2023-I01-018360

INFORME N° 00253-2023-OEFA/DEAM-STEC

A	:	**JOSÉ GUEVARA DEL ÁGUILA** Director de la Dirección de Evaluación Ambiental
DE	:	**SHIANNY VÁSQUEZ CARDEÑA** Ejecutiva de la Subdirección Técnica Científica **MARIELA BERENICE CABALLERO DEL CASTILLO** Especialista en Evaluaciones Ambientales – Especialista I
ASUNTO	:	Evaluación ambiental focal de la superficie terrestre en el ámbito de la unidad fiscalizable Botadero Sector Lomo Largo administrada por la Municipalidad Distrital de La Tinguiña, ubicado en el distrito La Tinguiña, provincia y departamento Ica, en junio de 2023.
EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN	:	0031-2023-DEAM-EAF
CÓDIGO DE ACCIÓN	:	0003-6-2023-302
REFERENCIA	:	a) Expediente de supervisión N.° 0040-2023-DSIS-CRES b) Memorando N.° 0318-2023-OEFA/DSIS c) Memorando N.° 0363-2023-OEFA/DEAM
FECHA	:	Lima, 29 de agosto de 2023

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL

Tabla 1.1. Datos generales de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Ámbito de la unidad fiscalizable Botadero Sector Lomo Largo, ubicada en el distrito La Tinguiña, provincia y departamento Ica.
b.	Unidad fiscalizable en la zona de estudio o actividades económicas	Botadero Sector Lomo Largo.
c.	Problemática identificada	Falta de información de las zonas de residuos sólidos quemados, zonas quemadas transitables y zonas de disposición de residuos sólidos, en el ámbito de la unidad fiscalizable Botadero Sector Lomo Largo, así como registros fílmicos y fotográficos aéreos.
d.	La actividad se realizó en el marco de	Memorando N.° 0318-2023-OEFA/DSIS
e.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental focal
f.	Periodo de ejecución	Del 12 al 14 de junio de 2023

Tabla 1.2. Listado de profesionales que aportaron al este documento

N.°	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada	N.° de Colegiatura
1	Shianny Vásquez Cardeña	Ingeniera Geóloga	Gabinete	CIP 112995
2	Mariela Berenice Caballero Del Castillo	Bióloga	Gabinete	CBP 4896
3	Lourdes Liseth Espinoza Quiroz	Ingeniera Geógrafa	Gabinete	CIP 235285
4	Héctor Rodrigo Huamán Tena	Bach. en Ingeniería Geográfica	Campo	-

2. ANTECEDENTES

Mediante el memorando N.º 318-2023-OEFA/DSIS, la Dirección de Supervisión Ambiental en Infraestructura y Servicios (en adelante, DSIS) solicitó a la Dirección de Evaluación Ambiental (en adelante, DEAM) apoyo técnico en la acción de supervisión *in situ* programada en la unidad fiscalizable Botadero Sector Lomo Largo (en adelante, UF Botadero Sector Lomo Largo) administrada por la Municipalidad Distrital de La Tinguiña, ubicada en el distrito La Tinguiña, provincia y departamento Ica.

Con el objetivo de brindar el soporte solicitado por la DSIS, se llevó a cabo reuniones de coordinación y se generó el acta de inicio N.° AI-0039-2023-ITEGI donde se definió el alcance y propuesta para la atención de la evaluación ambiental focal de la superficie terrestre mediante fotogrametría con sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (en adelante, RPAS[1]), con el fin de obtener información de la UF Botadero Sector Lomo Largo (Ver Anexo 1).

Los detalles de la planificación se encuentran en el Plan de Evaluación Ambiental Focal de la superficie terrestre en la UF Botadero Sector Lomo Largo, ubicado en el distrito La Tinguiña, provincia y departamento Ica, que ha sido aprobado mediante informe N.° 00162-2023-OEFA/DEAM-STEC (Ver Anexo 2).

En ese sentido, del 12 al 14 de junio de 2023, el especialista asignado por la DEAM mediante memorando N.° 00363-2023-OEFA/DEAM, realizó el acompañamiento a la supervisión ambiental para ejecutar el levantamiento fotogramétrico con RPAS en la UF Botadero Sector Lomo Largo, cuyos resultados han sido registrado en el reporte de campo N.° RC-063-2023-STEC (Ver Anexo 3).

