

# INFORME DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO - FOTOGRAMÉTRICO DE CEMENTERIOS MUNICIPALES

**IMPLAN**

Gobierno Municipal de Tepatlán de Morelos





---

## **IMPLAN Tepatitlán**

### **Geomática**

---

#### **Equipo:**

Paúl Flores

Jorge López

Héctor Ulloa

---

#### **Proyectos de Obra Pública**

---

Informe técnico de establecimiento de Puntos GNSS y Levantamiento Topográfico Fotogramétrico de Cementerios Municipales ubicado en distintas Delegaciones del Municipio de Tepatitlán de Morelos.

Julio 2023

---

INFORME TÉCNICO DE  
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO  
FOTOGRAMÉTRICO DE LOS  
CEMENTERIOS MUNICIPALES  
Julio 2023

# INFORME TÉCNICO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO FOTOGRÁMETRICO DE CEMENTERIOS MUNICIPALES

JULIO 2023



## Índice de contenido:

Introducción.....	7
1. Generalidades.....	8
2. Objetivos.....	8
3. Datos.....	8
4. Ubicación del proyecto.....	9
5. Levantamiento Fotogramétrico con RTK .....	10
6. Actividades de campo (Posicionamiento RTK).....	11
7. Vuelo Aero Fotogramétrico .....	12
8. Informes de procesamiento .....	13
8.1. Capilla de Guadalupe .....	13
8.2. Mezcala.....	21
8.3. Tecomatlán.....	29
8.4. Capilla de Milpillas .....	35
8.5. San José de Gracia .....	42
8.6. Pegueros.....	48
9. Repositorio de Información.....	54

## Índice de Ilustraciones:

Ilustración 1. Cementerio de Pegueros _____	7
Ilustración 2. Fuente: IIEG, Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco, "Mapa General del Estado de Jalisco, 2012" _____	9
Ilustración 3. Ubicación de Cementerios en Tepatitlán _____	9
Ilustración 4. Programación de vuelo en gabinete. Cementerio San José de Gracia _____	10
Ilustración 5. Levantamiento Fotogramétrico. Cementerio de San José de Gracia _____	11
Ilustración 6. Trabajo de campo en Cementerios de Delegaciones _____	12
Ilustración 7. Ubicación del Cementerio de Capilla de Guadalupe _____	13
Ilustración 8. Ortofoto, resolución 1.7 cm/pixel _____	14
Ilustración 9. Datos de levantamiento _____	15
Ilustración 10. Ubicaciones de cámara _____	16
Ilustración 11. Modelo Digital de Elevación _____	17
Ilustración 12. Cementerio de Capilla de Guadalupe _____	18
Ilustración 13. Planimetría vectorial con polígonos de gavetas. Cementerio Capilla de Gpe. _	19
Ilustración 14. Cuadro de construcción Cementerio Capilla de Guadalupe _____	19
Ilustración 15. Modelo 3D del Cementerio de Capilla de Guadalupe _____	20
Ilustración 16. Ortofoto con Polígonos vectorizados en shapefile. Software QGis _____	20
Ilustración 17. Ubicación Cementerio de Mezcala _____	21
Ilustración 18. Ortofoto Cementerio de Mezcala. Resolución 1.4 cm./Pixel _____	22
Ilustración 19. Ubicaciones de cámara _____	23
Ilustración 20. Modelo Digital de Elevación. Cementerio de Mezcala _____	24
Ilustración 21. Vuelo Fotogramétrico. Cementerio de Mezcala _____	26
Ilustración 22. Planimetría vectorial con polígonos de gavetas. Cementerio Mezcala _____	27
Ilustración 23. Cuadro de Construcción. Cementerio Mezcala _____	27
Ilustración 24. Modelo 3D del Cementerio de Mezcala _____	28
Ilustración 25. Ortofoto con polígonos vectorizados en shapefile, software Qgis _____	28
Ilustración 26. Ortofoto. Resolución 1.4 cm/pixel _____	29

---

<i>Ilustración 27. Ubicación del Cementerio de Tecamatlán</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 28. Ubicaciones de cámara</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 29. Ubicación Cementerio de Tecamatlán</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 30. Planimetría, Polígonos de gavetas.</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 31. Cuadro de Construcción. Cementerio Tecamatlán</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 32. Ortofoto con polígonos vectorizados en shapefile, software Qgis</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 33. Ortofoto. Cementerio Capilla de Milpillas. Resolución 1.4 cm/píxel</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 34. Modelo 3D Cementerio de Capilla de Milpillas</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 35. Ubicaciones de cámaras. Cementerio Capilla de Milpillas</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 36. Modelo Digital de Elevación. Cementerio Capilla de Milpillas</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 37. Cuadro de Construcción de Polígono. Cementerio Capilla de Milpillas</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 38. Levantamiento Fotogramétrico. Cementerio Capilla de Milpillas</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 39. Planimetría. Cementerio Capilla de Milpillas</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 40. Ortofoto con polígonos vectorizados en shapefile, software Qgis</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 41. Ortofoto. Cementerio San José de Gracia. Resolución 2 cm/píxel</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 42. Modelo 3D Cementerio de San José de Gracia</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 43. Ubicaciones de cámaras. Cementerio San José de Gracia</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 44. Modelo Digital de Elevación. Cementerio San José de Gracia</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 45. Ortofoto con polígonos vectorizados en shapefile, software Qgis</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 46. Cuadro de Construcción de Polígono. Cementerio de San José de Gracia</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 47. Planimetría Cementerio de San José de Gracia</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 48. Ortofoto. Cementerio de Pegueros</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 49. Modelo 3D Cementerio de Pegueros</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 50. Ubicaciones de cámara. Cementerio de Pegueros</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 51. Modelo Digital de Elevación. Cementerio Pegueros</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 52. Cuadro de construcción. Cementerio Pegueros</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 53. Planimetría con Polígonos de Gavetas. Cementerio Pegueros</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 54. Levantamiento Fotogramétrico. Cementerio Pegueros</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 55. Ortofoto con polígonos vectorizados en shapefile, software Qgis</i>	<i>54</i>

# Introducción

La fotogrametría es una técnica para la obtención de cartografía de los elementos que nos rodea, sobrevolar una extensión determinada para la toma de fotografías aéreas y en gabinete para poder recomponer el modelo para obtener la geometría y los elementos de dicha extensión, hace que esta técnica sea muy potente.

Debido a que el levantamiento tradicional con fotografía convencional de vuelo tripulado para la obtención de planos topográficos, con poco presupuesto es inviable, o el levantamiento con estación total es muy tardado, esto ha permitido que la ejecución de proyectos fotogramétricos con dron y GNSS RTK sea factible, ganando terreno por las ventajas que ofrece, principalmente por su eficiencia y bajo costo comparado con otros métodos.

Los vuelos con RPA<sup>1</sup> permiten emplear instrumentos de costo razonable, para capturar imágenes y post proceso en gabinete; alcanzando precisiones de pocos centímetros, debido principalmente a los vuelos a muy baja altura y modelos matemáticos fotogramétricos contrastados en el mercado para la corrección de posibles distorsiones geométricas de la cámara.

Los trabajos del presente informe se realizaron en el Municipio de Tepatitlán de Morelos, que comprendieron trabajos de campo y gabinete, como levantamiento topográfico con RTK<sup>2</sup>, lectura de puntos de foto control, toma de fotografías aéreas con RPAS, orto rectificación y modelado en 3D, elaboración de ortomozaicos y generación de planos topográficos.

Los polígonos de levantamientos fotogramétricos corresponden a los cementerios de las Delegaciones:

1. Capilla de Guadalupe
2. Pegueros
3. Capilla de Milpillas
4. Mezcala
5. Tecomatlán
6. San José de Gracia



*Ilustración 1. Cementerio de Pegueros*

<sup>1</sup> Remotely Piloted Aircraft, aviones controlados de forma remota

<sup>2</sup> Real-Time Kinematic, navegación cinética satelital en tiempo real, es una técnica usada para la

topografía, basado en el uso de medidas de fase de navegadores con señales GPS

## 1. Generalidades

---

Los trabajos efectuados por el IMPLAN Tepatitlán, a través del área de Geomática, comprenden trabajos de campo y gabinete como, Levantamiento topográfico RTK, lectura de puntos de fotocontrol, toma de fotografías aéreas con RPAS, restitución 3D, elaboración de ortofotos, generación de plano topográfico, creación de archivos shapefile para utilización en software SIG. El área volada por el dron, para los levantamientos topográficos fotogramétricos, corresponde a los cementerios ubicados en las Delegaciones Municipales: Capilla de Guadalupe, Pegueros, San José de Gracia, Capilla de Milpillas, Mezcala y Tecamatlán.

## 2. Objetivos

---

- Realizar el establecimiento y levantamiento de puntos de fotocontrol (puntos de apoyo fotogramétrico) empleando los receptores GNSS – diferencial por el método Cinemático en Tiempo Real (RTK).
- Realizar vuelo fotogramétrico RPAS
- Generar ortofoto con buena resolución y MDE, MDS y MDT.
- Identificar y elaborar el polígono del predio de cada uno de los cementerios, con cuadro de construcción y coordenadas UTM, georreferenciadas y ligadas a la RGNA del INEGI.
- Vectorizar y obtener los polígonos de cada una de las gavetas de los cementerios.

## 3. Datos

---

Área: IMPLAN Tepatitlán | Geomática

Dirección: Morelos #320, Colonia Centro

Teléfono: 37878800 ext. 8772, 8819

Página web: <https://www.tepatitlan.gob.mx/IMPLAN/IMPLAN/>

Correo: [paulflores@tepatitlan.gob.mx](mailto:paulflores@tepatitlan.gob.mx), [implan@tepatitlan.gob.mx](mailto:implan@tepatitlan.gob.mx)



## 4. Ubicación del proyecto

**Estado:** Jalisco

**Municipio:** Tepatlán de Morelos

**Delegaciones:** Capilla de Guadalupe, San José de Gracia, Pegueros, Capilla de Milpillas, Mezcala, Tecamatlán.

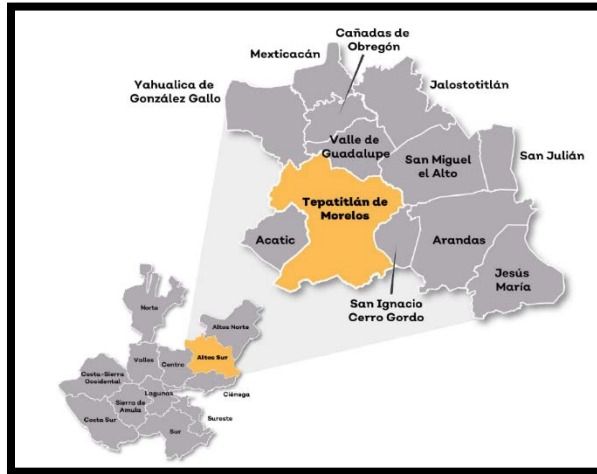


Ilustración 2. Fuente: IIEG, Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco, "Mapa General del Estado de Jalisco, 2012"

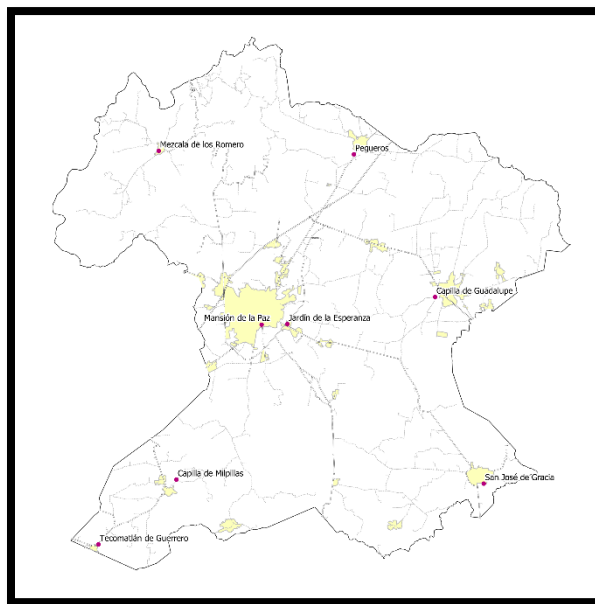


Ilustración 3. Ubicación de Cementerios en Tepatlán

## 5. Levantamiento Fotogramétrico con RTK

Establecido el área de trabajo en gabinete para llevar a cabo la adquisición de las fotografías aéreas es necesario elaborar la misión de vuelo a fin de definir los parámetros de adquisición de las imágenes, la extensión y tiempo de vuelo. Para ello se realizó la planificación del vuelo fotogramétrico en software de planificación de vuelos DJI para mapeo con drones y fotogrametría, eSurvey, para el drone DJI Matrice 300 RTK, para cubrir el área de todos los cementerios.



