

**INFORME N.º 00106-2022-OEFA/DEAM-STEC**

A	:	FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN Director de Evaluación Ambiental
DE	:	LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS Ejecutivo de la Subdirección Técnica Científica MARIELA BERENICE CABALLERO DEL CASTILLO Especialista en Evaluaciones Ambientales
ASUNTO	:	Estudio fotogramétrico con sistema de aeronave pilotada a distancia–RPAS, en el distrito Ocuwiri, provincia Lampa, departamento Puno, de la supervisión regular en la unidad fiscalizable Arasi, administrada por Aruntani SAC
EXPEDIENTE DE SUPERVISIÓN	:	0018-2022-DSEM-CMIN
CÓDIGO DE ACCIÓN	:	0005-4-2022-103
REFERENCIA	:	Memorando N.º 00616-2022-OEFA/DSEM
FECHA	:	Lima, 31 de mayo de 2022

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 supervisada	Tajo Valle, PAD de lixiviación Jessica y tajo Jessica.
b.	Unidades fiscalizables en la zona de estudio o actividades económicas	Arasi
c.	Problemática identificada	Necesidad de generar ortomosaicos RGB, Modelo elevación digital (en adelante MED), delimitación de la zona de deslizamiento, pozas con geomembrana y disposición de lodos, así como registros fílmicos y fotográficos en apoyo para la supervisión ambiental regular en la unidad fiscalizable Arasi, administrada por Aruntani SAC.
d.	Motivo de la actividad	Memorando N.º 00616-2022-DSEM-CMIN
e.	Tipo de evaluación/supervisión	Supervisión regular
f.	Periodo de ejecución	30 abril al 03 de mayo de 2022

Profesionales que aportaron a este documento:

Tabla 1.2. Listado de profesionales

N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada	N.º de Colegiatura
1	Lázaro Walther Fajardo Vargas	Ingeniero químico	Gabinete	CIP 33273
2	Mariela Berenice Caballero Del Castillo	Bióloga	Gabinete	CBP 4896
3	Lourdes Liseth Espinoza Quiroz	Ingeniera Geógrafa	Campo y Gabinete	CIP 235285
5	Jorge Luis Olivera Vilca	Bachiller Ingeniería Geográfica	Campo	No aplica



2. ANTECEDENTES

Mediante el Memorando N.º 00616-2022-OEFA/DSEM la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minería (en adelante, DSEM) solicitó a la Dirección de Evaluación Ambiental (en adelante, DEAM) soporte técnico para el levantamiento fotogramétrico e inspección aérea con sistema de aeronave pilotada a distancia (en adelante, RPAS¹), durante las acciones de supervisión ambiental regular en la unidad fiscalizable Arasi (en adelante, UF Arasi), administrada por Aruntani SAC, distrito Ocuvi, provincia Lampa, departamento Puno.

En virtud de poder brindar el apoyo solicitado por la DSEM, se realizaron reuniones de coordinación y se generó el Acta de inicio N.º AI-012-2022-ITEGI donde se definieron los alcances y propuesta para atención del levantamiento fotogramétrico e inspección aérea con RPAS, así como para obtener información del relieve superficial en las zonas supervisadas de los componentes mineros de la UM Arasi (Anexo 1).

Los detalles de la planificación para obtener el relieve superficial de los componentes mineros (tajo Valle, PAD de lixiviación Jessica y tajo Jessica) en la unidad fiscalizable Arasi, se documentaron en el Plan de estudio N.º PE-013-2022-ITEGI (Anexo 2).

Del 30 de abril al 03 de mayo de 2022, el profesional designado por la DEAM (memorando N.º 00179-2022-OEFA/DEAM), realizó el acompañamiento a la supervisión regular y ejecutó el levantamiento fotogramétrico e inspección aérea con RPAS en los componentes mineros de la UM Arasi, ubicada en el distrito Ocuvi, provincia Lampa, departamento Puno; registrado en el Reporte de campo RC-010-2022-ITEGI (Anexo 3).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Obtener información del relieve superficial de los componentes mineros de la UF Arasi, ubicada en el distrito Ocuvi, provincia Lampa, departamento Puno, mediante fotogrametría e inspección aérea con RPAS.

