



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Precisión planimétrica y altimétrica aplicando fotogrametría
como método alternativo y equipos convencionales como
método directo en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Churacutipa Maquera, Henry Lisandro (ORCID: 0000-0002-2885-6084)

Payva Gonzales, Bertho Jesus (ORCID: 0000-0003-2290-2040)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicamos nuestros esfuerzos a Dios, por darnos la oportunidad de vivir y por estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante nuestra formación profesional.

A nuestros familiares, por estar siempre apoyándonos y por ser el pilar fundamental de todo lo que somos, en la etapa académica, así como en nuestra vida, y por siempre brindarnos su apoyo incondicional.

Agradecimiento

Queremos aprovechar estas líneas para agradecer a todas las personas e instituciones que nos han ayudado y brindado su apoyo de una manera desinteresada para que este proyecto llegue a concretarse. Para nosotros es un verdadero gusto poder de la manera más atenta expresar nuestro sincero agradecimiento a través de estas líneas.

A la Universidad Cesar Vallejo, a través de la Escuela de Ingeniería Civil por aprobar desde el inicio el tema de la presente investigación.

A nuestro asesor Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio, por orientarnos y estar siempre dispuesto a ayudarnos en todo momento.

A nuestros amigos, familiares y todas aquellas personas que contribuyeron directa o indirectamente de manera desinteresada al desarrollo de este trabajo de graduación

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA	27
3.1. Tipo y diseño de investigación	28
3.2. Variable, operacionalización	28
3.3. Población y muestra y muestreo	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5. Procedimientos	31
3.6. Método de análisis de datos.....	67
3.7. Aspectos éticos.....	67
IV. RESULTADOS	68
V. DISCUSIÓN	105
VI. CONCLUSIONES	110
VII. RECOMENDACIONES.....	115
REFERENCIAS.....	119
ANEXOS	122

Índice de tablas

TABLA 1	<i>Puntos geodésicos</i>	16
TABLA 2	<i>Etapas de trabajo en campo.</i>	18
TABLA 3	<i>Etapas de trabajo en campo.</i>	25
TABLA 4	<i>Procedimientos.</i>	32
TABLA 5	<i>Características de cámara.</i>	45
TABLA 6	<i>Errores medio de las posiciones de cámara.</i>	46
TABLA 7	<i>ECM de puntos de apoyo.</i>	46
TABLA 8	<i>Puntos de apoyo</i>	47
TABLA 9	<i>Puntos exportados de la estación total</i>	50
TABLA 10	<i>Datos de libreta topográfica.</i>	56
TABLA 11	<i>Datos de Estación Total.</i>	62
TABLA 12	<i>Datos Para indicador 1</i>	64
TABLA 13	<i>Datos Para indicador 2</i>	64
TABLA 14	<i>Datos Para indicador 3</i>	64
TABLA 15	<i>Datos Para indicador 4</i>	65
TABLA 16	<i>Datos Para indicador 5</i>	65
TABLA 17	<i>Datos Para indicador 6</i>	65
TABLA 18	<i>Datos Para indicador 7</i>	66
TABLA 19	<i>Datos Para indicador 8</i>	66
TABLA 20	<i>Comparativa de elevaciones Dron - GNSS.</i>	69
TABLA 21	<i>Diferencia de elevaciones Dron - GNSS.</i>	69
TABLA 22	<i>Pruebas estadísticas de acuerdo al tipo de variable.</i>	71
TABLA 23	<i>Pruebas de Normalidad de Indicador 1.</i>	72
TABLA 24	<i>Prueba de muestras emparejadas de Indicador 1</i>	73
TABLA 25	<i>Comparativa de elevaciones Estación Total - GNSS.</i>	74
TABLA 26	<i>Diferencia de elevaciones Dron - GNSS.</i>	74
TABLA 27	<i>Pruebas de Normalidad de Indicador 2.</i>	76
TABLA 28	<i>Prueba de muestras emparejadas de Indicador 2.</i>	77
TABLA 29	<i>Comparativa de elevaciones Nivel - GNSS.</i>	78
TABLA 30	<i>Diferencia de elevaciones Nivel - GNSS.</i>	78
TABLA 31	<i>Pruebas de Normalidad de Indicador 3</i>	80
TABLA 32	<i>Prueba de muestras emparejadas de Indicador 3.</i>	81
TABLA 33	<i>Coordenadas Norte y Este obtenidos con Dron - GNSS. Diferencia de coordenadas Norte y Este obtenidos con</i>	82
TABLA 34	<i>Dron - GNSS Pruebas de Normalidad de Indicador 4 (Diferencia de</i>	82
TABLA 35	<i>coordenadas norte). Pruebas de Normalidad de Indicador 4 (Diferencia de</i>	83
TABLA 36	<i>coordenadas este) Prueba Wilcoxon de Indicador 3 (Diferencia de coordinadas</i>	84
TABLA 37	<i>Norte). Prueba T de Student del Indicador 4 (Diferencia de</i>	84
TABLA 38	<i>coordenadas Este).</i>	85

TABLA 39	<i>Coordenadas Norte y Este obtenidos con Estación total - GNSS.</i>	85
TABLA 40	<i>Diferencia de coordenadas Norte y Este obtenidos con Estación Total - GNSS.</i>	86
TABLA 41	<i>Pruebas de Normalidad de Indicador 5 (Diferencia de coordenadas norte).</i>	87
TABLA 42	<i>Pruebas de Normalidad de Indicador 5 (Diferencia de coordenadas este).</i>	87
TABLA 43	<i>Prueba T de Student de Indicador 5 (Diferencia de coordinadas Norte).</i>	88
TABLA 44	<i>Prueba de Wilcoxon del Indicador 5 (Diferencia de coordinadas Este).</i>	88
TABLA 45	<i>Coordenadas de progresivas obtenidas con Estación Total - GNSS.</i>	89
TABLA 46	<i>Coordenadas de progresivas obtenidas por MDT- GNSS</i>	89
TABLA 47	<i>Prueba de normalidad de indicador 6 (Diferencia de coordinadas Norte y Este).</i>	91
TABLA 48	<i>Prueba de T de Student del Indicador 6 (Diferencia de coordinadas Norte de progresivas por Estación Total).</i>	91
TABLA 49	<i>Prueba de Wilcoxon del Indicador 6 (Diferencia de coordenadas Norte de progresivas por MDT).</i>	91
TABLA 50	<i>Prueba de Wilcoxon del Indicador 6 (Diferencia de coordenadas Norte de progresivas por MDT).</i>	92
TABLA 51	<i>Prueba de T de Student del Indicador 6 (Diferencia de coordenadas Este de progresivas por MDT).</i>	92
TABLA 52	<i>Cotas de progresivas obtenidas por Estación Total- GNSS.</i>	93
TABLA 53	<i>Cotas de progresivas obtenidas por MDT- GNSS.</i>	93
TABLA 54	<i>Prueba de normalidad de indicador 7 (Diferencia de elevaciones por Estación Total y Dron).</i>	95
TABLA 55	<i>Prueba de T de Student del Indicador 7 (Diferencia de elevaciones por Estación total).</i>	95
TABLA 56	<i>Prueba de Wilcoxon del Indicador 7 (Diferencia de elevaciones por MDT).</i>	96
TABLA 57	<i>Resultados comparativos de volúmenes entre las superficies generadas por los equipos Estación Total y Dron</i>	96
TABLA 58	<i>Resumen de volúmenes entre superficies de Estación Total y GNSS Diferencial.</i>	101
TABLA 59	<i>Resumen de volúmenes entre superficies de Dron y GNSS Diferencial.</i>	102
TABLA 60	<i>Resultados de prueba de normalidad del Indicador 8.</i>	103
TABLA 61	<i>Prueba de Wilcoxon del Indicador 8 (Diferencias en volúmenes de cortes)</i>	103
TABLA 62	<i>Prueba de Wilcoxon del Indicador 8 (Diferencias en volúmenes de relleno).</i>	104