Posteriormente, mediante coordinaciones internas, se definieron los criterios de identificación para las zonas de residuos sólidos quemados en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo; y adicionalmente la DSIS solicito incluir las zonas quemadas transitables y zonas de disposición de residuos sólidos en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la superficie terrestre afectada por el incendio en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo administrada por la Municipalidad Distrital de La Tinguiña, ubicado en el distrito La Tinguiña, provincia y departamento Ica, mediante fotogrametría e inspección aérea con RPAS.

3.2 Objetivos específicos

- Generar un ortomosaico RGB del ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo.
- Estimar las áreas de las zonas de residuos sólidos quemados, zonas quemadas transitables y zonas de disposición de residuos sólidos en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo.
- Obtener registros fílmicos y fotográficos aéreos en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo.

[1] Del inglés Remotely Piloted Aircraft System (RPAS). Conjunto de elementos configurables integrado por una nave pilotada a distancia, sus estaciones de piloto remoto conexas, los necesarios enlaces de mando y control, y cualquier otro elemento de sistema que pueda requerirse en cualquier punto durante la operación de vuelo. Resolución Directoral N.º 501-2015-MTC/12: Norma Técnica Complementaria: «Requisitos para las operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia».

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo administrada por la Municipalidad Distrital de La Tinguiña, ubicado en el distrito La Tinguiña, provincia y departamento Ica, tal como se muestra en la Figura 4.1.

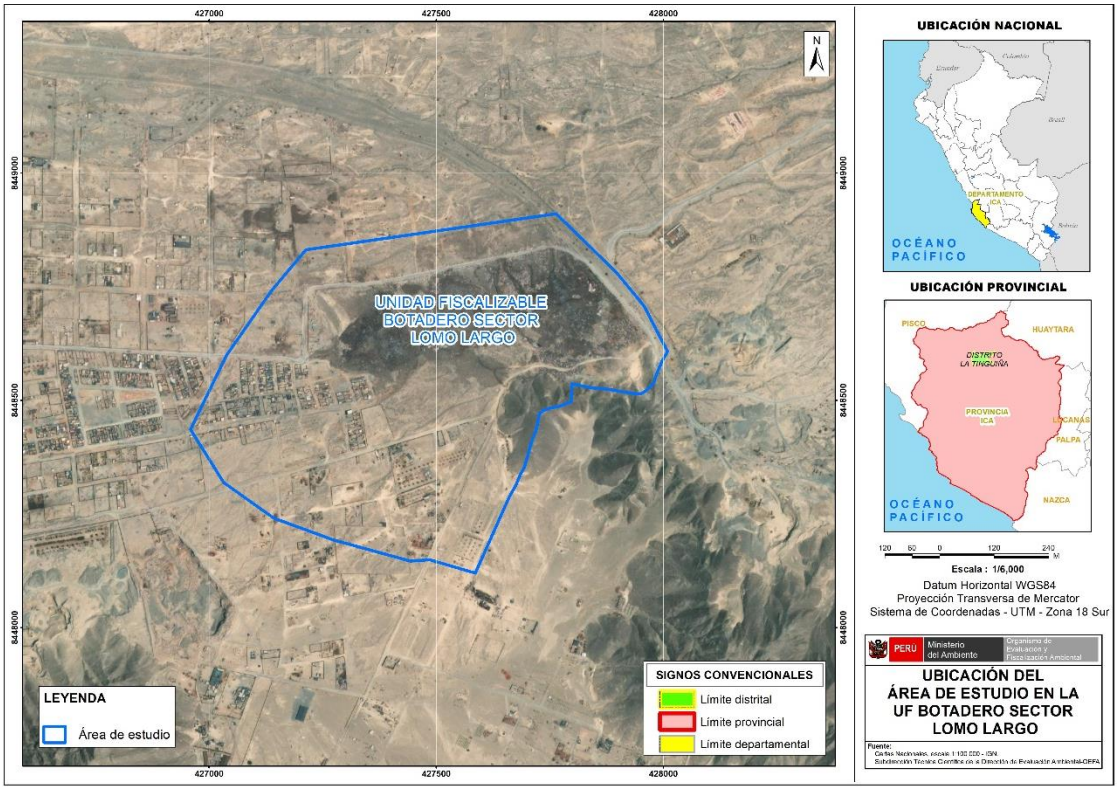

Figura 4.1. Ubicación del área de estudio de la UF Botadero Sector Lomo Largo.

