

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFASTEC: Subdirección
Técnica Científica"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

2023-I01-017009

INFORME N° 00174-2023-OEFA/DEAM-STEC

A : **LLOJAN CHUQUISENCO PICÓN**
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 Celdas Transitorias de Huanuyo administrada por Municipalidad Provincial de San Román-Juliaca, ubicado en el distrito Cabanillas, provincia San Román-Juliaca y departamento Puno, en mayo de 2023.

EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN : 0026-2023-DEAM-EAF

CÓDIGO DE ACCIÓN : 0007-5-2023-302

REFERENCIA : a) Memorando N.° 00300-2023-OEFA/DSIS
b) Expediente de supervisión N.° 0122-2022-DSIS-CRES
c) Memorando N.° 00340-2023-OEFA/DEAM
d) Informe N.° 00125-2023-OEFA/DEAM-STEC

FECHA : Lima, 27 de junio 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 Celdas Transitorias de Huanuyo, ubicado en el distrito Cabanillas, provincia San Román-Juliaca y departamento Puno,
b.	Unidad fiscalizable en la zona de estudio o actividades económicas	Celdas Transitorias de Huanuyo
c.	Problemática identificada	Falta de información en el ámbito de la unidad fiscalizable Celdas Transitorias de Huanuyo en cuanto a: superficie terrestre, estimación de área, perímetro, volumen, diseño de perfiles, alturas máximas, pendiente promedio, ángulo de reposo, altura y distancia de banquetas, así como registros fílmicos y fotográficos aéreos.
d.	La actividad se realizó en el marco de	Memorando N.° 00300-2023-OEFA/DSIS
e.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental focal
f.	Periodo de ejecución	Del 21 al 23 de mayo 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 Vasquez Cardeña	Ingeniera Geóloga	Gabinete	CIP 112995
2	Mariela Berenice Caballero Del Castillo	Bióloga	Gabinete	CBP 4896



N.º	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada	N.º de Colegiatura
3	Marco Antonio Miranda Valiente	Ingeniero Ambiental	Gabinete	CIP 180884
4	Lourdes Liseth Espinoza Quiroz	Ingeniera Geógrafa	Gabinete	CIP 235285
5	David Josué Buendía Montalván	Bach. en Ingeniería Geográfica	Campo	-

2. ANTECEDENTES

Mediante el memorando N.º 00300-2023-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 Celdas Transitorias de Huanuyo (en adelante, UF Celdas Huanuyo) administrada por la Municipalidad Provincial de San Román-Juliaca, ubicada en el distrito Cabanillas, provincia San Román - Juliaca y departamento Puno.

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.º AI-0027-2023-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, RPAS¹) y sistemas de posicionamiento global diferenciado (en adelante, DGPS²), con el fin de obtener información de la UF Celdas Huanuyo (Ver Anexo 1).

Los detalles de la planificación se encuentran en el Plan de Evaluación Ambiental Focal de la superficie terrestre en la UF Celdas Huanuyo, ubicado en el distrito Cabanillas, provincia San Román-Juliaca y departamento Puno, que ha sido aprobado mediante informe N.º 00125-2023-OEFA/DEAM-STEC (Ver Anexo 2).

En ese sentido, del 21 al 23 de mayo de 2023, el especialista asignado por la DEAM mediante memorando N.º 00340-2023-OEFA/DEAM, realizó el acompañamiento a la supervisión ambiental para ejecutar el levantamiento fotogramétrico con RPAS y DGPS en la UF Celdas Huanuyo, cuyos resultados han sido registrado en el reporte de campo N.º RC-035-2023-STEC (Ver Anexo 3).

Posteriormente, mediante coordinaciones internas, se definieron las zonas de interés: Celda N° 1 y Celda N° 2 de la UF Celdas Huanuyo; y adicionalmente la DSIS solicitó incluir un modelo de pendientes del ámbito de la UF Celdas Huanuyo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la superficie terrestre en el ámbito de la UF Celdas Huanuyo administrada por Municipalidad Provincial de San Román-Juliaca, mediante fotogrametría con RPAS y DGPS.

3.2 Objetivos específicos

- Generar un modelo de elevación digital y ortomosaico RGB del ámbito de la UF Celdas Huanuyo.
- Generar un modelo de pendientes del ámbito de la UF Celdas Huanuyo.
- Estimar el área, perímetro y volumen de las zonas de interés de la UF Celdas Huanuyo.
- Estimar la altura máxima y pendiente promedio en perfiles longitudinales en las zonas de interés de la UF Celdas Huanuyo.

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».

² Del inglés Differential Global Positioning System.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

- Estimar ángulos de reposo, altura y distancia de banquetta en perfiles longitudinales en la Celda N° 2 de la UF Celdas Huanuyo.
- Obtener registros fílmicos y fotográficos aéreos de las zonas de interés en el ámbito de la UF Celdas Huanuyo.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el ámbito y las zonas de interés: Celda N° 1 y Celda N° 2 de la UF Celdas Huanuyo, la cual está ubicado en el distrito Cabanillas, provincia San Román-Juliacca y departamento Puno, tal como se muestra en la Figura 4.1.

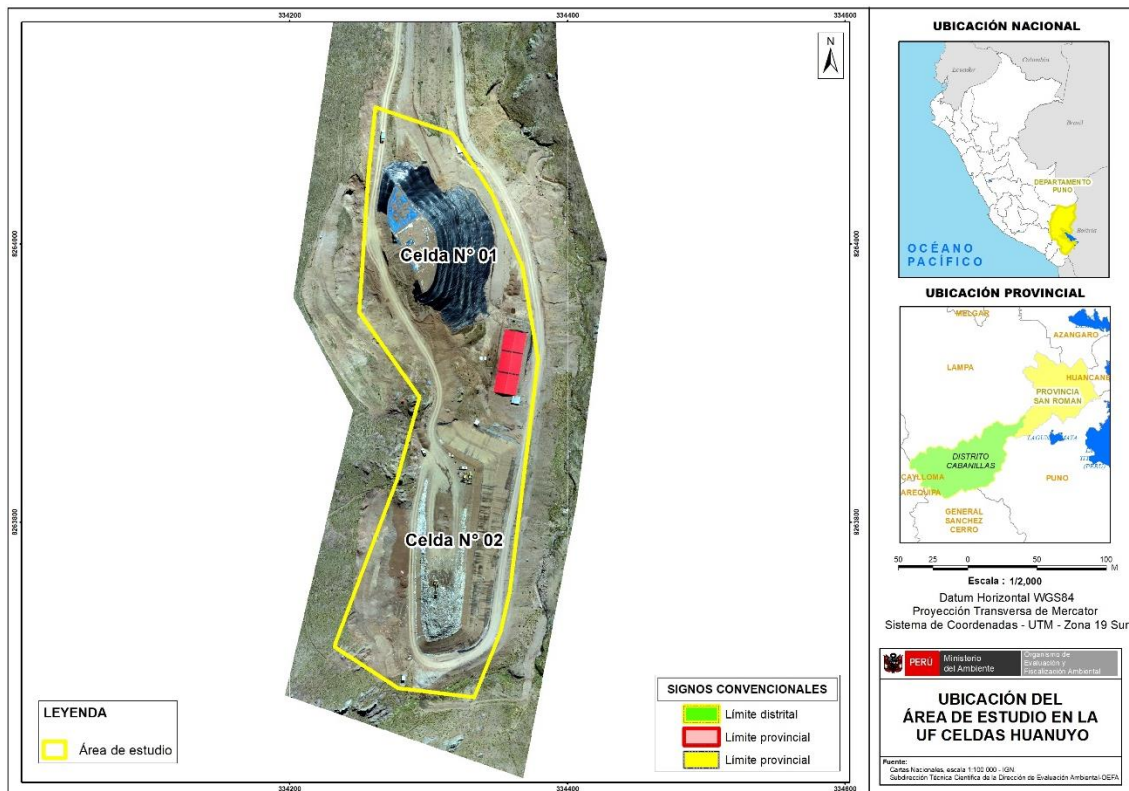


Figura 4.1. Ubicación del área de estudio de la UF Celdas Huanuyo.

5. METODOLOGÍA

Para la generación del modelo de elevación digital (en adelante, MED), ortomosaico RGB y modelo de pendientes; estimación de área, perímetro, volumen, diseño de perfiles, alturas máximas, pendiente promedio, ángulos de reposo, altura y distancia de banquetta, se utilizaron los siguientes documentos:

- La Guía Metodológica para la «Obtención de Productos Cartográficos Generados a partir de Imágenes RPAS a escala 1:1000 elaborado por el Instituto Geográfico Nacional - IGN» (Ver tabla 5.1).
- El protocolo para operaciones de los RPAS, elaborado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED (Ver tabla 5.1).

