

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS:

**CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO
DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS –
HUARAZ - 2023**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR

**ANDY ROBERT TADEO JAIMES
ORCID: 0009-0005-1710-5663**

ASESOR

**Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLÁCIDO
ORCID: 0000-0003-0857-102X**

**ENERGÍA RENOVABLE E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE**

HUARAZ - ANCASH - PERÚ

2023





UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



REGISTRO	
LIBRO	FOLIO
01	322

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 318

En la ciudad de Huaraz, al (a los) 10 día (s) del mes de

MAYO del DOS MIL VEINTICUATRO, siendo las 11:10 horas, se reunieron el

Jurado Evaluador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. JOAQUÍN SAMUEL TÁMARA RODRÍGUEZ

PRIMER MIEMBRO : Mag. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

SEGUNDO MIEMBRO : Mag. WALTHER TEOFILO MAGUINA SALAZAR

Para proceder al Acto de Sustentación para optar el Título Profesional de INGENIERO(A) CIVIL, bajo la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional, del (de la) Bachiller

ANDY ROBERT TADEO JAIMES

(de la Tesis) - (del Trabajo de suficiencia profesional) titulada:

"CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023".

desarrollada bajo el asesoramiento de:

ASESOR : Mag. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLÁCIDO

CO - ASESOR : -----

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil; se procedió a recepcionar la exposición del aspirante; luego de las interrogantes, objeciones y aclaraciones y su absolución, el Jurado Evaluador determinó la calificación de:

APROBADO

Siendo las 12:10 horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, firmando la presente por triplicado, en señal de conformidad.

[Firma]
PRESIDENTE
Dr. JOAQUÍN SAMUEL TÁMARA RODRÍGUEZ

[Firma]
PRIMER MIEMBRO
Mag. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

[Firma]
SEGUNDO MIEMBRO
Mag. WALTHER TEOFILO MAGUINA SALAZAR

[Firma]
ASESOR
Mag. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLÁCIDO

[Firma]
SUSTENTANTE
ANDY ROBERT TADEO JAIMES

CO - ASESOR

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

**CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE
MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS – HUARAZ - 2023**

Presentado por: **ANDY ROBERT TADEO JAIMES**

con DNI N°: **42265546**

para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : **14%** de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje			
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado	Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, **12/04/2024**



Apellidos y Nombres: **DEPAZ BLACIDO RICHARD ALBERTO**

DNI N°: **31671951**

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Borrador Tesis - Andy Tadeo-E.docx

AUTOR

ANDY ROBERT TADEO JAIMES

RECUENTO DE PALABRAS

27782 Words

RECUENTO DE CARACTERES

157766 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

123 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

12.5MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 12, 2024 9:31 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 12, 2024 9:33 AM GMT-5

● 14% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

Dedicatoria

A mis padres, Olga Jaimes Soto y Alejandro Tadeo Olortegui, fuente inagotable de amor e inspiración, cuyo sacrificio y aliento han sido el faro que iluminó cada página de este camino. A mi hermana, Evelyn Tadeo Jaimes, por su constante apoyo y por ser el viento que impulsó mis velas en los momentos de duda. A mi Esposa e hijas Dorcas, Valeria y Gianella, por todo el amor y cariño que me motivan día a día a ser mejor. A mis sobrinas, Eliana y Abigail que, de una forma u otra, han sido parte de este viaje, gracias por ser el cimiento sobre el cual se levanta este logro.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a mis padres por la educación que me dieron.

A la empresa DATCO S&H que me permitió desarrollar esta tesis sin ninguna restricción, agradecer al ingeniero Godwin Chavez Ángeles, gerente general de la empresa, a los ingenieros Marco Cano Reyes y Hernán Alvarado Gonzales, supervisores del proyecto y a mis compañeros y amigos Gilvert Popayan, Oscar Meza, Esleyter Peje, Gerardo Rafael, Wilder Carrillo, Claudio Vidal, Wilde Mata, Egberto Pajuelo, Carlos Lugo, Isaias Arnao, Max Galán, David Norabuena, Jhon Obispo, Marcos Rosales, Francisco Cordova, Orlando Nieto, Lesly Giraldo por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta tesis.

Al Mto Ing Richard Alberto Depaz Blácido, docente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, por su asesoría y confianza en mí para poder culminar con éxito esta tesis.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. <i>Problema general</i>	18
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	18
1.3. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.3.1. <i>Importancia de la investigación</i>	18
1.3.2. <i>Justificación</i>	19
1.4. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	19
1.5. OBJETIVOS.....	20
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	20
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	20
II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21

2.1.1.	<i>A nivel internacionales</i>	21
2.1.2.	<i>A nivel nacional</i>	23
2.2.	BASES TEÓRICAS	25
2.2.1.	<i>Cartografía y geodesia</i>	25
2.2.2.	<i>Geodesia Espacial</i>	29
2.2.3.	<i>Métodos de toma de datos y procesamiento</i>	30
2.2.4.	<i>Fotografía tradicional análoga</i>	31
2.2.5.	<i>Imagen digital</i>	31
2.2.6.	<i>Fotogrametría</i>	34
2.2.7.	<i>Procesamiento fotogramétrico</i>	41
2.2.8.	<i>Tipos de procesamiento fotogramétrico</i>	42
2.2.9.	<i>Control topográfico</i>	46
2.2.10.	<i>Topografía aplicando el uso de drones</i>	53
2.2.11.	<i>Ventajas del control topográfico aéreo</i>	60
2.2.12.	<i>Aplicaciones del control topográfico aéreo</i>	61
2.2.13.	<i>Cálculo de volúmenes fotogramétricos</i>	65
2.2.14.	<i>Desempeño del movimiento de tierras</i>	66
2.2.15.	<i>Incorporación de métodos GPS en el proceso de aerotriangulación</i>	66
2.2.16.	<i>Movimiento masivo de tierras</i>	66
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	67
2.3.1.	<i>Equipos usados</i>	69
2.3.2.	<i>Programas usados</i>	73
2.4.	HIPÓTESIS	74
2.4.1.	<i>Hipótesis general</i>	74
2.4.2.	<i>Hipótesis específicas</i>	74
2.5.	VARIABLES	75
III. METODOLOGÍA		76
3.1.	PERSPECTIVA METODOLÓGICA	76
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	76
3.3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	77
3.3.1.	<i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	77
3.3.2.	<i>Análisis e interpretación de datos</i>	77
3.3.3.	<i>Prueba de normalidad</i>	78
3.3.4.	<i>Prueba “T de Student”</i>	79
3.4.	LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN	80

3.5.	UNIDAD DE ANÁLISIS, POBLACIÓN Y MUESTRA	80
3.5.1.	<i>Unidad de análisis y población</i>	80
3.5.2.	<i>Muestra de estudio</i>	80
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	80
3.7.	PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS	81
3.7.1.	<i>Etapa preliminar</i>	81
3.7.2.	<i>Etapa de campo</i>	81
3.7.3.	<i>En gabinete</i>	83
IV.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	84
4.1.	PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE CAMPO.....	87
4.1.1.	<i>Descripción de la base de datos</i>	87
4.1.2.	<i>La eficiencia en el movimiento masivo de tierras</i>	88
4.1.3.	<i>La eficacia en el movimiento masivo de tierras</i>	90
4.1.4.	<i>Los costos asociados al movimiento masivo de tierras</i>	90
4.2.	VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	91
4.2.1.	<i>Eficiencia del desempeño del movimiento masivo de tierras</i>	92
4.2.2.	<i>Eficacia del desempeño del movimiento masivo de tierras</i>	96
4.2.3.	<i>Costo analizado al desempeño del movimiento masivo de tierras</i>	100
DISCUSIÓN	104	
5.1.	RESPECTO DE LOS ANTECEDENTES INTERNACIONALES:.....	104
5.1.1.	<i>Respecto de los antecedentes nacionales:</i>	106
CONCLUSIONES	109	
RECOMENDACIONES	111	
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	113	
ANEXOS	120	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Flujograma de trabajo con dron con el Método PPK.....	32
Tabla 2 Valor proyectado de los indicadores de control topográfico.	88
Tabla 3 Reporte de metrados de perfilado aplicando control topográfico tradicional y aéreo.	88
Tabla 4 Porcentaje de avance de perfilado aplicando control topográfico tradicional y aéreo. ...	90
Tabla 5 Valores ganados de levantamiento topográfico tradicional y levantamiento topográfico aéreo respecto de la línea base por mes.	91
Tabla 6 Media del nivel de eficiencia en el perfilado en m ³ , usando control topográfico aéreo y control topográfico tradicional.....	92
Tabla 7 Determinación del índice de normalidad del conjunto de datos de eficiencia.....	93
Tabla 8 Estadísticas de grupo de la dimensión eficiencia en el perfilado	94
Tabla 9 Prueba “t” para muestras independientes e igualdad de medias	94
Tabla 10 Determinación del índice de normalidad del conjunto de datos de eficacia.....	97
Tabla 11 Estadísticas de grupo de la dimensión eficiencia en el perfilado	98
Tabla 12 Prueba “t” para muestras independientes.....	98
Tabla 13 Resumen del nivel de los costos asociados en s/. en el perfilado por mes de ejecución usando control topográfico aéreo y control topográfico tradicional.....	100
Tabla 14 Determinación del índice de normalidad del conjunto de datos de costos	101
Tabla 15 Estadísticas de grupo de la dimensión costos asociados.....	102

Tabla 16 Prueba “t” para muestras independientes e igualdad de medias sobre la dimensión costos asociados..... 102



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Geodesia	26
Figura 2. Geodesia Física.....	26
Figura 3. Geodesia Geométrica.....	27
Figura 4. Geodesia Espacial.....	28
Figura 5. Resolución de imagen.....	33
Figura 6. Relacion entre GSD y el detalle de a imagen	34
Figura 7. Foto base adaptada a un plano.....	36
Figura 8. Foto base.....	37
Figura 9. Modelo digital de terreno	38
Figura 10. Modelo digital de elevaciones	39
Figura 11. Curvas de nivel MDE.....	39
Figura 12. Representación vectorial de MDE.....	40
Figura 13. Representación raster del DEM.....	40
Figura 14. Modelo digital de superficie.....	41
Figura 15. Modificación de la escala en la fotografía cuando hay relieve	44
Figura 16. Distorsión causada por la topografía.....	45
Figura 17. Mapa producido por levantamiento topográfico de superficie.....	47
Figura 18. Sistema de corrección de errores en el sistema de posicionamiento GPS diferencial. 50	
Figura 19. Dispositivos principales del sistema LIDAR aerotransportado.....	52

Figura 20. Fotogrametría realizada de altitud para producir mapas 2D y 3D.....	55
Figura 21. Esquema básico del proceso fotogramétrico.	57
Figura 22. Traslape longitudinal y transversal.....	58
Figura 23. Modelos de cartografía obtenidos mediante aplicación de fotogrametría.....	62
Figura 24. Aplicación de fotogrametría para la gestión y planificación de la tierra.....	63
Figura 25. Cálculo volumétrico mediante el uso de fotogrametría.....	64
Figura 26. Cálculo volumétrico con el software MINESIGHT 3D	65
Figura 27. Drone Phantom 4 RTK.....	71
Figura 28. Drone Mavic 3 Enterprise	72
Figura 29. Recolección y procesamiento de datos.....	82
Figura 30. Pre - proceso y post - proceso para el control topográfico aéreo	83
Figura 31. Avance del perfilado del área de estudio por levantamiento tradicional.....	85
Figura 32. Avance del perfilado del área de estudio por levantamiento aéreo	86
Figura 33. Curva “S” del avance de obra con el control topográfico tradicional y aéreo	89
Figura 34. Grafica de cajas de eficiencia en el perfilado (m ³) entre los grupos control topográfico aéreo y control topográfico terrestre.	95
Figura 35. Grafica de cajas de eficacia en el perfilado (%/mes) entre los grupos control topográfico aéreo y control topográfico terrestre.	99

RESUMEN

En esta investigación se determinó el efecto que produciría la implementación del control topográfico aéreo en el desempeño del movimiento masivo de tierras de un proyecto minero; para lo cual el estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un alcance correlacional. La muestra de investigación fue censal conformada por el trabajo de remoción masivo de tierras desarrollada durante doce fases correspondientes a un mes por fase, los cuales se iniciaron en el mes de agosto de 2022 y se concluyeron en el mes de agosto de 2023; el trabajo de remoción de tierras fue desarrollado aplicando control topográfico terrestre y control topográfico aéreo. Para el análisis de los datos se aplicó la prueba estadística paramétrica de “t-student” con la finalidad de comparar las medias obtenidas en cada dimensión de la variable movimiento masivo de tierras en los cuales se aplicó el control topográfico aéreo y tradicional; para el cálculo se hizo uso del software estadístico SPSS v. 26. Como resultado se halló que en la comparación de la eficiencia del control topográfico aéreo para movimiento masivo de tierras, el cual se obtuvo con la prueba “t-student” evidenció una significancia asintótica bilateral de 0,043; en la comparación de la eficacia la prueba “t-student” manifestó un valor de significancia asintótica bilateral de 0,018; en la comparación de los costos asociados se obtuvo con la prueba “t-student” mostrando una significancia asintótica bilateral de 0,048. Concluyéndose que el control topográfico aéreo tuvo un efecto positivo significativo sobre la eficiencia, la eficacia y los costos asociados al movimiento masivo de tierras respecto del control topográfico terrestre o tradicional.

Palabras clave: Control topográfico tradicional, control topográfico aéreo, movimiento masivo de tierras.

ABSTRACT

In this research, the effect that the implementation of aerial topographic control would produce on the performance of the massive earth movement of a mining project was determined; Therefore, the study was developed under a quantitative approach, with a correlational scope. The research sample was a census made up of massive earth removal works carried out during twelve phases corresponding to one month per phase, which began in the month of August 2022 and concluded in the month of August 2023; The earth removal works were carried out applying ground topographic control and aerial topographic control. For the analysis of the data, the parametric statistical test of “t-student” was applied in order to compare the means obtained in each dimension of the mass earth movement variable in which aerial and traditional topographic control was applied; SPSS v statistical software was used for the calculation. 26. As a result, it was found that in the comparison of the efficiency of aerial topographic control for massive earth movements, which was obtained with the “t-student” test, it yielded a bilateral asymptotic significance of 0.043; In the comparison of effectiveness, the “t-student” test showed a bilateral asymptotic significance value of 0.018; The comparison of the associated costs was obtained with the “t-student” test, showing a bilateral asymptotic significance of 0.048. Concluding that aerial topographic control had a significant positive effect on the efficiency, effectiveness and costs associated with massive earth movement compared to ground or traditional topographic control.

Keywords: Traditional topographic control, aerial topographic control, massive earthworks.

INTRODUCCIÓN

Los movimientos de tierra son actividades que implican la modificación del terreno, como la excavación, relleno, nivelación y compactación, con el propósito de preparar áreas para la construcción de diversas infraestructuras como edificios, carreteras, puentes y más. Estas acciones son esenciales para crear bases sólidas, controlar inundaciones, prevenir la erosión del suelo y desarrollar infraestructuras clave. Mediante la planificación detallada, excavación con maquinaria pesada, nivelación del terreno y otros procesos (Frapial, 2023).

En proyectos mineros, los movimientos de tierra desempeñan un papel crucial en la preparación y adecuación del terreno para las operaciones mineras. Estas actividades incluyen la excavación profunda para acceder a los yacimientos, el relleno estratégico para crear plataformas estables, y la compactación del suelo para garantizar la seguridad de las instalaciones. Además de facilitar la extracción eficiente de minerales, estos movimientos son fundamentales para la creación de infraestructuras necesarias para el transporte, almacenamiento y procesamiento de los recursos extraídos.

En ese sentido la fotogrametría con drones está siendo ampliamente adoptada en la industria minera, especialmente en Perú, donde la extracción de diversos minerales es fundamental para la economía. Esta técnica implica la superposición de imágenes aéreas para generar nubes de puntos en 3D, permitiendo mediciones precisas y densas. Los drones, especialmente los multirrotores, son esenciales debido a su capacidad para acceder a áreas de difícil acceso en las minas. Este enfoque

se utiliza para la topografía inicial, cálculo de reservas, modelado 3D, estimación de movimientos de tierras, cubicación de acopios, control de operaciones, inspección técnica y mantenimiento, brindando una visión completa y detallada del entorno minero para mejorar la eficiencia y seguridad de las operaciones (Acre, 2020).

En ese contexto la presente investigación desarrollo el desempeño de movimiento masivo de tierras en proyectos mineros a través de control topográfico aéreo, para analizar su eficiencia, eficacia y valor económico.

I. PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN

1.1.DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En la actualidad los grandes proyectos mineros están conformados por una serie de actividades de gran envergadura los cuales se desenvuelven en diversos campos de la ingeniería, estos campos de acción abarcan diversas ramas de la ingeniería como los siguientes: ingeniería estructural, geotecnia, topografía, ingeniería hidráulica, movimiento masivo de tierras, gestión de la construcción, ingeniería de pavimentos, etc.

Estas actividades que conforman los grandes proyectos mineros son ejecutadas de manera sucesiva lo que implica que una actividad debe ser realizada previamente para que otra actividad continúe en la misma línea de tiempo en el trabajo; sin embargo, en la mayoría de los casos las actividades que conforman los grandes proyectos mineros deben ser ejecutados de forma simultánea, dicha forma de proceder responde por un lado a cuestiones de necesidad aquí hay actividades que por fuerza deben ser ejecutadas de forma simultánea, y por otro lado responde a una cuestión es de minimización de costos.

La ejecución simultanea de una o más actividades que conforman un gran proyecto minero, trae de forma inevitable que dichas actividades entren en conflicto durante el desarrollo de las acciones que conforman cada una de estas actividades, esta situación trae como consecuencia el sobre costo

de los proyectos mineros en razón que la corrección de la planificación en diversos campos de las actividades mineras exigen un mayor uso de tiempo y de recursos por parte de la empresa minera. Esta situación demanda métodos y técnicas para el desarrollo de actividades simultáneas que eviten que entren en conflicto con lo cual se evita se sobre costo de los proyectos y el ahorro del tiempo.

Uno de los principales componentes de un proyecto minero es la remoción masiva de tierras el cual es ejecutado en la superficie sobre el cual se ejecutará el proyecto minero, esta actividad se desarrolla no solo al inicio de la ejecución de todo proyecto minero, por el contrario, la remoción masiva de tierras es un trabajo que se ejecuta en diferentes momentos de la actividad minera y en situaciones diversas que exige la remoción de gran tonelaje de tierras, por lo tanto esta actividad en la mayoría de los casos son ejecutadas de forma simultánea con el desarrollo del propio proyecto minero.

Sin embargo, el movimiento masivo de tierras demanda la acción de elementos de gran envergadura como el uso de maquinaria pesada especializada, transporte, planificación tanto para la remoción como para la reubicación de grandes toneladas de tierra; estas actividades por su gran impacto son propensos a entrar en conflicto con otras actividades que se ejecutan en un mismo proyecto minero, de igual forma en muchas situaciones el movimiento masivo de tierras llega a afectar infraestructura sensible del propio proyecto minero que en muchas ocasiones está ubicado de forma subterránea (como puede ser el caso de sistemas de drenaje, sistemas de alcantarillado, entre otros)

La presencia de conflictos entre la remoción masiva de tierras durante la ejecución del proyecto minero y la infraestructura del mismo representa una situación problemática que da como consecuencia la ocurrencia de dos situaciones: que se generen daños o perturbaciones en infraestructura sensible del proyecto minero los cuales fueron ejecutados o desarrollados previamente a qué sobreviniera la necesidad de realizar nuevos movimientos de gran tonelaje de tierra en áreas contiguas o superpuestas, esta situación da origen a la necesidad de ejecutar reparaciones, cambios, modificaciones en infraestructuras que en muchos casos están ubicados subterráneamente.

La segunda situación que origina la entrada en conflicto entre la remoción masiva de tierras y la infraestructura sensible del proyecto minero, es el constante cambio que debe desarrollarse tanto

a nivel de planificación como de ejecución en la remoción y traslado de gran tonelaje de tierras; este hecho se debe a que una vez detectado la presencia de infraestructura sensible en el área de acción de remoción de tierras, es necesario modificar la planificación de esta actividad como una forma de esquivar la infraestructura presente en el área de acción de dicha actividad; todo lo cual implica el desarrollo de nueva planificación, nuevos traslados de tierra, cambiar los puntos de reubicación de tierras, entre otras actividades que generan la innecesaria ampliación de plazos en la ejecución de los proyectos.

Tanto la producción de daños en infraestructura sensible de los proyectos mineros, así como el constante cambio que se debe dar en la planificación y ejecución de la revolución traslado de gran tonelaje de tierra, da como resultado la presencia de sobrecostos en los proyectos mineros; estos según Chauchat (2018) pueden llegar a aumentar entre un 5% y 10% en el costo total del proyecto minero, esto en función del número de repeticiones en los que se incurre por los cuales se debe mover gran tonelaje de tierra de un punto a otro así como las reparaciones que se deben de hacer por los daños incidentales que se dan producto de esta actividad. En ese sentido, eficacia en la remoción masiva de tierras es un tema de relevancia en la actividad minera ya que en la actualidad dicho trabajo implica la consecución de varios errores que generan no solo el aumento del costo del proyecto minero, sino también, la demora en la ejecución de dichos proyectos.

Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, es absolutamente necesario que se desarrollen investigaciones referentes a la aplicación de metodologías que generen o ayuden a mejorar la ejecución de movimientos masivos de tierra en proyectos mineros de gran envergadura; en ese sentido, el control topográfico entendido como la actividad de tomar puntos en la superficie de la tierra mediante los cuales determinar de forma precisa su forma y la ubicación de los elementos estructurales que se encuentran tanto en la superficie como de forma subterránea, vendría a ser una metodología deficiente para la mejora del movimiento masivo de tierras, siendo que dicha actividad debe ser ejecutada de forma previa y los resultados almacenados para posteriormente ser utilizados en los diversos momentos en los que se presenta la contingencia o necesidad de ejecutar el movimiento masivo de tierras y con lo cual minimizar los conflictos que se generan entre la infraestructura circundante y la ejecución de remoción y traslado de grandes toneladas de tierra.

De esta forma se lograría evitar los sobrecostos que implica la entrada en conflicto entre la remoción y traslado masiva de tierras y la infraestructura circundante del proyecto minero, así como maximizar el adecuado uso del tiempo disponible que se cuenta para la ejecución del proyecto minero, es decir, coadyuvar a que el proyecto minero sea ejecutado con eficiencia y eficacia. En ese sentido, en el presente proyecto de investigación se plantea responder a la pregunta sobre la forma en la que el control topográfico como metodología incide en la ejecución de los proyectos de remoción masiva de tierras, formulándose la pregunta de investigación en los términos que a continuación se procede a exponer.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Qué efecto tendrá el control topográfico aéreo en el desempeño en el movimiento masivo de tierras?

1.2.2. Problemas específicos

P.E. 01: ¿Qué efecto tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión eficiencia del desempeño del movimiento masivo de tierras?

P.E. 02: ¿Qué efecto tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión eficacia del desempeño del movimiento masivo de tierras?

P.E. 03: ¿Qué efecto tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión costos asociados del desempeño del movimiento masivo de tierras?

1.3.IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Importancia de la investigación

El movimiento masivo de tierras en un proyecto minero trae consigo diversas complicaciones como resultado de trasladar gran tonelaje de tierra de una posición a otra, el movimiento de estos grandes volúmenes llega a ocasionar que se dañe de forma incidental infraestructura colindante tanto en la superficie como infraestructura subterránea (tuberías, sistemas de drenaje, grandes sistemas de abastecimiento de agua, etc.), este hecho ocasiona que Los costos de un proyecto

aumenten considerablemente en razón que es movimiento masivo de tierras tiene que realizarse en dos o hasta 3 veces por toparse con infraestructura delicada, porque añade a los costos la reparación de aquellas posibles infraestructuras dañadas tras la remoción de tierra.

En ese sentido, la importancia de la tesis planteada reside en el aporte de la investigación, el cual se centrará en ofrecer como mecanismo de solución la aplicación del control topográfico previo, con la finalidad que todo proyecto que implique el movimiento masivo de tierras entré con una herramienta que permita realizar esta actividad de forma eficiente y eficaz.

1.3.2. Justificación

La investigación que se propone se justifica en el marco teórico desarrollado referente a la topografía en general y el control topográfico en particular, siendo además que se desarrollará un marco teórico que sustente el movimiento masivo de tierras como actividad en la ingeniería civil

Los beneficios que se aportarán con la ejecución el presente proyecto de investigación será el aportar el control topográfico como metodología para la ejecución del movimiento masivo de tierras, el cual permitirá que en el desarrollo del movimiento masivo de tierra se evite el dañar infraestructura colindante, ya sea superficial o subterránea, el cual aumenta considerablemente los costos de un proyecto minero, ya que el entrar en conflicto con elementos valiosos circundantes en el aire en el cual se desarrolla el movimiento masivo de tierras implica replantear la planificación del movimiento de tierras así la posible reparación de infraestructura dañada durante el transcurso de dicha actividad.

La presente propuesta de investigación se justifica metodológicamente en el hecho que para la ejecución de esta investigación será necesario el desarrollo de nuevos instrumentos de medida que permitirán determinar una escala de valoración tanto para la variable independiente como para la variable dependiente de la presente investigación; estos instrumentos de medida serán de utilidad para futuras investigaciones en los cuales se podrán aplicar dichos instrumentos para determinar las escalas de valores de las dos variables de estudio.

1.4.DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

La investigación desarrollada en la empresa DATCO S&H en el distrito de Jangas, se enfoca en el control topográfico aéreo para mejorar el desempeño de movimiento masivo de tierras en

proyectos mineros. Se exploró cómo estas técnicas pueden mejorar la eficiencia, precisión y seguridad en la ejecución de proyectos mineros, considerando las necesidades específicas de esta industria y las condiciones geográficas y climáticas de la región.

El aporte de este estudio es la generación de conocimiento aplicable sobre cómo el control topográfico aéreo puede ser utilizado de manera efectiva para mejorar el desempeño del movimiento masivo de tierras en proyectos mineros. Proporciona recomendaciones prácticas en la planificación y ejecución de dichos proyectos, contribuyendo así al avance y optimización de las operaciones mineras en la región.

1.5.OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Determinar el efecto del control topográfico aéreo en el desempeño en el movimiento masivo de tierras.

1.5.2. Objetivos específicos

O.E. 01: Establecer el efecto que tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión eficiencia del desempeño del movimiento masivo de tierras.

O.E. 02: Establecer el efecto que tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión eficacia del desempeño del movimiento masivo de tierras.

O.E. 03: Establecer el efecto que tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión costos asociados del desempeño del movimiento masivo de tierras.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A nivel internacionales

Settin et al. (2019), aplicó los distintos mecanismos tecnológicos para realizar las mediciones sobre una cantera para posteriormente procesar los datos obtenidos y desarrollar una comparación de dichos resultados (las tecnologías aplicadas fueron: drone Phantom 4, drone Phantom RTK, estación escáner, estación total); posteriormente de haberse obtenido o recolectado los datos necesarios y haberse procesado dichos datos, se realizó una comparación entre cada uno de los valores arrojados con las tecnologías aplicadas en el levantamiento topográfico. Este trabajo se encuadra en el enfoque cuantitativo de la investigación, siendo que tiene un alcance descriptivo fue desarrollado con un diseño pre experimental de la investigación. posterior a realizar la confrontación de la información adquirida se llegó a concluir que los drones topográficos de bajo costo cuentan con una capacidad importante como herramienta de trabajo para la medición y el relevamiento de superficies.

Hernández et al. (2020), desarrolló un estudio comparativo respecto de los resultados que se obtienen directamente a través de la aplicación de estación total, y la información recolectada de manera no directa a través de dron topográfico, y finalmente respecto de los resultados que

arrojan la aplicación de los sistemas GPS. La investigación citada fue desarrollada bajo el enfoque cuantitativo de la investigación científica, siendo que su diseño de investigación fue no experimental teniendo un alcance correlacional. Posterior a la ejecución de la investigación los investigadores obtuvieron resultados referidos a la práctica del levantamiento topográfico, estableciéndose los costos que implica la aplicación de los métodos directos, así como los costos que implica la aplicación de los métodos indirectos; De igual forma los investigadores obtuvieron como resultado De igual forma los investigadores obtuvieron como resultado, de igual forma los investigadores obtuvieron como resultado los tiempos que se requieren en la aplicación de los dos métodos identificando qué método aplicar en la práctica usual qué método aplicar en la práctica usual qué método aplicar en la práctica usual.

Pinzón (2019) obtuvo planos cartográficos georreferenciados y corregidos a través de puntos de tipo cinemáticos aplicados en tiempo real aplicando el uso de fotogrametría de imágenes aéreas proporcionadas por dron. Esta investigación se enmarca en el enfoque cuantitativo de la investigación, habiendo es aplicado un diseño no experimental el alcance de esta investigación fue descriptivo; el investigador estableció cuatro fases en el desarrollo de la investigación: la identificación de los predios de estudio; acceso de cimentación de placa; determinación de los puntos de control; vuelo de aplicación fotogramétrica. La investigación concluye con la obtención de los resultados consistentes en la obtención De la nube de puntos densa, modelado digital del terreno y producción de ortofotos.

Qiu et al. (2024), destaca que el sistema de posicionamiento global (GPS) puede ser vulnerable a interferencias ambientales o no estar disponible en ciertos escenarios. Además, señala que los métodos tradicionales basados en la coincidencia de puntos característicos entre imágenes aéreas y satelitales pueden no proporcionar la máxima precisión. Los investigadores proponen una innovadora estrategia para la selección de imágenes aéreas en el proceso de geolocalización, empleando un módulo de extracción de momentos de imagen. Este módulo, que comprende la evaluación del error relativo del momento invariante de la imagen y el error relativo del área, se utiliza para identificar imágenes aéreas con un rendimiento destacado en términos de traslación, rotación y escala antes y después de la proyección, al mismo tiempo que descarta aquellas con escalado excesivo. Los resultados experimentales respaldan la efectividad y superioridad de este enfoque, al reducir significativamente el error absoluto medio en la

geolocalización de UAV de 63.220 m a 9.454 m. Se concluye que este método desempeña un papel crucial para alcanzar una geolocalización de alta precisión en entornos donde la señal GPS no está disponible.

Según De Carvalho Araújo et al. (2023), los movimientos gravitacionales de masa constituyen fenómenos naturales con impacto en diversos aspectos socioeconómicos. La investigación se centra en la modelización estadística de estos eventos, utilizando Modelos Digitales del Terreno (MDTs) para identificar cicatrices de deslizamientos. Sin embargo, los MDTs obtenidos después de los movimientos de masa no reflejan la topografía original. El trabajo propone un método de reconstrucción de la topografía previa a la falla utilizando la nube de puntos de elevación de un sensor LIDAR, empleando el MDT previo a la falla en la modelización estadística de susceptibilidad a deslizamientos.

2.1.2. A nivel nacional

Guevara (2021), su proyecto se centró en la comparación de la precisión entre un levantamiento topográfico utilizando una Estación Total y un Drone en el tramo de la carretera Cas. Los Quispes al C.P. La Granja, caracterizado por una orografía accidentada y vegetación intermedia. El problema abordado fue determinar la confiabilidad del levantamiento con Drone, identificar el equipo más adecuado para este tramo, evaluar su costo y tiempo de ejecución. Se establecieron puntos de control cada 250 metros, marcados con la Estación Total, para mejorar la precisión. Posteriormente, estos puntos fueron comparados con los obtenidos por el Drone. Los resultados obtenidos proporcionaron conclusiones sobre la eficacia y economía de ambos métodos, destacando la idoneidad del Drone para este tipo de terreno y sus ventajas en términos de tiempo y costo, respaldando así su implementación en levantamientos topográficos de este tipo.

Cristóbal (2023), abordó el problema de optimizar los recursos en levantamientos topográficos y cálculos de volúmenes en dichas unidades. El objetivo principal fue determinar cómo la fotogrametría podía mejorar esta eficiencia. Mediante una metodología aplicada de tipo descriptivo comparativo, se compararon levantamientos con estación total / GPS diferencial y drones. Los resultados indicaron una alta similitud entre ambos métodos, mostrando que el uso de drones era más eficiente, con menor tiempo, costos y riesgo laboral. Se destacó la rapidez y

confiabilidad de los datos obtenidos mediante fotografías aéreas con drones, observando desviaciones en los levantamientos de la cantera Yanamachay y el canal de coronación de Atacocha. Se concluyó que, si bien la fotogrametría con drones no es una alternativa definitiva, sí constituye una herramienta valiosa y económica para movimientos de tierras, cálculos de volúmenes y elaboración de perfiles en proyectos de ingeniería civil.

En su investigación, Arteaga (2021), propuso optimizar la eficiencia en la producción del transporte de mineral mediante la implementación de la Programación Lineal, con el fin de disminuir los costos asociados, en una unidad minera ubicada en la región La Libertad. Los resultados derivados de la aplicación de la Programación Lineal evidencian una reducción notable en los ciclos de demoras, generando impactos positivos tanto en la eficiencia operativa como en los resultados financieros de la empresa. Específicamente, se logró recuperar una suma considerable de \$4,438.39 dólares mensuales relacionados con el alquiler de equipos durante el ciclo de acarreo. El autor resalta que al disminuir los tiempos de demora en el transporte de mineral, se optimiza de manera significativa la utilización eficiente de los equipos, lo que, a su vez, tiene efectos positivos en la producción de material minero. Asimismo, destaca que los ciclos de demoras impactan de manera considerable tanto en la producción como en la situación económica de la empresa minera..

En su estudio, Yomona (2021) aborda la evaluación de la exactitud de un levantamiento topográfico utilizando un dron de ala rotatoria modelo Phantom 4 Pro en contraste con el método convencional que emplea una estación total. Al examinar el marco temporal, se constata que la realización del levantamiento con la estación total demandó cinco días, mientras que el dron llevó a cabo tres vuelos, cada uno con una duración total de 17 minutos. A pesar de que el dron exhibió precisión en términos de error residual y error medio cuadrático, se evidencian discrepancias notables en las coordenadas y cotas en comparación con los resultados obtenidos por la estación total. Además, en el desarrollo de su investigación, se señala que el dron, al capturar una abundancia de puntos, enfrenta desafíos en la generación de la superficie debido a las distorsiones causadas por diversos elementos presentes en el terreno. Se destaca que, aunque el costo asociado al levantamiento con la estación total es más elevado, su nivel de precisión y exactitud supera al del dron.

La investigación de Bejarano & Palomino (2021) destaca la viabilidad y eficacia del dron Phantom 4 RTK de DJI en comparación con la estación total Nikon 632, a pesar de su mayor costo. Según los registros de los investigadores, el levantamiento con el dron implicó un total de 24.2 horas, distribuidas en 2.9 horas para el reconocimiento del terreno, 0.4 horas para la planificación del vuelo, 1 hora para los vuelos y 20 horas para el procesamiento en gabinete. Por otro lado, el uso de la estación total demandó 42.2 horas, con 18.4 horas dedicadas a los trabajos de campo y 23.8 horas al trabajo en gabinete. A pesar de la observación de un error ligeramente mayor en la precisión horizontal con el dron, el estudio recomienda su preferencia debido a la notable reducción de tiempos, siendo un 57.35% más eficaz en comparación con la estación total. Este análisis resalta la importancia de considerar la eficiencia temporal al seleccionar la metodología de levantamiento, incluso frente a variaciones en la precisión.

2.2.BASES TEÓRICAS

2.2.1. Cartografía y geodesia

2.2.1.1.Cartografía

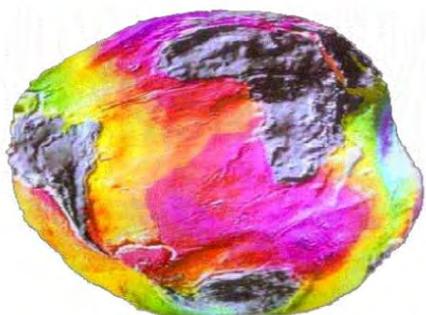
La cartografía se dedica a la creación, diseño y análisis de mapas y cartas geográficas, abarcando la representación gráfica detallada del espacio terrestre o celestial. La información puede ser procesada en diversos formatos, tales como vectorial, formato ráster u ortoimágenes, todos los cuales se presentan en dos dimensiones. No obstante, con los avances actuales, es posible observar la información en un formato tridimensional a través de modelos 3D. Un aspecto crucial en todas las representaciones gráficas es la inclusión de elementos esenciales como la escala, sistemas de coordenadas y una leyenda (Sanchez, 2017a).

2.2.1.2.Geodesia

Disciplina que se ocupa de investigar y definir la configuración, tamaño y la intensidad del campo gravitatorio de la Tierra y de los astros cercanos. Antes de llevar a cabo la confección de un mapa topográfico de una nación, resulta indispensable realizar labores de geodesia. Esta ciencia posibilita la obtención de información precisa para

establecer con exactitud los puntos de control utilizados en procesos como la triangulación y nivelación (Claros et al., 2016)

Figura 1
Geodesia

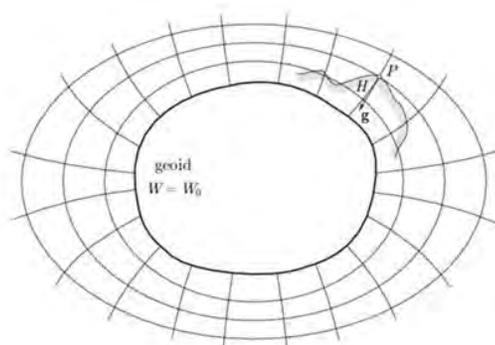


Nota. Tomado de Catalão (2000)

- Geodesia Física

Investiga la influencia gravitatoria de la Tierra y la altitud; en el ámbito de la geodesia física, se conceptualiza al geode como una superficie sujeta a fuerzas gravitatorias. Esta rama de la geodesia, que emplea la gravimetría para analizar la configuración de la Tierra (Acosta et al., 2022)

Figura 2
Geodesia Física

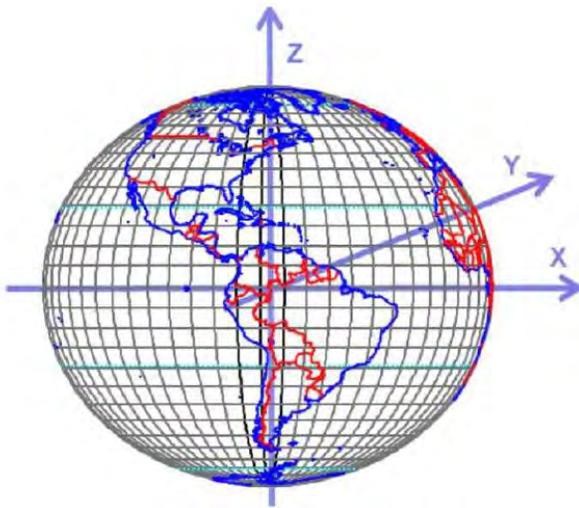


Nota. Tomado de Catalão (2000)

- Geodesia Geométrica

Delimita la configuración terrestre, abordando tanto sus proporciones como el elipsoide. Se introduce la noción de coordenadas. La geodesia geométrica o matemática, según la investigación de (Acosta et al., 2022) implica el desarrollo de cálculos destinados a obtener ubicaciones precisas de puntos.

Figura 3
Geodesia Geométrica



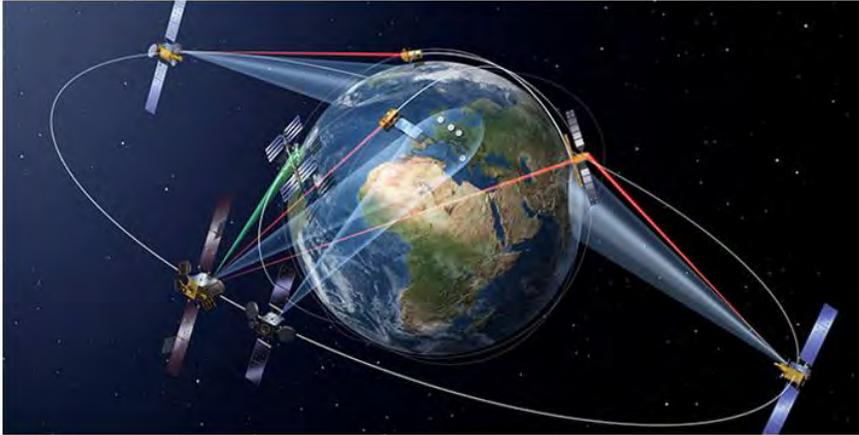
Nota. Tomado de Zepeda (2014)

- Geodesia Espacial

Se fundamenta en el empleo del sistema de navegación mediante satélites que circulan la órbita terrestre. La geodesia espacial se dedica al estudio de diversos fenómenos, incluyendo las alteraciones en la rotación y orientación de nuestro planeta. Dentro de la geodesia espacial, se abordan mediciones altamente precisas realizadas desde, hacia y entre satélites y otros cuerpos celestes, con el propósito de resolver problemáticas geodésicas que involucran la determinación precisa de posiciones tridimensionales en la Tierra, como las redes de control. También se incluyen aspectos como el campo de gravedad terrestre y sus funciones asociadas, como el geoide. Por último, se incorpora

la medición y modelado de fenómenos geodinámicos, abarcando desde movimientos polares hasta la rotación terrestre y la deformación de la corteza (Acosta et al., 2022).

Figura 4
Geodesia Espacial



Nota. Tomado de Duarte (2013)

- Sistema de Coordenadas, Datum y UTM

El sistema de coordenadas se refiere a un marco de referencia que permite ubicar puntos específicos en la superficie de la Tierra. Está compuesto por dos conjuntos de líneas imaginarias, latitud y longitud (Cardenas, 2020).

Un datum se define como un conjunto de parámetros que establecen el origen, la orientación y la escala de un sistema de coordenadas, proporcionando así una referencia para la medición y representación del relieve terrestre. En términos más detallados, el datum se describe como el punto en el cual el elipsoide y el geoide se encuentran y son tangentes. Cada datum consta de un elipsoide caracterizado por parámetros como el radio ecuatorial y polar, y un punto fundamental donde el elipsoide y la superficie terrestre son tangentes. La identificación de este punto fundamental se realiza mediante sus coordenadas geográficas de longitud y latitud (Cardenas, 2020).

UTM, que significa "Universal Transverse Mercator" (Mercator Transversal Universal), es un sistema de coordenadas y proyección cartográfica utilizado para representar la superficie terrestre en mapas. Divide la Tierra en zonas, cada una con su propio sistema de coordenadas UTM. Cada zona abarca 6 grados de longitud y está proyectada en un plano cilíndrico. UTM es especialmente eficiente para áreas específicas, y su uso es común en aplicaciones militares, topografía y cartografía a nivel mundial. Este sistema facilita la medición precisa de distancias y la representación cartográfica en áreas relativamente pequeñas. (Sanchez, 2017b).

- **Redes Geodésicos**

Las redes geodésicas se definen como conjuntos de puntos estratégicamente distribuidos en diversos lugares, debidamente marcados para obtener coordenadas dentro de un sistema de referencia. Estas redes, formadas por puntos en la superficie de la Tierra, posibilitan la determinación de la posición geográfica diferencial, incluyendo la latitud, longitud y elevación, mediante el uso de receptores GPS. Cuando nos referimos a la posición diferencial geográfica, estamos hablando de la determinación de coordenadas a partir de puntos que ya tienen coordenadas conocidas (Pavón & Jiménez, 2014).

2.2.2. Geodesia Espacial

- **Constelaciones de satélites**

En el ámbito de las comunicaciones satelitales, el concepto de constelación se refiere a un grupo coordinado de satélites que colaboran para ofrecer servicios de comunicación de forma ininterrumpida a una región geográfica específica (Silva, 2022)

- **Global Navigation satellite system (GNSS)**

Es un sistema de navegación que utiliza satélites para ofrecer información precisa sobre la ubicación y el tiempo en cualquier parte del mundo, en todo momento y en diversas condiciones climáticas. GNSS posibilita que receptores en tierra, mar o aire determinen con exactitud su posición al recibir señales de múltiples satélites en órbita. Este sistema

de navegación por satélite se compone de tres segmentos esenciales: un segmento espacial, un segmento de control y un segmento de usuarios. Cada uno de estos componentes desempeña un papel crucial en el funcionamiento integral de GNSS, y la ausencia de cualquiera de ellos comprometería su eficacia (García, 2008).

2.2.3. Métodos de toma de datos y procesamiento

La toma de datos y procesamiento en sistemas de posicionamiento global (GPS) comprende diversos métodos, siendo dos de ellos el Real Time Kinematic (RTK) y el Post Processing Kinematic (PPK).

- Toma de datos Real Time Kinematic (RTK)

Se trata de obtener ubicaciones en tiempo real con precisión muy alta, generalmente de 1 a 2 centímetros más 1 parte por millón. Por lo general, se usa para rastrear movimientos, pero también puede usarse para ubicaciones fijas. Es un método que compara las diferencias entre una ubicación conocida y otra en movimiento. La ubicación conocida, llamada referencia, se encuentra en un lugar fijo, mientras que la ubicación en movimiento, llamada "rover", determina sus coordenadas en tiempo real. Este proceso requiere la transmisión de datos mediante algún sistema de comunicación, como radio, GSM, GPRS o satélite, entre la referencia y el rover. Una limitación es que depende de la distancia que pueda cubrir la transmisión. Este método tiene muchas aplicaciones en topografía, desde realizar mediciones hasta marcar ubicaciones en tiempo real (González, 2015).

- Toma de datos Post Processing Kinematic (PPK)

El método Post Processing Kinematic (PPK) es una técnica avanzada de procesamiento de datos de posicionamiento, especialmente utilizada en vuelos con vehículos aéreos no tripulados (UAV) o drones. Como su nombre indica, implica un segundo paso de trabajo realizado en un entorno de gabinete después de la recopilación de datos en campo. Durante un vuelo con UAV, al calcular las coordenadas de las imágenes capturadas, se requiere aplicar correcciones a las coordenadas del centro de la foto, considerando la

relación entre el móvil (dron) y la estación base. Este proceso se conoce como método GNSS cinemático con post procesamiento. La esencia del PPK radica en la capacidad de realizar correcciones precisas y detalladas después de la recopilación de datos en campo (González, 2015).

- Diferencia de toma de datos RTK y PPK

Las técnicas de posicionamiento en tiempo real, conocidas como Real Time Kinematic (RTK), y el método Post Processing Kinematic (PPK) presentan enfoques contrastantes para la obtención de coordenadas precisas utilizando sistemas de posicionamiento global (GPS). Mientras que RTK permite la adquisición inmediata de coordenadas en el momento de la medición, con un rango operativo de 40-50 kilómetros y la capacidad de desplazamiento continuo del receptor móvil, PPK adopta un enfoque de procesamiento posterior en gabinete, aplicando correcciones a las coordenadas después de la recolección de datos, siendo útil cuando no es posible vincular datos GNSS en tiempo real. La precisión horizontal en ambos métodos es comparable, alcanzando entre 1 y 3 centímetros de error, pero RTK depende de la transmisión en tiempo real, mientras que PPK se destaca por su aplicación retrospectiva (López, 2021).

- Flujograma de Trabajo con dron con método PPK. Ver la Tabla 1.

2.2.4. Fotografía tradicional análoga

La fotografía análoga utiliza rollos fotográficos y procesos químicos para producir imágenes físicas compuestas por granos dispersos aleatoriamente. Por otro lado, la fotografía digital emplea sensores electrónicos y almacena imágenes en formato digital en tarjetas de memoria, facilitando su descarga, visualización y posterior impresión (Colorearte,2024).

2.2.5. Imagen digital

Se puede definir una imagen digital como una representación bidimensional de una imagen que se crea a través de una matriz numérica. Esta matriz suele expresarse en formato binario, utilizando combinaciones de unos y ceros para representar la información visual (Oropeza, 2023).

Tabla 1

Flujograma de trabajo con dron con el Método PPK

	Pros	Cons
RTK	<p>Real-Time Feedback: With RTK, real-time feedback is available during the mission, which can make it easier to identify and address issues as they arise.</p> <p>Fast Data Processing: RTK data can be processed quickly, which allows for a faster turnaround time for delivering the final product.</p> <p>User-Friendly: RTK is typically easier to use than PPK and requires less skill to set up and operate.</p>	<p>Lower Accuracy: RTK accuracy can be affected by communication delays and interruptions, making it less accurate than PPK.</p> <p>Communication Dependency: RTK requires real-time communication with a reference station during the mission, which can be challenging in remote or rural areas with limited or no cellular coverage when using RTK via the NTRIP protocol.</p> <p>Higher Costs: RTK can be more expensive than PPK due to the need for additional RTK modules or NTRIP service subscription fees.</p>
PPK	<p>No Real-Time Communication Required: RTK requires real-time communication between the drone and the ground station to receive correction data from the reference station. PPK, on the other hand, does not require real-time communication as the correction data is applied later during post-processing.</p> <p>Greater Flexibility: With PPK, the drone can fly the mission and collect data, and the post-processing can be done later, providing greater flexibility for data collection, especially in areas with limited or no cellular coverage.</p> <p>Higher Accuracy: While both RTK and PPK can provide high accuracy, PPK can offer even higher accuracy as it is not subject to any potential communication delays or disruptions during data collection. PPK can also use more reference stations during post-processing, which can further improve the accuracy.</p> <p>Reduced Costs: PPK can be less expensive than RTK because it does not require real-time communication, which can require additional equipment and subscription fees.</p>	<p>Longer Post-Processing Time: PPK requires post-processing of data, which can take time and delay the delivery of the final product.</p> <p>Minimal Flight Duration Requirement: To achieve accurate positioning data, it is necessary to capture sufficient GNSS data points during the flight. This means that the drone must fly for a certain duration and distance to capture enough data points for PPK processing. The exact duration and distance required will depend on various factors such as the GNSS receiver used, the quality of the reference station data, and the flying environment. Generally, a minimum flight duration of 10 minutes is recommended to capture enough GNSS data points for accurate PPK processing. However, this may vary depending on the specific requirements of the mapping project and the quality of the GNSS data collected.</p>

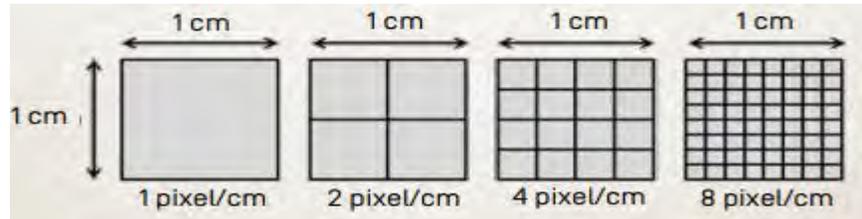
Nota. Tomado de DJI Enterprise (2023)

2.2.5.1. Resolución de la imagen

La resolución de la imagen se refiere a la cantidad de detalles que se pueden percibir en una imagen digital. Se mide en píxeles y determina la claridad y nitidez de la imagen. Una mayor resolución implica más píxeles, lo que resulta en una imagen más detallada y de mayor calidad (Oropeza, 2023).

- Pixel: El píxel se presenta como la unidad mínima en una imagen encargada de capturar la radiación de una pequeña región en la superficie terrestre. Cada píxel se caracteriza por un valor digital asociado a la radiación recibida durante un corto periodo de exposición (Oropeza, 2023).

Figura 5
Resolución de imagen



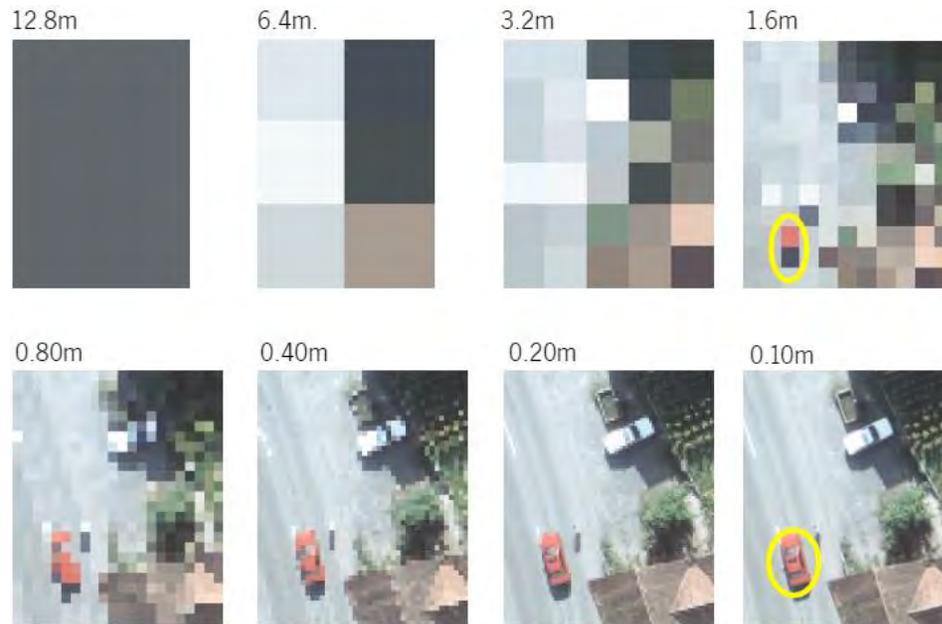
Nota. Tomado de DusunceAtolyesi (2017)

A medida que incrementamos la resolución de la imagen, estamos introduciendo una mayor cantidad de píxeles por centímetro o pulgada. Esto no amplía su tamaño, sino que mejora el nivel de detalles que podemos percibir (Colorearte,2024).

- Resolución espacial y geométrica
La resolución espacial se centra en la capacidad de una imagen para representar detalles finos y pequeños objetos. Por otro lado, la resolución geométrica se refiere a la capacidad de la imagen para mantener la forma y proporciones correctas de los objetos representados. Ambas resoluciones son esenciales para la interpretación precisa de la información visual en el ámbito de la imagen digital (Oropeza, 2023).

La resolución espacial indica la capacidad del sistema para distinguir el objeto más pequeño en una imagen, determinada por la unidad mínima capturada por el sensor en el terreno, conocida como Distancia de Muestreo en el Terreno (GSD). La resolución espacial aumenta con píxeles más pequeños, lo que permite al sensor obtener más detalles de los objetos (MITMA, n.d.)

Figura 6
Relacion entre GSD y el detalle de a imagen



Nota. Tomado de Delgado (2016)

- **Formatos de Imagen**

Los formatos de imagen se refieren a las configuraciones de archivo que definen la manera en que los datos visuales se almacenan y estructuran. Entre los formatos más frecuentes se encuentran JPEG, PNG, GIF y TIFF, cada uno con características y usos particulares. La selección del formato adecuado está condicionada por factores como la calidad deseada, el tamaño del archivo y la compatibilidad con diversos dispositivos y aplicaciones (Oropeza, 2023).

2.2.6. Fotogrametría

La fotogrametría se define como un método de medición indirecta que permite adquirir las dimensiones geométricas de objetos y disposiciones espaciales en el entorno. Este procedimiento implica analizar imágenes fotográficas obtenidas a través de un vehículo aéreo no tripulado (UAV) (Huanachin & León, 2021).

- Estereoscopia

La estereoscopia, tal como sugiere su nombre, se apoya principalmente en un proceso mecánico para generar dos imágenes que recrean una visión binocular en un plano tridimensional. Sin embargo, tanto en el cine 2D como en la pintura, se ha logrado siempre transmitir la sensación de tridimensionalidad, de manera que el espectador no percibe la ausencia de profundidad o espacio; incluso en una imagen bidimensional, esta parece ser auténtica y realista. Este sentido de profundidad, denominado estereopsis, es un factor psicológico que engaña la visión binocular en un espacio monocular, como ocurre en el cine 2D. Por lo tanto, en este capítulo, se explorarán temas relacionados con la introducción de indicios para identificar la profundidad, se explicarán conceptos y reglas asociadas con la creación estereoscópica, así como su aplicación en la captura de imágenes (Yhama, 2010).

- Clasificación de la fotogrametría

La fotogrametría terrestre se emplea principalmente en campos como la arquitectura y la arqueología, basándose en la toma de fotografías desde la superficie terrestre. En este enfoque, la cámara fotográfica se sitúa de manera que su eje sea horizontal y paralelo al terreno, asegurándose de contar con información precisa tanto sobre la posición de la cámara como del objeto capturado (Claros et al., 2016)

La fotogrametría aérea se caracteriza por utilizar fotografías aéreas obtenidas desde una cámara de observación situada en una plataforma específica, típicamente un vehículo aéreo. En esta modalidad, se garantiza que el eje óptico de la cámara esté esencialmente perpendicular al terreno o a la superficie terrestre (Claros et al., 2016)

- Geometría de la fotografía

La geometría de la fotografía se refiere al estudio de las propiedades y características geométricas de las imágenes capturadas mediante dispositivos fotográficos. Incluye aspectos como la relación entre los objetos en el espacio tridimensional y su representación bidimensional en la fotografía, la distorsión de la imagen, la perspectiva

y otros factores que afectan la precisión y la interpretación de la información visual (Ramírez, 2013).

