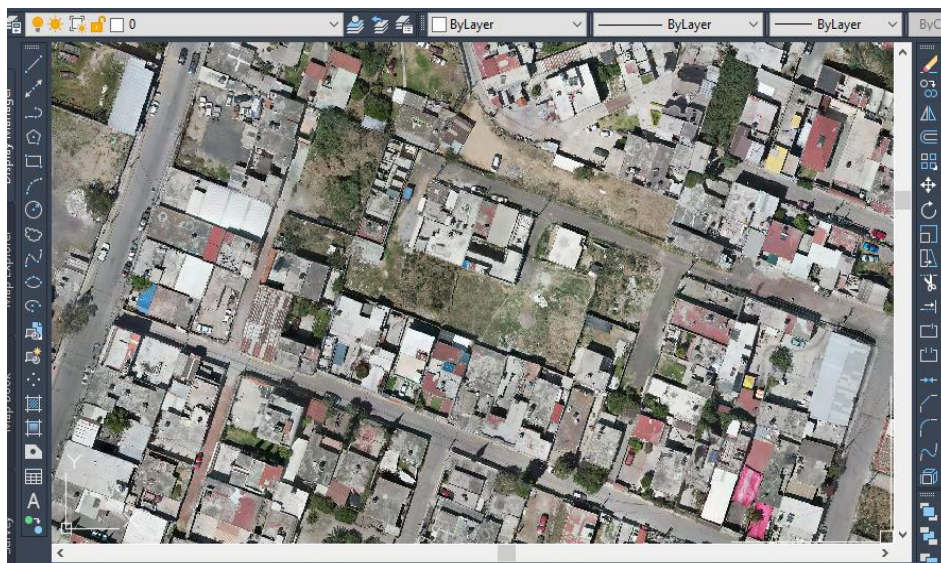
Imagen 37. GeoTiff.



Fuente: Elaboración Propia.

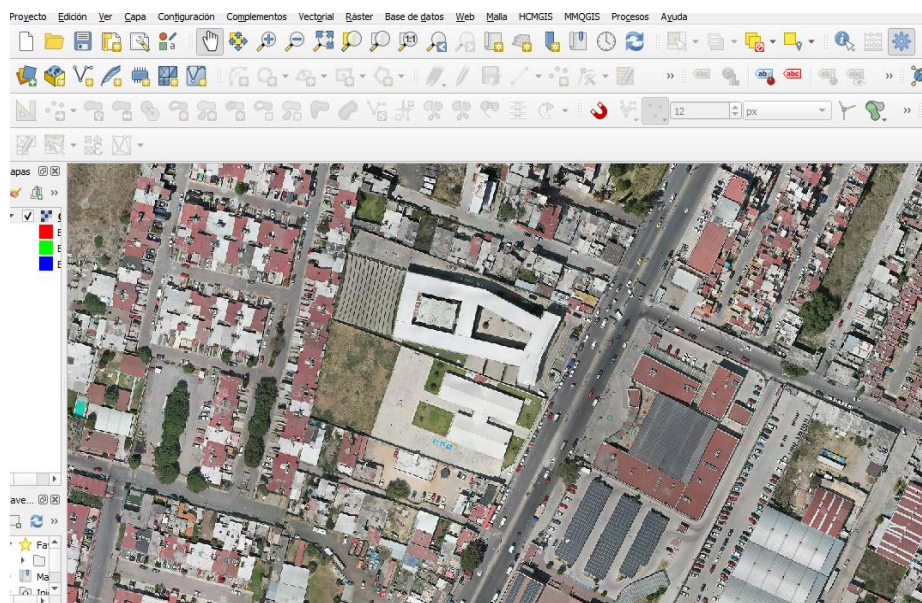
La imagen contendrá una posición geográfica en la tierra y el formato será compatible con software SIG y CAD para uso de análisis catastral (imagen 38 y 39).

Imagen 38. Visualización en CAD.



Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 39. Visualización en SIG.



Fuente: Elaboración Propia.