Índice de figuras

FIGURA 1	Cuadrantes de coordenadas cartesianas	20
FIGURA 2	Relación entre la escala de la fotografía y la de la cartografía.	23
FIGURA 3	Placas de Bronce para Puntos Geodésicos de Orden C.	33
FIGURA 4	Punto Geodésico de orden "C" monumentado. Medición de punto geodésico de orden "C" con GNSS	34
FIGURA 5	Diferencial Trimble R10.	34
FIGURA 6	Punto Geodésico UCV001.	35
FIGURA 7	Punto Geodésico UCV002.	35
FIGURA 8	Inicio de levantamiento altimétrico con Nivel de Ingeniero en el KM 39+000 de la Carretera Interoceánica Sur.	36
FIGURA 9	Jomada en campo de levantamiento altimétrico con Nivel de Ingeniero en la Carretera Interoceánica Sur.	36
FIGURA 10	Medición de Elevación de Punto de control Auxiliar en el KM 37+000.	37
FIGURA 11	Recolección de data en campo con Nivel de Ingeniero. Fin de jornada en campo de recolección de DATA con Nivel de	37
FIGURA 12	Ingeniero en el KM 35+000 de la Carretera interoceánica Sur.	38
FIGURA 13	Jornada de levantamiento con Estación Total.	38
FIGURA 14	Medición de las coordenadas de la progresiva 35+000 km Medición de las coordenadas del punto de Control Geodésico	39
FIGURA 15	de Orden C con Estación Total.	39
FIGURA 16	Dron Inspire 2.	40
FIGURA 17	Dron inspire previo vuelo.	40
FIGURA 18	Preparación de Dron previo vuelo. Inicio de vuelo de Dron sobre tramo el tramo de la carretera	41
FIGURA 19	entre el km 39+000 y el km 35+000.	41
FIGURA 20	Foto Aérea de final de tramo.	42
FIGURA 21	Foto Aérea.	42
FIGURA 22	Inserción de fotografías en PhotoScan Agisoft	43
FIGURA 23	Inicio de procesado en PhotoScan Agisoft Proceso de generación de nube de puntos en el software	43
FIGURA 24	PhotoScan Agisoft	44
FIGURA 25	Posiciones de cámara y solapamiento de imágenes.	44
FIGURA 26	Posiciones de cámaras y estimaciones de errores.	45
FIGURA 27	Posiciones de puntos de apoyo y estimación de errores.	46
FIGURA 28	Modelo digital de elevaciones	47
FIGURA 29	Nube de puntos insertados en el software ReCap. Creación de Superficie en base a nube de punto en AutoCAD	48
FIGURA 30	Civil 3D.	49
FIGURA 31	Nube de puntos importada a AutoCAD Civil 3D. Nube de puntos importada a AutoCAD Civil 3D (Vista en planta	49
FIGURA 32	de modelo 3D).	50
FIGURA 33	Configuración de sistema de coordenadas UTM84-19S.	54

FIGURA 34	Ventana de importación de puntos en AutoCAD Civil 3D	55
FIGURA 35	Alineamiento y perfil longitudinal generado en base a la nube de puntos importados en AutoCAD Civil 3D.	55
FIGURA 36	Identificación de diferencia mayor obtenida Dron - GNSS.	70
FIGURA 37	Identificación de diferencia mayor obtenida Estación Total - GNSS.	75
FIGURA 38	Identificación de diferencia mayor obtenida Estación Total - GNSS	79

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo establecer como la fotogrametría y el uso de equipos convencionales influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022. En cuanto a la metodología se trata de una investigación de tipo aplicada, con diseño cuasi-experimental, de nivel explicativo y con enfoque cuantitativo. La población está constituida por Carretera Interoceánica Brasil – Perú y la muestra es el tramo Km35 – km39, y el muestro fue no aleatorio. Los principales resultados fueron, de la dimensión precisión altimétrica el nivel topográfico resulta más efectivo; de la dimensión precisión planimétrica, el dron genera menores errores; y en las dimensiones alineamiento de eje y volúmenes de modelo digital la estación total genera la información más efectiva. Finalmente, la conclusión llegó a determinar que las mediciones con mayor precisión los brindaran los equipos convencionales complementados con el uso del GNSS Diferencial en el diseño y control de obras viales.

Palabras clave: Precisión Planimetría, Precisión Altimétrica, Equipos topográficos convencionales, Equipos fotogramétricos

Abstract

The objective of this research was to establish how photogrammetry and the use of conventional equipment influence planimetric and altimetric accuracy in the geometric design of highways, Ilo 2022. Regarding the methodology, it is an applied research, with a quasi-experimental design, explanatory level and quantitative approach. The population is constituted by the Interoceanic Highway Brazil - Peru and the sample is the section Km35 - km39, and the sampling was non-random. The main results were: for the altimetric pressure dimension, the topographic level is more effective; for the planimetric pressure dimension, the drone generates less errors; and for the dimensions axis alignment and digital model volumes, the total station generates the most effective information. Finally, the conclusion came to determine that the most accurate measurements will be provided by conventional equipment complemented with the use of Differential GNSS in the design and control of road works.