3.2 Objetivos específicos

- Generar un ortomosaico RGB y MED de los componentes mineros de la UF Arasi: tajo Valle, PAD de lixiviación Jessica y tajo Jessica.
- Delimitar y calcular el área y perímetro de la zona de deslizamiento en el tajo Valle.
- Delimitar y calcular el área y perímetro de la zona de disposición de lodos en el PAD de lixiviación Jessica.
- Delimitar y calcular el área y perímetro de las pozas con geomembrana en el tajo Jessica

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».



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende los componentes mineros: (1) Tajo Valle, (2) Tajo Jessica y (3) PAD de lixiviación Jessica de la unidad fiscalizable Arasi administrada por Aruntani SAC, ubicada en el distrito Ocuwiri, provincia Lampa, departamento Puno.

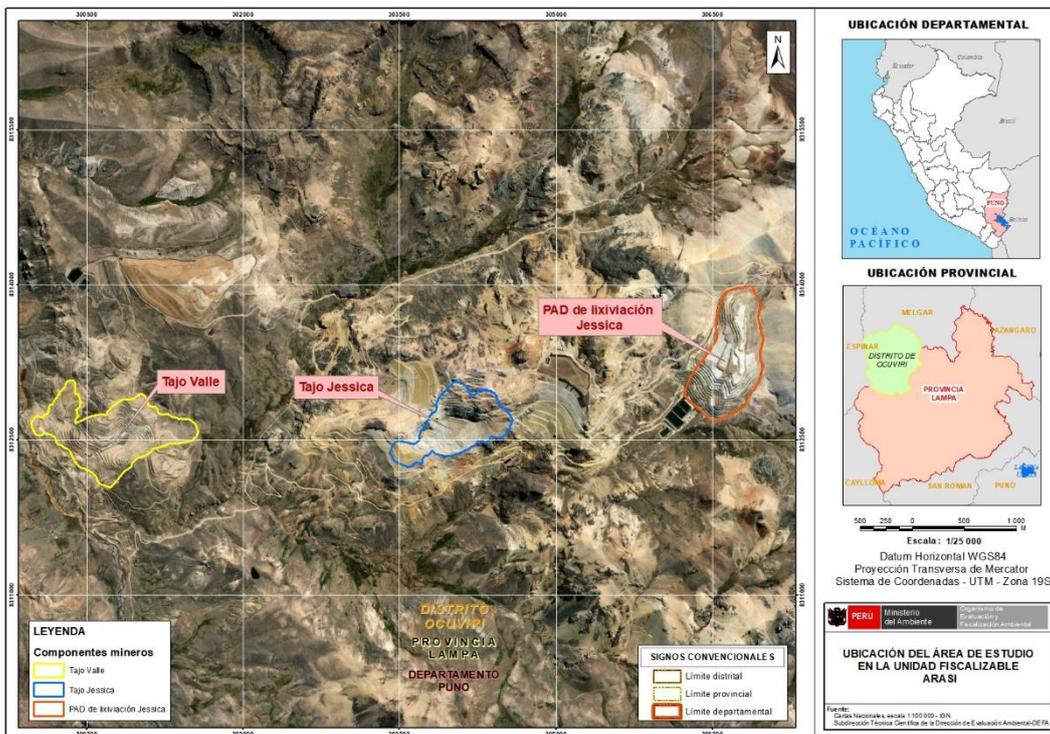


Figura 4.1. Ubicación del área de estudio

5. METODOLOGÍA

Para el levantamiento fotogramétrico con RPAS se utilizó como referencia la Guía Metodológica para la Obtención de Productos Cartográficos generados a partir de Imágenes RPAS a escala 1:1000 elaborada por el Instituto Geográfico Nacional (en adelante IGN), por lo que se tuvo las siguientes consideraciones durante la ejecución:



Figura 5.1. Esquema metodológico

**i. Planificación:**

- **Recopilación de datos:** Se definió el área de interés, el cual permitió reconocer a grandes rasgos las características topográficas del terreno con apoyo del programa *Google Earth*.
- **Planeamiento del levantamiento fotogramétrico:** Se establecieron los planes de vuelo que cubren el área de interés, en base a un GSD² (tamaño de píxel en el terreno) proyectado y con el uso de la aplicación *Pix4Dcapture* y *DroneDeploy*, donde 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 los pronósticos meteorológicos y campo magnético mediante las aplicaciones *UAV Forecast* y *Magnetology*, respectivamente.

ii. Ejecución:

- **Levantamiento de información:** Se realizó un reconocimiento del área de trabajo 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 RPA. Se mantuvo la opción de «*los planeamientos de vuelo*», y se seleccionó el tipo de misión procediendo con la ejecución de los vuelos.