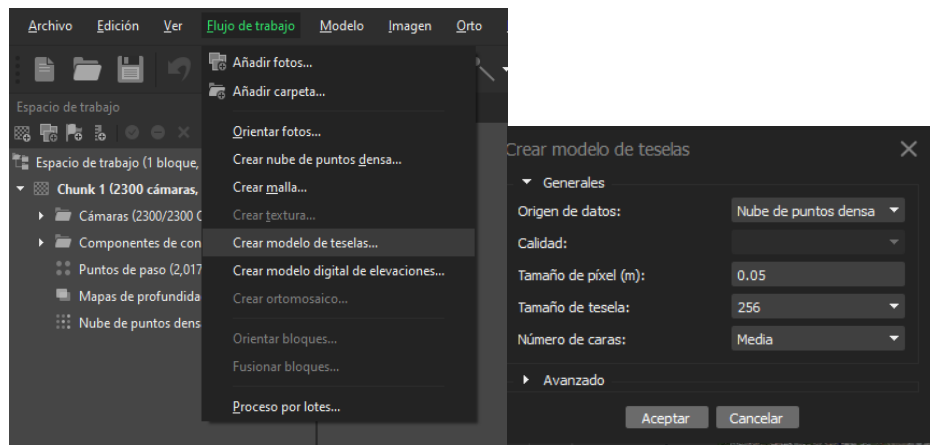
MODELADO 3D

El segundo insumo es el modelo 3D que se realizara mediante proceso modelo de teselas el que se describe como “El modelo constituyen una estructura de datos que organiza la geometría y la textura en mosaicos jerárquicos, facilitando la exploración y el intercambio de modelos 3D complejos” (Agisoft, 2023, p. 45)

Es un modelo optimizado para visualizar datos como por ejemplo las características de las construcciones contenidas dentro de los predios.

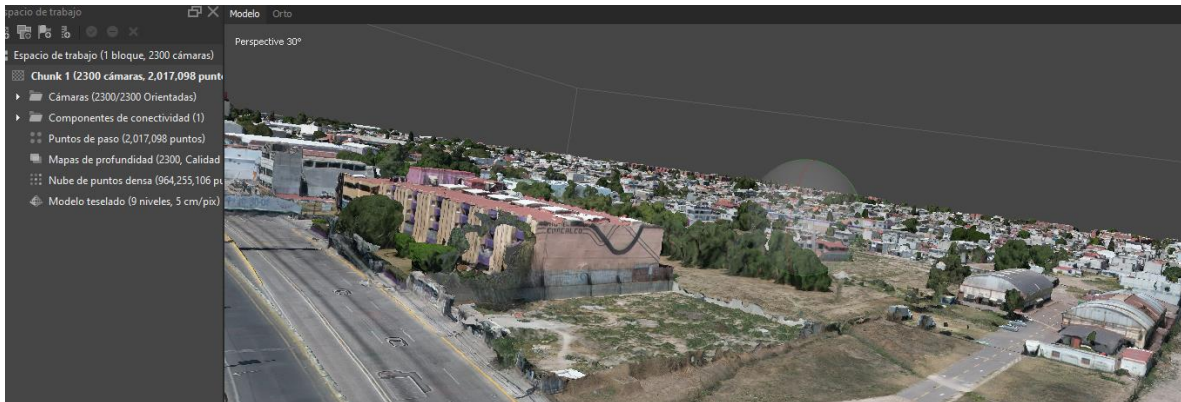
La metodología implementada por la Dirección de Vinculación con Municipios y Organismos Auxiliares consiste realizar los insumos por separado ortomosaico y modelos 3D. El procedimiento es crear directamente el modelado de teselas a partir de la nube de puntos densa.

Imagen 40. Proceso.



Fuente: Elaboración Propia.