Keywords: Planimetric accuracy, Altimetric accuracy, Conventional topographic equipment, Photogrammetric equipment.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la **Realidad Problemática**, conforme van pasando los años nuevas tecnologías se asoman al campo de la ingeniería civil y topografía, hace poco una de ellas fue la presencia de los drones en el entorno civil, cuyo origen según Stamp (2013) se remonta a los años 1917 en el marco de la primera guerra mundial donde los primeros prototipos de vehículos aéreos no tripulados (UAV) podían ser controlado a distancia por un controlador, sin embargo, su desarrollo masivo y con mejoras no llegaría hasta inicios del siglo XXI. Mientras tanto, en el ámbito de la carrera espacial, el sistema GPS y otros como el GLONASS empezaban a asomarse como metodología de geolocalización en tiempo real de uso militar que lograrían un mayor desarrollo en el campo civil después del inicio de su comercialización a finales de los 80s. En el campo de la topografía y la ingeniería la implementación de estos equipos es relativamente nuevo debido al avance de la tecnología. Al hablar de geolocalización debemos entender que esto se logra determinando coordenadas en el sistema UTM de puntos de interés (en obras, por ejemplo), la forma de determinar estas coordenadas es enlazando la ubicación del proyecto en referencia a Puntos Geodésicos de Orden O, A, B o C mediante el uso de equipos topográficos que resulten más convenientes de acuerdo a las dimensiones de la obra. Sin embargo, hay que tener en cuenta que debido a las grandes distancias de separación que puede haber entre puntos geodésicos y puntos de interés, sumado a la metodología o equipo con los que se pretenda llevar acabo la geolocalización, la existencia de errores o desfases durante el proceso estarán presentes afectando directamente la proyección y desarrollo de obras tales como carreteras. Debido a que la implementación de equipos con sistema RTK, como lo son el GNSS Diferencial o drones RTK, pueden llegar a ser de costos elevados e incluso de poca disponibilidad, y teniendo en cuenta que para las diferentes etapas de los proyectos viales (levantamiento topográfico, replanteo, control de movimiento de tierras, control de alineamientos, niveles y pendientes, entre otros) la supervisión debe ser constante, es imprescindible realizar estas labores con el equipo que esté disponible, por lo general y principalmente aquellos son la Estación Total, Nivel Topográfico óptico o GPS's portátiles. Sin embargo, al plantear la manipulación de equipos más convencionales es inevitable plasmar errores de desviaciones o desfases respecto a los alineamientos proyectados en el campo, ciertamente este tipo de errores se deben tener en cuenta para el

desarrollo de obras viales de grandes longitudes, y conocer estos errores y como determinarlos resulta fundamental para un correcto desarrollo de dichas obras. Entonces se puede afirmar que la evolución de los equipos topográficos en las últimas décadas fue muy notoria debido a las nuevas tecnologías que se estuvieron desarrollando, por mencionar algunos ejemplos, el teodolito paso de ser un equipo de medición óptico y manipulación mecánica a una estación total, implementado con un dispositivo como el distanciómetro electrónico que almacena la información de coordenadas obtenidas tras las mediciones en su propia memoria para su posterior procesamiento, simplificando esta etapa respecto a su contraparte anticuada; otro ejemplo interesante de mencionar es el caso de los aparatos GPS, estos aparatos tienen la peculiaridad de recibir la señal de microondas de los satélites más cercanos para medir las distancias que existen entre ellos en tiempo real, a esto también se le conoce como Trilateración, mientras mayor sea la cantidad de señales de satélites captadas por GPS, mayor será el grado de precisión que pueda alcanzar, dicho esto la introducción al campo de la topografía del sistema RTK presente en el GPS Diferencial supone un avance en los rangos de precisión que se pueden alcanzar siendo estos de precisión centimétrica hasta milimétricas. Es común la confusión de identificar a estos equipos con la denominación GPS (Global Positioning System) cuando en realidad el término correcto para su identificación es GNSS (Global Navigation Satellite System) que se define como al conjunto de aparatos y técnicas de navegación mediante satélites que brindan la facilidad de geolocalización de objetivos en tiempo real. En la Latinoamérica se estableció el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas o por sus siglas SIRGAS en el año 1993, cuyo objetivo principal es establecer, realizar y mantener el sistema de referencia geocéntrico (ITRF) en Latinoamérica y el Caribe, esto incluye las componentes físicas de nivelación y geométricas (GPS). Este sistema es empleado en la investigación científica y socioeconómicas, por supuesto aplicado también el diseño de carreteras y su respectiva ejecución en el continente. En el Perú existe la Norma Técnica Geodésica Especificaciones Técnicas para Levantamientos Geodésicos Verticales emitido por el Instituto Geográfico Nacional cuyos objetivos son: establecer especificaciones que los levantamientos geodésicos verticales deben seguir, especifica tanto propiedades como características a considerar en este tipo de

levantamiento, establecer conceptos sobre métodos para determinar elevaciones en distintos puntos del territorio nacional y garantizar el menor error posible en la elaboración de planos a escalas mayores. La norma se aplica para aquellos usuarios que generen información de levantamientos geodésicos verticales además de su procesamiento de la data, además es importante para las distintas etapas de los levantamientos Geodésicos Verticales sirviendo de punto de partida para conseguir un trabajo de buena precisión. Teniendo en cuenta la norma se establecen los puntos de control para llevar a cabo las actividades de levantamiento y replanteo necesarios para carreteras. Por todos los argumentos previamente expuestos, es necesario llevar a cabo el **Precisión planimétrica y altimétrica aplicando fotogrametría como método alternativo y equipos convencionales como método directo en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.**

Abreo (2012), menciona “La identificación del problema es el paso más importante del método científico y se presenta como la etapa más complicada en la formulación de un estudio de investigación, esto es debido a la cantidad de variables correlacionadas que intervienen en el dominio del mismo.”. De acuerdo a lo expresado anteriormente planteo el siguiente **Problema General:** ¿En qué medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?; a partir de cual se generan los **Problemas Específicos:** ¿En qué medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales en relación a las Coordenadas verticales obtenidas por MDT influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?, ¿En qué medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas verticales obtenidas por Estación Total aporta a la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?, ¿En qué medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Cotas verticales obtenidas mediante Nivelación Geométrica Compuesta tienen impacto en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?, ¿En qué medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas Horizontales generadas por MDT influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?, ¿En qué medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas Horizontales

conseguidas mediante Estación Total influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?, ¿En qué medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales en relación al alineamiento horizontal del eje de Progresivas influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?, ¿En qué medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto al alineamiento vertical longitudinal influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?, ¿En qué medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a la comparación de volúmenes de modelado digital afecta la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?.

Con la intención de justificar estos problemas se sustentarán las siguientes justificaciones. En cuanto a la **Justificación Teórica** es realizar un análisis comparativo de coordenadas obtenidas mediante metodologías de control altimétrico, planimétrico y con GNSS diferencial, teniendo presente que las informaciones obtenidas por medio de este último son aquellas que se tomara de referencia debido a que brinda información precisa en tiempo real del posicionamiento global del receptor; y respecto a la **Justificación Practica** se plantea que conocer los resultados finales de la presente investigación beneficiaria a aquellos profesionales, ingenieros y/ proyectistas enfocados en el área de la optimización de recursos y equipos implementados para diseño y posteriores actividades de ejecución de obras viales.

Habiendo presentado previamente el problema general, se plantean el **Objetivo General:** Establecer como la fotogrametría y el uso de equipos convencionales influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022; seguido de los siguientes **Objetivos Generales:** Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales en relación a las Coordenadas verticales obtenidas por MDT influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas verticales obtenidas por Estación Total aporta a la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, Establecer como la

fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Cotas verticales obtenidas mediante Nivelación Geométrica Compuesta tienen impacto en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas Horizontales generadas por MDT influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas Horizontales conseguidas mediante Estación Total influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales en relación al Alineamiento horizontal del eje de Progresivas influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto al Alineamiento vertical longitudinal influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a la comparación de volúmenes de modelado digital afecta la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.