Ilustración 4. Programación de vuelo en gabinete. Cementerio San José de Gracia

Parámetros de vuelo generales para todos los cementerios:

- Fotografías oblicuas con 4 misiones de vuelo
- Fotografía vertical con 1 misión de vuelo
- Altura de vuelo promedio 120 metros
- GSD<sup>3</sup> resolución de la fotografía promedio de 1.5 cm/píxel
- Traslape frontal 80% - lateral 75%

<sup>3</sup> GSD las siglas en inglés de ground sample distance. Es la distancia en el suelo que separa los centros de dos píxeles adyacentes de una fotografía aérea

## 6. Actividades de campo (Posicionamiento RTK)

El propósito del posicionamiento GNSS en la fotogrametría es proporcionar coordenadas geoespaciales precisas y en tiempo real que permitan ubicar con exactitud la posición y orientación del dron Matrice 300 RTK durante todo el vuelo de la misión. Esto es esencial para capturar imágenes y datos que se utilizarán en la generación de modelos 3D y mapas detallados del terreno, estructuras y características de los cementerios municipales.

En la fotogrametría aérea, el dron Matrice 300 RTK actúa como una plataforma voladora que captura una serie de imágenes aéreas de alta resolución desde diferentes ángulos mientras vuela preestablecidas rutas de vuelo. Estas imágenes se superponen y se procesan para obtener una visión tridimensional del área objetivo.

Aquí es donde entra en juego el posicionamiento GNSS. Al vincular el dron Matrice 300 RTK con el GNSS eSurvey E800 Pro, estamos asegurando que el dron tenga acceso a correcciones de posición precisas y actualizadas en tiempo real. Estas correcciones permiten eliminar los errores de posicionamiento causados por el ruido del sistema y la atmósfera, lo que nos brinda una alta precisión en la ubicación de cada imagen capturada.



*Ilustración 5. Levantamiento Fotogramétrico. Cementerio de San José de Gracia*

## 7. Vuelo Aero Fotogramétrico

La determinación del área de levantamiento y la planificación de vuelo se efectuó en gabinete como actividades preliminares.

En campo se llevaron a cabo 6 vuelos fotogramétricos con dron DJI Matrice 300 RTK y GNSS eSurvey E800 Pro.

Se consultaron las condiciones atmosféricas óptimas en la aplicación UAV Forecast.

Los levantamientos de Vuelo Aero Fotogramétrico se realizaron entre los días 27 de junio y 14 de julio del 2023.



Ilustración 6. Trabajo de campo en Cementerios de Delegaciones

## 8. Informes de procesamiento

### 8.1. Capilla de Guadalupe



3Dsurvey

<b>Proyecto:</b>	<b>Cementerio de Capilla de Guadalupe</b>
<b>Fecha de adquisición de imágenes:</b>	<b>2023-06-27</b>

<b>Modelo de cámara</b>	<b>Resolución</b>	<b>Longitud focal</b>	<b>Tamaño de sensor</b>	<b>Tamaño de pixel</b>
DJI ZenmuseP1	8192 × 5460	35mm	Sin datos	Sin datos

<b>Tamaño de ortofoto:</b>	296.3m × 231.5m	<b>Resolución de pixel:</b>	0.017m
----------------------------	-----------------	-----------------------------	--------

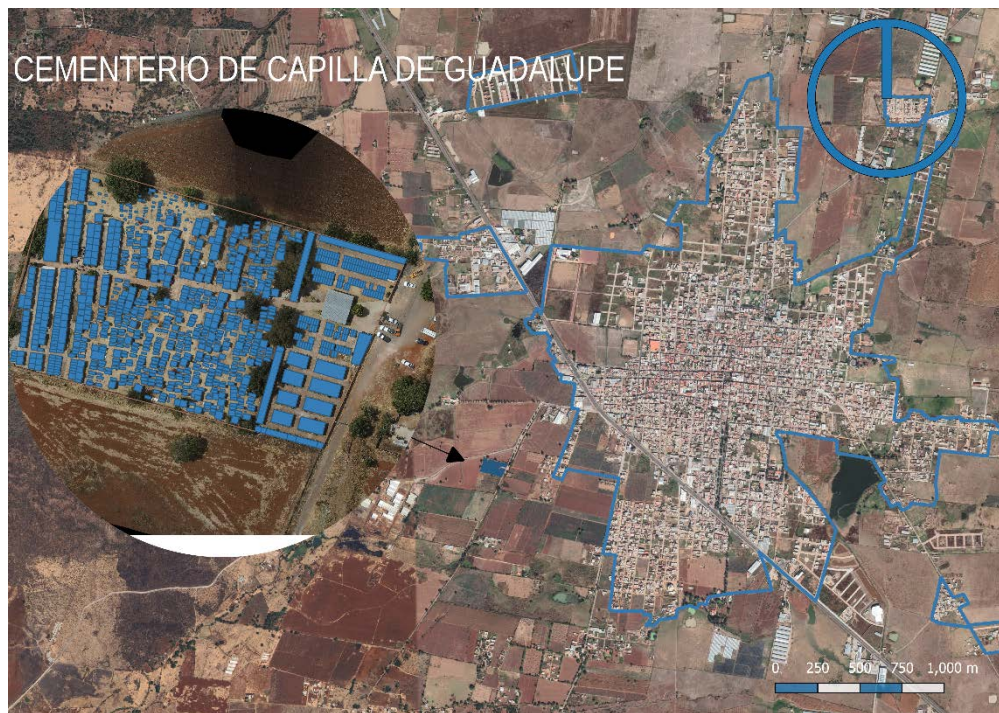


Ilustración 7. Ubicación del Cementerio de Capilla de Guadalupe



Ilustración 8. Ortofoto, resolución 1.7 cm/pixel

**Datos del levantamiento:**

<b>Número de imágenes:</b>	47	<b>Número de imágenes registradas:</b>	47
<b>Altitud de vuelo:</b>	129.9m	<b>Número de puntos clave por imágenes / promedio:</b>	1271
<b>Resolución terreno:</b>	0.0160m	<b>Georreferenciación:</b>	Sí

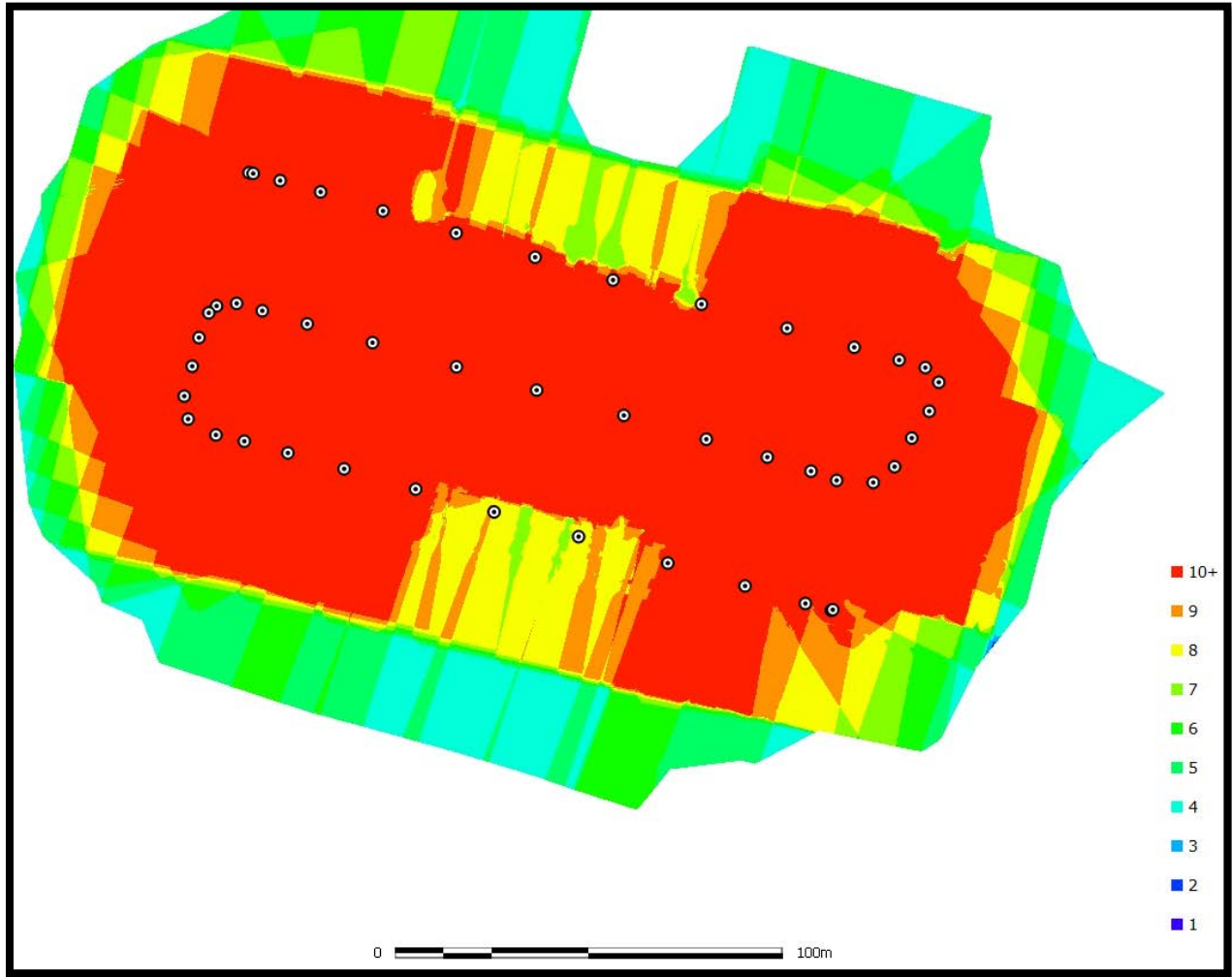


Ilustración 9. Datos de levantamiento

**Ubicaciones de cámaras:**

E error	N error	Error horizontal	Error vertical	Error total
0.001m	0.001m	0.001m	0.003m	0.004m

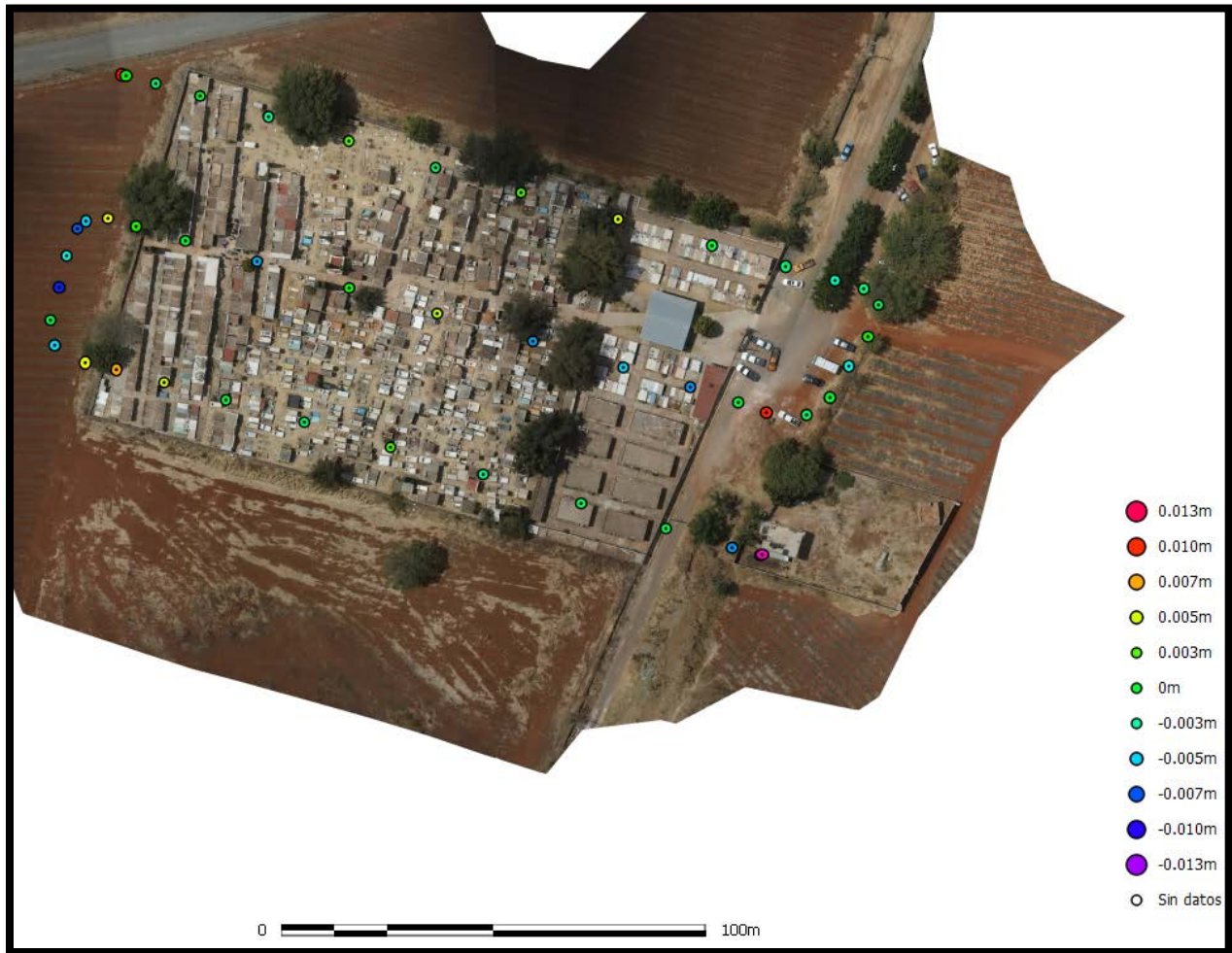


Ilustración 10. Ubicaciones de cámara

### Modelo Digital de Elevación

<b>Resolución de grilla:</b>	0.1m	<b>Densidad de punto promedio:</b>	1112.77 puntos/m <sup>2</sup>
------------------------------	------	------------------------------------	-------------------------------