Se siguió una secuencia de pasos por cada etapa, que se resume en el siguiente esquema metodológico:



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

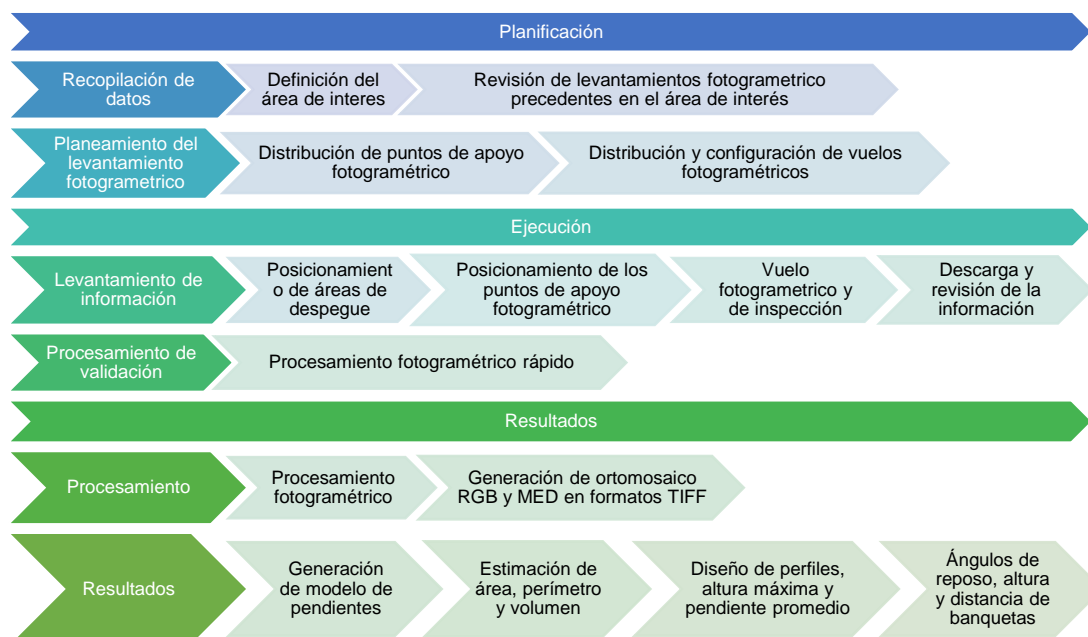


Figura 5.1. Esquema metodológico para la evaluación de la superficie terrestre.

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*³.
- **Planeamiento del levantamiento fotogramétrico:** Se distribuyeron puntos de apoyo fotogramétrico (en adelante, PAF) en toda el área de estudio. Posteriormente, se establecieron los planes de vuelo que cubrieron el área de interés, en base a un GSD⁴ proyectado y con el uso de las aplicaciones *DJI Ground Station Pro*⁵ 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 los pronóstico meteorológico y campo magnético mediante las aplicaciones *UAV Forecast*⁶ y *Magnetology*⁷, respectivamente.

ii. Ejecución:

- **Levantamiento de información:** Para la ejecución en campo se realizó un reconocimiento del área de estudio con la finalidad de establecer la ubicación más idónea para los PAF, evitando la presencia de obstáculos u otros factores que puedan bloquear captura de datos GNSS⁸. La medición de los PAF se realizó con el uso de DGPS (marca Leica) donde se colocó una marca terrestre foto identificables (dianas).

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 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 midieron seis (6) PAF con DGPS y se capturó una secuencia de ortofotos mediante una (1) mision 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 100 m. También se consideró un traslape del 80% de sobreposición frontal y 80% de sobreposición lateral para evitar la

³ Plataforma virtual del globo terráqueo.
⁴ Del inglés Ground Sample Distance.
⁵ Aplicativo móvil libre.
⁶ Aplicativo móvil libre.
⁷ Aplicativo móvil libre.
⁸ Del inglés Global Navigation Satellite System.



ocurrencia de vacíos en el Ortomosaico final y un GSD proyectado de 4 cm/pix en el área de estudio.

- **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 si 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*⁹ (Ver Anexo 4).
- **Resultados:** Los resultados finales son el MED y el Ortomosaico RGB a precisión centimétrica, modelo de pendientes, área, perímetro, volumen, diseño de perfiles, alturas máximas, pendiente promedio, ángulos de reposo, altura y distancia de banqueta, 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 y DGPS se detallan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Documentos normativos o referenciales empleadas

Matriz	Nombre	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País
Superficie terrestre	Norma Técnica Complementaria: «Requisitos para las operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia»	Todas las secciones	Resolución Directoral N.º 501-2015-MTC/12	Dirección General de Aeronáutica Civil – Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Perú
	Protocolo para la operación de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS)	Anteproyecto de vuelo de RPAS (Pre-vuelo) / Trabajo de campo (Pre-vuelo) / Vuelo de RPAS (campo)	Resolución Jefatural N.º 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

5.2. Levantamiento de información geodésico

El levantamiento geodésico consistió en el establecimiento de seis (6) PAF distribuidos en el ámbito de la UF Celdas Huanuyo, tal como se muestra en la figura 5.2.

La medición del PAF se realizó mediante el método corrección vía satélite, ya que se cuenta con el servicio Trimble Center Point RTX, el cual permitió obtener posicionamientos puntuales y precisos en tiempo real, ya que utiliza datos satelitales y atmosféricos en tiempo real de una red mundial de estaciones de seguimiento continuo (CORS), junto con un modelo ionosférico altamente preciso y de complejos algoritmos para generar las

⁹ Software con licencia institucional



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

correcciones diferenciales¹⁰. Estas correcciones fueron transmitidas al receptor GNSS móvil, obteniendo precisiones horizontales de entre 1 a 2 cm y verticales de entre 3 a 4 cm, por lo que no se requirió una estación base geodésica y postproceso geodésico. Finalmente se descargaron los datos en formato CSV con las coordenadas corregidas.

La medición de los datos geodésicos se realizó en las ubicaciones definidas para la colocación de las marcas terrestres foto identificables (dianas), con la finalidad que en el sobrevuelo sean capturadas y apoye en el ajuste fotogramétrico de las ortofotos para obtener una precisión centimétrica.

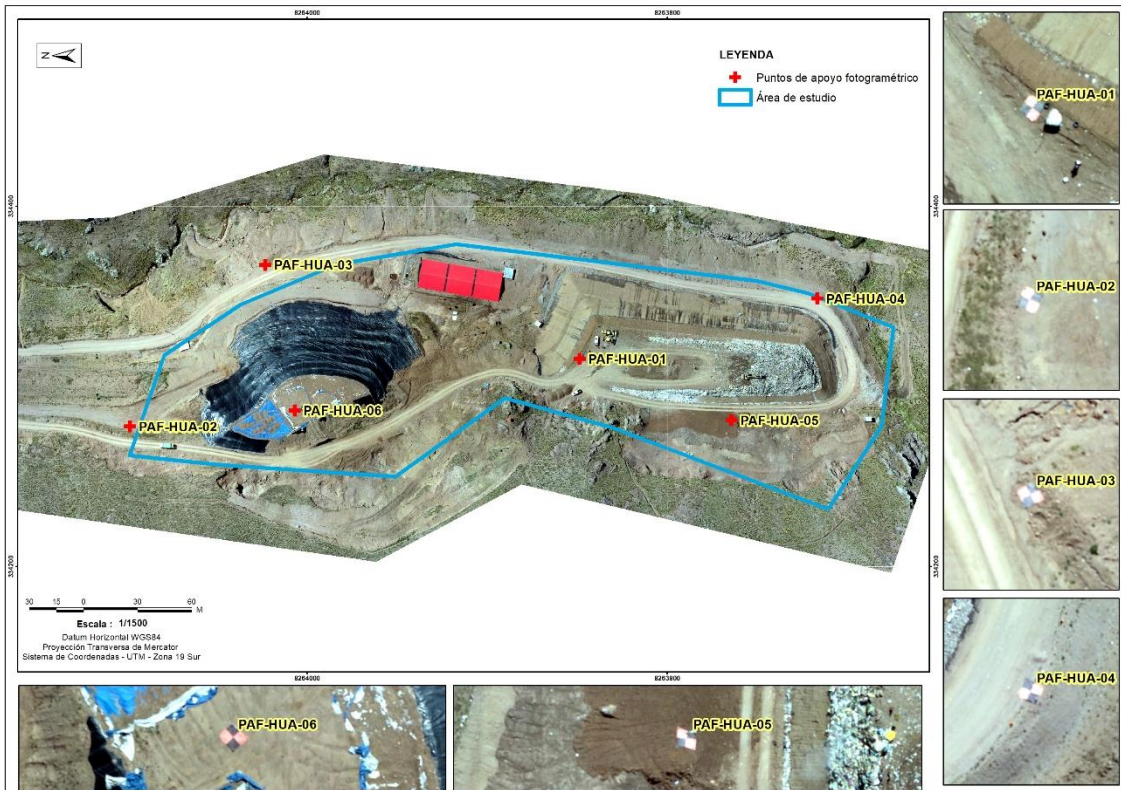


Figura 5.2. Ubicación de los PAF en el ámbito de la UF Celdas Huanuyo

En la Tabla 5.2 se listan las coordenadas corregidas en tiempo real mediante el servicio Trimble Center Point -RTX.