Por ende, se planteó la **Hipótesis General**: La fotogrametría y el uso de equipos convencionales brindan una alta precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carretera, Ilo 2022; y las siguientes **Hipótesis Específicas**: La fotogrametría y uso de equipos convencionales brindan una alta precisión respecto a las Coordenadas verticales obtenidas por MDT en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, La fotogrametría y uso de equipos convencionales presentan una alta precisión respecto a las Coordenadas verticales obtenidas por Estación Total en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, La fotogrametría y uso de equipos convencionales brindan una alta precisión respecto a las Cotas verticales obtenidas mediante Nivelación Geométrica Compuesta en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, La fotogrametría y uso de equipos convencionales brindan una alta precisión respecto a las Coordenadas Horizontales generadas por MDT en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, La fotogrametría y uso de equipos

convencionales brindan una alta precisión respecto a las Coordenadas Horizontales conseguidas mediante Estación Total en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, La fotogrametría y uso de equipos convencionales brindan una alta precisión en relación al Alineamiento horizontal del eje de Progresivas en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, La fotogrametría y uso de equipos convencionales brindan una alta precisión respecto a la Alineamiento vertical longitudinal en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022, La fotogrametría y uso de equipos convencionales presentan diferencias mínimas de volúmenes de modelado digital en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se dará a conocer los antecedentes que preceden a los indicadores planteados, con la intención de brindar un trasfondo y perspectiva en base a trabajos previamente realizados en el ámbito global, sudamericano y nacional.

Respecto al ámbito internacional; Jiménez, Magaña y Soriano (2019), en su investigación titulada “Análisis comparativo entre levantamientos topográfico con estación total como método directo y el uso de drones y GPS como método indirecto” tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo de tiempo de ejecución, costo y coordenadas obtenidas del levantamiento topográfico a realizarse ras la utilización de métodos directos en indirecto, además de describir el uso el dron aplicado a la topografía y los parámetros técnicos de los distintos métodos. Fue un estudio de Tipo Cuantitativo, la población está representada por la nube de puntos obtenidas tras el levantamiento las superficies, las muestras corresponde a 8 puntos de coordenadas obtenidos de forma independiente con Estación total, Dron y GPS y posteriormente comparados entre sí, y el muestreo fue no probabilístico; los instrumentos empleados fueron las fichas técnicas. Los resultados finales demuestran que al comparar coordenadas de Estación Total y GPS se obtuvo que la mayor desviación fue: En $X=0.023m.$, en $Y=0.020m.$ y en $ELEVACION=0.039m.$; respecto a la Estación Total y Dron se obtuvo que la mayor desviación fue: En $X=0.059m.$, en $Y=0.037m.$ y en $ELEVACION=0.313m.$; respecto al GPS (RTK) y Dron se obtuvo que la mayor desviación fue: En $X=0.038m.$, en $Y=0.041m.$ y en $ELEVACION=0.287m.$; respecto al análisis de tiempos y costos en relación al levantamiento y procesamiento sobre un área de $10000.00 m^2$ se determinó un precio para la Estación Total de \$10455.00, para el Dron de \$13120.00 y para el GPS de \$15455.00; en cuanto a los tiempo se obtuvieron 10 hr. Para la Estación Total, 48.25 hr. Para el Dron y 6 hr. Para el GPS. Se concluyó que los datos obtenidos en campo con el Dron y las medidas con Estación Total brindan resultados similares, sin embargo, el segundo método resulta más viable en comparación, además el análisis de tiempo y costos determino que el sistema topográfico convencional es menos eficiente debido a la demanda alta de precio, mano de obra y tiempo.

Respecto al ámbito internacional; Ayala y Hasbun (2012), en su investigación titulada *“Aplicaciones y uso de la tecnología de GPS diferencial de doble frecuencia con precisión centimétrica en el área de levantamiento y replanteo topográfico georreferenciado”* tuvo como objetivo **demostrar la operación y manipulación del receptor GPS modelo PROMARK200 para llevar a cabo los distintos tipos de Levantamientos topográficos como lo son por método estático, método cinemático y en modo RTK.** Se establece como un estudio del **Tipo Descriptiva – Cuantitativa**, donde la población a estudiar **es la información recolectada durante la medición, la muestra fueron 8 puntos de una poligonal (PTO 1, 2, ..., 8),** y el muestro fue **no probabilístico**; los instrumentos usados fueron las **fichas técnicas.** Los principales resultados fueron **la diferencia de coordenadas en el sistema wgs-84 entre un método y otro fue de 7.00 mm en latitud y 8mm en longitud; en cuanto a la distancia entre puntos replanteados por estación total y GPS se encuentra en el rango de 1.00 cm y 3.00 cm; respecto a la elevación de la altura elipsoidal de los puntos de la poligonal establecidos por el método Estático y Stop & Go, se obtuvo una variación entre 3.00 cm a 8.00 cm; y en cuanto al cierre de las poligonales por las líneas bases se obtuvieron valores entre 1:10000 a 1:3000000.** Se concluyó que el uso de equipos para mediciones por métodos Estático y Stop & Go, son fácil aprendizaje y prácticos; además de ser esta implementado junto a equipos convencionales como la estación total o teodolito, representa un beneficio en cuanto a rendimientos que benefician a la relación costo-tiempo.

Respecto al ámbito internacional; Carranco y otros (2016), en su artículo de investigación titulada *“Aplicación de GPS Diferencial para el monitoreo de movimientos en el terreno”* tuvo como objetivo **cuantificar movimiento del terreno en sentido vertical y horizontal en una zona en la que existe una falla geológica en actividad.** Fue un tipo de estudio **Cuantitativo**, la población **superficie levantada y su correspondiente nube de puntos cuya recolección fue llevada a cabo en los años 2001, 2012 y el 2015 en el Valle de Celaya,** la muestra **está conformada por un punto vértice medido en estos 3 años,** el muestreo es **no probabilístico**; donde los instrumentos empleados fueron **fichas técnicas.** Los principales resultados fueron **que en el periodo de tres años el movimiento horizontal se encuentra entre 1 mm a 16 mm, con un promedio de**

8.5 mm, por lo que la tasa de variación por año es de 3mm/año; en cuanto al movimiento vertical se encuentra entre 0.08 cm a 28 cm siendo su promedio de 18cm y siendo su tasa de variación por año de 6mm/año. Se concluyó que los levantamientos con GPS brindan una buena precisión, además que la calidad de esta es mayor cuando se emplea el método Estático en un periodo de 6 horas durante tres días de lectura continua, siendo esta una buena opción para descartar errores por falta de triangulación de los satélites que llegasen a orbitar.