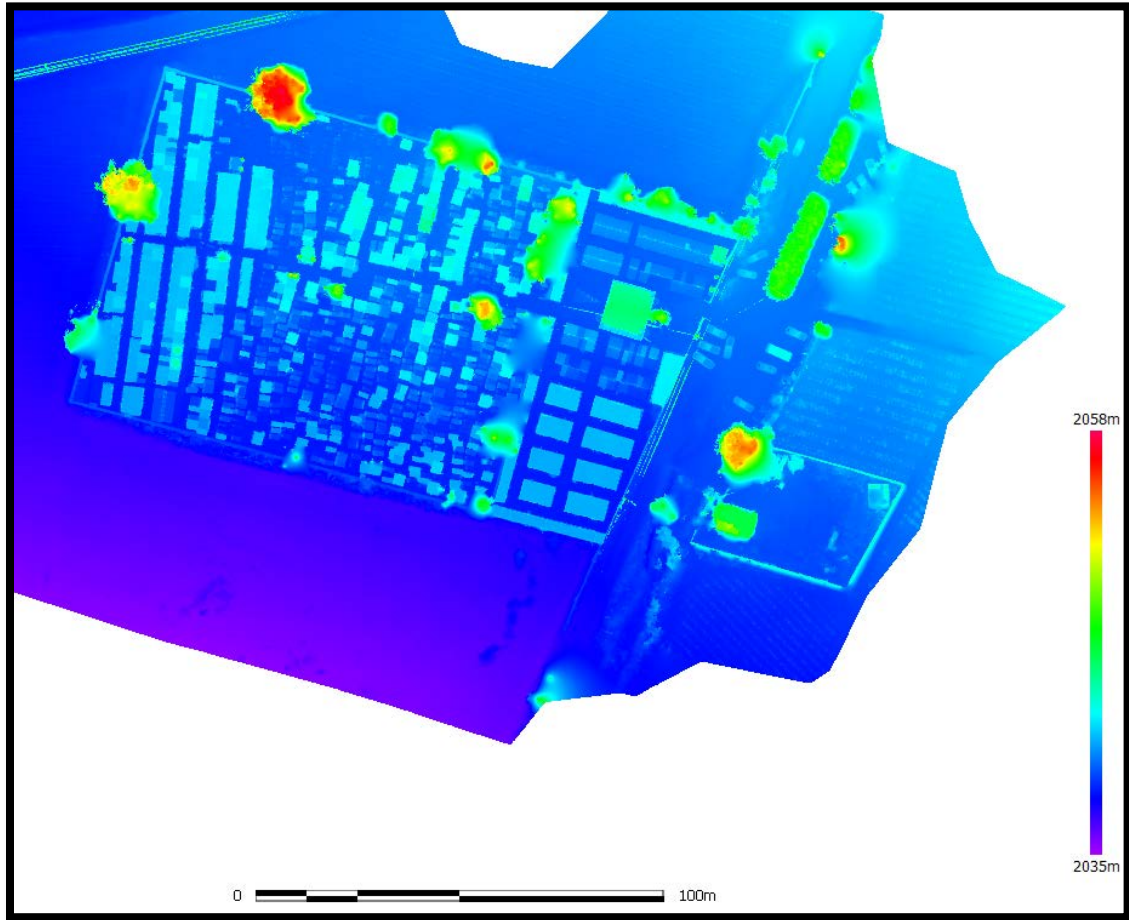


Ilustración 11. Modelo Digital de Elevación

### Parámetros de Procesamiento

<b>Estadísticas de ajuste por lote</b>	
Imágenes	47
Imágenes registradas	47
Número de puntos de control terrestre	0
Puntos de liga 3D	59765
Error de reproyección RMS	0.82528
Error de reproyección máx	8.86594
<b>Parámetros de optimización</b>	
Parámetros	f, ppx, ppy, k1, k2, k3, t1, t2
<b>Nube de puntos densa</b>	
Número de puntos	46702521

<b>Malla de grilla regular</b>	
Tamaño de celda de grilla	0.1m
Número de triángulos	9037597
<b>Ortomosaico</b>	
Tamaño	17778 × 13890
Resolución de pixel	0.017m

**Parámetros de cámara:**

<b>Camera:</b>	DJI ZenmuseP1		
<b>Focal length (f):</b>	8213.88px	<b>Radial distortion (k1):</b>	-0.049612
<b>Principal point X (ppx):</b>	4082.34px	<b>Radial distortion (k2):</b>	0.034531
<b>Principal point Y (ppy):</b>	2767.00px	<b>Radial distortion (k3):</b>	-0.123542
<b>Tangential distortion (t1):</b>	0.002215	<b>Tangential distortion (t2):</b>	-0.000545



*Ilustración 12. Cementerio de Capilla de Guadalupe*

**Resumen:**

<b>Superficie del predio (m2):</b>	<b>11,876.46 m2</b>
<b>Número de gavetas:</b>	<b>1,133 (Mil ciento treinta y tres)</b>
<b>Porcentaje de ocupación del predio:</b>	<b>94.7%</b>

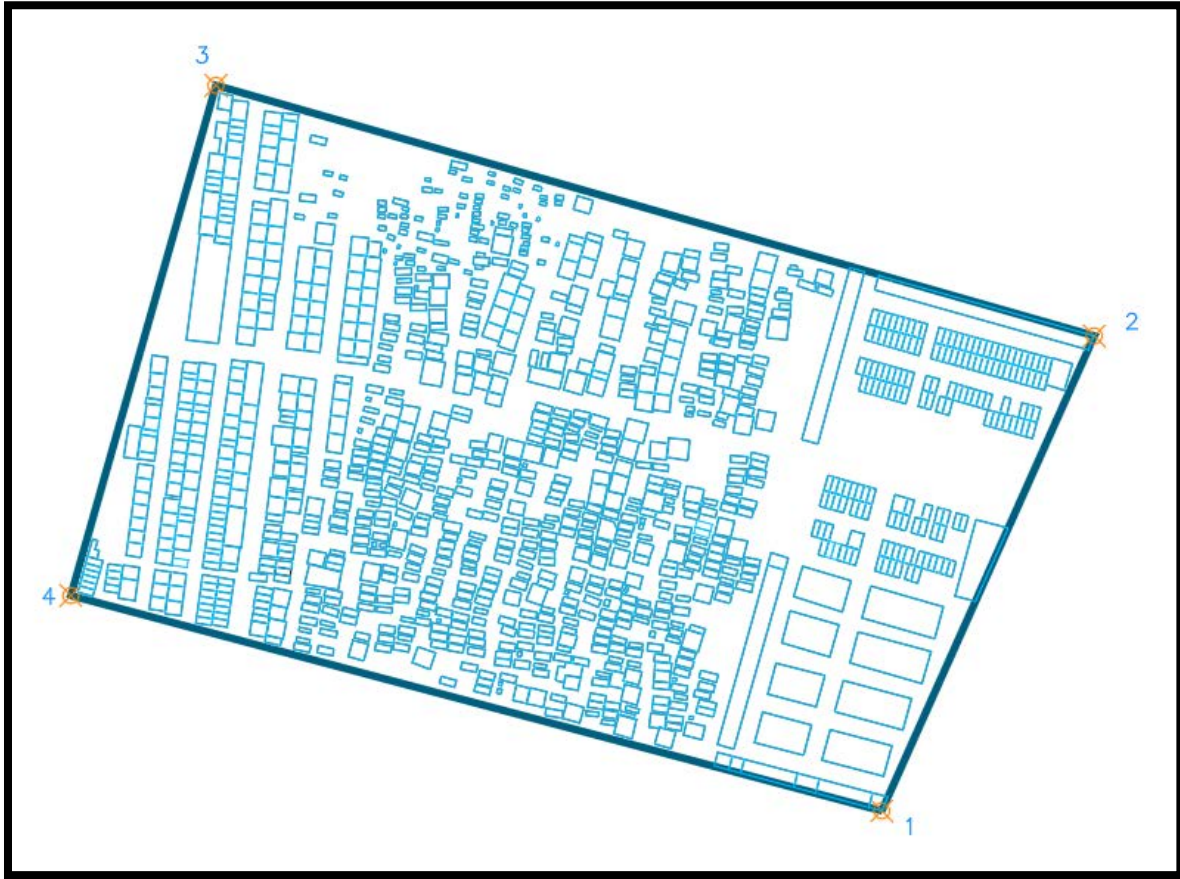


Ilustración 13. Planimetría vectorial con polígonos de gavetas. Cementerio Capilla de Gpe.

CUADRO DE CONSTRUCCION									
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD	
			ESTE (X)	NORTE (Y)					
1-2	24°5'46.92"	83.836	749,312.0228	2,304,326.5872	-0°51'7.116060"	1.00036821	20°49'20.016196" N	102°36'16.121848" W	
2-3	285°55'51.66"	147.096	749,346.2506	2,304,403.1174	-0°51'7.647910"	1.00036842	20°49'22.486918" N	102°36'14.899319" W	
3-4	195°51'57.37"	85.466	749,204.8038	2,304,443.4924	-0°51'5.968403"	1.00036755	20°49'23.867478" N	102°36'19.768110" W	
4-1	104°52'44.97"	135.115	749,181.4384	2,304,361.2822	-0°51'5.561835"	1.00036741	20°49'21.206895" N	102°36'20.618048" W	
<b>AREA = 11,676.467 m<sup>2</sup></b>			<b>PERIMETRO = 451.513 m</b>						

Ilustración 14. Cuadro de construcción Cementerio Capilla de Guadalupe



Ilustración 16. Ortografía con Polígonos vectorizados en shapefile. Software QGIS



Ilustración 15. Modelo 3D del Cementerio de Capilla de Guadalupe

## 8.2. Mezcala

<b>Proyecto:</b>	<b>Cementerio de Mezcala</b>
<b>Fecha de adquisición de imágenes:</b>	<b>2023-07-04</b>

<b>Modelo de cámara</b>	<b>Resolución</b>	<b>Longitud focal</b>	<b>Tamaño de sensor</b>	<b>Tamaño de pixel</b>
DJI ZenmuseP1	8192 × 5460	35mm	Sin datos	Sin datos

<b>Tamaño de ortofoto:</b>	205.2m × 202.8m	<b>Resolución de pixel:</b>	0.014m
----------------------------	-----------------	-----------------------------	--------

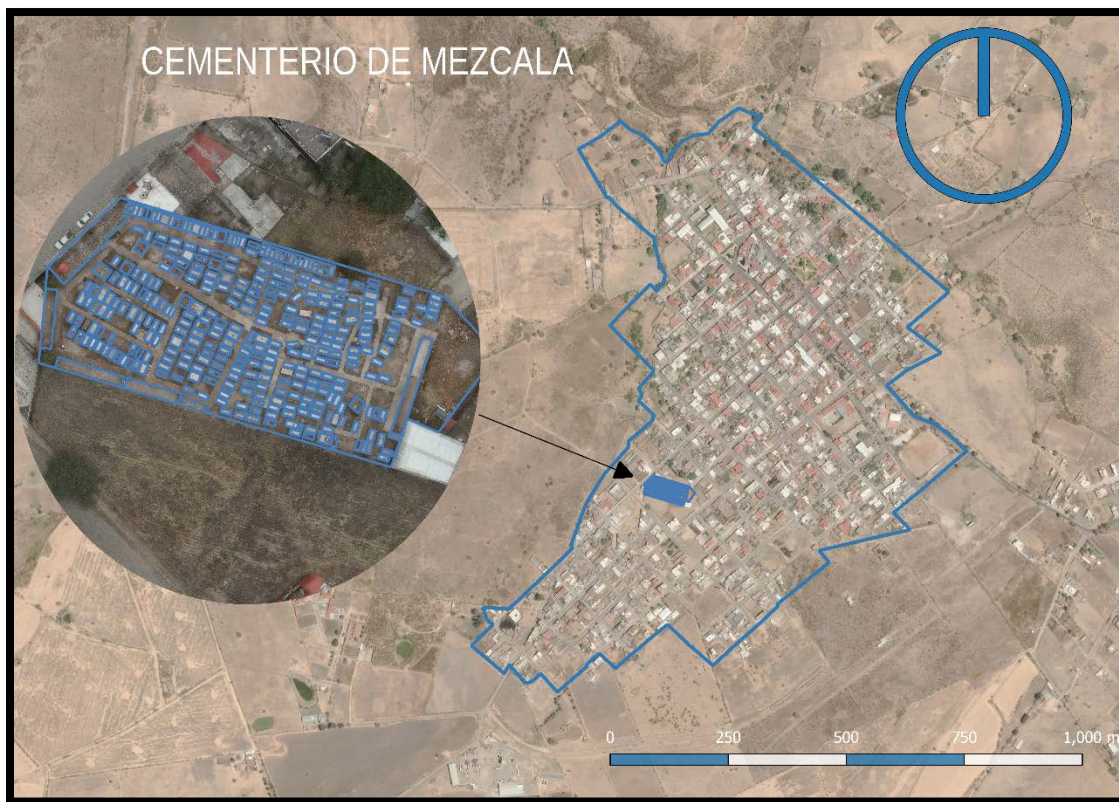


Ilustración 17. Ubicación Cementerio de Mezcala

**Datos del levantamiento:**

<b>Número de imágenes:</b>	265	<b>Número de imágenes registradas:</b>	265
<b>Altitud de vuelo:</b>	117.6m	<b>Número de puntos clave por imágenes / promedio:</b>	767
<b>Resolución terreno:</b>	0.0144m	<b>Georreferenciación:</b>	Sí