5. METODOLOGÍA

Para la generación del ortomosaico RGB, modelo de elevación digital (en adelante, MED) y estimación de área de las zonas de residuos sólidos quemados, zonas quemadas transitables y zonas de disposición de residuos sólidos en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo, se utilizaron los documentos indicados en la Tabla 5.1.

La secuencia de pasos de cada etapa se resume en el siguiente esquema metodológico:

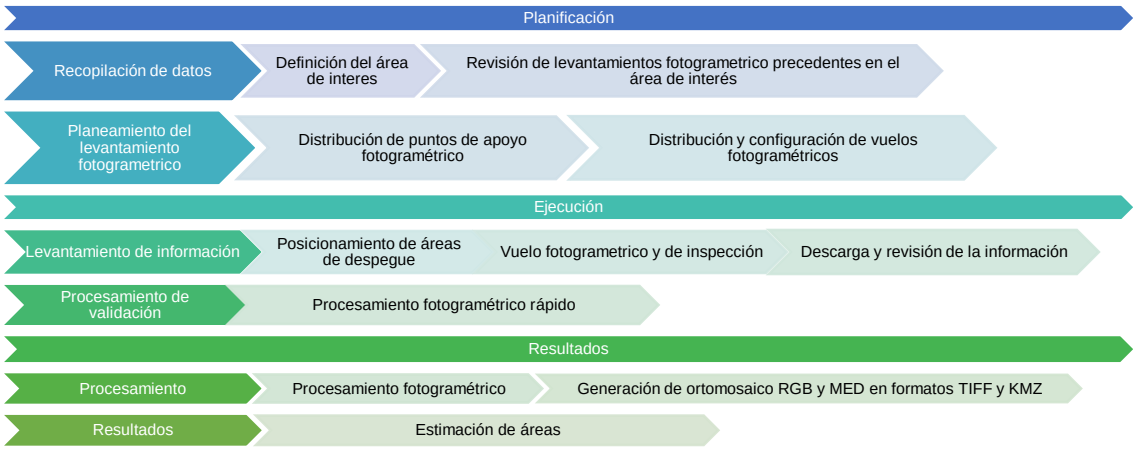

Figura 5.1. Esquema metodológico para la evaluación de la superficie terrestre en la UF Botadero Sector Lomo Largo.

i. Planificación:

- **Recopilación de datos:** se definió el área de interés, el cual nos permitió reconocer a grandes rasgos las características del terreno con apoyo del programa *Google Earth*[2].
- **Planeamiento del levantamiento fotogramétrico:** Se establecieron los planes de vuelo que cubrieron el área de interés, en base a un GSD[3] proyectado y con el uso de las aplicaciones *DJI Ground Station Pro*[4] mediante las cuales se configuraron parámetros fundamentales, tales como: Estilo de vuelo, altura de vuelo, solapamiento entre las ortofotos, ángulo de la cámara y velocidad de barrido; asimismo, se revisaron las condiciones meteorológicas pronósticadas y campo magnético mediante las aplicaciones UAV *Forecast*[5] y *Magnetology*[6], respectivamente.

ii. Ejecución:

- **Levantamiento de información:** Se realizó un reconocimiento del área de estudio con la finalidad de tener un vuelo seguro, por lo que se corroboraron las condiciones meteorológicas del lugar, también se consideraron los diferentes obstáculos como torres de alta tensión, antenas u otros factores que puedan bloquear la comunicación entre el operador y el RPAS. Se mantuvo la opción de «*los planes de vuelo»,* y se seleccionó el tipo de misión procediendo con la ejecución de los vuelos.