Se capturó una secuencia de ortofotos mediante doce (12) misiones de vuelo para cubrir el área de estudio, teniendo en cuenta la altura de vuelo que fue de 100 m para el tajo Valle y PAD de lixiviación, y 120 m para el tajo Jessica. Se consideró un traslape del 75% para evitar la ocurrencia de vacíos en el ortomosaico final y un GSD planificado de 4,45 cm/pix aproximadamente.

iii. Resultados:

- **Procesamiento:** El procesamiento fotogramétrico se realizó mediante el *software Agisoft Metashape* y, las delimitaciones y cálculos se realizaron mediante el *software ArcGIS*.
- **Resultados:** Los resultados finales son los ortomosaicos RGB, MED, áreas y perímetros de la zona de deslizamiento en el tajo valle, de la disposición de lodos en el PAD de lixiviación Jessica y pozas de geomembrana en el tajo Jessica.

5.1. Guías o referencias utilizadas para el estudio

Las guías o referencias utilizadas para exploración aérea mediante levantamiento fotogramétrico con RPAS se listan a continuación (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Referencias empleadas para el levantamiento fotogramétrico

Autoridad emisora	País	Referencia	Año
Dirección General de Aeronáutica Civil – Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Perú	Resolución Directoral N.º 501-2015-MTC/12: Norma Técnica Complementaria: «Requisitos para las operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia»	2015
Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres -CENEPRED	Perú	Protocolo para la operación de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS)	2016

² Del inglés Ground Sample Distance.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

Autoridad emisora	País	Referencia	Año
Instituto Geográfico Nacional	Perú	Resolución Directoral N.º 148-2018/IGN/DC/DCE: «Obtención de Productos Cartográficos generados a partir de Imágenes RPAS Escala 1:1000»	2018
Agisoft	-	Agisoft Metashape User Manual Professional Edition, Version 1.7	2021

5.2. Procesamiento de datos fotogramétricos

En el procesamiento fotogramétrico se utilizó el *software Agisoft Metashape*, el cual conllevó 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.
- b. Calibración de cámara
Se realizó la calibración de cámara en el menú de herramientas, se buscó la opción «*calibración de cámara*» y se aceptaron los valores mostrados por defecto, con el objetivo de optimizar la información.
- 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 ya que es la base para la generación de posteriores modelos, a fin de evaluar y posicionar cada ortofoto desde donde fue tomada. Se continuó el proceso con la selección de las opciones 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. En este caso se seleccionó la calidad alta de alineación es decir «*Alta*».
- 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 de profundidad*» se seleccionó «*Agresivo*» para optimizar los tiempos de procesamiento. Después de definir todas las opciones se procedió a generar la nube de puntos densa.
- e. Generación del modelo de elevación digital
Para la generación del modelo de elevación digital se utilizó como insumo la nube puntos densa, tanto los puntos de superficie como los del terreno.
- f. Generación de ortomosaico RGB
Finalmente, la generación del ortomosaico RGB tiene como insumo el modelo de elevación digital del cual depende su calidad. Para la generación del ortomosaico RGB se utilizó la herramienta «*Crear ortomosaico*», y una vez generado se exportó al formato tif, jpg y kmz (Anexo 5).

6. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del relieve superficial en las zonas supervisadas: Tajo Valle, PAD de lixiviación Jessica y Tajo Jessica, ubicadas en el distrito Ocuvi, provincia Lampa, departamento Puno.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

En el tajo Valle de la UF Arasi, se obtuvo como resultado del procesamiento fotogramétrico un MED con resolución espacial de 6,58 cm/pix y un ortomosaico RGB con resolución espacial de 3,29 cm/pix, ambos con precisión métrica y que abarcan un área de 0,322 km², como se visualiza en las figuras 6.1 y 6.2 respectivamente. (Anexo 4)



Figura 6.1. Ortomosaico RGB del tajo Valle de la UF Arasi.