Respecto al ámbito internacional; Mactzul (2018), en su investigación titulada *“Análisis comparativo de levantamientos altimétricos por GPS, Estación Total y Método de nivelación diferencial”* tuvo como objetivo principal comparar la información levantada por los métodos con el fin de obtener criterios sobre exactitud y eficiencia, factores que intervienen, problemas que podrían presentar los levantamientos con GPS y comparar resultados de levantamiento con los métodos disponibles. Fue un estudio de Tipo Descriptivo-Cuantitativo, la población fue un perfil topográfico ubicado en los límites de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la muestra fueron los BMs establecido al inicio y final del perfil, el muestreo fue no probabilístico; los instrumentos utilizados fueron las fichas técnicas. Los principales resultados fueron en cuanto a tiempo en campo y gabinete respectivamente la estación total toma 14:04 y 0:15 (hh:min), la nivelación diferencial toma 10:05 y 0:30 (hh:min) y GPS toma 9:06 y 1:20 (hh:min); en cuanto a nivelación o altimetría los errores absolutos y porcentuales respectivamente son en la estación total de +0.007 m. y 0.0005%, en la nivelación diferencial de -0.02 m. y 0.001%, y en el GPS de +0.599 y 0.004%, siendo el error permisible de la estación total y nivelación diferencial de ± 0.0207 m. Se concluyó que el método de levantamiento con mayor precisión es el que se realizó con estación total por brindar valores más acertados a la realidad, adicional a esto es el más adecuado para grandes distancias y zonas con pendientes pronunciadas; respecto a tiempos de trabajos en campo se determinó que el nivel de precisión es el más rápido, y en los tiempos de trabajo en gabinete el de la estación se presenta como el más rápido.

Respecto al ámbito internacional; León (2018), en su investigación titulada *“Uso de cuatro métodos topográfico de recolección de datos con el objetivo de evaluar la precisión y costos de cada uno, caso real taludes de la vía E35 Colibri - Pifo, sector km20 – km24”* tuvo como objetivo principal **identificar el proceso de medición topográfica que permita obtener datos precisos en un avance de obra con mayor eficiencia considerando la rapidez y costos.** Fue un estudio de **Tipo Descriptivo-Cuantitativo**, la población fue **los movimientos de tierra en las obras**, la muestra fue **la superficie de la vía E35 y la nube de puntos generada por los levantamientos**, el muestreo fue **no probabilístico**; los instrumentos utilizados fueron las **fichas técnicas**. Los principales resultados muestran **que el volumen neto calcula de la estación total fue 17474.85, el del GNSS de 14993.39, el del scanner laser de 10640.42 y el del dron de 450299.80,** por los que en conclusión la mejor calidad de información la brinda el scanner laser en obras de movimientos de tierras.

Respecto al ámbito nacional; Vizcarra y Vizcarra (2019), en su investigación titulada *“Comparación de control topográfico, replanteo en la construcción, presa relaves con estación total y GPS Diferencial en tiempo real (RTK), Minera Las Bambas-Apurímac”* tuvo como objetivo **hacer una comparación en el control aplicado en la construcción de presa de relaves mediante la implementación de los equipos estación total y GPS diferencial en tiempo real (RTK) en los interiores de la minera Las Bambas ubicado en el departamento de Apurímac - Perú.** Fue un estudio de **Tipo Descriptiva - Cuantitativa**, la población **está sujeta a la DATA recolectada del levantamiento y replanteo de puntos topográfico a partir de las coordenadas planas establecida dentro del área intervenida**, la muestra **está conformada por 21 puntos que fueron replanteados y levantados con estación total Trimble s6 y GPS diferencia Topcon GR-5 en modo RTK,** y el muestreo fue **no probabilístico**; los instrumentos fueron **fichas técnicas**. Los principales resultados fueron **que tras el control topográfico con estación total y GPS diferencial en modo RTK, los rangos de diferencias se encuentran dentro de 1 a 12 mm. En el norte, de 1 a 14 mm. En el este y de 0 a 13mm. En la elevación, en cuanto a la optimización costo-tiempo el análisis demostró que el GPS Diferencial presenta, mayor costo en comparación a la estación total.** Se concluyó que **no existen**

diferencias significativas en el replanteo respecto a las diferencias numéricas de las coordenadas comparadas, por otro lado, la optimización de costo y tiempo en el control topográfico, el análisis demuestra que el GPS diferencial es de mayor costo en comparación a la de la estación, sin embargo, el GPS replantea mayor cantidad de número de puntos de obra en menor tiempo.

Respecto al ámbito nacional; Tarazona (2008), en su investigación titulada *“Diseño Geométrico de la Carretera Sayan – Acotama con datos de campo tomados con GPS”* tuvo como objetivo principal presentar una metodología alternativa y novedosa de trabajo en campo mediante la implementación de GPS diferencial, y evaluar su rendimiento respecto a los tiempos de jornada en campo y rendimiento en la recolección de información o DATA, donde los parámetros de diseño fueron tomados del Manual de Diseño de Camino No Pavimentados de bajo Volumen de Tránsito 2005. Fue un estudio de Tipo Cuantitativo, donde la población es la nube de puntos de coordenadas obtenidas con el GPS Diferencial, la muestra son las 26 secciones transversales generadas a partir de la nube de puntos, y el muestreo fue no probabilístico; los instrumentos empleados fueron las Fichas técnicas. Los principales resultados fueron que los rangos de precisiones aceptables son de (1cm+1ppm), cuando se trabajó bajo el sistema RTK, por otro lado, las precisiones verticales son de (1.5cm+1ppm), y son correspondientes a alturas elipsoidales, y hace falta hacer la transformación a alturas ortométricas. Adicionalmente, tras el análisis del perfil longitudinal de observo que el 46% de los datos recolectados presenta un error de 10 cm para una distancia de 6 km de la base del GPS. Las diferencias halladas en los perfiles se encuentran en un promedio de 0.17 cm y siendo el rango de valores absolutos de los delta's es de 0 a 0.58 cm. Se concluyó que el uso del sistema GPS tiene ventajas en comparación a los métodos topográficos clásicos, puesto a que no necesita línea de visión entre los cambios de estaciones, es posible aplicarlo en cualquier momento y es posible conseguir una mejora en cuanto a tiempos y personal.

Respecto al ámbito nacional; Cabada (2019), en su investigación titulada *“Evaluación de precisión y costo en un levantamiento topográfico con*

estación total y aeronave pilotada remotamente (RPA-Dron) en el centro poblado Cashapampa – Cajamarca 2018". Fue un estudio de Tipo Cuantitativo, la población es el centro poblado Cashapampa con una superficie de 100 ha., la muestra es una zona del centro poblado que cuenta con un área de 3.24 ha. aproximadamente, y el muestreo fue no probabilístico; los instrumentos fueron Fichas técnicas. Los principales resultados son que las diferencias de coordenadas del levantamiento topográfico usando estación total respecto al GNSS diferencial fue de 0.073 en el este, de 0.121 en el norte y de 0.154 en elevación; y que la diferencia de coordenadas de levantamiento topográfico con RPA Dron respecto al GNSS diferencial es de 0.007 en el este, de 0.025 en el norte y de 0.003 en la elevación. Se concluyó que el levantamiento con dron es 10 veces más preciso en las coordenadas Este, 5 veces más preciso en la coordenada Norte y 51 veces en la elevación. En cuanto a los costos, el dron resulto ser menor a la de la estación total por 8.59% su costo.