*Ilustración 18. Ortofoto Cementerio de Mezcala. Resolución 1.4 cm./Pixel*

**Ubicaciones de cámara:**

E error	N error	Error horizontal	Error vertical	Error total
0.002m	0.001m	0.002m	0.006m	0.006m

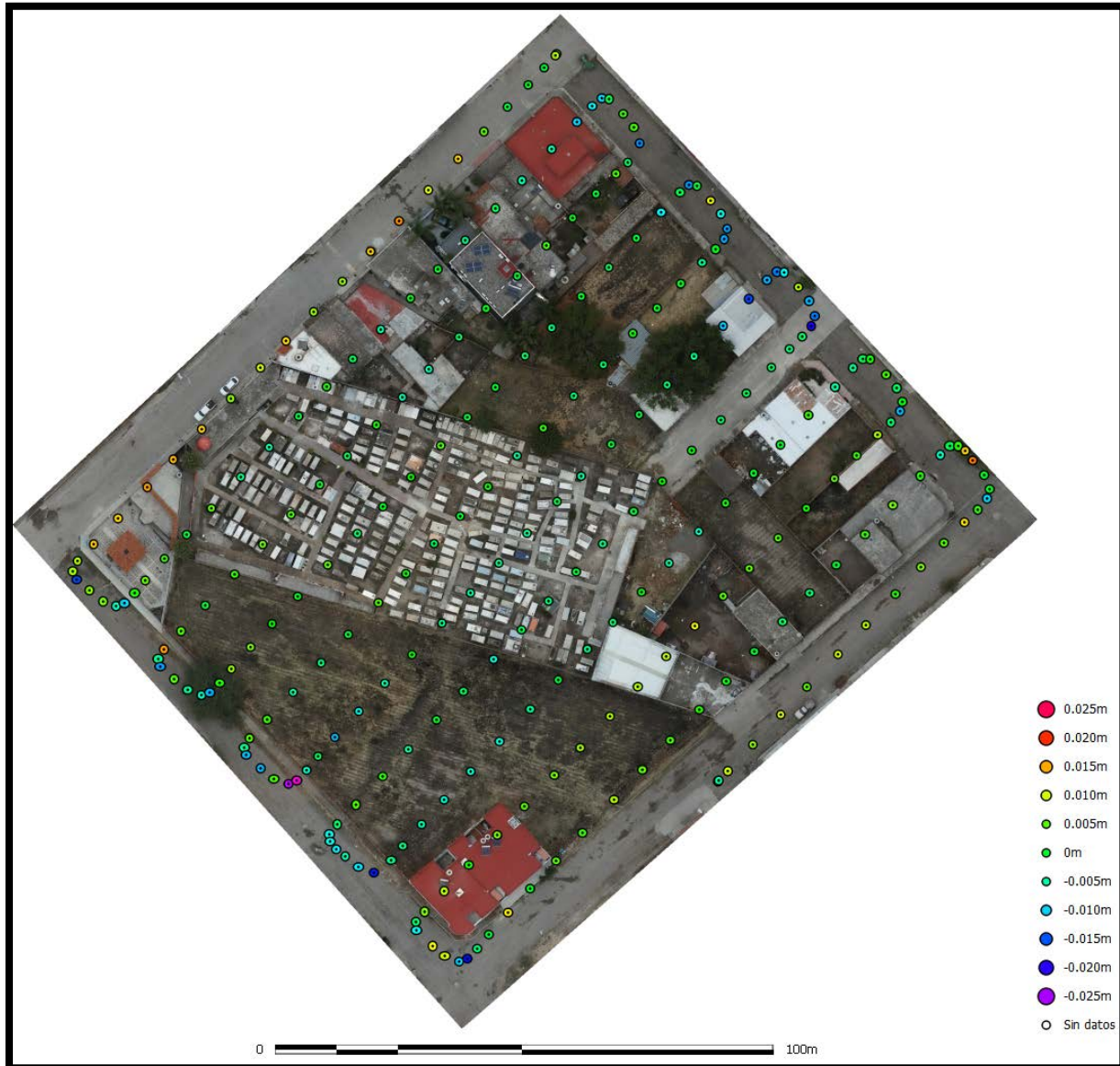
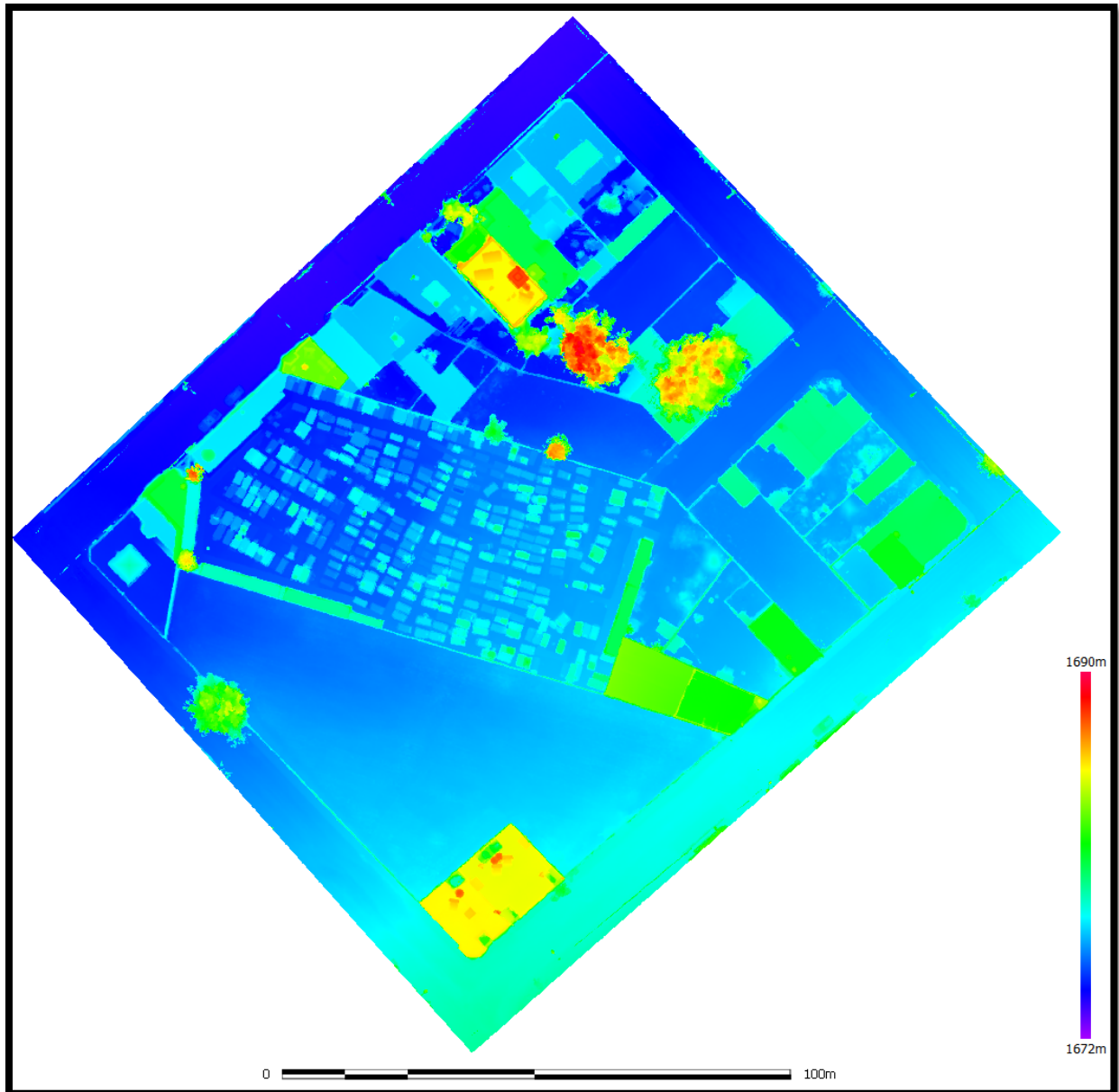


Ilustración 19. Ubicaciones de cámara

**Modelo Digital de Elevación:**

<b>Resolución de grilla:</b>	0.1m	<b>Densidad de punto promedio:</b>	657.53 puntos/m <sup>2</sup>
------------------------------	------	------------------------------------	------------------------------



*Ilustración 20. Modelo Digital de Elevación. Cementerio de Mezcala*

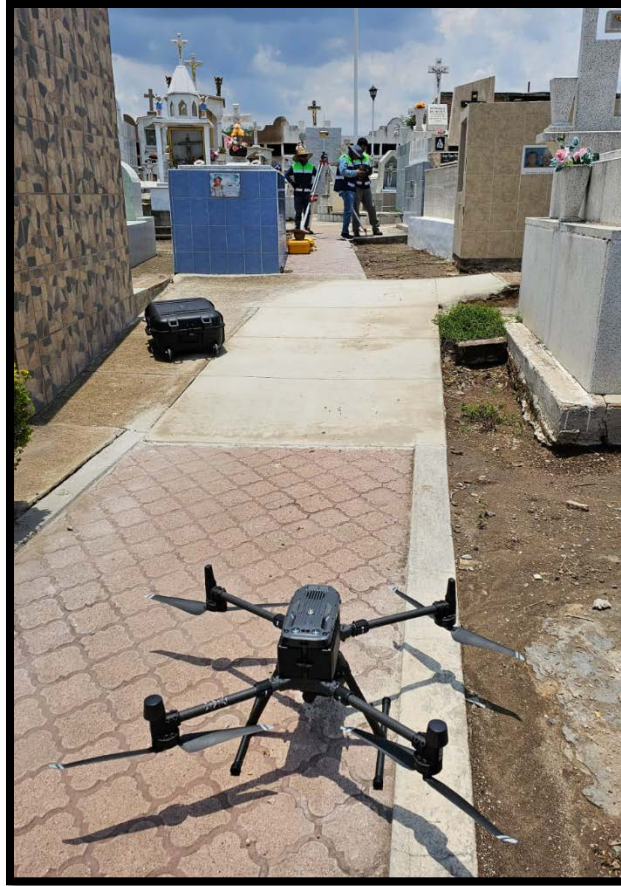


**Parámetros de procesamiento:**

<b>Estadísticas de ajuste por lote</b>	
Imágenes	265
Imágenes registradas	265
Número de puntos de control terrestre	0
Puntos de liga 3D	203320
Error de reproyección RMS	0.788562
Error de reproyección máx	11.5787
<b>Parámetros de optimización</b>	
Parámetros	f, ppx, ppy, k1, k2, k3, t1, t2
<b>Nube de puntos densa</b>	
Número de puntos	27360634
<b>Malla de grilla regular</b>	
Tamaño de celda de grilla	0.1m
Número de triángulos	4174920
<b>Ortomosaico</b>	
Tamaño	14364 × 14196
Resolución de pixel	0.014m

**Parámetros de cámara:**

<b>Camera:</b>	DJI ZenmuseP1		
<b>Focal length (f):</b>	8193.94px	<b>Radial distortion (k1):</b>	-0.048391
<b>Principal point X (ppx):</b>	4087.34px	<b>Radial distortion (k2):</b>	0.027105
<b>Principal point Y (ppy):</b>	2762.58px	<b>Radial distortion (k3):</b>	-0.107282
<b>Tangential distortion (t1):</b>	0.002239	<b>Tangential distortion (t2):</b>	-0.000559



*Ilustración 21. Vuelo Fotogramétrico. Cementerio de Mezcala*

**Resumen:**

<b>Superficie del predio (m2):</b>	<b>4,080.81 m2</b>
<b>Número de gavetas:</b>	<b>358 (Trescientos cincuenta y ocho)</b>
<b>Porcentaje de ocupación del predio:</b>	<b>86.7% (Ochenta y seis punto siete)</b>