Tabla 5.2. Listado de coordenadas corregidas de los PAF

N.º	Código PAF	Coordenadas UTM WGS84 - Zona 19 Sur		Altitud elipsoidal (m s.n.m.)
		Este (m)	Norte (m)	
1	PAF-HUA-01	334315,33	8263848,67	4113,91
2	PAF-HUA-02	334277,94	8264098,21	4097,76
3	PAF-HUA-03	334367,53	8264023,09	4086,40
4	PAF-HUA-04	334348,83	8263716,72	4103,58
5	PAF-HUA-05	334281,33	8263764,31	4112,10
6	PAF-HUA-06	334286,81	8264006,81	4112,08

¹⁰ Runco (2018). Sistema de Corrección Satelital: Método de Corrección. Recuperado de: <https://www.runco.com.ar/producto/trimble-center-point-rtx/>



5.3. Procesamiento de datos fotogramétricos

El procesamiento de datos 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 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 19 Sur.

c. Alineación de ortofotos

El siguiente paso fue alinear los 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.

a. Importación e Identificación de PAF

Con el objetivo de añadir los PAF, en la barra de herramientas, se seleccionó el espacio «*Referencia*» *importando* el archivo Excel (*.csv) delimitado por comas, el cual debe contener solo información de código de puntos, Este, Norte y Altitud. Una vez importados los PAF, fueron validados con cada Ortofoto con la finalidad de identificar, ajustar y marcar su correcto posicionamiento.

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 MED se utilizó como insumo la nube puntos densa, tanto los puntos de superficie como los del terreno, seguidamente se delimito el área de interés y finalmente se exporto en formato TIFF (Ver Anexo 5).

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).

5.4. Verificación del ajuste del modelo fotogramétrico

Posterior al procesamiento fotogramétrico, con los PAF usados en dicho procesamiento, se realizó la verificación de la calidad del ajuste del modelo fotogramétrico, obteniendo el siguiente resultado en precisión en el eje este en promedio de 0,070 m, en el eje norte en promedio de 0,042 m y en la altitud en promedio de 0,232 m (Tabla 5.3).

**Tabla 5.3.** Verificación de ajuste de modelo fotogramétrico

CÓDIGO DEL PUNTO	Coordenada geodésica			Modelo fotogramétrico			Diferencias		
	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m s.n.m.)	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m s.n.m.)	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m s.n.m.)
PAF-HUA-01	334315,326	8263848,670	4113,912	334315,427	8263848,684	4113,615	-0,100917	-0,0137	0,297277
PAF-HUA-02	334277,937	8264098,212	4097,758	334277,812	8264098,202	4097,830	0,125261	0,01012	-0,07184
PAF-HUA-03	334367,534	8264023,085	4086,399	334367,473	8264023,033	4086,646	0,061029	0,0521	-0,246879
PAF-HUA-04	334348,831	8263716,723	4103,577	334348,836	8263716,739	4103,344	-0,005345	-0,01569	0,232766
PAF-HUA-05	334281,333	8263764,311	4112,099	334281,253	8263764,269	4112,472	0,079708	0,04238	-0,373319
						RMS	0,070	0,042	0,232

5.5. Estimación de área y perímetro

Para la estimación del área y perímetro de la Celda N° 1 y Celda N° 2 de la UF Celdas Huanuyo, se utilizó el *software ArcGIS*¹¹, realizando el siguiente procedimiento:

- Se digitalizó el límite de la Celda N° 1 y Celda N° 2 de la UF Celdas Huanuyo, para lo cual se empleó el ortomosaico RGB, el mapa de sombras del MED (en adelante, Celda N° 01-Oefa y Celda N° 02-Oefa).
- Se realizó la conversión de los límites de la Celda N° 1 y Celda N° 2 de la UF Celdas Huanuyo establecidos en el plano C2-01 «CELDA N° 02 - PLANTA Y PERFIL» del expediente técnico «Plan de Manejo de Residuos Sólidos y Disposición Final en Celdas Transitorias de la ciudad de Juliaca»¹² (en adelante, Celda N° 01-Administrado y Celda N° 02 - Administrado).
- Se estimó el área y perímetro de los límites de Celda N° 01 y Celda N° 02 de la UF Celdas Huanuyo con la herramienta «*Calculate Geometry*» del *software ArcGIS*.

5.6. Estimación de volumen

Para la estimación del volumen de la Celda N° 1 y Celda N° 2 de la UF Celdas Huanuyo, se utilizó el *software ArcGIS* y *AutoCAD Civil 3D*¹³, realizando el siguiente procedimiento:

- En el *software ArcGIS* se realizó el recorte del MED en función al límite Celda N° 01-Oefa y Celda N° 02-Oefa (en adelante, MED 2023).
- Se realizó la conversión de la topografía del 2018 de la Celda N° 1 y Celda N° 2 de la UF Celdas Huanuyo establecido en el plano PT-01 «TOPOGRAFICO» del expediente técnico «Plan de Manejo de Residuos Sólidos y Disposición Final en Celdas Transitorias de la ciudad de Juliaca», luego se identificó un desfase de la información por lo que se hizo un ajuste en el eje este de -9,4205 m, en el eje norte de -0,6629 m y en el eje Z de +30,5 m; finalmente se realizó el recorte en función al límite Celda N° 01-Oefa y Celda N° 02-Oefa (en adelante, Topografía 2018).
- En el *software Autocad Civil 3D* del menú «Inicio» se aplicó la herramienta «Crea superficie desde MED», se generaron dos tipos de superficies:
 - Superficie MED (*Base Surface*), correspondiente a los recortes del MED 2018.
 - Superficie referencia corte (*Comparison Surface*), correspondiente a los recortes de la Topografía 2018.
- Mediante el menú «Tablero de volumen» se utiliza la herramienta «Crear superficie de volumen» con la siguiente configuración:

¹¹ Software con licencia institucional

¹² Expediente Técnico de la Celda Transitoria de Huanuyo, en el marco de la Resolución Ministerial N.° 238-2018-MINAM del 21/06/2018

¹³ Software con licencia institucional

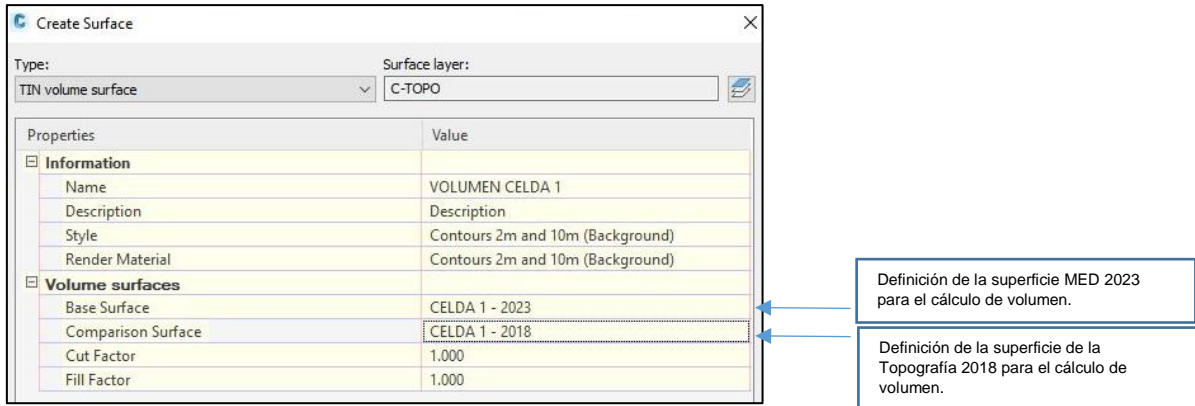


Figura 5.3. Herramienta «Crear superficie de volumen»

5.7. Modelo de pendientes

El modelo de pendientes se generó a partir del MED, y se utilizó la herramienta «Slope» del software ArcGIS.

5.8. Diseño de perfiles longitudinales

Para el diseño de perfiles longitudinales se empleó el software AutoCAD civil 3D tomando como insumo el MED del ámbito de la UF Celdas Huanuyo, utilizando la siguiente secuencia:

- Configuración de sistema espacial de trabajo.
- Creación de superficie y configuración.
- Alineación de la sección de perfil mediante la definición del punto de inicio y el punto final, con la herramienta Alignment.
- Creación de perfil de superficie con la herramienta Create Surface Profile.
- Edición de Layout.