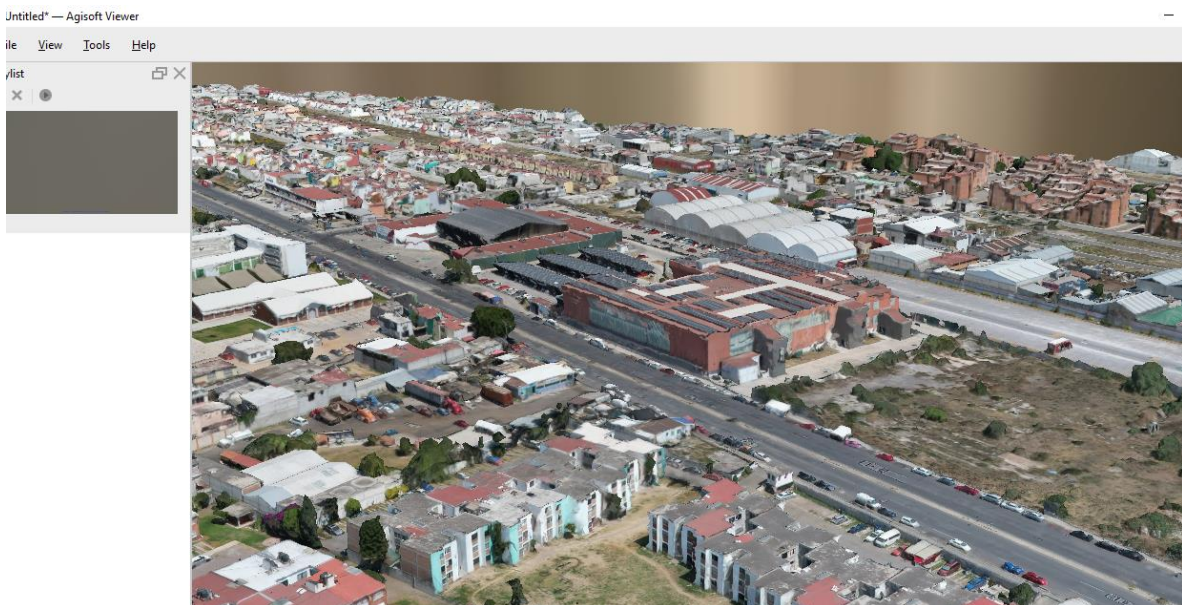
Imagen 41. Modelo de Teselas.



Fuente: Elaboración Propia.

El resultado lo exportamos en formato. Slpk con este formato podremos visualizar el modelo en Agisoft Viewer .

Imagen 42. Visualización del modelo de teselas.



Fuente: Elaboración Propia.

Agisoft Viewer es una aplicación gratuita permite visualizar generados con Agisoft Metashape (imagen 42)

Conclusiones

La representación del espacio geográfico es fundamental para comprender nuestro entorno y tomar decisiones informadas a través de herramientas y técnicas diversas.

Mantener la precisión y la actualización de los datos geográficos es un desafío constante. La obsolescencia de los datos puede llevar a decisiones erróneas en la planificación y gestión. Es crucial garantizar que la información geográfica sea accesible para todos. La universalidad de los datos geográficos permite a diversas comunidades participar en la toma de decisiones informadas.

El futuro de la representación geográfica se verá influenciado por tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y la realidad aumentada, que permitirán nuevas formas de análisis y visualización.

La experiencia práctica en el Departamento de Fotogrametría permitió constatar que la actualización catastral mediante técnicas fotogramétricas no solo optimiza los tiempos de levantamiento y procesamiento de información, sino que además incrementa la confiabilidad de los datos espaciales. Sin embargo, también se identificaron áreas de mejora en para los proyectos, la estandarización de procedimientos y la integración de tecnologías complementarias, como la inteligencia artificial como apoyo para automatizar procesos.

En este sentido, el papel del geoinformático se vuelve fundamental. Su función no se limita al manejo de software SIG o de drones, sino que debe abarcar la capacidad analítica, la programación incluso apoyado de la **IA** la cual no está permitiendo expandir nuestras opciones, el tratamiento masivo de datos geográficos, y la comprensión de procesos administrativos y normativos del catastro. Esta visión integral es la que debe fortalecer el perfil profesional del egresado.

El plan de estudios de la Licenciatura en Geoinformática de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx) tiene como propósito formar profesionistas competentes en el manejo y análisis de información geoespacial. Sin embargo, al comparar la formación académica con la práctica profesional en áreas

catastrales, se observan algunos aspectos que podrían fortalecerse para atender de manera más efectiva las demandas actuales del sector público y privado.