  Se capturó una secuencia de ortofotos mediante tres (3) misiones de vuelo con el RPAS modelo Phantom 4 pro V2.0 para cubrir el área de estudio, teniendo en cuenta la altura de vuelo de 140 m. También se consideró un traslape del 75% de sobreposición frontal y 65% de sobreposición lateral para evitar la ocurrencia de vacíos en el Ortomosaico final y un GSD proyectado de 4 cm/pix en el área de estudio.

  Finalmente se realizaron registros fílmicos y fotográficos, mediante cinco (5) vuelos de inspección aérea con RPAS, en modo libre manteniendo la línea visual y, la comunicación entre el operador y el RPA.
- **Procesamiento de validación en campo:** Una vez culminada las misiones de vuelo por día, se procedió a realizar el procesamiento simple de la información, con el objetivo de identificar sí se realizó una captura correcta, es decir sin vacíos mediante la verificación de las ortofotos tomadas y al mismo tiempo esta información sirvió de insumo para la verificación de áreas en la supervisión y elaboración de acta de cierre. Posteriormente se realizó el procesamiento en calidad alta en gabinete.

iii. Resultados

- **Procesamiento:** El procesamiento fotogramétrico se realizó mediante el *software Agisoft Metashape*[7] (Ver Anexo 4).
- **Resultados:** Los resultados finales son el Ortomosaico RGB y MED a precisión métrica, zonas de residuos sólidos quemados, zonas quemadas transitables y zonas de disposición de residuos sólidos, así como registros fílmicos y fotográficos aéreos (Ver Anexo 5).

5.1. Guías o referencias utilizadas para el estudio

Las guías o referencias empleadas para el levantamiento fotogramétrico con RPAS se detallan en la Tabla 5.1.

[2] Plataforma virtual del globo terráqueo.
[3] Del inglés Ground Sample Distance.
[4] Aplicativo móvil libre.
[5] Aplicativo móvil libre.
[6] Aplicativo móvil libre.
[7] Software con licencia institucional

Tabla 5.1. Documentos normativos o referenciales empleadas

Matriz	Nombre	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País
Superficie terrestre	Protocolo para la operación de los sistemas de aeronaves piloteadas a distancia (RPAS)	Anteproyecto de vuelo de RPAS (Pre-vuelo) / Trabajo de campo (Pre-vuelo) / Vuelo de RPAS (campo)	Resolución Jefatural N.° 051-2017-CENEPRED/J	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED	Perú
	Manual Técnico «Obtención de Productos Cartográficos generados a partir de Imágenes RPAS Escala 1:1000»	Todas las secciones	Resolución Directoral N.º 148-2018/IGN/DC/DCE	Instituto Geográfico Nacional (IGN)	Perú
	Agisoft metashape user manual professional edition, version 1.7	Todas las secciones	--	--	Rusia
	DJI Thermal Analysis Tool 2 User Guide, version 1.0	Todas las secciones	--	--	China

5.2. Procesamiento de datos fotogramétricos

El procesamiento de datos conllevó a la ejecución de las siguientes actividades:

a. Importación de ortofotos al proyecto

   Se realizó un filtro de ortofotos que no calibraron correctamente, es decir aquellas ortofotos que no aportan detalles estructurales y de terreno como parte del aseguramiento de la calidad.

b. Conversión de sistema de coordenadas

   Las ortofotos por defecto se encuentran en el sistema de coordenadas geográficas, por ello fue necesaria su conversión al sistema de coordenadas UTM Zona 18 Sur.

c. Alineación de ortofotos

   El siguiente paso fue alinear las ortofotos y crear la primera nube de puntos dispersa. Este paso es de mucha importancia siendo la base para la generación de posteriores modelos, a fin de evaluar y posicionar cada ortofoto desde donde fue tomada. Se continúa el proceso de *«Flujo de trabajo»* y «*Orientar fotos»*. Dentro de este menú se encuentran las opciones generales, aquí se puede elegir la «*precisión*» del orientado de las ortofotos. Para este caso se seleccionó la calidad «*alta»* de alineación.

d. Creación de nubes de puntos densa

   Se continuó con la selección de la opción *«Flujo de trabajo»* y se seleccionó *«construir nube densa»*. En el menú general se eligió la «*Calidad*» del proceso. En este caso «*alta*» y, en «*filtrado*» se seleccionó «*agresivo*» para obtener una mejor resolución espacial y relieve. Ya definidas todas las opciones se procede a generar la nube de puntos densa.