Respecto al ámbito nacional; Porta (2017), en su investigación titulada ***"Evaluación de la precisión del proyecto con el método medición dl levantamiento topográfico con estación total Topcon de Coar Chupaca 2016"***. Fue un estudio de Tipo Cuantitativo- Descriptivo, la población fueron los levantamientos topográficos llevados a cabo en los colegios nacionales de Huancayo por medio del método de medición, la muestra fueron los puntos de interés dentro del levantamiento topográfico por el método de medición dentro del COAR de Chuapca, y el muestreo fue no probabilístico; los instrumentos empleados fueron fichas técnicas. Los principales resultados fueron en cuanto a la evaluación angular del levantamiento topográfico es de -11 seg. Siendo este un error max. Permitido siendo el límite de 11.18 seg.; en cuanto al error lineal fue de 0.0049 m. siendo este la componente de los errores de 0.000084 en este y 0.004904 en norte; y en cuanto al error relativo es de 1/64279.97 estando dentro del rango permitido en una zona urbana. Se concluyó que el método de medición se confiable para evaluar la presión de un levantamiento topográfico y sus componentes.

Respecto al ámbito nacional; Hinostroza (2021), en su investigación titulada ***"Evaluación de errores máximos permisibles entre levantamiento topográfico***

empleando dron y sistema de posicionamiento global diferencial". Fue un estudio de **Tipo Cuantitativo- Descriptivo**, la población fueron **los terrenos de propiedad de la Universidad Peruana Los andes**, la muestra **campus universitario de chorrillos**, y el muestreo fue **no probabilístico**; los instrumentos empleados fueron **fichas técnicas**. Los principales resultados fueron **que no se obtuvo una buena precisión altimétrica teniendo un error de hasta 0.674, en caso de la precisión planimétrica se obtuvo que varía entre 4 mm a 3 mm de varianza siendo este un buen rango.**

Referente a la base teórica de la presente investigación se presenta:

SISTEMA DE COORDENADAS UTM. Según Carvalho De Cerqueira (2010, p.48), Las coordenadas UTM es un sistema de coordenadas rectangulares planas, obtenido mediante la rotación del cilindro elipsoide perpendicular al eje del cilindro. El elipsoide se ha dividido en 60 husos de 6° de amplitud cada uno, limitados por los meridianos 36°w y 42°w. La numeración de los husos se realiza a partir del antimeridiano de Greenwich, oeste-este. Así, el huso 1 está delimitado por los meridianos 180°w y 174°w, teniendo en consecuencia el meridiano central la longitud 177°w. El Estado de Ceará, por ejemplo, está contenido en el huso número 24, que está delimitado por los meridianos 36°w y 42°w. Las coordenadas se indican en dirección norte-sur con la letra N y en dirección este-oeste con la letra E. Para el funcionamiento del sistema UTM, se asocia a cada huso un sistema de referencia formado por coordenadas rectangulares cuyo origen es la intersección del Ecuador con el meridiano central del huso. En el hemisferio norte, el origen son las coordenadas N=0 (Ecuador) y E=500.000 m (meridiano central). En el hemisferio sur, este origen tiene las coordenadas N=500.000m (meridiano central).

TECNICA RTK. Según Ferreccio (2003, p.13), la tecnología Real Time Kinematic o Cinemático en Tiempo Real es producto de la evolución que han tenido los equipos GPS. Esta tecnología ofrece algo muy interesante que es el posicionamiento preciso en tiempo real, o, en otras palabras, obtención de coordenadas en el momento exacto de la medición; esta posibilidad está dada en la introducción de un enlace de comunicaciones entre los receptores GPS y a la introducción de softwares de procesamiento en los propios equipos. La característica que diferencia a un equipo GPS convencional de uno RTK está en que este último tiene capacidad

de replanteo, además permite obtener una distribución homogénea de datos en el relevamiento, controlar obras con alta precisión, etc. Por lo expuesto, la tecnología RTK será la que brinde la información a tomar como referencia para el desarrollo y análisis de la investigación.

SUPERFICIE GEOIDAL. Según Instituto Nacional Geográfico del Perú (2016) se trata de la superficie equipotencial del campo de gravedad de la tierra que cuanto con mejor se ajuste al nivel medio del mar sin alteraciones y que es tangente a lo largo de sus puntos al sentido de la gravedad y se mantiene continua incluso por debajo de la superficie continental.

PUNTOS GEODESICOS. Los trabajos de georreferenciación estarán enlazados a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (2015) este se presenta así con el motivo de simplificar un marco de referencia geodésico. Los puntos geodésicos dentro del territorio nacional se clasifican por órdenes de acuerdo a la presente tabla:

Tabla 1. *Puntos geodésicos*

PUNTOS GEODESICOS	PRECISIÓN
<i>Orden "0"</i>	Máx. 4.0 mm.
<i>Orden "A"</i>	Máx. 6.0 mm.
<i>Orden "B"</i>	Máx. 8.0 mm.
<i>Orden "C"</i>	Máx. 10.0 mm.
<i>Puntos de apoyo</i>	Máx. 10.0 mm.

Fuente: IGN

LÍNEA BASE. De acuerdo a la normativa peruana Especificaciones Técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del Sistema Satelital de Navegación Global (2015, p.18) es definida como la línea que mediante medición tridimensional levanta 2 estaciones cuyas coordenadas han sido procesadas con equipo GNSS diferencial.

PPM (PARTE POR MILLÓN). De acuerdo a la normativa peruana Especificaciones Técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del Sistema Satelital de Navegación Global (2015, p.19) es un término de uso común que indica el error relativo existente en la medición de distancias

ESCALAS. De acuerdo a la normativa DG Especificaciones técnicas para levantamiento topográfico para Electrificación Rural (2003, p.15) los intervalos de dibujo de curvas de nivel de superficies corresponden un valor distinto dependiendo de las escalas. Para escalas de 1:100 será de 1.0m., para 1:200 será de 2.0m, para 1:500 será de 5.0 m. y para 1:2000 será de 20.0m.

WGS 1984. Según la norma peruana Especificaciones Técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del Sistema Satelital de Navegación Global (2015, p.20) se define como un sistema de coordenadas global que permite localizar cualquier punto en valores de coordenadas (Este, Norte y Elevación) sin la necesidad usar referencias ajenas.

AZIMUT. Según García, Rosique y Segado (1994) es el ángulo formado por una alineación y la dirección de la meridiana, medido a partir del Norte (o también conocido como el Eje YY) y en el sentido de avance horario. No es posible que los instrumentos topográficos convencionales puedan medir con precisión los acimutes (salvo estos sean orientados antes). Sin embargo, es posible convertir lecturas angulares en acimutes.

COORDENADAS POLARES. Según García, Rosique y Segado (1994) las coordenadas polares son aquellas que son medidas por los instrumentos topográficos convencionales que permiten hallar distancias reducidas y acimuts. Para poder hacer los cálculos de coordenadas cartesianas se deben de conocer primero las polares.