5.9. Estimación de altura máxima y pendiente promedio

En base a las secciones de perfil en las zonas de interés de la UF Celdas Huanuyo y el MED se estimaron la altura máxima y pendiente promedio con la herramienta «Agregar información de superficie» del software ArcGIS Pro¹⁴.

5.10. Estimación de ángulos de reposo, altura y distancia de banqueteta

En base a los perfiles longitudinales en la Celda N° 2 de la UF Celdas Huanuyo, en cada sección se estimaron los ángulos de reposo, la altura y distancia de banqueteta con el software AutoCAD Civil 3D, utilizando la herramienta «Angular» y «Linear», la cual crea dimensiones angulares y lineales que se encuentran en la barra de Anotate.

14 Software con licencia institucional



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 de la unidad, la paz y el desarrollo”

6. RESULTADOS

Del procesamiento fotogramétrico se obtuvo un Ortomosaico RGB de 3,07 cm/pix y un MED de 6,14 cm/pix ambos con precisión centimétrica que abarcan un área de 0,106 km², como se visualizan en las figuras 6.1 y 6.2 respectivamente.

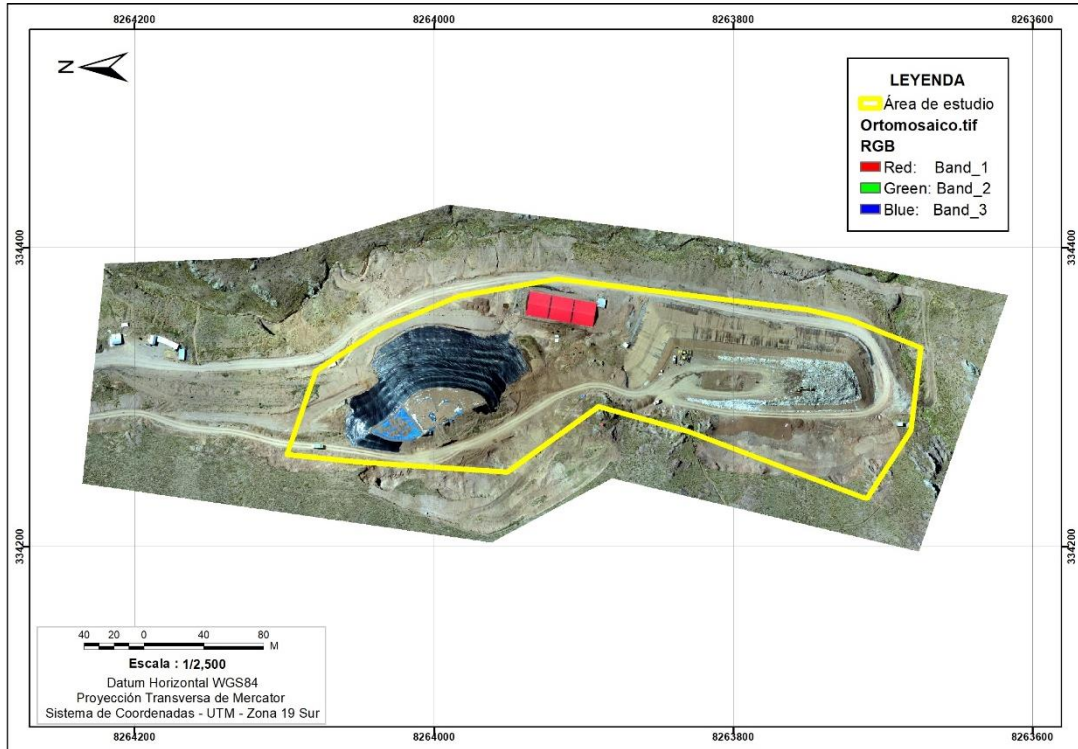


Figura 6.1. Ortomosaico RGB del ámbito de la UF Celdas Huanuyo

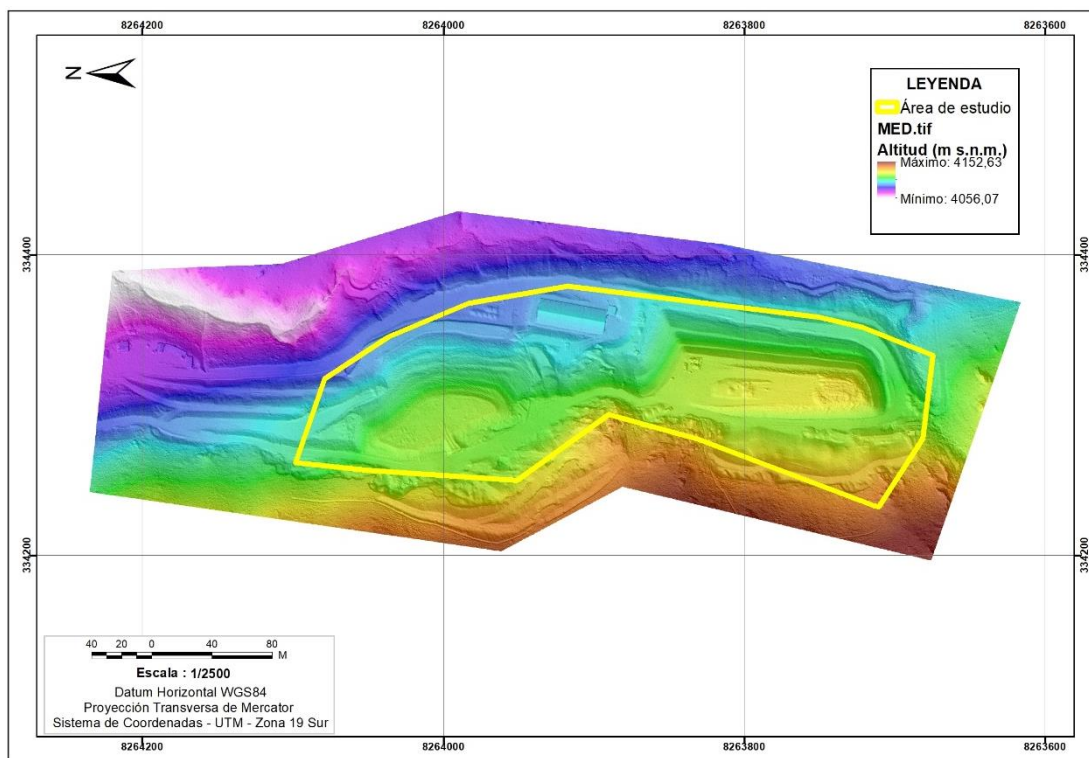


Figura 6.2. MED del ámbito de la UF Celdas Huanuyo



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Se estimaron las áreas y perímetros de los límites Celda N° 01-Oefa, Celda N° 02-Oefa, Celda N° 01-Administrado y Celda N° 02-Administrado de la UF Celdas Huanuyo, como se muestra en la Figura 6.3.