e. Generación del Modelo de Elevación Digital - MED

   Para la generación del modelo de elevación digital (en adelante, MED) se utilizó como insumo la nube puntos densa, tanto los puntos de superficie como los del terreno.

f. Generación de Ortomosaico en RGB

Finalmente, la generación del Ortomosaico en RGB tiene como insumo el MED del cual depende su calidad. Para la generación del Ortomosaico RGB se utilizó la herramienta «*Crear ortomosaico*», seguidamente se delimito el área de interés y finalmente se exporto en formato TIFF y KMZ (Ver Anexo 5).

5.3. Modelo de elevación digital – ajuste en el eje Z

A partir del MED del inciso (f) del ítem 5.2., se realizó un reajuste en los valores del eje Z para el procesamiento, en base al promedio de los valores de altitud elipsoidal[8] de los puntos de despegue de las misiones de vuelos fotogramétricos descritos en el reporte de campo RC-063-2023-STEC, para lo cual se utilizó la herramienta calculadora ráster del *software ArcGIS*[9] considerando un valor promedio de +98 m para el MED, generando un nuevo MED ajustado en formato TIFF (Anexo 5).

5.4. Estimación de áreas

Para la estimación de las áreas de las zonas de residuos sólidos quemados, zonas quemadas transitables y zonas de disposición de residuos sólidos en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo, se utilizó el *software ArcGIS*[10], realizando el siguiente procedimiento:

a. Se digitalizó el límite de las zonas de residuos sólidos quemados, zonas quemadas transitables y zonas de disposición de residuos sólidos en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo, para lo cual se empleó el ortomosaico RGB y los siguientes criterios de fotointerpretación: Se incluyeron las texturas de residuos de color negro y marrón oscuro, presencia de humo color gris, así como zonas rodeadas por una de estas características; y las texturas de residuos de color marrón claro y gris, así como residuos con material de cobertura.
b. Se estimó el área del límite de las zonas de residuos sólidos quemados, zonas quemadas transitables y zonas de disposición de residuos sólidos en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo con la herramienta «*Calculate Geometry*» del *software ArcGIS*.

[8] Las alturas elipsoidales son obtenidas a partir de las coordenadas geocéntricas cartesianas (X, Y, Z) definidas sobre un elipsoide de referencia (p. ej. el modelo Geodetic Reference System 1980, GRS80, o el World Geodetic System 1984, WGS84, los cuales, en la práctica, son iguales), y determinadas a partir del posicionamiento satelital de los puntos de interés– IGN (2015).

[9] Software con licencia institucional

[10] Software con licencia institucional

6. RESULTADOS

Del procesamiento fotogramétrico se obtuvo un Ortomosaico RGB con una resolución espacial de 4,21 cm/pix y un MED con una resolución espacial de 8,42 cm/pix, ambos con precisión métrica que abarcan un área de 0,798 km^2, como se visualiza en las figuras 6.1 y 6.2 respectivamente.