2.2.6.1. Imagen adaptada a un plano

Si la superficie del terreno es completamente plana, la escala se mantendrá constante en todas las áreas de la fotografía. Al entender la escala como la relación entre un segmento en la imagen y su magnitud real en el terreno, esta proporción se conservará.

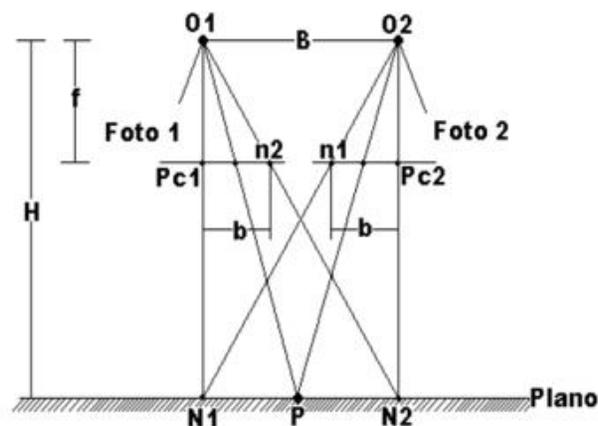
La escala se describe como la proporción entre la fotobase (b) y la aerobase (B).

$$E = \frac{f}{H} = \frac{b}{B} \quad (1)$$

Dado que la aerobase, siendo la distancia entre tomas sucesivas, es constante para una fotografía, y si la escala es uniforme en todos los puntos de un plano horizontal, entonces la fotobase (b) también será constante.

$$b = B * E \quad (2)$$

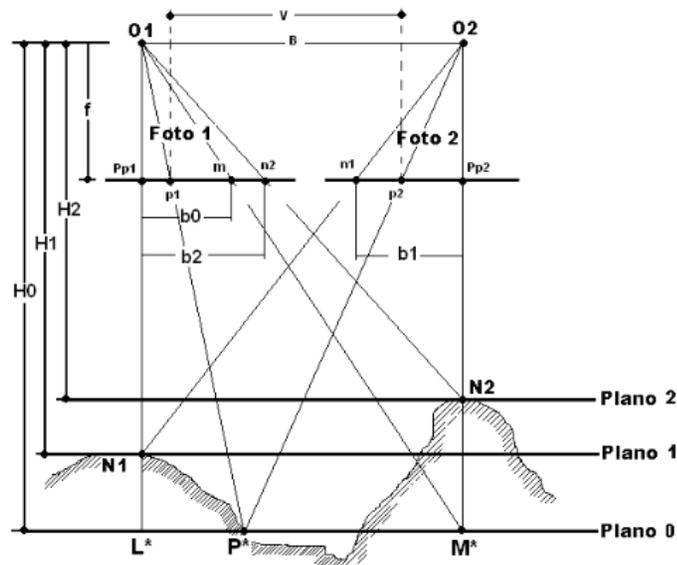
Figura 7
Foto base adaptada a un plano



Nota. Tomado de Basterra (2011)

En situaciones donde se enfrenta un relieve topográfico, se deduce que la escala no se mantiene constante en todos los puntos de una fotografía ($E_i \neq$ en cada plano). A pesar de que la aerobase (B) se mantiene constante debido al relieve topográfico, surgen múltiples fotobases, siendo una para cada plano horizontal considerado. En resumen, se nota la presencia de una Fotobase Ajustada (b_i) específica para cada plano π_i que se está teniendo en cuenta (Basterra, 2011).

Figura 8
Foto base



Nota. Tomado de Basterra (2011)

2.2.6.2. Proceso fotogramétrico digital

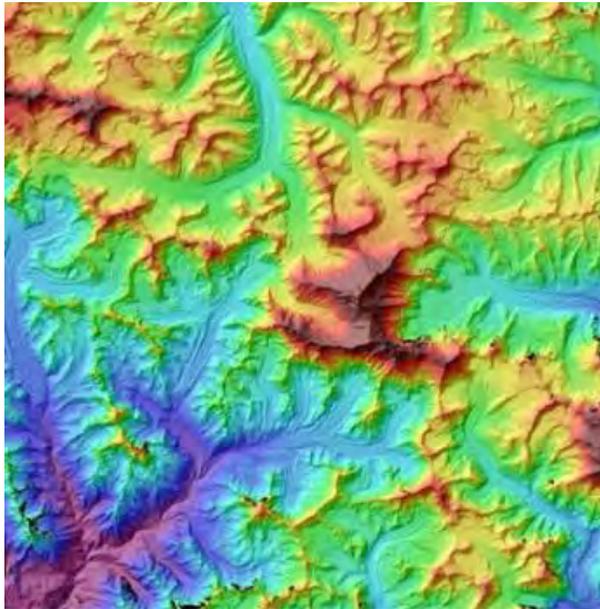
La entrada de datos inicia con la adquisición de imágenes provenientes de diversas fuentes, como fotografías aéreas escaneadas, imágenes de satélite o capturas digitales. Luego, se realiza la orientación interna para transformar las coordenadas de píxeles a coordenadas de imagen, empleando marcas fiduciales. Posteriormente, la orientación externa implica la identificación y localización de puntos de apoyo, homólogos y de control entre fotogramas, con coordenadas conocidas en el terreno. La generación del modelo digital en 3D se lleva

a cabo mediante software automático, resultando en diferentes modelos digitales, como modelos de terreno o elevación.

Modelo digital de terreno: Se trata de una disposición numérica de datos que refleja la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua. En otras palabras, se tienen las coordenadas (x, y, z) referidas a un sistema de coordenadas de referencia.

Figura 9

Modelo digital de terreno

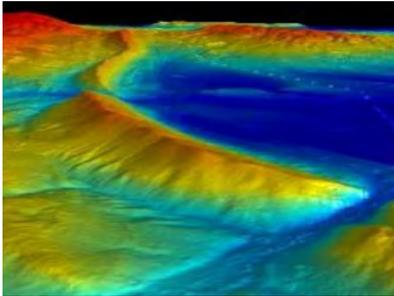


Nota. Tomado de Basterra (2011)

Modelo Digital de Elevaciones (DEM): Son modelos altimétricos digitales que suelen estar referenciados a mallas regulares, asignando valores de coordenadas altimétricas Z en sus vértices (Pérez, 2001).

Figura 10

Modelo digital de elevaciones



Nota. Tomado de Basterra, 2011

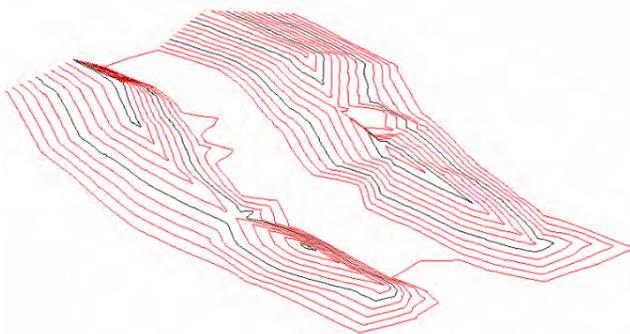
La composición del Modelo de Elevación Digital (MDE) se fragmenta en dos tipos: raster y vectorial.

La estructura de datos de tipo vectorial se basa en entidades geométricas u objetos geométricos, tales como puntos y líneas, los cuales se definen mediante sus coordenadas. Entre las estructuras vectoriales más utilizadas se encuentran aquellas que se representan mediante curvas de nivel, también denominadas estructuras de contorno, así como las redes de triángulos irregulares (Pérez, 2001).

- Estructura de Contornos: La organización elemental consiste en una polilínea que se define como un conjunto de n pares de coordenadas (X, Y) , describiendo la ruta de las líneas isométricas (en el contexto de Modelos de Elevación Digital, estas son las curvas de nivel o isohipsas). La cantidad de elementos en cada conjunto de coordenadas es flexible.

Figura 11

Curvas de nivel MDE

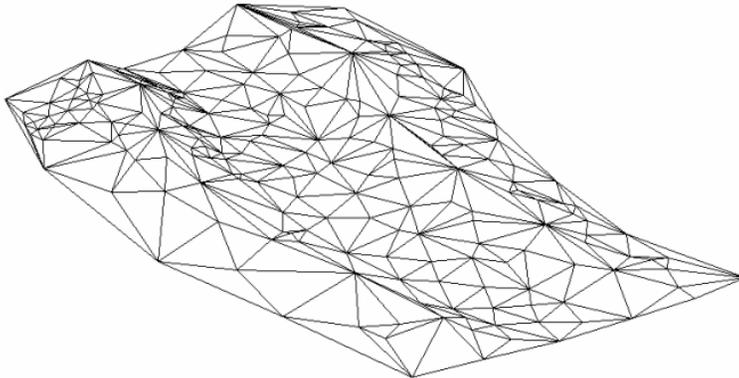


Nota. Tomado de Pérez (2001)

- Redes de Triángulos irregulares (TIN): son una estructura de datos compuesta por una colección de triángulos irregulares conectados, identificados comúnmente como TIN en inglés. Estos triángulos se generan al ajustar un plano a tres puntos cercanos no alineados, buscando que los ángulos entre los lados sean lo más uniformes posible

Figura 12

Representación vectorial de MDE

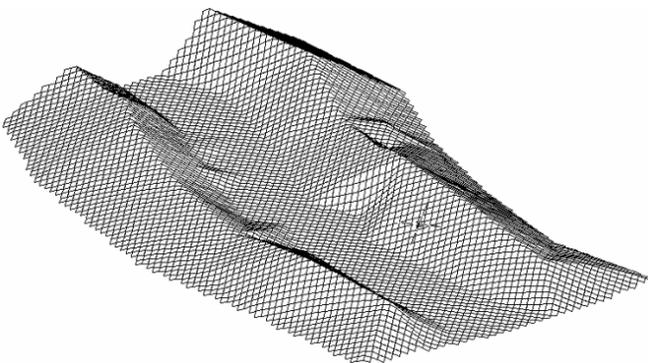


Nota. Tomado de Pérez (2001)

Estructura Raster: Las estructuras raster se fundamentan en la representación del terreno mediante matrices regulares y constantes. Dentro de esta categoría, se pueden identificar tanto matrices regulares como matrices con resolución variable (Pérez, 2001).

Figura 13

Representación raster del DEM



Nota. Tomado de Pérez (2001)

Figura 14

Modelo digital de superficie



Nota. Tomado de Basterra (2011)

2.2.7. Procesamiento fotogramétrico

Para el procesamiento fotogramétrico se desarrolla dependiendo del modo de vuelo realizado, para el presente trabajo de investigación se empleó el modo PPK que requiere para la georreferenciación dos procesamientos. El primero, comúnmente conocido como preproceso, consiste en georreferenciar las fotos con los datos lecturados con la base GNSS instalada durante un tiempo mayor al vuelo realizado, el programa utilizado para georeferenciar las fotos es el software REDTOOLBOX.

Como segunda etapa, el procesamiento fotogramétrico, se realiza con las fotos georeferenciadas previamente en el preproceso, para esta etapa se cuenta en el mercado con diversos softwares, y que depende del requerimiento del cliente, se puede emplear. Para el presente trabajo de investigación se utilizó el software AGISOFT METASHEPE. Realizar un levantamiento topográfico aéreo exitoso es necesario definir aspectos importantes como el lugar del vuelo, el área de interés, la morfología del lugar, la distancia de muestreo del suelo (GSD), etc. Todos los aspectos antes mencionados se definen mediante un plan de vuelo.

En el procedimiento de procesamiento fotogramétrico de imágenes aéreas, se deben llevar a cabo una serie de pasos fundamentales. Inicialmente, se realiza una rectificación simple al capturar imágenes del terreno u objeto de interés de manera convencional. Posteriormente, se utiliza el método interno, marcando cada foto con puntos de referencia para

su identificación posterior. Se avanzará a establecer propiedades relativas mediante la creación de muestras estereoscópicas y combinaciones de estas. Durante la etapa de análisis aéreo, se examinan puntos específicos en una foto con el propósito de definir la barra de recuperación, permitiendo acomodar tipos estereoscópicos en el proceso de dibujo. La orientación completa implica ajustar el modelo a escala desde posiciones conocidas, utilizando una red de inicio para comparar niveles modelo y real. Finalmente, en el paso de restitución, se obtienen datos del mapa mediante mediciones de área y altímetro, facilitando así la creación de un nuevo mapa o la actualización de uno existente. La aplicación de este enfoque integral, respaldado por investigaciones como la de (Gibaja & Rojas, 2022), asegura la precisión y calidad en el procesamiento de imágenes aéreas para diversas aplicaciones, incluyendo la cartografía y la topografía.

2.2.7.1. Procesamiento Fotogramétrico Directo

El procesamiento fotogramétrico directo implica la generación de productos cartográficos y modelos tridimensionales directamente a partir de las imágenes aéreas o terrestres capturadas. En este enfoque, se utilizan las imágenes originales sin pasar por etapas intermedias significativas, lo que acelera la obtención de resultados precisos y detallados (Bejarano & Palomino, 2021b).

2.2.7.2. Procesamiento Fotogramétrico Indirecto

El procesamiento fotogramétrico indirecto se basa en la utilización de puntos de apoyo conocidos y la comparación de imágenes para derivar información tridimensional. Este método implica el uso de técnicas y algoritmos computacionales para obtener datos precisos, aunque requiere más pasos intermedios en comparación con el procesamiento directo (Bejarano & Palomino, 2021b).

2.2.8. Tipos de procesamiento fotogramétrico

El procesamiento fotogramétrico se clasifica en dos tipos principales: el procesamiento analógico y el procesamiento digital. El procesamiento analógico implica la interpretación manual de imágenes fotográficas y la creación de productos cartográficos tradicionales. Por otro lado, el procesamiento digital implica el uso de tecnologías computacionales avanzadas

para analizar y derivar información a partir de imágenes digitales, permitiendo una mayor automatización y eficiencia en la generación de productos cartográficos y modelos tridimensionales (Bejarano & Palomino, 2021b).

2.2.8.1. Procesamiento fotogramétrico en topografía:

Examinando la Figura número 16, se puede notar que, aunque los segmentos M, N, R y S poseen la misma longitud en el plano físico, su representación en la fotografía implica segmentos distintos (m, n, r, s) de manera que: “m” es igual a “n”, pero no igual a “r” ni a “s”. Se destaca que la escala varía en diferentes puntos de la fotografía cuando se trata de una zona con relieve accidentado (Basterra, 2011).

Es relevante destacar que, al tomar una fotografía de una superficie plana, la escala tiende a permanecer constante en toda la imagen, con distorsiones mínimas cerca del centro. No obstante, al capturar imágenes de terrenos accidentados, como una zona montañosa, es lógico notar que las alturas de vuelo varían según la elevación del objeto. Esto significa que, al mantener constante la distancia focal, la escala también experimentará cambios al ajustarse a la variación en la altura de vuelo.

Plano 1

$$E_1 = \frac{m}{M} = \frac{n}{N} = \frac{f}{H_1} \quad (3)$$

Plano 2

$$E_2 = \frac{r}{R} = \frac{f}{H_2} \quad (4)$$

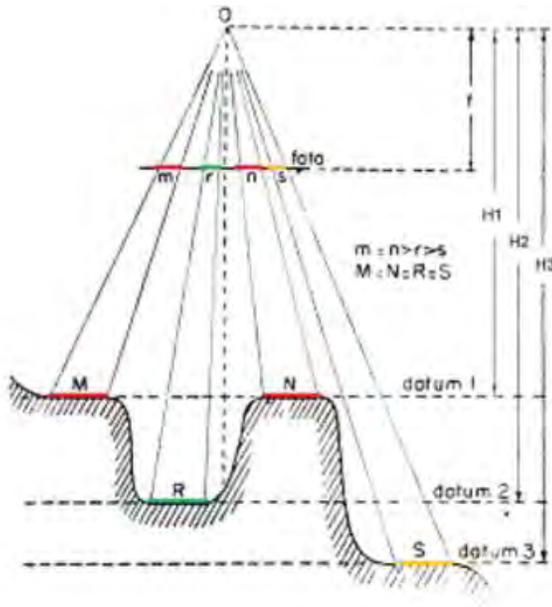
Plano 3

$$E_3 = \frac{s}{S} = \frac{f}{H_3} \quad (5)$$

$$E_1 \neq E_2 \neq E_3$$

Figura 15

Modificación de la escala en la fotografía cuando hay relieve



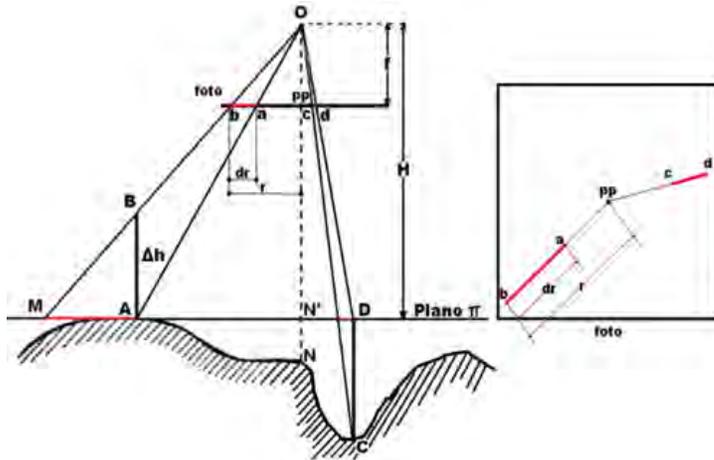
Nota. Tomado de Basterra (2011)

2.2.8.2. Distorsión causada por la topografía

Las fotografías verticales se obtienen mediante una proyección cónica, lo que significa que los objetos aparecerán inclinados. Esta particularidad, derivada del tipo de proyección empleada, posibilita la determinación de la altura de un objeto al poder identificar con claridad tanto su punto más bajo como el más alto (Basterra, 2011).

En la siguiente figura, los puntos a y b corresponden a la representación visual de los extremos A y B de un objeto, evidenciando la diferencia de altura Δh a través de la formación de un segmento.

Figura 16
Distorsión causada por la topografía



Nota. Tomado de Basterra (2011)

La altura Δh del objeto puede ser calculada mediante el análisis de triángulos semejantes. Dado que el triángulo Oab guarda semejanza con el triángulo OAM , sus bases son proporcionales.

La altura Δh del objeto puede ser establecida mediante el examen de triángulos que comparten similitud. En el caso específico, al comparar el triángulo Oab con el triángulo OAM , se observa que sus bases son proporcionales.

Ecuación:

$$\frac{ab}{f} = \frac{dr}{f} = \frac{MA}{H_{\pi}} \quad (6)$$

$$dr * H_{\pi} = f * MA \quad (7)$$

Tomando en cuenta la semejanza presente entre los triángulos $ON'B'$ y MAB :

Ecuación:

$$\frac{r}{f} = \frac{MA}{\Delta h} \quad (8)$$

$$r * \Delta h = f * MA \quad (9)$$

Igualando ecuación 1 y 2:

$$dr * H_{\pi} = r * \Delta h \quad (10)$$

$$\Delta h = \frac{dr * H_{\pi}}{r} \quad (11)$$

Al analizar las fórmulas, se concluye que la deformación debida al relieve es mayor en los márgenes y nula en el centro de la foto (Nadir). Además, esta deformación es proporcional a la diferencia de altura entre puntos A y B (Δh) e inversamente proporcional a la altura de vuelo H_{π} , explicando por qué las fotografías aéreas son más efectivas que las imágenes satelitales para estimar diferencias de alturas.

2.2.9. Control topográfico

En términos generales, se entiende por control topográfico a la técnica utilizada para medir y determinar la posición de objetos y características en un terreno; estas acciones técnicas incluyen la determinación de las posiciones como montículos, depresiones, pendientes, y elementos de construcción humana como edificios, carreteras y estructuras.

En ese sentido, se entiende que el objetivo principal del control topográfico es proporcionar información precisa sobre el terreno que es esencial para una amplia variedad de proyectos de construcción, incluyendo la planificación de la construcción, la toma de decisiones de diseño y la evaluación de impactos ambientales.

En términos de (Bejarano & Palomino, 2021), el control topográfico vendría a ser estudio técnico de medición destinada a la determinación de las diferencias en la altura que existen

entre los distintos puntos de una superficie con la finalidad de producir planos descriptivos de la superficie de un terreno, así como la determinación de las características geográficas, físicas y de tipo geológica de la superficie analizada; la altitud que presentan los diversos puntos de una superficie es determinados respecto planos de comparación referenciales adoptados en función de diversos criterios; sin embargo, el plano de comparación más común en el control topográfico es el plano del nivel del mar.

Para la realización del control topográfico, los ingenieros y el personal técnico utilizan una combinación de instrumentos de medición de terrenos, incluyendo niveles, teodolitos y GPS. Estos instrumentos permiten medir las distancias y ángulos verticales y horizontales de los objetos y características en el terreno.

La información recopilada durante el control topográfico se utiliza para crear mapas topográficos precisos que muestran la topografía del terreno, incluyendo la elevación, la pendiente y la forma del terreno. Estos mapas son esenciales para la planificación y diseño de proyectos de construcción y también se utilizan para la toma de decisiones sobre el movimiento de grandes masas de tierras, la gestión del agua y el control de la erosión del suelo.

De forma concreta, el control topográfico es una técnica esencial utilizada por los ingenieros para proporcionar información precisa y detallada sobre el terreno que es esencial para una amplia variedad de proyectos de construcción y planificación.

Figura 17

Mapa producido por levantamiento topográfico de superficie.



Nota. El gráfico representa la forma del terreno tomado topográficamente por métodos tradicionales (terrestre) o aéreos (dron).

2.2.9.1. Control topográfico terrestre

El control topográfico terrestre, en palabras de Santamaría & Sanz (2005) es una técnica de medición y mapeo que se utiliza para determinar la posición y la forma de los objetos y características en un terreno. Se realiza en el terreno y se utiliza para crear mapas precisos y detallados de la topografía del terreno, incluyendo la elevación, la pendiente y la forma del terreno.

El control topográfico terrestre se realiza utilizando una combinación de instrumentos, incluyendo niveles, teodolitos y GPS. Estos instrumentos permiten medir las distancias y ángulos verticales y horizontales de los objetos y características en el terreno, y se caracterizan por ser instrumentos que se utilizan sobre el nivel del suelo, siendo que el control topográfico terrestre se caracteriza por el uso de estos instrumentos netamente terrestres.

En ese sentido, como primer punto debemos tener en cuenta que el control topográfico según Santamaría & Sanz (2005) debe ser entendido como la primera etapa de un estudio técnico que se caracteriza por ser descriptivo de un terreno en concreto, mediante el control topográfico se determinan las características físicas, geológicas, geográficas y las diversas alteraciones que presenta la superficie de un terreno.

La información recopilada durante el control topográfico terrestre se utiliza para crear mapas topográficos precisos que muestran la topografía del terreno, incluyendo la elevación, la pendiente y la forma del terreno. Estos mapas son esenciales para la planificación y diseño de proyectos de construcción y también se utilizan para la toma de decisiones sobre la gestión del agua y el control de la erosión del suelo.

El control topográfico, vendría a estar conformado por un conjunto de acciones u operaciones que tienen como finalidad medir y procesar todos los datos obtenidos de la superficie de un terreno, pudiéndose desarrollar con base en dichos datos representaciones en mapas de la superficie del terreno con cierto grado de exactitud. En ese sentido, la elaboración de mapas que representan las características geográficas, físicas y geológicas de una

superficie, puede ser desarrollada mediante la utilización herramientas o tecnologías diversas que presentan características propias respecto de unos con los otros.

En ese sentido, como lo menciona Santamaría & Sanz (2005) actualmente en el mercado se denomina control topográfico tradicional aquel que se realiza mediante la utilización de tecnologías como las siguientes: uso de teodolitos, aplicación de estaciones totales, y el uso de que GPS es diferencial. Por el contrario, el control topográfico realizado mediante fotogrametría a través del uso de drones equipados con cámaras especializadas que recolecta imágenes de la superficie de interés, se les denomina control topográfico aéreo.

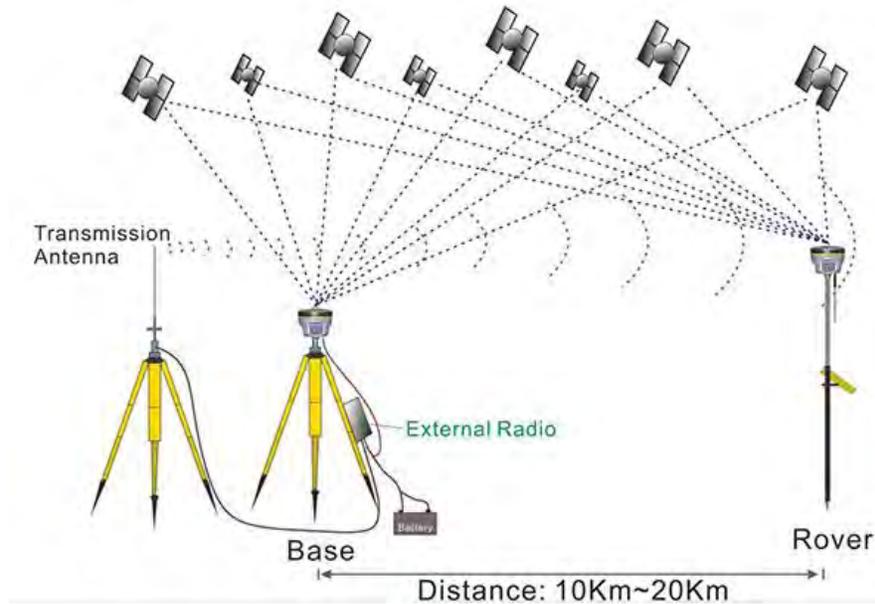
2.2.9.2. Control topográfico mediante GPS diferencial

El control topográfico mediante el uso de GPS diferencial (también conocido como DGPS por sus siglas en inglés), puede ser entendido como aquel sistema que brinda a los receptores de tipo GPS correcciones respecto de la totalidad de los datos que son obtenidos de los satélites de tipo GPS, este sistema tiene como finalidad ofrecer un mayor grado de precisión Al momento de terminar los puntos que conforman la superficie de un terreno.

El levantamiento topográfico mediante GPS diferencial, fue ideado principalmente gracias a la introducción de la tecnología de disponibilidad selectiva (conocido como SA por sus siglas en inglés) que se montaron en los satélites que actualmente se encuentran orbitando la tierra.

Figura 18

Sistema de corrección de errores en el sistema de posicionamiento GPS diferencial.



Nota. Tomado de Focussend (2017)

Las bases sobre la aplicación del GPS diferencial como una tecnología en el control topográfico, se centran en el hecho de que los múltiples errores que pueden ser generados en la aplicación de los sistemas de posicionamiento GPS tienen una afectación idéntica o similar respecto de los receptores que están ubicados de manera cercana o próximos. En ese sentido, los errores de medición se encuentran fuertemente correlacionados entre los receptores más próximos entre sí.

En ese sentido, los receptores GPS que se encuentran fijados en la tierra como referencias, cuales tienen el dato preciso respecto de su posición a través de otras técnicas, recibe los datos de posicionamiento por el sistema GPS, y éste puede desarrollar los cálculos respecto a la determinación de los errores producidos por el propio sistema al cual puede acompañar con los datos propios (son datos que son conocidos de forma previa), el receptor transmitirá los datos corregidos respecto de los errores a otros receptores que están más cercanos a dicho primer receptor, de esta forma receptores próximos pueden corregir de igual forma los errores de ubicación que produce el sistema dentro de los límites de una superficie

que tiene obertura respecto de la transmisión de las señales del equipo GPS que funciona como referencia.

2.2.9.3. Control topográfico aéreo

El control topográfico aéreo es una técnica de medición y mapeo que se realiza desde el aire y se utiliza para determinar la posición y la forma de los objetos y características en un terreno. En comparación con el control topográfico terrestre, el control topográfico aéreo es más rápido y puede cubrir áreas más grandes con mayor precisión.

El control topográfico aéreo se realiza utilizando una variedad de tecnologías, incluyendo LIDAR aerotransportado, fotogrametría y sensores multiespectrales. Estas tecnologías permiten medir la distancia y la forma de los objetos y características en el terreno con un alto grado de precisión.

En ese sentido, los drones especializados para el campo de la topografía son recursos que brindan una gran cantidad de facilidades a los profesionales topógrafos y también para los profesionales que trabajan en los sistemas de información geográfica.

Mediante el uso de drones se puede desarrollar los levantamientos en topografía con una calidad idéntica o superior que aquellos trabajos de levantamientos que son ejecutados a través de la aplicación de las técnicas de levantamientos en topografía tradicionales; sin embargo, el uso de drones en la topografía tiene dos ventajas significativas con respecto al uso y aplicación de las técnicas de topografía tradicional, estas dos ventajas hacen referencia tanto al tiempo de trabajo como el volumen de trabajo.

Tal como lo menciona (Del Río et al., 2019) la primera ventaja es relativa al tiempo que toma realizar los trabajos de levantamiento topográfico, siendo que la aplicación en el levantamiento topográfico mediante drones representa apenas una fracción de tiempo que el que se realiza aplicando los métodos tradicionales del levantamiento topográfico. La segunda ventaja es referente a la cantidad o volumen de trabajo que requiere los levantamientos topográficos, ya que la aplicación de drones reduce las cantidades de horas trabajo que deben ser invertidos en la aplicación de los métodos tradicionales de levantamiento topográfico, ya que la aplicación de drones.

Al respecto, una de las herramientas más características del control topográfico aéreo es el “LIDAR aerotransportado”, el LIDAR aerotransportado es una tecnología utilizada para medir la distancia y la forma de los objetos y características en un terreno. LIDAR es un acrónimo de Light Detection and Ranging, lo que significa Detección y Medición de Luz (Ortiz et al., 2015)

El LIDAR aerotransportado utiliza un láser para medir la distancia a los objetos y características en el terreno. El láser emite un haz de luz que se refleja en los objetos y características en el terreno y regresa al instrumento. La duración del viaje de ida y vuelta de la luz permite al instrumento medir la distancia a los objetos y características en el terreno.

El LIDAR aerotransportado se monta en un avión o un dron y se vuela sobre el terreno a una altura específica. Mientras el avión o dron vuela, el instrumento LIDAR mide continuamente la distancia a los objetos y características en el terreno. Esta información se combina con información sobre la posición y la orientación del avión o dron para crear un modelo tridimensional preciso del terreno.

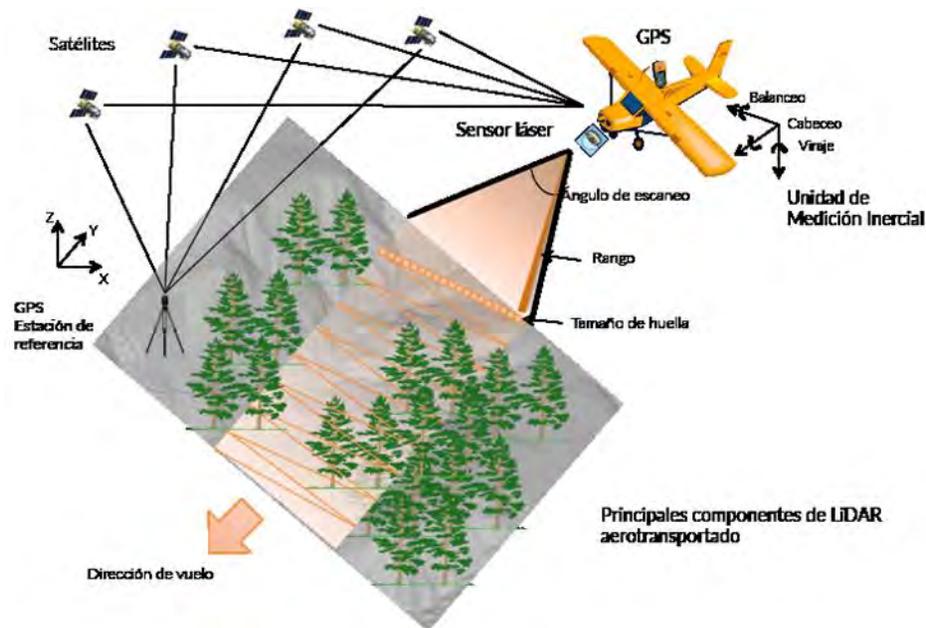
La fotogrametría utiliza imágenes aéreas y software de procesamiento de imágenes para crear un modelo tridimensional preciso del terreno. Los sensores multiespectrales utilizan diferentes longitudes de onda para crear una imagen detallada y precisa del terreno.

La información recopilada durante el control topográfico aéreo se utiliza para crear mapas topográficos precisos que muestran la topografía del terreno, incluyendo la elevación, la pendiente y la forma del terreno. Estos mapas son esenciales para la planificación y diseño de proyectos de construcción y también se utilizan para la toma de decisiones sobre la gestión del agua y el control de la erosión del suelo.

En ese sentido, el LIDAR aerotransportado es una tecnología muy precisa que permite medir la distancia y la forma de los objetos y características en un terreno con un alto grado de precisión. Además, el LIDAR aerotransportado es muy eficiente.

Figura 19

Dispositivos principales del sistema LIDAR aerotransportado.



Nota. Tomado de Ortiz et al. (2015)

2.2.10. Topografía aplicando el uso de drones

La topografía con drones o también denominada levantamiento topográfico mediante el uso de drones, vendría a ser el estudio y descripción de la superficie terrestre que se ejecuta mediante el uso de los denominados drones.

Los drones deben ser entendidos, tal como lo menciona (Corredor, 2015), como vehículos aéreos que no tienen tripulación o vehículos aéreos que son manipulados o manejados mediante señales de radiofrecuencia.

En ese sentido, siguiendo el concepto propuesto por (Corredor, 2015), la topografía con drones son aquellos trabajos de levantamiento que aprovecha el uso de sensores y cámaras de tipo RGB multispectrales, los cuales son montados o adaptados a un dron mediante el cual se toma múltiples fotografías de la superficie en distintos ángulos los cuales están asociados o referenciados con coordenadas.

En la figura mostrada a continuación se puede observar un modelo tridimensional realizado mediante fotogrametría de altitud, este tipo de control topográfico se caracteriza por

la aplicación de la toma de múltiples fotografías a gran altitud mediante el uso de cámaras especializadas para la captura de datos topográficos más precisas, por las características de la cámara, las cuales son almacenadas en medios digitales para posteriormente ser trabajadas o elaboradas mediante la aplicación de un software especializado, tras el tratamiento de software se pueden obtener mapas tanto en dos dimensiones como en 3 dimensiones, el cual facilita la proyección de la ejecución del movimiento masivo de tierras.

En el mismo sentido, en la figura se puede observar el modelo de trabajo realizado en la fotogrametría de altitud: los drones topográficos realizan diversos vuelos sobre el terreno objetivo tomando fotografías en diversos puntos los cuales posteriormente serán medidos y analizados por el software respectivo, dando como resultado mapas tridimensionales que se caracterizan tanto por su precisión en el desarrollo de planos, como por la rapidez del trabajo realizado en comparación con la aplicación del control topográfico estándar, el cual requiere la toma de diversos puntos sobre la superficie en análisis mediante un recorrido a pie por parte del evaluador sobre el terreno respecto del que se quiere desarrollar el levantamiento topográfico.

Como se mencionó líneas anteriormente, con base en las fotografías capturadas por el dron topográfico y mediante la aplicación de un software de fotogrametría se logra el desarrollo de los denominados ortomosaicos que pueden ser definidos como imágenes obtenidas por fotografía que se encuentran ortorectificados y organizados como mosaicos con base en una gran cantidad de imágenes, estos ortomosaicos se encuentran georreferenciados. A partir de este trabajo se desarrollan planos de elevación, así como superficie modelada en tres dimensiones; es importante precisar que estos productos también permiten el acceso a información respecto de distancias con gran precisión y la determinación de medidas volumétricas los cuales son herramientas imprescindibles en la ejecución el movimiento masivo de tierras.

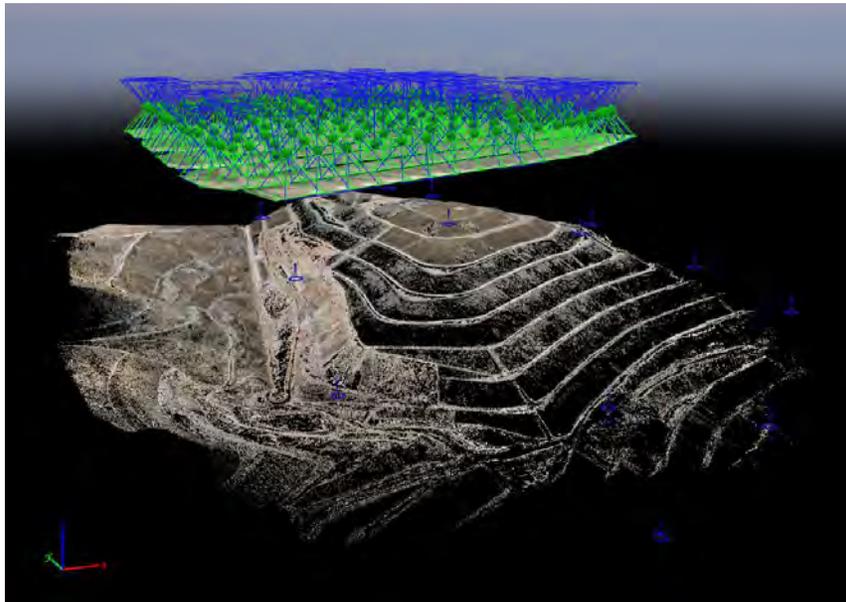
Una de las características principales del control topográfico mediante el uso de drones, es que estos medios tecnológicos al ser vehículos aéreos no tripulados tienen la posibilidad de volar a una altitud adecuada para ejecutar el desarrollo del control topográfico, característica contrasta con la práctica de la fotogrametría mediante el uso de aviones tripulados los cuales son aeronaves que tienen que volar a mayor altitud lo que dificulta el trabajo; en el mismo

sentido, el control topográfico satelital presenta una desventaja con respecto a las fotogrametría mediante drones, ya que control topográfico satelital de menor precisión que la fotogrametría mediante drones.

En términos generales, el levantamiento topográfico con drones es una técnica que tiene mayor rapidez, puestos de ejecución son menores, y no se ven impedidos por condiciones meteorológicas desfavorables al momento de ejecutar el levantamiento topográfico; características que representan una gran ventaja con respecto a otras técnicas de levantamiento topográfico como la aplicación de aviones tripulados y las imágenes satelitales.

Figura 20

Fotogrametría realizada de altitud para producir mapas 2D y 3D.



Nota. Generación de nube de puntos a partir de fotografía aéreas mediante el programa Pix4D o Agisoft Metashape, para la Figura 4 se muestra un procesamiento con el programa Pix4Dmapper.

2.2.10.1. Planificación de vuelo

La realización de un levantamiento topográfico a través de vuelo fotogramétrico requiere una planificación meticulosa que considere factores cruciales como las condiciones

atmosféricas locales, las características topográficas, los límites del área de estudio, la escala del mapa deseado y la precisión necesaria. La información recopilada determinará parámetros esenciales, como la altura de vuelo, la separación entre líneas y la velocidad, entre otros. El plan de vuelo, un conjunto de cálculos establecidos antes del vuelo, juega un papel vital en la obtención de productos fotogramétricos requeridos. Los criterios clave en la planificación incluyen la escala de la fotografía, la altura de vuelo, el traslape de las fotos y el modo de vuelo adaptado a la morfología del terreno (IGP, 2020).

2.2.10.2. Escala de la fotografía

La escala de una fotografía se establece mediante la relación entre una distancia medida en la propia imagen y su equivalente medido en el terreno, representado como la distancia AB. Es crucial destacar que la escala de una fotografía no es uniforme, ya que está influenciada por diversas condiciones de captura, como la distancia principal y la altura de vuelo, entre otros factores. Estas condiciones, junto con la topografía del terreno, contribuyen a que la escala sea aproximada (Braulio, 2016).

2.2.10.3. Altura de vuelo

La altura de vuelo se refiere al nivel vertical desde el cual se realiza la captura de imágenes aéreas mediante un sensor óptico. Este parámetro se determina considerando la resolución espacial deseada (GSD), la anchura del sensor y la distancia focal. El cálculo preciso de la altura de vuelo es esencial para lograr la calidad y detalle requeridos en la obtención de imágenes, asegurando así la adecuada representación de la superficie terrestre en el producto final (Diaz, 2019).

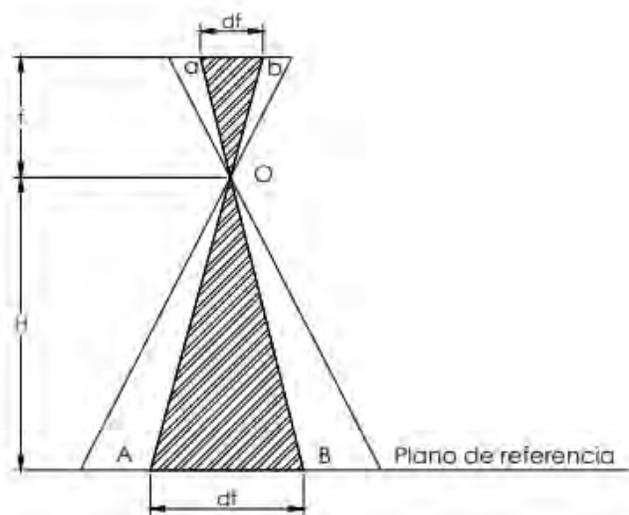
2.2.10.4. Traslape de fotos

El propósito de los recubrimientos fotográficos es aplicar el principio de visión estereoscópica a las imágenes capturadas desde el aire. Para lograr una percepción tridimensional, es crucial contar con un modelo estereoscópico que permita vincular longitudinal y transversalmente las fotografías consecutivas. Diversos expertos sugieren diferentes proporciones de recubrimiento, siendo comúnmente recomendado un 75% en la dirección de vuelo y un 50% de solapamiento lateral. No obstante, en terrenos desafiantes

como bosques, áreas nevadas o terrenos abiertos, estas cifras pueden aumentar hasta un 85% y 60%, respectivamente (Claros et al., 2016)

La planificación de vuelo fotogramétrico incluye aspectos clave como el recubrimiento longitudinal y lateral, que son esenciales para obtener un modelado preciso de la zona de estudio. El recubrimiento longitudinal, que implica el traslape de fotos en una misma línea de vuelo, se recomienda en un rango de 65% a 70%. Por otro lado, el recubrimiento lateral, que se refiere al traslape entre dos líneas paralelas consecutivas, debe encontrarse dentro de un rango específico (Claros et al., 2016). Estos parámetros geométricos son fundamentales para garantizar la calidad y la exactitud del modelamiento fotogramétrico.

Figura 21
Esquema básico del proceso fotogramétrico.



Nota. Tomado de Braulio (2016)

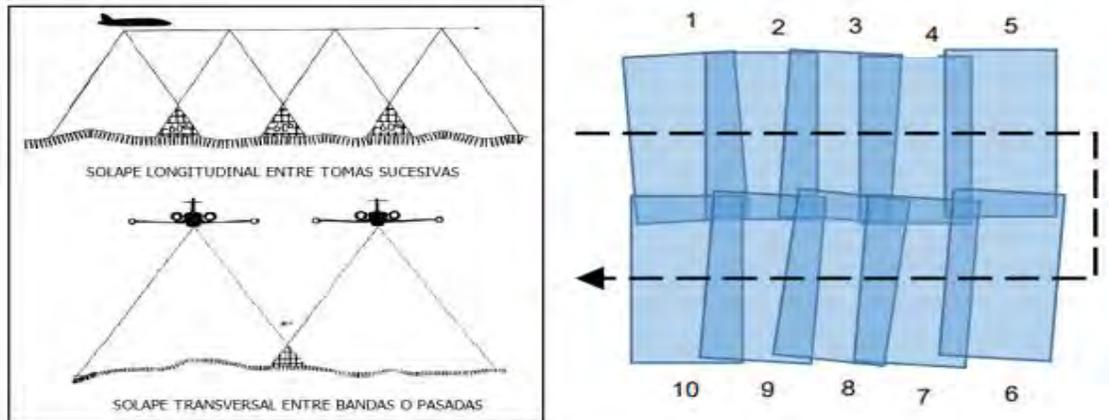
2.2.10.5. Vuelo con seguimiento de terreno

La técnica avanzada del vuelo con seguimiento de terreno se ha desarrollado específicamente para mejorar la eficiencia en la recopilación de datos geospaciales durante la operación de aeronaves. En este método, ya sea con drones u otros vehículos aéreos no tripulados, se emplean tecnologías de vanguardia y sistemas de navegación avanzados. Estos

permiten a la aeronave adaptar de manera dinámica su altitud y trayectoria de vuelo en función de las fluctuaciones en el relieve del terreno (Gibaja & Rojas, 2022).

Figura 22

Traslape longitudinal y transversal



Nota. Tomado de Claros et al. (2016)

2.2.10.6. Modos de vuelo fotogramétrico

Los Modos de Vuelo Fotogramétrico se refieren a las estrategias y enfoques específicos utilizados durante la captura de imágenes aéreas con el objetivo de obtener datos tridimensionales y modelos digitales de superficies. Estos modos son esenciales para optimizar la precisión, resolución y eficiencia en el procesamiento de información geoespacial. Diversos modos de vuelo se adaptan a las necesidades particulares de cada proyecto, considerando factores como la topografía del terreno, la resolución requerida y la aplicación final de los datos capturados. Además, pueden variar en términos de altitud, velocidad, ángulo de la cámara y disposición de las líneas de vuelo. Cada modo tiene implicaciones directas en la calidad y exactitud del modelo digital resultante. Algunos ejemplos incluyen el vuelo en modo GCP (con Puntos de Control), el vuelo en zigzag, el vuelo en espiral, entre otros. (Fernández, 2019).

- **Vuelo en modo GCP (con Puntos de Control)**

El Vuelo en Modo GCP (con Puntos de Control) es una estrategia específica de adquisición de imágenes aéreas en el ámbito de la fotogrametría, donde se da especial

énfasis a la utilización de Puntos de Control (GCP, por sus siglas en inglés) para garantizar una georreferenciación precisa y una alta calidad en la generación de modelos digitales de superficies. En este modo de vuelo, se seleccionan y distribuyen estratégicamente Puntos de Control terrestres con coordenadas geospaciales conocidas en el área de interés. Estos puntos actúan como referencias fundamentales para corregir posibles distorsiones y alinear las imágenes capturadas con la realidad topográfica. La presencia de Puntos de Control permite una vinculación geográfica exacta entre las imágenes y el terreno, mejorando significativamente la precisión del modelo resultante. Durante el vuelo en modo GCP, la aeronave sigue una trayectoria planificada, capturando imágenes que posteriormente se georreferencian utilizando la información de los Puntos de Control (Fernández, 2019).

- **Vuelo en modo RTK**

El Vuelo en Modo RTK (Real Time Kinematic) es una estrategia avanzada de captura de datos aéreos que aprovecha la tecnología de posicionamiento de alta precisión en tiempo real mediante receptores GPS. Este enfoque revoluciona la toma de datos al integrar la precisión instantánea del RTK durante la adquisición de imágenes desde el aire. Durante el vuelo en modo RTK, una aeronave equipada con receptores GPS RTK realiza un levantamiento aéreo mientras se comunica de manera constante con una estación base terrestre. La estación base, conocedora de su posición exacta, genera correcciones en tiempo real para optimizar la precisión de las coordenadas obtenidas por los receptores GPS de la aeronave (Fernández, 2019).

- **Vuelo en modo PPK**

El Vuelo en Modo PPK representa una estrategia eficiente para obtener datos geospaciales precisos en situaciones donde la corrección en tiempo real puede ser desafiante, destacando su capacidad para proporcionar resultados de alta calidad mediante el postprocesamiento cuidadoso de la información recopilada durante el vuelo. (González, 2015).

- **Planificación de vuelo**

La planificación de un vuelo se determina considerando las especificaciones de la escala y los objetivos del proyecto. En este proceso, es esencial tener en cuenta parámetros de corrección como el traslape, la altitud de vuelo y la resolución de la imagen. Para llevar a cabo un levantamiento topográfico aéreo exitoso, es crucial definir elementos clave, como la ubicación del vuelo, el área de interés, las características morfológicas del terreno y la distancia de muestreo del suelo (GSD). Estos aspectos fundamentales se detallan y organizan a través de un plan de vuelo, según señalan (Pari & Sedano, 2019).

2.2.11. Ventajas del control topográfico aéreo

- Minimización del tiempo tiempos y costos de ejecución.

La recopilación de datos topográficos mediante el uso de drones proporciona una ventaja significativa en términos de eficiencia temporal. El control topográfico aéreo tiene el potencial de reducir el tiempo necesario hasta en 5 o 6 veces en comparación con las técnicas terrestres, que demandan más mano de obra y tiempo para su ejecución.

Además, la implementación del sistema de georreferenciación PPK se presenta como una herramienta que optimiza aún más el proceso al eliminar la necesidad de utilizar PAF (puntos de apoyo en fotogrametría). Esto, en general, resulta en una finalización más rápida del levantamiento topográfico y con costos con (Sedano & Pari, 2018).

- Precisión en los datos proporcionados.

La ventaja del control topográfico aéreo radica en que, a diferencia de otras técnicas convencionales como el uso de estaciones totales, proporciona un nivel de precisión superior. En el caso de las estaciones locales, esta técnica requiere mediciones individuales de varios puntos en la superficie. Por el contrario, el control topográfico aéreo implica la utilización de drones que capturan miles de fotografías en un corto periodo de vuelo. Estas imágenes pueden ser posteriormente procesadas en diversos formatos, como ortomosaicos, nubes de puntos y curvas de nivel. Cada píxel en los mapas generados mediante control topográfico aéreo contiene información de

georreferenciación que facilita la representación tridimensional y la medición de distancias y volúmenes de la superficie (Jimenez et al., 2019).

- Control topográfico sobre áreas inaccesibles

El empleo de drones para topografía o cartografía proporciona la capacidad de aplicar esta tecnología en cualquier lugar del planeta. Esto significa que el profesional a cargo del control topográfico no está condicionado o restringido por áreas geográficas que podrían resultar inaccesibles para la implementación de un control topográfico convencional. Estas áreas podrían incluir pendientes peligrosas, terrenos extremadamente accidentados que dificultan el uso de métodos tradicionales de control topográfico, así como la presencia de vías de transporte que no pueden ser cerradas o bloqueadas durante la realización del control topográfico.

En líneas generales, el control topográfico aéreo representa una ventaja significativa en comparación con las técnicas convencionales de control topográfico. Esto se debe al uso de vehículos aéreos no tripulados como medio, lo que permite el acceso a terrenos desafiantes y áreas donde se han establecido infraestructuras de transporte (Jimenez et al., 2019).

2.2.12. Aplicaciones del control topográfico aéreo.

- **Aplicación en cartografía.**

La implementación del control topográfico aéreo se traduce en la creación de ortomosaicos con alta resolución y en la generación de modelos tridimensionales que ofrecen detalles precisos en áreas donde los datos existentes son de baja calidad, desactualizados o simplemente inexistentes. Esta técnica topográfica se destaca por su capacidad para producir cartografías catastrales con precisión y en tiempos reducidos, incluso en superficies de difícil acceso. Además, brinda al topógrafo la oportunidad de extraer características relevantes de las imágenes, como veredas, señales de tránsito, ubicación de hidrantes y desagües, contribuyendo así a la obtención de información detallada para diversos fines cartográficos. (Losada, 2015).

Figura 23

Modelos de cartografía obtenidos mediante aplicación de fotogrametría.



Nota. Tomado de Puertas (2015)

Es importante mencionar que posterior procesamiento de los datos obtenidos mediante un software especializado en fotogrametría, se tienen imágenes a partir de las cuales se pueden obtener datos de relevancia como los siguientes: obtención de curvas de nivel, opción de modelos de elevación, es un de líneas de rotura precisos y la obtención de modelos tridimensionales de edificios y terrenos.

- **Gestión y planificación de tierras.**

Las imágenes producidas mediante el control topográfico aéreo permiten acelerar y simplificar el trabajo respecto de los levantamientos topográficos que están destinados para la planificación de tierras, así como para la gestión de dichas masas terrestres. Esta característica brinda o abre la posibilidad de maximizar la efectividad en la exploración superficies, la planificación de adjudicaciones por parte del Estado, así como la facilitación en proyectos de construcción de pistas y edificios tanto en el sector público como privado.

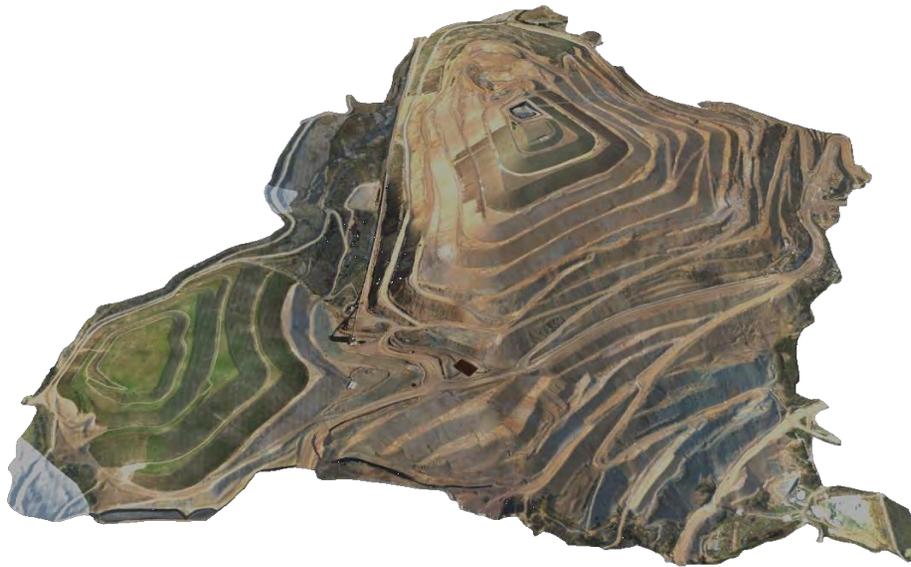
De igual forma, el producto resultante puede ser utilizado para la obtención de modelados con un alto grado de detalle de la topografía de la superficie estudiada con la finalidad de servir a estudios para ingeniería que son necesarios previos al desarrollo de construcciones; la información que se genera es pasible, también, de poder ser

transferido a diversos tipos de software cómo puede ser CAD, BIM u otros softwares utilizados frecuentemente por ingenieros con el objeto de que puedan iniciar con el desarrollo de un trabajo de diseño a partir de los modelos en tres dimensiones ofrecidos por la fotogrametría.

Tomando en consideración que la recolección de las imágenes digitales tomadas por drones es una actividad que puede ser fácilmente repetida con un costo bajo, dichas imágenes o información digital pueden ser recolectadas en diversos intervalos regulares con la finalidad de superponerse en los planos ya desarrollados con la finalidad de que se pueda realizar evaluaciones aspecto de sí trabajos de construcción se están desarrollando o moviendo acorde a los planos de especificación.

Figura 24

Aplicación de fotogrametría para la gestión y planificación de la tierra.



Nota. Gracias a la fotogrametría podemos generar modelos digitales con información topográfica como posición y altura usados actualmente en la metodología BIM.

- **Medidas volumétricas de mayor precisión.**

Tal como se manifestó líneas más arriba, las imágenes obtenidas por fotogrametría permiten a los profesionales en la materia desarrollar medidas con alta precisión

respecto de distancias y superficies; Sin embargo, a través del software especializado, a partir del cual podemos obtener mapas en tres dimensiones, es posible extraer medidas de carácter volumétrica referente a la superficie de la tierra esto a partir de las imágenes obtenidas por la fotogrametría. el cálculo de volúmenes en la superficie estudiada se manifiesta como un método que es rápido y de bajo costo en el cálculo de un volumen en particular que sea de interés para ingenieros y topógrafos, tal como podría ser la medición de volúmenes de minas, canteras o simplemente el desarrollo de inventarios de cantidad de volumen de tierra presente en la superficie de un terreno en concreto.