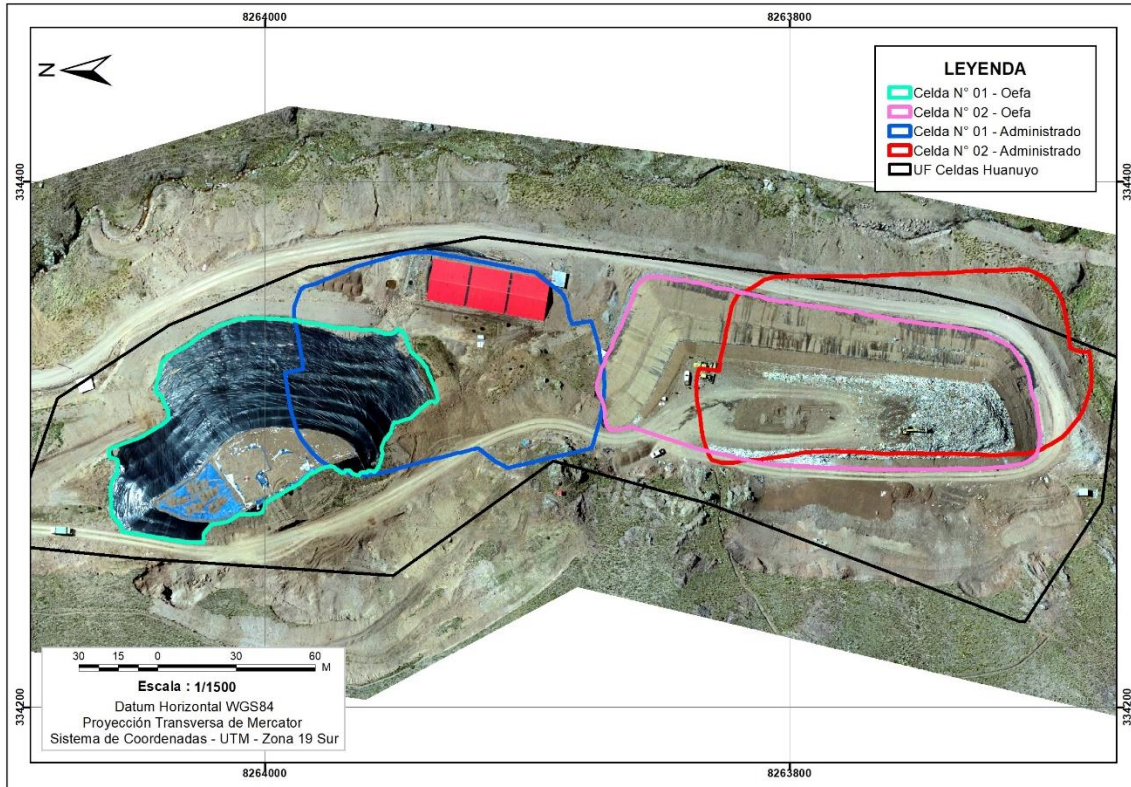


Figura 6.3. Límites Celda N° 01-Oefa, Celda N° 02-Oefa, Celda N° 01-Administrado y Celda N° 02-Administrado de la UF Celdas Huanuyo

En la Tabla 6.1 se muestran los resultados de estimación de área en m² y perímetro en m de los límites Celda N° 01-Oefa, Celda N° 02-Oefa, Celda N° 01-Administrado y Celda N° 02-Administrado de la UF Celdas Huanuyo.

Tabla 6.1. Resumen de estimación de área y perímetro

N.º	Límite de componente	Área (m ²)	Perímetro (m)
1	Celda N° 01-Oefa	6725	366
2	Celda N° 01-Administrado	8277	359
3	Celda N° 02-Oefa	9233	416
4	Celda N° 02-Administrado	9288	401

Se estimaron los volúmenes de los límites Celda N° 01-Oefa y Celda N° 02-Oefa de la UF Celdas Huanuyo, en base al MED 2023 y la Topografía 2018, como se muestra en las figuras 6.4 y 6.5.



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 de la unidad, la paz y el desarrollo"

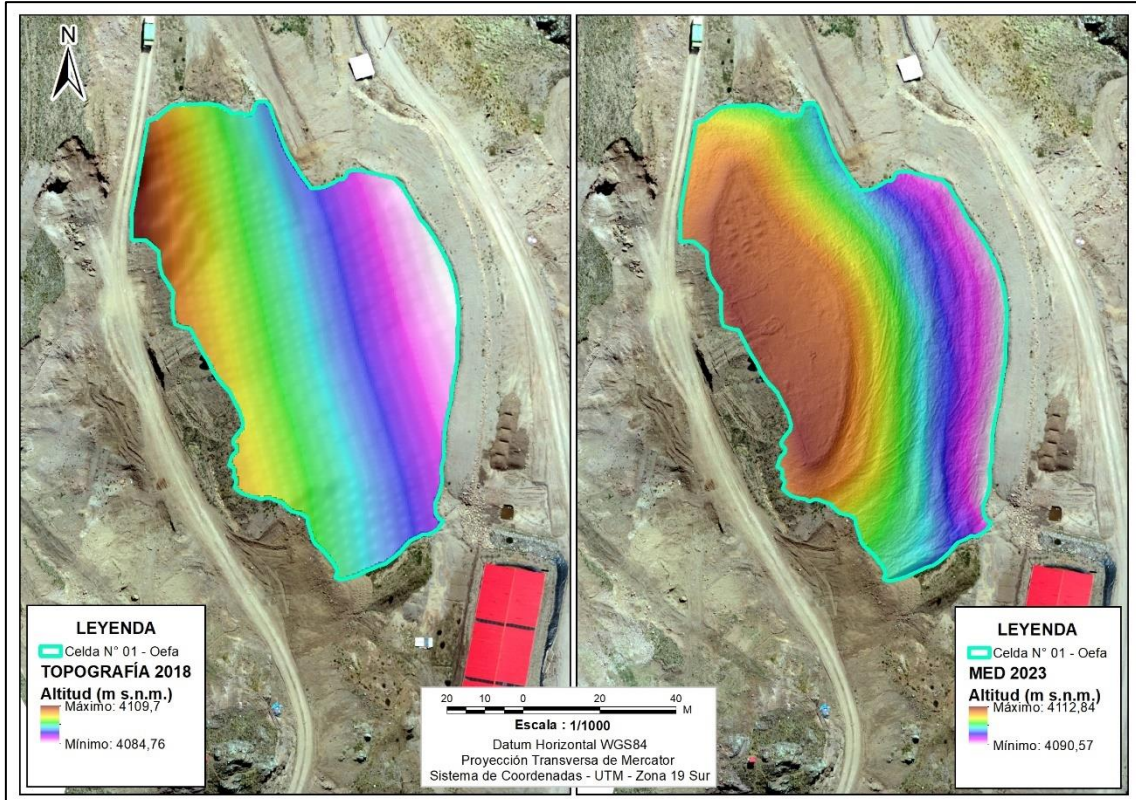


Figura 6.4. Topografía 2018 y MED 2023 del límite Celda N° 01-Oefa de la UF Celdas Huanuyo.

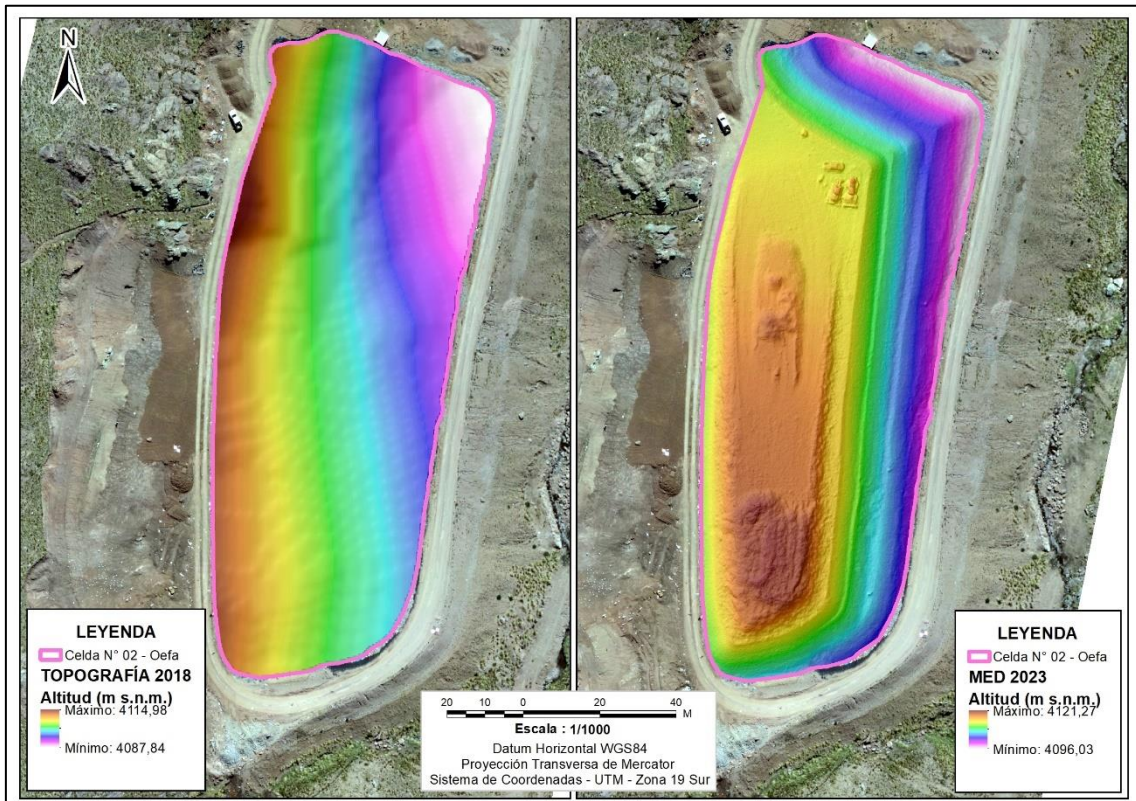


Figura 6.5. Topografía 2018 y MED 2023 del límite Celda N° 02-Oefa de la UF Celdas Huanuyo.



En la Tabla 6.2 se muestran los resultados de estimación de volumen en m³ de los límites Celda N° 01-Oefa y Celda N° 02-Oefa de la UF Celdas Huanuyo.