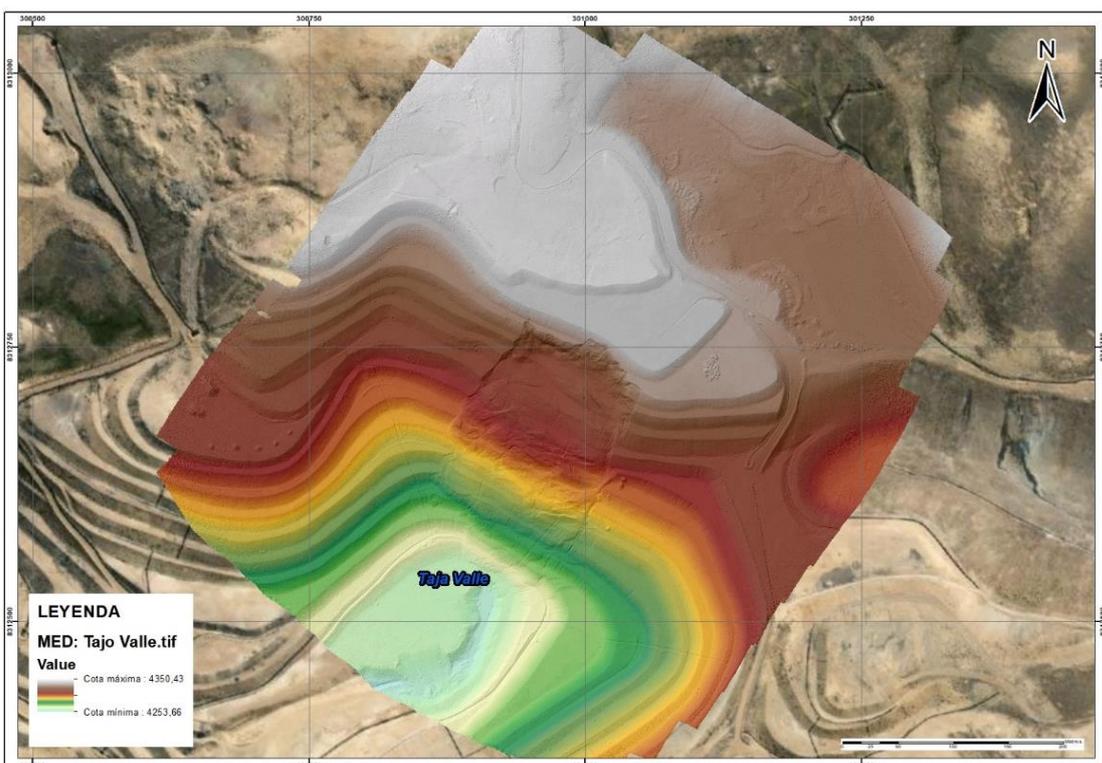


Figura 6.2. MED del tajo Valle de la UF Arasi.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

En el PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi, se obtuvo como resultado del procesamiento fotogramétrico un MED con resolución espacial de 8,43 cm/pix y un ortomosaico RGB con resolución espacial de 4,22 cm/pix, ambos con precisión métrica y que abarcan un área de 1,290 km², como se visualiza en las figuras 6.3 y 6.4 respectivamente. (Anexo 4)



Figura 6.3. Ortomosaico RGB del PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi.