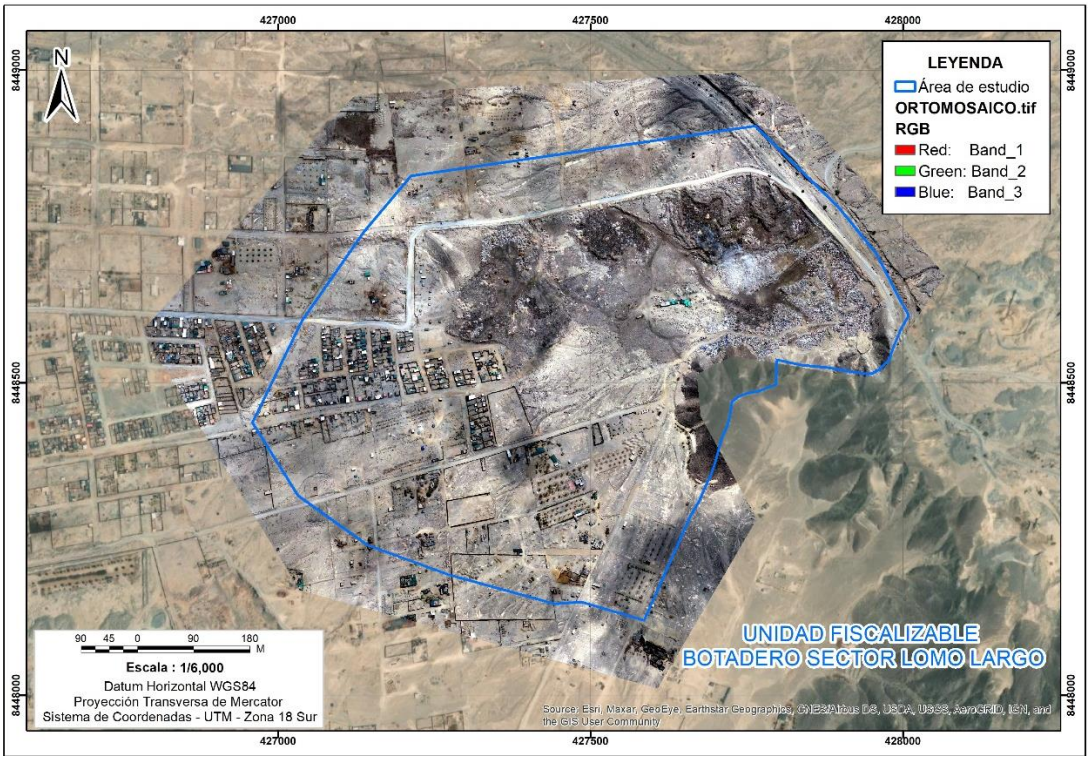

Figura 6.1. Ortomosaico RGB del ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo

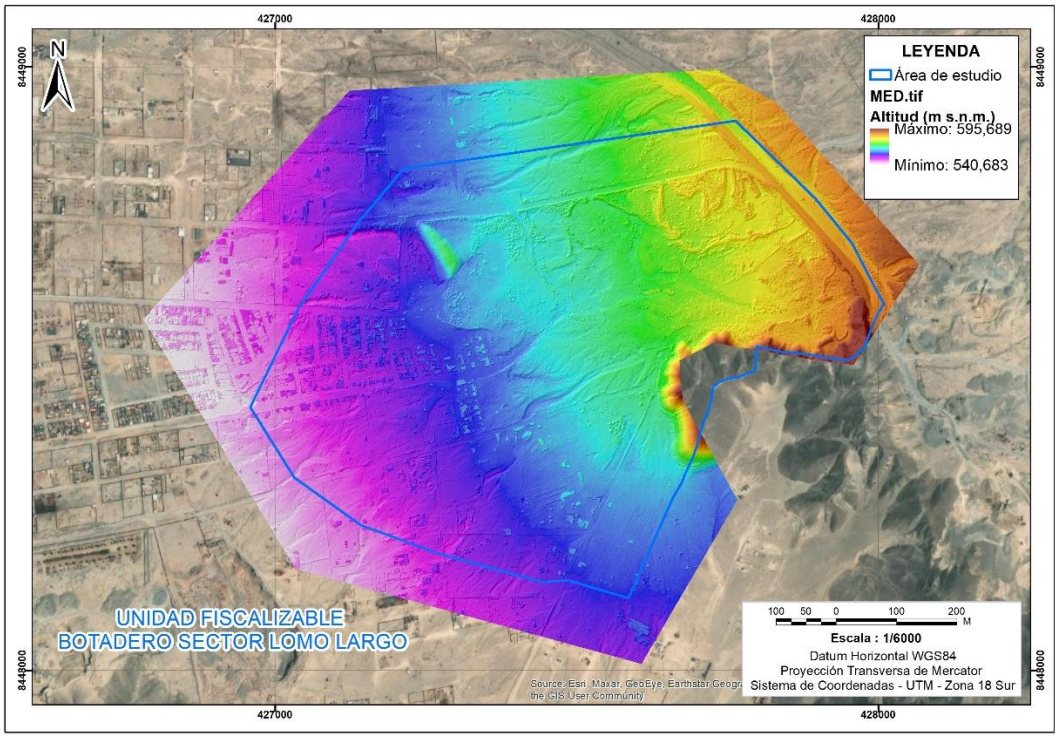

Figura 6.2. MED del ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo

Se delimitaron y estimaron las áreas de las Zonas de residuos sólidos quemados, zonas quemadas transitables y zonas de disposición de residuos sólidos en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo, tal como se visualiza en la Figura 6.3.