Tabla 6.2. Resumen de estimación de volumen

N.º	Límite de componente	Volumen (m ³)
1	Celda N° 01-Oefa	60482,78
3	Celda N° 02-Oefa	95184,34

Se obtuvo un modelo de pendientes de la UF Celdas Huanuyo, el cual se clasificó en tres (3) rangos, el primero de 0 a 13 grados, el segundo de 14 a 29 grados y el tercero de 30 a 89 grados, como se muestra en la Figura 6.6.

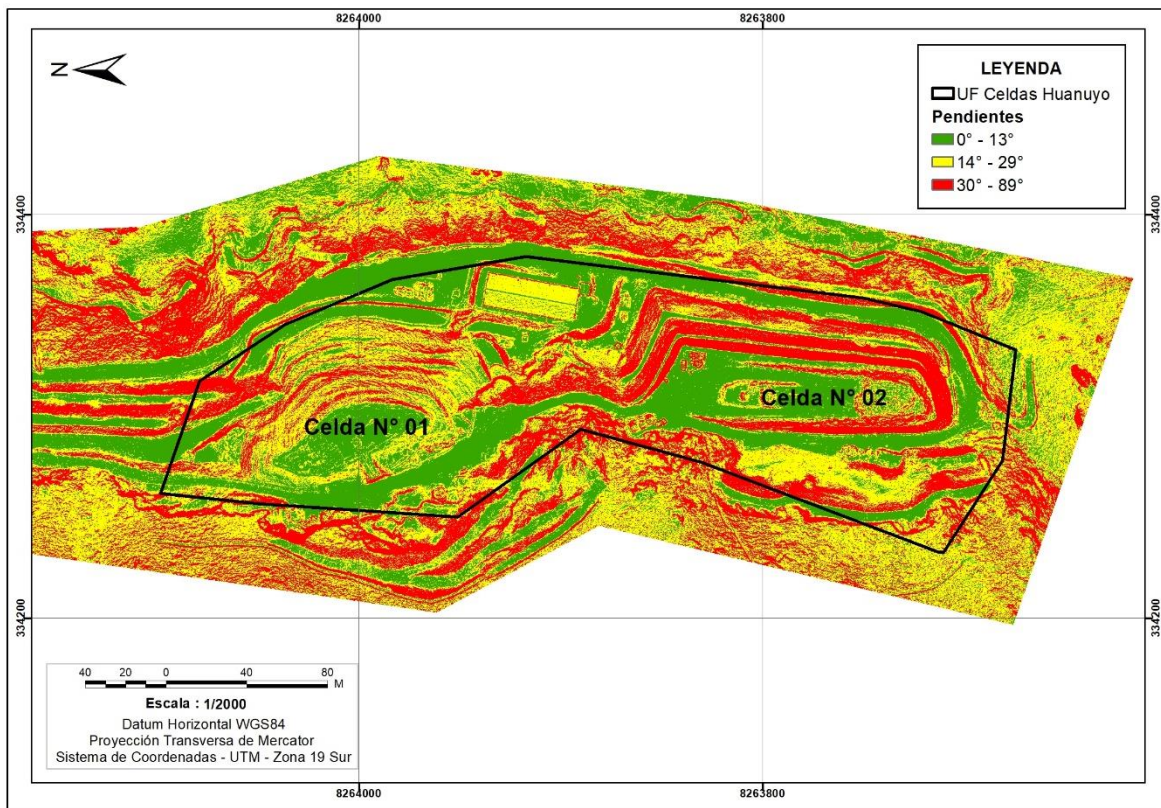


Figura 6.6. Modelo de pendientes del ámbito de la UF Celdas Huanuyo

Para el diseño de los perfiles longitudinales en el ámbito de la UF Celdas Huanuyo se usó el MED. Como resultado se definieron cinco (5) secciones perfil longitudinal: A-A', B-B', C-C', D-D' y E-E'. En la Figura 6.7 se muestra la ubicación de los perfiles longitudinales, y en las figuras 6.8, 6.9, 6.10, 6.11 y 6.12 se muestra el diseño de cada perfil respectivamente.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