Dicha facilidad es producto de la característica de la fotogrametría el cual captura una cantidad de puntos muy superior a las técnicas topográficas tradicionales, con esta información los cálculos volumétricos pueden ser desarrollados con mayor precisión. De igual forma, el cálculo volumétrico mediante el uso de fotogrametría también representa una práctica mucho más segura que las técnicas topográficas tradicionales las cuáles demandan que un operario deberá recorrer de forma personal la superficie de terrenos peligrosos o de alto riesgo.

Figura 25
Cálculo volumétrico mediante el uso de fotogrametría.



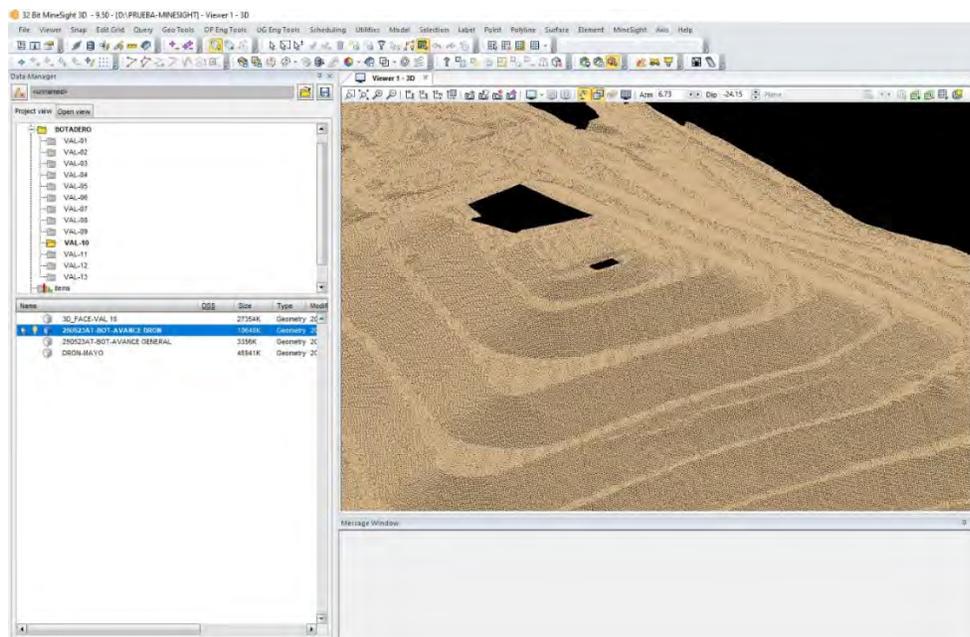
Nota. Tomado de Puertas (2015)

Otra característica que representa una ventaja en el cálculo volumétrico de superficies, es que al tomar los datos vía aérea las operaciones no presentan el inconveniente de interrupciones por factores que se deben a dificultades propias del terreno cuándo deben ser desarrolladas por métodos de topografía tradicional; de igual forma, dicha característica la fotogrametría también implica qué es la captura de imágenes en un momento específico pueda ser desarrollada en períodos cortos de tiempo.

2.2.13. Cálculo de volúmenes fotogramétricos

El cálculo volumétrico basado en datos fotogramétricos demanda el uso de programas especializados diseñados para la gestión y supervisión de proyectos de movimiento de tierras a gran escala. En el mercado, hay diversas opciones de software, siendo los más comunes Autodesk Civil 3D, INSTRAM, PowerCivil de Bentley y MineSight 3D. Para este estudio en particular, se optó por MINESIGHT 3D debido a su capacidad de respuesta y potencia, especialmente en el manejo de la densidad de puntos generada a través de vuelos fotogramétricos.

Figura 26
Cálculo volumétrico con el software MINESIGHT 3D



Nota. Para el cálculo de volúmenes, de datos tomados con dron con el software MINESIGHT.

2.2.14. Desempeño del movimiento de tierras

Según Tiktin (1997), el desempeño en el movimiento masivo de tierras se refiere a un conjunto organizado y sistemático de actividades destinadas a manejar grandes volúmenes de tierra en el contexto de la ejecución de proyectos mineros o de ingeniería a gran escala. Estas actividades comprenden acciones como remoción, despeje, excavación, transporte, reubicación, nivelación, producción de desmontes y la reutilización de considerables volúmenes de material terroso. El movimiento masivo de tierras se lleva a cabo con el propósito de despejar, nivelar o preparar la superficie de un terreno para la ejecución exitosa de proyectos de gran envergadura, ya sean relacionados con la extracción de minerales o proyectos de ingeniería en general. Esta práctica es esencial para acondicionar el terreno y garantizar el éxito de proyectos que involucran una transformación significativa del entorno.

2.2.15. Incorporación de métodos GPS en el proceso de aerotriangulación

La aerotriangulación, esencial en fotogrametría, involucra un ajuste combinado de observaciones como coordenadas placa, puntos de control y coordenadas GPS. La versión digital de este proceso destaca por su automatización, simplificando fases como elección de puntos de enlace y cálculos, aunque requiere verificación manual. Combinar apoyo aéreo cinemático con aerotriangulación digital optimiza la planificación del vuelo, utiliza GPS para ahorro en campo y acelera la formación del bloque en aerotriangulación. (Pérez, 2001).

2.2.16. Movimiento masivo de tierras

Los movimientos de tierras masivos se refieren a operaciones extensas y significativas que involucran la manipulación, remoción y redistribución de grandes volúmenes de suelo, rocas u otros materiales terrestres. Estas acciones se llevan a cabo con el propósito de modificar la topografía de un área, nivelar terrenos, construir infraestructuras a gran escala, realizar excavaciones profundas o ejecutar proyectos de ingeniería y construcción que requieran la gestión y manipulación intensiva de material terroso. Estos movimientos de tierras masivos son fundamentales en proyectos de magnitud considerable, como la construcción de carreteras, represas, edificaciones de gran envergadura y proyectos de desarrollo urbano o industrial (Mendoza, 2020).

2.3.DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Área de Levantamiento:

Espacio geográfico específico que se estudia y mide durante el proceso de levantamiento topográfico (Equipos Topografía, 2023)

Base Topográfica:

La Base Topográfica es un conjunto de datos diseñado, para la producción de información geográfica destinada a la gestión y análisis mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esta base proporciona datos estructurados esenciales para la generación de productos topográficos, facilitando así la toma de decisiones y el análisis detallado del entorno en diversas escalas. En esencia, la Base Topográfica constituye una herramienta fundamental para la representación precisa del territorio, brindando un marco sólido para aplicaciones en cartografía, planificación y análisis geoespacial.(IGN, n.d.)

Datos Lidar:

Según la información proporcionada por la página web de ArcGIS Pro, el LiDAR (Light Detection and Ranging) es una técnica de teledetección óptica que emplea luz láser para capturar una muestra densa de la superficie terrestre, generando mediciones precisas de posición en términos de coordenadas Este, Norte y Elevación (IGN, n.d.).

Levantamiento Topográfico:

El levantamiento topográfico se define como un conjunto de operaciones y métodos utilizados para representar gráficamente en un plano una porción de tierra. Este proceso implica la ubicación precisa de los puntos más significativos, ya sean naturales o artificiales, con el objetivo de obtener una representación cartográfica detallada. La finalidad principal es crear un plano que refleje de manera exacta la configuración y características del terreno bajo estudio (Mendoza & Mora, 2004).

Control topográfico tradicional

Se basa en la medición directa de ángulos y distancias mediante dispositivos como teodolitos y estaciones totales, seguido por la triangulación y referencia de los puntos medidos para determinar sus coordenadas en el terreno. Aunque ofrece una alta precisión y detalles exhaustivos del terreno, requiere más tiempo y esfuerzo en contraste con métodos más modernos (Equipos Topografía, 2023).

Control topográfico aéreo

El control topográfico aéreo es una técnica que utiliza aeronaves, como drones, equipadas con cámaras y tecnología de captura de imágenes para recoger datos del terreno desde el aire. Estos datos se procesan luego para generar modelos digitales del terreno, proporcionando una representación detallada y precisa de la topografía de un área específica. Esta metodología es utilizada en diversos campos, como la ingeniería civil, la planificación urbana y la gestión de recursos naturales, debido a su capacidad para ofrecer información rápida y detallada del terreno (Equipos Topografía, 2023).

Movimiento de tierras:

El movimiento de tierras consiste en una serie de actividades que abarcan la remoción, transporte y redistribución de extensas cantidades de suelo, rocas u otros materiales terrestres. Este procedimiento tiene como propósito nivelar terrenos, construir infraestructuras, alterar la topografía de una región o llevar a cabo excavaciones para diversos propósitos, como proyectos de construcción, actividades mineras o agrícolas, entre otros. La ejecución del movimiento de tierras implica la manipulación y gestión de considerables volúmenes de material terroso mediante el uso de maquinaria especializada, con el fin de adecuar el terreno de acuerdo con las necesidades específicas del proyecto (Mendoza, 2020).

Transporte de material:

El transporte de materiales en un proyecto vial implica dos operaciones esenciales: el desplazamiento de material excedente y el traslado de material granular. La primera operación se refiere al movimiento de material de corte de la vía, inapropiado para rellenos. Mientras tanto, la segunda operación consiste en transportar en volquetes material preparado (zarandeado

y/o triturado) desde canteras o áreas con exceso de material, destinado a la construcción de terraplenes y capas estructurales para pavimentos, como bases y subbases. Este proceso juega un papel crucial en la gestión eficiente de recursos y asegura la calidad en la ejecución de la infraestructura vial (Borja, 2022).

Nube de Puntos:

La nube de puntos se genera a partir del escaneo láser (LIDAR) o la fotogrametría digital y constituye un conjunto de miles de puntos ubicados con precisión tridimensional en el espacio. Esta representación detallada y milimétrica de una superficie captura la información espacial con gran exactitud (Buleje, 2022).

Puntos de Control:

Según la información proporcionada por DJI Enterprise, los Puntos de Control Terrestre (GCP, por sus siglas en inglés) desempeñan un papel crucial al definir los límites geográficos de una zona y ajustar de manera precisa la escala de los datos recolectados durante los vuelos con drones. Estos puntos se consideran un componente esencial en proyectos topográficos, contribuyendo significativamente a mejorar la precisión de los resultados (Mendoza, 2020).

Topografía:

La geodesia, como disciplina dentro de la ingeniería, tiene como objetivo principal establecer la posición relativa de puntos mediante la recopilación y procesamiento de información relacionada con las características físicas del geoide (Mendoza, 2020).

2.3.1. Equipos usados

GPS Diferencial:

El GPS Diferencial mejora la precisión del sistema al recibir correcciones en tiempo real de una estación terrestre cercana. Además de procesar las señales de los satélites, el receptor contrasta esta información adicional, reduciendo el margen de error a menos de un metro. Esto resulta crucial en situaciones críticas como maniobras de aterrizaje, donde la precisión es esencial. (González, 2015).

GPS:

El GPS, originalmente diseñado con fines militares por el Departamento de Defensa de EE. UU. y operativo desde 1995, utiliza una red de computadoras y satélites para determinar la posición tridimensional de objetos en la Tierra mediante triangulación. La navegación por satélite proporciona datos precisos de posición, velocidad y tiempo a usuarios equipados en cualquier lugar del mundo las 24 horas del día. Este sistema, pionero en tecnología de navegación por satélite, está disponible para diversos usuarios civiles. (Mamani, 2014).

Estación Total Trimble 5603-DR200

La Estación Total Trimble 5603-DR200 es un instrumento avanzado utilizado en proyectos de topografía y construcción. Con tecnología de medición de distancia mediante ondas electromagnéticas, garantiza cálculos precisos de distancias, ángulos y elevaciones. Su capacidad para medir ángulos horizontales y verticales proporciona datos topográficos completos. La inclusión de capacidades GPS (DR200) añade precisión en la determinación de coordenadas. Diseñada para diversas aplicaciones, desde levantamientos topográficos hasta monitoreo de deformaciones, trabaja con software especializado como Trimble Access para gestionar eficientemente los datos recopilados. Su construcción robusta la hace adecuada para el uso en el campo, asegurando durabilidad y portabilidad. Es importante tener en cuenta que los detalles pueden variar según el modelo exacto de la Estación Total Trimble 5603-DR200 (Vásquez, 2021)

La Estación Total Trimble 5603-DR200 destaca por su capacidad de medición precisa de distancias mediante EDM, así como por la precisión en las mediciones de ángulos horizontales y verticales. Equipada con capacidades GPS (DR200), ofrece una mayor precisión en la determinación de coordenadas. Sus aplicaciones abarcan levantamientos topográficos, diseño de carreteras, construcción y monitoreo de deformaciones. Compatible con software especializado como Trimble Access, facilita la gestión eficiente de datos. Su diseño robusto la hace apta para el uso en el campo, combinando durabilidad y portabilidad.

Dron:

Un dron, o vehículo aéreo no tripulado (VANT), es un dispositivo capaz de volar y ser comandado a distancia. Existen diversos tipos y tamaños de drones diseñados para aplicaciones variadas, como la topografía, agricultura, rescate, entre otras. Estos dispositivos son controlados de manera remota y han ganado popularidad en diversos campos debido a su versatilidad y capacidad para realizar tareas específicas sin la necesidad de un piloto a bordo (Campos, 2020).

Drone Phantom 4 RTK

El Drone Phantom 4 RTK de DJI se destaca como una innovación en la categoría de vehículos aéreos no tripulados. Equipado con un módulo RTK para obtener información de ubicación con precisión centimétrica en tiempo real, este dron ofrece versatilidad al adaptarse a diferentes modos de trabajo. Su sistema TimeSync garantiza la sincronización constante entre el controlador de vuelo, la cámara y el módulo RTK para máxima precisión en las imágenes. Con un sensor CMOS de 20 megapíxeles y un obturador mecánico, proporciona imágenes de alta calidad para aplicaciones de mapeo. La aplicación GS RTK facilita el control del dron y la planificación de vuelos en cartografía e inspección. En resumen, el Phantom 4 RTK combina precisión, versatilidad y eficiencia para diversas aplicaciones geospaciales (Bejarano & Palomino, 2022)

Figura 27

Drone Phantom 4 RTK



Nota. Tomado de Bejarano & Palomino (2022)

Drone Mavic 3 Enterprise

El Drone Mavic 3 Enterprise representa una versión especializada del dron Mavic 3 de DJI, orientada hacia aplicaciones comerciales y profesionales en entornos empresariales. Este modelo se destaca por incorporar funciones y características específicas diseñadas para diversas aplicaciones, como vigilancia, inspección, búsqueda y rescate, mapeo, entre otras (DJI, 2024)

El Mavic 3 Enterprise destaca por sus cámaras especializadas, como térmicas o de zoom óptico, ideales para inspección y vigilancia. Incorpora sensores avanzados que mejoran la seguridad al detectar obstáculos, siendo apto para entornos comerciales. Su durabilidad y resistencia lo adaptan para entornos industriales adversos. Con modos de vuelo especializados, como vuelo autónomo y seguimiento de objetos, se adapta a diversas aplicaciones. Además, facilita la integración con software empresarial, permitiendo la eficiente gestión de datos y operaciones.

Figura 28
Drone Mavic 3 Enterprise



Nota. Tomado de DJI (2024)

2.3.2. Programas usados

REDtoolbox

Software que realiza un procesamiento postergado (PPK) de datos GPS utilizando múltiples constelaciones como GLONASS, Beidou, Galileo, y GNSS con bandas L1, L2, L5 en configuraciones Base-Rover. Esta aplicación es común en drones y dispositivos terrestres como ImageVector 3D. El resultado es una ruta GNSS corregida con precisión, medida en centímetros, que se vincula con imágenes capturadas por el dron. Esta ruta mejorada se integra directamente en aplicaciones de fotogrametría y documentación, ofreciendo una alta precisión dependiendo del dispositivo, la constelación de satélites y la calidad de la recepción.

Agisoft Metashpe

Agisoft Metashape permite la creación de ortofotos georreferenciadas de alta resolución, así como la generación de modelos digitales detallados de elevación (DEM) y modelos digitales de terreno (DTM). Su interfaz de trabajo es fácil de manejar, permitiendo a cualquier usuario gestionar y procesar imágenes aéreas capturadas por vehículos aéreos no tripulados (RPA) para obtener datos fotogramétricos de calidad profesional en diversos campos de la ingeniería (Rodríguez, 2021).

Civil 3d

Herramienta de Autodesk que ofrece capacidades tanto para el diseño como la documentación, destinada a proyectos de ingeniería civil. Este programa simplifica los procesos BIM, agiliza las tareas de diseño y automatización, permitiendo una evaluación eficiente de escenarios para analizar la viabilidad e impacto de infraestructuras. Además, contribuye a la reducción de tiempos de proyecto y mejora la colaboración entre el diseño civil y estructural (Rodríguez, 2021).

ArcGis

Sistema integral que posibilita la recopilación, organización, gestión, análisis, intercambio y distribución de datos geográficos. Permite la publicación de información geográfica, asegurando su accesibilidad universal a través de navegadores web, dispositivos móviles como smartphones y computadoras de escritorio (Rodríguez, 2021).

MineSight

MineSight es una plataforma de software integral que abarca todas las fases del proceso de modelado y planificación minera. Ofrece soluciones integradas que cubren desde la exploración hasta la operación, incluyendo aspectos como modelado geológico, diseño, planificación y ejecución tanto para minas subterráneas como para operaciones en la superficie. Con funcionalidades completas, MineSight se posiciona como una herramienta esencial para la gestión eficiente y efectiva de proyectos mineros, facilitando la toma de decisiones informada en todas las etapas del ciclo minero (Carpio, 2018).

2.4.HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

El control topográfico aéreo mejorará de forma significativa tanto la eficiencia, eficacia y los costos asociados del desempeño de movimiento masivo de tierras.

2.4.2. Hipótesis específicas

H.E. 01: El control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en la eficiencia del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

H.E. 02: El control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en la eficacia del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

H.E. 03: El control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en los costos de operación del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

2.5.VARIALBES

Operacionalización de variables

Tabla 2

Matriz de operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable “control topográfico aéreo”	El control topográfico vendría a ser estudio técnico de medición destinada a la determinación de las diferencias en la altura que existen entre los distintos puntos de una superficie con la finalidad de producir planos descriptivos de la superficie de un terrero, así como la determinación de las características geográficas, físicas y de tipo geológica de la superficie analizada (Villalba, 2015).	El desempeño del control topográfico se determina por la precisión obtenida, la eficiencia en el desarrollo del trabajo, y los costos que demanda la realización de la operación (Santamaría y Sanz, 2005).	Precisión del control topográfico.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Error obtenido. ➤ Error en altura. ➤ Error en coordenada
			Eficiencia del trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Área de barrido. ➤ Tiempo de barrido.
			Costos de la operación.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Costo de operación ➤ Costo de equipo. ➤ Costo de mantenimiento
Variable “desempeño del movimiento masivo de tierras”	El desempeño en el movimiento masivo de tierras es entendido como un conjunto o serie de actividades ordenadas y sistematizadas para el tratamiento de grandes volúmenes de tierra en el contexto de ejecución de grandes proyectos mineros o de ingeniería, los cuales implican acciones de remoción, despeje, excavaciones, transporte, reubicación, nivelados, producción de desmontes y reutilización de volúmenes importantes del material terroso (Tiktin, 1997).	El desempeño en el movimiento masivo de tierras es determinado en función de la eficiencia en el volumen del material tratado, en la eficacia en los tiempos de tratamiento del material terroso, y en los costos asociados que demanda el tratamiento del material (Tiktin, 1997).	eficiencia.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Área de avance. ➤ Volumen de tierra despejado (Corte). ➤ Volumen de tierra conformada (relleno).
			eficacia.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porcentaje de área de avance. ➤ Porcentaje de corte ejecutado. ➤ Porcentaje de relleno ejecutado.
			costos asociados	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Costos de remoción y conformación de tierras.

III. METODOLOGÍA

3.1.PERSPECTIVA METODOLÓGICA

En la ejecución de esta investigación se desarrolló un diseño cuantitativo; de ese modo, en el contexto de movimiento masivo de tierras, se tomó mediciones con respecto a la efectividad del control topográfico estándar respecto a una primera etapa del movimiento masivo de tierras; posteriormente, en una segunda etapa del trabajo del movimiento masivo de tierras se aplicó como estímulo el control topográfico de altitud especializado y se midió los resultados obtenidos con respecto a su efectividad en el movimiento masivo de tierras. finalmente, de la comparación de ambos resultados se obtuvo los datos necesarios para dar respuesta al problema de investigación planteado.

3.2.TIPO DE INVESTIGACIÓN

La naturaleza de este estudio es carácter aplicada. Siguiendo la perspectiva Lozada (2014), la investigación aplicada se configura como un procedimiento que facilita la conversión del conocimiento teórico originado a partir de la investigación fundamental en términos de conceptos, modelos y productos, de manera secuencial. La creación de estas ideas implica de manera imperativa la cooperación entre los usuarios finales y la industria, asegurando de esta manera su

adecuación para adaptarse a las particularidades de la comunidad. Se aplicó el conocimiento científico existente para resolver un problema práctico referente a la mejora de la efectividad del control topográfico aplicado en los trabajos de movimiento masivo de tierras

Alcance del estudio se enmarca dentro de una investigación descriptiva, asimismo, la propuesta de investigación se enmarca dentro de la investigación aplicada en razón.

3.3.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio es no experimental. Según menciona Escamilla (2008), se caracteriza por observar fenómenos en su entorno natural sin intervenir deliberadamente en las variables. Este método se fundamenta en la observación directa de los eventos tal como ocurren, para posteriormente analizarlos y sacar conclusiones. De la misma manera se delimita como longitudinal, el mismo autor indica que, se utiliza cuando el investigador está interesado en examinar la evolución de ciertas variables o las relaciones entre ellas a lo largo del tiempo. Este método implica la recopilación de datos en momentos o períodos específicos para inferir sobre los cambios, sus causas y sus efectos a lo largo del tiempo.

3.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el presente trabajo de investigación se determinó como técnica de recolección de datos a la observación de campo; el instrumento que se aplicará será la ficha de observación de campo, las que serán:

- Protocolo o Guía de proceso de levantamiento terrestre
- Protocolo o Guía para el levantamiento con drones.
- Procedimientos de trabajo para el levantamiento topográfico terrestre.
- Procedimiento de trabajo para levantamiento aéreo.

3.3.2. Análisis e interpretación de datos

El análisis de los datos obtenidos en el trabajo de campo será realizado mediante la aplicación de hojas de cálculo en el cual se desarrollarán las gráficas estadísticas relativas a los valores cuantitativos que alcance tanto la efectividad de la aplicación del control topográfico estándar, la

efectividad del control topográfico aéreo, ambos valores respecto del nivel en el desempeño de movimiento masivo de tierras que se alcance por aplicación de los dos tipos de control topográfico.

Posterior a la recolección de los datos empíricos y al análisis realizado sobre ellos, obteniendo tablas estadísticas relativas a los valores que se han obtenido respecto a las dos variables de investigación; la interpretación de dichos datos se desarrollará mediante la comparación del nivel de efectividad que presentarán tanto el control topográfico aéreo y el control topográfico estándar respecto a la incidencia que han tenido sobre el desempeño en el movimiento masivo de tierras.

3.3.3. Prueba de normalidad

Las pruebas de normalidad se emplean para verificar si una muestra de datos sigue una distribución normal. Esto es crucial porque varios métodos estadísticos requieren esta suposición, y aplicarlos con datos no normales puede resultar en conclusiones sesgadas o imprecisas (Sánchez, 2023).

Como primer paso de la validación de la hipótesis, se aseguró que los datos de la primera dimensión tengan una distribución normal para luego examinar si existe diferencia significativa entre las medias de los dos grupos utilizando la prueba t de Student; este proceso se utiliza para respaldar o refutar hipótesis estadísticas en base a los datos recopilados.

Prueba de aplicación:

- Test de Kolgomorov-Smirnov, si la muestra es mayor a 30 ($n \geq 30$)
- Test de Shapiro-Wilks, si la muestra es menor a 30 ($n \leq 30$)

La muestra evaluada estuvo conformada por 13 mediciones, $n \geq 30$; por lo cual se aplicó el test de normalidad de Shapiro-Wilks. Para su evaluación se definió el siguiente índice de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Hipótesis estadística:

- H_0 : el conjunto de datos tiene una distribución normal
- H_a : el conjunto de datos no tiene una distribución normal

Criterio de decisión:

- Si $p \geq \alpha$, entonces se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la alterna (H_a)
- Si $p < \alpha$, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la alterna (H_a)

3.3.4. Prueba “T de Student”

Se usa al comparar dos medias muestrales en pruebas de hipótesis, ya sea con muestras independientes (diferentes) o dependientes (una muestra en dos momentos distintos). La distribución t es una familia de distribuciones teóricas que se emplean cuando las muestras son pequeñas, similar en forma a la distribución normal pero más aplanada. Estas curvas son unimodales y simétricas, con una media de cero. Su forma varía según los grados de libertad (gl), determinados por el tamaño de la muestra (Lorenzo, 2015).

En esta investigación se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes debido a su capacidad para analizar y validar diferencias significativas entre las medias de dos grupos de datos. Esta prueba estadística es particularmente valiosa cuando se trabaja con muestras relativamente pequeñas y se asume que la población subyacente sigue una distribución normal que es el caso del presente estudio.

En el contexto del estudio del control topográfico aéreo para mejorar el desempeño de movimiento masivo de tierras, donde la precisión y la fiabilidad de los resultados son cruciales, la prueba t de Student permite evaluar de manera rigurosa si las variaciones observadas entre dos conjuntos de datos que son estadísticamente significativas (eficiencia en control topográfico tradicional y aéreo). Esto resulta esencial al comparar las medidas de eficiencia en el movimiento masivo de tierras.

Margen de error aceptado: $\alpha = 0.05$

Criterio de decisión:

- Si $p \geq \alpha$, se rechaza la hipótesis alternativa (H_a) y se acepta la hipótesis nula (H_0)
- Si $p < \alpha$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a)

3.4.LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN

- Los datos estuvieron limitados por el cliente, por lo que se tomó como un estudio de los procedimientos ofrecidos y ejecutados por la empresa DATCO S&H en proyectos de movimiento masivo de tierras.
- El rendimiento máximo por cuadrilla para el levantamiento terrestre está limitado a 0.5 hectáreas por día.
- Para el procesamiento de datos de levantamiento aéreo se requirió de un procesamiento de datos de 24 a 48 horas dependiendo el área de levantamiento.

3.5.UNIDAD DE ANÁLISIS, POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Unidad de análisis y población

Trabajo de movimientos de tierras masivos en un proyecto minero en el distrito de Jangas.

3.5.2. Muestra de estudio

La muestra de investigación: la muestra estará conformada por un trabajo de movimiento masivo de tierras, el cual se desarrollará aplicando el control topográfico estándar y el control topográfico aéreo.

La muestra es no probabilística y seleccionada intencionalmente, conformado por 13 unidades de estudio de trabajos de movimiento de tierras masivo, realizado mes por mes.

3.6.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnica

Se empleo la observación, esta técnica se lleva a cabo una observación detallada y sistemática de eventos, sin influir deliberadamente en ellos. Esta aproximación permite al observador captar situaciones tal y como se presentan, proporcionando una visión objetiva y sin sesgos.

Instrumentos

Datos de campo en formato CSV y Fotografías georreferenciadas

3.7.PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

3.7.1. Etapa preliminar

- a) Visita previa, la cual nos servirá para conocer las condiciones de los trabajos requeridos.
- b) Son las operaciones de campo necesarias para obtener un conocimiento necesario y razonable del terreno, determinar los alcances de las obras, las condiciones en que se trabaja, los recursos que se emplea, etc.
- c) Recopilación de antecedentes, para conocer de la existencia de algunas soluciones que se pudieran haber establecido.
- d) El clima, es necesario saber el clima del lugar, ya que en base a esta se define la temporada para la visita de campo y para la toma de muestras para los análisis de campo.

3.7.2. Etapa de campo

- a) Evaluación topográfica donde se desarrollan los proyectos, es necesario saber las condiciones de la superficie del terreno.
- b) Análisis de los procedimientos constructivos con que se ejecutan los trabajos.
- c) Registro de los materiales, equipos y maquinaria con los que se trabaja en los proyectos.
- d) Evaluación de los trabajos realizados por el personal encargada de la ejecución del proyecto.

Se realizó un levantamiento topográfico utilizando un receptor rover GNSS Trimble R10 en modo RKT y un colector Trimble TSC3 para diversas tareas, incluyendo levantamiento superficial, avance de corte y relleno tanto en banquetas como en zonas de talud. Además, se llevó a cabo un levantamiento aéreo de puntos de fotocontrol para verificar la precisión del procesamiento fotogramétrico, utilizando el receptor GNSS Trimble R10 en modo RKT y el colector Trimble TSC3. Se instaló un receptor GNSS en modo base para datos estáticos, ubicado en un punto BM. Para el levantamiento aéreo, se empleó un dron profesional RTK/PPK DJI Mavic 3 Enterprise, utilizando el modo PPK para la georreferenciación sin la necesidad de puntos de apoyo adicionales. Como se presenta en las siguientes imágenes.

Figura 29

Recolección y procesamiento de datos



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Nota. (a) Levantamiento superficial con receptor Rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, (b) y (c) Levantamiento avance de corte y relleno en zonas de talud con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, (d) Levantamiento de puntos de fotocontrol con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, (e) Levantamiento aéreo de datos, empleando un receptor GNSS Trimble R10 y un dron DJI Mavic 3 Enterprise, (f) Levantamiento aéreo con dron MAVIC 3 ENTERPRISE modo PPK.

3.7.3. En gabinete

- a) Esta etapa se incluirá la tabulación de los datos.
- b) Una vez ordenada, tabulada y elaborada la información recogida, se hace necesaria su presentación en forma sistemática.

A continuación, se presentan el pre y post proceso de la información levantada para el control topográfico tradicional y control topográfico aéreo.

Figura 30

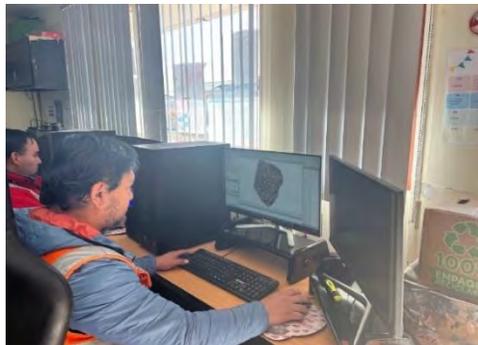
Pre - proceso y post - proceso para el control topográfico aéreo



(a)



(b)



(c)



(d)

Nota. (a) Definición de los sectores de vuelo donde estimamos las áreas de levantamiento, (b) Verificación, Calibración y mantenimiento de equipos antes de levantamiento aéreo, (c) Procesamiento de imágenes para la obtención de ortofotos y DEM, (d) Modelamiento de superficies con levantamiento superficial y levantamiento aéreo

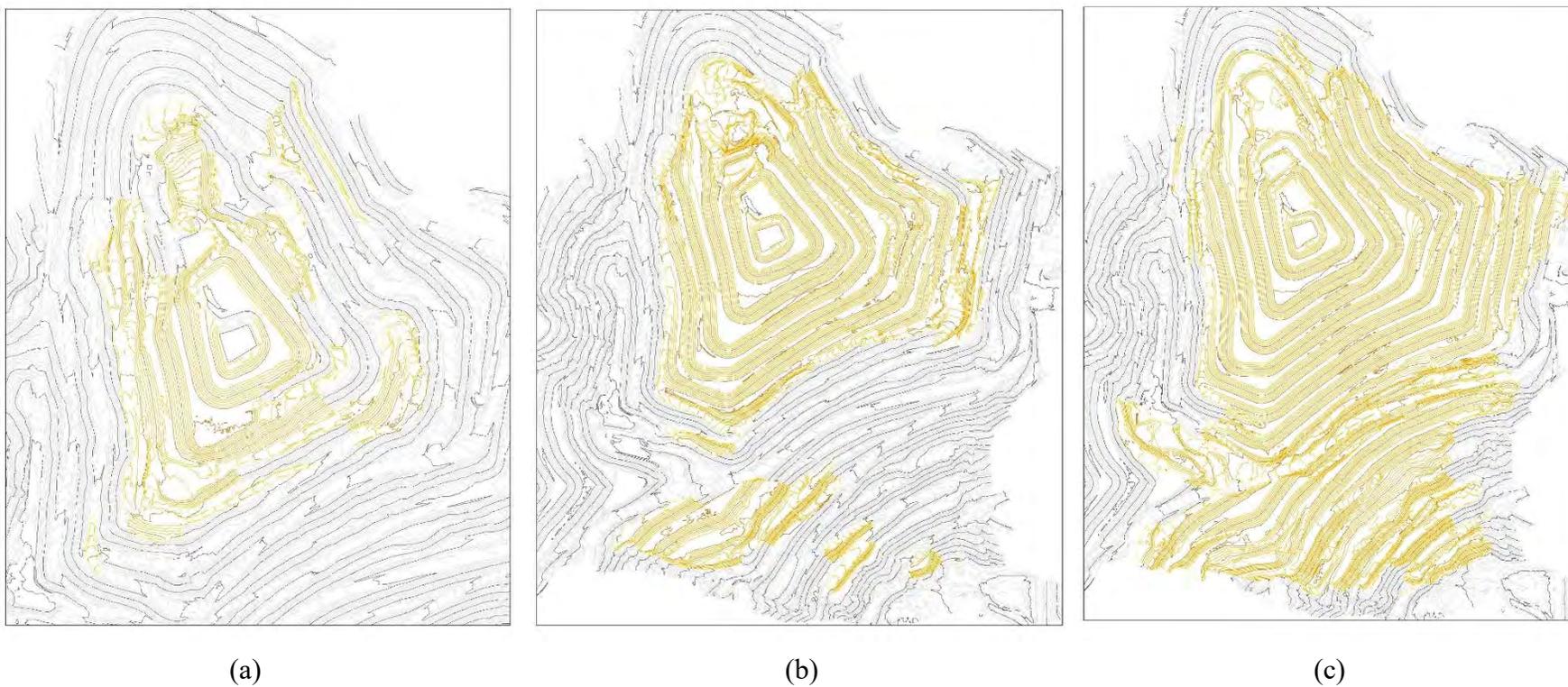
IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo han sido desarrollados los resultados obtenidos en la ejecución de la investigación, en tal sentido, el presente acápite fue dividido en dos partes la primera concerniente al desarrollo de la descripción y ordenamiento de la base de datos producto de la investigación de campo; la segunda parte del presente capítulo está referida al desarrollo de la validación o corroboración de las hipótesis de investigación, para lo cual fue aplicado una prueba estadística paramétrica para determinar el grado de varianza entre los resultados obtenidos respecto al desempeño del movimiento masivo de tierras en los cuales se ha aplicado el control topográfico aéreo y el control topográfico terrestre o estándar.

Se han organizado los resultados del trabajo de campo en tablas de doble entrada, clasificando las mediciones según las dimensiones e indicadores de la variable "desempeño del movimiento masivo de tierras". Se utilizaron gráficas estadísticas para mostrar los niveles logrados en cada dimensión de la variable objetivo. Además, se presentaron tablas resumiendo los valores finales obtenidos para esta variable. Para ello e muestra el avance con ambos tipos de control topografico.

Figura 31

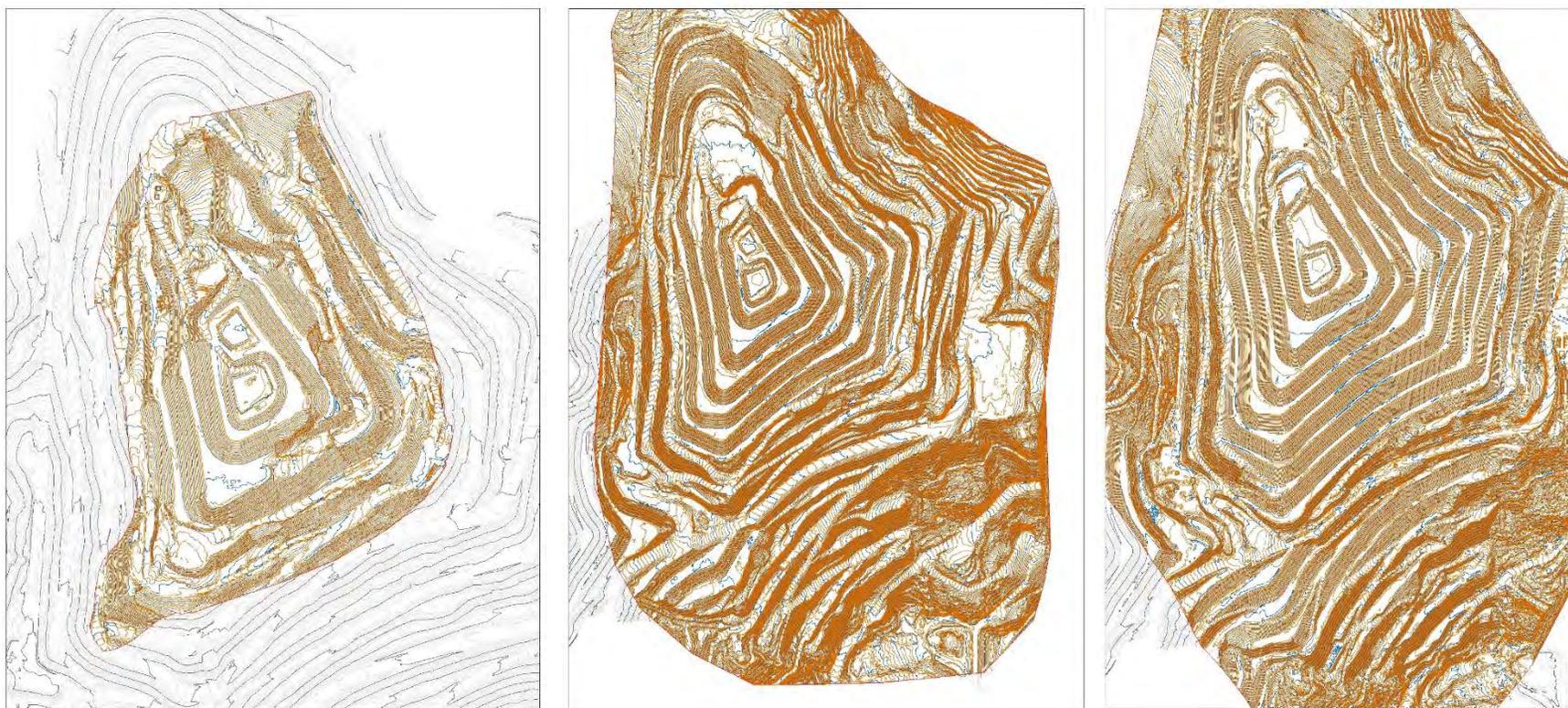
Avance del perfilado del área de estudio por levantamiento tradicional



Nota. (a) Levantamiento tradicional correspondiente al mes de setiembre del 2022, (b) Levantamiento tradicional correspondiente al mes de febrero del 2023, (c) Levantamiento tradicional correspondiente al mes de julio del 2023.

Figura 32

Avance del perfilado del área de estudio por levantamiento aéreo



(d)

(e)

(f)

Nota. (d) Levantamiento aéreo correspondiente al mes de setiembre del 2022, (b) Levantamiento aéreo correspondiente al mes de febrero del 2023, (c) Levantamiento aéreo correspondiente al mes de julio del 2023.

4.1. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE CAMPO

4.1.1. Descripción de la base de datos

Tomando como punto de inicio que el objetivo general de la presente investigación fue el determinar el efecto que produciría la implementación del control topográfico aéreo en el desempeño en el movimiento masivo de tierras en los proyectos mineros a cargo de la empresa DATCO S&H; en ese sentido, se ha procedido a la recolección de las mediciones correspondientes para determinar el desempeño del movimiento masivo de tierras en casos en los que fue aplicado el control topográfico aéreo respecto del desempeño del movimiento masivo de tierras en los que fue aplicado el control topográfico terrestre (también denominado control topográfico tradicional), con la finalidad de determinar si se evidencia un mejor desempeño en el movimiento masivo de tierras al aplicarse la técnica de control topográfico aéreo.

En ese sentido, el trabajo de campo realizado ha sido determinado por la recopilación de los metrados del movimiento masivo de tierras de un proyecto a cargo de la empresa DATCO S&H en una unidad minera en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz; estos metrados de re perfilado fueron realizados mediante el uso del control topográfico terrestre (tradicional), y la aplicación del control topográfico aéreo; en tal sentido, los metrados fueron recopilados de forma mensual durante un periodo continuo de 13 meses los cuales iniciaron durante el mes de agosto del año 2022 y se extendió hasta el mes de agosto del año 2023 (el proyecto minero se extendió hasta el presente año). En el mismo sentido, con base en los metrados de re perfilado fueron determinados los valores de las tres dimensiones que conforman la variable de interés “el desempeño del movimiento masivo de tierras”: eficiencia, eficacia y costos de aplicación.

A continuación, habiéndose determinado el número de metrados de re perfilado recopilados del proyecto de explotación minera antes citado (en total 13 metrados de re perfilado en un periodo de 13 meses), se expone la base de datos obtenida en el trabajo de campo en tablas de doble entrada en las cuales se presentan las mediciones realizadas respecto de las tres dimensiones que definen la variable “desempeño del movimiento masivo de tierras”: la eficiencia, la eficacia y los costos asociados, dichas dimensiones de la variable objetivo están a su vez definidas por sus respectivos indicadores los cuales fueron aprobados en el proyecto de investigación. En ese sentido, se ha

procedido a la exposición de la base datos en el orden establecido para las dimensiones de la variable bajo análisis.

4.1.2. La eficiencia en el movimiento masivo de tierras

Tabla 3

Valor proyectado de los indicadores de control topográfico.

Indicador	Proyectado
Área de avance (m2)	1 392 061.87
Corte (m3)	3 575 853.08
Relleno (m3)	2 442 960.30

Nota. El cuadro muestra los valores proyectados para el control topográfico para el área de avance, corte y relleno.

Tabla 4

Reporte de metrados de perfilado aplicando control topográfico tradicional y aéreo.

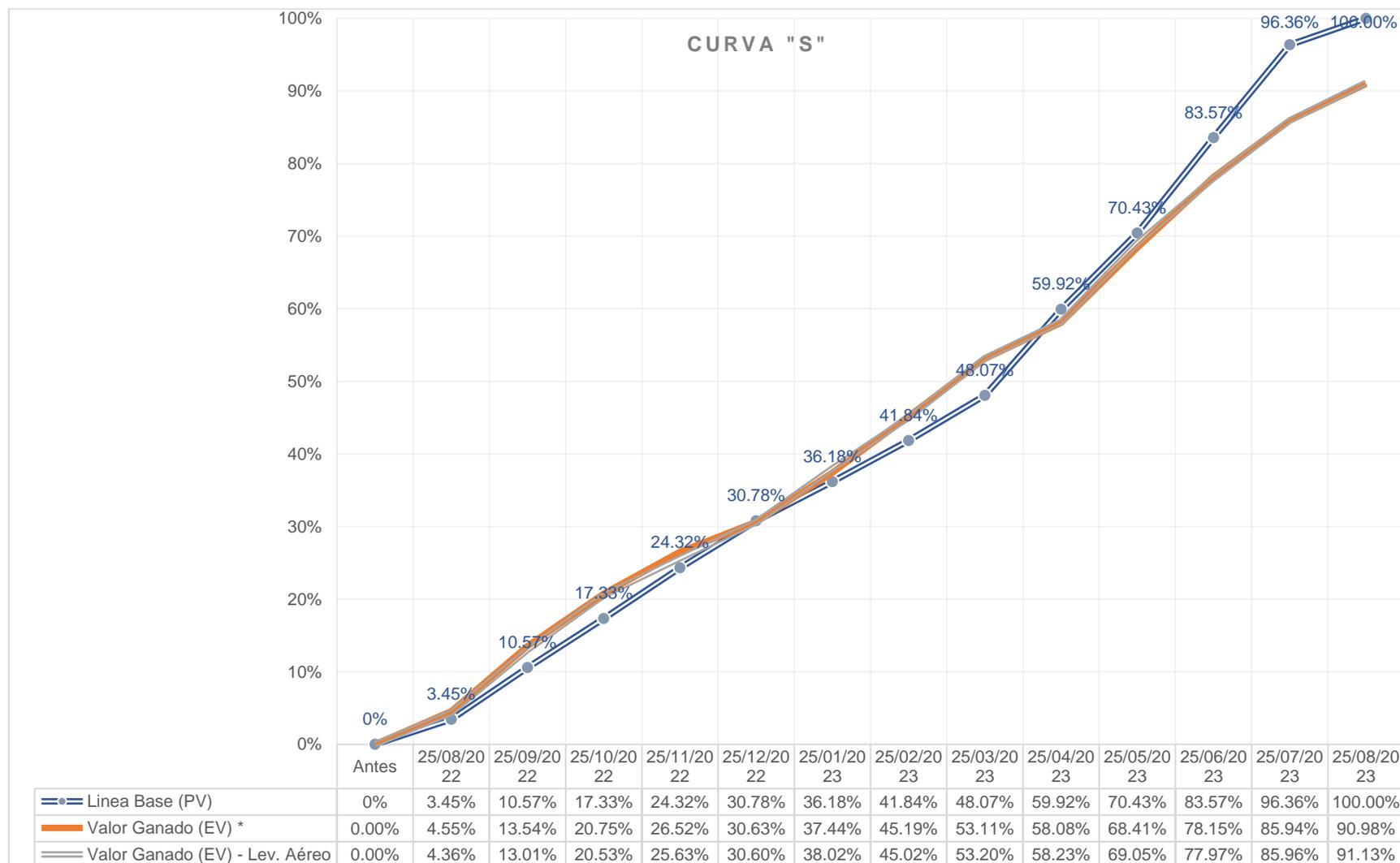
Mes	Indicador					
	Área de avance (m2)		Corte (m3)		Relleno (m3)	
	Lev. Trad.	Lev. Aéreo	Lev. Trad.	Lev. Aéreo	Lev. Trad.	Lev. Aéreo
Ago-22	133 172.55	149 097.74	156 864.24	144 093.87	135 150.95	153 483.51
Set-22	135,125.00	128 896.62	325,745.88	130 657.57	201,885.79	199 194.80
Oct-22	99,593.50	87 146.98	256,317.55	268 169.52	182,155.10	186 277.11
Nov-22	58,281.21	58 083.58	204,362.89	218,627.59	148,603.08	128,839.50
Dic-22	134,756.76	133,450.97	132,345.36	178,886.45	158,476.26	140,339.72
Ene-23	78,494.07	85,452.21	248,338.18	248,287.12	147,166.96	146,979.79
Feb-23	119,467.12	106,276.03	461,379.11	425,059.71	214,645.96	346,507.17
Mar-23	64,852.85	69,122.13	87,722.32	95,929.66	212,065.32	109,520.10
Abr-23	57,648.62	51 085.99	188,829.05	186,917.04	77,467.00	95,275.90
May-23	132,954.68	141,785.08	389,346.02	380,030.17	173,749.44	172,320.40
Jun-23	164,367.91	129,709.17	360,633.98	360,702.20	188,472.60	172,275.52
Jul-23	100,543.35	137,016.66	291,830.85	153,724.93	138,098.38	206,551.36
Ago-23	104,535.45	101,359.85	159,284.06	313,629.73	205,707.68	441,866.47

Nota. El cuadro muestra el reporte mensual de los indicadores de área de avance, corte y relleno para el control topográfico tradicional y aéreo.

A continuación, se presenta la curva del estudio realizado.

Figura 33

Curva "S" del avance de obra con el control topográfico tradicional y aéreo



4.1.3. La eficacia en el movimiento masivo de tierras

A continuación, se presentan las tablas que contienen las medidas tomadas en campo respecto de la dimensión eficacia tanto en los metrados de perfilado realizado mediante control topográfico tradicional como control topográfico aéreo.

Tabla 5

Porcentaje de avance de perfilado aplicando control topográfico tradicional y aéreo.

Mes	Rapidez Por Indicadores					
	Área de avance (%mes)		Corte (%mes)		Relleno (%mes)	
	Lev. Trad.	Lev. Aéreo	Lev. Trad.	Lev. Aéreo	Lev. Trad.	Lev. Aéreo
Ago-22	9.57%	10.71%	9.57%	4.03%	5.53%	6.28%
Set-22	9.70%	9.26%	9.11%	3.65%	8.27%	8.15%
Oct-22	7.16%	7.12%	7.16%	7.50%	7.45%	7.63%
Nov-22	4.18%	4.17%	5.72%	6.11%	6.09%	5.27%
Dic-22	9.68%	9.59%	3.27%	5%	6.48%	5.75%
Ene-23	5.64%	6.14%	6.95%	6.94%	6.03%	6.02%
Feb-23	8.59%	7.63%	11.90%	11.89%	8.78%	14.18%
Mar-23	4.65%	4.97%	2.45%	2.68%	8.68%	4.48%
Abr-23	4.15%	3.84%	5.28%	5.23%	3.17%	3.90%
May-23	9.55%	10.19%	10.89%	10.63%	7.12%	7.05%
Jun-23	11.80%	9.32%	10.09%	10.09%	7.71%	7.05%
Jul-23	7.23%	9.84%	8.16%	4.30%	5.65%	8.45%
Ago-23	7.51%	7.28%	4.45%	8.77%	8.43%	18.08%

Nota. El cuadro muestra el porcentaje de avance del total de volumen de tierra removido en los 13 meses.

4.1.4. Los costos asociados al movimiento masivo de tierras

A continuación, se presentan un resumen que contienen las medidas tomadas en campo respecto de la dimensión de los costos asociados de los metrados de perfilado realizado mediante la aplicación del control topográfico tradicional como control topográfico aéreo.

Los datos sobre los costos han sido recopilados de forma mensual durante un periodo continuo de 13 meses los cuales iniciaron durante el mes de agosto del año 2022 y se extendió hasta el mes de agosto del año 2023. En el mismo sentido, la información ha sido ordenada tomando como base el

presupuesto planeado para cada mes del desarrollo del proyecto minero, seguido de los valores usados tanto por el control topográfico tradicional como por el control topográfico aéreo.

Tabla 6

Valores ganados de levantamiento topográfico tradicional y levantamiento topográfico aéreo respecto de la línea base por mes.

<i>Tiempo</i>	<i>Línea de base (PV)</i>	<i>Valor ganado Lev. Tradicional</i>	<i>Valor ganado Lev. Aéreo</i>
25/08/2022	S/ 3,361.79	S/ 4,440.79	S/ 4,251.18
25/09/2022	S/ 6,944.36	S/ 8,760.19	S/ 8,431.88
25/10/2022	S/ 6,585.57	S/ 7,029.60	S/ 7,329.44
25/11/2022	S/ 6,815.71	S/ 5,624.48	S/ 4,971.73
25/12/2022	S/ 6,298.65	S/ 4,007.16	S/ 4,853.46
25/01/2023	S/ 5,266.22	S/ 6,638.96	S/ 7,232.88
25/02/2023	S/ 5,523.15	S/ 7,551.67	S/ 6,821.07
25/03/2023	S/ 6,065.04	S/ 7,721.47	S/ 7,969.95
25/04/2023	S/ 11,558.25	S/ 4,846.27	S/ 4,906.17
25/05/2023	S/ 10,242.17	S/ 10,074.68	S/ 10,549.61
25/06/2023	S/ 12,812.10	S/ 9,493.10	S/ 8,699.77
25/07/2023	S/ 12,470.69	S/ 7,597.49	S/ 7,786.20
25/08/2023	S/ 3,549.58	S/ 4,910.56	S/ 5,046.75

Nota. En el cuadro se muestra la comparativa mensual en soles (S/) entre levantamiento topográfico tradicional y aéreo respecto a la línea base, de agosto 2022 a agosto 2023.

4.2. VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Habiéndose ordenado y expuesto los resultados del trabajo de campo, en este apartado se ha desarrollado la validación o corroboración de la hipótesis de investigación. Tomando en cuenta que el objetivo general de la investigación es el determinar si existe una mejora significativa en el movimiento masivo de tierras (en el contexto de trabajos mineros) si se aplica el control topográfico aéreo respecto del control topográfico tradicional en el perfilado, y tomándose en cuenta que se cuenta con los datos necesarios referentes a las tres dimensiones que componen la variable “movimiento masivo de tierras”; entonces se ha determinado la aplicación de la prueba de estadística no paramétrica “t de Student” en razón que esta prueba ayuda a evaluar si hay

evidencia estadística suficiente para afirmar que hay una diferencia significativa entre las medias de dos grupos, por tal motivo es aplicado en estudios comparativos (Hernández et al, 2016).

En tal sentido, tanto para la prueba de normalidad de los datos como para la ejecución de la validación de las hipótesis de investigación se ha seguido el orden de los objetivos específicos y se ha empleado como herramienta el software estadístico SPSS v.26, tanto para las pruebas de normalidad y las pruebas t de Student.

4.2.1. Eficiencia del desempeño del movimiento masivo de tierras

El primer objetivo específico establece el efecto que tendrá la implementación del control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión eficiencia del desempeño del movimiento masivo de tierras. Para establecer una diferencia significativa entre las medias de dos grupos, se tiene los siguientes valores respecto de la eficiencia del perfilado usando el control topográfico aéreo y el control topográfico tradicional.

Tabla 7

Media del nivel de eficiencia en el perfilado en m³, usando control topográfico aéreo y control topográfico tradicional.

TIEMPO	CORTE (m3)		RELLENO (m3)	
	TRADICIONAL	AÉREO	TRADICIONAL	AÉREO
25/08/2022	156864.24	144093.87	135150.95	153483.51
25/09/2022	325745.88	130657.57	201885.79	199194.80
25/10/2022	256317.55	268169.52	182155.10	186277.11
25/11/2022	204362.89	218627.59	148603.08	128839.50
25/12/2022	132345.36	178886.45	158476.26	140339.72
25/01/2023	248338.18	248287.12	147166.96	146979.79
25/02/2023	461379.11	425059.71	214645.96	346507.17
25/03/2023	87722.32	95929.66	212065.32	109520.10
25/04/2023	188829.05	186917.04	77467.00	95275.90
25/05/2023	389346.02	380030.17	173749.44	172320.40
25/06/2023	360633.98	360702.20	188472.60	172275.52
25/07/2023	291830.85	153724.93	138098.38	206551.36
25/08/2023	159284.06	313629.73	205707.68	441866.47

Prueba de normalidad

Tabla 8

Determinación del índice de normalidad del conjunto de datos de eficiencia

	Kolgomorov – Smirnov			Shapiro - Wilk		
	<i>Estadístico</i>	<i>G.L.</i>	<i>p - valor</i>	<i>Estadístico</i>	<i>G.L.</i>	<i>p - valor</i>
Lev. tradicional	0,133	13	0,200	0,926	13	0.305
Lev. aéreo	0.196	13	0,184	0,884	13	0,082

Nota. Elaborado con base en los resultados del SPSS

Valores obtenidos al calcular el índice de normalidad de los datos de la primera dimensión tanto en el control topográfico aéreo como tradicional:

- Eficiencia levantamiento tradicional: $0.305 \geq 0.05$; $p \geq \alpha$
- Eficiencia levantamiento aéreo: $0.082 \geq 0.05$; $p \geq \alpha$

A partir del test de normalidad se puede apreciar que los valores de la primera dimensión “eficiencia en el movimiento masivo de tierras” presenta valores que son normales, siendo que sus valores de significancia son mayores que el margen de error aceptado “alfa” equivalente a 0.05. Por lo tanto, la validación de la hipótesis se desarrolló mediante el uso de una prueba paramétricas: t de Student.

Aplicación de la prueba “T de Student” para muestras independientes

Hipótesis específica N° 01: La implementación del control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en la eficiencia del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

Hipótesis estadística:

- **Hipótesis nula (H_0):** la eficiencia aplicando control topográfico aéreo es homogéneo a la eficiencia aplicando control topográfico terrestre.
- **Hipótesis alternativa (H_a):** la eficiencia aplicando control topográfico aéreo es mayor a la eficiencia aplicando control topográfico terrestre.

Tabla 9*Estadísticas de grupo de la dimensión eficiencia en el perfilado*

Control Topográfico		N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Eficiencia en el perfilado en m ³	Control aéreo	13	215544,113	88241,78	24473,86
	Control terrestre	13	209486,309	63568,67	17630,77

Nota. Elaboración con base en los resultados obtenidos por el SPSS.

En la Tabla 8 se muestra las estadísticas de grupo que muestra que se tiene 13 resultados tanto para el control topográfico aéreo como para control topográfico terrestre, existiendo diferencia entre las medias de los dos controles es topográficos, y de igual forma se observa diferencia entre las dos desviaciones típica; sin embargo, se debe probar que dichas diferencias son significativas.