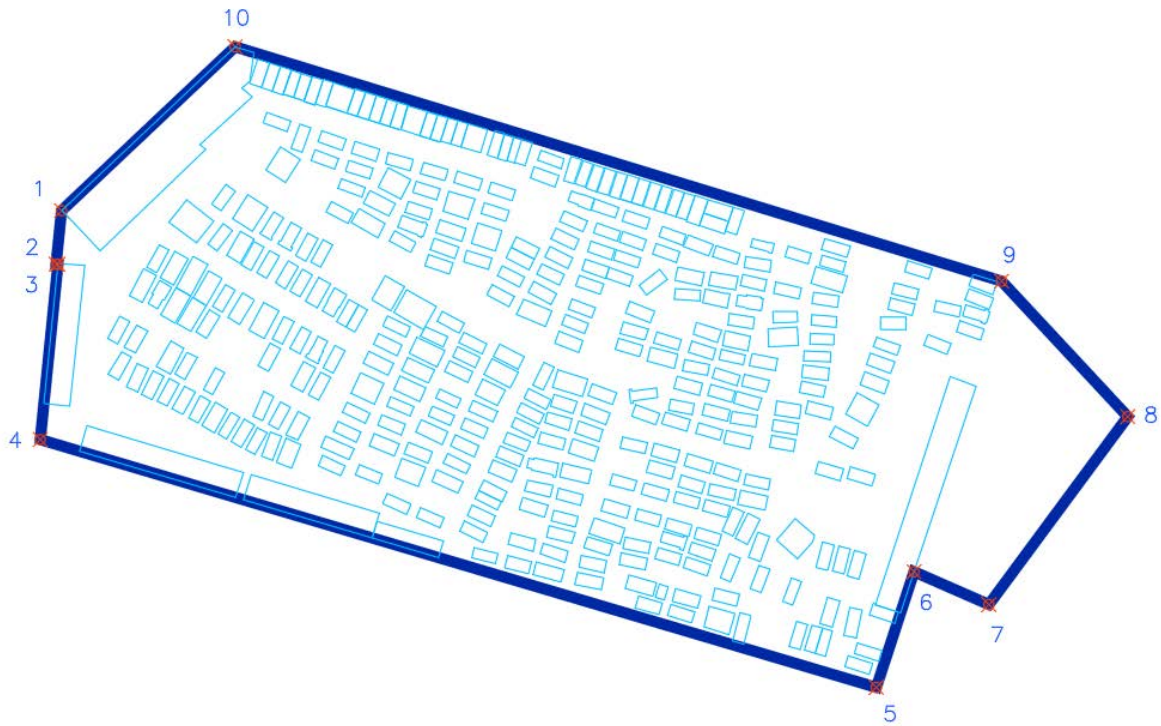


Ilustración 22. Planimetría vectorial con polígonos de gavetas. Cementerio Mezcala

CUADRO DE CONSTRUCCION								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
1-2	185°52'12.21"	5.350	723.654.5776	2,317,918.7379	-0°46'9.521924"	1.00021820	20°56'53.603240" N	102°50'56.839783" W
2-3	95°52'12.21"	0.188	723.654.0305	2,317,913.4162	-0°46'9.508204"	1.00021820	20°56'53.430495" N	102°50'56.861188" W
3-4	185°46'9.01"	17.538	723.654.2175	2,317,913.3970	-0°46'9.510492"	1.00021820	20°56'53.429788" N	102°50'56.854728" W
4-5	106°28'32.88"	87.003	723.652.4545	2,317,895.9477	-0°46'9.465889"	1.00021819	20°56'52.863360" N	102°50'56.923838" W
5-6	18°5'28.18"	12.114	723,735.8855	2,317,871.2726	-0°46'10.465797"	1.00021865	20°56'52.024863" N	102°50'54.048380" W
6-7	113°37'15.62"	8.154	723,739.6474	2,317,882.7681	-0°46'10.527383"	1.00021867	20°56'52.397537" N	102°50'53.912858" W
7-8	36°31'37.22"	23.282	723,747.1179	2,317,879.5210	-0°46'10.615533"	1.00021871	20°56'52.288078" N	102°50'53.655877" W
8-9	316°59'14.09"	18.452	723,760.9756	2,317,898.2302	-0°46'10.811421"	1.00021879	20°56'52.890176" N	102°50'53.167669" W
9-10	286°57'50.78"	79.969	723,748.3884	2,317,911.7223	-0°46'10.673331"	1.00021872	20°56'53.334242" N	102°50'53.596949" W
10-1	226°42'34.04"	23.797	723,671.8988	2,317,935.0551	-0°46'9.757529"	1.00021830	20°56'54.126080" N	102°50'56.232843" W
<b>AREA = 4,080.813 m<sup>2</sup></b>			<b>PERIMETRO = 275.847 m</b>					

Ilustración 23. Cuadro de Construcción. Cementerio Mezcala



Ilustración 25. Ortofoto con polígonos vectorizados en shapefile, software Qgis



Ilustración 24. Modelo 3D del Cementerio de Mezcala

### 8.3. Tecamatlán

<b>Proyecto:</b>	<b>Cementerio Tecamatlán</b>
<b>Fecha de adquisición de imágenes:</b>	<b>2023-07-12</b>

Modelo de cámara	Resolución	Longitud focal	Tamaño de sensor	Tamaño de pixel
DJI ZenmuseP1	8192 × 5460	35mm	Sin datos	Sin datos

<b>Tamaño de ortofoto:</b>	262.1m × 336m	<b>Resolución de pixel:</b>	0.014m
----------------------------	---------------	-----------------------------	--------



Ilustración 26. Ortofoto. Resolución 1.4 cm/pixel

Datos del levantamiento:

<b>Número de imágenes:</b>	495	<b>Número de imágenes registradas:</b>	495
<b>Altitud de vuelo:</b>	120.1m	<b>Número de puntos clave por imágenes / promedio:</b>	747
<b>Resolución terreno:</b>	0.0147m	<b>Georreferenciación:</b>	Sí

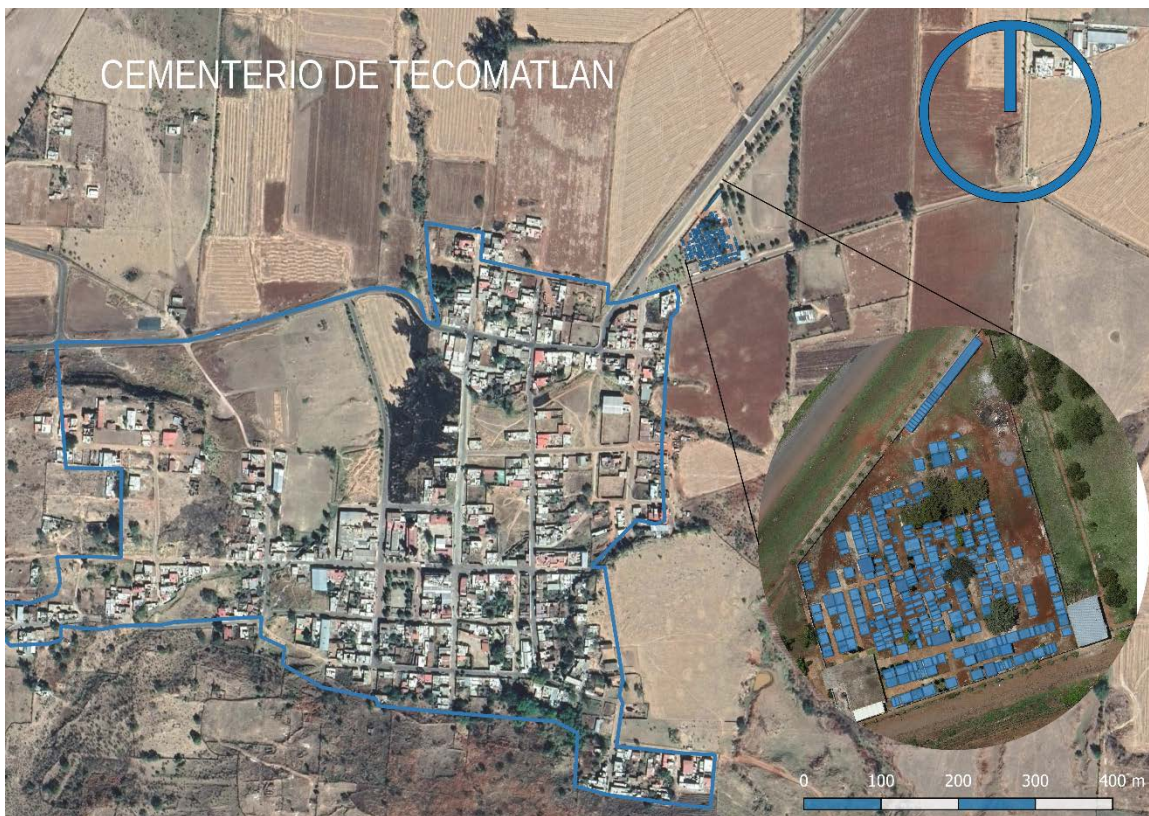


Ilustración 27. Ubicación del Cementerio de Tecomatlán

**Ubicaciones de cámara:**

E error	N error	Error horizontal	Error vertical	Error total
0.002m	0.002m	0.003m	0.004m	0.005m

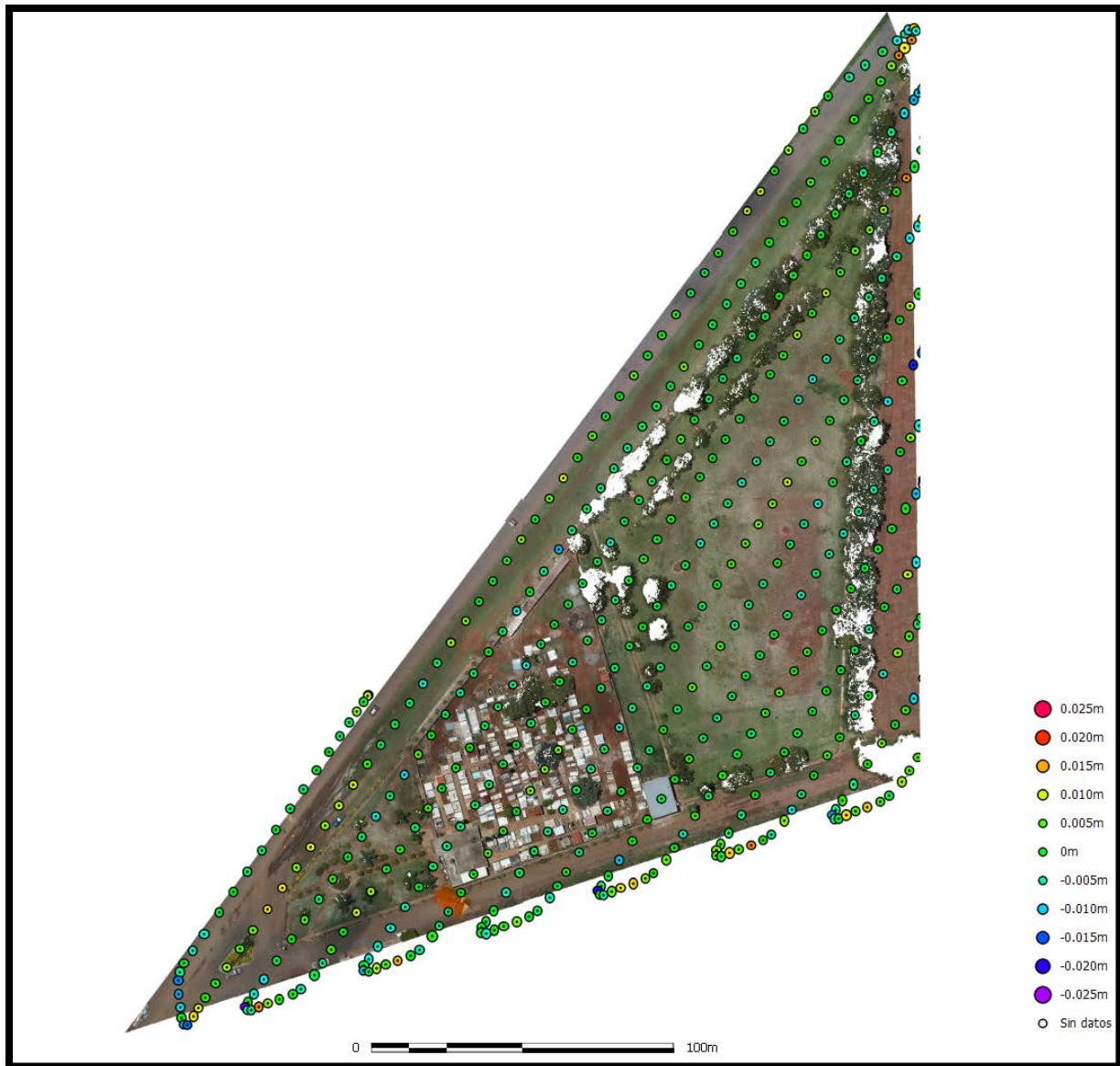


Ilustración 28. Ubicaciones de cámara

**Modelo Digital de Elevación:**

<b>Resolución de grilla:</b>	0.1m	<b>Densidad de punto promedio:</b>	454.40 puntos/m <sup>2</sup>
------------------------------	------	------------------------------------	------------------------------

**Parámetros de procesamiento:**

<b>Estadísticas de ajuste por lote</b>	
Imágenes	495
Imágenes registradas	495
Número de puntos de control terrestre	0
Puntos de liga 3D	370098
Error de reproyección RMS	0.776073
Error de reproyección máx	10.9022
<b>Parámetros de optimización</b>	
Parámetros	f, ppx, ppy, k1, k2, k3, t1, t2
<b>Nube de puntos densa</b>	
Número de puntos	41299423
<b>Malla de grilla regular</b>	
Tamaño de celda de grilla	0.1m
Número de triángulos	17630328
<b>Ortomosaico</b>	
Tamaño	18347 × 23520
Resolución de pixel	0.014m