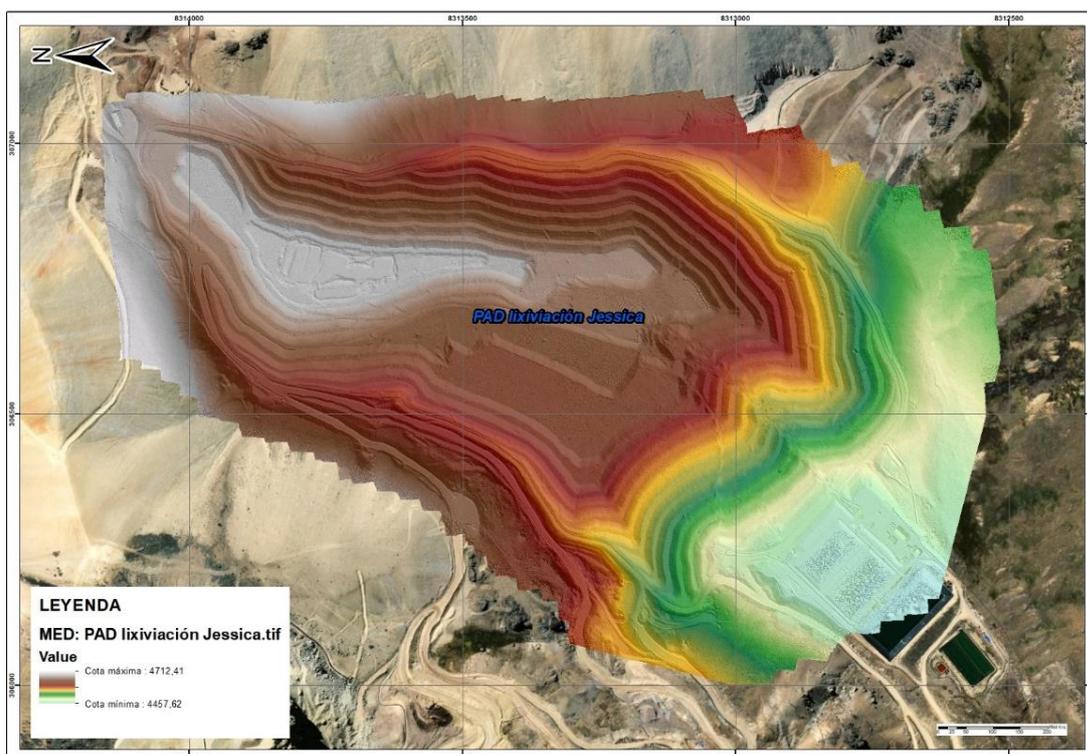


Figura 6.4. MED del PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi.



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

En el tajo Jessica de la UF Arasi, se obtuvo como resultado del procesamiento fotogramétrico un MED con resolución espacial de 11,70 cm/pix y un ortomosaico RGB con resolución espacial de 5,83 cm/pix, ambos con precisión métrica y que abarcan un área de 1,210 km², como se visualiza en las figuras 6.5 y 6.6 respectivamente. (Anexo 4)

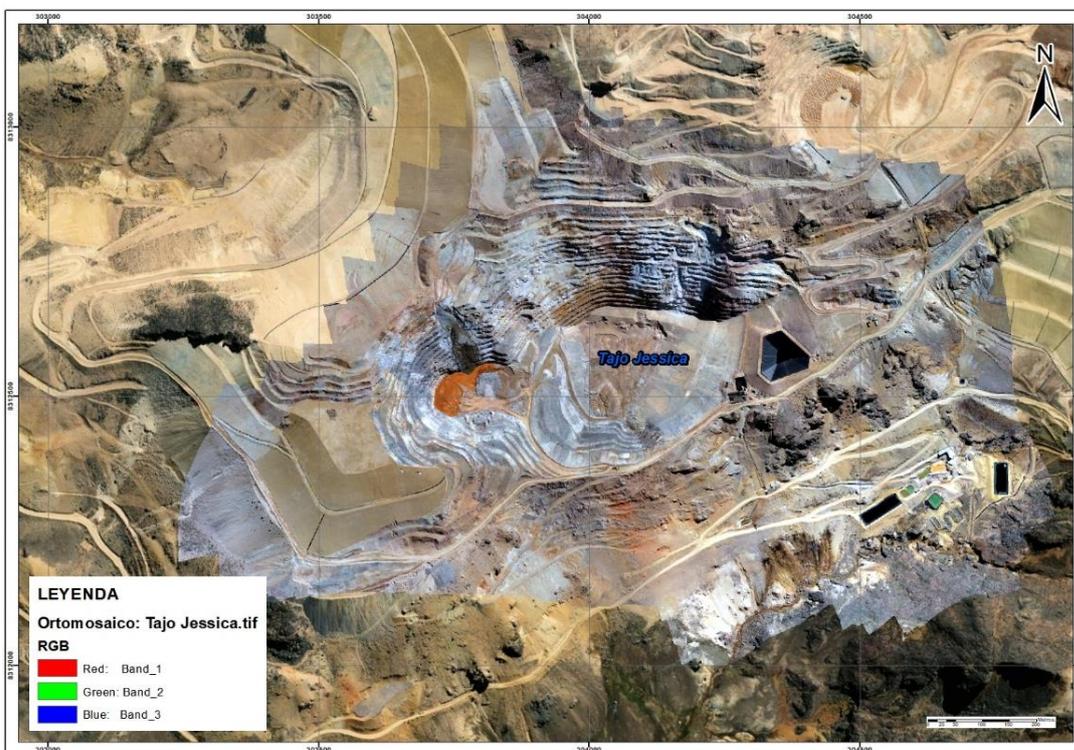


Figura 6.5. Ortomosaico RGB del tajo Jessica de la UF Arasi.