Tabla 10*Prueba “t” para muestras independientes e igualdad de medias*

		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medidas	95% de intervalo de confianza	
						Inferior	Superior
Eficiencia en el perfilado (m ³)	<i>Se asumen varianzas iguales</i>	0,201	24	0,043	6057,80	-56195,83	68311,44
	<i>No se asumen varianzas iguales</i>	0,201	21,8	0,043	6057,80	-56527,90	68643,51

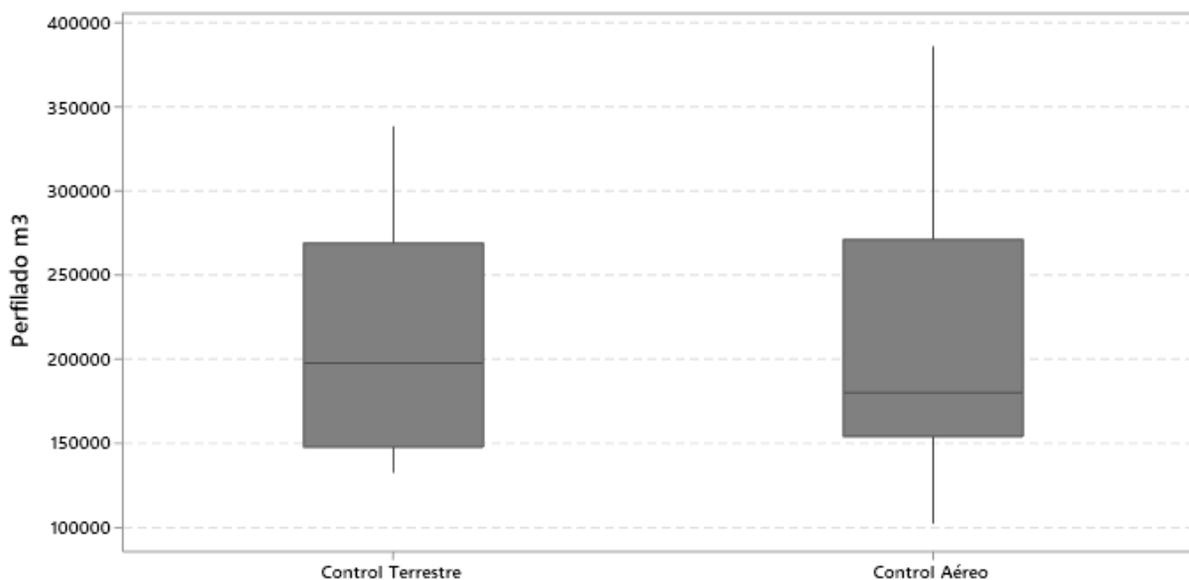
Nota. Elaboración con base en los resultados obtenidos por el SPSS.

“P” valor: 0.043 < 0.05; p < α

En la tabla 9 se muestra la prueba “t-student” cuyo valor obtenido es de 0,201; sin embargo, lo que determinará la variabilidad entre las dos medias estudiadas será el “p valor” (también denominado significancia asintótica bilateral) que muestra la magnitud del error, cuyo valor en la prueba es de 0,043 el cuál es menor que nivel de significancia establecida de 0,05. Entonces tenemos que el “p-valor” es menor que el valor del “α” (el margen de error aceptado); por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Por lo cual se entiende que la implementación del control topográfico aéreo tiene una eficiencia mayor respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

Figura 34

Grafica de cajas de eficiencia en el perfilado (m^3) entre los grupos control topográfico aéreo y control topográfico terrestre.



En el mismo sentido, en la Figura 29 se puede comprobar que, con una confianza del 95% para los intervalos de los dos controles topográficos, la media para el control topográfico aéreo es ligeramente superior a la media del control topográfico terrestre, esto nos hace ver de forma gráfica que ambas medias son diferentes; por lo tanto, en la dimensión eficiencia en el movimiento masivo de tierras, efectivamente la implementación del control topográfico aéreo incidió positivamente respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

En la investigación la primera hipótesis específica del estudio fue planteada en los siguientes términos:

Hipótesis específica N° 01: La implementación del control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en la eficiencia del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

Habiéndose procesado la información recolectada en campo y aplicado el análisis estadístico inferencial correspondiente a los datos, la presente tesis debe concluir afirmando que se ha podido comprobar la hipótesis específica N° 1 de la investigación, y por lo tanto debe ser aceptada.

4.2.2. Eficacia del desempeño del movimiento masivo de tierras

El segundo objetivo específico establece el efecto que tendrá la implementación del control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión eficacia del desempeño del movimiento masivo de tierras. Para establecer una diferencia significativa entre las medias de dos grupos, se tiene los siguientes valores respecto de la eficacia del perfilado usando el control topográfico aéreo y el control topográfico tradicional.

Tabla 11

Media del nivel de eficacia del perfilado en %/mes, usando control topográfico aéreo y control topográfico tradicional.

TIEMPO	Corte (%mes)		Relleno (%mes)	
	TRADICIONAL	AÉREO	TRADICIONAL	AÉREO
25/08/2022	9.57%	4.03%	5.53%	6.28%
25/09/2022	9.11%	3.65%	8.27%	8.15%
25/10/2022	7.16%	7.50%	7.45%	7.63%
25/11/2022	5.72%	6.11%	6.09%	5.27%
25/12/2022	3.27%	5.00%	6.48%	5.75%
25/01/2023	6.95%	6.94%	6.03%	6.02%
25/02/2023	11.90%	11.89%	8.78%	14.18%
25/03/2023	2.45%	2.68%	8.68%	4.48%
25/04/2023	5.28%	5.23%	3.17%	3.90%
25/05/2023	10.89%	10.63%	7.12%	7.05%
25/06/2023	10.09%	10.09%	7.71%	7.05%
25/07/2023	8.16%	4.30%	5.65%	8.45%
25/08/2023	4.45%	8.77%	8.43%	18.08%

Prueba de normalidad

Tabla 12

Determinación del índice de normalidad del conjunto de datos de eficacia

	Kolgomorov – Smirnov			Shapiro - Wilk		
	<i>Estadístico</i>	<i>G.L.</i>	<i>p - valor</i>	<i>Estadístico</i>	<i>G.L.</i>	<i>p - valor</i>
Lev. tradicional	0,167	13	0,200	0,932	13	0,362
Lev. aéreo	0.177	13	0,200	0,946	13	0,541

Nota. Elaborado con base en los resultados del SPSS

Valores obtenidos al calcular la normalidad de los datos de la segunda dimensión tanto en el control topográfico aéreo como tradicional:

- Eficacia levantamiento tradicional: **$0.362 \geq 0.05$; $p \geq \alpha$**
- Eficacia levantamiento aéreo: **$0.541 \geq 0.05$; $p \geq \alpha$**

A partir del test de normalidad se puede apreciar que los valores de la segunda dimensión “eficacia en el movimiento masivo de tierras” presenta valores que son normales, siendo que sus valores de significancia son mayores que el margen de error aceptado “alfa” equivalente a 0.05. Por lo tanto, la validación de la hipótesis se desarrolló mediante el uso de una prueba no paramétricas: t de Student.

Aplicación de la prueba “T de Student” para muestras independientes

Hipótesis específica N° 02: La implementación del control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en la eficacia del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

Hipótesis estadística:

- **Hipótesis nula (H_0):** la eficacia aplicando control topográfico aéreo es homogéneo a la eficacia aplicando control topográfico terrestre.
- **Hipótesis alternativa (H_a):** la eficacia aplicando control topográfico aéreo es mayor a la eficacia aplicando control topográfico terrestre.

Criterio de decisión:

- Si $p \geq \alpha$, se rechaza la hipótesis alternativa (H_a) y se acepta la hipótesis nula (H_0)
- Si $p < \alpha$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a)

Tabla 13

Estadísticas de grupo de la dimensión eficiencia en el perfilado

Control Topográfico		N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Eficacia en el perfilado (%/mes)	Control aéreo	13	7,442	2,298	0,637
	Control terrestre	13	7,146	1,812	0,502

Nota. Elaboración con base en los resultados obtenidos por el SPSS.

En la tabla 13 se muestra las estadísticas de grupo que muestra que se tiene 13 resultados tanto para el control topográfico aéreo como para control topográfico terrestre, existiendo diferencia entre las medias entre las eficacias en el perfilado de los dos controles es topográficos, y de igual forma se observa diferencia entre las dos desviaciones; sin embargo, debe ser probada que dichas diferencias en las medias son significativas.

Tabla 14

Prueba “t” para muestras independientes

		PRUEBA T PARA LA IGUALDAD DE MEDIDAS					
		<i>t</i>	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza	
						Inferior	Superior
Eficacia en el perfilado (%/mes)	<i>Se asumen varianzas iguales</i>	0,365	24	0,018	0,296	-1,379	1,971
	<i>No se asumen varianzas iguales</i>	0,365	22,7	0,019	0,296	-1,384	1,976

Nota. Elaboración con base en los resultados obtenidos por el SPSS.

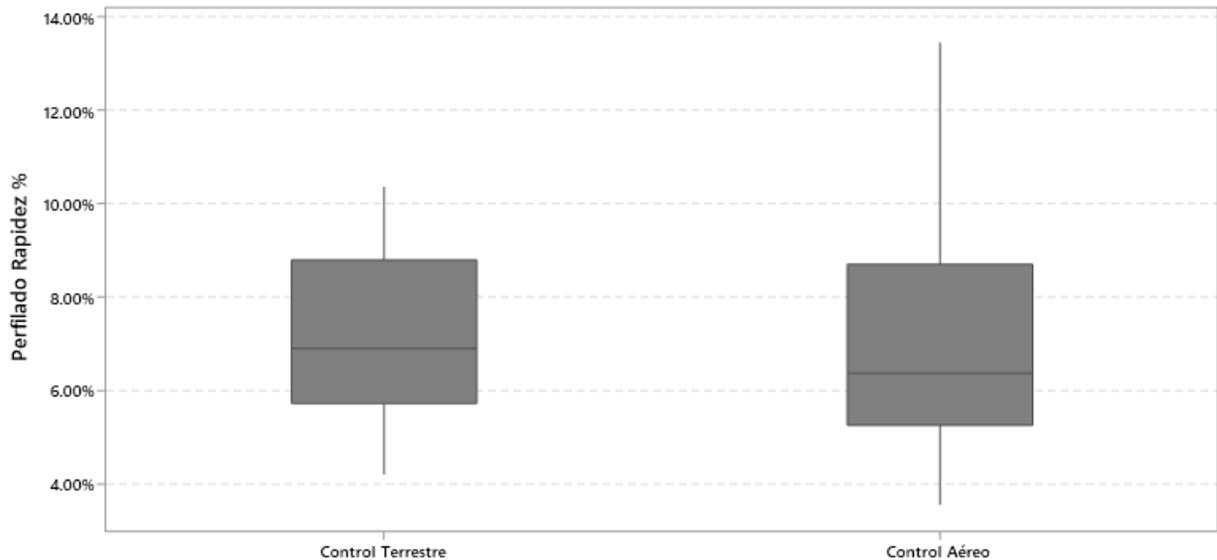
“P” valor: 0.043 < 0.05; $p < \alpha$

En la tabla 14 se muestra la prueba “*t-student*” cuyo valor arrojado es de 0,365; pero de igual forma que en el caso anterior, lo que determinará la variabilidad entre las dos medias estudiadas será el “p valor”, que para la segunda dimensión su valor en la prueba es de 0,018 el cuál es menor que nivel de significancia establecida de 0,05. Entonces tenemos que el “p-valor” es menor que el valor

del “ α ” (el margen de error aceptado); por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Por lo cual se entiende que la implementación del control topográfico aéreo tiene una eficacia mayor respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

Figura 35

Grafica de cajas de eficacia en el perfilado (%/mes) entre los grupos control topográfico aéreo y control topográfico terrestre.



Corroborando lo anterior, en la figura 35 se puede comprobar que, con una confianza del 95% para los intervalos de los dos controles topográficos, la media en la eficacia para el control topográfico aéreo es superior a la media del control topográfico terrestre, esto nos hace ver de forma gráfica que ambas medias son diferentes; por lo tanto, en la dimensión eficiencia del movimiento masivo de tierras, efectivamente la implementación del control topográfico aéreo incidió positivamente respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

En la investigación la segunda hipótesis específica del estudio fue planteada en los siguientes términos:

Hipótesis específica N° 02: La implementación del control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en la eficacia del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

Habiéndose completado el desarrollo de la prueba de hipótesis mediante la prueba no paramétrica t-student, la presente tesis debe concluir afirmando que se ha podido comprobar la hipótesis específica N° 2 de la investigación, y por lo tanto debe ser aceptada.

4.2.3. Costo analizado al desempeño del movimiento masivo de tierras

El tercer objetivo específico establece el efecto que tendrá la implementación del control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión costos asociados del desempeño del movimiento masivo de tierras. Para establecer una diferencia significativa entre las medias de dos grupos, se tiene los siguientes valores respecto de los costos asociados del perfilado usando el control topográfico aéreo y el control topográfico tradicional.

Tabla 15

Resumen del nivel de los costos asociados en s/. en el perfilado por mes de ejecución usando control topográfico aéreo y control topográfico tradicional.

TIEMPO	TRADICIONAL	AÉREO
25/08/2022	S/ 4,440.79	S/ 4,251.18
25/09/2022	S/ 8,760.19	S/ 8,431.88
25/10/2022	S/ 7,029.60	S/ 7,329.44
25/11/2022	S/ 5,624.48	S/ 4,971.73
25/12/2022	S/ 4,007.16	S/ 4,853.46
25/01/2023	S/ 6,638.96	S/ 7,232.88
25/02/2023	S/ 7,551.67	S/ 6,821.07
25/03/2023	S/ 7,721.47	S/ 7,969.95
25/04/2023	S/ 4,846.27	S/ 4,906.17
25/05/2023	S/ 10,074.68	S/ 10,549.61
25/06/2023	S/ 9,493.10	S/ 8,699.77
25/07/2023	S/ 7,597.49	S/ 7,786.20
25/08/2023	S/ 4,910.56	S/ 5,046.75

Prueba de normalidad

Tabla 16

Determinación del índice de normalidad del conjunto de datos de costos

	Kolgomorov – Smirnov			Shapiro - Wilk		
	<i>Estadístico</i>	<i>G.L.</i>	<i>p - valor</i>	<i>Estadístico</i>	<i>G.L.</i>	<i>p - valor</i>
Lev. tradicional	0,143	13	0,200	0,952	13	0.621
Lev. aéreo	0.211	13	0,117	0,927	13	0,314

Nota. Elaborado con base en los resultados del SPSS

Valores obtenidos al calcular el índice de normalidad de los datos de la tercera dimensión tanto en el control topográfico aéreo como tradicional:

- Costos asociados al levantamiento tradicional: $0.621 \geq 0.05$; $p \geq \alpha$
- Costos asociados al levantamiento aéreo: $0.314 \geq 0.05$; $p \geq \alpha$

A partir del test de normalidad se puede apreciar que los valores de la tercera dimensión “costos asociados en el movimiento masivo de tierras” presenta valores que son normales, siendo que sus valores de significancia son mayores que el margen de error aceptado “alfa” equivalente a 0.05. Por lo tanto, la validación de la hipótesis se desarrolló mediante el uso de una prueba no paramétricas: t de Student.

Aplicación de la prueba “T de Student”

Hipótesis específica N° 03: La implementación del control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en los costos de operación del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

Hipótesis estadística:

- **Hipótesis nula (H_0):** los costos asociados aplicando control topográfico aéreo es homogéneo a los costos asociados aplicando control topográfico terrestre.
- **Hipótesis alternativa (H_a):** los costos asociados aplicando control topográfico aéreo es menor a los costos asociados aplicando control topográfico terrestre.

Tabla 17*Estadísticas de grupo de la dimensión costos asociados.*

Control Topográfico		N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Costos asociados (s/)	Control aéreo	13	5134,62	1902,06	527,53
	Control terrestre	13	6822,80	1959,49	543,46

Nota. Elaboración con base en los resultados obtenidos por el SPSS.

En la tabla 17 se muestra las estadísticas de grupo de la dimensión costos asociados, este revela los resultados tanto para el control topográfico aéreo como para control topográfico terrestre, evidenciando la existencia de una diferencia entre las medias de los dos controles es topográficos, que a su vez se refleja en la existencia de diferencia entre las dos desviaciones; a continuación, se presenta la prueba t-student que demuestra la existencia de una diferencia significativa entre las dos medias estudiadas.

Tabla 18*Prueba “t” para muestras independientes e igualdad de medias sobre la dimensión costos asociados.*

		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medidas	95% de intervalo de confianza	
						Inferior	Superior
Costos asociados (s/)	<i>Se asumen varianzas iguales</i>	0,16	24	0,048	11,82	-1551,37	1575,01
	<i>No se asumen varianzas iguales</i>	0,16	23,9	0,048	11,82	-1551,44	1575,08

Nota. Elaborado con base en los resultados obtenidos por el SPSS.

“P” valor: 0.048 < 0.05; p < α

En la tabla 18 se muestra la prueba “t-student” cuyo valor arrojado es de 0,16 y se muestra el resultado para el “p valor” (también denominado significancia asintótica bilateral) que es el indicador usado para determinar la diferencia entre las medias objeto de estudio, cuyo valor en la prueba es de 0,048 el cuál es menor que nivel de significancia establecida de 0,05. Entonces tenemos que el “p-valor” es menor que el valor del “α” (el margen de error aceptado); por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Por lo cual se entiende que la

implementación del control topográfico aéreo tiene un costo asociado menor respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

En la investigación la tercera hipótesis específica del estudio fue planteada en los siguientes términos:

Hipótesis específica N° 03: La implementación del control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en los costos de operación del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre.

Habiéndose procesado la información recolectada en campo y aplicado el análisis estadístico inferencial correspondiente a los datos, la presente tesis debe concluir afirmando que se ha podido comprobar la hipótesis específica N° 3 de la investigación, y por lo tanto debe ser aceptada.

DISCUSIÓN

5.1. RESPECTO DE LOS ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

El trabajo realizado por Jiménez et al. (2019), así como el presente estudio, convergen en la evidencia contundente de que el control topográfico aéreo, especialmente mediante el uso de drones, ofrece una alternativa altamente eficiente y precisa en comparación con los métodos tradicionales terrestres. Jiménez et al. (2019) encontraron que los datos obtenidos con el dron y la estación total georreferenciada mostraron resultados muy similares, pero destacaron que el método de dron es más viable por su versatilidad. Además, este estudio actual respalda esto al establecer que la implementación del control topográfico aéreo tiene una eficiencia significativamente mayor que el control topográfico terrestre, ya que el análisis estadístico revela que la media de eficiencia en el perfilado utilizando control topográfico aéreo es de aproximadamente $215,544.11 \text{ m}^3$, con una desviación estándar de alrededor de $88,241.78 \text{ m}^3$, mientras que para el control topográfico terrestre, la media es de aproximadamente $209,486.31 \text{ m}^3$, con una desviación estándar de alrededor de $63,568.67 \text{ m}^3$. La prueba t de Student muestra un valor de p de 0.043, lo que indica una diferencia significativa en la eficiencia entre ambos métodos. Además, los intervalos de confianza del 95% para ambas condiciones muestran que la media para el control topográfico aéreo es superior a la del control topográfico terrestre.

Tanto Jiménez et al. (2019) como el estudio desarrollado destacan la importancia de la planificación adecuada en la utilización de puntos de apoyo para la georreferenciación precisa de los modelos digitales del terreno. Jiménez et al. encontraron que la correcta ubicación de los puntos de apoyo permite obtener un modelo digital del terreno más preciso, y este estudio actual respalda esta afirmación al establecer que la implementación del control topográfico aéreo tiene una eficacia significativamente mayor que el control topográfico terrestre, el análisis de los datos muestra que, en términos de eficacia en el movimiento masivo de tierras, la implementación del control topográfico aéreo ha resultado en un aumento significativo en el porcentaje de avance de perfilado en comparación con el control topográfico tradicional. Por ejemplo, para el mes de agosto de 2022, el porcentaje de avance con control topográfico aéreo fue del 10.71% en comparación con el 9.57% del control tradicional. Además, la media de eficacia en el perfilado utilizando control topográfico aéreo fue de aproximadamente 7.442% por mes, mientras que para el control topográfico terrestre fue de aproximadamente 7.146% por mes. Estas diferencias se respaldan con un valor de p de 0.018 en la prueba t de Student, lo que indica una mejora significativa en la eficacia con el uso del control topográfico aéreo.

La investigación de Claros et al. (2016) destaca los beneficios y aplicaciones de la fotogrametría aérea utilizando vehículos aéreos no tripulados (UAV o drones). Los resultados muestran que esta técnica proporciona información topográfica detallada del terreno, lo que facilita la planificación de proyectos. Con una resolución espacial de 4.34 cm por pixel, se logró obtener curvas de nivel y un ortomosaico actualizado de la zona de interés. Se destaca también que la fotogrametría aérea es una herramienta valiosa para la elaboración de cartografía, sistemas de información geográfica (SIG o GIS) y descripción de la topografía. Sin embargo, se reconoce que, aunque es una técnica eficaz, no puede reemplazar completamente el apoyo terrestre, ya que se requiere de instrumentos como GPS, estaciones totales u otros dispositivos tradicionales para mejorar la precisión de los resultados. En contraste el presente estudio muestra que el control topográfico aéreo tiene efectos significativamente positivos en la eficiencia, eficacia y costos asociados al movimiento masivo de tierras en comparación con el control topográfico terrestre. Los resultados indican que el control aéreo es más eficiente y efectivo, con una significancia estadística en las pruebas "t-student" de 0.043 y 0.018 respectivamente, ambos por debajo del nivel de significancia establecido de 0.05. Además, se destaca que el control topográfico aéreo también resulta en menores costos asociados, con una significancia de 0.048. Estos hallazgos sugieren que la implementación de la fotogrametría

aérea puede ser una opción más rentable y precisa para el levantamiento topográfico en proyectos que involucran movimiento de tierras.

En cuanto a los aspectos económicos, ambos trabajos coinciden en que el control topográfico aéreo resulta en una alternativa más rentable y eficaz. El estudio de Jiménez et al. (2019) señaló que el sistema topográfico convencional demanda altos costos, mano de obra y tiempo, mientras que el presente estudio establece que la implementación del control topográfico aéreo tiene un costo asociado menor que el control topográfico terrestre, con una significancia asintótica bilateral de 0,048 en la prueba "t-student", nuevamente por debajo del nivel de significancia de 0,05.

5.1.1. Respetto de los antecedentes nacionales:

El estudio llevado a cabo por Guevara (2021), que analiza comparación de precisión de levantamiento topográfico con la estación total y el dron en el tramo de una carretera, donde evaluó la confiabilidad, adecuación al terreno, costo y tiempo, estableciendo puntos de control cada 250 metros con la Estación Total para comparar con los datos obtenidos con el Dron. En comparativa con el presente estudio, lo desarrollado por Guevara evidencia que el levantamiento topográfico con Estación Total cuesta S/4,000.00, mientras que con Dron es de S/1,140.00, siendo este último cuatro veces más económico. Se contraste con lo encontrado con el presente estudio donde el valor ganado con levantamiento aéreo con respecto al levantamiento tradicional es de s/. 2,982.52.

Respetto al tiempo lo encontrado por Guevara indica que realizar un levantamiento con estación total le llevo 40 horas en campo, a diferencia del levantamiento con dron donde el mismo proyecto se realizó en 2 horas. Esto temiendo en cuenta las dimensiones del proyecto. Por otra parte, en lo evidenciado en el presente estudio se muestra un tiempo menor al planificado en un 89% con levantamiento tradicional y 86% con levantamiento con dron. Contrastando ambos resultados en cuestión de rapidez concuerdan que el levantamiento con dron es más eficaz.

En cuestión de diferencias se debe resaltar la envergadura de cada proyecto, ya que lo mencionado por Guevara se centra en el tramo de una carretera, mientras que lo desarrollado en el presente estudio es en actividad minera.

La investigación realizada por Tacca (2015), centrada en la comparación entre el uso de un dron Phantom 2 Visión + y una estación total, concluye que ambos métodos ofrecen resultados similares en precisión, pero que el dron es el menos costoso debido a su versatilidad y eficiencia en la realización de cálculos de volúmenes y excavaciones. Además, destaca que el uso de la fotogrametría con el dron requiere menos tiempo y personal en comparación con el método clásico de la estación total. Por otro lado, el presente estudio se enfoca en la comparación entre el control topográfico aéreo y el terrestre/tradicional. Aquí, se determina que el control topográfico aéreo tiene un efecto positivo significativo en la eficiencia, eficacia y costos asociados al movimiento masivo de tierras. A través de pruebas estadísticas en ambos casos con un 95% de confianza, se establece que la implementación del control topográfico aéreo es más eficiente y efectiva, con un menor costo asociado en comparación con el control topográfico terrestre.

Al comparar ambas investigaciones, se puede inferir que el uso de drones para el control topográfico ofrece ventajas claras en términos de costos y eficiencia, independientemente del contexto específico (como en el caso de la carretera estudiada en la segunda investigación). Ambos estudios respaldan la idea de que el control topográfico aéreo, ya sea con drones o fotogrametría, es una opción viable y beneficiosa para proyectos de ingeniería civil y movimientos de tierras. La convergencia en los resultados de ambas investigaciones fortalece la idea de que estas tecnologías pueden ser fundamentales para optimizar procesos, reducir costos y mejorar la precisión en levantamientos topográficos, especialmente en terrenos accidentados o con vegetación densa.

La comparación entre las dos investigaciones arroja resultados consistentes que respaldan el uso eficiente y efectivo de los drones en el levantamiento topográfico. La investigación realizada por Cristóbal (2023) concluye que los datos obtenidos con drones y estación total / GPS diferencial son altamente similares. Por ejemplo, en el Levantamiento Fotogramétrico de Cantera Yanamachay, se encontraron desviaciones que varían en un rango de 0 a 0.040 m, indicando una alta precisión en los resultados. Además, se destaca la eficiencia del levantamiento con drones, con un tiempo de 1:55 horas y un costo de S/.523.50, en contraste con las 12:36 horas y S/.959.50 empleadas con estación total.

Estos resultados concuerdan con los hallazgos del presente estudio, donde se establece que el control topográfico aéreo tiene una eficiencia y eficacia significativamente superiores al control topográfico terrestre. Según Cristóbal la eficiencia se ve reflejada en el tiempo empleado, siendo

5:50 horas con drones y 24:10 horas con GPS diferencial para el Levantamiento Topográfico de Canal de Coronación, mientras que los costos son S/.844.50 y S/.1740.50 respectivamente, mostrando un ahorro tanto en tiempo como en recursos económicos, lo que se contrasta con el presente estudio donde el valor ganado respecto al control topográfico aéreo en referencia con el control topográfico tradicional es de s/. 2,982.52.

En el contexto del movimiento de tierras, ambas investigaciones destacan el valor y la precisión que aporta el uso de drones y la fotogrametría. La capacidad de calcular volúmenes con precisión, tanto para movimientos puntuales como masivos, así como la elaboración de perfiles y valorizaciones, son aspectos resaltantes. El uso del Drone DJI Phantom 4 RTK para cálculos de volúmenes en movimiento de tierras que demandan mayor precisión y la precisión que ofrece el uso del Drone DJI Mavic Air 2 para levantamientos a nivel masivo o para elaboración de perfiles de proyectos de este tipo son ejemplos claros de la versatilidad y utilidad de los drones en estas aplicaciones.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que el control topográfico aéreo mejora significativamente el desempeño en el movimiento masivo de tierras en proyectos mineros, al ser comparado con el control topográfico tradicional. Estas mejoras se reflejan en un aumento en el rendimiento y la precisión del proceso, lo que sugiere que el control topográfico aéreo puede ser una opción viable y beneficiosa para optimizar la gestión de proyectos mineros.
2. Se estableció que la implementación del control topográfico aéreo tiene una eficiencia mayor respecto de la aplicación del control topográfico terrestre, en razón que la prueba “t-student” obtuvo una significancia asintótica bilateral de 0,043 el cuál es menor que nivel de significancia establecida en la investigación de 0,05.
3. Se estableció que la implementación del control topográfico aéreo tiene una eficacia mayor respecto de la aplicación del control topográfico terrestre, esto en razón que la prueba “t-student” obtuvo un valor de significancia asintótica bilateral de 0,018 el cual está por debajo del nivel de significancia establecida en la investigación de 0,05
4. Se estableció que la implementación del control topográfico aéreo tiene un costo asociado menor respecto de la aplicación del control topográfico terrestre, en razón que la prueba “t-

student” mostró una significancia asintótica bilateral de 0,048 el cuál es menor que nivel de significancia establecida en la investigación de 0,05.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los ingenieros y profesionales involucrados en los proyectos mineros considerar la adopción del control topográfico aéreo en proyectos mineros que involucren movimiento masivo de tierras, en razón que la presente investigación demostró que el control topográfico aéreo mejora significativamente la eficiencia, eficacia y reduce los costos asociados en comparación con el control topográfico terrestre.
2. Se recomienda a las empresas del sector minero evaluar la viabilidad de implementar sistemas y tecnologías de control topográfico aéreo en sus operaciones, en razón que la eficiencia y eficacia mejoradas, así como los costos asociados reducidos, pueden resultar en un aumento general en la rentabilidad y la sostenibilidad de los proyectos mineros.
3. Se recomienda encarecidamente a los investigadores, así como a la universidad en su conjunto, continuar explorando y desarrollando tecnologías avanzadas en el ámbito del control topográfico aéreo. Aunque la investigación actual ha demostrado beneficios tangibles, la continua evolución tecnológica ofrece oportunidades para mejorar aún más la eficiencia, la eficacia y la reducción de costos asociados. Estas iniciativas de investigación y desarrollo deben abarcar todos los campos de la ingeniería civil, como la construcción, la hidrología y la ingeniería vial, entre otros, para verificar su viabilidad y validez, tal como se ha demostrado en el estudio presente.

4. Se recomienda que en todo levantamiento fotogramétrico realizado con drones se integren levantamientos terrestres para optimizar la precisión de los resultados. Para proyectos de menor escala, se recomienda la colocación de al menos tres puntos de control, mientras que para proyectos de mayor envergadura se aconseja utilizar un mínimo de cinco Ground Control Points. Estos puntos de apoyo terrestres son esenciales para garantizar la exactitud y la confiabilidad de la información obtenida mediante la fotogrametría aérea con drones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, L., Ojeda, F., Reyes, E., Cabrera, A., Rodríguez, Y., & Cruz, J. (2022). *Pattern Polygon for the Development of Topography in Project Management . Case study University of Holguín*. 8, 666–681.
- Acre. (2020). *Topografía con drones en minería*. Fotogrametría En Minas: Captura Con Drones y Medición Con Software. <https://grupoacre.pe/catalogo-productos/topografia-con-drones-en-mineria/>
- Arteaga, L. (2021). OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DEL CICLO EN EL PROCESO DE ACARREO DE MINERAL MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN LINEAL, EN UNA UNIDAD MINERA EN LA REGION LA LIBERTAD. In *Ucv*. Universidad Privada del Norte.
- Basterra, I. (2011). *CÁTEDRA DE FOTOINTERPRETACIÓN: Principios de fotogrametría*. FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE.
- Bejarano, J., & Palomino, J. (2021a). *Análisis Comparativo Del Levantamiento Fotogramétrico Y Estación Total En El Diseño Geométrico De La Carretera De Evitamiento Progresiva 0+000 Al 3+837.26 Km – Otuzco, La Libertad, Perú 2021*. Universidad Privada Antenor Orrego.

- Bejarano, J., & Palomino, J. (2021b). *Análisis Comparativo Del Levantamiento Fotogramétrico Y Estación Total En El Diseño Geométrico De La Carretera De Evitamiento Progresiva 0+000 Al 3+837.26 Km – Otuzco, La Libertad, Perú 2021*. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Bejarano, J., & Palomino, J. (2022). *Análisis Comparativo Del Levantamiento Fotogramétrico Y Estación Total En El Diseño Geométrico De La Carretera De Evitamiento Progresiva 0+000 Al 3+837.26 Km – Otuzco, La Libertad, Perú 2021*. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Borja, M. (2022). *Optimización de los movimientos de tierras mediante modelos matemáticos - Carretera Chupuro- Huasicancha, Tramo KM 21+ 750 al KM 44+ 200, Provincia de Huancayo, Región Junín 2018*. Universidad Nacional Del Centro Del Perú.
- Braulio, V. (2016). *Principios básicos de la fotogrametría actual* (Issue Iso 14046).
- Buleje, B. (2022). *Levantamiento topográfico con scanner LiDAR Móvil IP-S2 para el mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado km 40 Antigua Panamericana Sur*.
- Campos, F. (2020). Sistema Visual Con Referencia De Apriltags Para Navegación De Un Drone. In *Academia Journals*. CIATEQ.
- Cardenas, A. (2020). Uso De Los Sistemas De Informacion Geografica Para Transformar Las Coordenadas Del Sistema Psad56 Al Sistema Geodésico Mundial 1984 De Los Predios Urbanos De La Ciudad De Huaraz, 2019. In *Universidad Peruana De Ciencias E Informática Escuela De Posgrado Tesis*. Universidad Peruana de Ciencias e Informática.
- Carpio, W. (2018). *Aplicación de software minero Minesight al planeamiento de corto plazo en minera a tajo abierto*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Catalão, J. (2000). Geodesia Física. *Terra*, 1–128.
- Claros, R., Guevara, A., & Pacas, N. (2016). *APLICACIÓN DE FOTOGAMETRÍA AÉREA EN LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS MEDIANTE EL USO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS* [Universidad de el Salvador]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14218/1/50108282.pdf>

- Corredor, J. (2015). *IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFIA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFIA CON DRONES PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE UNA VIA EN REHABILITACION SECTOR TULUA – RIO FRIO JUAN*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Cristóbal, C. (2023). *Aplicación de la fotogrametría con drones para movimiento de tierras en las unidades Atacocha y El Porvenir de la Compañía Nexa Resources* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/3514/1/T026_71234009_T.pdf
- De Carvalho Araújo, J. P., Barella, C. F., Zêzere, J. L., & Fernandes, N. F. (2023). Pre-failure topography implementation to predict landslides using a bivariate statistical model. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 24(3), 1–22. <https://doi.org/10.20502/rbgeomorfologia.v24i3.2305>
- Del Río, O., Espinoza, T., Sáenz, A., & Córtez, F. (2019). Levantamiento topográfico con drones. *Revista Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec Lerdo*, 1(5), 1–5.
- Duarte, C. (2013, April 1). *Introducción a las aplicaciones espaciales*. Introducción a Las Aplicaciones Espaciales. <https://haciaespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=5>
- Equipos Topografía. (2023, December 9). *Levantamiento Topográfico: Guía completa y técnicas*. Equipos Topográficos. <https://equipostopografia.com/topografia/levantamiento-topografico/>
- Escamilla, M. (2008). *Aplicación básica de los métodos científicos*. https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES38.pdf
- Fernández, S. (2019). *Influencia de los puntos de control sobre el terreno en la precisión de modelos digitales de superficies generados mediante fotogrametría aérea*. Universidad Politécnica de Madrid.

- Focussend. (2017). *Practical skills: PPK*. South. <https://app.focussend.com/focussend/EditorPreview/TemplateGenerate.aspx?guid=7e0e79a9-b0a8-4f0d-8510-423de32d7ff2>
- Frapial. (2023, March 1). *¿En qué consisten los movimientos de tierra en una obra? ¿Qué Son Los Movimientos de Tierra?* <https://www.frapial.com/en-que-consisten-los-movimientos-de-tierra-en-una-obra/>
- García, D. (2008). Sistema GNSS(Global Navigation Satellite System). In *Universidad Autonoma De Madrid*. Universidad Autonoma de Madrid.
- Gibaja, R., & Rojas, R. (2022). Propuesta de metodología de controles topográficos para taludes en la vía de la Costa Verde – bajada de Armendáriz en Miraflores para prevenir deslizamientos utilizando drones. *Univerisdad Peruana de Ciencias Aplicadas*.
- González, P. (2015). *Levantamiento mediante GPS de una red de puntos establecidos para correlacionar los distintos espacios de la universidad en el mismo sistema de coordenadas*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Guevara, M. (2021). *Comparación de precisión de levantamiento topográfico con la estación total y el drone en el tramo de la carretera caserío los Quispes al C.P. la Granja del distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca* [Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4546>
- Hernández, G., Camargo, C., Reyes, S., & Peña, J. (2020). *Análisis Comparativo De Levantamientos Topográficos: Tradicional Vs Gps* (Issue December). UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER.
- Huanachin, E., & León, B. (2021). *Evaluación de productividad del personal y reducción de tiempo en la ejecución de levantamientos topográficos tradicionales de mediana escala mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados (Phantom 4 Pro RTK) Caso de aplicación: Departamento de Lambaye*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- IGN. (n.d.). *BASE TOPOGRÁFICA NACIONAL (BTN)*.

- IGP. (2020). *Levantamiento topográfico mediante fotogrametría aérea con dron y mediciones GPS de Alto Larán y Río Chico, Ica. 511, 25.*
- Jimenez, N., Magaña, A., & Soriano, E. (2019). Análisis Comparativo Entre Levantamientos Topográficos Con Estación Total Como Método Directo Y El Uso De Drones Y Gps Como Métodos Indirectos. In *Universidad De El Salvador Facultad De Ingeniería Y Arquitectura Escuela De Ingeniería Civil Análisis*. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD.
- López, S. (2021). *Evaluación de sistemas PPK/RTK/NTRIP incorporados en UAV para la generación de ortomosaicos, MDT's y Cartografía a escala 1:1000 en el sector de La Vicentina*. Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Lorenzo, J. (2015). *Estadística Básica*.
<https://ansenuza.ffyh.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086.1/1348/Prueba%20t%20y%20AN%20OVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Losada, J. (2015). *Aplicación de la cartografía y de las tecnologías de información geográfica en la elaboración y seguimiento del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro*. 225–234.
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciaAmérica*, 3, 34–39.
- Mamani, J. (2014). *Localización y monitoreo de personas dentro de los límites del perímetro urbano con cobertura, basada en tecnología Gps/Gsm*. Universidad Mayor De San Andrés.
- Mendoza, J. (2020). Topografía y Geodesia. In *Editores Maraucano E.I.R.L.*
- Mendoza, J., & Mora, S. (2004). *Topografía práctica - Principios Basicos*. 22.
- MITMA. (n.d.). *Fotogrametría*.
- Oropeza, J. (2023). *Análisis comparativo de productos cartográficos elaborados a escala grande, obtenidos mediante fotogrametría con RPAS y topografía con tecnología GNSS – RTK*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Universidad.
- Ortiz, A., René, J., Ángeles, G., Birdsey, R., & Peduzzi, A. (2015). *Avances y perspectivas de geomática con aplicaciones ambientales, agrícolas y urbanas*. December.

- Pari, R., & Sedano, F. (2019). Analisis, Desarrollo Y Comparacion De Un Levantamiento Fotogrametrico Realizado Con Un Rpa Frente a Un Levantamiento Topografico Convencional realizado con gnss-Mina Barrick, 2018. In *Universidad Privada del Norte*. Universidad Privada Del Norte.
- Pavón, V., & Jiménez, A. (2014). *Instalación de red geodésica secundaria en el casco urbano del Municipio de Masatepe, Departamento de Masaya, Septiembre 2014*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Pérez, J. (2001). *Apuntes de Fotogrametría III*.
- Pinzón, E. (2019). Procesamiento de levantamientos topográficos en sectores rurales por medio de drone. In *Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab* (Vol. 1, Issue 1). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Qiu, X., Yang, D., Liao, S., Wang, S., & Li, Y. (2024). Image moment extraction based aerial photo selection for UAV high-precision geolocation without GPS. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 226(2), 114141. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.114141>
- Ramírez, H. (2013). *Restitución fotogramétrica a partir de fotografía aérea de pequeño formato*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
- Rodriguez, M. (2021). *Comparación entre los software pix4d y agisoft metashape de los productos fotogramétricos de la estación del metropolitano plaza de flores e intersección de sus vías Barranco - Lima, 2021*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Sánchez, C. (2023). Las pruebas de normalidad. *Instituto Nacional de Metrología de Colombia, 1*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.23329.48483>
- Sanchez, I. (2017a). Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con el dron en la Plaza San Luis 2017. In *Universidad Privada del Norte*. Universidad César Vallejo.
- Sanchez, I. (2017b). Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con el dron en la Plaza San Luis 2017. In *Universidad Privada del Norte*. Universidad César Vallejo.

- Santamaría, J., & Sanz, T. (2005). *Manual de prácticas de topografía y cartografía*. <https://doi.org/ISBN:84-689-4103-4>
- Sedano, F., & Pari, R. (2018). Ventajas en los levantamientos topográficos con el uso de vehículos aéreos no tripulados (uav). In *Universidad Privada del Norte*. Universidad Privada del Norte.
- Settin, V., Rodríguez, F., & Alvariza, G. (2019). *Comparación de resultados topográficos altimétricos en el relevamiento de una cantera, utilizando Drone fotogramétrico, Drone RTK/PPK y estación escáner*. Universidad de la República Uruguay.
- Silva, C. (2022). *Estudio de la coexistencia entre las mega constelaciones satelitales de órbita baja*. Centro de Investigación y de estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Tiktin, J. (1997). *Movimiento de tierras*.
- Vásquez, A. (2021). *Análisis del volumen de material apilado obtenido de un levantamiento topográfico con drone comparado con el volumen obtenido de un levantamiento topográfico con estación total*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Yhama, D. (2010). La imagen flotante: principios sobre estereoscopia. In *International Journal of Development and Management Review* (Vol. 5, Issue 1). Pontificia Universidad Javeriana.
- Yomona, S. (2021). *Comparación De Precisión Realizada Con Drone Respecto Al Método Tradicional En Un Relieve Semi Montañoso Del A.H. Nuevo Progreso, Provincia De Chiclayo, Departamento De Lambayeque, 2019*. Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

ANEXO 2: Panel fotográfico

ANEXO 3: Calculo de errores

ANEXO 4: Análisis de costos y eficiencia

ANEXO 5: Evaluación de desempeño

ANEXO 6: Certificado de operatividad

ANEXO 7: Constancia de autorización – DATCO

ANEXO 8: Planos

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>¿Qué efecto tendrá el control topográfico aéreo en el desempeño en el movimiento masivo de tierras?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el efecto del control topográfico aéreo en el desempeño en el movimiento masivo de tierras.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El control topográfico aéreo mejorará de forma significativa tanto la eficiencia, eficacia y los costos asociados del desempeño de movimiento masivo de tierras.</p>		<p>Dimensión 01: precisión.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Error obtenido. ➤ Error en altura. ➤ Error en coordenada. 	<p>Perspectiva Metodológica</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuantitativo
			<p>Variable independiente (VI):</p> <p>“control topográfico aéreo”</p>	<p>Dimensión 02: eficiencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Área de barrido. ➤ Tiempo de barrido. 	<p>Diseño</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ No Experimental
<p>Problemas específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué efecto tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión eficiencia del desempeño del movimiento masivo de tierras? 2. ¿Qué efecto tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión eficacia del desempeño del movimiento masivo de tierras? 3. ¿Qué efecto tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión costos asociados del desempeño del movimiento masivo de tierras? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar el efecto que tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión eficiencia del desempeño del movimiento masivo de tierras. 2. Determinar el efecto que tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión eficacia del desempeño del movimiento masivo de tierras. 3. Determinar el efecto que tendrá el control topográfico aéreo respecto del control topográfico terrestre en la dimensión costos asociados del desempeño del movimiento masivo de tierras. 	<p>Hipótesis específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en la eficiencia del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre. 2. El control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en la eficacia del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre. 3. El control topográfico aéreo incidirá de forma positiva en los costos de operación del desempeño de movimiento masivo de tierras respecto de la aplicación del control topográfico terrestre. 	<p>Variable dependiente (VD):</p> <p>“desempeño del movimiento masivo de tierras”</p>	<p>Dimensión 03: costos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Costo de operación. ➤ Costo de equipo. ➤ Costo de mantenimiento 	<p>Tipo de Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Descriptiva ➤ Aplicativa ➤ Longitudinal
				<p>Dimensión 01: eficiencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Área de Avance. ➤ Volumen de tierra removido (corte). ➤ Volumen de tierra conformada (relleno). 	<p>Población y Muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Población: Todos los trabajos de movimiento de masivo de tierras ➤ Muestra: Los trabajos de movimiento masivo de tierras que conforman el proyecto minero en estudio ejecutado por la empresa DATCO S&H
				<p>Dimensión 02: eficacia.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Porcentaje de área de avance. ➤ Porcentaje de corte ejecutado. ➤ Porcentaje de relleno ejecutado. 	<p>Técnicas e Instrumentación</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Técnica: La observación de campo. ➤ Instrumentación: está conformada por Protocolo o Guía de levantamiento terrestre Protocolo o Guía de levantamiento con drones Procedimiento de trabajo para de levantamiento terrestre y con drones
				<p>Dimensión 03: costos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Costos de remoción y conformación de tierras. 	

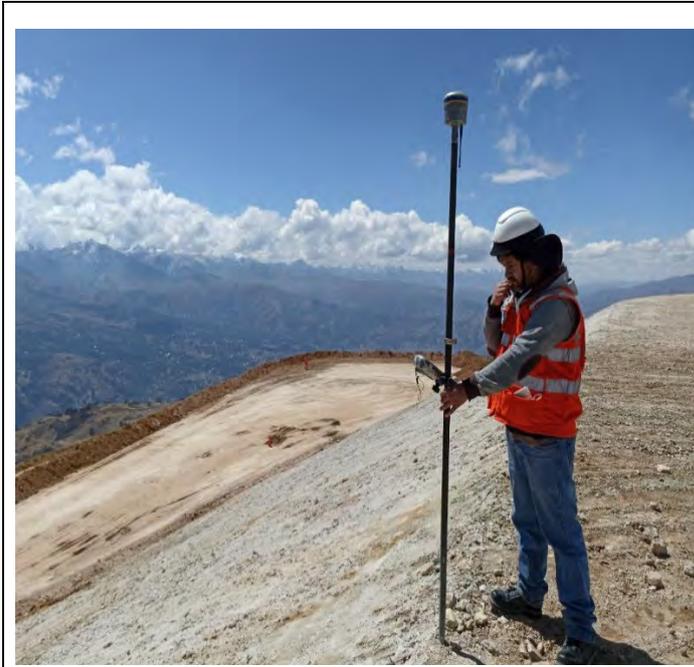
ANEXO N° 02: PANEL FOTOGRÁFICO



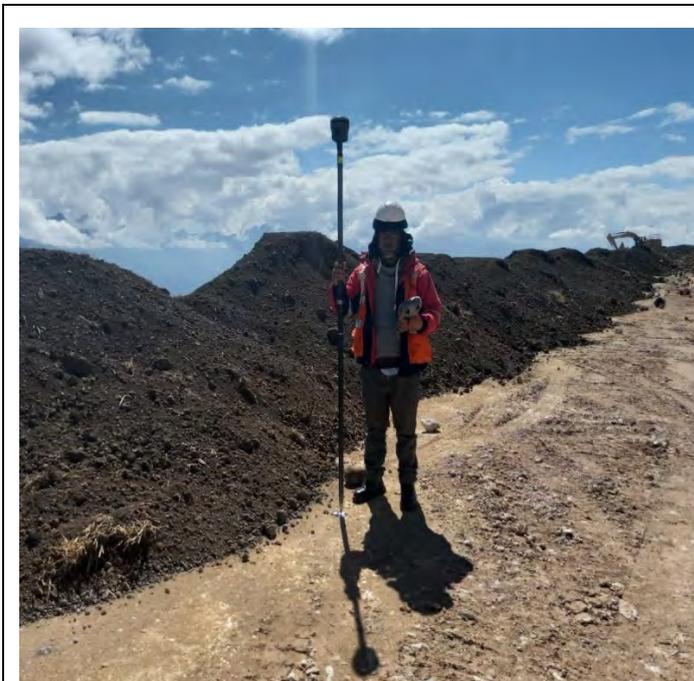
ANEXO N° 02: PANEL FOTOGRÁFICO

1.1. TRABAJOS DE CAMPO

1.1.1. Levantamiento Tradicional



Levantamiento superficial con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, Levantamiento de zonas liberadas en banqueta 01.



Levantamiento superficial con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, Levantamiento avance de corte y relleno en zonas de banqueta.



Levantamiento superficial con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, Levantamiento de zonas liberadas en talud inferior de la banquetta 01.



Levantamiento superficial con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, Levantamiento avance de corte y relleno en zonas de talud.



Levantamiento superficial con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, Levantamiento de áreas liberadas de corte y relleno en zonas de banquetas.



Levantamiento superficial con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, Levantamiento avance de corte y relleno en zonas de talud.



Levantamiento superficial con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, Levantamiento avance de corte y relleno en zonas de talud.



Levantamiento superficial con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, Levantamiento avance de corte y relleno en zonas de talud.

1.1.2. Levantamiento Aéreo



Levantamiento de puntos de fotocontrol con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, estos puntos de fotocontrol son para verificar la precisión y error del procesamiento fotogramétrico.



Levantamiento de puntos de fotocontrol con receptor rover GNSS TRIMBLE R10 en modo RKT y colector TRIMBLE TSC3, estos puntos de fotocontrol son para verificar la precisión y error del procesamiento fotogramétrico.



Lectura de coordenadas de punto BM con receptor GNSS para ubicación de estación base.



Instalación de receptor GNSS en modo base para toma de datos estáticos, la ubicación de receptor base es en el punto BM.



Modo de levantamiento aéreo empleado para la toma de datos es en PPK (KINEMATIC POSTPROCESADO).

Para este trabajo se utilizó un receptor GNSS en modo base de la marca TRIMBLE R10 y un dron profesional RTK/PPK para trabajos topográficos de la marca DJI modelo MAVIC 3 ENTERPRISE



Levantamiento aéreo con dron MAVIC 3 ENTERPRISE modo PPK, este modo de vuelo requiere de un post procesa para georreferenciación sin la necesidad de puntos de apoyo.

1.2. TRABAJO DE GABINETE

1.2.1. Pre Proceso

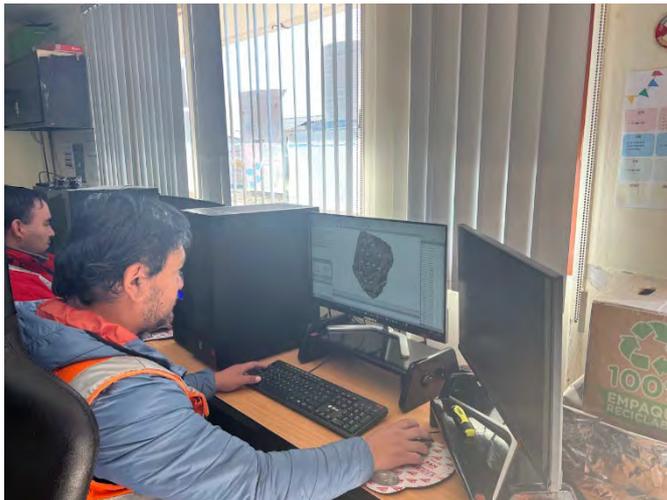
	<p>Para realizar el levantamiento aéreo se empieza definiendo los sectores de vuelo o planes de vuelo donde estimamos las áreas de levantamiento, altura de vuelo y tiempo.</p>
---	---

	<p>Verificación, Calibración y mantenimiento de equipos antes de levantamiento aéreo.</p>
---	---

1.2.2. Post Proceso



Georreferenciación de vuelos tomados en modo PPK mediante datos RINEX de estación base y archivos OBS y Navegación del dron.



Procesamiento de Levantamiento aéreo con imágenes geoetiquetadas en post proceso para la obtención de ortofotos, nube de puntos y modelo digital de elevaciones (DEM).



Modelamiento de superficies con levantamiento superficial y levantamiento aéreo.