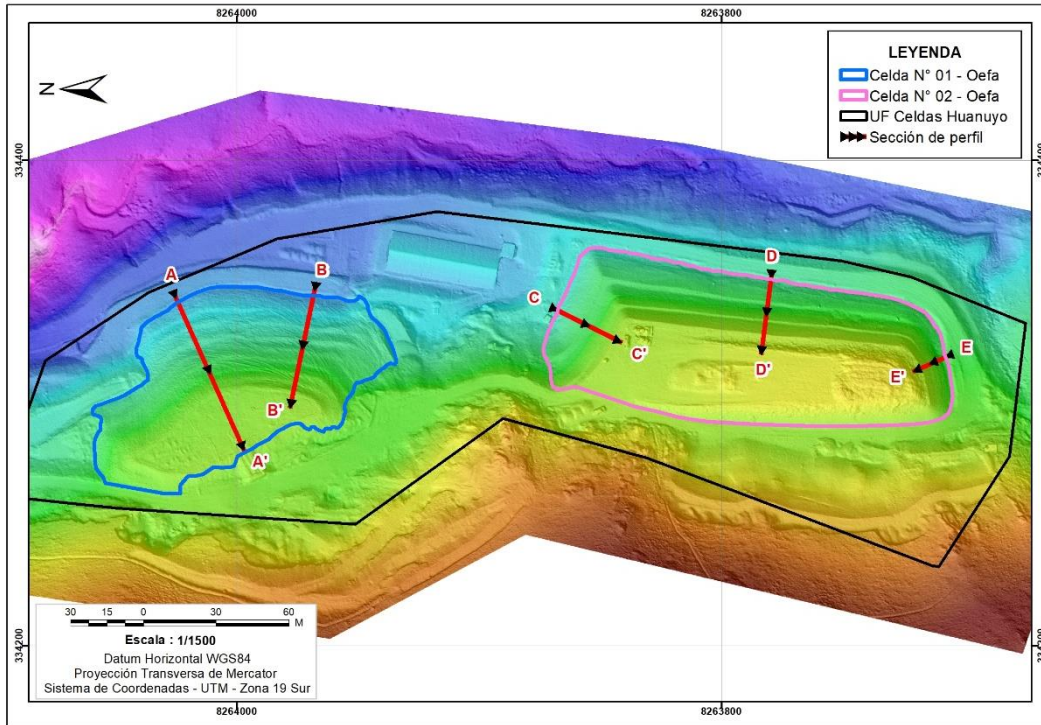


Figura 6.7. Perfiles longitudinales en el ámbito de la UF Celdas Huanuyo

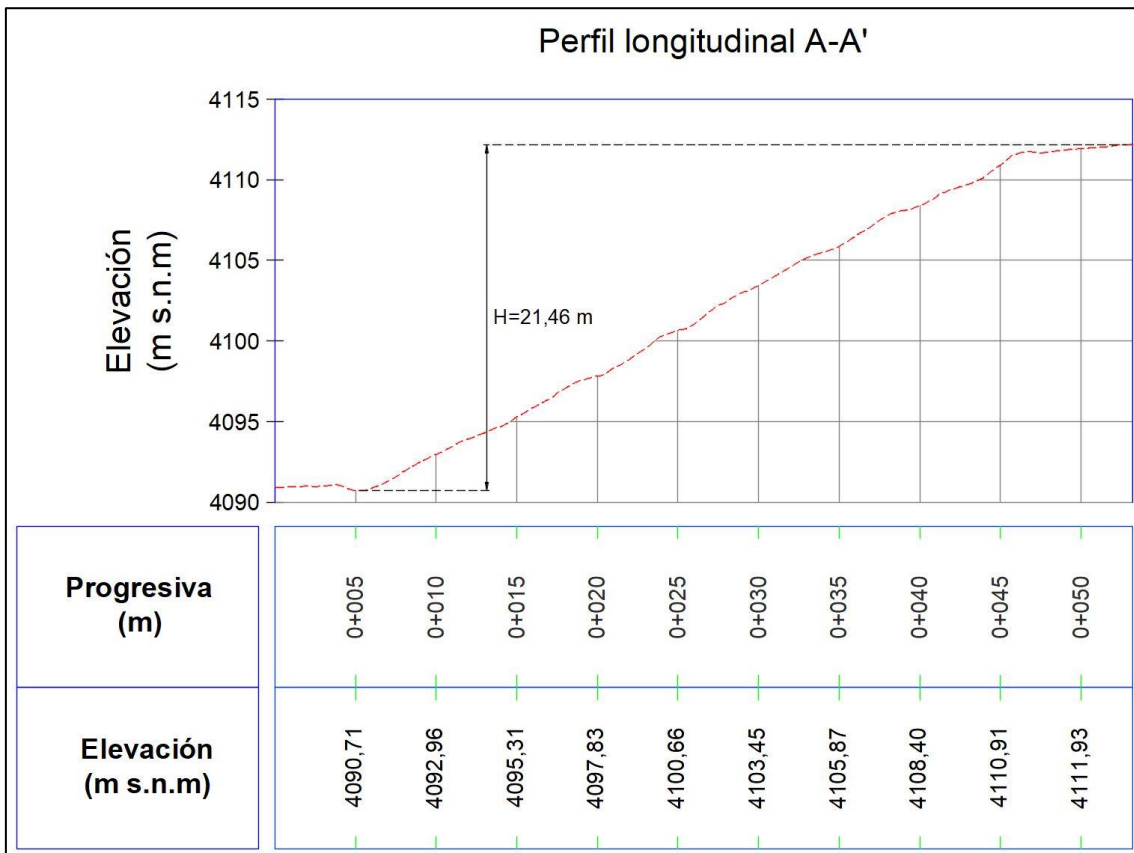


Figura 6.8. Perfil longitudinal A-A' en el Celda N° 01 de la UF Celdas Huanuyo

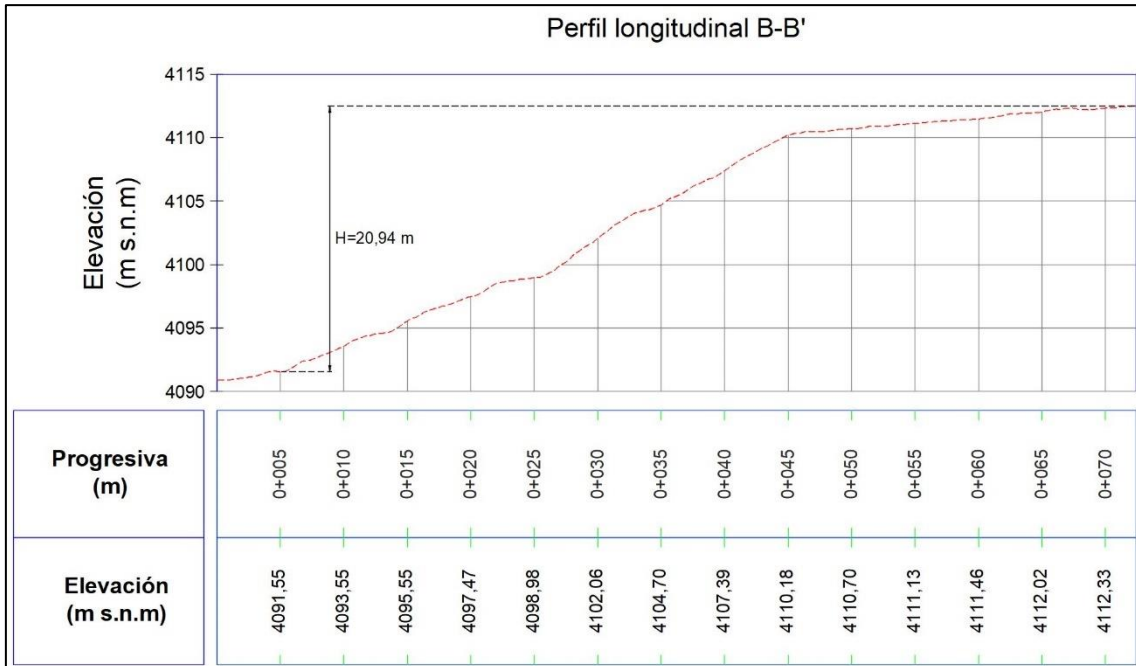


Figura 6.9. Perfil longitudinal B-B' en el Celda N° 01 de la UF Celdas Huanuyo

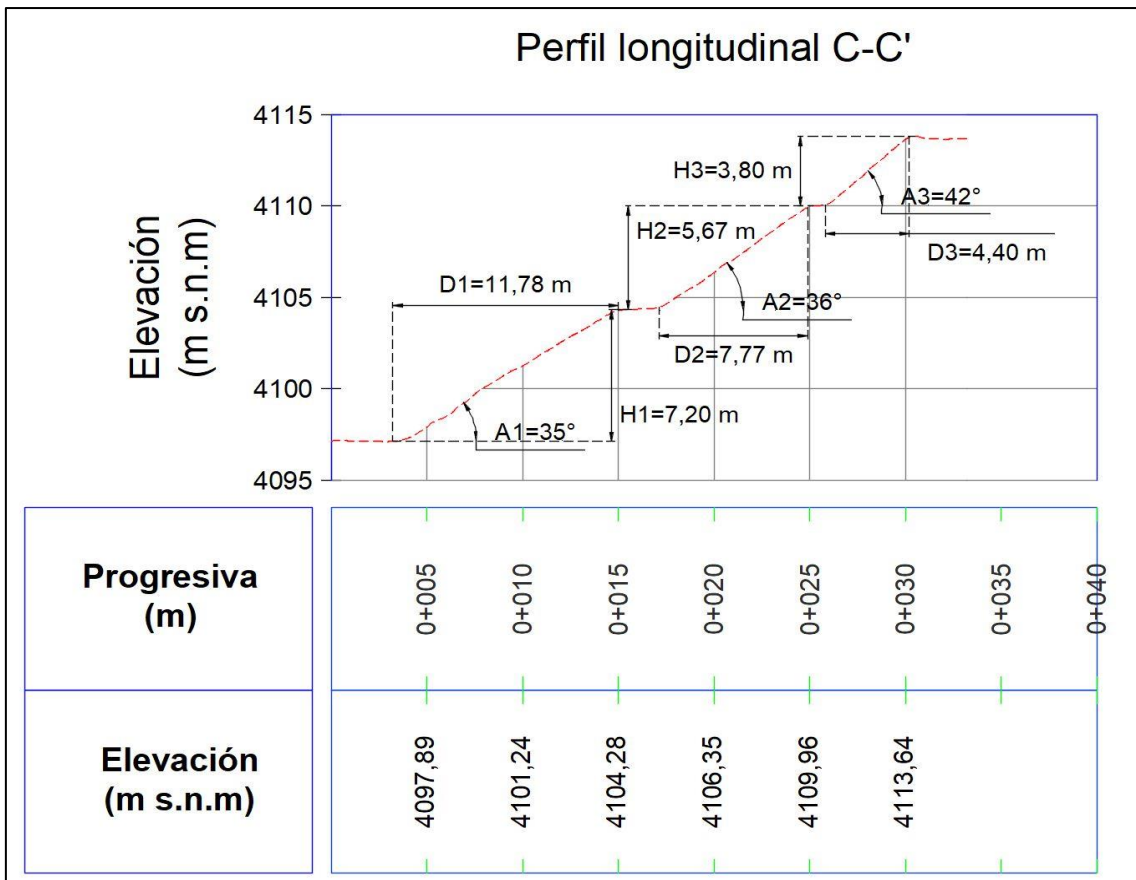


Figura 6.10. Perfil longitudinal C-C' en el Celda N° 02 de la UF Celdas Huanuyo

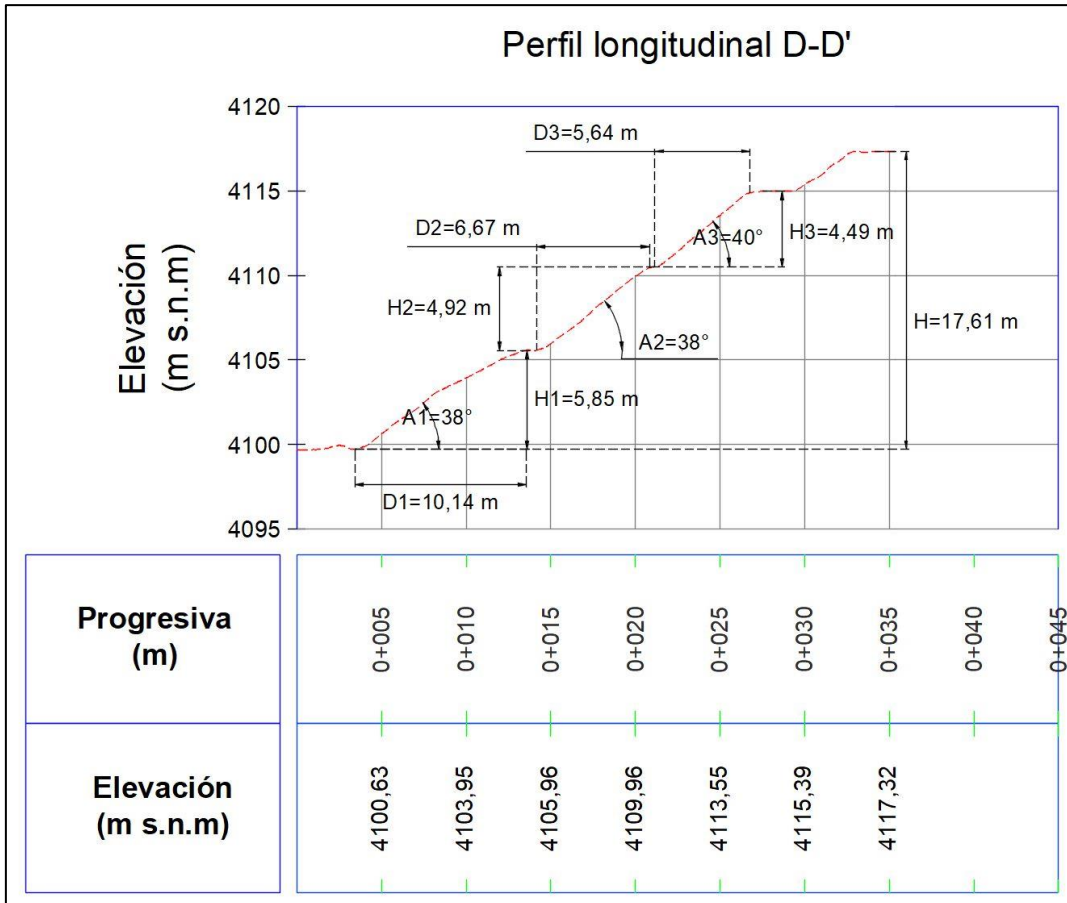


Figura 6.11. Perfil longitudinal D-D' en el Celda N° 02 de la UF Celdas Huanuyo

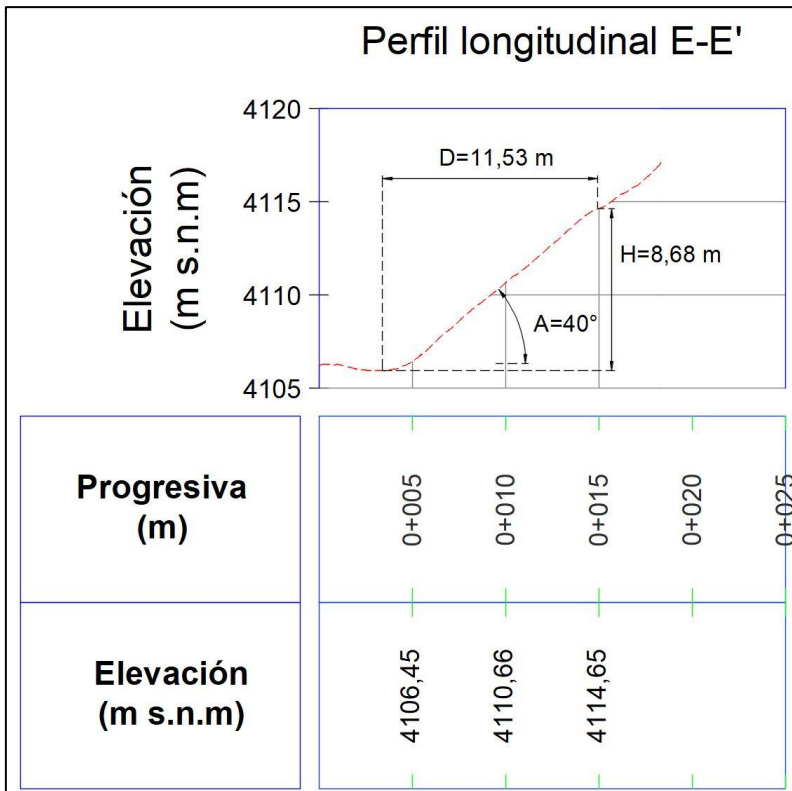


Figura 6.12. Perfil longitudinal E-E' en el Celda N° 02 de la UF Celdas Huanuyo



En la Tabla 6.3 se presenta el resumen de los ángulos de reposo, alturas y distancias de banquetas por cada perfil longitudinal generado en la Celda N° 02 de la UF Celdas Huanuyo, y en la Tabla 6.4 se presenta el resumen de la altura máxima y pendiente promedio por cada perfil longitudinal generado en la Celda N° 01 y Celda N° 02 de la UF Celdas Huanuyo.

Tabla 6.3. Resumen de los ángulos de reposo, altura y distancia por perfil longitudinal

N.º	Perfil longitudinal	Ángulo de reposo (°)		Altura (m)		Distancia (m)	
		A	B	H	D	E	F
1	C-C'	A1	35	H1	7,20	D1	11,78
2		A2	36	H2	5,67	D2	7,77
3		A3	42	H3	3,80	D3	4,40
4	D-D'	A1	38	H1	5,85	D1	10,14
5		A2	38	H2	4,92	D2	6,67
6		A3	40	H3	4,49	D3	5,64
7	E-E'	A1	40	H1	8,68	D1	11,53

Tabla 6.4. Resumen de altura máxima y pendiente promedio por perfil longitudinal

N.º	Perfil longitudinal	Altura máxima (m)	Pendiente promedio (%)
1	A-A'	21,46	33,08
2	B-B'	20,94	44,08
3	C-C'	16,67	55,16
4	D-D'	17,61	55,54
5	E-E'	8,68	67,14

Finalmente, como resultado de la inspección aérea con RPAS la UF Celdas Huanuyo, se obtuvieron registros filmicos y fotográficos que se resumen en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5. Listado de registros generados de la inspección aérea con RPAS

N.º	Código de inspección aérea RPAS	Cantidad de Videos	Cantidad de fotografías
1	INS-HUA-01	1	65
2	INS-HUA-02	3	90

7. CONCLUSIONES

- i. Se obtuvo información de la superficie terrestre del ámbito de la UF Celdas Huanuyo administrada por Municipalidad Provincial de San Román-Juliaca, mediante el uso de RPAS y DGPS.
- ii. Se generó el ortomosaico RGB y MED del ámbito de la UF Celdas Huanuyo, ambos a precisión centimétrica, que cubren un área total de 0,106 km² y con resolución espacial de 3,07 cm/pix y 6,14 cm/pix, respectivamente.