Uno de los principales retos identificados es la actualización tecnológica insuficiente. Aunque el programa incluye asignaturas relacionadas con los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección, gran parte de los contenidos se enfocan en software tradicionales como ArcGIS, ERDAS o ENVI. En la actualidad, el ámbito geoespacial demanda el dominio de herramientas complementarias y más recientes, tales como Agisoft Metashape, Pix4D, QGIS, CloudCompare, DroneDeploy y plataformas de análisis en la nube como Google Earth Engine, Esri *Online* u *Open Data Cube*. Incorporar un eje de materias optativas o talleres especializados en software emergente y fotogrametría con drones permitiría a los estudiantes adquirir conocimientos prácticos acordes con las necesidades reales del campo laboral.

El manejo de grandes volúmenes de información espacial requiere conocimientos sólidos en lenguajes de programación como Python o SQL, que son esenciales para la automatización de procesos, el modelado de datos y los análisis geoespaciales avanzados. En este sentido, resulta necesario fortalecer los módulos de programación orientados al análisis geográfico, mediante la aplicación de casos prácticos que integren herramientas como QGIS o ArcGIS Pro, además de incorporar técnicas de *machine learning* para la identificación de patrones espaciales.

La vinculación con dependencias gubernamentales y proyectos reales son una limitante para la formación práctica suele centrarse en ejercicios académicos, lo cual limita la comprensión de los procesos institucionales. La participación en proyectos reales, como los de actualización catastral, favorece un aprendizaje más integral al permitir que las y los estudiantes conozcan la normatividad, la planeación y los procedimientos de control de calidad de datos. Por ello, sería conveniente fortalecer los vínculos con instituciones como la Dirección de Vinculación, *IGCEM* y los

catastros municipales, de modo que el alumno pueda colaborar en proyectos aplicados desde los primeros semestres.

En el ámbito catastral, es indispensable que el geoinformático comprenda la estructura legal y administrativa que regula el uso, resguardo y actualización de la información territorial. En este contexto, se recomienda integrar una asignatura específica sobre Legislación Catastral, orientada a la normatividad mexicana y a la interoperabilidad de datos geospaciales, lo que permitiría al estudiante desenvolverse con mayor seguridad en el ámbito institucional. fomentando la elaboración de informes técnicos, memorias de proyecto y presentaciones ejecutivas que mejoren la interacción profesional y la difusión de resultados.

La Geoinformática como disciplina, demanda una actualización constante y una actitud investigadora frente a las nuevas tecnologías como la inteligencia artificial que deberá ser capaz de vincular con la información para poder tomar las mejores decisiones.

Referencias

Henssen, J. (1995). *Catastro 2014: Una visión para un sistema catastral futuro*. International Federation of Surveyors (FIG). Recuperado de <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/cadastre2014/translation/c2014-spanish.pdf>.

Código Financiero del Estado de México y Municipios. (última reforma publicada el 3 de octubre de 2024). Gobierno del Estado de México. Gaceta del Gobierno.

Estado de México. (2009, 1 de enero). *Reglamento del Título Quinto del Código Financiero del Estado de México y Municipios denominado "Del Catastro"* [Reglamento]. Gaceta del Gobierno.

Instituto Geográfico Nacional (IGN). (2017). *Ortofotografía*. Ministerio de Fomento, España. Recuperado de: <https://www.ign.es/web/ign/portal/ortofotografia>.

López Trigal, L. (2009). *Geografía y catastro: fundamentos y aplicaciones*. Editorial Síntesis.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013). *Manual de procedimientos catastrales*. México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Norma Técnica para la Generación de Ortoimágenes*. Aguascalientes, México: INEGI.

Agisoft. (2023). *Metashape Professional Edition User Manual, Version 2.0*. St. Petersburg, Russia: Agisoft LLC.

Secretaría de Finanzas. (2012). *Manual General de Organización de la Secretaría de Finanzas*. Gobierno del Estado de México.