Se calculan los metrados obtenidos con cada tipo de levantamiento



Características de equipo utilizado para el procesamiento fotogramétrico:

- Sistema Operativo Windows 64 bit
- RAM 16 GB
- CPU AMD Ryzen 7 7700X 8-Core Processor
- GPU(s) AMD Radeon(TM) Graphics (gfx1036) NVIDIA GeForce RTX 3060

ANEXO N° 03: CÁLCULO DE ERRORES

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-01** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/08/2022**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **125.00 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-1	215662.772	8953644.128	4279.461	215662.773	8953644.132	4279.47078
PC-2	215675.962	8953882.911	4277.829	215675.956	8953882.919	4277.82353
PC-3	215536.564	8953721.427	4237.327	215536.562	8953721.425	4237.31899
PC-4	215805.055	8953901.032	4237.476	215805.054	8953901.026	4237.47125
PC-5	215600.506	8953981.038	4255.854	215600.511	8953981.040	4255.85815

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empleará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} X_I - \bar{X} \\ Y_I - \bar{Y} \\ Z_I - \bar{Z} \end{aligned}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} (X_I - \bar{X})^2 \\ (Y_I - \bar{Y})^2 \\ (Z_I - \bar{Z})^2 \end{aligned}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICIONAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_I - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_I - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_I - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_I - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_I - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_I - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-1	-0.00088	-0.00405	-0.00978	-0.00392	-0.00860	-0.01622	0.00001536	0.00007400	0.00026294
PC-2	0.00575	-0.00785	0.00547	0.00271	-0.01240	-0.00096	0.00000732	0.00015381	0.00000092
PC-3	0.00195	0.00248	0.00801	-0.00109	-0.00207	0.00158	0.00000119	0.00000428	0.00000249
PC-4	0.00148	0.00597	0.00475	-0.00156	0.00142	-0.00168	0.00000244	0.00000202	0.00000283
PC-5	-0.00515	-0.00242	-0.00415	-0.00819	-0.00697	-0.01058	0.00006702	0.00004861	0.00011196
SUMA	0.01520	0.02277	0.03217						
PROMEDIO $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$	0.00304	0.00455	0.00643						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00001867	0.00005654	0.00007623

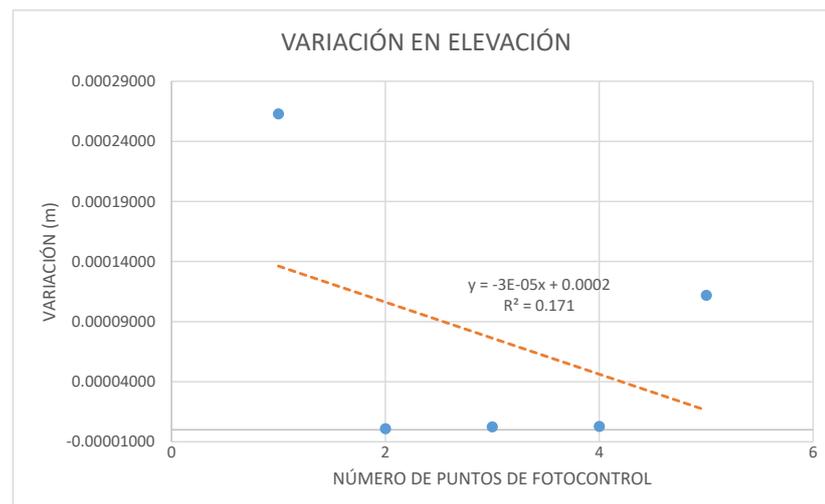
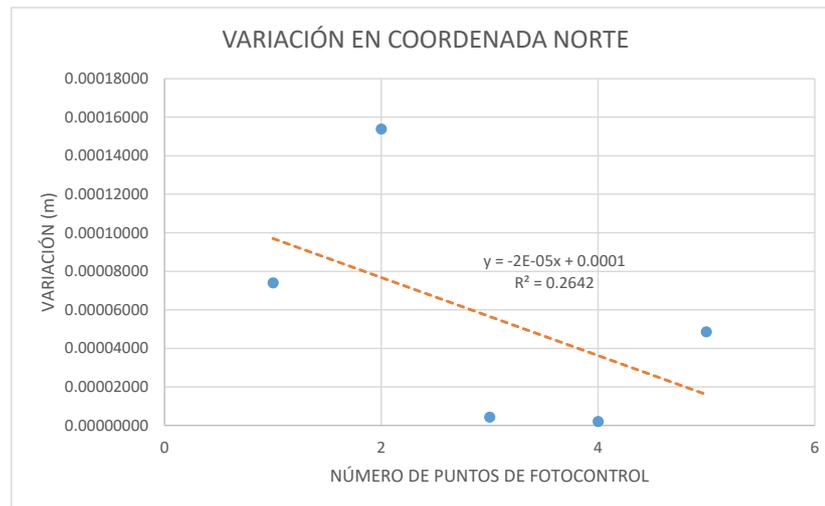
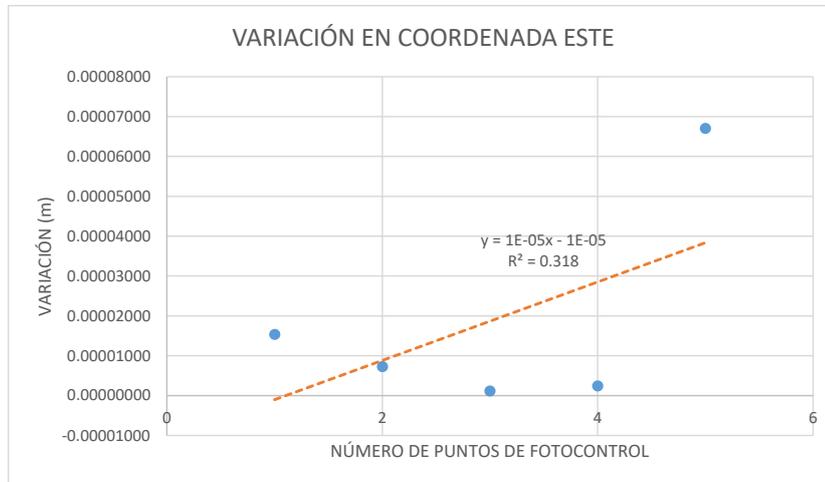
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.00483	0.00841	0.00976

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-01** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/08/2022**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **125.00 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-02** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/09/2022**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **125.00 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-1	215662.772	8953644.128	4279.461	215662.773	8953644.132	4279.47090
PC-2	215675.962	8953882.911	4277.829	215675.947	8953882.917	4277.81065
PC-3	215536.564	8953721.427	4237.327	215536.563	8953721.416	4237.31936
PC-4	215805.055	8953901.032	4237.476	215805.044	8953901.025	4237.46229
PC-5	215600.506	8953981.038	4255.854	215600.521	8953981.039	4255.87009

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empleará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} X_I - \bar{X} \\ Y_I - \bar{Y} \\ Z_I - \bar{Z} \end{aligned}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} (X_I - \bar{X})^2 \\ (Y_I - \bar{Y})^2 \\ (Z_I - \bar{Z})^2 \end{aligned}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICIONAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_I - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_I - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_I - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_I - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_I - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_I - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-1	-0.00100	-0.00397	-0.00990	-0.00962	-0.00994	-0.02304	0.00009251	0.00009888	0.00053073
PC-2	0.01490	-0.00645	0.01835	0.00628	-0.01242	0.00521	0.00003940	0.00015432	0.00002716
PC-3	0.00132	0.01148	0.00764	-0.00731	0.00551	-0.00550	0.00005338	0.00003032	0.00003022
PC-4	0.01068	0.00690	0.01371	0.00206	0.00093	0.00057	0.00000424	0.00000086	0.00000033
PC-5	-0.01522	-0.00105	-0.01609	-0.02384	-0.00702	-0.02922	0.00056844	0.00004927	0.00085406
SUMA	0.04311	0.02985	0.06569						
PROMEDIO $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$	0.00862	0.00597	0.01314						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00015159	0.00006673	0.00028850

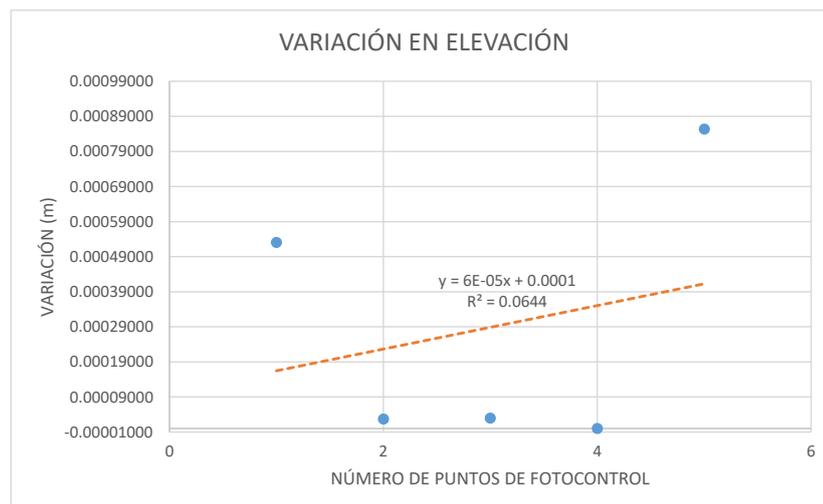
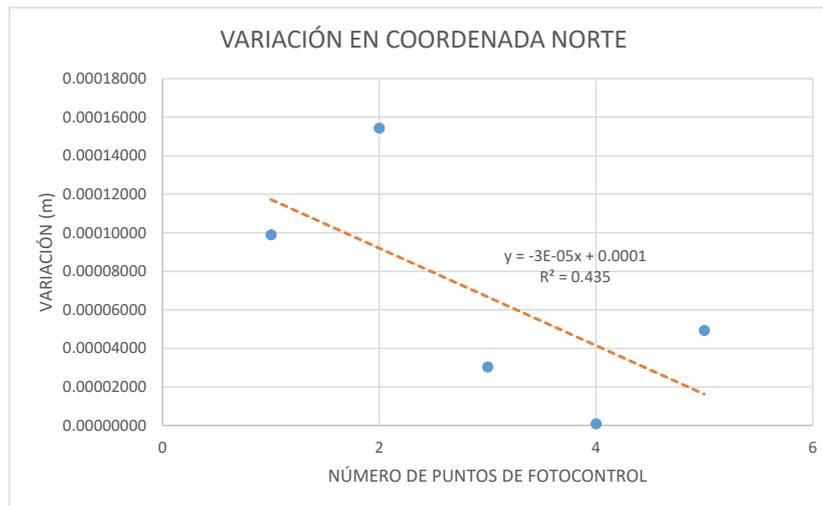
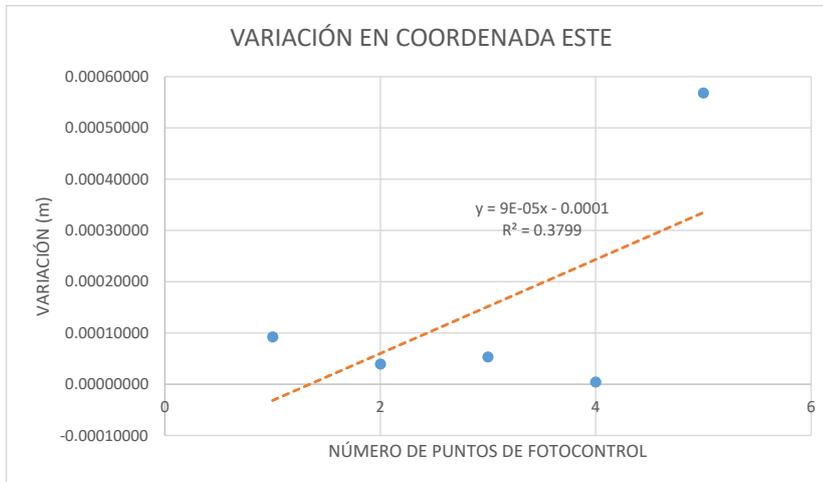
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.01377	0.00913	0.01899

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-02** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/09/2022**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **125.00 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-03** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/10/2022**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **105.72** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-1	215384.740	8954103.725	4196.860	215384.725	8954103.729	4196.86261
PC-2	215533.830	8954190.184	4235.501	215533.824	8954190.139	4235.49501
PC-4	215695.206	8954134.883	4223.193	215695.262	8954134.851	4223.19384
PC-5	215833.747	8953934.905	4221.341	215833.720	8953934.894	4221.35791
PC-6	215575.074	8953940.523	4253.378	215575.056	8953940.540	4253.37119
PC-7	215399.147	8953924.533	4213.810	215399.136	8953924.546	4213.80792
PC-8	215448.499	8953810.464	4217.467	215448.482	8953810.477	4217.45323
PC-9	215607.984	8953832.324	4276.270	215607.973	8953832.352	4276.27297
PC-10	215424.578	8953665.613	4198.969	215424.578	8953665.618	4198.97312
PC-11	215592.020	8953694.848	4258.870	215592.018	8953694.860	4258.86813
PC-12	215428.137	8953512.442	4191.750	215428.189	8953512.440	4191.75306

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empleará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{matrix} X_i - \bar{X} \\ Y_i - \bar{Y} \\ Z_i - \bar{Z} \end{matrix}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{matrix} (X_i - \bar{X})^2 \\ (Y_i - \bar{Y})^2 \\ (Z_i - \bar{Z})^2 \end{matrix}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICIONAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_i - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_i - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_i - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_i - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_i - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_i - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-1	0.01501	-0.00410	-0.00261	-0.00473	-0.02049	-0.00816	0.00002	0.00042	0.00007
PC-2	0.00623	0.04490	0.00599	-0.01352	0.02851	0.00044	0.00018	0.00081	0.00000
PC-4	-0.05638	0.03217	-0.00084	-0.07613	0.01578	-0.00639	0.00580	0.00025	0.00004
PC-5	0.02685	0.01074	-0.01691	0.00710	-0.00566	-0.02246	0.00005	0.00003	0.00050
PC-6	0.01837	-0.01696	0.00681	-0.00137	-0.03336	0.00126	0.00000	0.00111	0.00000
PC-7	0.01139	-0.01255	0.00208	-0.00836	-0.02895	-0.00347	0.00007	0.00084	0.00001
PC-8	0.01689	-0.01259	0.01377	-0.00286	-0.02899	0.00822	0.00001	0.00084	0.00007
PC-9	0.01146	-0.02760	-0.00297	-0.00829	-0.04400	-0.00852	0.00007	0.00194	0.00007
PC-10	0.00033	-0.00461	-0.00412	-0.01941	-0.02101	-0.00967	0.00038	0.00044	0.00009
PC-11	0.00206	-0.01176	0.00187	-0.01768	-0.02815	-0.00368	0.00031	0.00079	0.00001
PC-12	-0.05220	0.00236	-0.00306	-0.07195	-0.01404	-0.00861	0.00518	0.00020	0.00007
SUMA	0.21717	0.18035	0.06104						
PROMEDIO $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$	0.01974	0.01640	0.00555						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00110	0.00070	0.00009

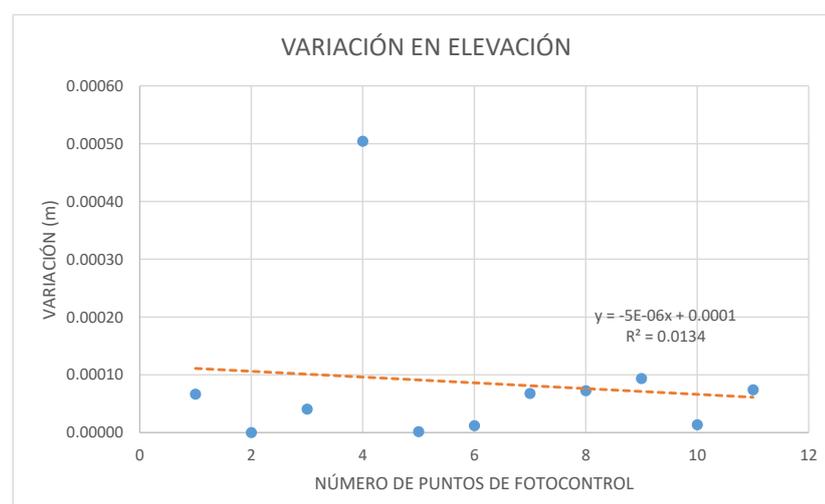
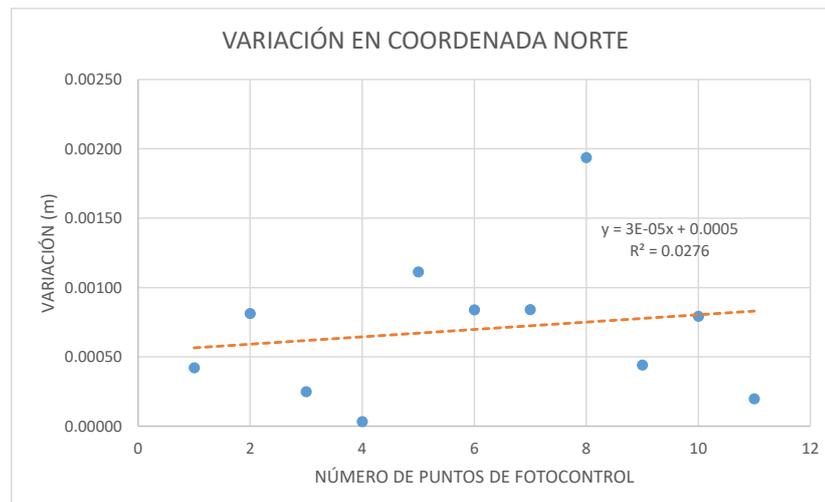
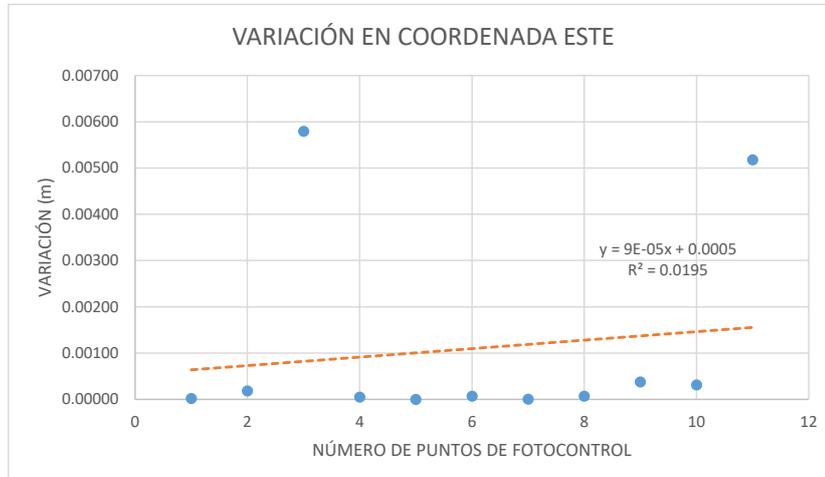
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.03473	0.02770	0.00973

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-03** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/10/2022**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **105.72** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES Nº de Reporte : VAL-04 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/11/2022

Asesor : MTR. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Área de Levan. : 77.24 Ha Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-1	215432.250	8953976.831	4219.127	215432.245	8953976.819	4219.125
PC-2	215482.723	8953946.604	4233.549	215482.719	8953946.604	4233.549
PC-3	215490.896	8953738.223	4223.176	215490.901	8953738.223	4223.178
PC-4	215511.050	8953441.112	4219.381	215511.044	8953441.116	4219.380
PC-5	215727.624	8953467.478	4220.402	215727.624	8953467.479	4220.403
PC-6	215865.030	8953552.780	4220.550	215865.026	8953552.771	4220.549
PC-7	215892.663	8953494.981	4202.093	215892.671	8953494.989	4202.093
PC-8	215716.551	8953417.848	4209.668	215716.553	8953417.855	4209.671
PC-12	215439.196	8953634.708	4198.366	215439.191	8953634.705	4198.365
PC-13	215401.957	8953825.403	4206.694	215401.953	8953825.406	4206.692
PC-14	215886.402	8953857.040	4223.616	215886.401	8953857.040	4223.616
PC-15	215979.563	8953638.916	4218.701	215979.565	8953638.908	4218.701
PC-16	216059.176	8953619.730	4196.508	216059.176	8953619.734	4196.507
PC-17	216074.837	8953774.219	4200.707	216074.838	8953774.220	4200.707
PC-19	215593.482	8954168.044	4231.152	215593.489	8954168.021	4231.155
PC-20	215673.061	8954141.707	4224.823	215673.081	8954141.720	4224.819
PC-21	215650.988	8954058.188	4241.535	215650.989	8954058.212	4241.535
PC-22	215579.706	8954086.138	4240.400	215579.701	8954086.125	4240.401
PC-23	215540.503	8954022.989	4242.009	215540.491	8954022.974	4242.012
PC-24	215569.301	8953952.660	4251.677	215569.302	8953952.677	4251.677

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empleará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{matrix} X_i - \bar{X} \\ Y_i - \bar{Y} \\ Z_i - \bar{Z} \end{matrix}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{matrix} (X_i - \bar{X})^2 \\ (Y_i - \bar{Y})^2 \\ (Z_i - \bar{Z})^2 \end{matrix}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICIONAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_i - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_i - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_i - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_i - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_i - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_i - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-1	0.00501	0.01153	0.00198	0.00036	0.00331	0.00066	0.00000	0.00001	0.00000
PC-2	0.00361	0.00006	0.00002	-0.00103	-0.00816	-0.00130	0.00000	0.00007	0.00000
PC-3	-0.00475	-0.00001	-0.00173	-0.00939	-0.00823	-0.00304	0.00009	0.00007	0.00001
PC-4	0.00645	-0.00394	0.00096	0.00180	-0.01216	-0.00036	0.00000	0.00015	0.00000
PC-5	0.00013	-0.00116	-0.00086	-0.00452	-0.00938	-0.00218	0.00002	0.00009	0.00000
PC-6	0.00372	0.00944	0.00146	-0.00092	0.00122	0.00014	0.00000	0.00000	0.00000
PC-7	-0.00770	-0.00815	-0.00034	-0.01234	-0.01637	-0.00166	0.00015	0.00027	0.00000
PC-8	-0.00194	-0.00678	-0.00266	-0.00658	-0.01500	-0.00398	0.00004	0.00022	0.00002
PC-12	0.00540	0.00285	0.00115	0.00075	-0.00537	-0.00016	0.00000	0.00003	0.00000
PC-13	0.00419	-0.00279	0.00189	-0.00046	-0.01101	0.00057	0.00000	0.00012	0.00000
PC-14	0.00107	-0.00023	0.00026	-0.00358	-0.00845	-0.00105	0.00001	0.00007	0.00000
PC-15	-0.00168	0.00763	0.00030	-0.00632	-0.00059	-0.00101	0.00004	0.00000	0.00000
PC-16	0.00010	-0.00444	0.00052	-0.00455	-0.01266	-0.00080	0.00002	0.00016	0.00000
PC-17	-0.00141	-0.00072	0.00039	-0.00606	-0.00894	-0.00092	0.00004	0.00008	0.00000
PC-19	-0.00730	0.02317	-0.00321	-0.01195	0.01495	-0.00452	0.00014	0.00022	0.00002
PC-20	-0.02029	-0.01324	0.00372	-0.02494	-0.02146	0.00241	0.00062	0.00046	0.00001
PC-21	-0.00089	-0.02363	-0.00002	-0.00553	-0.03185	-0.00133	0.00003	0.00101	0.00000
PC-22	0.00487	0.01282	-0.00090	0.00023	0.00460	-0.00221	0.00000	0.00002	0.00000
PC-23	0.01193	0.01470	-0.00343	0.00728	0.00648	-0.00475	0.00005	0.00004	0.00002
PC-24	-0.00053	-0.01712	0.00050	-0.00518	-0.02534	-0.00082	0.00003	0.00064	0.00000
SUMA	0.09295	0.16439	0.02630						
PROMEDIO ($\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$)	0.00465	0.00822	0.00131						

Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES Nº de Reporte : VAL-04 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/11/2022

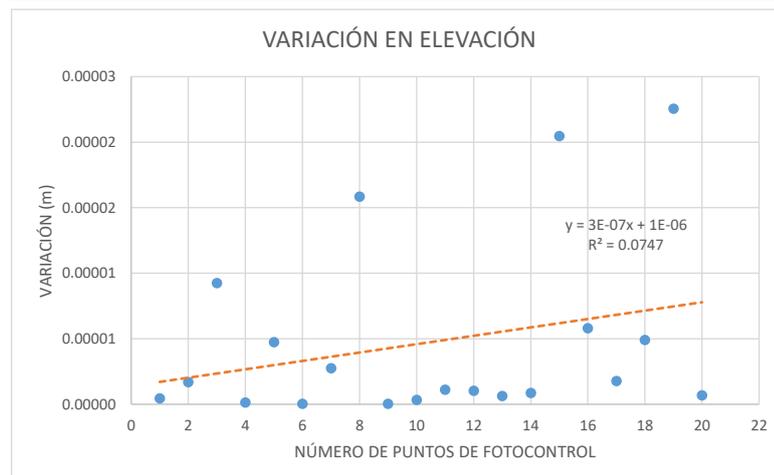
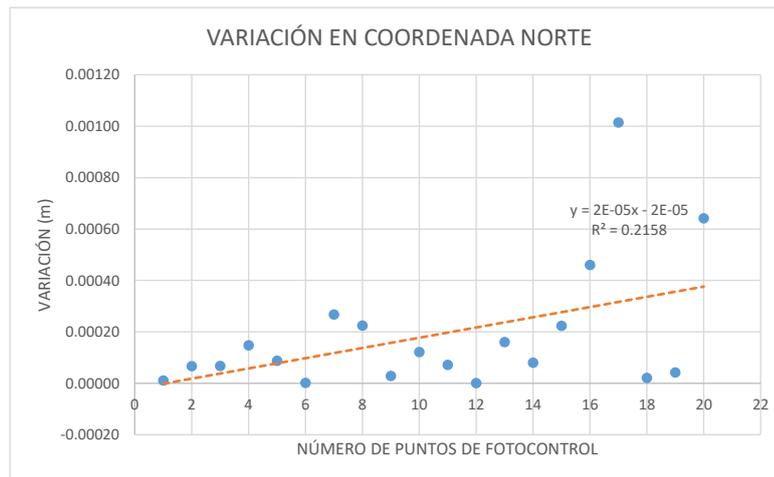
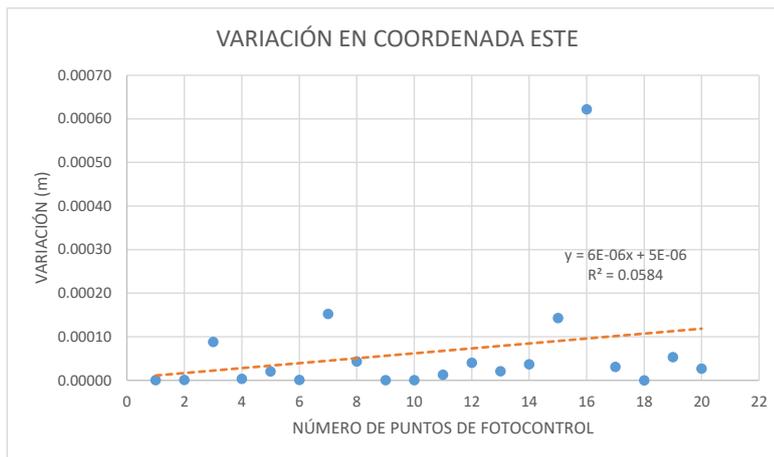
Asesor : MTR. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Area de Levan. : 77.24 Ha Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00003	0.00010	0.00000

$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.00569	0.01047	0.00190

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-05** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/12/2022**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **236.32 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
P1	215631.668	8953838.662	4279.864	215631.704	8953838.630	4279.88196
P2	215721.601	8953810.753	4278.496	215721.555	8953810.763	4278.48515
P3	216303.005	8953452.880	4114.196	216303.019	8953452.859	4114.18407
P4	215569.027	8953072.379	4123.200	215569.024	8953072.378	4123.20620
P5	216225.341	8953339.554	4093.739	216225.339	8953339.584	4093.75163
P6	215602.606	8953159.296	4155.947	215602.601	8953159.297	4155.93949
P7	215535.092	8954072.881	4241.118	215535.097	8954072.894	4241.11510

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empleará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} X_I - \bar{X} \\ Y_I - \bar{Y} \\ Z_I - \bar{Z} \end{aligned}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} (X_I - \bar{X})^2 \\ (Y_I - \bar{Y})^2 \\ (Z_I - \bar{Z})^2 \end{aligned}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICIONAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_I - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_I - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_I - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_I - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_I - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_I - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
P1	-0.03648	0.03213	-0.01796	-0.05233	0.01682	-0.02847	0.00274	0.00028	0.00081
P2	0.04553	-0.01022	0.01085	0.02969	-0.02553	0.00034	0.00088	0.00065	0.00000
P3	-0.01439	0.02064	0.01193	-0.03024	0.00533	0.00141	0.00091	0.00003	0.00000
P4	0.00297	0.00081	-0.00620	-0.01287	-0.01450	-0.01671	0.00017	0.00021	0.00028
P5	0.00232	-0.02956	-0.01263	-0.01353	-0.04487	-0.02314	0.00018	0.00201	0.00054
P6	0.00463	-0.00076	0.00751	-0.01121	-0.01607	-0.00300	0.00013	0.00026	0.00001
P7	-0.00458	-0.01305	0.00650	-0.02043	-0.02836	-0.00401	0.00042	0.00080	0.00002
SUMA	0.11091	0.10718	0.07359						
PROMEDIO $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$	0.01584	0.01531	0.01051						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00078	0.00061	0.00024

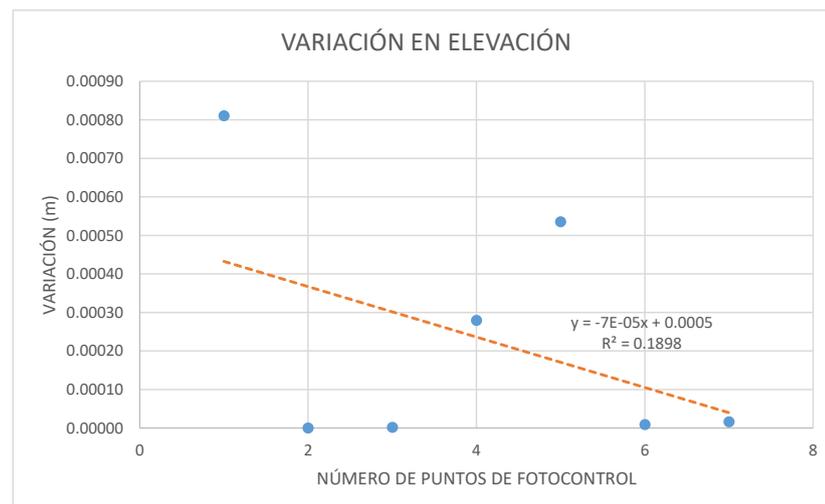
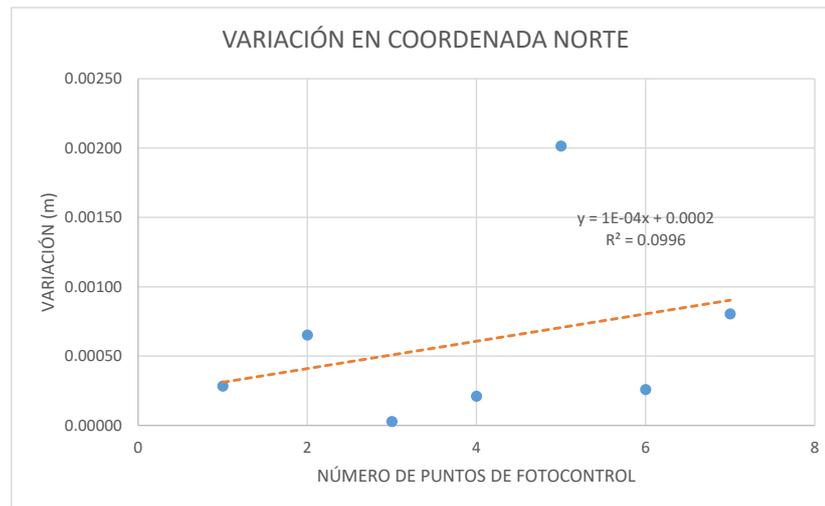
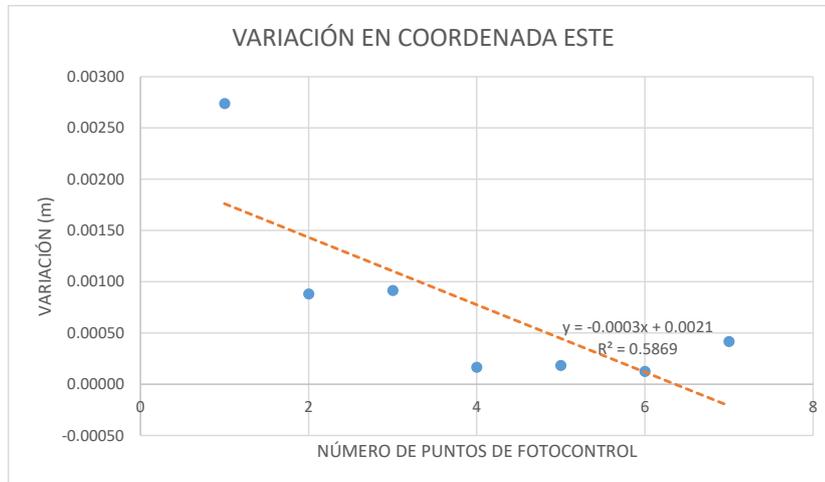
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.03007	0.02661	0.01660

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-05** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/12/2022**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **236.32 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-06** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/01/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **257.45 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-1	215365.194	8954021.157	4195.502	215365.215	8954021.135	4195.57589
PC-3	215293.159	8953589.040	4144.184	215293.157	8953589.023	4144.17189
PC-4	215479.778	8953722.037	4217.409	215479.748	8953722.015	4217.36766
PC-5	215721.601	8953810.753	4278.496	215721.679	8953810.803	4278.45925
PC-6	215361.379	8953225.605	4138.088	215361.383	8953225.597	4138.05859
PC-7	215577.146	8953442.620	4239.832	215577.104	8953442.629	4239.77234
PC-8	215921.588	8953723.155	4238.956	215921.561	8953723.157	4238.96606
PC-9	215576.053	8953069.437	4123.111	215576.049	8953069.439	4123.11611
PC-10	216303.005	8953452.880	4114.196	216303.007	8953452.885	4114.19567

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empleará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} X_i - \bar{X} \\ Y_i - \bar{Y} \\ Z_i - \bar{Z} \end{aligned}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} (X_i - \bar{X})^2 \\ (Y_i - \bar{Y})^2 \\ (Z_i - \bar{Z})^2 \end{aligned}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICIONAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_i - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_i - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_i - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_i - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_i - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_i - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-1	-0.02090	0.02182	-0.07389	-0.04428	0.00652	-0.10375	0.00196	0.00004	0.01076
PC-3	0.00162	0.01713	0.01211	-0.02176	0.00183	-0.01774	0.00047	0.00000	0.00031
PC-4	0.03044	0.02214	0.04134	0.00706	0.00683	0.01149	0.00005	0.00005	0.00013
PC-5	-0.07816	-0.04964	0.03675	-0.10154	-0.06495	0.00690	0.01031	0.00422	0.00005
PC-6	-0.00384	0.00778	0.02941	-0.02722	-0.00753	-0.00045	0.00074	0.00006	0.00000
PC-7	0.04208	-0.00936	0.05966	0.01870	-0.02467	0.02981	0.00035	0.00061	0.00089
PC-8	0.02722	-0.00211	-0.01006	0.00384	-0.01742	-0.03991	0.00001	0.00030	0.00159
PC-9	0.00384	-0.00239	-0.00511	-0.01954	-0.01769	-0.03496	0.00038	0.00031	0.00122
PC-10	-0.00232	-0.00536	0.00033	-0.02570	-0.02066	-0.02952	0.00066	0.00043	0.00087
SUMA	0.21042	0.13774	0.26866						
PROMEDIO $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$	0.02338	0.01530	0.02985						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00166	0.00067	0.00176

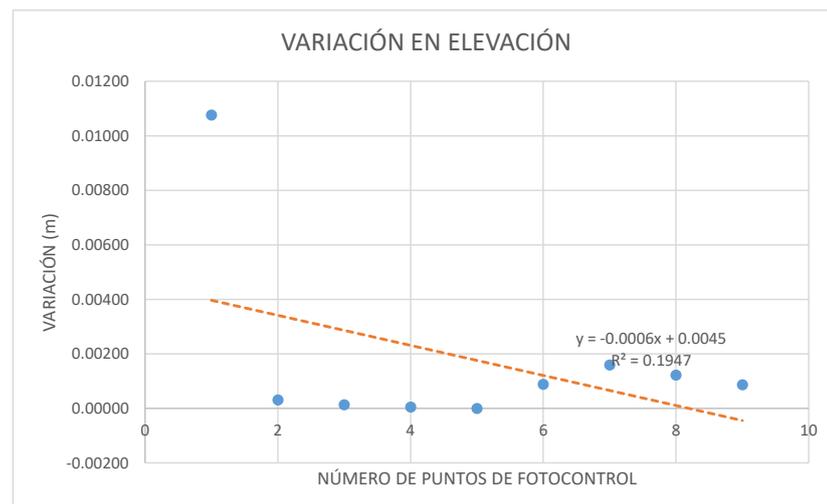
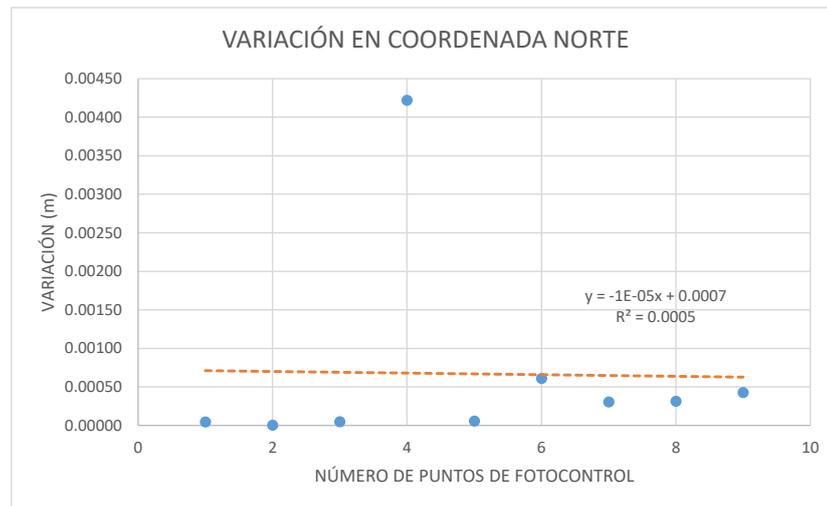
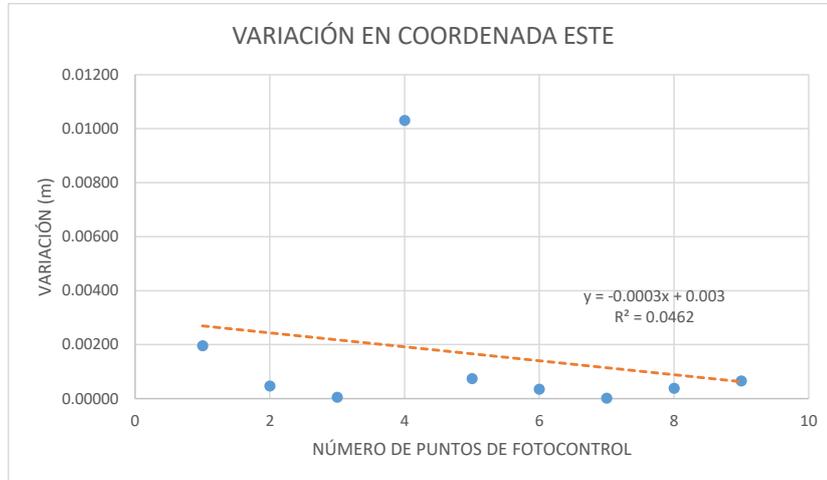
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.04322	0.02743	0.04449

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-06** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/01/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **257.45 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-07** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/02/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **341.10 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-1	216304.054	8953338.850	4092.650	216304.054	8953338.851	4092.65090
PC-2	215318.776	8953212.995	4140.906	215318.776	8953212.996	4140.90577
PC-3	215960.640	8954067.344	4159.698	215960.639	8954067.345	4159.69672
PC-4	215496.029	8954173.954	4238.880	215496.029	8954173.955	4238.88071
PC-5	215714.295	8953586.861	4260.303	215714.296	8953586.858	4260.30289

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empeará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} X_I - \bar{X} \\ Y_I - \bar{Y} \\ Z_I - \bar{Z} \end{aligned}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} (X_I - \bar{X})^2 \\ (Y_I - \bar{Y})^2 \\ (Z_I - \bar{Z})^2 \end{aligned}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICINAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_I - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_I - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_I - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_I - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_I - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_I - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-1	0.00028	-0.00086	-0.00090	-0.00025	-0.00216	-0.00155	0.00000006	0.00000466	0.00000240
PC-2	0.00040	-0.00088	0.00023	-0.00014	-0.00218	-0.00042	0.00000002	0.00000475	0.00000018
PC-3	0.00066	-0.00065	0.00128	0.00012	-0.00195	0.00063	0.00000001	0.00000381	0.00000040
PC-4	-0.00039	-0.00085	-0.00071	-0.00093	-0.00215	-0.00136	0.00000087	0.00000460	0.00000185
PC-5	-0.00095	0.00324	0.00011	-0.00148	0.00195	-0.00053	0.00000220	0.00000379	0.00000028
SUMA	0.00268	0.00649	0.00323						
PROMEDIO $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$	0.00054	0.00130	0.00065						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00000063	0.00000432	0.00000102

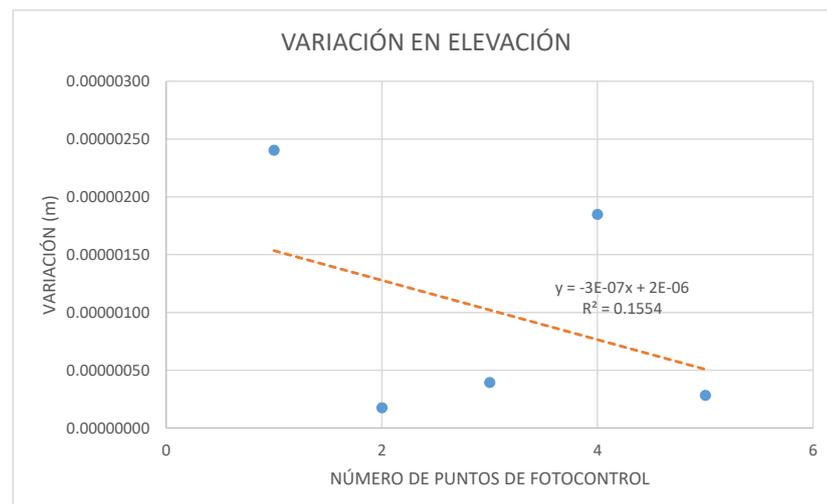
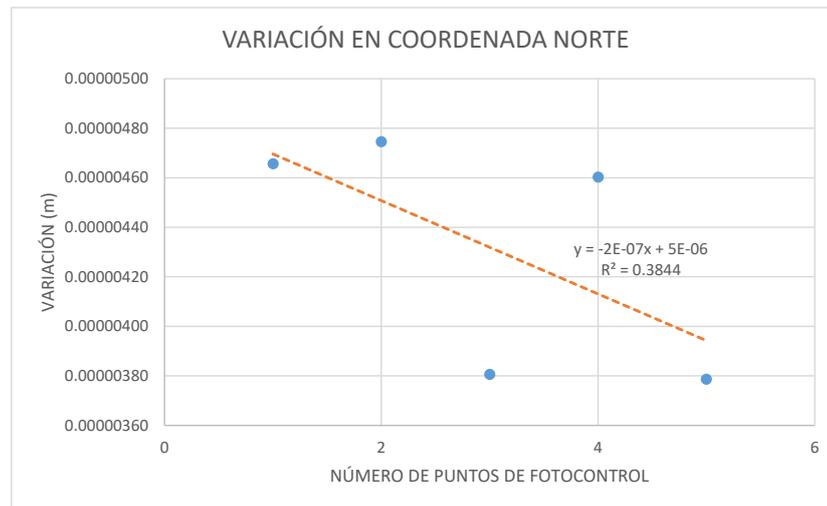
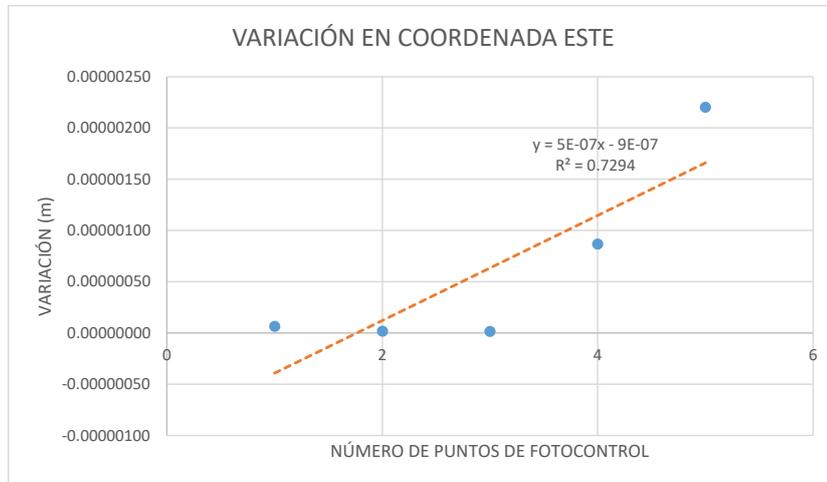
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.00089	0.00232	0.00113

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-07** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/02/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **341.10 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-08** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/03/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **230.19 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-1	215540.819	8954223.372	4236.115	215540.810	8954223.368	4236.11620
PC-2	215647.011	8953787.549	4280.963	215647.010	8953787.540	4280.96451
PC-3	215569.027	8953072.379	4123.200	215569.023	8953072.378	4123.20050
PC-4	216225.341	8953339.554	4093.739	216225.342	8953339.558	4093.73919
PC-5	215535.092	8954072.881	4241.118	215535.105	8954072.891	4241.11460

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empeará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} X_i - \bar{X} \\ Y_i - \bar{Y} \\ Z_i - \bar{Z} \end{aligned}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} (X_i - \bar{X})^2 \\ (Y_i - \bar{Y})^2 \\ (Z_i - \bar{Z})^2 \end{aligned}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICINAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_i - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_i - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_i - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_i - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_i - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_i - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-1	0.00933	0.00421	-0.00120	0.00375	-0.00165	-0.00256	0.00001404	0.00000271	0.00000654
PC-2	0.00105	0.00940	-0.00151	-0.00454	0.00354	-0.00287	0.00002060	0.00001250	0.00000824
PC-3	0.00358	0.00104	-0.00050	-0.00200	-0.00482	-0.00185	0.00000400	0.00002322	0.00000344
PC-4	-0.00071	-0.00444	-0.00019	-0.00630	-0.01030	-0.00155	0.00003968	0.00010617	0.00000239
PC-5	-0.01325	-0.01021	0.00340	-0.01883	-0.01607	0.00204	0.00035458	0.00025821	0.00000415
SUMA	0.02792	0.02930	0.00679						
PROMEDIO $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$	0.00558	0.00586	0.00136						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00008658	0.00008056	0.00000495

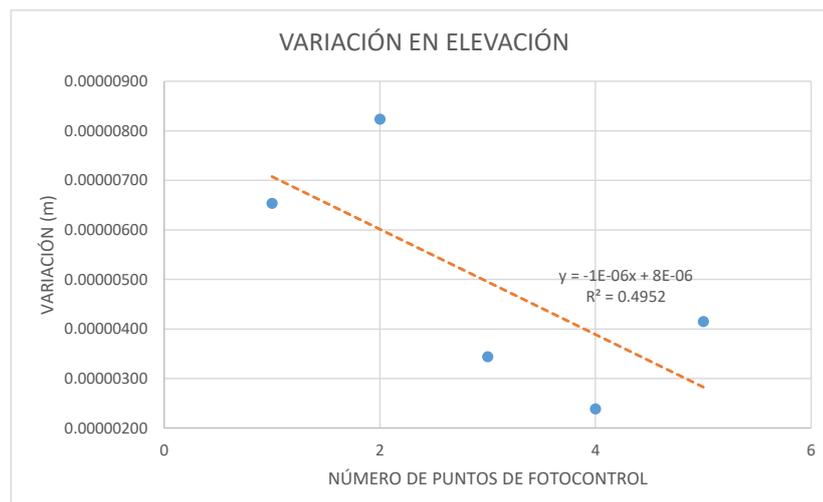
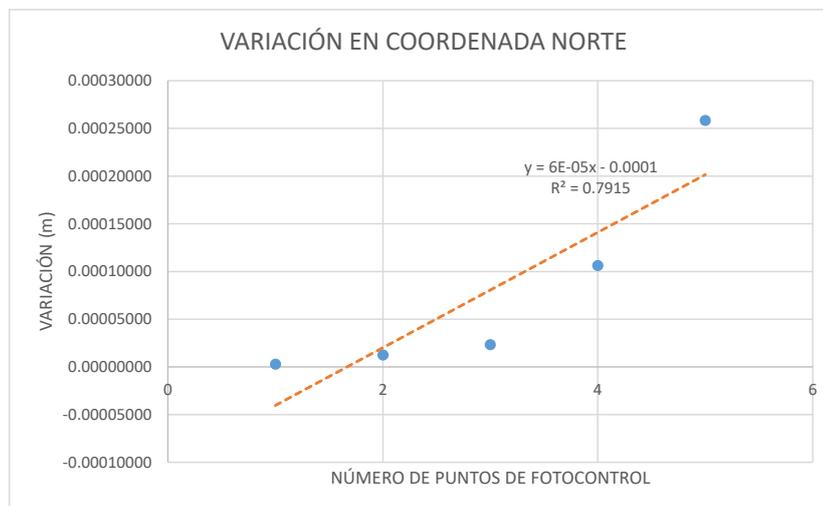
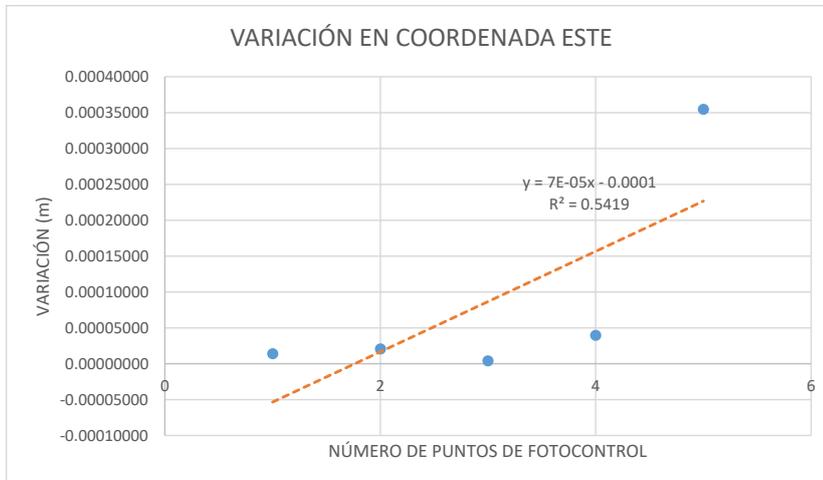
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.01040	0.01004	0.00249

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-08** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/03/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **230.19 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-09** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/04/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **289.06 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-1	215583.582	8954181.479	4236.646	215583.590	8954181.482	4236.64413
PC-2	216026.120	8954001.737	4156.011	216026.119	8954001.728	4156.00980
PC-3	216015.310	8953265.625	4098.983	216015.306	8953265.623	4098.98366
PC-4	215423.140	8953486.971	4190.772	215423.141	8953486.974	4190.77512
PC-5	215714.306	8953586.964	4260.101	215714.314	8953586.974	4260.10340

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empleará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} X_I - \bar{X} \\ Y_I - \bar{Y} \\ Z_I - \bar{Z} \end{aligned}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} (X_I - \bar{X})^2 \\ (Y_I - \bar{Y})^2 \\ (Z_I - \bar{Z})^2 \end{aligned}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICIONAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_I - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_I - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_I - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_I - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_I - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_I - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-1	-0.00842	-0.00315	0.00187	-0.01297	-0.00858	0.00002	0.00016829	0.00007358	0.00000000
PC-2	0.00098	0.00894	0.00120	-0.00358	0.00351	-0.00065	0.00001282	0.00001233	0.00000042
PC-3	0.00422	0.00215	-0.00066	-0.00034	-0.00328	-0.00251	0.00000012	0.00001078	0.00000630
PC-4	-0.00102	-0.00317	-0.00312	-0.00558	-0.00860	-0.00497	0.00003114	0.00007405	0.00002470
PC-5	-0.00815	-0.00974	-0.00240	-0.01270	-0.01517	-0.00425	0.00016131	0.00023018	0.00001806
SUMA	0.02278	0.02715	0.00925						
PROMEDIO $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$	0.00456	0.00543	0.00185						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00007474	0.00008018	0.00000990

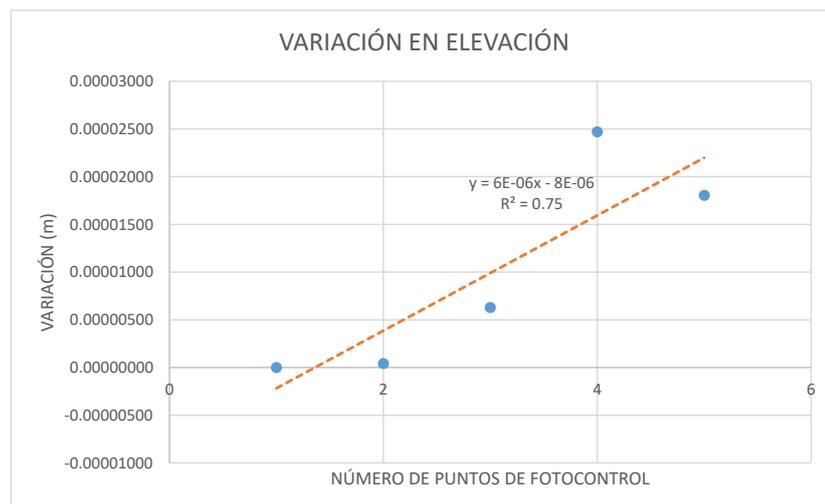
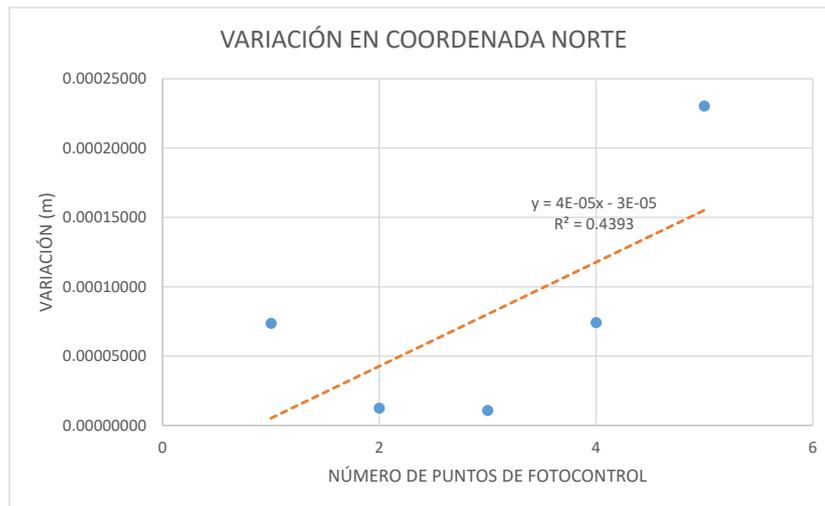
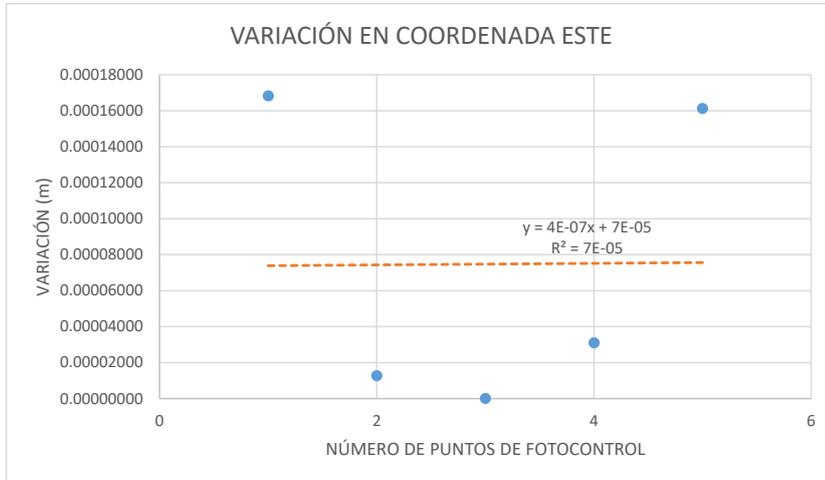
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.00967	0.01001	0.00352

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-09** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/04/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **289.06 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-10** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/05/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **286.70 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-1	215591.494	8954134.011	4246.938	215591.479	8954134.015	4246.94140
PC-2	215783.113	8954046.448	4219.268	215783.108	8954046.401	4219.28860
PC-3	215978.812	8953797.423	4218.660	215978.860	8953797.388	4218.67530
PC-4	216255.091	8953840.543	4140.000	216255.064	8953840.525	4140.08640
PC-5	216131.717	8953501.403	4158.622	216131.698	8953501.421	4158.67140
PC-6	215852.103	8953433.123	4180.643	215852.089	8953433.138	4180.66360
PC-7	215589.007	8953458.740	4239.449	215588.990	8953458.754	4239.45900
PC-8	215435.422	8953664.149	4198.729	215435.409	8953664.178	4198.80130
PC-9	215500.378	8953912.263	4238.516	215500.370	8953912.270	4238.56880
PC-10	215725.037	8953803.769	4278.110	215725.031	8953803.785	4278.12990

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empleará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} X_I - \bar{X} \\ Y_I - \bar{Y} \\ Z_I - \bar{Z} \end{aligned}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} (X_I - \bar{X})^2 \\ (Y_I - \bar{Y})^2 \\ (Z_I - \bar{Z})^2 \end{aligned}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICIONAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_I - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_I - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_I - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_I - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_I - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_I - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-1	0.01451	-0.00385	-0.00340	-0.00276	-0.02427	-0.03847	0.00001	0.00059	0.00148
PC-2	0.00513	0.04719	-0.02060	-0.01214	0.02678	-0.05567	0.00015	0.00072	0.00310
PC-3	-0.04825	0.03515	-0.01530	-0.06552	0.01473	-0.05037	0.00429	0.00022	0.00254
PC-4	0.02716	0.01848	-0.08640	0.00988	-0.00194	-0.12147	0.00010	0.00000	0.01475
PC-5	0.01903	-0.01766	-0.04940	0.00176	-0.03807	-0.08447	0.00000	0.00145	0.00714
PC-6	0.01428	-0.01515	-0.02060	-0.00299	-0.03556	-0.05567	0.00001	0.00126	0.00310
PC-7	0.01747	-0.01428	-0.01000	0.00020	-0.03469	-0.04507	0.00000	0.00120	0.00203
PC-8	0.01347	-0.02948	-0.07230	-0.00380	-0.04989	-0.10737	0.00001	0.00249	0.01153
PC-9	0.00755	-0.00715	-0.05280	-0.00973	-0.02756	-0.08787	0.00009	0.00076	0.00772
PC-10	0.00587	-0.01574	-0.01990	-0.01140	-0.03615	-0.05497	0.00013	0.00131	0.00302
SUMA	0.17272	0.20412	0.35070						
PROMEDIO $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$	0.01727	0.02041	0.03507						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00048	0.00100	0.00564