Ilustración 29. Ubicación Cementerio de Tecamatlán

**Parámetros de cámara:**

<b>Camera:</b>	DJI ZenmuseP1		
<b>Focal length (f):</b>	8199.15px	<b>Radial distortion (k1):</b>	-0.048846
<b>Principal point X (ppx):</b>	4087.63px	<b>Radial distortion (k2):</b>	0.029302
<b>Principal point Y (ppy):</b>	2763.31px	<b>Radial distortion (k3):</b>	-0.111783
<b>Tangential distortion (t1):</b>	0.002236	<b>Tangential distortion (t2):</b>	-0.000570



**Resumen:**

<b>Superficie del predio (m2):</b>	<b>4,957.92 m2</b>
<b>Número de gavetas:</b>	<b>318 (Trescientos dieciocho)</b>
<b>Porcentaje de utilización del predio:</b>	<b>82.6% (Ochenta y dos punto seis)</b>

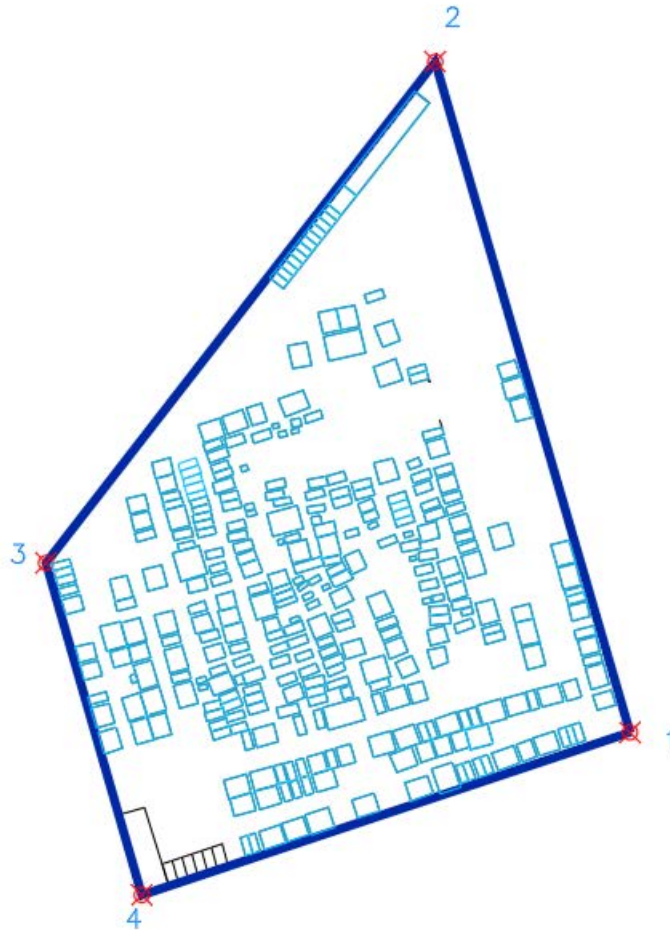


Ilustración 30. Planimetría, Polígonos de gavetas.



CUADRO DE CONSTRUCCION									
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD	
			ESTE (X)	NORTE (Y)					
1-2	343°47'42.27"	94.933	718,182.1245	2,281,502.0819	-0°44'15.509989"	1.00018835	20°37'12.156318" N	102°54'22.552938" W	
2-3	217°50'59.42"	86.272	718,155.6313	2,281,593.2428	-0°44'15.303483"	1.00018820	20°37'15.130859" N	102°54'23.427204" W	
3-4	163°53'54.57"	46.986	718,102.6956	2,281,525.1209	-0°44'14.573332"	1.00018792	20°37'12.938506" N	102°54'25.285318" W	
4-1	71°35'14.99"	69.980	718,115.7266	2,281,479.9782	-0°44'14.674532"	1.00018799	20°37'11.465557" N	102°54'24.855428" W	
<b>AREA = 4,957.924 m2</b>			<b>PERIMETRO = 298.170 m</b>						

Ilustración 31. Cuadro de Construcción. Cementerio Tecomatlán



Ilustración 32. Ortofoto con polígonos vectorizados en shapefile, software Qgis

## 8.4. Capilla de Milpillas

<b>Proyecto:</b>	<b>Cementerio Capilla de Milpillas</b>
<b>Fecha de adquisición de imágenes:</b>	<b>2023-07-12</b>

<b>Modelo de cámara</b>	<b>Resolución</b>	<b>Longitud focal</b>	<b>Tamaño de sensor</b>	<b>Tamaño de pixel</b>
DJI ZenmuseP1	8192 × 5460	35mm	Sin datos	Sin datos

<b>Tamaño de ortofoto:</b>	269.5m × 262.2m	<b>Resolución de pixel:</b>	0.014m
----------------------------	-----------------	-----------------------------	--------



Ilustración 33. Ortofoto. Cementerio Capilla de Milpillas. Resolución 1.4 cm/píxel

**Datos del levantamiento:**

<b>Número de imágenes:</b>	213	<b>Número de imágenes registradas:</b>	213
<b>Altitud de vuelo:</b>	120.0m	<b>Número de puntos clave por imágenes / promedio:</b>	885
<b>Resolución terreno:</b>	0.0147m	<b>Georreferenciación:</b>	Sí



*Ilustración 34. Modelo 3D Cementerio de Capilla de Milpillas*

**Ubicaciones de cámara:**

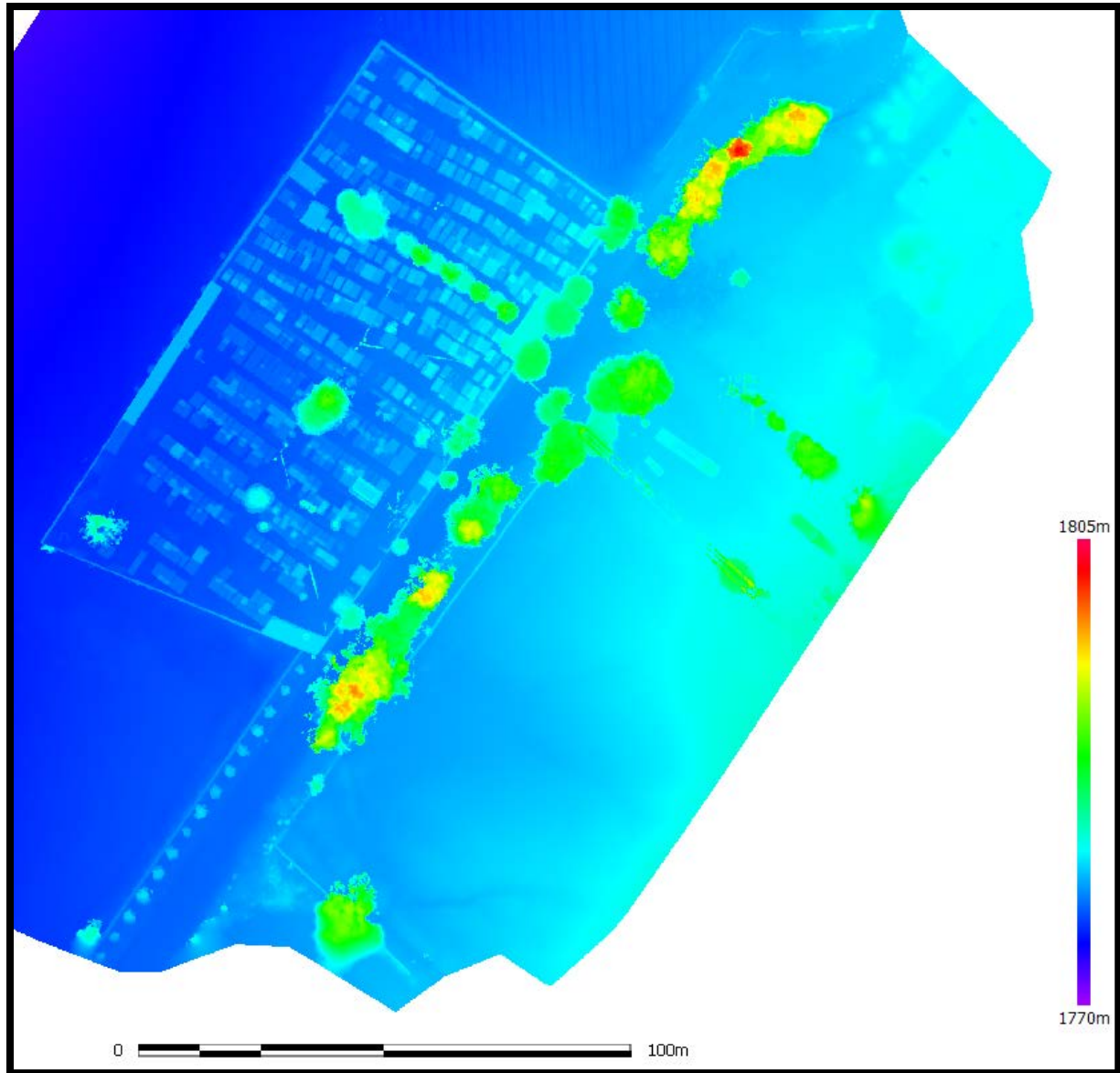
E error	N error	Error horizontal	Error vertical	Error total
0.002m	0.001m	0.002m	0.005m	0.005m



*Ilustración 35. Ubicaciones de cámaras. Cementerio Capilla de Milpillas*

**Modelo Digital de Elevación:**

<b>Resolución de grilla:</b>	0.1m	<b>Densidad de punto promedio:</b>	449.99 puntos/m <sup>2</sup>
------------------------------	------	------------------------------------	------------------------------



*Ilustración 36. Modelo Digital de Elevación. Cementerio Capilla de Milpillas*

**Parámetros de procesamiento:**

<b>Estadísticas de ajuste por lote</b>	
Imágenes	213
Imágenes registradas	213
Número de puntos de control terrestre	0
Puntos de liga 3D	188535
Error de reproyección RMS	0.857178
Error de reproyección máx	9.30063
<b>Parámetros de optimización</b>	
Parámetros	f, ppx, ppy, k1, k2, k3, t1, t2
<b>Nube de puntos densa</b>	
Número de puntos	20755340
<b>Malla de grilla regular</b>	
Tamaño de celda de grilla	0.1m
Número de triángulos	9396202
<b>Ortomosaico</b>	
Tamaño	18865 × 18354
Resolución de pixel	0.014m

**Parámetros de cámara:**

<b>Camera:</b>	DJI ZenmuseP1		
<b>Focal length (f):</b>	8198.04px	<b>Radial distortion (k1):</b>	-0.048635
<b>Principal point X (ppx):</b>	4087.85px	<b>Radial distortion (k2):</b>	0.033020
<b>Principal point Y (ppy):</b>	2763.69px	<b>Radial distortion (k3):</b>	-0.118030
<b>Tangential distortion (t1):</b>	0.002188	<b>Tangential distortion (t2):</b>	-0.000577

**Resumen:**

<b>Superficie del predio (m2):</b>	<b>6,957.65 m2</b>
<b>Número de gavetas:</b>	<b>544 (Quinientos cuarenta y cuatro)</b>
<b>Porcentaje de ocupación del predio:</b>	<b>65.2% (Sesenta y cinco punto dos)</b>



Ilustración 38. Levantamiento Fotogramétrico. Cementerio Capilla de Milpillas

CUADRO DE CONSTRUCCION								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
1-2	305°8'38.89"	59.756	725,403.9614	2,287,543.8728	-0°45'51.248330"	1.00022794	20°40'25.480471" N	102°50'10.415807" W
2-3	215°14'44.39"	55.641	725,355.0982	2,287,578.2706	-0°45'50.697589"	1.00022767	20°40'26.619803" N	102°50'12.087684" W
3-4	213°4'44.96"	67.268	725,322.9886	2,287,532.8293	-0°45'50.246441"	1.00022749	20°40'25.156594" N	102°50'13.217673" W
4-5	112°21'2.93"	60.055	725,286.2738	2,287,476.4641	-0°45'49.724833"	1.00022728	20°40'23.340283" N	102°50'14.511749" W
5-1	34°33'5.43"	109.573	725,341.8173	2,287,453.6265	-0°45'50.372178"	1.00022759	20°40'22.573844" N	102°50'12.603815" W
<b>AREA = 6,957.656 m2</b>			<b>PERIMETRO = 352.294 m</b>					

Ilustración 37. Cuadro de Construcción de Polígono. Cementerio Capilla de Milpillas