ETAPAS DE TRABAJOS DE LEVANTAMIENTO CON GNSS. Las etapas establecidas para los trabajos de levantamiento geodésico están dadas por la norma peruana Especificaciones Técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del Sistema Satelital de Navegación Global (2015, p.30-p.45), donde se contemplan lo siguiente: Planeamiento, Reconocimiento, Monumentación, Trabajos en campo, Calculo de gabinete y Formulación de la memoria descriptiva. El cuadro presentado a continuación resumirá las etapas dadas por la norma que serán adoptadas con el fin del desarrollo de este trabajo de investigación:

Tabla 2. *Etapas de trabajo en campo.*

PLANEAMIENTO	Establecer valores de exactitud mínimos y máximos para el proyecto.
	Elaboración de cronograma
	Disposición de recursos humanos y materiales
	Verificación de la no existencia de obstáculos en donde se planea ubicar los puntos geodésicos
	Recolección de información de ubicación y características del lugar
	Planificación de tiempos y costos previo inicio en campo.
RECONOCIMIENTO	Constatación de puntos geodésico existentes en buen estado
	Localizar puntos geodésicos próximos pertenecientes a la red nacional
	Escoger el área correcta para establecer el punto geodésico
	Verificar la adecuadas condiciones de observación del área
	Verificar la estabilidad de la superficie
	La zona contara con cielo despejado, sin superficies reflectantes cercanas, accesible, evitar zonas con flujo de agua, diseño adecuado.
	Se usaran puntos geodésicos ya existentes si cumplen con los parámetros
	Elaboración de croquis indicando observaciones y accesos
	Recolección de información de zona así como coordenadas aprox.
Elaboración de informe de reconocimiento	
MONUMENTACION	Sobre roca madre
	Sobre estructura existente
	Sobre pilares monumentados
	Monumentación de hitos de concreto
	Identificación adecuada del punto
TRABAJO EN	Dependiendo de la naturaleza del trabajo a realizar se establecerán condiciones de recolección de información como Observaciones mínimas, GDOP máx. Permitido, épocas, mascara de elevación, cantidad mínima de satélites disponible y repetición de medidas en línea base. Para la ubicación de puntos geodésicos de cualquier orden corresponde un proceso distinto a cada uno.

CALCULO DE GABINETE	Se procede a hacer correcciones y disminución de observaciones y determinar parámetros que garanticen exactitud de la información. Para el proceso se tendrá en cuenta la clasificación del orden de los puntos geodésicos, ya que estos son distintos entre sí. Para cada uno se usaran efemérides precisas finales, así como un grado de precisión horizontal y vertical de acuerdo al orden.
FORMULACION DE MEMORIA DESCRIPTIVA	Antecedentes
	Ubicación
	Accesibilidad
	Clima y Vegetación
	Fisiografía y topografía
	Descripción del proyecto
	Coordinación
	Organización
	Ejecución
	Cálculos
	ANEXOS

Fuente: IGN

MEDICIÓN DE DISTANCIAS A SATELITES. Según Peñafiel y Zayas (2001, p.42)

La medición de una pseudo-distancia y distancia real puede ser calculada por medio de las siguientes expresiones:

$$(I) \dots PR = C \cdot \Delta t$$

$$(II) \dots R = PR - C \cdot (\Delta t_{\text{ionosf}} + \Delta t_{\text{tropo}} + \Delta t_{\text{rel}})$$

Donde:

PR: Distancia medida

C: Velocidad de la luz

At: Tiempo transcurrido desde que la señal partió del receptor al satélite.

R: Distancia real

Ata: Retraso en la propagación y/o errores.

Atu: Corrección reloj de receptor partiendo de tiempo de sistema GPS. Ats:

Corrección de reloj de satélite partiendo de tiempo de sistema GPS. **DISTANCIA**

NATURALE Y DISTANCIA REDUCIDA U HORIZONTAL. Según

García, Rosique y Segado (1994) la distancia natural es aquella existente entre dos puntos y la distancia reducida es aquella longitud entre la proyección dos puntos en el plano horizontal XY. En la topografía las distancia a tener en cuenta son las reducidas. Para el cálculo de estas distancias conociendo las coordenadas cartesianas de dos puntos se pueden valer de las siguientes formulas:

$$(1) \dots \text{?} = \sqrt{(\text{?} - \text{?})^2 + (\text{?} - \text{?})^2 + (\text{?} - \text{?})^2}$$

$$(1) \dots \text{??} = \sqrt{(\text{?} - \text{?})^2 + (\text{?} - \text{?})^2 + (\text{?} - \text{?})^2}$$

Donde:

???: Coordenadas cartesianas Este, Norte y Elevación del punto A.

???: Coordenadas cartesianas Este, Norte y Elevación del punto B.

CORDENADAS CARTESIANAS. Según García, Rosique y Segado (1994) se basan en 2 ejes perpendiculares, el XX y YY, en cierto punto los dos ejes intersectan en origen donde sus coordenadas son X=0 y Y=0. Estos ejes cartesianos dividen el plano XY en 4 cuadrantes re presentados de la siguiente forma, definiendo si las coordenadas son positivas o negativas según el cuadrante:

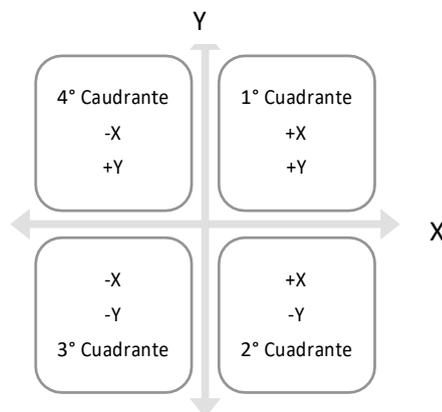


Figura 1: Cuadrantes de coordenadas cartesianas

Fuente: Topografía básica para ingenieros. Universidad de Murcia.1994.

MÉTODO POLAR. La forma en que este método será aplicada en esta investigación seguirá el siguiente procedimiento. Se establecerán puntos de control georreferenciados con GNSS diferencial previo al uso de la estación total como sistema convencional, la estación total se orienta con por lo menos 2 puntos de control, con lo que será posible a partir de ello iniciar un levantamiento y un posterior replanteo de puntos de interés.

MÉTODO ESTÁTICO. Según Peñafiel y Zayas (2001, p.68-69) este método es de alta precisión y es aplicado por lo general en distancias equivalentes o mayores a 20 kilómetros. Se explica que las coordenadas obtenidas como resultado se dan referidas al WGS-84, y como parte del proceso es necesario recolectar las coordenadas de 3 puntos conocidos dentro del área de levantamiento. En cuanto al proceso, se ubica y estacionan 2 o más receptores en aquellos puntos de interés, almacenar la DATA y posteriormente calcular las coordenadas en tiempo diferido. Dentro de sus aplicaciones de interés para tener en cuenta en este proyecto son el Control Geodésico y Redes Nacionales e Internacionales. De acuerdo al texto se puede desatacar como ventajas del presente método un buen grado de precisión, eficiencia y de costo menor en comparación a otros métodos más convencionales. El Error Medio Cuadrático (E.M.C.) que se llega a tener de una línea –base es de $3\text{mm}\pm 0.5\text{ ppm}$.