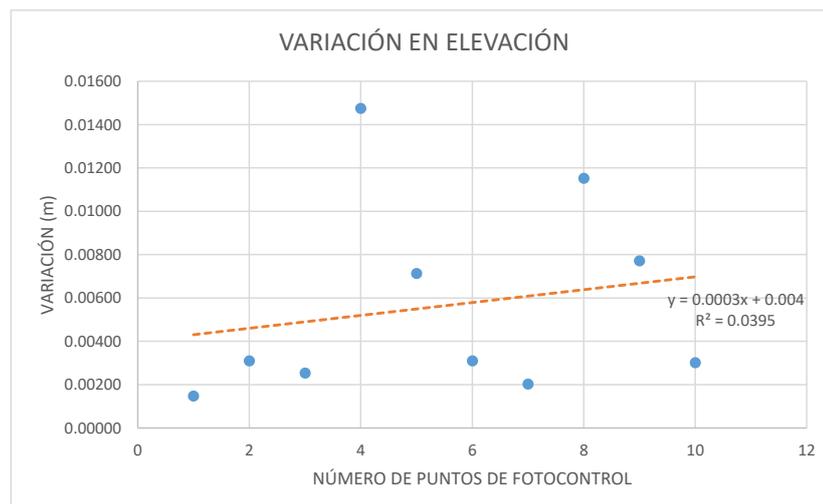
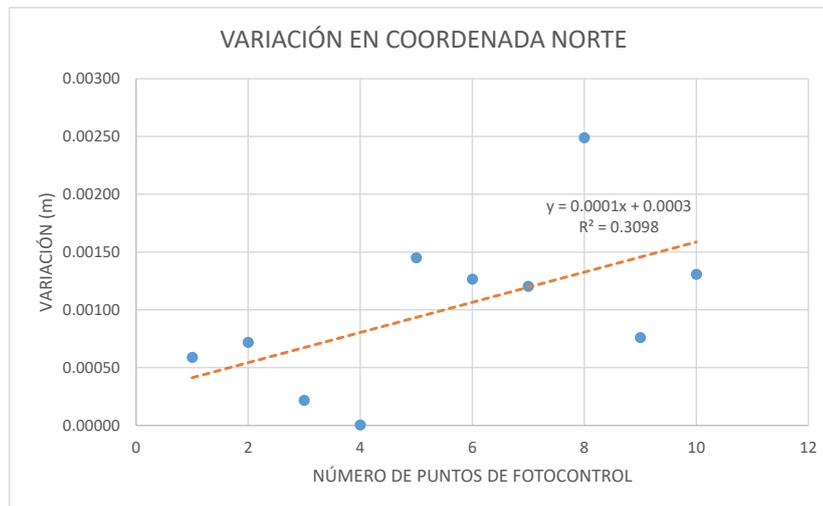
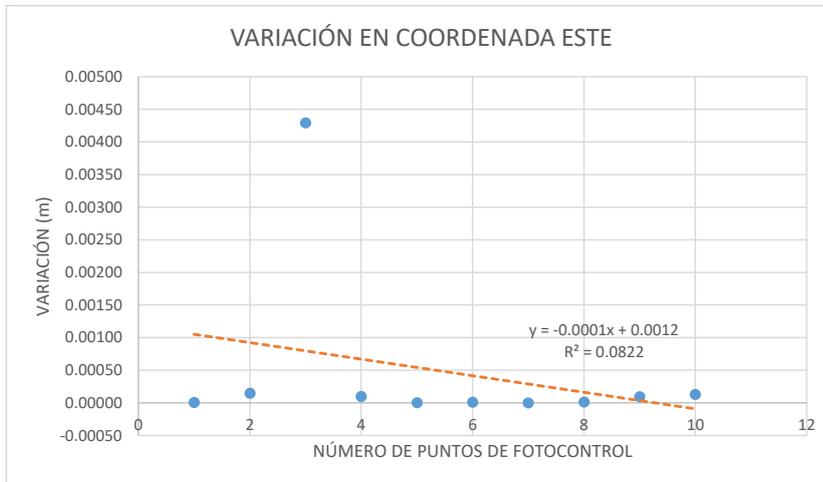
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.02309	0.03333	0.07917

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-10** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/05/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **286.70 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-11** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/06/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **286.84 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-1	215501.950	8954110.195	4240.112	215501.957	8954110.197	4240.11160
PC-2	215638.984	8953932.046	4265.369	215638.979	8953932.049	4265.37053
PC-3	215649.720	8953589.219	4259.788	215649.720	8953589.222	4259.78615
PC-4	215922.123	8953585.129	4219.647	215922.127	8953585.132	4219.64817
PC-5	216147.916	8953932.297	4142.834	216147.912	8953932.295	4142.83492
PC-6	215859.351	8954280.181	4166.127	215859.356	8954280.184	4166.12601
PC-7	215633.683	8954408.367	4172.248	215633.677	8954408.365	4172.24980
PC-8	215370.494	8954033.981	4197.763	215370.493	8954033.982	4197.76218
PC-9	215369.583	8953616.986	4176.313	215369.587	8953616.975	4176.31258
PC-10	215346.284	8953198.291	4135.298	215346.282	8953198.298	4135.29771
PC-12	216245.003	8953351.914	4096.522	216245.002	8953351.911	4096.52072
PC-13	215692.140	8953078.133	4115.300	215692.135	8953078.126	4115.29960
PC-14	215617.586	8952841.704	4082.215	215617.591	8952841.706	4082.21602

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empleará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} X_i - \bar{X} \\ Y_i - \bar{Y} \\ Z_i - \bar{Z} \end{aligned}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{aligned} (X_i - \bar{X})^2 \\ (Y_i - \bar{Y})^2 \\ (Z_i - \bar{Z})^2 \end{aligned}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICIONAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_i - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_i - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_i - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_i - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_i - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_i - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-1	-0.00691	-0.00211	0.00040	-0.01070	-0.00581	-0.00059	0.000115	0.000034	0.000000
PC-2	0.00529	-0.00252	-0.00153	0.00149	-0.00622	-0.00253	0.000002	0.000039	0.000006
PC-3	0.00001	-0.00299	0.00185	-0.00378	-0.00669	0.00086	0.000014	0.000045	0.000001
PC-4	-0.00360	-0.00255	-0.00117	-0.00739	-0.00624	-0.00217	0.000055	0.000039	0.000005
PC-5	0.00388	0.00172	-0.00092	0.00008	-0.00198	-0.00191	0.000000	0.000004	0.000004
PC-6	-0.00495	-0.00328	0.00099	-0.00875	-0.00698	0.00000	0.000077	0.000049	0.000000
PC-7	0.00574	0.00210	-0.00180	0.00195	-0.00159	-0.00280	0.000004	0.000003	0.000008
PC-8	0.00098	-0.00115	0.00082	-0.00281	-0.00485	-0.00017	0.000008	0.000024	0.000000
PC-9	-0.00387	0.01054	0.00042	-0.00767	0.00684	-0.00057	0.000059	0.000047	0.000000
PC-10	0.00250	-0.00710	0.00029	-0.00130	-0.01080	-0.00071	0.000002	0.000117	0.000000
PC-12	0.00099	0.00265	0.00128	-0.00280	-0.00105	0.00028	0.000008	0.000001	0.000000
PC-13	0.00528	0.00703	0.00040	0.00149	0.00333	-0.00059	0.000002	0.000011	0.000000
PC-14	-0.00535	-0.00234	-0.00102	-0.00914	-0.00604	-0.00201	0.000084	0.000036	0.000004
SUMA	0.04935	0.04808	0.01289						
PROMEDIO $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$	0.00380	0.00370	0.00099						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00003	0.00004	0.00000

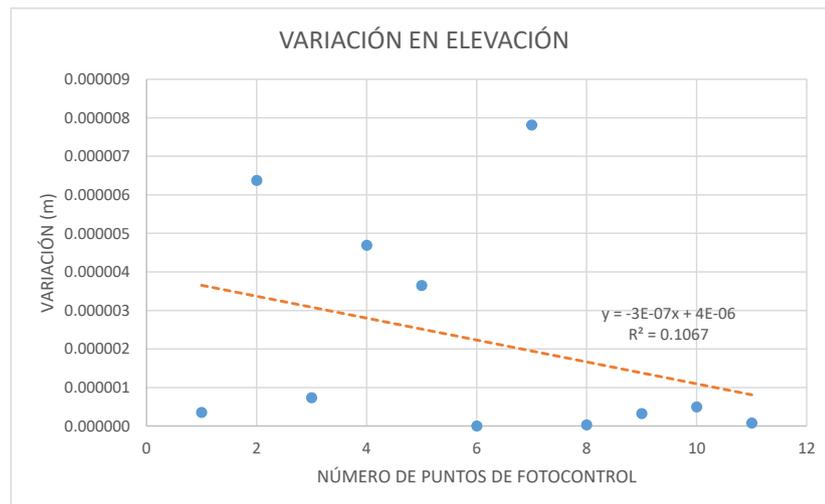
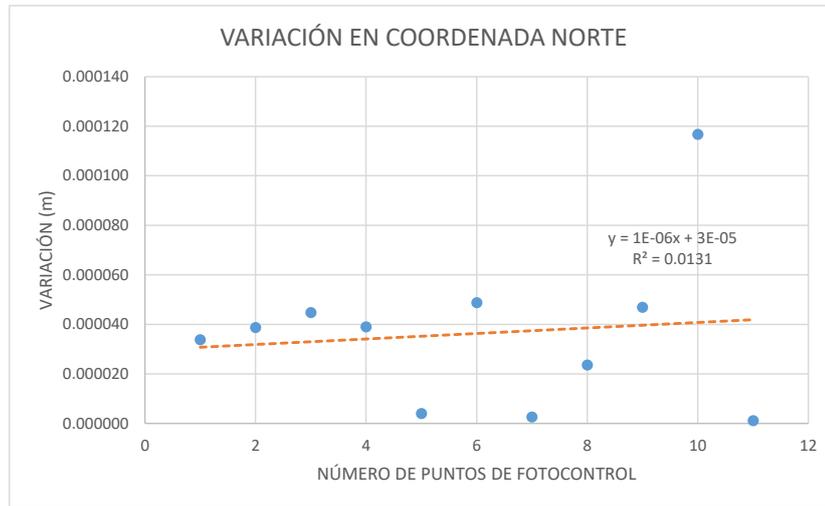
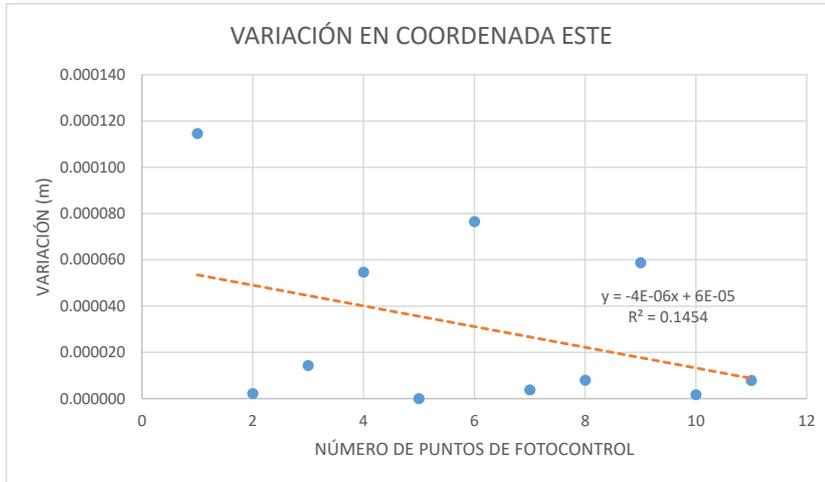
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.00585	0.00632	0.00157

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-11** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/06/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **286.84 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-12** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/07/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **340.53 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-1	215501.950	8954110.195	4240.112	215501.957	8954110.194	4240.11231
PC-2	215638.984	8953932.046	4265.369	215638.981	8953932.051	4265.37190
PC-3	215649.720	8953589.219	4259.788	215649.721	8953589.224	4259.78694
PC-4	215922.123	8953585.129	4219.647	215922.127	8953585.131	4219.64785
PC-5	216147.916	8953932.297	4142.834	216147.914	8953932.294	4142.83458
PC-6	215859.351	8954280.181	4166.127	215859.355	8954280.182	4166.12682
PC-7	215633.683	8954408.367	4172.248	215633.677	8954408.365	4172.24933
PC-8	215370.494	8954033.981	4197.763	215370.491	8954033.981	4197.76056
PC-9	215369.583	8953616.986	4176.313	215369.584	8953616.978	4176.31184
PC-10	215346.284	8953198.291	4135.298	215346.283	8953198.296	4135.29968
PC-12	216245.003	8953351.914	4096.522	216245.000	8953351.909	4096.51927
PC-13	215692.140	8953078.133	4115.300	215692.127	8953078.127	4115.29505
PC-14	215617.586	8952841.704	4082.215	215617.591	8952841.705	4082.21691
PC-15	215968.308	8953076.050	4040.288	215968.389	8953076.096	4040.31760

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empeará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{matrix} X_I - \bar{X} \\ Y_I - \bar{Y} \\ Z_I - \bar{Z} \end{matrix}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{matrix} (X_I - \bar{X})^2 \\ (Y_I - \bar{Y})^2 \\ (Z_I - \bar{Z})^2 \end{matrix}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICIONAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_I - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_I - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_I - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_I - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_I - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_I - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-1	-0.00663	0.00140	-0.00031	-0.01628	-0.00508	-0.00400	0.000265	0.000026	0.000016
PC-2	0.00281	-0.00506	-0.00290	-0.00683	-0.01154	-0.00659	0.000047	0.000133	0.000043
PC-3	-0.00112	-0.00486	0.00106	-0.01076	-0.01134	-0.00263	0.000116	0.000129	0.000007
PC-4	-0.00435	-0.00175	-0.00085	-0.01399	-0.00823	-0.00453	0.000196	0.000068	0.000021
PC-5	0.00182	0.00251	-0.00058	-0.00782	-0.00397	-0.00427	0.000061	0.000016	0.000018
PC-6	-0.00406	-0.00134	0.00018	-0.01370	-0.00782	-0.00351	0.000188	0.000061	0.000012
PC-7	0.00622	0.00152	-0.00133	-0.00342	-0.00496	-0.00502	0.000012	0.000025	0.000025
PC-8	0.00280	-0.00049	0.00244	-0.00684	-0.00697	-0.00125	0.000047	0.000049	0.000002
PC-9	-0.00145	0.00786	0.00116	-0.01109	0.00138	-0.00253	0.000123	0.000002	0.000006
PC-10	0.00120	-0.00550	-0.00168	-0.00845	-0.01198	-0.00537	0.000071	0.000143	0.000029
PC-12	0.00294	0.00523	0.00273	-0.00671	-0.00125	-0.00096	0.000045	0.000002	0.000001
PC-13	0.01333	0.00618	0.00495	0.00369	-0.00030	0.00126	0.000014	0.000000	0.000002
PC-14	-0.00542	-0.00112	-0.00191	-0.01506	-0.00760	-0.00560	0.000227	0.000058	0.000031
PC-15	-0.08085	-0.04592	-0.02960	-0.09049	-0.05240	-0.03329	0.008189	0.002746	0.001108
SUMA	0.13499	0.09073	0.05165						
PROMEDIO ($\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$)	0.00964	0.00648	0.00369						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00011	0.00006	0.00002

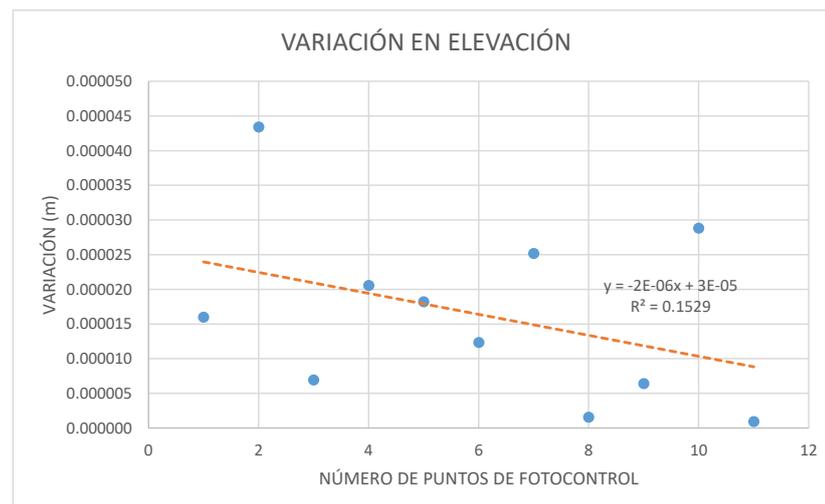
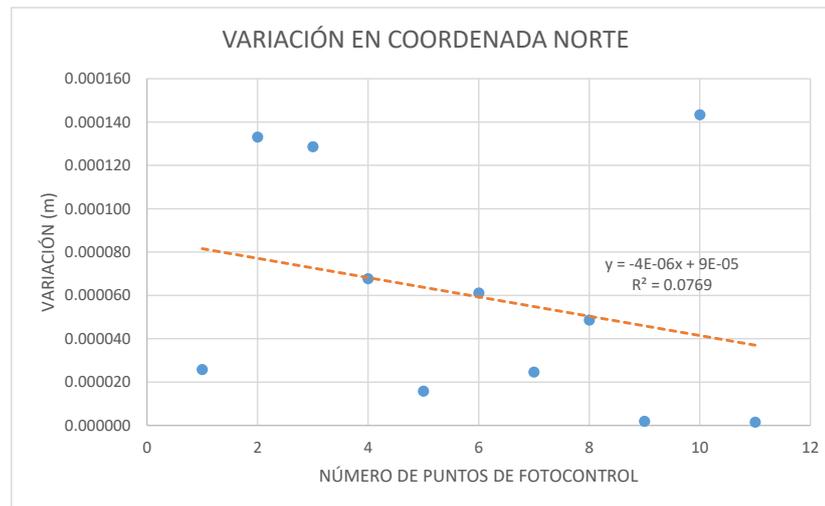
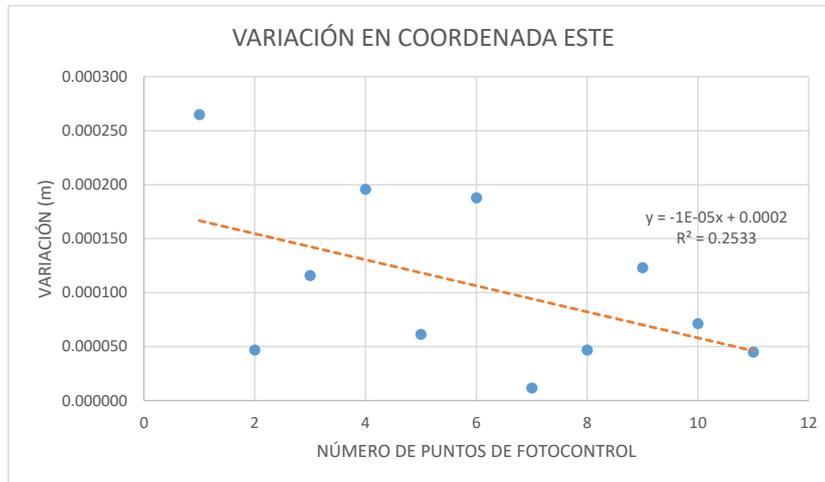
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.01082	0.00808	0.00425

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-12** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/07/2023**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **340.53 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-13** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/08/2022**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **125.00 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

1.00 VALORES OBTENIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS EN SOFTWARE AGISOFT METASHAPE :

PUNTO	COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. TRADICIONAL)			COORDENADAS DE REFERENCIA (LEV. DRON)		
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)
PC-2	215626.919	8953920.724	4265.394	215626.933	8953920.724	4265.39558
PC-3	215649.720	8953589.219	4259.788	215649.710	8953589.227	4259.78634
PC-4	215923.002	8953584.094	4219.699	215923.014	8953584.093	4219.69671
PC-6	215859.351	8954280.181	4166.127	215859.356	8954280.180	4166.12650
PC-7	215682.147	8954377.398	4171.091	215682.143	8954377.395	4171.09052
PC-8	215370.494	8954033.981	4197.763	215370.487	8954033.977	4197.76405
PC-9	215374.087	8953613.297	4175.267	215374.085	8953613.296	4175.26620
PC-11	216127.271	8953490.731	4158.972	216127.272	8953490.728	4158.97087
PC-13	215513.664	8952955.629	4119.769	215513.664	8952955.631	4119.76919
PC-15	216452.906	8953682.002	4076.436	216452.905	8953682.003	4076.43712
PC-16	216188.236	8952789.683	3893.385	216188.236	8952789.683	3893.38550
PC-17	215719.899	8953818.139	4277.922	215719.889	8953818.140	4277.92442

2.00 CÁLCULO DE ERRORES :

Para el cálculo de errores se empleará la teoría del error cuadrático medio a través de las siguientes fórmulas:

2.1. Error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{matrix} X_i - \bar{X} \\ Y_i - \bar{Y} \\ Z_i - \bar{Z} \end{matrix}$$

2.3. Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$$

2.2. El cuadrado del error Absoluto de las coordenadas obtenidas

$$\begin{matrix} (X_i - \bar{X})^2 \\ (Y_i - \bar{Y})^2 \\ (Z_i - \bar{Z})^2 \end{matrix}$$

2.4. Raíz del error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$$

PUNTO	VARIACIÓN LEV. TRADICIONAL vs LEV. DRON			INDICADORES DE ERROR					
	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)	$X_i - \bar{X}$ ESTE (m)	$Y_i - \bar{Y}$ NORTE (m)	$Z_i - \bar{Z}$ ELEVACIÓN (m)	$(X_i - \bar{X})^2$ ESTE (m)	$(Y_i - \bar{Y})^2$ NORTE (m)	$(Z_i - \bar{Z})^2$ ELEVACIÓN (m)
PC-2	-0.01435	-0.00015	-0.00158	-0.01988	-0.00228	-0.00272	0.0003951	0.0000052	0.0000074
PC-3	0.00999	-0.00838	0.00166	0.00446	-0.01052	0.00052	0.0000199	0.0001106	0.0000003
PC-4	-0.01237	0.00113	0.00229	-0.01789	-0.00101	0.00115	0.0003201	0.0000010	0.0000013
PC-6	-0.00499	0.00141	0.00050	-0.01051	-0.00073	-0.00064	0.0001104	0.0000005	0.0000004
PC-7	0.00371	0.00274	0.00048	-0.00181	0.00060	-0.00067	0.0000033	0.0000004	0.0000004
PC-8	0.00651	0.00359	-0.00105	0.00099	0.00145	-0.00219	0.0000010	0.0000021	0.0000048
PC-9	0.00187	0.00071	0.00080	-0.00366	-0.00143	-0.00034	0.0000134	0.0000020	0.0000001
PC-11	-0.00129	0.00326	0.00113	-0.00682	0.00112	-0.00001	0.0000465	0.0000013	0.0000000
PC-13	0.00021	-0.00168	-0.00019	-0.00532	-0.00382	-0.00133	0.0000283	0.0000146	0.0000018
PC-15	0.00126	-0.00111	-0.00112	-0.00426	-0.00325	-0.00226	0.0000182	0.0000106	0.0000051
PC-16	-0.00014	-0.00029	-0.00050	-0.00566	-0.00243	-0.00164	0.0000321	0.0000059	0.0000027
PC-17	0.00959	-0.00123	-0.00242	0.00407	-0.00337	-0.00357	0.0000166	0.0000114	0.0000127
SUMA	0.06628	0.02567	0.01372						
PROMEDIO $(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$	0.00552	0.00214	0.00114						

Finalmente el Error Cuadrático medio será:

$MSE = \frac{1}{n} \sum (v - \bar{v})^2$	ERROR EN ESTE (m)	ERROR EN NORTE (m)	ERROR EN ELEVACIÓN (m)
MSE	0.00009	0.00001	0.00000

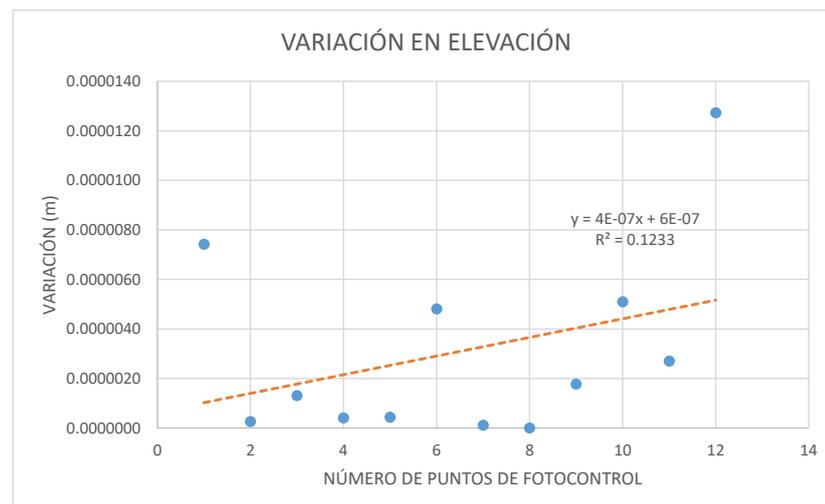
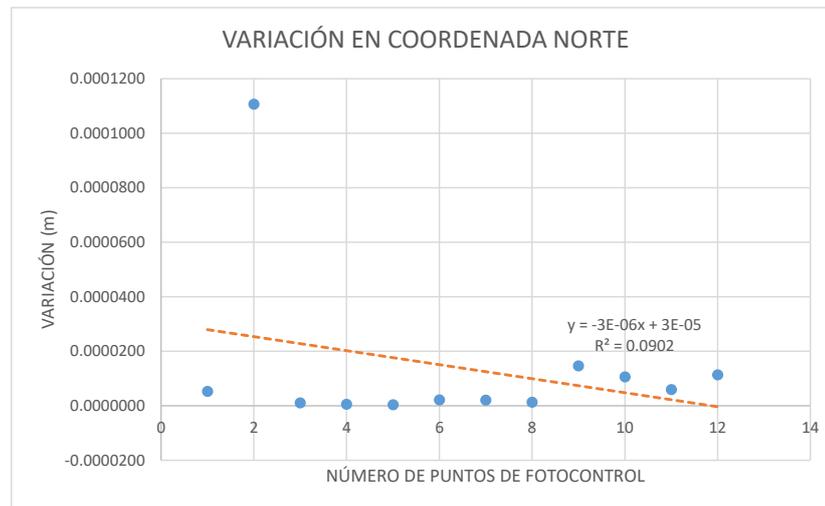
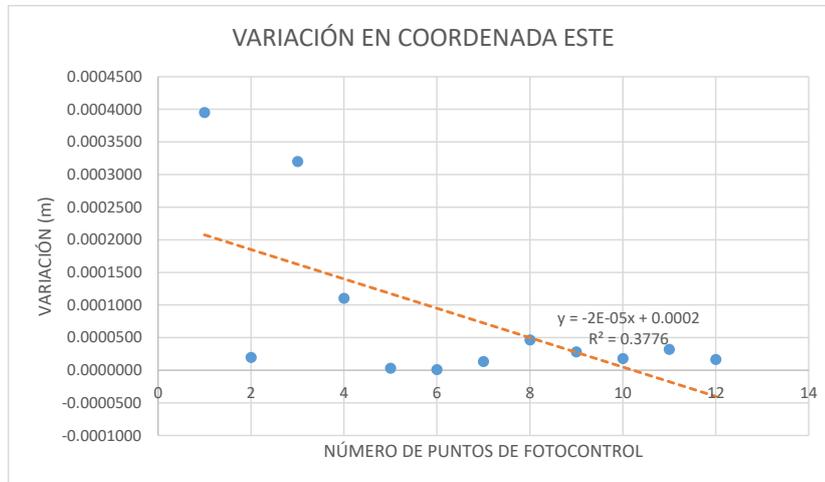
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (v - \bar{v})^2}{n - 1}}$	RAIZ DEL ERROR EN ESTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN NORTE (m)	RAIZ DEL ERROR EN ELEVACIÓN (m)
RMSE	0.00994	0.00393	0.00156

Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-13** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/08/2022**

Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Area de Levan. : **125.00 Ha** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 GRAFICAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN :



ANEXO N° 04: ANÁLISIS DE COSTOS Y EFICIENCIA

Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-01 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/08/2022
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/08/2022		26/08/2022		27/08/2022		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	1	1	24	24	600.00	600.00
CADISTA	1	1	1	1	1	1	24	24	400.00	400.00
TOPOGRAFO	2	1	0	0	0	0	16	8	266.67	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	2	1	0	0	0	0	16	8	133.33	66.67
TOTAL HH / DIA	48	32	16	16	16	16	80	64	1400.00	1200.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/08/2022		26/08/2022		27/08/2022		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	2	1	0	0	0	0	16	8	240.00	120.00
ESTACION TOTAL	0.5	0	0	0	0	0	4	0	150.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	2	2	0	0	0	0	16	16	400.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	1	0	1	16	24	160.00	240.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	44	40	8	8	0	8	52	56	950.00	1160.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-01 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/08/2022

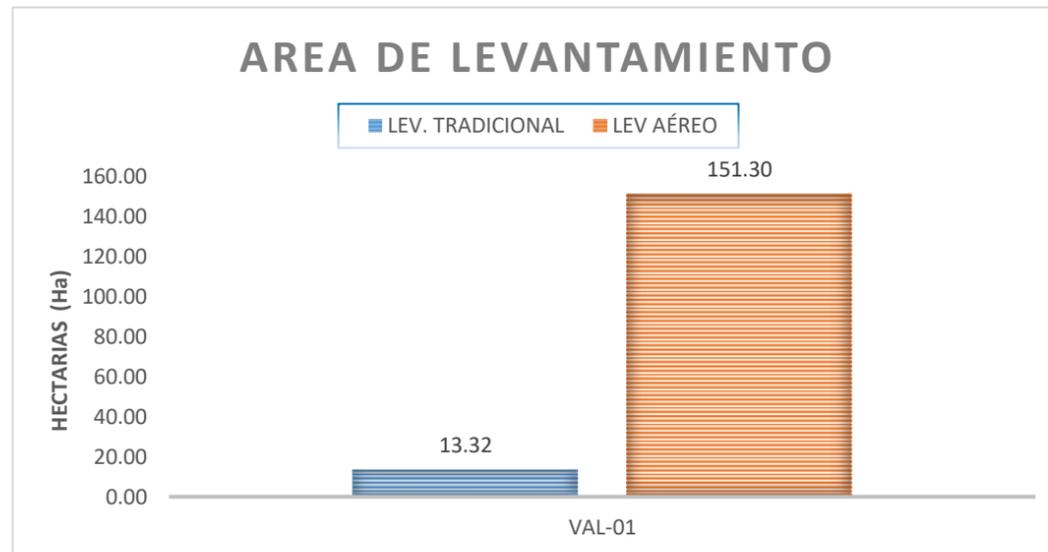
Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

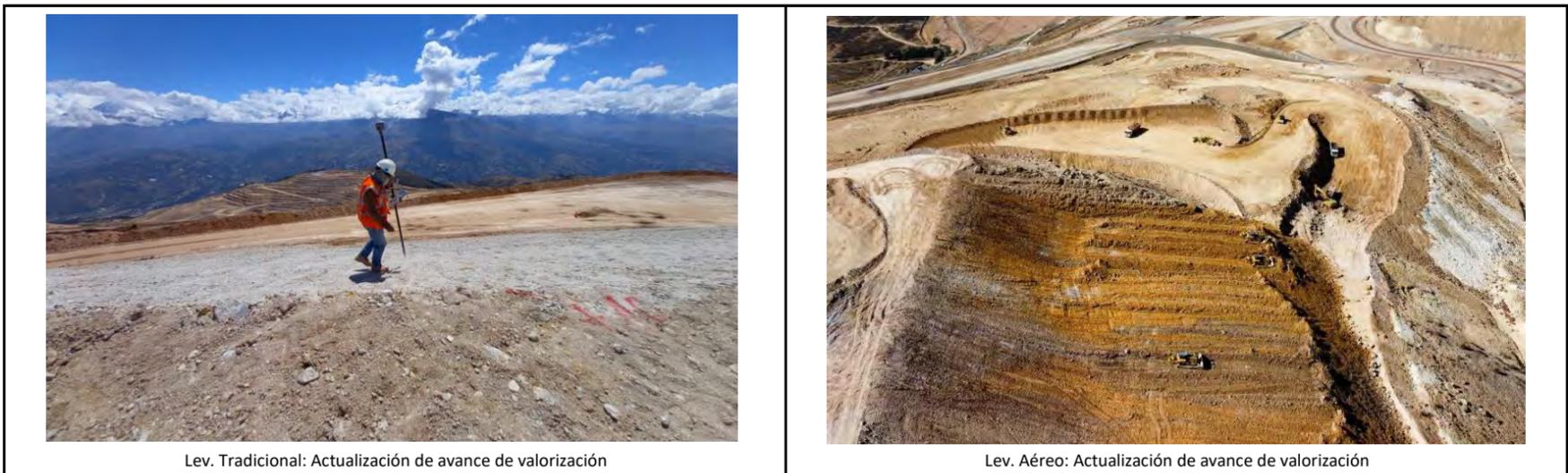
DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1400.00	950.00	2350.00	13.32	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1200.00	1160.00	2360.00	151.30	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-02 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/09/2022
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/09/2022		26/09/2022		27/09/2022		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	1	1	24	24	600.00	600.00
CADISTA	0	1	1.5	1	1	1	20	24	333.33	400.00
TOPOGRAFO	3	1	0	0	0	0	24	8	400.00	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	3	1	0	0	0	0	24	8	200.00	66.67
TOTAL HH / DIA	56	32	20	16	16	16	92	64	1533.33	1200.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/09/2022		26/09/2022		27/09/2022		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	3	1	0	0	0	0	24	8	360.00	120.00
ESTACION TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	3	2	0	0	0	0	24	16	600.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	1	0	1	16	24	160.00	240.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	56	40	8	8	0	8	64	56	1120.00	1160.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-02 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/09/2022

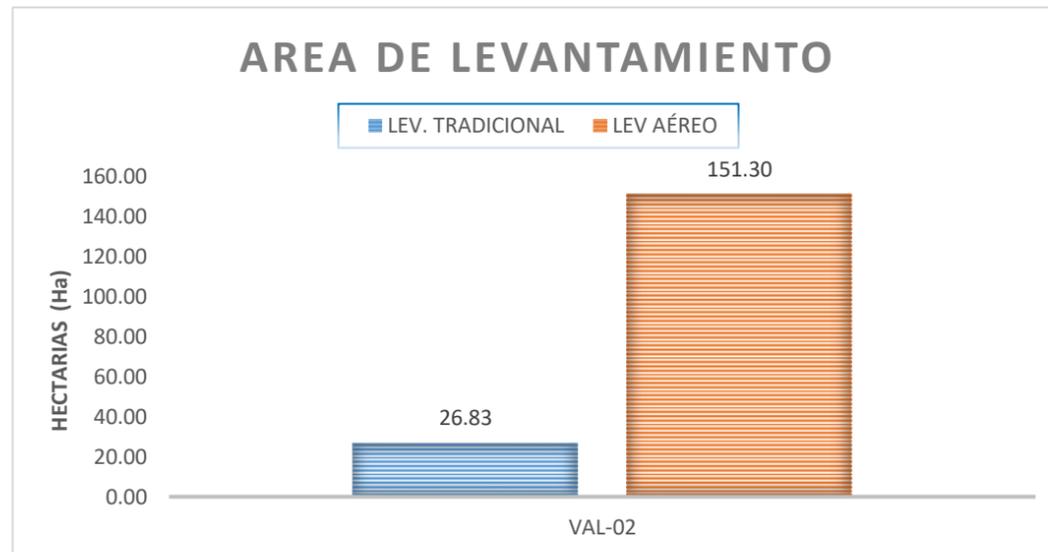
Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

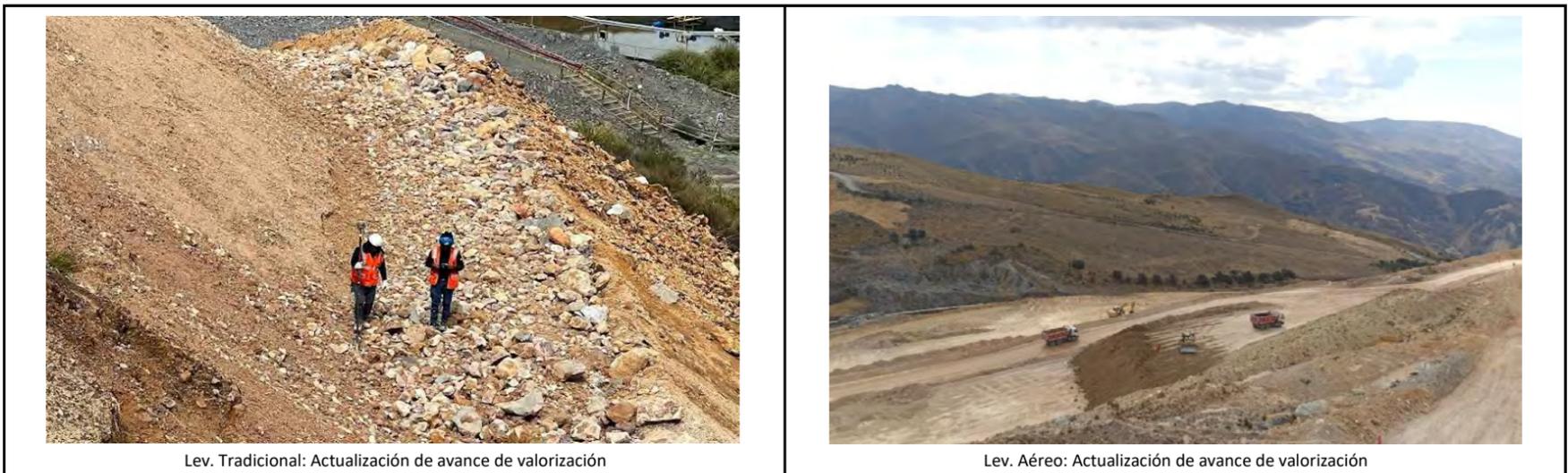
DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1533.33	1120.00	2653.33	26.83	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1200.00	1160.00	2360.00	151.30	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-03 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/10/2022
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/10/2022		26/10/2022		27/10/2022		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	1	1	24	24	600.00	600.00
CADISTA	1	1	1	1	0	2	16	32	266.67	533.33
TOPOGRAFO	4	1	0	0	0	0	32	8	533.33	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	4	1	0	0	0	0	32	8	266.67	66.67
TOTAL HH / DIA	80	32	16	16	8	24	104	72	1666.67	1333.33

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/10/2022		26/10/2022		27/10/2022		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	4	1	0	0	0	0	32	8	480.00	120.00
ESTACION TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	4	2	0	0	0	0	32	16	800.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	1	0	1	16	24	160.00	240.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	72	40	8	8	0	8	80	56	1440.00	1160.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-03 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/10/2022

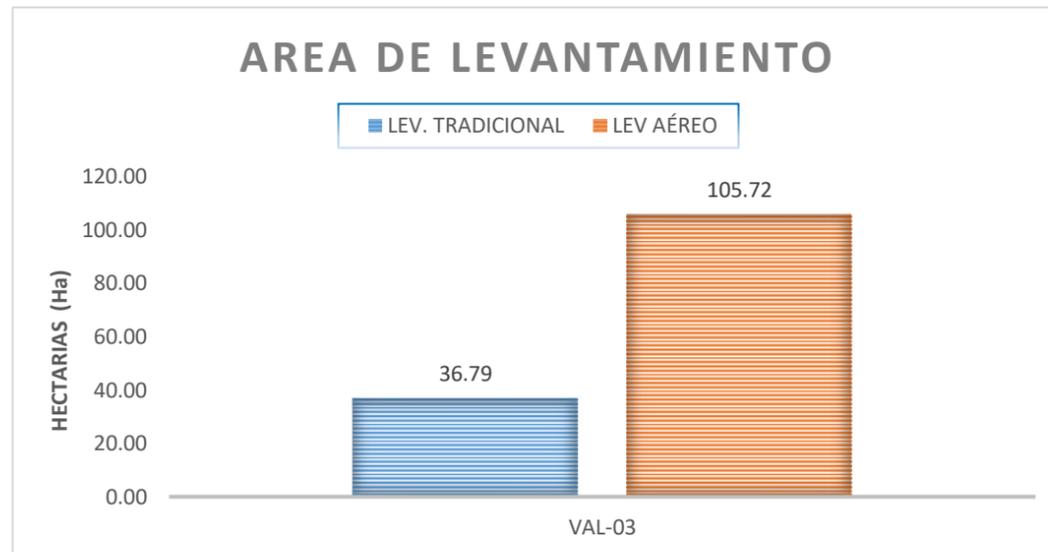
Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

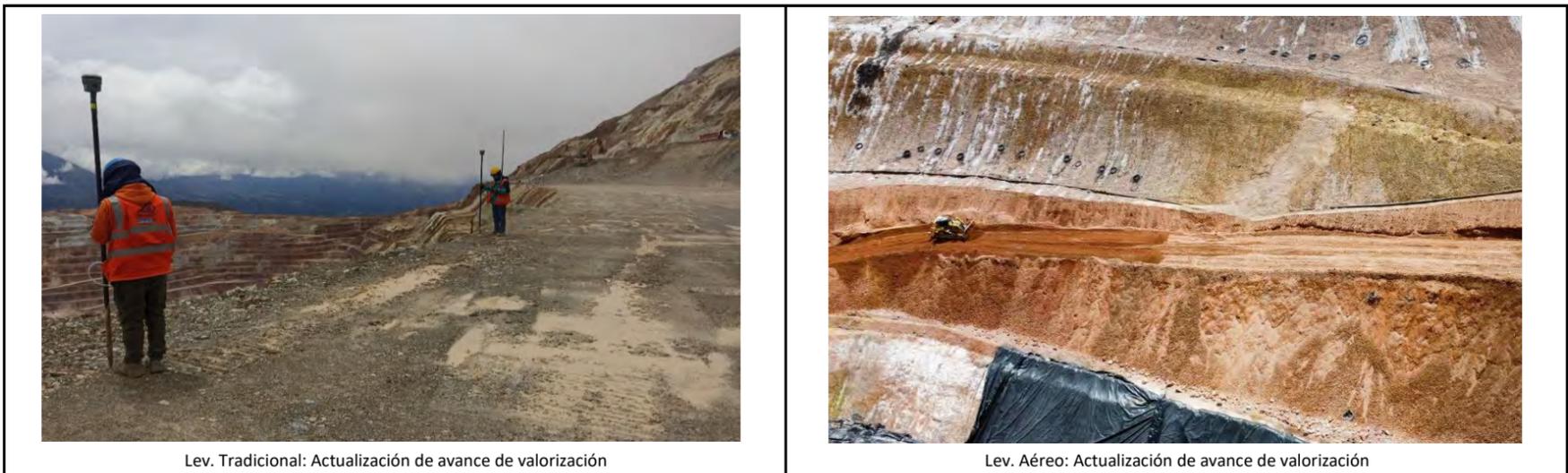
DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1666.67	1440.00	3106.67	36.79	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1333.33	1160.00	2493.33	105.72	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-04 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/11/2022
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/11/2022		26/11/2022		27/11/2022		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	0	0	16	16	400.00	400.00
CADISTA	1	1	1	1	0	0	16	16	266.67	266.67
TOPOGRAFO	3	1	0	0	0	0	24	8	400.00	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	3	1	0	0	0	0	24	8	200.00	66.67
TOTAL HH / DIA	64	32	16	16	0	0	80	48	1266.67	866.67

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización

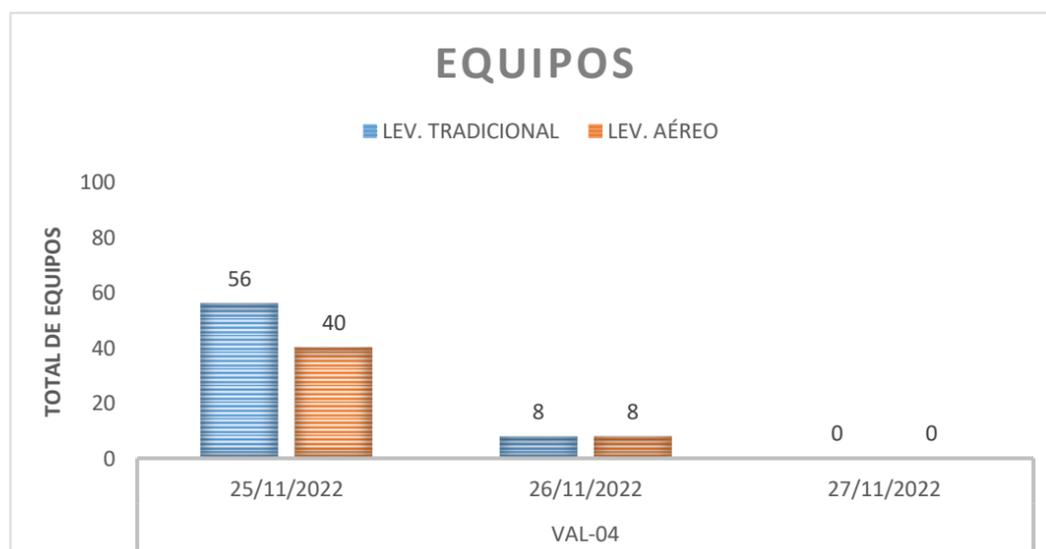


2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/11/2022		26/11/2022		27/11/2022		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	3	1	0	0	0	0	24	8	360.00	120.00
ESTACION TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	3	2	0	0	0	0	24	16	600.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	1	0	0	16	16	160.00	160.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	56	40	8	8	0	0	64	48	1120.00	1080.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-04 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/11/2022

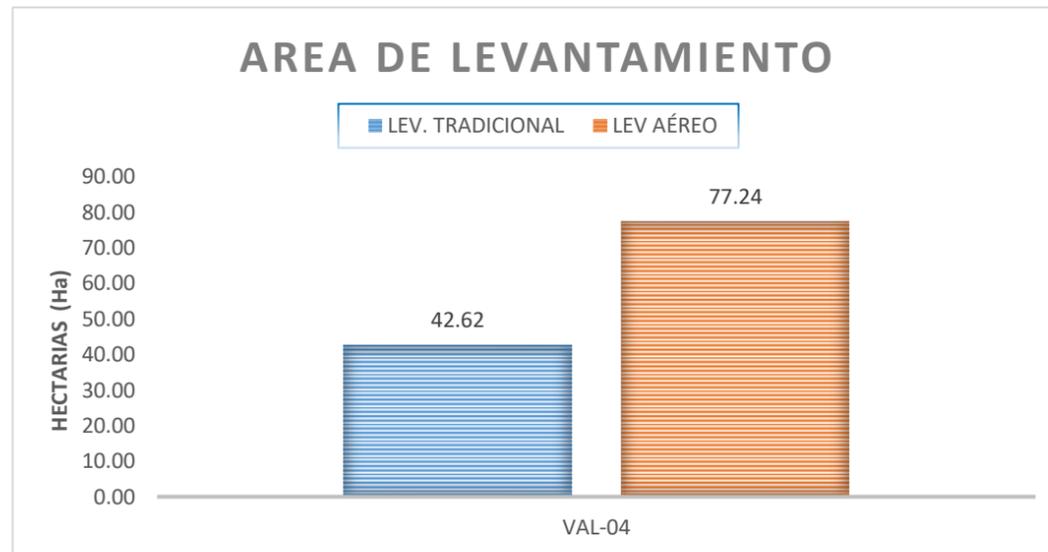
Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1266.67	1120.00	2386.67	42.62	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	866.67	1080.00	1946.67	77.24	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-05 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/12/2022
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/12/2022		26/12/2022		27/12/2022		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	0	1	16	24	400.00	600.00
CADISTA	1	1	1	1	0	1	16	24	266.67	400.00
TOPOGRAFO	3	1	0	0	0	0	24	8	400.00	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	3	1	0	0	0	0	24	8	200.00	66.67
TOTAL HH / DIA	64	32	16	16	0	16	80	64	1266.67	1200.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/12/2022		26/12/2022		27/12/2022		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	3	1	0	0	0	0	24	8	360.00	120.00
ESTACION TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	3	2	0	0	0	0	24	16	600.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	1	0	1	16	24	160.00	240.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	56	40	8	8	0	8	64	56	1120.00	1160.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-05 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/12/2022

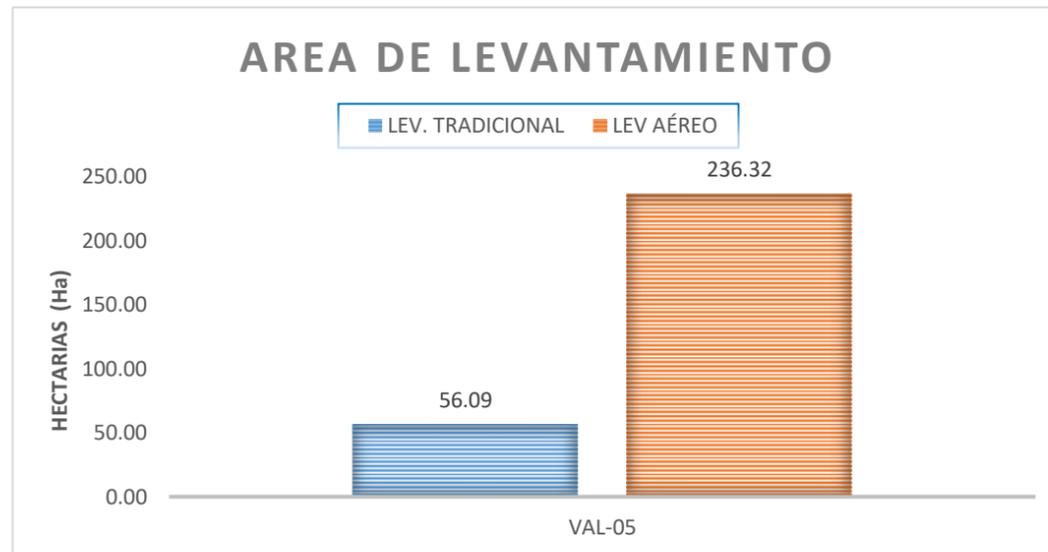
Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1266.67	1120.00	2386.67	56.09	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1200.00	1160.00	2360.00	236.32	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-06 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/01/2023
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/01/2023		26/01/2023		27/01/2023		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	0	1	16	24	400.00	600.00
CADISTA	1	1	1	1	0	1	16	24	266.67	400.00
TOPOGRAFO	4	1	0	0	0	0	32	8	533.33	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	4	1	0	0	0	0	32	8	266.67	66.67
TOTAL HH / DIA	80	32	16	16	0	16	96	64	1466.67	1200.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/01/2023		26/01/2023		27/01/2023		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	4	1	0	0	0	0	32	8	480.00	120.00
ESTACION TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	4	2	0	0	0	0	32	16	800.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	2	0	1	16	32	160.00	320.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	72	40	8	16	0	8	80	64	1440.00	1240.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-06 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/01/2023

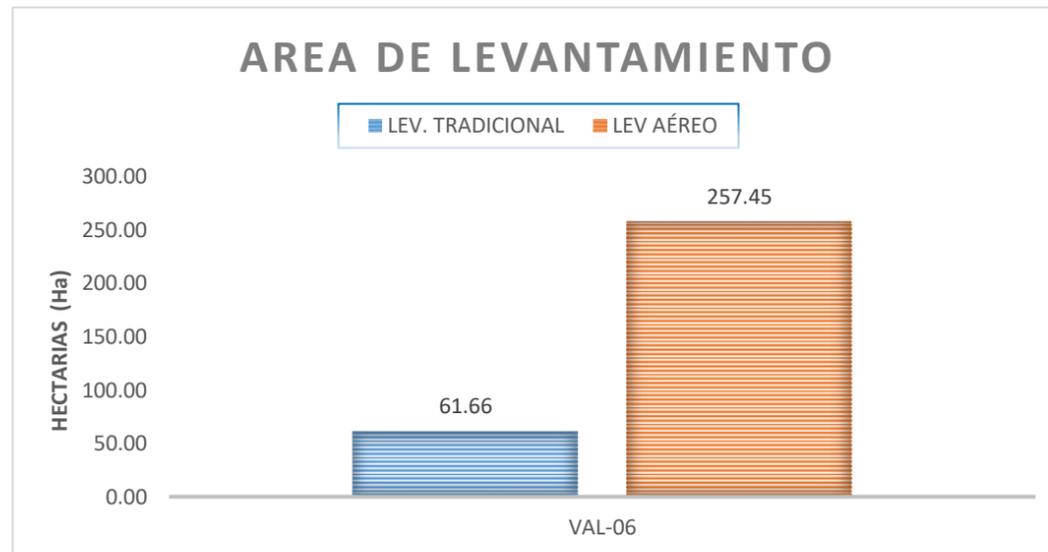
Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

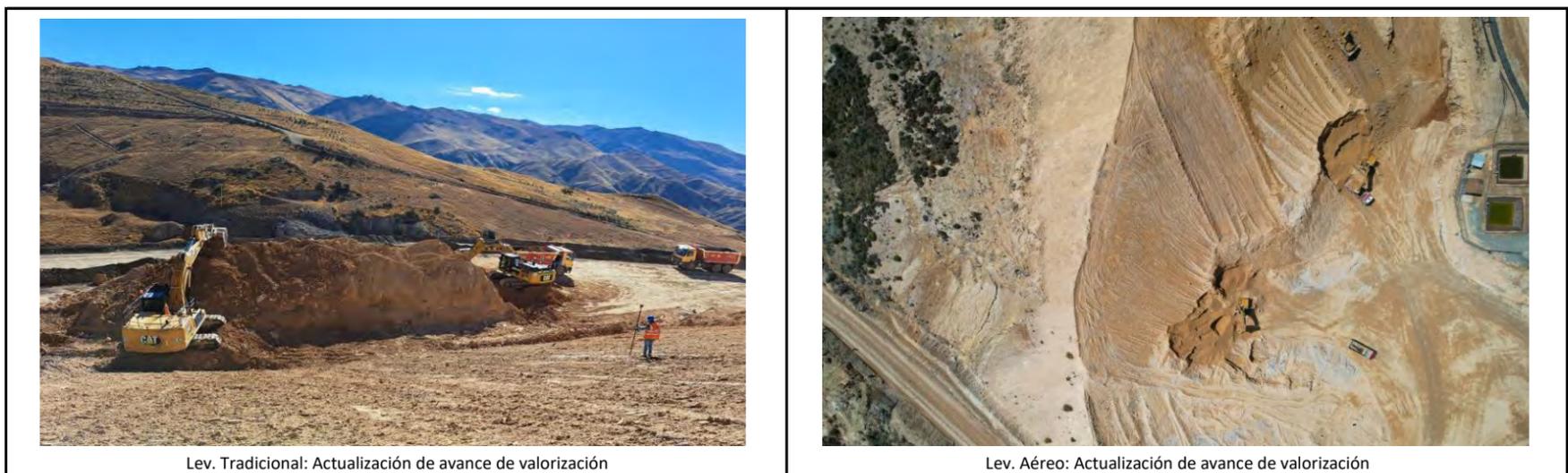
DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1466.67	1440.00	2906.67	61.66	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1200.00	1240.00	2440.00	257.45	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-07 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/02/2023
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/02/2023		26/02/2023		27/02/2023		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	0	1	16	24	400.00	600.00
CADISTA	0	1	1	1	0	1	8	24	133.33	400.00
TOPOGRAFO	3	1	0	0	0	0	24	8	400.00	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	4	1	0	0	0	0	32	8	266.67	66.67
TOTAL HH / DIA	64	32	16	16	0	16	80	64	1200.00	1200.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/02/2023		26/02/2023		27/02/2023		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	4	1	0	0	0	0	32	8	480.00	120.00
ESTACION TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
RECEPTEOR GNSS TRIMBLE R10	3	2	0	0	0	0	24	16	600.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	1	0	1	16	24	160.00	240.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	64	40	8	8	0	8	72	56	1240.00	1160.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-07 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/02/2023

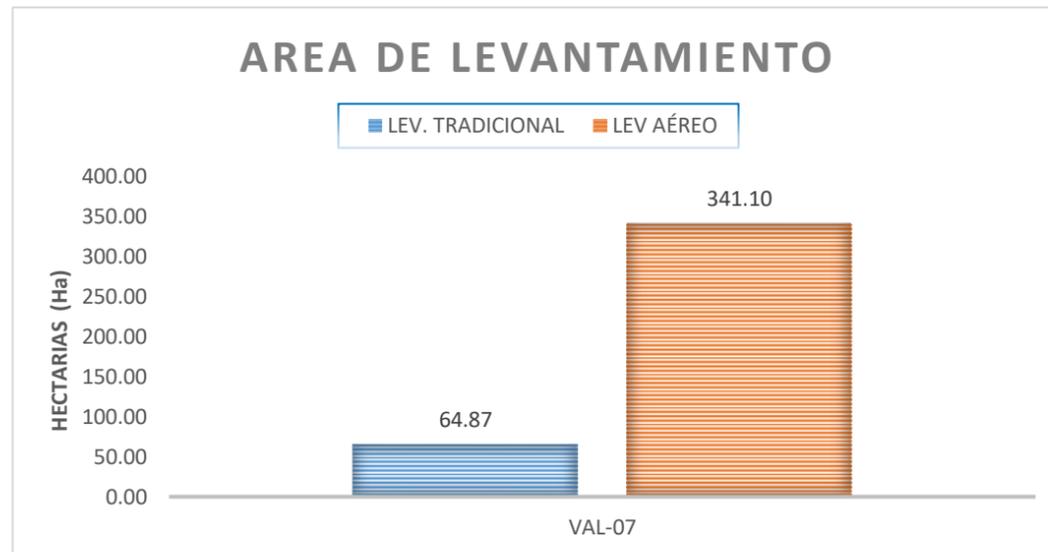
Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1200.00	1240.00	2440.00	64.87	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1200.00	1160.00	2360.00	341.10	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Lev. Tradicional: Actualización de avance de valorización