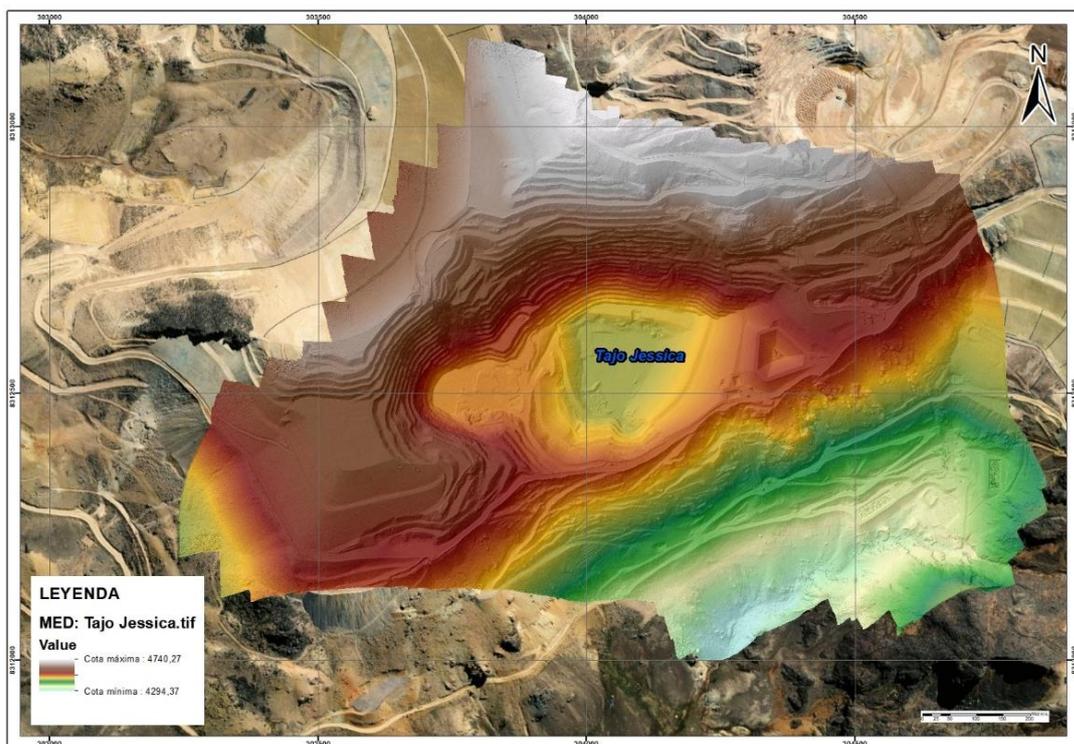


Figura 6.6. MED del tajo Jessica de la UF Arasi.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

A continuación, se presentan las delimitaciones para los cálculos de áreas y perímetros que fueron generadas a partir del MED y ortomosaico RGB de las siguientes zonas:

- Una (1) zona de deslizamiento en el tajo Valle de la UF Arasi, (Figura 6.7)
- Cinco (5) zonas de disposición de lodos en el PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi. (Figura 6.8, Figura 6.9, Figura 6.10, Figura 6.11 y Figura 6.12)
- Cinco (5) zonas de las pozas con geomembrana en el tajo Jessica de la UF Arasi. (Figura 6.13, Figura 6.14, Figura 6.15, Figura 6.16 y Figura 6.17)