- iii. Se generó un modelo de pendientes de la UF Celdas Huanuyo, el cual clasificó en tres (3) rangos: 0° a 13°, 14° a 29° y 30° a 89°.



- iv. Se estimaron las áreas y perímetros de los límites Celda N° 01-Oefa (área = 6725 m² y perímetro = 366 m), Celda N° 02-Oefa (área = 9233 m² y perímetro = 416 m), Celda N° 01-Administrado (área = 8277 m² y perímetro = 359 m) y Celda N° 02-Administrado (área = 9288 m² y perímetro = 401 m) de la UF Celdas Huanuyo.
- v. Se estimaron los volúmenes de los límites Celda N° 01-Oefa con 60482,78 m³ y Celda N° 02-Oefa con 95184,34 m³ de la UF Celdas Huanuyo.
- vi. Se diseñaron cinco (5) perfiles longitudinales en el ámbito de la UF Celdas Huanuyo, sobre los cuales se estimaron la altura máxima y pendiente promedio: Perfil A-A' (altura máxima = 21,46 m y pendiente promedio = 33,08 %), Perfil B-B' (altura máxima = 20,94 m y pendiente promedio = 44,08 %), Perfil C-C' (altura máxima = 16,67 m y pendiente promedio = 55,16 %), Perfil D-D' (altura máxima = 17,61 m y pendiente promedio = 55,54 %) y Perfil E-E' (altura máxima = 8,68 m y pendiente promedio = 67,14 %).
- vii. Se diseñaron tres (3) perfiles longitudinales en la Celda N° 02 de la UF Celdas Huanuyo, sobre los cuales se estimaron ángulos de reposo, altura y distancia de banquetta por perfil longitudinal: Perfil C-C' (altura máxima = 7,20 m, distancia máxima = 11,78 m y ángulo de reposo máximo = 42°); Perfil D-D' (altura máxima = 5,85 m, distancia máxima = 10,14 m y ángulo de reposo máximo = 40°) y Perfil E-E' (altura máxima = 8,68 m, distancia máxima = 11,53 m y ángulo de reposo máximo = 40°).
- viii. Se generaron cuatro (4) registros fílmicos y ciento cincuenta y cinco (155) registros fotográficos en las zonas de interés en el ámbito de la UF Celdas Huanuyo.

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-0027-2023-ITEGI.

Anexo 2: Plan de evaluación ambiental focal aprobado mediante Informe N.° 00125-2023-OEFA/DEAM-STEC.

Anexo 3: Reporte de campo N.° RC-035-2023-STEC.

Anexo 4: Reporte de software de procesamiento fotogramétrico RSPF-040-2023-ITEGI

Anexo 5: Ficha de almacenamiento de productos

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente:

[SVASQUEZ]



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 de la unidad, la paz y el desarrollo"

[MCABALLERO]

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

Atentamente:

[LCHUQUISENGO]



"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: 00730447"



00730447