Lev. Aéreo: Actualización de avance de valorización

Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-08 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/03/2023
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/03/2023		26/03/2023		27/03/2023		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	0	1	16	24	400.00	600.00
CADISTA	0	1	1	2	0	1	8	32	133.33	533.33
TOPOGRAFO	3	1	0	0	0	0	24	8	400.00	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	3	1	0	0	0	0	24	8	200.00	66.67
TOTAL HH / DIA	56	32	16	24	0	16	72	72	1133.33	1333.33

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/03/2023		26/03/2023		27/03/2023		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	3	1	0	0	0	0	24	8	360.00	120.00
ESTACION TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	3	2	0	0	0	0	24	16	600.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	2	0	1	16	32	160.00	320.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	56	40	8	16	0	8	64	64	1120.00	1240.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** N° de Reporte : **VAL-08** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/03/2023**

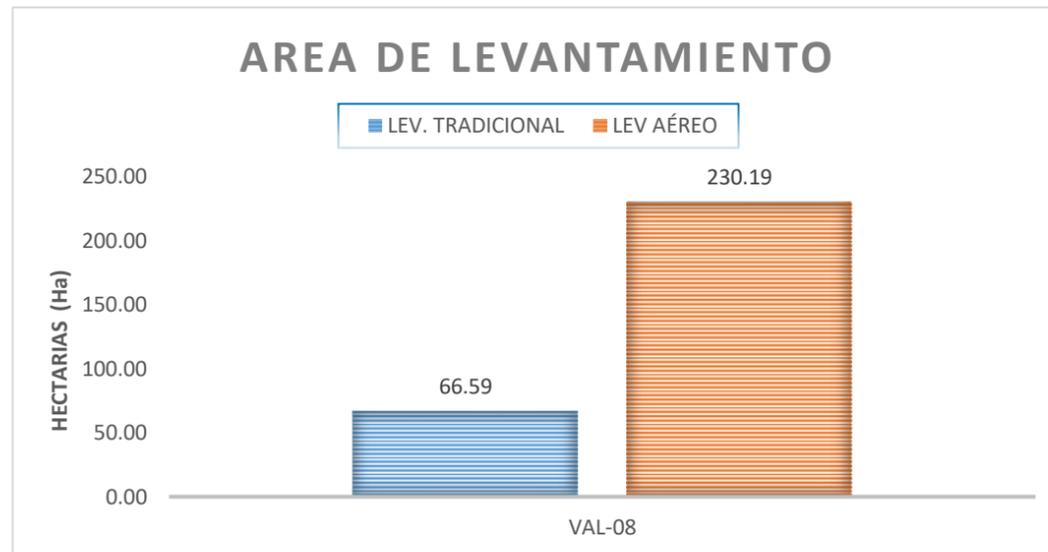
Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

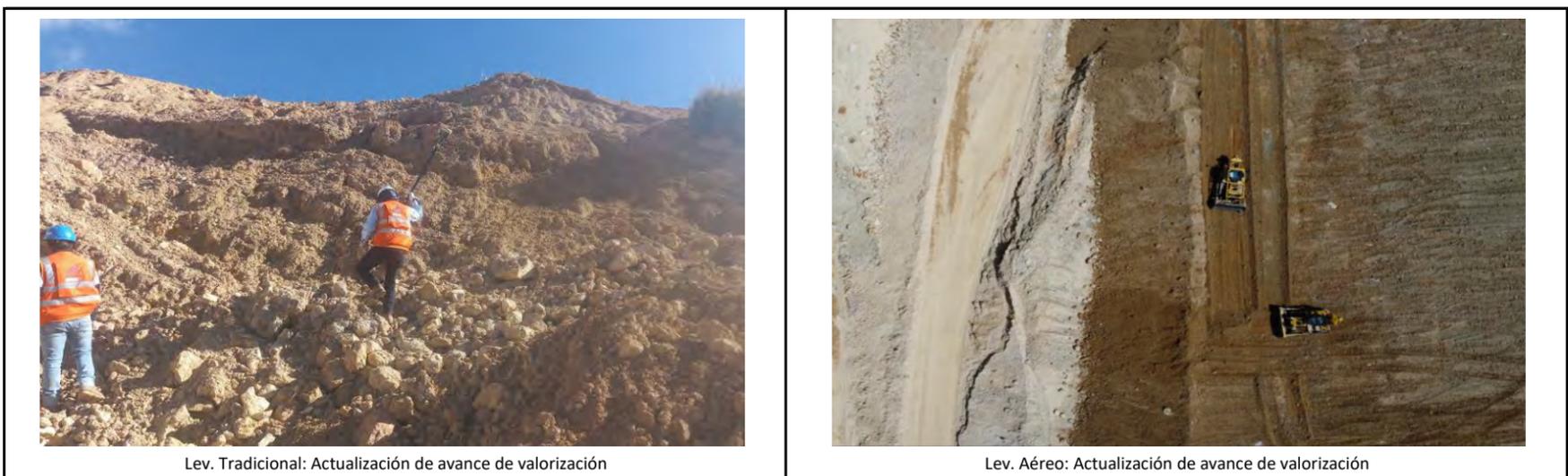
DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1133.33	1120.00	2253.33	66.59	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1333.33	1240.00	2573.33	230.19	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-09 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/04/2023
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/04/2023		26/04/2023		27/04/2023		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	0	1	16	24	400.00	600.00
CADISTA	1	0	1	2	0	2	16	32	266.67	533.33
TOPOGRAFO	3	1	0	0	0	0	24	8	400.00	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	3	1	0	0	0	0	24	8	200.00	66.67
TOTAL HH / DIA	64	24	16	24	0	24	80	72	1266.67	1333.33

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levatamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/04/2023		26/04/2023		27/04/2023		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	3	1	0	0	0	0	24	8	360.00	120.00
ESTACION TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	3	2	0	0	0	0	24	16	600.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	2	0	2	16	40	160.00	400.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	56	40	8	16	0	16	64	72	1120.00	1320.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levatamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-09 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/04/2023

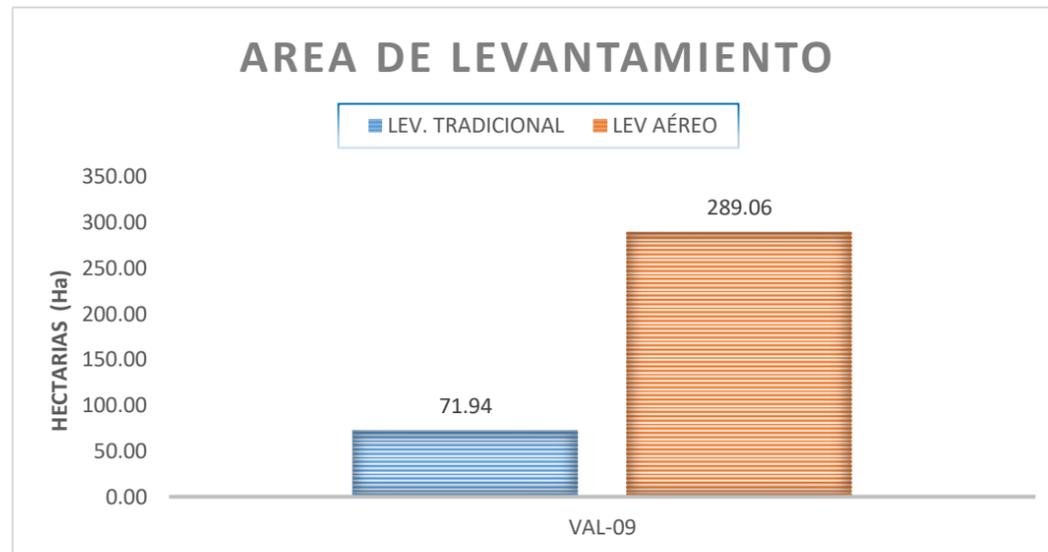
Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1266.67	1120.00	2386.67	71.94	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1333.33	1320.00	2653.33	289.06	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-10 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/05/2023
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/05/2023		26/05/2023		27/05/2023		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	0	1	16	24	400.00	600.00
CADISTA	1	0	1	1	0	1	16	16	266.67	266.67
TOPOGRAFO	3	1	0	0	0	0	24	8	400.00	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	3	1	0	0	0	0	24	8	200.00	66.67
TOTAL HH / DIA	64	24	16	16	0	16	80	56	1266.67	1066.67

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/05/2023		26/05/2023		27/05/2023		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	3	1	0	0	0	0	24	8	360.00	120.00
ESTACION TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	3	2	0	0	0	0	24	16	600.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	1	0	1	16	24	160.00	240.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	56	40	8	8	0	8	64	56	1120.00	1160.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** N° de Reporte : **VAL-10** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/05/2023**

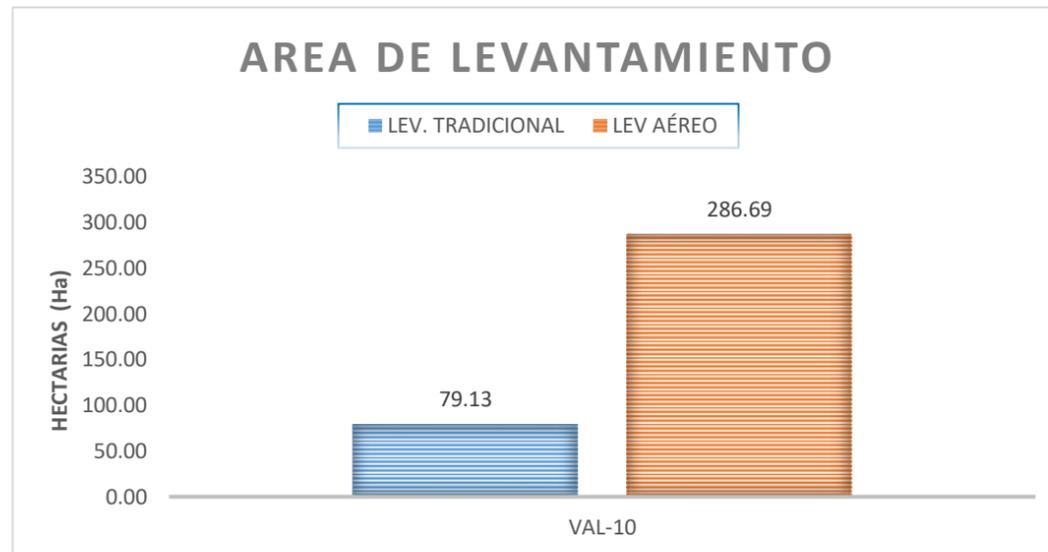
Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1266.67	1120.00	2386.67	79.13	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1066.67	1160.00	2226.67	286.69	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-11 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/06/2023
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/06/2023		26/06/2023		27/06/2023		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	0	1	16	24	400.00	600.00
CADISTA	1	0	1	1	0	1	16	16	266.67	266.67
TOPOGRAFO	3	1	0	0	0	0	24	8	400.00	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	4	1	0	0	0	0	32	8	266.67	66.67
TOTAL HH / DIA	72	24	16	16	0	16	88	56	1333.33	1066.67

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/06/2023		26/06/2023		27/06/2023		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	3	1	0	0	0	0	24	8	360.00	120.00
ESTACION TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	4	2	0	0	0	0	32	16	800.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	1	0	1	16	24	160.00	240.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	64	40	8	8	0	8	72	56	1320.00	1160.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : **CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023**

Tesista : **BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES** Nº de Reporte : **VAL-11** Realizado Por : **A.T.J.** Fecha : **25/06/2023**

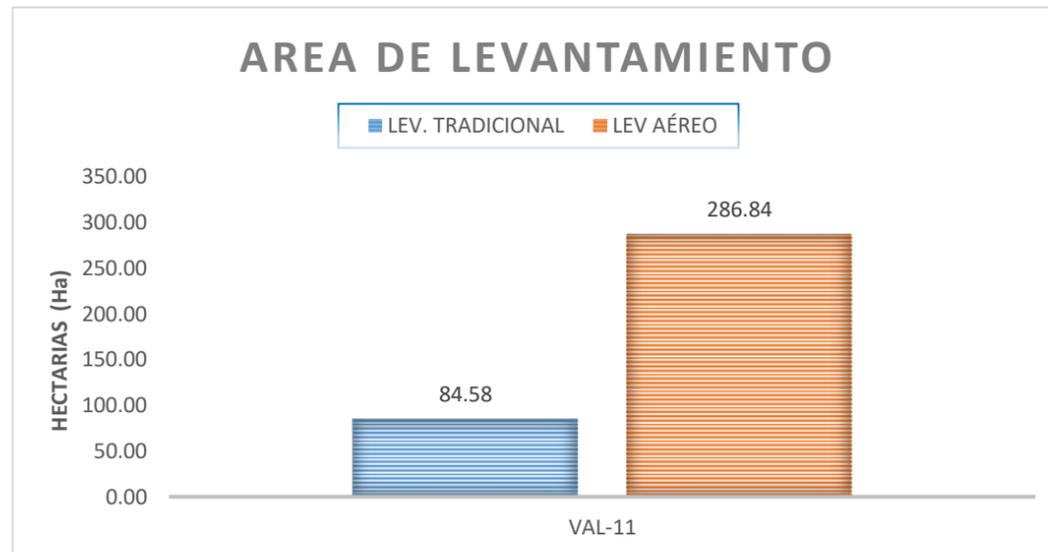
Asesor : **MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO** Aprobado Por : **R.D.B.** Modelo RPAS : **M3E**

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1333.33	1320.00	2653.33	84.58	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1066.67	1160.00	2226.67	286.84	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Lev. Tradicional: Actualización de avance de valorización

Lev. Aéreo: Actualización de avance de valorización

Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-12 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/07/2023
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/07/2023		26/07/2023		27/07/2023		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	0	1	16	24	400.00	600.00
CADISTA	1	0	1	2	0	1	16	24	266.67	400.00
TOPOGRAFO	4	1	0	0	0	0	32	8	533.33	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	4	1	0	0	0	0	32	8	266.67	66.67
TOTAL HH / DIA	80	24	16	24	0	16	96	64	1466.67	1200.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levatamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/07/2023		26/07/2023		27/07/2023		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	4	1	0	0	0	0	32	8	480.00	120.00
ESTACION TOTAL	1	0	0	0	0	0	8	0	300.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	4	2	0	0	0	0	32	16	800.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	2	0	1	16	32	160.00	320.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	80	40	8	16	0	8	88	64	1740.00	1240.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levatamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



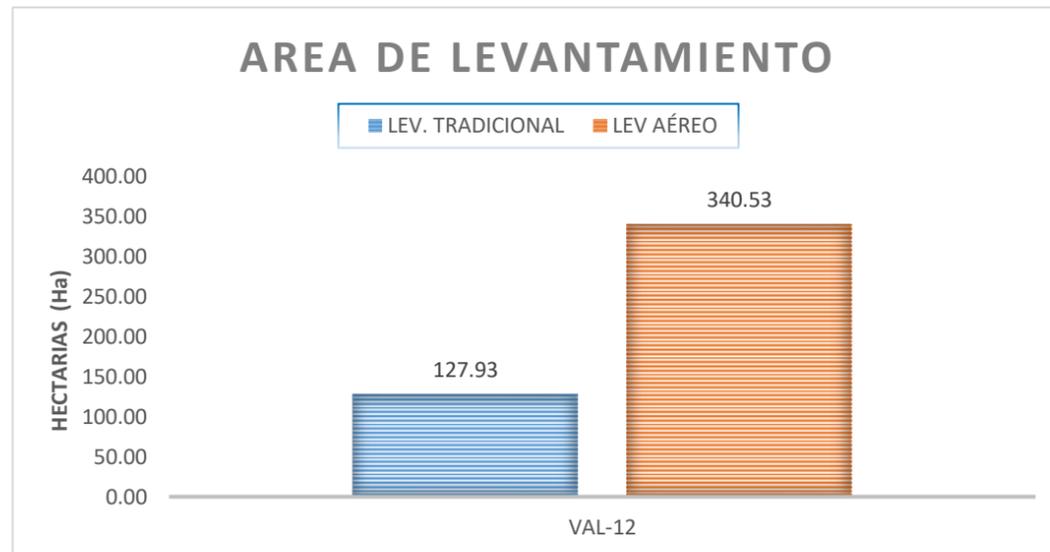
Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-12 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/07/2023
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

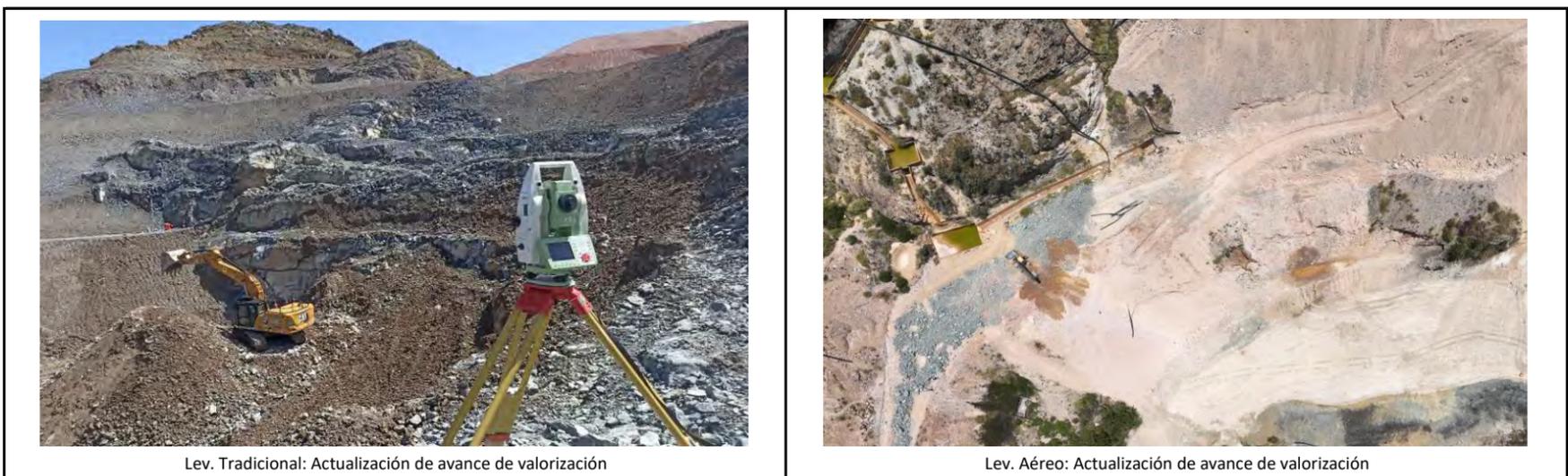
DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1466.67	1740.00	3206.67	127.93	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1200.00	1240.00	2440.00	340.53	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



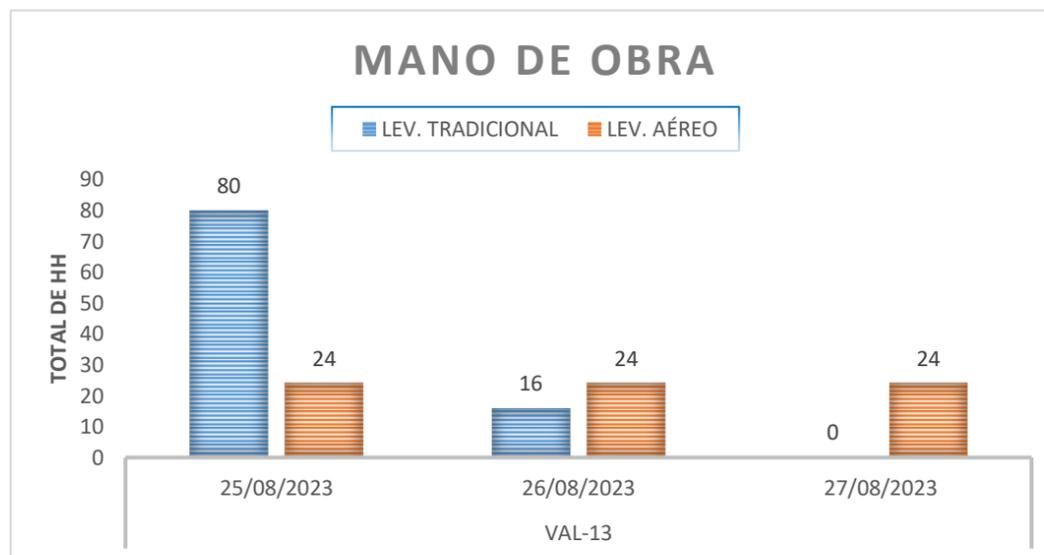
Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023
 Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-13 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/08/2023
 Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

1.00 MANO DE OBRA :

DESCRIPCION	25/08/2023		26/08/2023		27/08/2023		TOTAL HH		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
SUPERVISOR DE TOPOGRAFIA	1	1	1	1	0	1	16	24	400.00	600.00
CADISTA	1	0	1	2	0	2	16	32	266.67	533.33
TOPOGRAFO	4	1	0	0	0	0	32	8	533.33	133.33
AYUDANTE - CONDUCTOR	4	1	0	0	0	0	32	8	266.67	66.67
TOTAL HH / DIA	80	24	16	24	0	24	96	72	1466.67	1333.33

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización

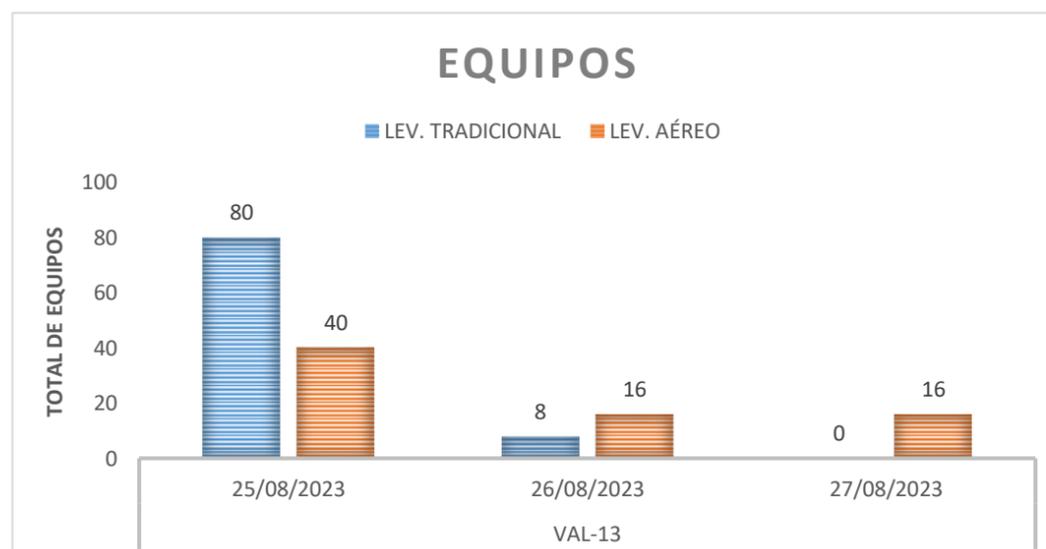


2.00 EQUIPOS :

DESCRIPCION	25/08/2023		26/08/2023		27/08/2023		TOTAL HM		COSTO (S/)	
	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADICIONAL	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO	LEV. TRADI.	LEV. AÉREO
CAMIONETA	4	1	0	0	0	0	32	8	480.00	120.00
ESTACION TOTAL	1	0	0	0	0	0	8	0	300.00	0.00
RECEPOTOR GNSS TRIMBLE R10	4	2	0	0	0	0	32	16	800.00	400.00
PC's DE ULTIMA GENERACION	1	1	1	2	0	2	16	40	160.00	400.00
DRON RTK	0	1	0	0	0	0	0	8	0.00	400.00
TOTAL HM / DIA	80	40	8	16	0	16	88	72	1740.00	1320.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES N° de Reporte : VAL-13 Realizado Por : A.T.J. Fecha : 25/08/2023

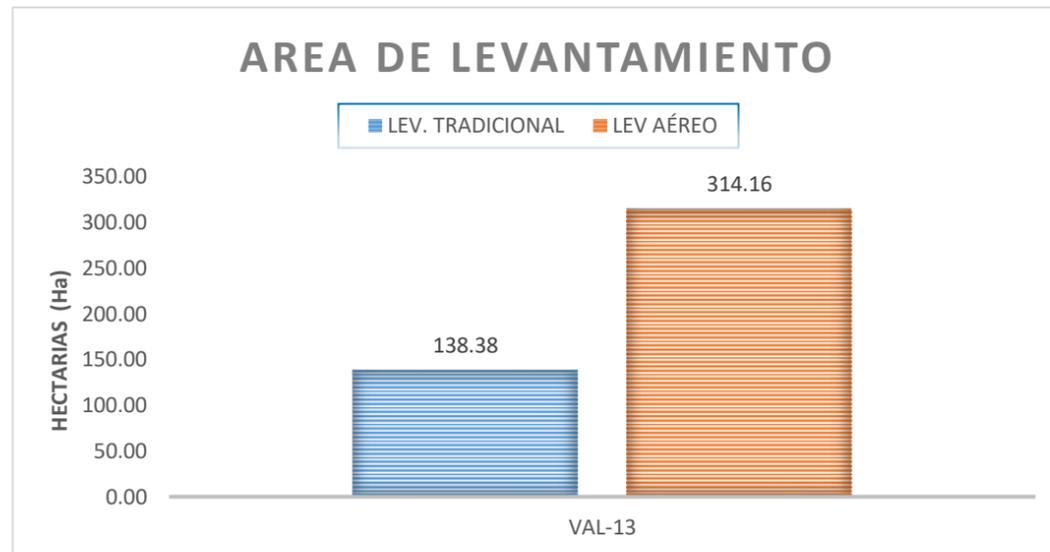
Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO Aprobado Por : R.D.B. Modelo RPAS : M3E

3.00 COSTOS DE OPERACIÓN VS AREA DE LEVANTAMIENTO:

DESCRIPCION	COSTOS (S/)			LEVATAMIENTO / PROCESAMIENTO			
	MANO DE OBRA (A)	EQUIPOS (B)	TOTAL (A) + (B)	AREA (Ha)	TIEMPO LEVANTA** (DÍAS)	TIEMPO PROCESA. (DÍAS)	TIEMPO TOTAL (DÍAS)
LEV. TRADICIONAL	1466.67	1740.00	3206.67	138.38	3.00	1.00	4.00
LEV AÉREO	1333.33	1320.00	2653.33	314.16	1.00	2.00	3.00

(*) El cierre de actualización de topografía es el 25 de cada mes

(**) El inicio de levantamiento tradicional empieza dos días antes del cierre de actualización



4.00 PANEL FOTOGRAFICO:



Lev. Tradicional: Actualización de avance de valorización

Lev. Aéreo: Actualización de avance de valorización

ANEXO N° 05: EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

Tesis : CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023

Tesista : BACH. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

Realizado Por : A.T.J.

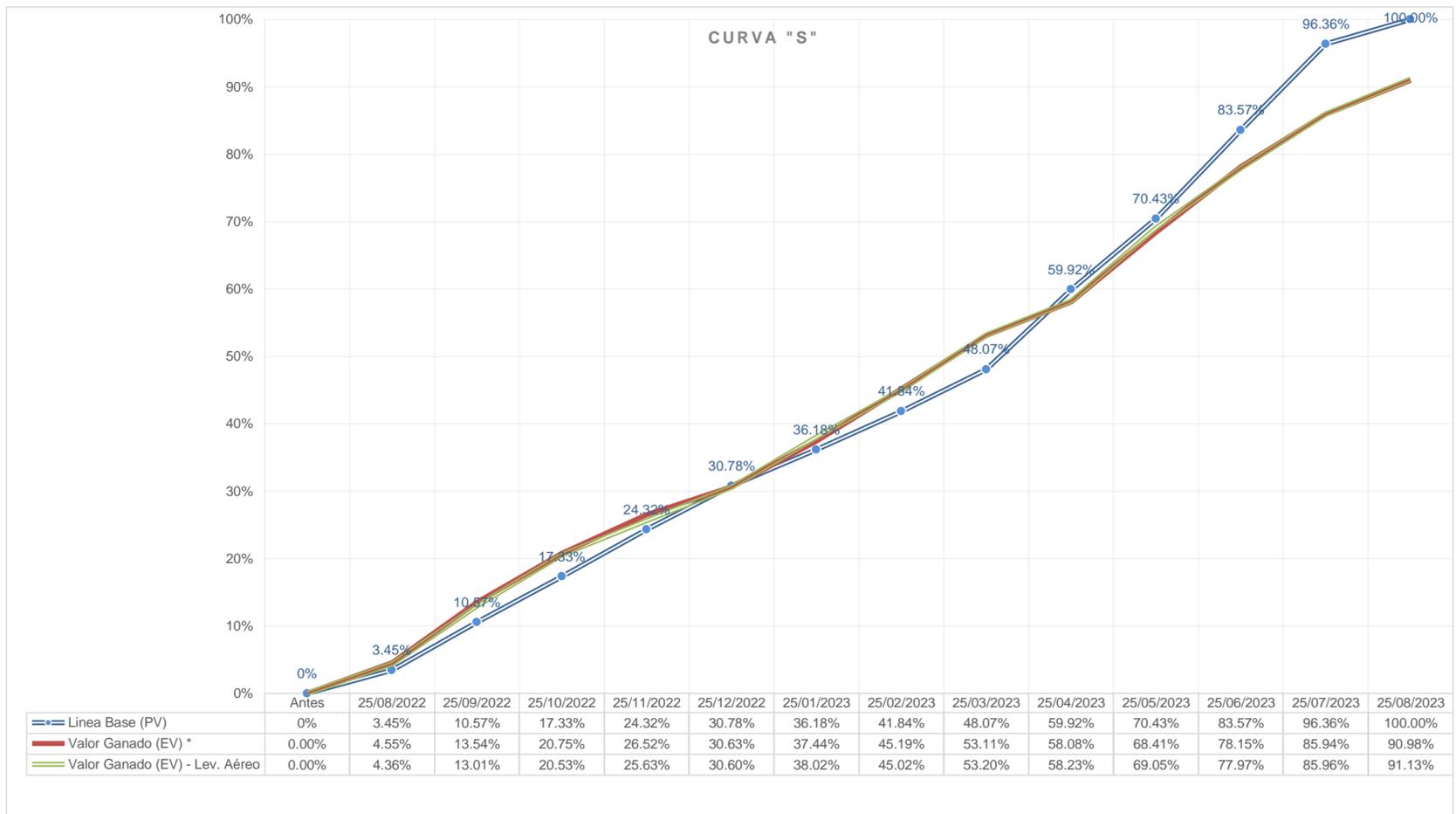
Asesor : MTRO. ING. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

Aprobado Por : R.D.B.

ANALISIS DE VALOR GANADO

PLANEADO / EJECUTADO	Año	2022						2023							
	Mes	Antes	25/08/2022	25/09/2022	25/10/2022	25/11/2022	25/12/2022	25/01/2023	25/02/2023	25/03/2023	25/04/2023	25/05/2023	25/06/2023	25/07/2023	25/08/2023
Línea Base (PV)		0.00	3361.79	10306.15	16891.72	23707.43	30006.08	35272.30	40795.45	46860.49	58418.74	68660.91	81473.01	93943.70	97493.28
% Total acumulada		0%	3.45%	10.57%	17.33%	24.32%	30.78%	36.18%	41.84%	48.07%	59.92%	70.43%	83.57%	96.36%	100.00%
% Total Semanal		0%	3.45%	7.12%	6.75%	6.99%	6.46%	5.40%	5.67%	6.22%	11.86%	10.51%	13.14%	12.79%	3.64%
Valor Ganado (EV) *		0.00	4 440.79	13 200.98	20 230.58	25 855.06	29 862.22	36 501.18	44 052.85	51 774.32	56 620.59	66 695.27	76 188.37	83 785.86	88 696.42
% Total acumulada		0.00%	4.55%	13.54%	20.75%	26.52%	30.63%	37.44%	45.19%	53.11%	58.08%	68.41%	78.15%	85.94%	90.98%
% Total Semanal		0.00%	4.55%	8.99%	7.21%	5.77%	4.11%	6.81%	7.75%	7.92%	4.97%	10.33%	9.74%	7.79%	5.04%
Valor Ganado (EV) - Lev. Aéreo		0.00	4 251.18	12 683.06	20 012.50	24 984.23	29 837.69	37 070.57	43 891.64	51 861.59	56 767.76	67 317.37	76 017.14	83 803.34	88 850.09
% Total acumulada		0.00%	4.36%	13.01%	20.53%	25.63%	30.60%	38.02%	45.02%	53.20%	58.23%	69.05%	77.97%	85.96%	91.13%
% Total Semanal		0.00%	4.36%	8.65%	7.52%	5.10%	4.98%	7.42%	7.00%	8.17%	5.03%	10.82%	8.92%	7.99%	5.18%

(*) VALOR GANADO DE DATOS DE REFERENCIA - LEVANTAMIENTO TRADICIONAL



RESUMEN DE DESEMPEÑO

INDICADORES DE DESEMPEÑO	VAL-01 25/08/2022	VAL-02 25/09/2022	VAL-03 25/10/2022	VAL-04 25/11/2022	VAL-05 25/12/2022	VAL-06 25/01/2023	VAL-07 25/02/2023	VAL-08 25/03/2023	VAL-09 25/04/2023	VAL-10 25/05/2023	VAL-11 25/06/2023	VAL-12 25/07/2023	VAL-13 25/08/2023
Valor Planeado (PV)	3361.79	10306.15	16891.72	23707.43	30006.08	35272.30	40795.45	46860.49	58418.74	68660.91	81473.01	93943.70	97493.28
Valor Ganado Lev. Tradicional (EV _{TRA})	4 440.79	13 200.98	20 230.58	25 855.06	29 862.22	36 501.18	44 052.85	51 774.32	56 620.59	66 695.27	76 188.37	83 785.86	88 696.42
Valor Ganado Lev. Aéreo (EV _{AER})	4 251.18	12 683.06	20 012.50	24 984.23	29 837.69	37 070.57	43 891.64	51 861.59	56 767.76	67 317.37	76 017.14	83 803.34	88 850.09
Indice de desempeño Lev Tradicional (SPI _{TRA})	1 079	2 895	3 339	2 148	-144	1 229	3 257	4 914	-1 798	-1 966	-5 285	-10 158	-8 797
Indice de desempeño Lev Aéreo (SPI _{AER})	889	2 377	3 121	1 277	-168	1 798	3 096	5 001	-1 651	-1 344	-5 456	-10 140	-8 643
Indice de desempeño Lev Tradicional (SPI _{TRA})	1.32	1.28	1.20	1.09	1.00	1.03	1.08	1.10	0.97	0.97	0.94	0.89	0.91
Indice de desempeño Lev Aéreo (SPI _{AER})	1.26	1.23	1.18	1.05	0.99	1.05	1.08	1.11	0.97	0.98	0.93	0.89	0.91

ANEXO N° 06: CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

ACTA DE CONFORMIDAD DE OPERATIVIDAD



CLIENTE: INGENIERIA GEODESIA & TOPOGRAFIA NORPERU S.A.C. - INGET NORPERU S.A.C.
RUC: 20611570661
FECHA REPORTE: 23-09-2023
PROVEEDOR: SOPORTE TÉCNICO - DRONE FIXING CENTER SAC

Mediante el presente documento dejamos constancia que hemos realizado proceso de activación, actualización y comprobación del correcto funcionamiento del producto MAVIC 3 ENTERPRISE, de acuerdo con la confirmación de servicio u orden de servicio _____.

Habiéndose realizado en el procedimiento las siguientes tareas:

- Activación del sistema.
- Actualización de software actual según el fabricante.
- Calibraciones del sistema de visión, navegación, estabilización e inercial según el manual del fabricante.
- Revisión del estado de las baterías.
- Prueba de vuelo correspondiente.

Artículo	SN	Observación	Firmware
MAVIC 3 ENTERPRISE	1581F5FHD237J00D1316	OPERATIVO	v07.01.20.01

METODOLOGÍA APLICADA:

Se procedió a la calibración y prueba de vuelo correspondiente en nuestras instalaciones en donde no se observó ninguna anomalía en su modo de navegación GNSS, transmisión de imagen foto y video, además con respecto a su telemetría y parámetros de vuelo en general estos son los correctos para realizar un vuelo seguro. Confirmamos la finalización de intervención y la conformidad de funcionamiento.

* Validez de la conformidad 6 meses.

* Recomendación Mantenimiento Preventivo básico cada 6 meses.

Habiéndose culminado el servicio satisfactoriamente y encontrándose todo conforme, se firma la presente.

DRONE FIXING CENTER SAC
20607366269

GEANCARLOS ZARA
TECH SUPPORT
elaborador por



THE FUTURE OF POSSIBLE

 @DRONESOLUTIONCENTER

 SOPORTE@DRONESOLUTION.PE

 CALLE MONTERROSA 233-SANTIAGO DE SURCO-CHACARILLA

Certificado de Operatividad

Nombre Cliente: DATCO S&H SRL

No. Certificado: 23-OG-0640

Equipo: RECEPTOR GNSS R10

Fecha de Certificado: 13/10/2023

Marca: TRIMBLE

Fecha de Vencimiento: 13/10/2024

P.N.: 90911-60-LA

Revisión: 1.4

Número de Serie: 5729470058

GEO SYSTEMS S.A.C. certifica que el equipo arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.

En las pruebas efectuadas en Tiempo Real, el equipo se encuentra dentro de las tolerancias del fabricante.

MEDICION CINEMATICA EN TIEMPO REAL (REAL TIME KINEMATIC)

HORIZONTAL	8 mm + 1 ppm
VERTICAL	15 mm + 1 ppm

Los resultados obtenidos en las pruebas de Post Proceso fueron realizados en el software TRIMBLE BUSINESS CENTER V.5.6

PRECISIÓN MODO ESTATICO DE ALTA PRECISION (POST PROCESO)

HORIZONTAL	3 mm + 0.1 ppm RMS
VERTICAL	3.5 mm + 0.4 ppm RMS

Coordenadas del Punto del Orden "C", usado para la verificación de los equipos

ID	C-NORTE	C-ESTE	ELEVACION
Geo 1	8662725.493	280963.495	162.148

Sello

Fecha

Responsable de la revisión



13.10.2023

Alex Ribos P.
Área de Servicio Técnico



- Este Certificado no atribuye al equipo otras características que las indicadas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones. Se garantiza la trazabilidad a los patrones nacionales.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa para ello.
- Verificar la autenticidad del certificado, fecha de emisión y vencimiento, número de serie del equipo escaneando el código QR en el equipo



ANEXO N° 07: CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN - DATCO

Desde
1996

¡Somos la **GARANTÍA** que te ayuda
a **ALCANZAR TUS METAS!**



Datco S&H
Ingeniería, Construcción y Geodesia

CONSTANCIA DE AUTORIZACION

Quien suscribe el presente, **DATCO S&H S.R.L** con RUC N° 20323094617 con domicilio legal en la Av. Palmira N° 139 – Urb. Santa Elena – Independencia - Huaraz, representada legalmente por el Sr. CHAVEZ ANGELES GODWIN JAMES, identificado con DNI N° 31670454.

AUTORIZO

Al Sr. Andy Robert Tadeo Jaimes, con DNI N° 42265546, quien realizara la toma de datos topográficos y fotogramétricos en nuestro Proyecto Minero que se desarrolla en la localidad de Jangas – Huaraz – Ancash. Asimismo, el uso de los datos tomados y procedimientos como trabajador en la empresa DATCO S&H S.R.L., para el desarrollo de su tesis “**CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS – HUARAZ - 2023**”.

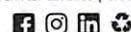

datco S&H S.R.L.
Ingeniería, Construcción y Sistemas
Godwin James Chavez Angeles
GERENTE GENERAL

GODWIN JAMES CHAVEZ ANGELES
DNI N° 31670454

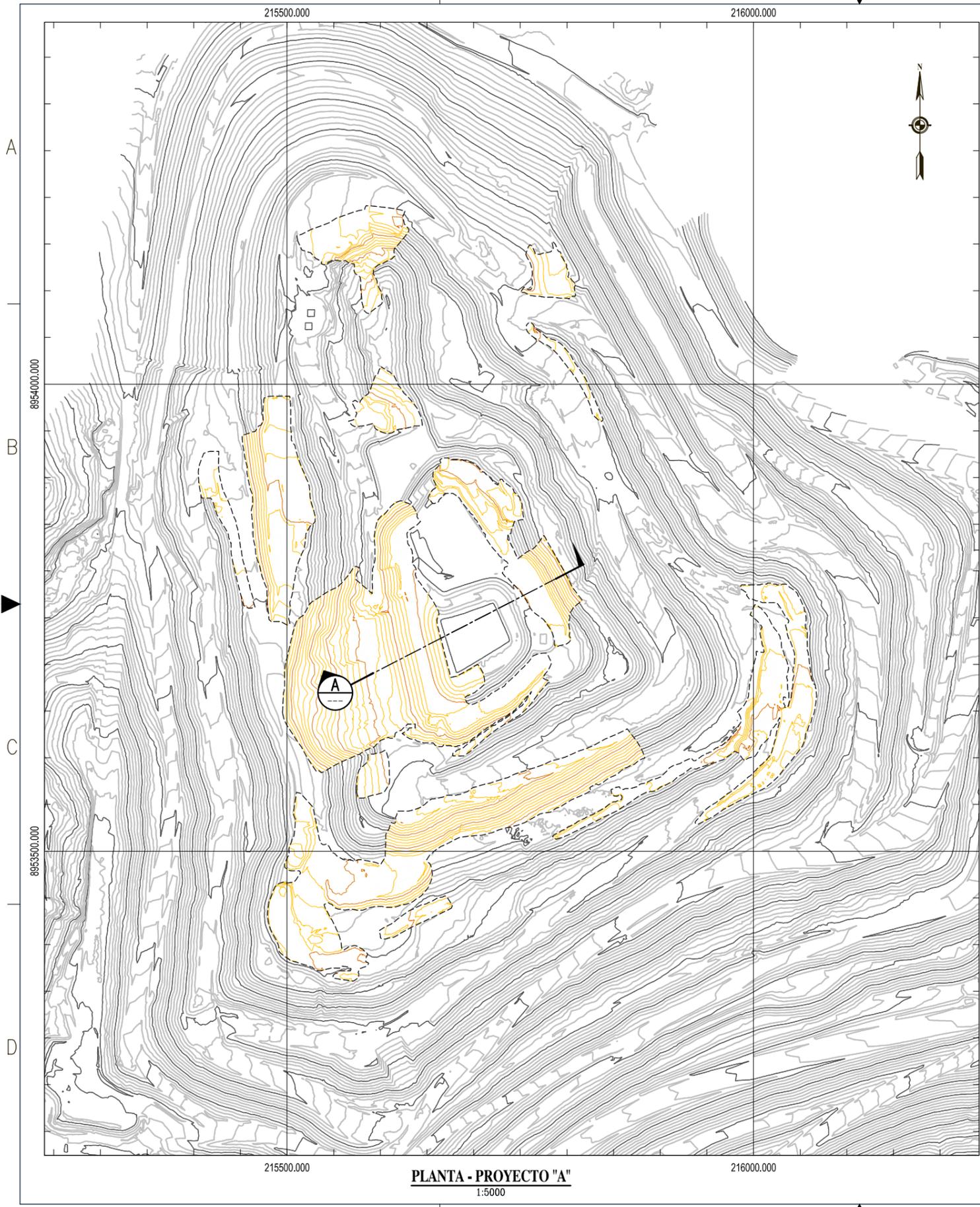


SC-CER623190 SA-CER882155 OS-CER623192 SGA-CER907772

(043) 234233 | datco_syh@datco-syh.com | www.datco-syh.com
Av. Palmira N° 139 - Urb. Santa Elena, Independencia, Huaraz, Ancash



ANEXO N° 08: PLANOS

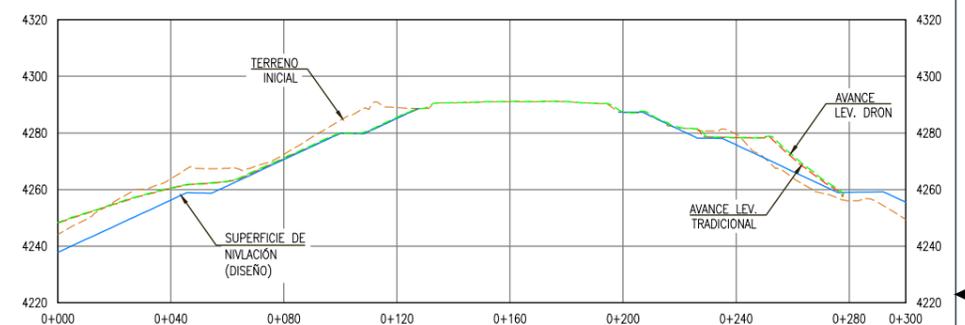


LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	— — — —



- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/08/2022.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRÁFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL	4248.229	4260.419	4270.917	4285.214	4276.349	
COTA DE LEV. AÉREO	4244.121	4263.803	4272.413	4288.954	4291.104	4276.234
ALTURA DE CORTE/RELLENO	+4.11	-3.38	-1.50	-3.74		-1.22

SECCIÓN - A
1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-08-22	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-08-22	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD HÍGICA - PROYECTO "A"								
03.01	ÁREA DE AVANCE	m ²	1 392 051.87	0.00	133 172.55	133 172.55	149 097.74	133 172.55	9.57%
03.02	CORTE	m ³	3 575 853.08	0.00	144 093.87	156 854.24	144 093.87	144 093.87	4.03%
03.03	REFILADO	m ³	2 442 950.30	0.00	135 150.95	135 150.95	153 483.51	135 150.95	5.53%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

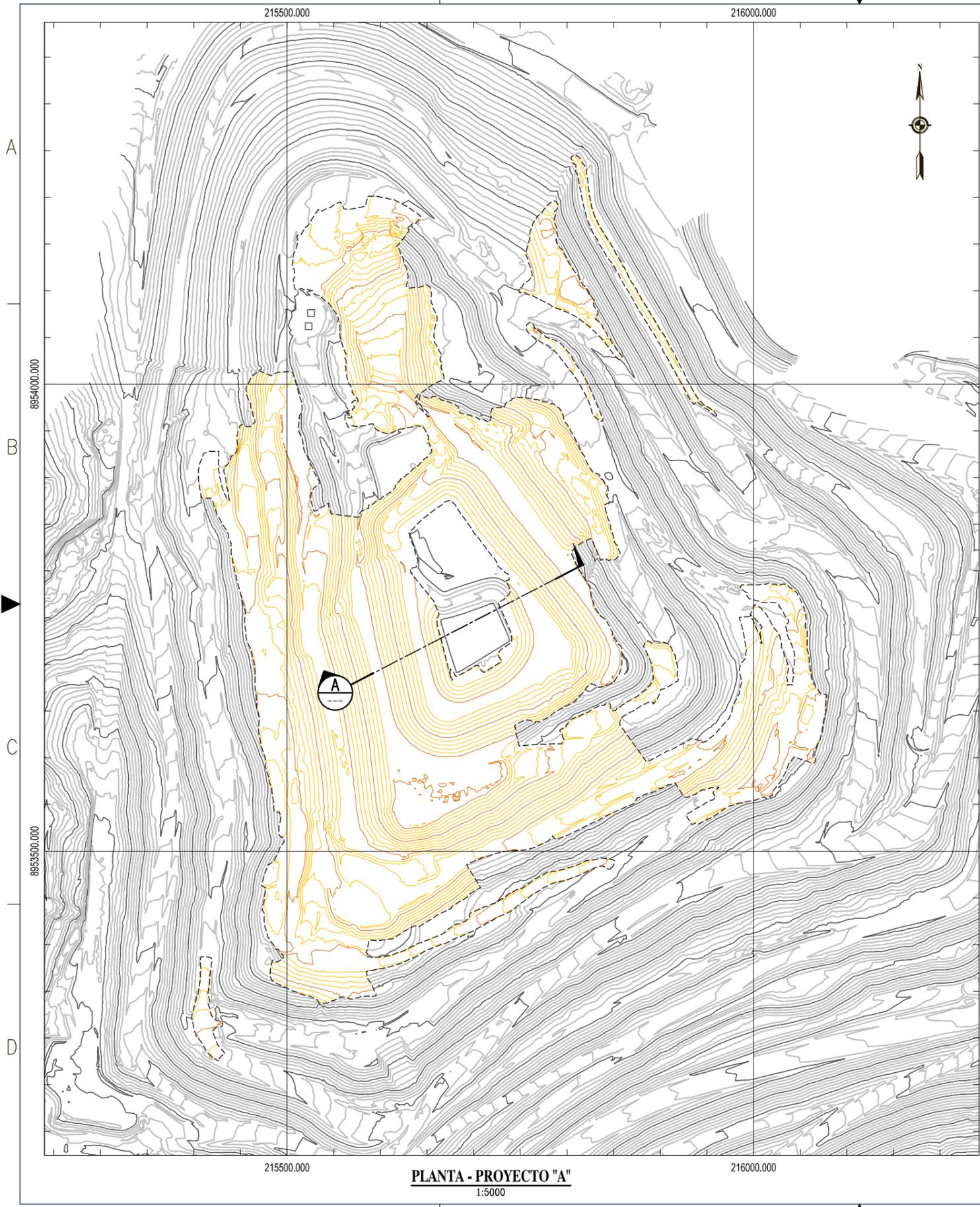
TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 01 AL 25-08-2022

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

LAMINA:
AV-01



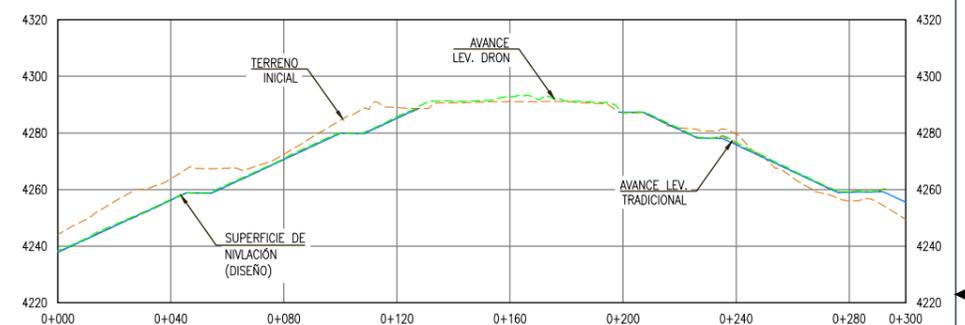
PLANTA - PROYECTO "A"
 1:5000

LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	— — — —



- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/09/2022.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRAFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACION DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACION DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL	4238.045	4256.200	4270.653	4285.251		4287.240	4276.084	4259.174
COTA DE LEV. AÉREO	4238.340	4256.460	4270.915	4285.806	4292.896	4287.255	4276.712	4259.245
VARIACIÓN TRADICIONAL/DRON	-0.30	-0.26	-0.26	-0.56		-0.02	-0.63	-0.07

SECCIÓN - A
 1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-09-22	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-09-22	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD FISICA - PROYECTO "A"								
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,392,061.87	133,177.55	135,175.00	268,297.55	277,994.36	268,297.55	19.27%
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	156,864.24	325,745.88	482,610.12	456,403.45	482,610.12	13.50%
03.03	REFILLO	m ³	2,447,960.30	135,150.95	201,685.79	337,036.74	352,678.31	337,036.74	13.80%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

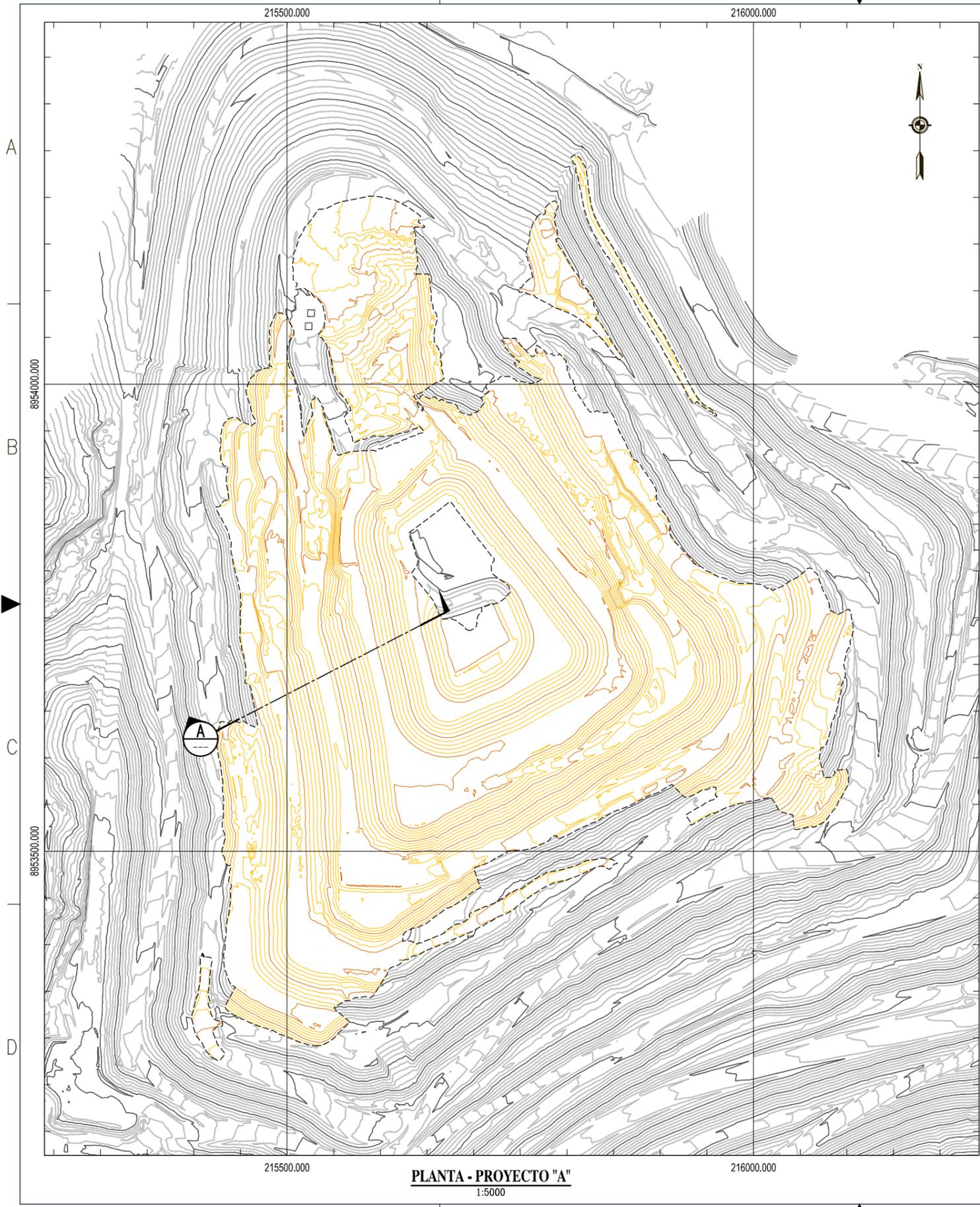
TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 02 AL 25-09-2022

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

LAMINA:
AV-02

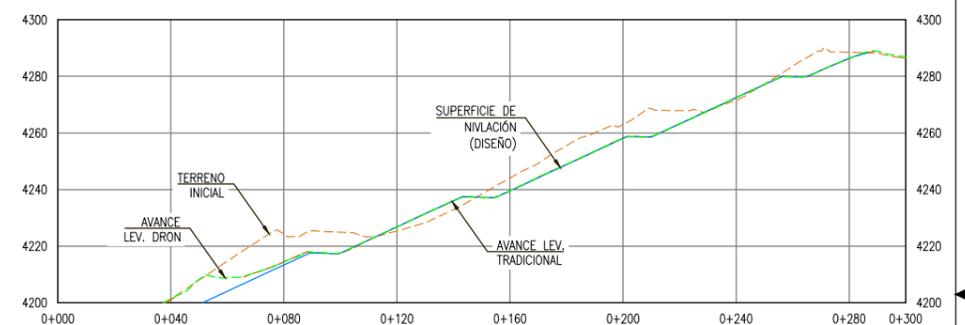


PLANTA - PROYECTO "A"
 1:5000

LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	— —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	— —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	— —
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	— —

- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/10/2022.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRÁFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL		4201.092		4214.422		4226.620		4239.532		4258.132		4272.477		4286.284
COTA DE LEV. AÉREO	4192.839	4201.389		4214.468		4226.756		4239.465		4258.197		4272.464		4286.269
VARIACIÓN TRADICIONAL/DRON		-0.30		-0.05		+0.06		+0.05		-0.06		+0.01		+0.01

SECCIÓN - A
 1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-10-22	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-10-22	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD FISICA - PROYECTO "A"								
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,397,061.87	768,797.55	99,593.50	367,891.06	365,141.34	357,891.05	76.43%
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	482,610.12	255,317.55	738,927.67	724,572.97	738,927.67	20.66%
03.03	REFILLO	m ³	2,447,960.30	337,036.74	182,155.10	519,191.84	538,955.42	519,191.84	71.75%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

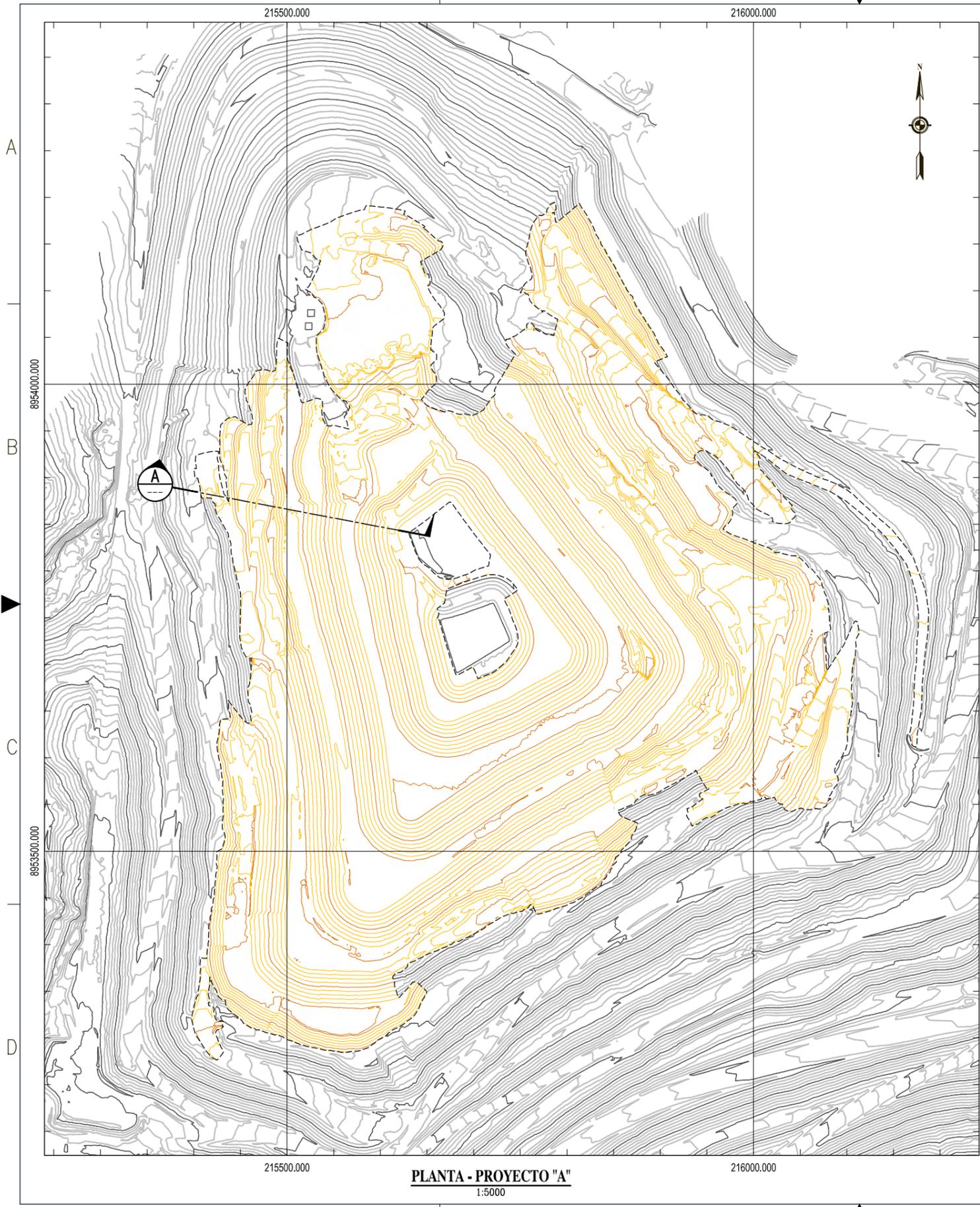
TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 03 AL 25-10-2022

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

LAMINA:
AV-03



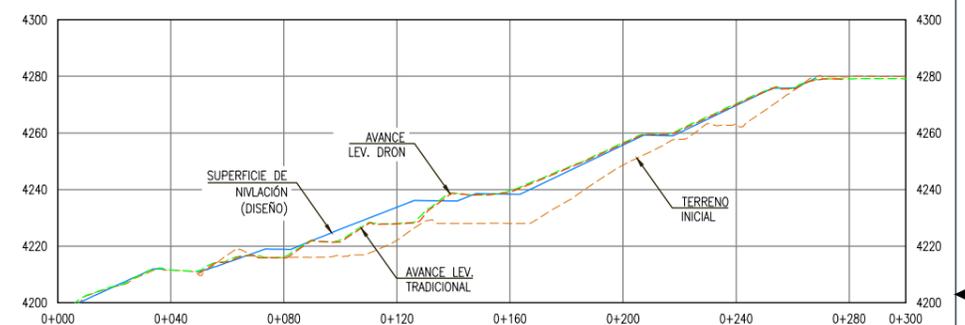
PLANTA - PROYECTO "A"
 1:5000

LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	— — — —



- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/11/2022.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRAFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACION DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACION DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL			4215.729	4227.871	4238.951	4256.159	4269.962		
COTA DE LEV. AÉREO	4196.790	4211.526	4216.204	4227.959	4239.601	4256.572	4270.219	4279.113	4279.126
VARIACION TRADICIONAL/DRON		-0.46	-0.09	-0.65	-0.41	-0.26			

SECCIÓN - A
 1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-11-22	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-11-22	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD FISICA - PROYECTO "A"								
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,397,061.87	367,891.06	58,781.21	476,177.27	473,724.97	476,177.27	30.61%
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	738,927.67	204,352.89	943,290.56	893,647.89	943,290.56	26.38%
03.03	REFILLO	m ³	2,447,960.30	519,191.84	148,603.08	667,794.97	686,118.63	657,794.97	27.34%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

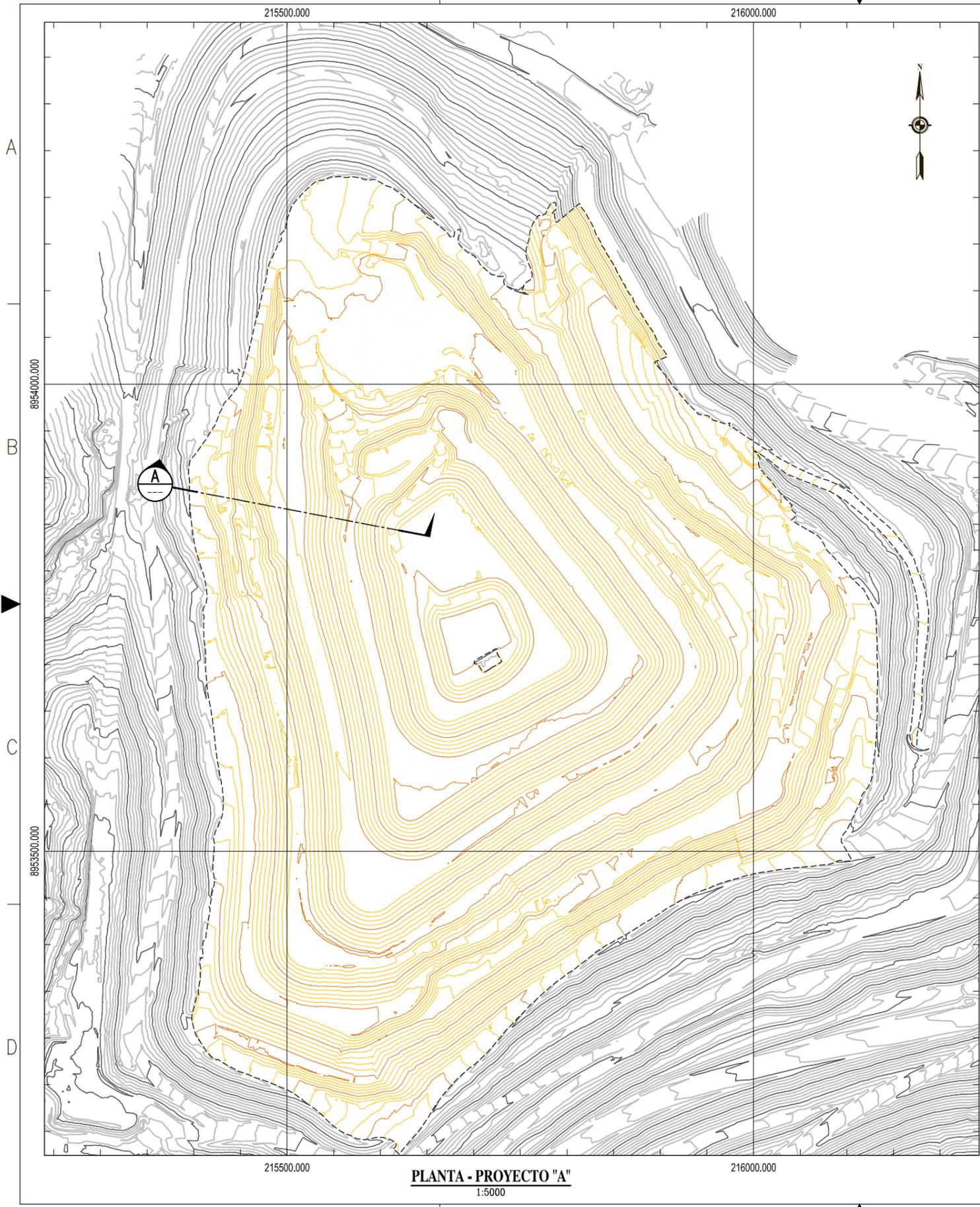
TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 04 AL 25-11-2022

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

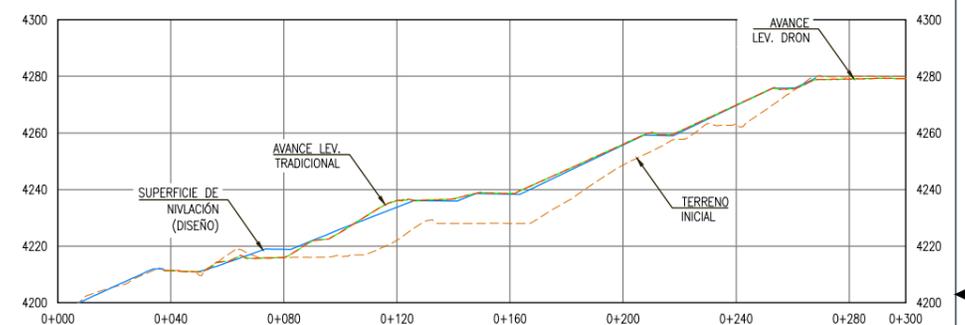
LAMINA:
AV-04



LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	-----
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	-----
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	-----
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	-----

- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/12/2022.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRÁFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL	4211.267	4215.981	4236.122	4236.615	4255.990	4269.816	4279.031	4279.185
COTA DE LEV. AÉREO	4211.254	4215.973	4236.913	4236.632	4255.968	4269.816	4279.056	4279.185
VARIACIÓN TRADICIONAL/DRON	+0.01	+0.01	+0.21	-0.02	+0.02	0.00	-0.03	0.00

SECCIÓN - A
1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-12-22	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUM. TOTAL ACTUAL APROBADO 25-12-22
03.00	ESTABILIDAD FISICA - PROYECTO "A"							
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,392,061.87	476,172.77	134,756.76	560,929.03	556,675.87	590,799.6
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	943,290.56	132,345.36	1,075,635.92	1,074,533.84	1,075
03.03	RIFIENCO	m ³	2,447,960.30	667,794.97	158,476.76	826,271.18	826,458.35	826



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 05 AL 25-12-2022

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

LAMINA:
AV-05



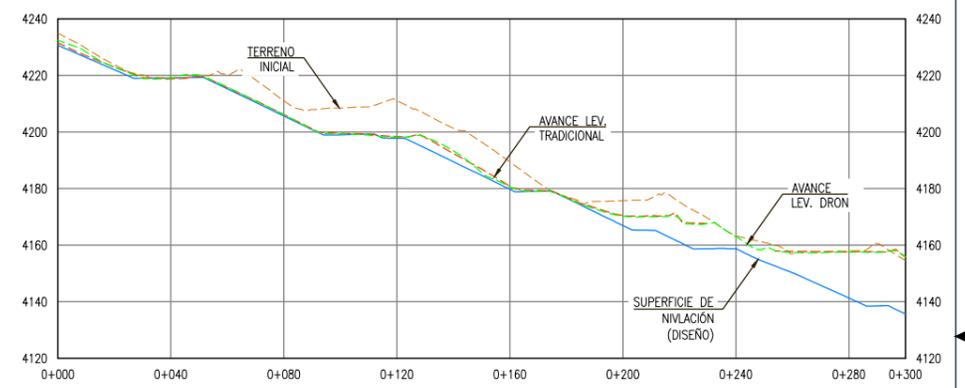
LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	— —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	— —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	— —
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	— —



PLANO CLAVE

- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/01/2023.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRÁFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DATCO S&H.



	0+000	0+040	0+080	0+120	0+160	0+200	0+240	0+280	0+300
COTA DE LEV. TRADICIONAL	4231.483	4219.172	4206.246	4196.460	4180.815	4170.593	4157.675	4155.872	
COTA DE LEV. AÉREO	4232.388	4219.200	4206.142	4196.194	4180.672	4170.351	4163.081	4157.629	4155.758
VARIACIÓN TRADICIONAL/DRON	-0.90	-0.03	+0.10	+0.27	+0.14	+0.24		+0.05	+0.11

SECCIÓN - A
1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-01-23	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-01-23	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD FISICA - PROYECTO "A"								
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,397,061.87	560,929.03	78,494.07	639,423.10	642,128.10	639,423.10	45.93%
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	1,075,635.92	248,338.18	1,323,974.10	1,355,923.04	1,323,974.10	37.03%
03.03	RHIZO	m ³	2,447,960.30	876,271.18	147,166.96	973,438.14	943,785.96	973,438.14	39.85%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

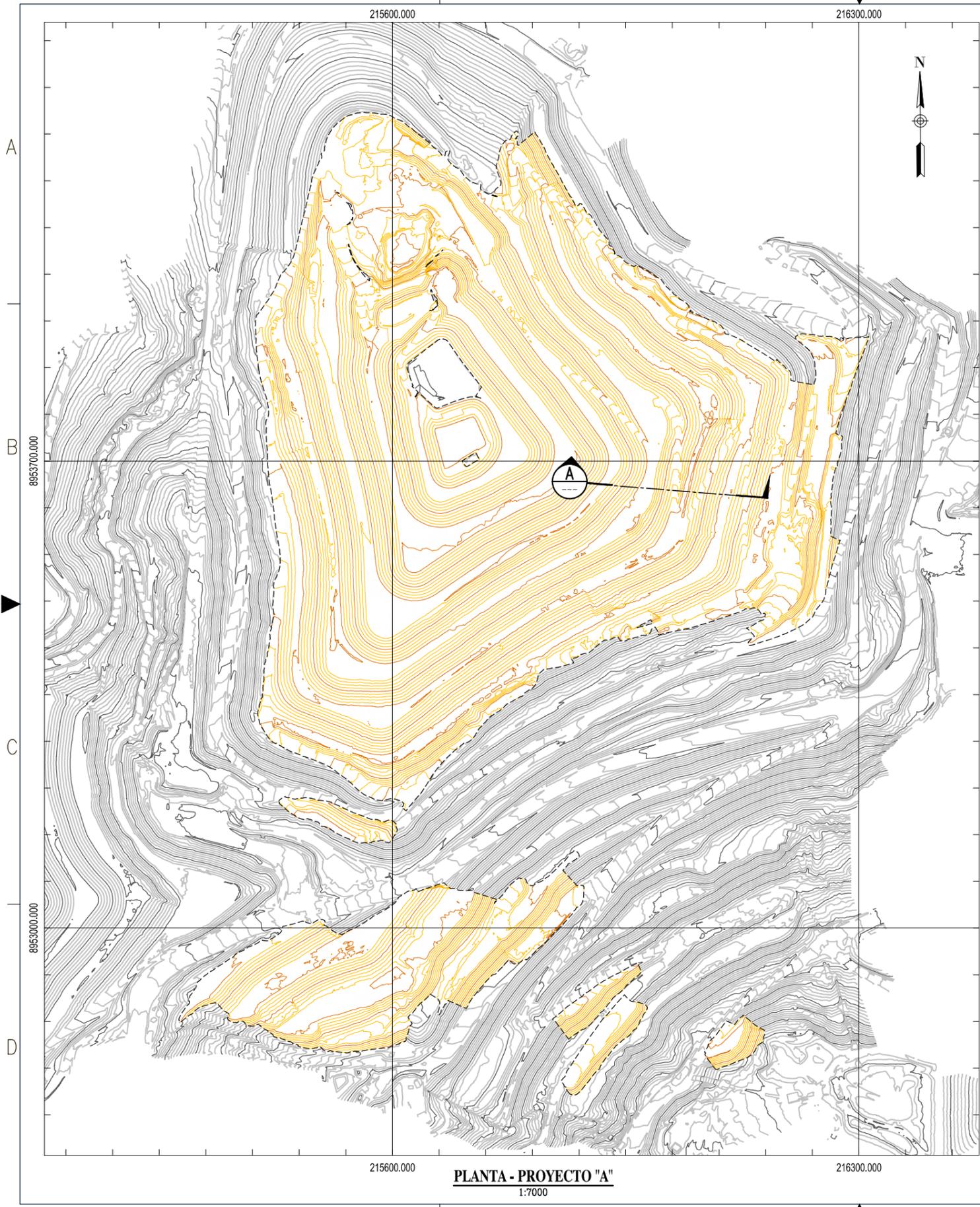
TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 06 AL 25-01-2023

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

LAMINA:
 AV-06



PLANTA - PROYECTO "A"
 1:7000

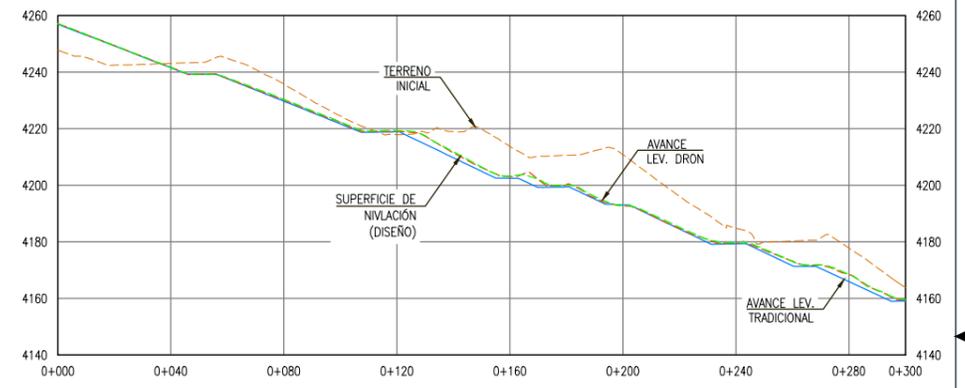
LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	— — — —



PLANO CLAVE

- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/02/2023.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRÁFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL	4257.165	4241.694	4230.145	4219.110	4203.141	4192.781	4179.767	4168.471	4159.525
COTA DE LEV. AÉREO	4257.151	4241.690	4230.394	4219.356	4203.298	4192.923	4179.797	4168.591	4159.783
VARIACIÓN TRADICIONAL/DRON	+0.01	0.00	-0.25	-0.25	-0.16	-0.14	-0.03	-0.12	-0.26

SECCIÓN - A
 1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-02-23	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-02-23	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD FISICA - PROYECTO "A"								
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,397,061.87	639,473.10	119,457.17	758,890.77	748,404.13	758,890.77	54.52%
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	1,323,974.10	461,379.11	1,785,353.21	1,780,982.75	1,785,353.21	49.93%
03.03	RIFIENCO	m ³	2,447,960.30	973,438.14	214,645.96	1,188,084.10	1,290,293.13	1,188,084.10	48.63%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

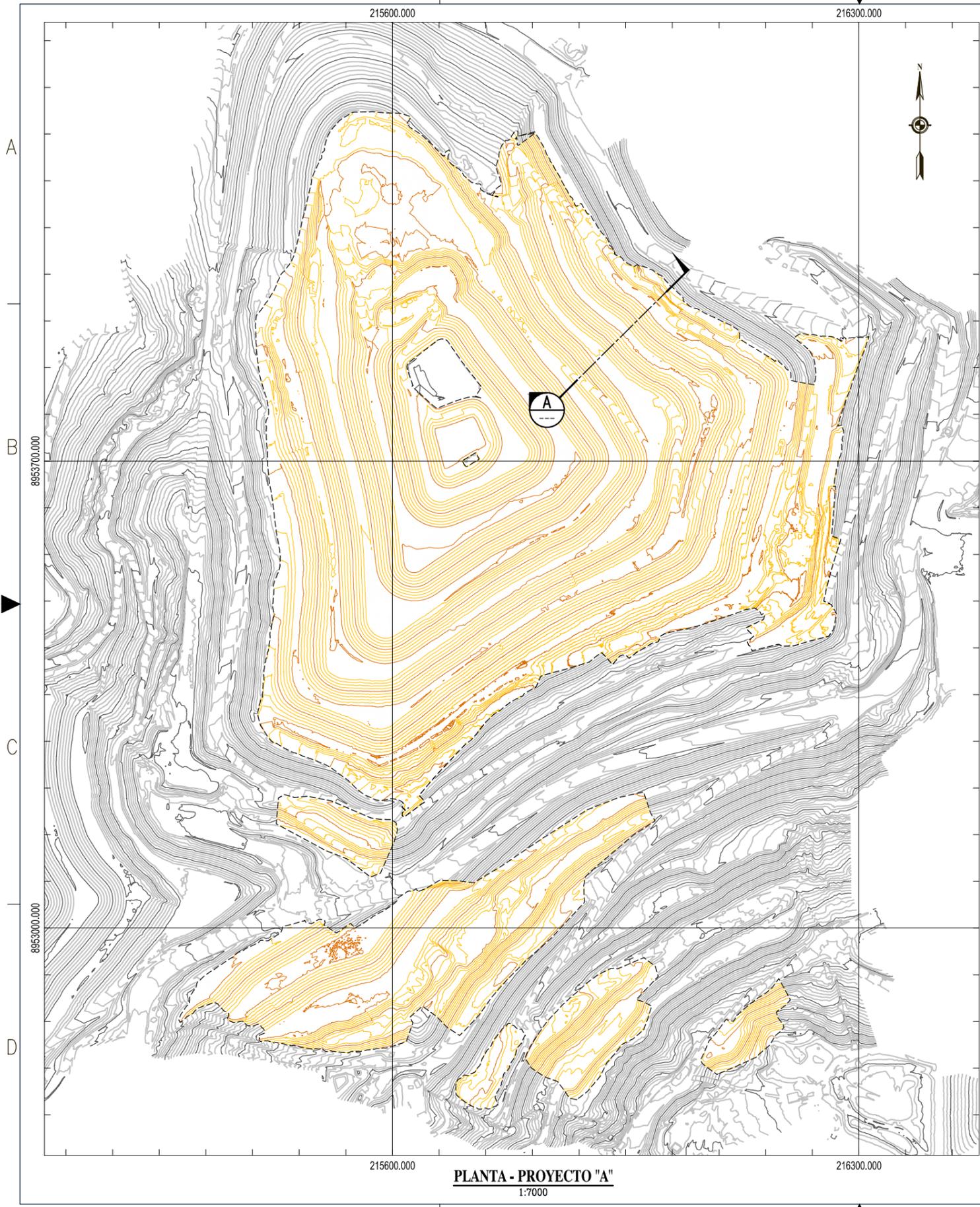
TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 07 AL 25-02-2023

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

LAMINA:
AV-07



PLANTA - PROYECTO "A"
 1:7000

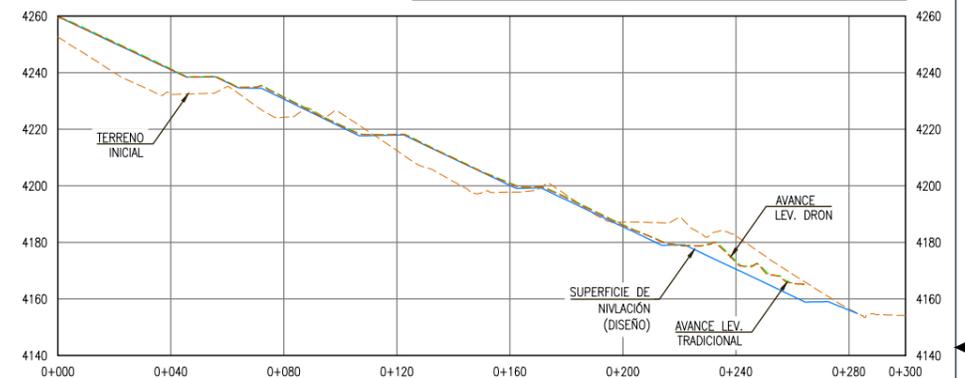
LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	— — — —



PLANO CLAVE

- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/03/2023.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRAFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL	4259.443	4241.162	4231.243	4218.191	4200.871	4186.078	4173.016	
COTA DE LEV. AÉREO	4259.442	4241.393	4231.430	4218.202	4201.029	4186.265	4173.460	
VARIACIÓN TRADICIONAL/DRON	0.00	-0.23	-0.19	-0.01	-0.16	-0.19	-0.44	

SECCIÓN - A
 1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-03-23	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-03-23	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD FISICA - PROYECTO "A"								
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,397,061.87	758,890.77	64,852.85	823,743.07	817,526.26	823,743.07	59.17%
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	1,785,353.21	87,722.32	1,873,075.53	1,876,912.41	1,873,075.53	52.38%
03.03	RIFIENCO	m ³	2,447,960.30	1,188,084.10	212,065.37	1,400,149.47	1,399,813.73	1,400,149.47	57.31%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

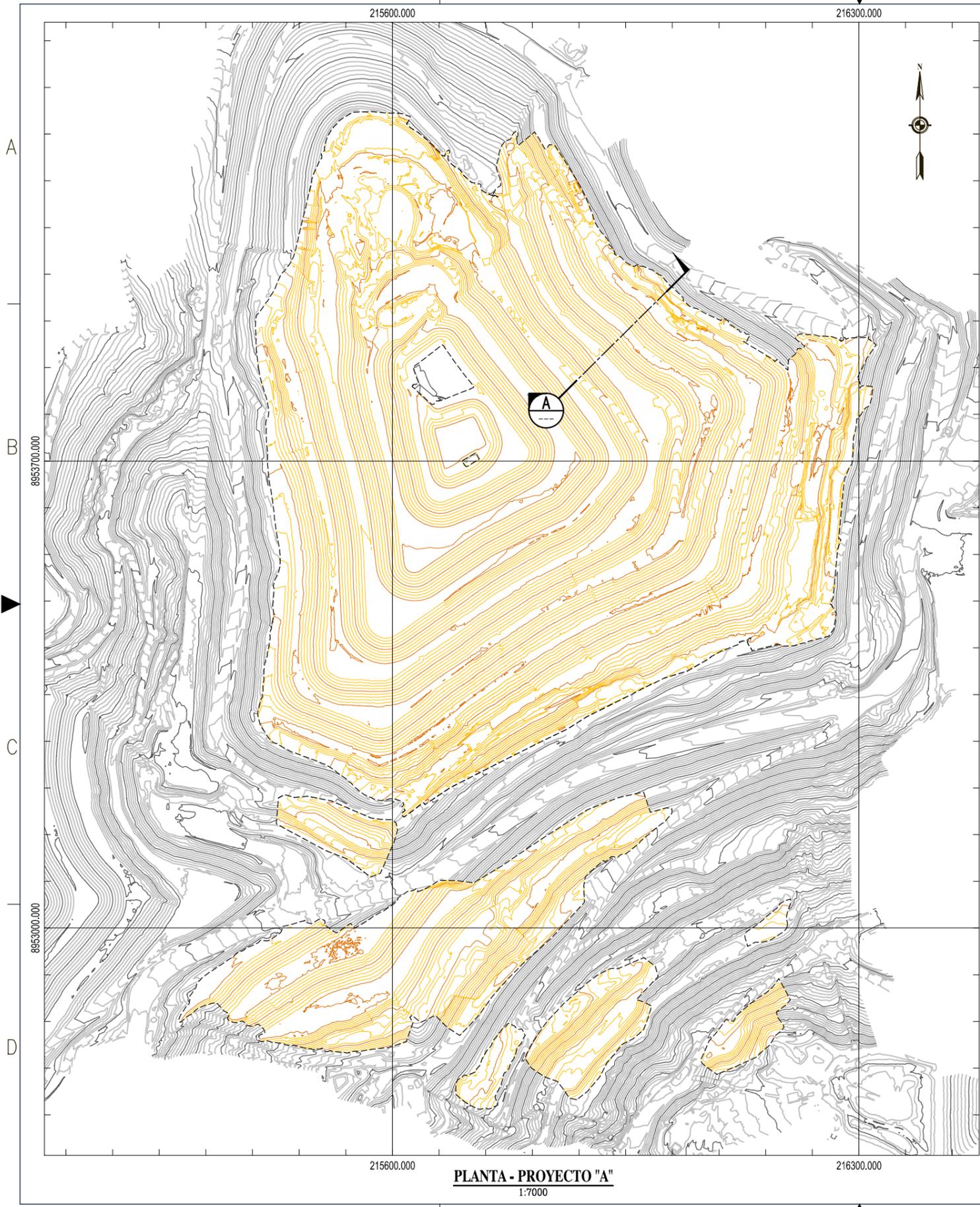
TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 08 AL 25-03-2023

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

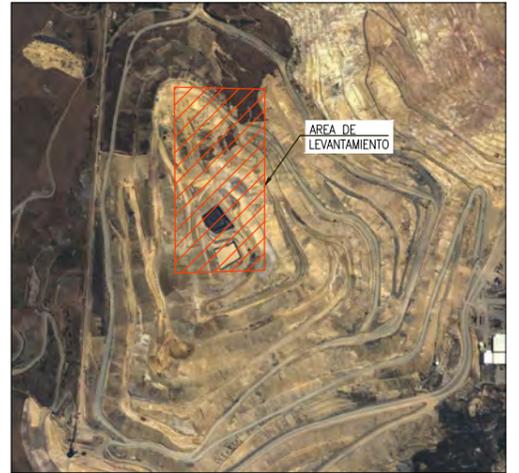
LAMINA:
AV-08



PLANTA - PROYECTO "A"
 1:7000

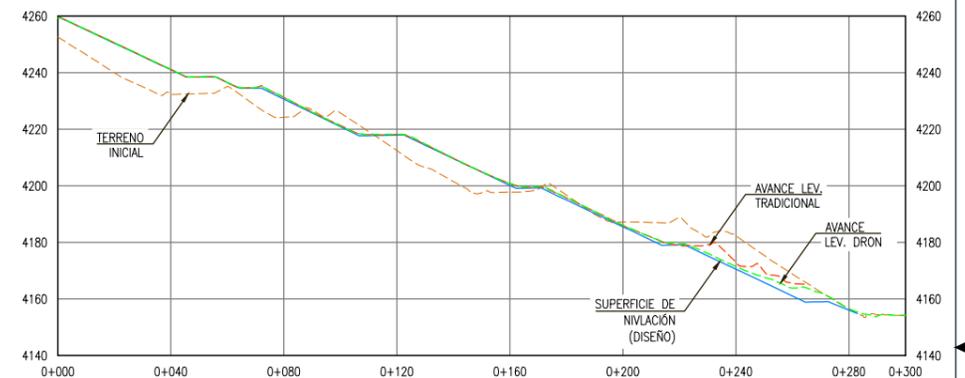
LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	— — — —



PLANO CLAVE

- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/04/2023.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRAFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACION DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACION DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL	4259.443	4241.162	4231.243	4218.190	4200.828	4186.033	4173.001		
COTA DE LEV. AÉREO	4259.404	4241.163	4231.330	4218.221	4200.874	4186.132	4171.496	4156.609	4154.194
VARIACION TRADICIONAL/DRON	+0.04	0.00	-0.09	-0.03	-0.05	-0.10	+1.50		

SECCIÓN - A
 1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-04-23	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-04-23	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD FISICA - PROYECTO "A"								
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,397,061.87	873,743.07	57,648.67	881,391.69	868,617.75	881,391.69	63.32%
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	1,873,073.53	188,829.05	2,061,904.58	2,061,829.45	2,061,904.58	57.66%
03.03	RIFIENCO	m ³	2,447,960.30	1,400,149.47	77,457.00	1,477,616.47	1,495,089.13	1,477,616.47	60.48%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

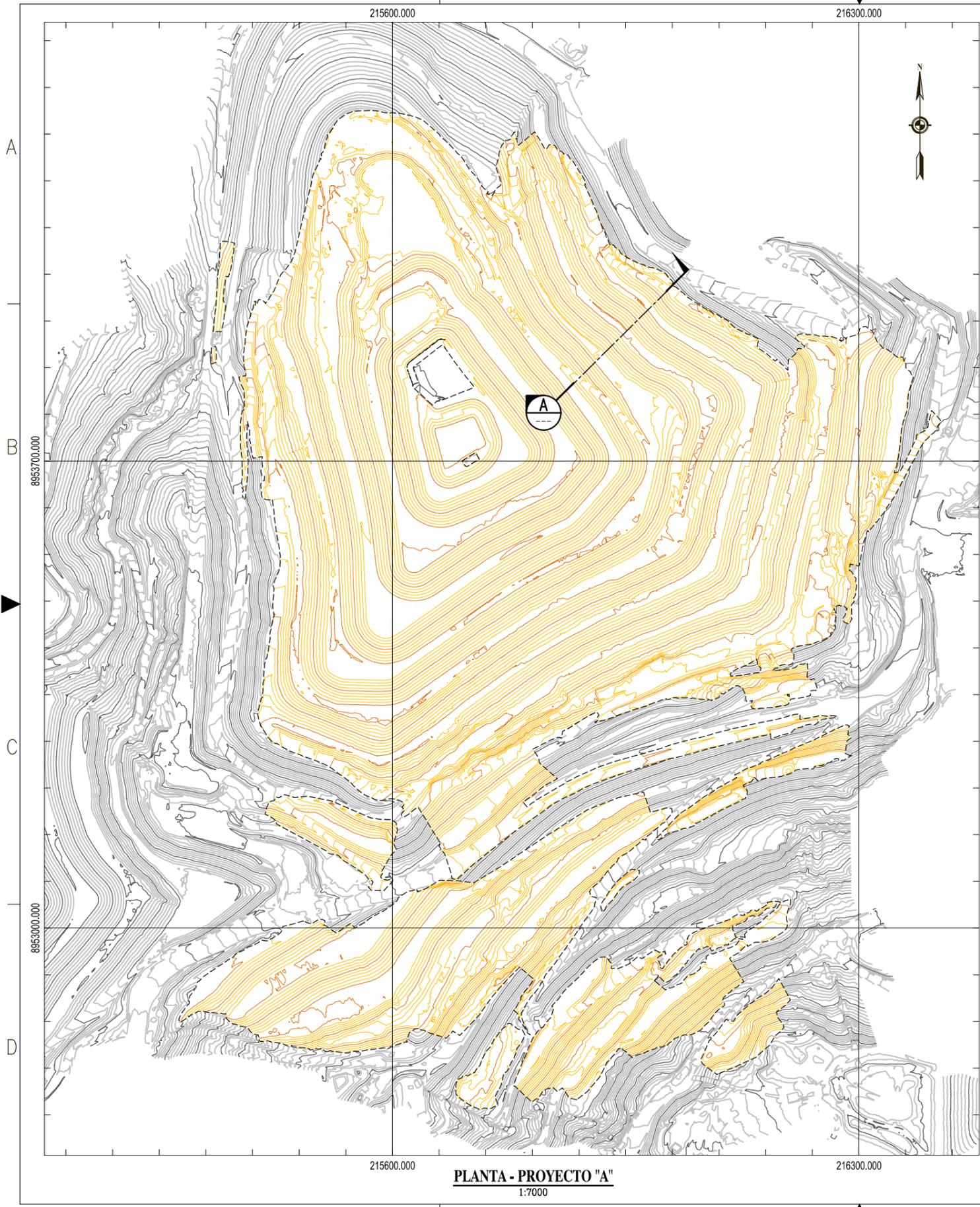
TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 09 AL 25-04-2023

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

LAMINA:
AV-09

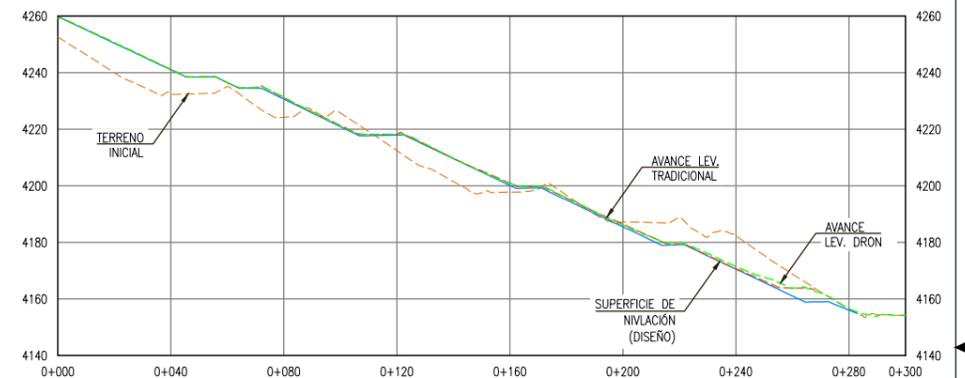


LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	— —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	— —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	— —
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	— —



- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/05/2023.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRAFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACION DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACION DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL	4259.411	4241.196	4231.169	4218.199	4200.985	4186.491	4170.747	
COTA DE LEV. AÉREO	4259.404	4241.163	4231.330	4218.221	4200.874	4186.132	4171.496	4154.194
VARIACIÓN TRADICIONAL/DRON	+0.01	+0.03	-0.16	-0.02	+0.11	+0.36	-0.75	

SECCIÓN - A
1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-05-23	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-05-23	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD FISICA - PROYECTO "A"								
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,397,061.87	881,391.69	132,954.68	1,014,346.37	1,010,397.33	1,014,346.37	77.87%
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	2,061,904.58	389,346.02	2,451,250.60	2,443,859.62	2,451,250.60	68.55%
03.03	RPIFFA	m ³	2,447,960.30	1,477,616.47	173,749.44	1,651,365.86	1,667,400.53	1,651,365.85	67.60%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 10 AL 25-05-2023

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

LAMINA:
AV-10



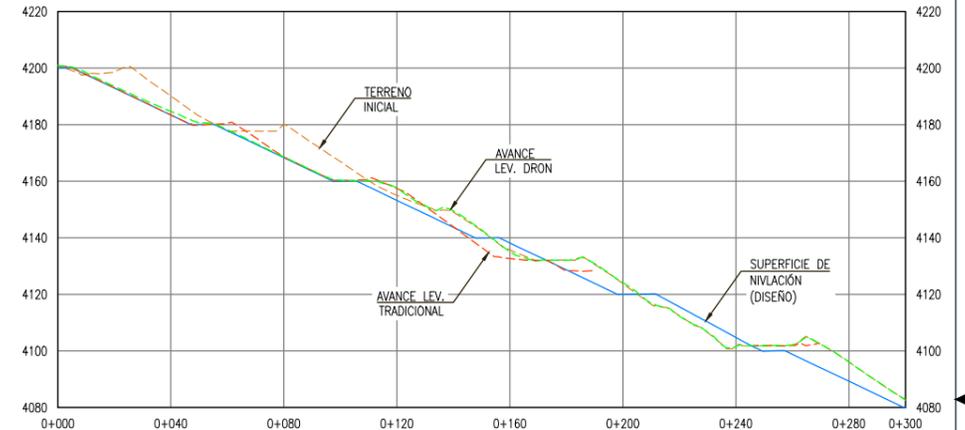
PLANTA - PROYECTO "A"
 1:7000

LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	— — — —



- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/06/2023.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRÁFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL	4200.863	4183.409	4168.639	4157.446	4132.677				
COTA DE LEV. AÉREO	4200.930	4184.702	4168.556	4157.622	4135.059	4124.179	4101.534	4096.144	4082.019
VARIACIÓN TRADICIONAL/DRON	-0.07	-1.29	+0.08	-0.18	-2.38				

SECCIÓN - A
 1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-06-23	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-06-23	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD FÍSICA - PROYECTO "A"								
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,397,061.87	1,014,346.37	164,357.91	1,178,714.28	1,140,106.50	1,178,714.28	84.67%
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	2,451,250.60	360,633.98	2,811,884.58	2,804,561.83	2,811,884.58	78.64%
03.03	RIFIENCO	m ³	2,447,960.30	1,651,365.86	188,477.60	1,839,838.46	1,839,685.05	1,839,838.46	75.31%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

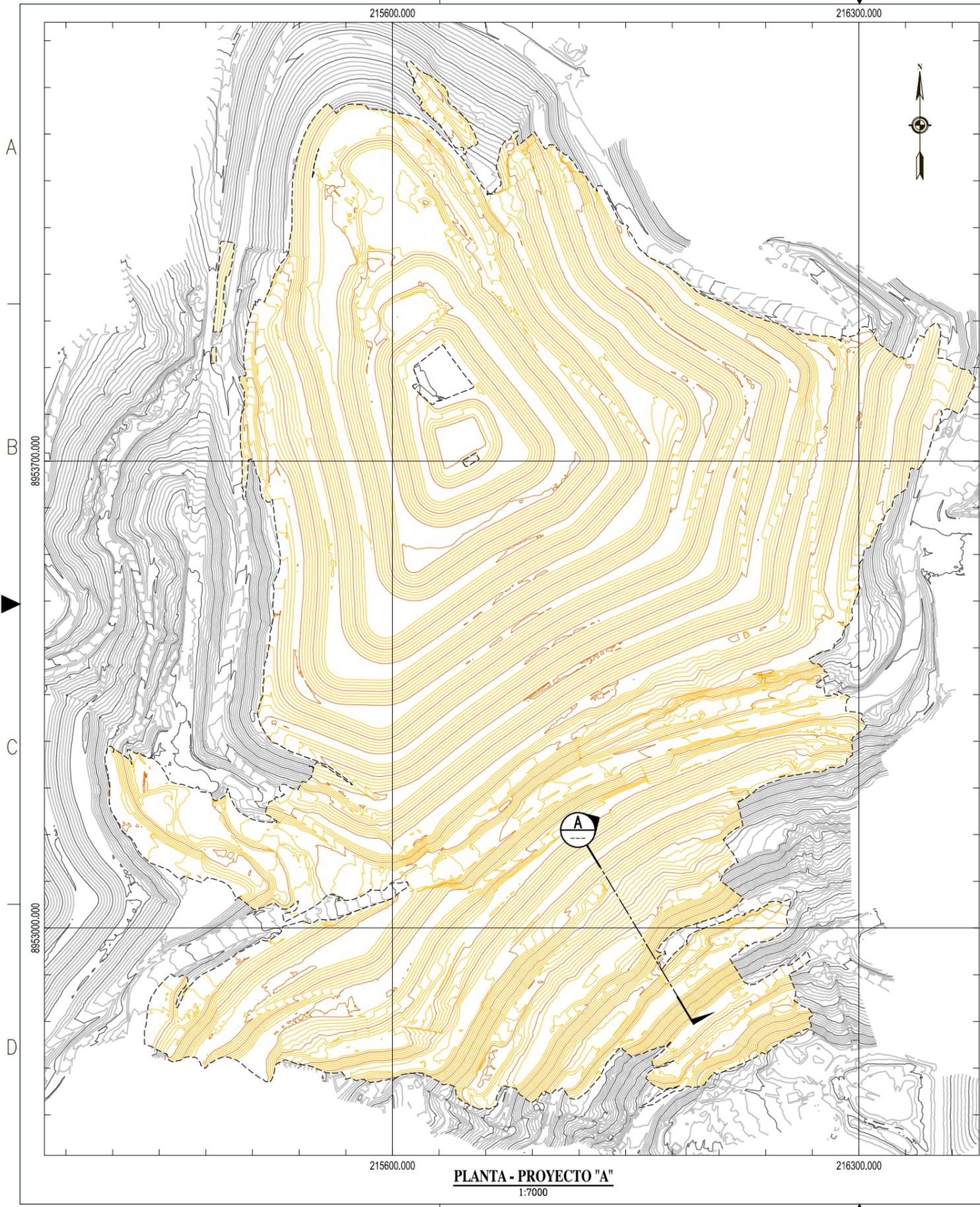
TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 11 AL 25-06-2023

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

LAMINA:
AV-11

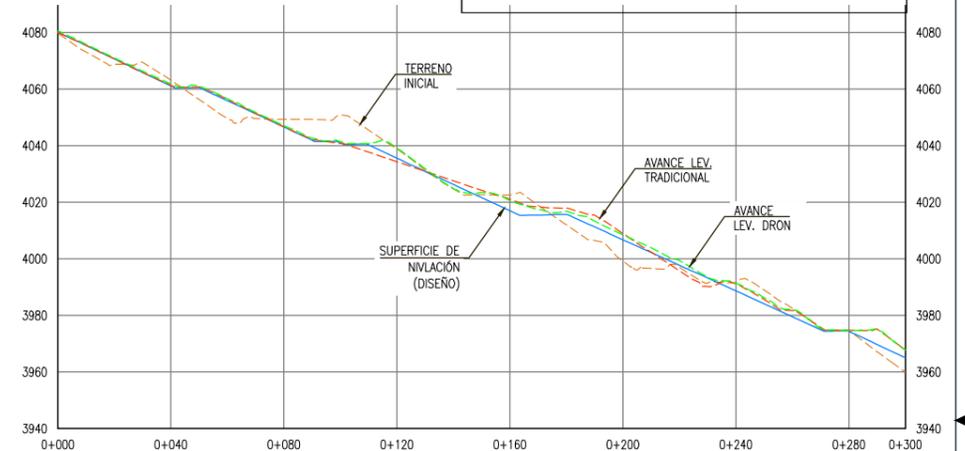


LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	— — — —
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	— — — —



- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/06/2023.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRÁFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL	4079.952	4061.312	4046.680	4034.307	4021.085	4008.933	3991.094	3974.712	3967.705
COTA DE LEV. AÉREO	4080.506	4061.783	4047.084	4039.082	4020.609	4008.513	3991.379	3974.677	3967.715
VARIACIÓN TRADICIONAL/DRON	-0.55	-0.47	-0.40	-4.78	+0.48	+0.42	-0.29	+0.04	-0.01

SECCIÓN - A
1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-06-23	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-06-23	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD FISICA - PROYECTO "A"								
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,397,061.87	1,178,714.78	100,543.35	1,279,257.63	1,277,123.16	1,279,257.63	91.90%
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	2,811,884.58	291,830.85	3,103,715.43	2,958,286.76	3,103,715.43	86.80%
03.03	RIFIENCO	m ³	2,447,960.30	1,839,836.46	138,098.38	1,977,936.84	2,046,736.41	1,977,936.84	80.96%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

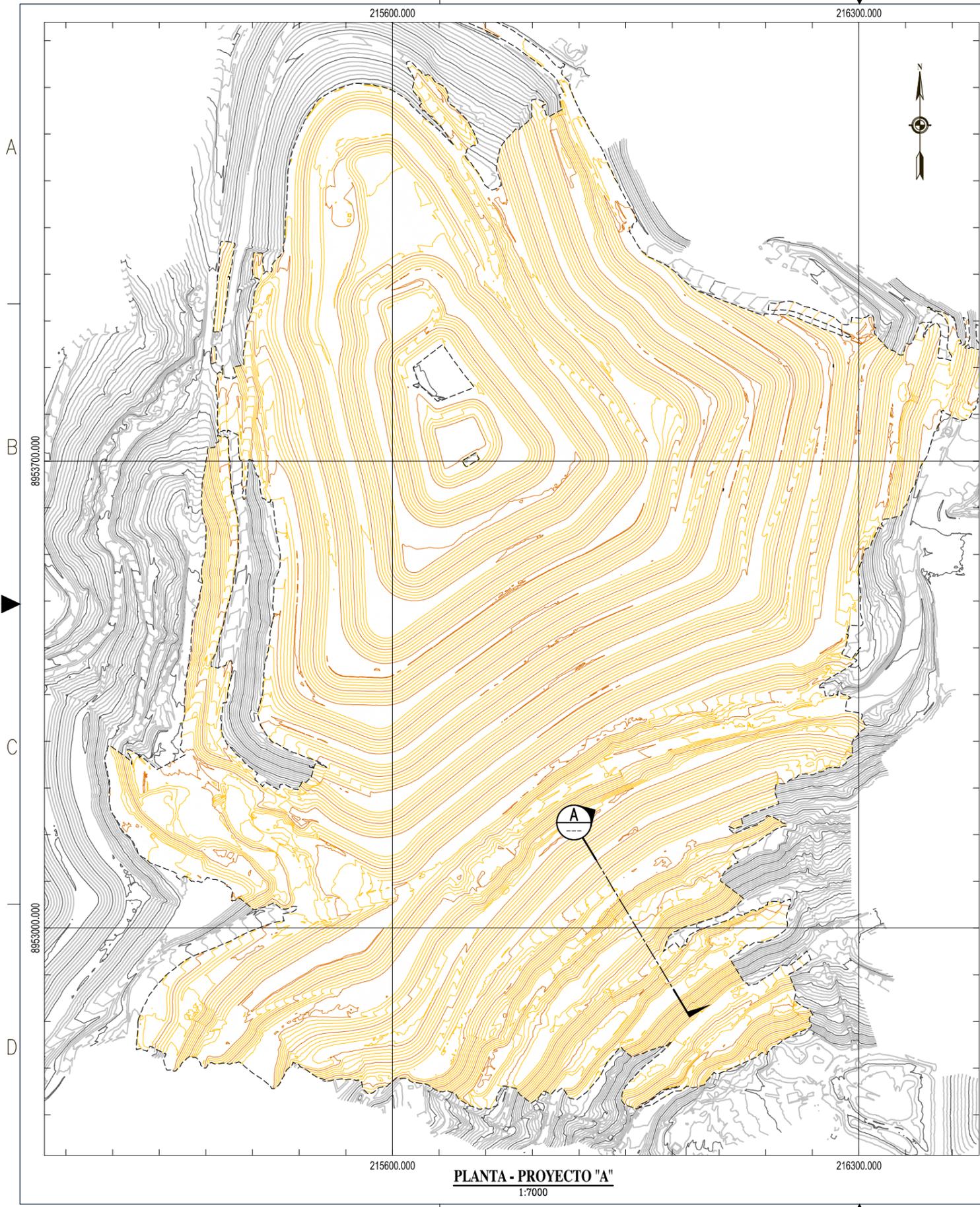
TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 12 AL 25-07-2023

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

AV-12



PLANTA - PROYECTO "A"
 1:7000

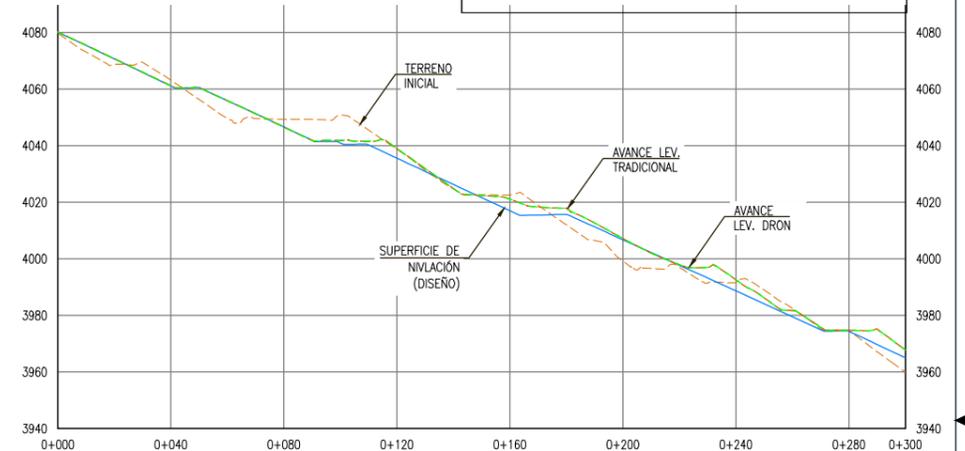
LEYENDA

CURVAS DE NIVEL - TERRENO INICIAL	— 4200 —
CURVAS DE NIVEL - AVANCE MOV. TIERRAS	— 4200 —
TERRENO INICIAL (PERFIL)	-----
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. TRADICIONAL (PERFIL)	-----
SUPERFICIE DE AVANCE LEV. AÉREO (PERFIL)	-----
SUPERFICIE DE NIVELACIÓN - DISEÑO (PERFIL)	-----



PLANO CLAVE

- NOTAS:**
1. TOPOGRAFIA ACTUALIZADA POR DATCO AL 25/06/2023.
 2. EL PLANO ESTA EN FORMATO A3.
 3. EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM PSAD56, ZONA 18 SUR
 4. EL PRESENTE PLANO MUESTRA LOS DATOS TOMADOS POR LA EMPRESA DATCO S&H COMO PARTE DE SUS PROCEDIMIENTOS TOPOGRÁFICOS (LEV. TRADICIONAL Y LEV. AÉREOS) EN LOS DIVERSOS PROYECTOS QUE BRINDA.
 5. ESTE PLANO FORMA PARTE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DEL TESISISTA Y CUENTA CON LA AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DATCO S&H.



COTA DE LEV. TRADICIONAL	4080.234	4061.182	4046.567	4038.965	4021.085	4007.189	3992.585	3974.712	3967.705
COTA DE LEV. AÉREO	4080.214	4061.180	4046.574	4038.983	4021.060	4007.191	3992.620	3974.708	3967.731
VARIACIÓN TRADICIONAL/DRON	+0.02	0.00	-0.01	-0.02	+0.03	0.00	-0.04	0.00	-0.03

SECCIÓN - A
 1:2500

REPORTE DE METRADOS DE REPERFILADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	PROYECTADO	METRADO ACUMULADO ANTERIOR	METRADO PARCIAL 25-08-23	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. TRADICIONAL POR DATCO	METRADO ACUMULADO GENERAL MEDIANTE LEV. AÉREO POR DATCO	METRADO ACUMULADO TOTAL ACTUAL APROBADO 25-08-23	AVANCE (%)
03.00	ESTABILIDAD FISICA - PROYECTO "A"								
03.01	AREA DE AVANCE	m ²	1,397,061.87	1,279,257.63	104,535.45	1,383,793.08	1,378,483.01	1,383,793.08	99.41%
03.02	CORTE	m ³	3,575,853.08	3,103,715.43	159,284.06	3,262,999.49	3,271,916.49	3,262,999.49	91.25%
03.03	RHIFENO	m ³	2,447,960.30	1,977,936.84	205,707.68	2,183,644.52	2,174,473.15	2,183,644.52	89.39%



REGIÓN: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA
 DIBUJADO POR: A.T.J.
 APROBADO POR: R.D.B.
 ESCALA: INDICADA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:
 "CONTROL TOPOGRÁFICO AÉREO PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOVIMIENTO MASIVO DE TIERRAS EN PROYECTOS MINEROS - HUARAZ - 2023"

PLANO:
 REPORTE AVANCE 13 AL 25-08-2023

TESISTA:
 Bach. ANDY ROBERT TADEO JAIMES

ASESOR:
 Mtro. Ing. RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO

LAMINA:
AV-13