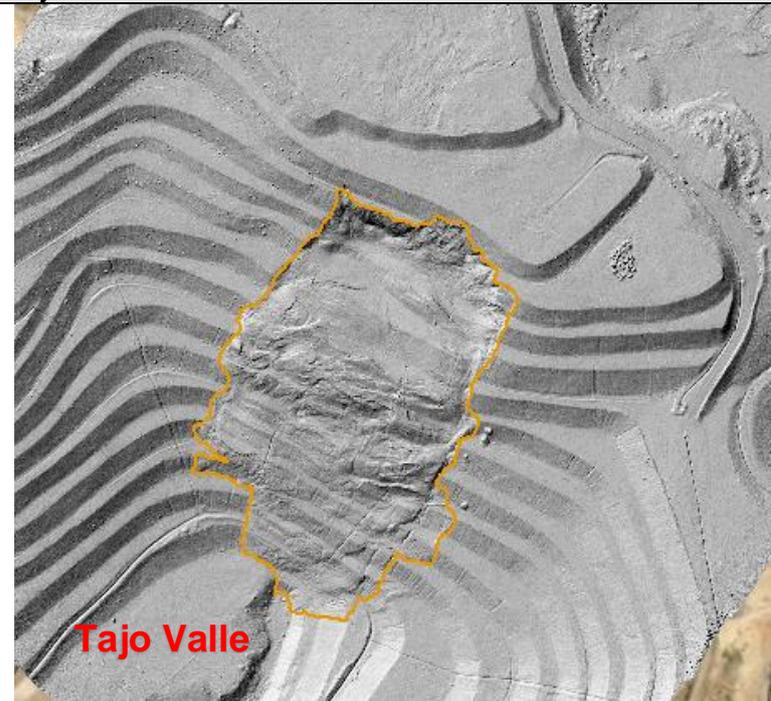
Tajo Valle de la UF Arasi	Delimitación
	Deslizamiento
	Coordenadas centroide
	UTM WGS84 84 Zona 19S
	Este (m)
	300955
	Norte (m)
	8312648
	Perímetro (m)
838,329	
Área (m²)	
30039,245	

Figura 6.7. Deslizamiento en el tajo Valle de la UF Arasi.

PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi	Delimitación
	Lodo A
	Coordenadas centroide
	UTM WGS84 84 Zona 19S
	Este (m)
	306793
	Norte (m)
	8313821
	Perímetro (m)
140,701	
Área (m²)	
271,196	

Figura 6.8. Disposición de lodos en el PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi	Delimitación
	Lodo B
	Coordenadas centroide
	UTM WGS84 84 Zona 19S
	Este (m)
	306781
	Norte (m)
	8313833
	Perímetro (m)
35,168	
Área (m²)	
34,830	

Figura 6.9. Disposición de lodos en el PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi

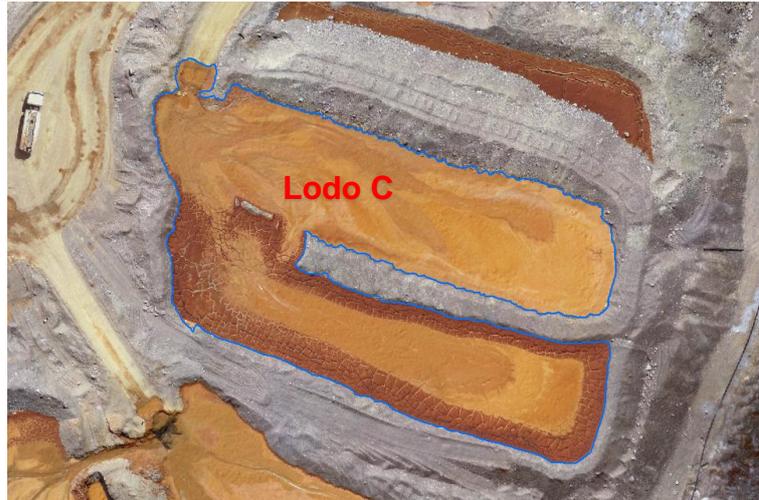
PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi	Delimitación
	Lodo C
	Coordenadas centroide
	UTM WGS84 84 Zona 19S
	Este (m)
	306776
	Norte (m)
	8313791
	Perímetro (m)
340,705	
Área (m²)	
2433,051	

Figura 6.10. Disposición de lodos en el PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi

PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi	Delimitación
	Lodo D
	Coordenadas centroide
	UTM WGS84 84 Zona 19S
	Este (m)
	306785
	Norte (m)
	8313684
	Perímetro (m)
60,774	
Área (m²)	
81,838	

Figura 6.11. Disposición de lodos en el PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi	Delimitación
	Lodo E
	Coordenadas centroide
	UTM WGS84 84 Zona 19S
	Este (m)
	306756
	Norte (m)
	8313710
	Perímetro (m)
668,769	
Área (m²)	
5827,297	

Figura 6.12. Disposición de lodos en el PAD de lixiviación Jessica de la UF Arasi

Tajo Jessica de la UF Arasi	Delimitación
	Poza N°1
	Coordenadas centroide
	UTM WGS84 84 Zona 19S
	Este (m)
	304357
	Norte (m)
	8312573
	Perímetro (m)
297,091	
Área (m²)	
5993,811	