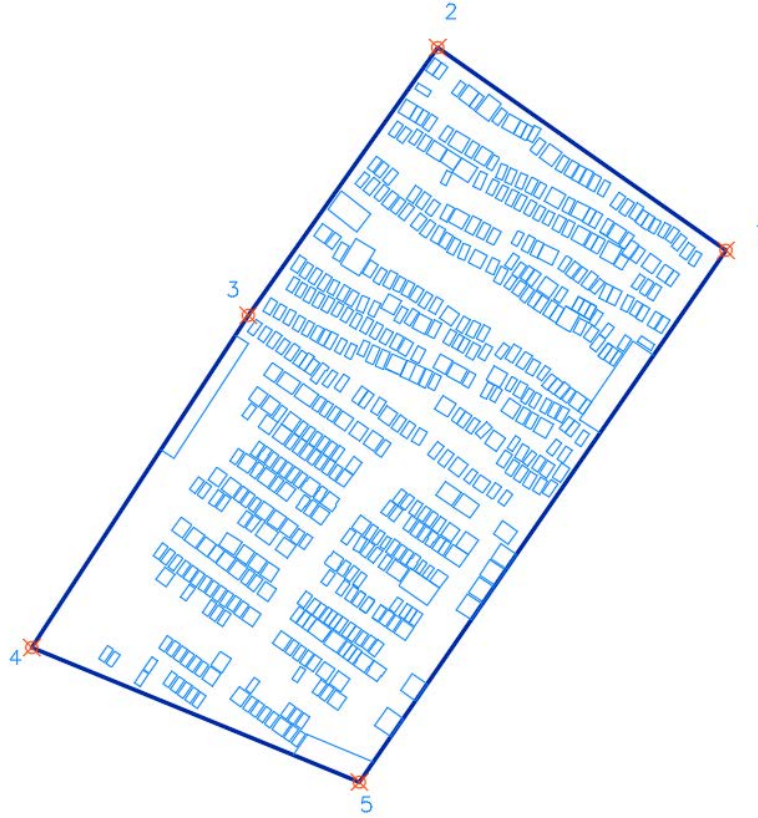


Ilustración 39. Planimetría. Cementerio Capilla de Milpillas



Ilustración 40. Ortofoto con polígonos vectorizados en shapefile, software Qgis

## 8.5. San José de Gracia

<b>Proyecto:</b>	<b>Cementerio de San José de Gracia</b>
<b>Fecha de adquisición de imágenes:</b>	<b>2023-07-14</b>

<b>Modelo de cámara</b>	<b>Resolución</b>	<b>Longitud focal</b>	<b>Tamaño de sensor</b>	<b>Tamaño de pixel</b>
DJI ZenmuseP1	8192 × 5460	35mm	Sin datos	Sin datos

<b>Tamaño de ortofoto:</b>	326.4m × 273.1m	<b>Resolución de pixel:</b>	0.020m
----------------------------	-----------------	-----------------------------	--------



Ilustración 41. Ortofoto. Cementerio San José de Gracia. Resolución 2 cm/pixel

**Datos de levantamiento:**

<b>Número de imágenes:</b>	396	<b>Número de imágenes registradas:</b>	396
<b>Altitud de vuelo:</b>	120.3m	<b>Número de puntos clave por imágenes / promedio:</b>	748
<b>Resolución terreno:</b>	0.0147m	<b>Georreferenciación:</b>	Sí



*Ilustración 42. Modelo 3D Cementerio de San José de Gracia*

**Ubicaciones de cámara:**

E error	N error	Error horizontal	Error vertical	Error total
0.002m	0.001m	0.002m	0.005m	0.005m



Ilustración 43. Ubicaciones de cámaras. Cementerio San José de Gracia

**Modelo Digital de Elevación:**

Resolución de grilla:	0.1m	Densidad de punto promedio:	422.53 puntos/m <sup>2</sup>
-----------------------	------	-----------------------------	------------------------------

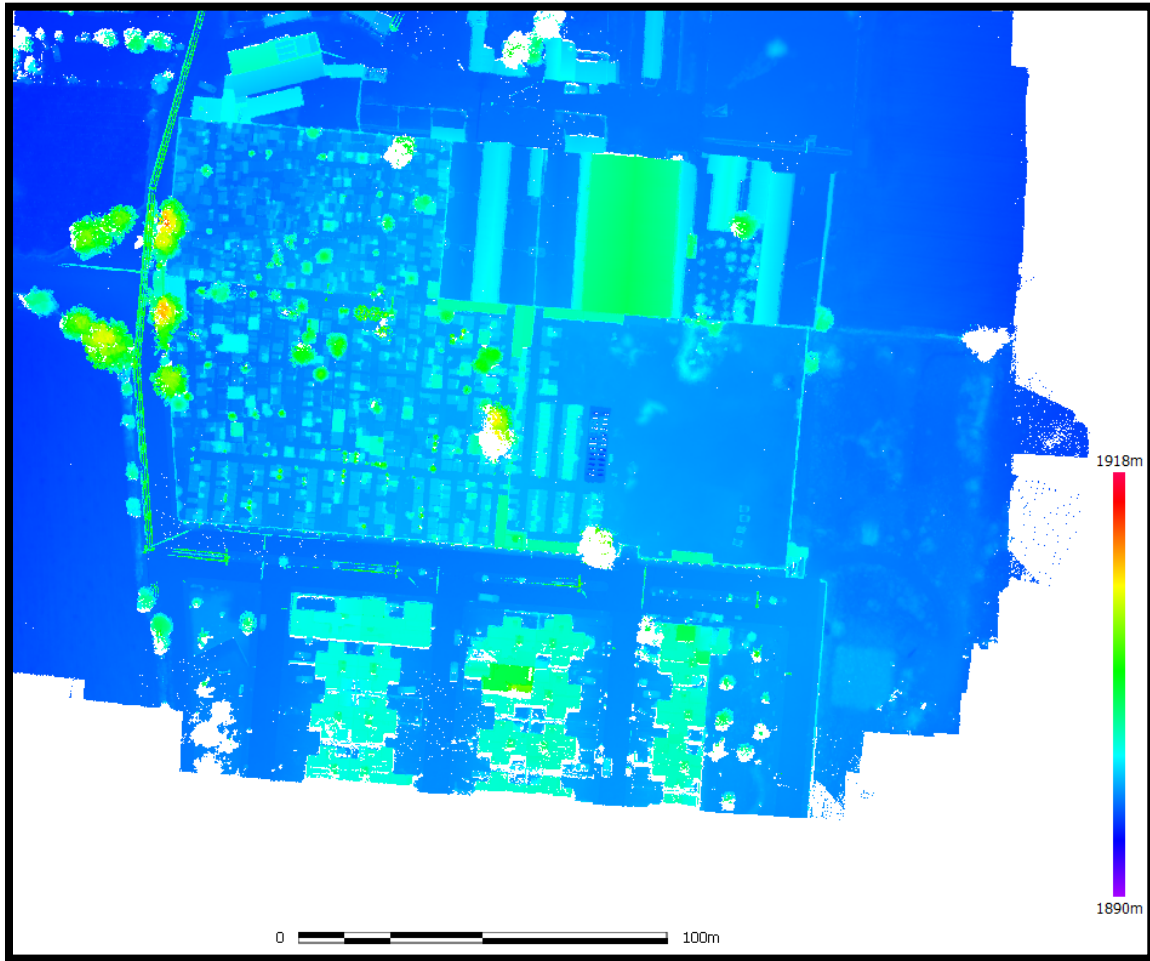


Ilustración 44. Modelo Digital de Elevación. Cementerio San José de Gracia

**Parámetros de procesamiento:**

<b>Estadísticas de ajuste por lote</b>	
Imágenes	396
Imágenes registradas	396
Número de puntos de control terrestre	0
Puntos de liga 3D	296529
Error de reproyección RMS	0.973662
Error de reproyección máx	13.977
<b>Parámetros de optimización</b>	
Parámetros	f, ppx, ppy, k1, k2, k3, t1, t2
<b>Nube de puntos densa</b>	
Número de puntos	28315377
<b>Malla de grilla regular</b>	

Tamaño de celda de grilla	0.1m
Número de triángulos	12773471
<b>Ortomosaico</b>	
Tamaño	16320 × 13655
Resolución de pixel	0.020m

**Parámetros de cámara:**

Camera:	DJI ZenmuseP1		
Focal length (f):	8195.02px	Radial distortion (k1):	-0.048883
Principal point X (ppx):	4082.66px	Radial distortion (k2):	0.031643
Principal point Y (ppy):	2765.89px	Radial distortion (k3):	-0.114928
Tangential distortion (t1):	0.002194	Tangential distortion (t2):	-0.000544

**Resumen:**

<b>Superficie del predio (m2):</b>	<b>14,157.82 m2</b>
<b>Número de gavetas:</b>	<b>1,777 (Mil setecientos setenta y siete)</b>
<b>Porcentaje de ocupación del predio:</b>	<b>71.5% (Setenta y un punto cinco)</b>



Ilustración 45. Ortofoto con polígonos vectorizados en shapefile, software Qgis

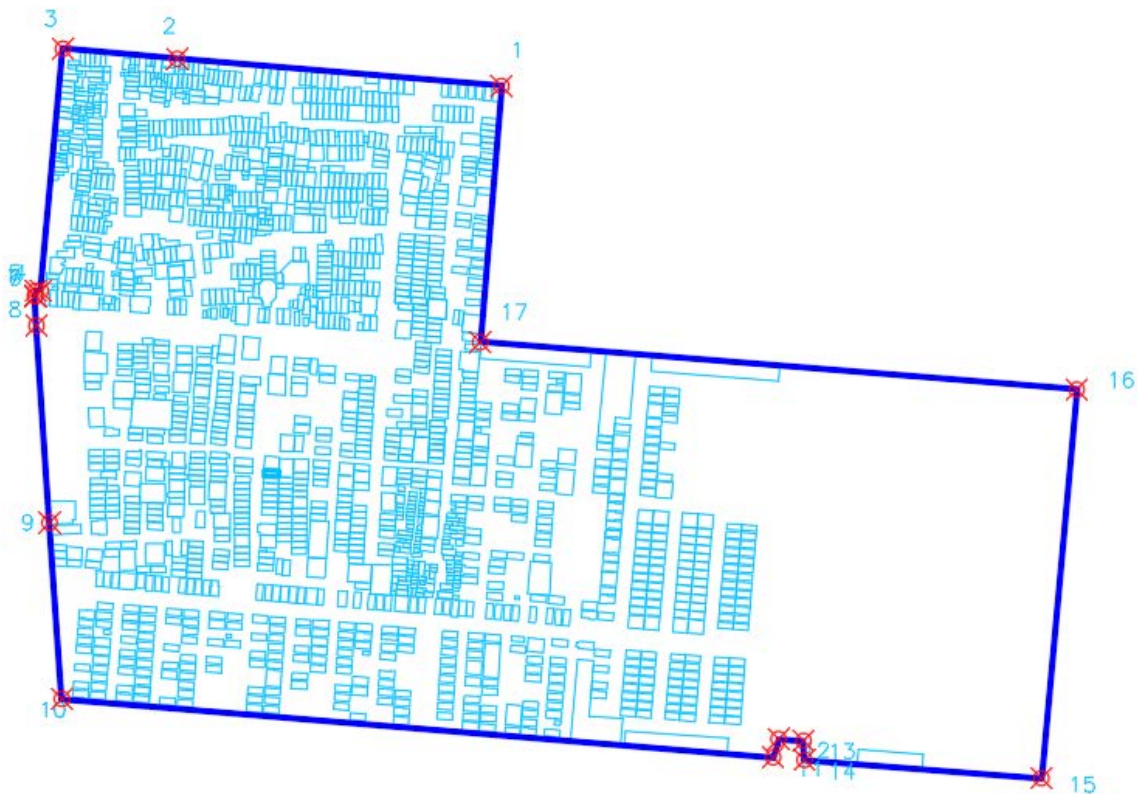


Ilustración 47. Planimetría Cementerio de San José de Gracia

CUADRO DE CONSTRUCCION									
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD	
			ESTE (X)	NORTE (Y)					
1-2	274°46'32.03"	54.320	753,757.4161	2,287,202.2199	-0°51'36.430534"	1.00039587	20°40'1.311188" N	102°33'51.375279" W	
2-3	275°4'39.37"	19.151	753,703.2843	2,287,206.7422	-0°51'35.777468"	1.00039553	20°40'1.484573" N	102°33'53.242191" W	
3-4	185°13'55.91"	40.538	753,684.2087	2,287,208.4371	-0°51'35.547480"	1.00039541	20°40'1.548964" N	102°33'53.900026" W	
4-5	270°0'0.00"	0.842	753,680.5119	2,287,168.0678	-0°51'35.442839"	1.00039539	20°40'0.238760" N	102°33'54.048604" W	
5-6	180°0'0.00"	0.857	753,679.6696	2,287,168.0678	-0°51'35.432574"	1.00039539	20°40'0.239170" N	102°33'54.077688" W	
6-7	270°0'0.00"	0.129	753,679.6696	2,287,167.2106	-0°51'35.431309"	1.00039539	20°40'0.211312" N	102°33'54.078133" W	
7-8	177°3'42.75"	4.923	753,679.5409	2,287,167.2106	-0°51'35.429740"	1.00039538	20°40'0.211375" N	102°33'54.082578" W	
8-9	176°11'49.21"	32.955	753,679.7932	2,287,162.2943	-0°51'35.425559"	1.00039539	20°40'0.051473" N	102°33'54.076413" W	
9-10	175°59'42.05"	29.443	753,681.9790	2,287,129.4120	-0°51'35.403662"	1.00039540	20°39'58.981730" N	102°33'54.017976" W	
10-11	94°41'23.84"	119.139	753,684.0354	2,287,100.0413	-0°51'35.385372"	1.00039541	20°39'58.026176" N	102°33'53.962188" W	
11-12	16°38'38.53"	3.183	753,802.7757	2,287,090.3000	-0°51'36.818088"	1.00039616	20°39'57.651654" N	102°33'49.866971" W	
12-13	94°5'40.49"	4.172	753,803.6874	2,287,093.3499	-0°51'36.833703"	1.00039616	20°39'57.750329" N	102°33'49.833905" W	
13-14	176°59'27.18"	3.193	753,807.8488	2,287,093.0520	-0°51'36.883978"	1.00039619	20°39'57.738616" N	102°33'49.690362" W	
14-15	94°23'41.04"	39.656	753,808.0164	2,287,089.8631	-0°51'36.881312"	1.00039619	20°39'57.634897" N	102°33'49.686227" W	
15-16	05°12'26.28"	65.046	753,847.5561	2,287,086.8244	-0°51'37.358695"	1.00039644	20°39'57.516841" N	102°33'48.322445" W	
16-17	274°32'33.71"	99.899	753,853.4596	2,287,151.6017	-0°51'37.526319"	1.00039648	20°39'59.619225" N	102°33'48.084995" W	
17-1	04°44'28.21"	42.853	753,753.8741	2,287,159.5139	-0°51'36.324313"	1.00039585	20°39'59.924971" N	102°33'51.519728" W	
<b>AREA = 14,157.870 m<sup>2</sup></b>			<b>PERIMETRO = 560.299 m</b>						