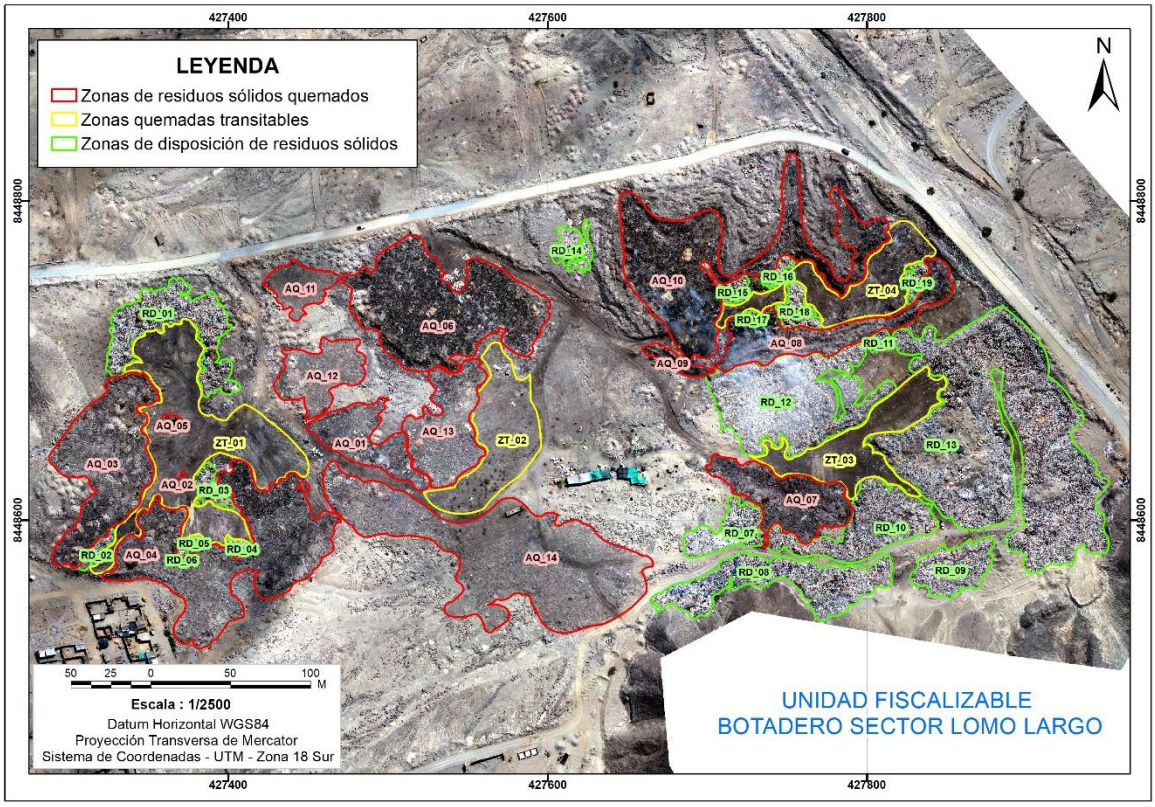

Figura 6.3. Zonas de residuos sólidos quemados, zonas quemadas transitables y zonas de disposición de residuos sólidos en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo

En la Tabla 6.1 se muestran los resultados de estimación de área en m^2 de las zonas de residuos sólidos quemados, zonas quemadas transitables y zonas de disposición de residuos sólidos en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo.