Figura 6.13. Pozas con geomembrana en el tajo Jessica de la UF Arasi

Tajo Jessica de la UF Arasi	Delimitación
	Poza N°2
	Coordenadas centroide
	UTM WGS84 84 Zona 19S
	Este (m)
	304254
	Norte (m)
	8312520
	Perímetro (m)
31,137	
Área (m²)	
56,265	

Figura 6.14. Pozas con geomembrana en el tajo Jessica de la UF Arasi

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

Tajo Jessica de la UF Arasi	Delimitación
	Poza N°3
	Coordenadas centroide
	UTM WGS84 84 Zona 19S
	Este (m)
	304274
	Norte (m)
	8312498
Perímetro (m)	
102,255	
Área (m²)	
618,726	

Figura 6.15. Pozas con geomembrana en el tajo Jessica de la UF Arasi

Tajo Jessica de la UF Arasi	Delimitación
	Poza N°4
	Coordenadas centroide
	UTM WGS84 84 Zona 19S
	Este (m)
	304281
	Norte (m)
	8312522
Perímetro (m)	
90,178	
Área (m²)	
512,962	

Figura 6.16. Pozas con geomembrana en el tajo Jessica de la UF Arasi

Tajo Jessica de la UF Arasi	Delimitación
	Poza N°5
	Coordenadas centroide
	UTM WGS84 84 Zona 19S
	Este (m)
	304422
	Norte (m)
	8312575
Perímetro (m)	
19,762	
Área (m²)	
27,288	

Figura 6.17. Pozas con geomembrana en el tajo Jessica de la UF Arasi



7. CONCLUSIONES

- i. Se obtuvo la información del relieve superficial en tres (3) componentes mineros supervisados en la unidad fiscalizable Arasi, administrada por Aruntani SAC, en el distrito Ocuwiri, provincia Lampa, departamento Puno, mediante fotogrametría con RPAS.
- ii. Se generó el ortomosaico RGB y MED para el tajo Valle a precisión métrica, que cubre un área total de 0,322 km² y con resolución espacial de 3,29 cm/pix y 6,58 cm/pix respectivamente.
- iii. Se generó el ortomosaico RGB y MED para el PAD de lixiviación Jessica a precisión métrica, que cubre un área total de 1,290 km² y con resolución espacial de 4,22 cm/pix y 8,43 cm/pix respectivamente.
- iv. Se generó el ortomosaico RGB y MED para el tajo Jessica a precisión métrica, que cubre un área total de 1,210 km² y con resolución espacial de 5,83 cm/pix y 11,70 cm/pix respectivamente.
- v. Se delimitó una (1) zona de deslizamiento del tajo Valle y, se calculó un área= 30039,245 m² y perímetro= 838,329 m.
- vi. Se delimitaron cinco (5) zonas de disposición de lodos en el PAD de lixiviación Jessica y se obtuvieron los siguientes cálculos: Lodo A (área= 271,196 m² y perímetro= 140,701 m), Lodo B (área= 34,830 m² y perímetro= 35,168 m), Lodo C (área= 2433,051 m² y perímetro= 340,705 m), Lodo D (área= 81,838 m² y perímetro= 60,774 m) y Lodo E (área= 5827,297 m² y perímetro= 668,769 m).
- vii. Se delimitaron cinco (5) pozas de geomembrana en el tajo y se obtuvieron los siguientes cálculos: Poza N°1 (área= 5993,811 m² y perímetro= 297,091 m), Poza N°2 (área= 56,265 m² y perímetro= 31,137 m), Poza N°3 (área= 618,726 m² y perímetro= 102,255 m), Poza N°4 (área= 512,962 m² y perímetro= 90,178 m) y Poza N°5 (área= 27,288 m² y perímetro= 19,762 m).

8. RECOMENDACIÓN

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

9. ANEXOS

Anexo 1: Acta de inicio

Anexo 2: Plan de estudio

Anexo 3: Reporte de campo



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

STEC: Subdirección
Técnica Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional
Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú

Anexo 4: Reportes de procesamiento del software Agisoft Metashape.

Anexo 5: Ficha de almacenamiento de productos

Atentamente:

[LFAJARDO]

[MCABALLERO]

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

Atentamente:

[FGARCIA]



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 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: 00545102"



00545102