Ilustración 46. Cuadro de Construcción de Polígono. Cementerio de San José de Gracia

## 8.6. Pegueros

<b>Proyecto:</b>	<b>Cementerio de Pegueros</b>
<b>Fecha de adquisición de imágenes:</b>	<b>2023-06-28</b>

<b>Modelo de cámara</b>	<b>Resolución</b>	<b>Longitud focal</b>	<b>Tamaño de sensor</b>	<b>Tamaño de pixel</b>
DJI ZenmuseP1	8192 × 5460	35mm	Sin datos	Sin datos

<b>Tamaño de ortofoto:</b>	243.2m × 164m	<b>Resolución de pixel:</b>	0.014m
----------------------------	---------------	-----------------------------	--------



Ilustración 48. Ortofoto. Cementerio de Pegueros



**Datos del levantamiento:**

<b>Número de imágenes:</b>	65	<b>Número de imágenes registradas:</b>	65
<b>Altitud de vuelo:</b>	119.4m	<b>Número de puntos clave por imágenes / promedio:</b>	1328
<b>Resolución terreno:</b>	0.0146m	<b>Georreferenciación:</b>	Sí



*Ilustración 49. Modelo 3D Cementerio de Pegueros*

**Ubicaciones de cámara:**

<b>E error</b>	<b>N error</b>	<b>Error horizontal</b>	<b>Error vertical</b>	<b>Error total</b>
0.002m	0.002m	0.003m	0.005m	0.005m



Ilustración 50. Ubicaciones de cámara. Cementerio de Pegueros

### Modelo Digital de Elevación

<b>Resolución de grilla:</b>	0.2m	<b>Densidad de punto promedio:</b>	1026.63 puntos/m <sup>2</sup>
------------------------------	------	------------------------------------	-------------------------------

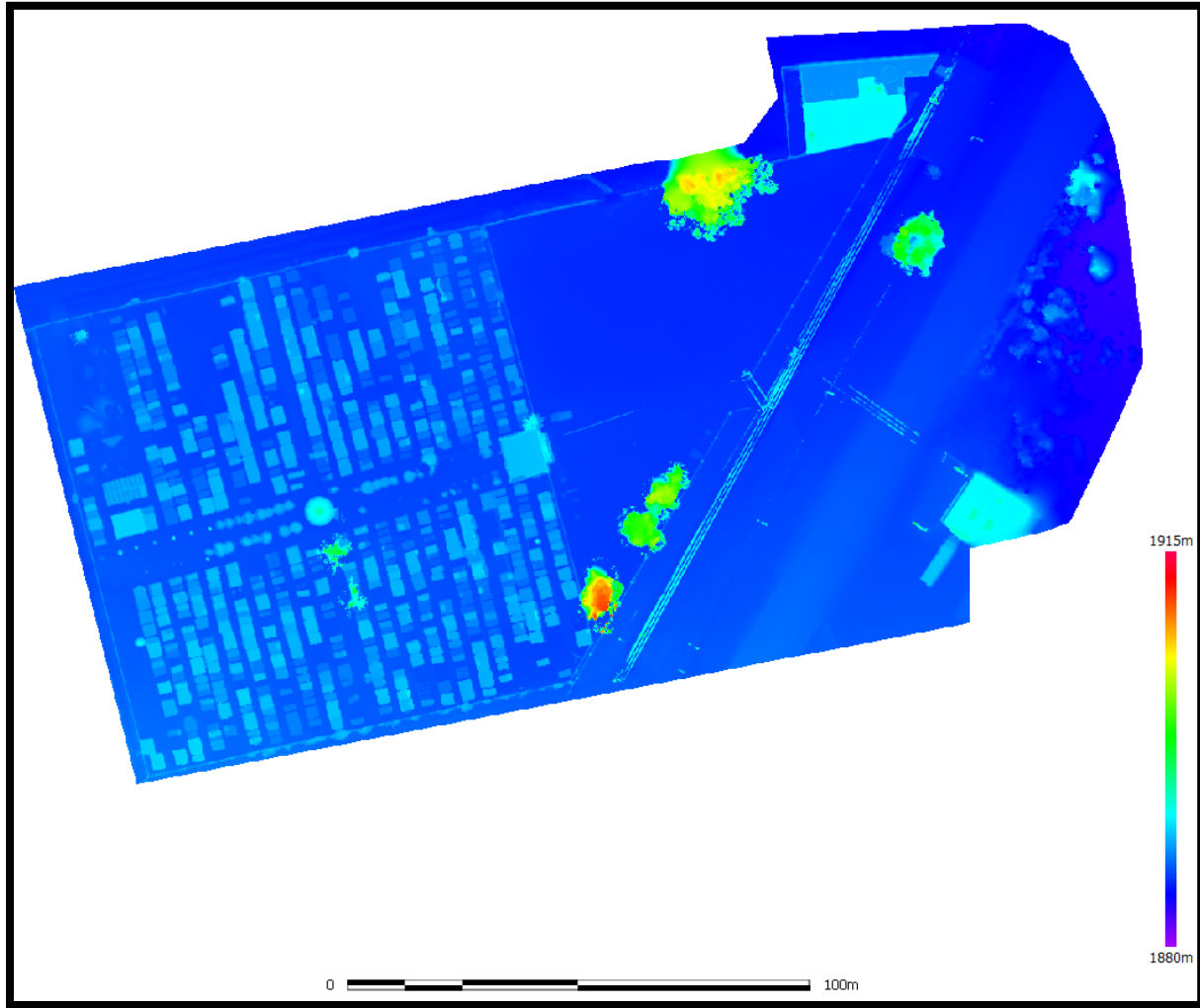


Ilustración 51. Modelo Digital de Elevación. Cementerio Pegueros

**Parámetros de procesamiento:**

<b>Estadísticas de ajuste por lote</b>	
Imágenes	65
Imágenes registradas	65
Número de puntos de control terrestre	0
Puntos de liga 3D	86346
Error de reproyección RMS	0.600112
Error de reproyección máx	5.96198
<b>Parámetros de optimización</b>	

Parámetros	f, ppx, ppy, k1, k2, k3, t1, t2
<b>Nube de puntos densa</b>	
Número de puntos	48039179
<b>Malla de grilla regular</b>	
Tamaño de celda de grilla	0.2m
Número de triángulos	1294983
<b>Ortomosaico</b>	
Tamaño	17024 × 11480
Resolución de pixel	0.014m

**Parámetros de cámara:**

Camera:	DJI ZenmuseP1		
<b>Focal length (f):</b>	8210.58px	<b>Radial distortion (k1):</b>	-0.048853
<b>Principal point X (ppx):</b>	4081.81px	<b>Radial distortion (k2):</b>	0.030525
<b>Principal point Y (ppy):</b>	2767.64px	<b>Radial distortion (k3):</b>	-0.112781
<b>Tangential distortion (t1):</b>	0.002164	<b>Tangential distortion (t2):</b>	-0.000527

**Resumen:**

<b>Superficie del predio (m2):</b>	<b>14,261.32 m2</b>
<b>Número de gavetas:</b>	<b>660 (Seiscientos sesenta)</b>
<b>Porcentaje de ocupación del predio:</b>	<b>60.1% (Sesenta punto uno)</b>

CUADRO DE CONSTRUCCION								
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (MTS.)	COORDENADAS UTM		CONVERGENCIA	FACTOR DE ESC. LINEAL	LATITUD	LONGITUD
			ESTE (X)	NORTE (Y)				
1-2	300°5'37.71"	0.464	741,880.3251	2,317,652.9336	-0°49'54.599143"	1.00032308	20°56'36.685688" N	102°40'26.356818" W
2-3	257°41'20.46"	25.080	741,879.9240	2,317,653.1660	-0°49'54.594511"	1.00032307	20°56'36.693431" N	102°40'26.370576" W
3-4	257°34'29.31"	64.413	741,855.4204	2,317,647.8184	-0°49'54.283923"	1.00032293	20°56'36.531189" N	102°40'27.221024" W
4-5	257°15'33.00"	99.988	741,792.5157	2,317,633.9589	-0°49'53.486414"	1.00032255	20°56'36.110411" N	102°40'29.404321" W
5-6	165°37'46.60"	100.135	741,694.9892	2,317,611.9073	-0°49'52.249191"	1.00032197	20°56'35.439694" N	102°40'32.789550" W
6-7	76°46'47.94"	21.598	741,719.8417	2,317,514.9051	-0°49'52.419611"	1.00032212	20°56'32.275241" N	102°40'31.978411" W
7-8	77°23'17.81"	71.260	741,740.8670	2,317,519.8443	-0°49'52.686586"	1.00032224	20°56'32.425858" N	102°40'31.248516" W
8-9	115°23'50.28"	1.566	741,810.4077	2,317,535.4034	-0°49'53.568512"	1.00032266	20°56'32.898755" N	102°40'28.834796" W
9-1	30°5'37.71"	136.617	741,811.8228	2,317,534.7315	-0°49'53.585062"	1.00032267	20°56'32.876251" N	102°40'28.786175" W
<b>AREA = 14,261.322 m2</b>			<b>PERIMETRO = 521.122 m</b>					

Ilustración 52. Cuadro de construcción. Cementerio Pegueros



Ilustración 53. Planimetría con Polígonos de Gavetas. Cementerio Pegueros

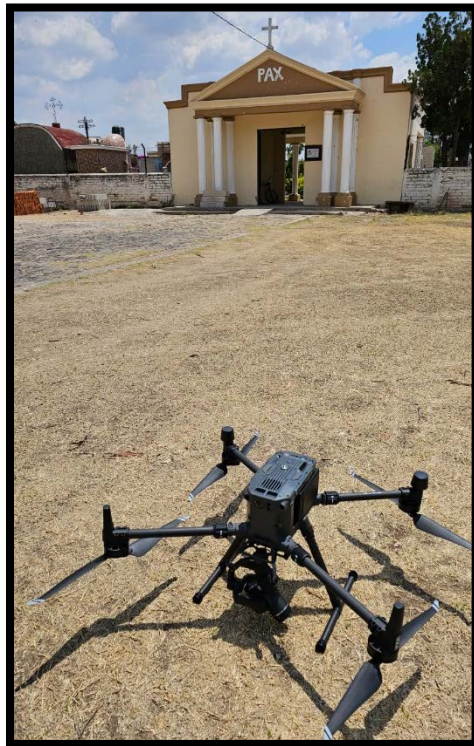


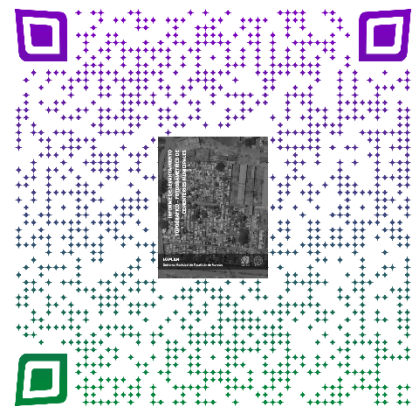
Ilustración 54. Levantamiento Fotogramétrico. Cementerio Pegueros



Ilustración 55. Ortofoto con polígonos vectorizados en shapefile, software Qgis

## 9. Repositorio de Información

#	Archivos
1	Ortofotos de los 6 cementerios
2	Levantamiento topográfico en formato DWG (Autocad)
3	Cartografía vectorial de gavetas en formato shapefile (Qgis - Arcgis)
4	Modelo Digital de Elevación (MDE)
5	Polígono de predios de los cementerios en formato DWG (Autocad)



**INFORME TÉCNICO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO  
FOTOGRÁMETRICO DE CEMENTERIOS MUNICIPALES**

JULIO 2023