Tabla 6.1. Resumen de estimación de áreas

N.°	Zona	Código	Área (m^2)	Área total (m^2)
1	Zonas de residuos sólidos quemados	AQ_01	1813,6	46726,1
2		AQ_02	65,8	
3		AQ_03	4473,7	
4		AQ_04	7121,5	
5		AQ_05	124,8	
6		AQ_06	6475,9	
7		AQ_07	2460,2	
8		AQ_08	2606,4	
9		AQ_09	334,9	
10		AQ_10	6767,2	
11		AQ_11	946,0	
12		AQ_12	1719,9	
13		AQ_13	2554,1	
14		AQ_14	9262,1	
15	Zonas quemadas transitables	ZT_01	6513,2	15401,5
16		ZT_02	3243,5	
17		ZT_03	2903,4	
18		ZT_04	2741,3	
19	Zonas de disposición de residuos sólidos	RD_01	2562,6	31281,9
20		RD_02	231,4	
21		RD_03	371,0	
22		RD_04	99,9	
23		RD_05	49,7	

N.°	Zona	Código	Área (m^2)	Área total (m^2)
24		RD_06	38,5	
25		RD_07	1013,6	
26		RD_08	3010,0	
27		RD_09	1245,4	
28		RD_10	2497,4	
29		RD_11	150,7	
30		RD_12	4799,6	
31		RD_13	13526,6	
32		RD_14	485,5	
33		RD_15	219,0	
34		RD_16	191,1	
35		RD_17	74,9	
36		RD_18	479,4	
37		RD_19	235,6	

Finalmente, como resultado de la inspección aérea con RPAS en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo, se obtuvieron registros fílmicos y fotográficos que se resumen en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Listado de registros generados de la inspección aérea con RPAS

N.°	Código de inspección aérea RPAS	Cantidad de Videos	Cantidad de fotografías
1	INS-BSLL-01	2	33
2	INS-BSLL-02	1	-
3	INS-BSLL-03	2	-
4	INS-BSLL-04	1	-
5	INS-BSLL-05	2	-

7. CONCLUSIONES

i. Se obtuvo información de las zonas de disposición de residuos sólidos, zonas quemadas transitables y zonas de residuos sólidos quemados, en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo administrada por la Municipalidad Distrital de La Tinguiña, ubicado en el distrito La Tinguiña, provincia y departamento Ica, mediante el uso de RPAS.

ii. Se generó el ortomosaico RGB y MED del ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo, a precisión métrica, que cubre un área total de 0,798 km^2 y con resolución espacial de 4,21 cm/pix y 8,42 cm/pix respectivamente.

iii. Se estimó un total de 46726,1 m^2 como Zonas de residuos sólidos quemados, 15401,5 m^2 como Zonas quemadas transitables y 31281,9 m^2 como Zonas de disposición de residuos sólidos, en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo.

iv. Se generaron ocho (8) registros fílmicos y treinta y tres (33) registros fotográficos en el ámbito de la UF Botadero Sector Lomo Largo.

8. RECOMENDACIÓN

Se recomienda remitir el presente informe a la DSIS para los fines que se estimen convenientes.

9. ANEXOS

Anexo 1: Acta de inicio N.° AI-039-2023-ITEGI.

Anexo 2: Plan de evaluación ambiental focal PEAF N.° 00162-2023-OEFA/DEAM-STEC.

Anexo 3: Reporte de campo N.° RC-063-2023-STEC.

Anexo 4: Reporte de software de procesamiento fotogramétrico RSPF-046-2023-ITEGI

Anexo 5: Ficha de almacenamiento de productos

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: VASQUEZ CARDEÑA Shianny FAU 20521286769 soft
Cargo: EJECUTIVO DE LA SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA
Lugar: Sede Central - Jesus Maria - Lima - Lima
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha/Hora: 29/08/2023 16:17:29

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: CABALLERO DEL CASTILLO Mariela Berenice FAU 20521286769 soft
Cargo: Especialista de Evaluaciones Ambientales-Especialista I
Lugar: Sede Central - Jesus Maria - Lima - Lima
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha/Hora: 29/08/2023 16:13:31

Visto este informe la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.

Atentamente:

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: GUEVARA DEL AGUILA Jose FAU 20521286769 soft
Cargo: DIRECTOR DE LA DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
Lugar: Sede Central - Jesus Maria - Lima - Lima
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha/Hora: 29/08/2023 21:51:31

"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando los dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. Nª 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica e ingresando la siguiente clave: 02403407"

02403407