MÉTODO ESTÁTICO RAPIDO. Según Peñafiel y Zayas (2001, p.70-71) este método acepta una distancia máxima de 20 kilómetros entre la estación referencia y la estación móvil. Se considera una máscara de elevación de 15° y 15 segundos en las épocas. El proceso de levantamiento mediante este método indica que la estación referencial debe observar y mantener datos de los satélites continuamente, mientras que el receptor móvil levanta los puntos que se desean conocer, para ellos los tiempos de observación se encuentran en el intervalo de 5 a 10 min. Por tramos menores a 5 kilómetros. El E.M.C. será de una precisión de entre 5 a $10\text{mm}\pm 1.0\text{ ppm}$. Para fines de esta investigación se tendrán en cuenta las siguientes aplicaciones: Levantamiento y determinación de puntos de control y base para replanteos, puntos para fotogrametría y levantamiento de detalles. Como observaciones adicionales este método no es viable en zonas urbanas debido a la existencia de construcciones elevadas, por otra parte, se trata de una forma rápida

y practica a comparativa de otros métodos clásico, los errores no se adicionan conforme a los cambios de estación ya que estos son independientes unos de otros, es eficiente para el control local entre otras ventajas.

FOTOGRAMETRÍA. Según Quirós (2014) se define a la fotogrametría como la ciencia de la elaboración de planos o mapas a partir de fotografías tomadas en ciertas condiciones, una de estas siendo la fotogrametría aérea que bajo condiciones geométricas es posible la elaboración de mapas y planos de determinadas áreas.

PRECISIÓN DE DRONES AÉREOS NO TRIPULADOS EN LA FOTOGRAMETRÍA. De acuerdo a Cavalagli (2020), la topografía por fotogrametría aplicada a la superficie de un puente arco para el análisis de su integridad estructural mostro la ubicación de detalles como la existencia de agrietamientos y elementos faltantes al compararlo con un levantamiento previo hecho por topografía tradicional se determinó diferencia de alrededor de 1cm, dato que da fe de la precisión que pueden llegar a tener los drones respecto a las superficies de difícil acceso.

PROCESO FOTOGRAMÉTRICO. Según Quirós (2014) se parte de por lo menos dos a más fotogramas en formato digital y de la obtención de coordenadas reales de la superficie con el fin de orientar y verificar el resultado final del modelo digital. El proceso tiene la siguiente secuencia: La orientación Interna, La orientación Relativa, Orientación Absoluta, Generación de MDE, Orto proyección y control del error. En **La Proyección Relativa** consiste en la transformación de coordenadas pixel de la fotografía a coordenadas de la cámara (mm.) Dentro del sistema cartesiano cuyo origen se encontrará en el punto centro de la cámara. En **La Orientación Relativa** se procede a identificar puntos homólogos entre fotografías para la generación de una superficie general. En **La Orientación Absoluta** consiste en la orientación, nivelación y escalado del modelo en el espacio real o verdadero, esto se consigue obteniendo del terreno real por lo menos 4 puntos de apoyo que ayudaran con el proceso. En **La Orientación Exterior**, algunas restituidoras digitales (softwares), procesan la orientación relativa y absoluta en un solo paso y se obtiene los parámetros del modelo de forma directa. **Generación de MDE**, o modelo digital de elevación es la representación de la superficie como un conjunto

de información data numérica que representa la distribución espacial de del territorio. **La Orto proyección** es la obtención de foto mapas precisos previamente corregidos de las deformaciones producto de factores durante la toma de fotografías. El **Control del error** consiste en el control de la calidad de datos externos que no intervinieron en el proceso, para esto se utilizaron puntos de control que se tomaron durante el levantamiento de puntos de apoyo.

PROCESO FOTOGRAMÉTRICO. Según Quirós (2014) esta es la escala de representación en plano y del tamaño de objetos presentes dentro de este. Se consideran una relación entre la escala de la imagen ($M_b=1/1mb$) y la del plano ($M_k=1/mk$) que se obtiene por medio de la fotogrametría, se representa en el siguiente Abaco:

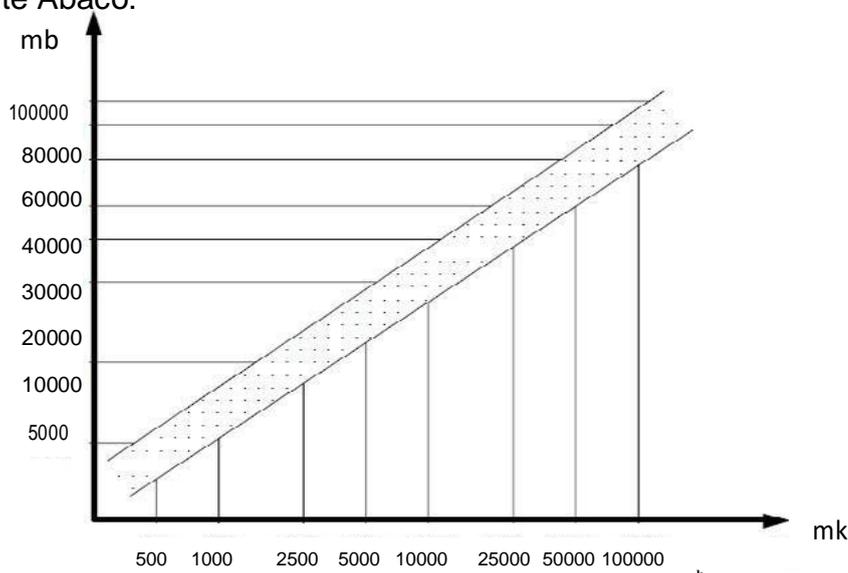


Figura 2: Relación entre la escala de la fotografía y la de la cartografía.

Fuente: Introducción a la Fotografía y Cartografía aplicada a la Ingeniería Civil. Universidad de Extremadura. 2014.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MÉTODO GNSS

Según Markovic y otros (2019, p. 1007), el posicionamiento y la navegación se revolucionan con el desarrollo de un sistema GNSS. Este sistema es una alternativa a la nivelación geométrica, proporcionando una información rápida y fiable.

En la actualidad, el sistema GNSS desempeña un papel importante en la geodesia, la topografía de campo, las ciencias de la tierra y el catastro. El método GNSS estático proporciona datos de mayor precisión. Para su funcionamiento, se necesitan dos receptores: uno situado en una estación de control con coordenadas

previamente definidas con alta precisión, y otro receptor en un punto cuyas coordenadas deben determinarse. Los datos de observación se almacenan en la memoria del dispositivo

Las diferencias entre las coordenadas observadas y las fijas, determinadas por la estación de control, proporcionan correcciones de los puntos cuya posición debe determinarse.

Las ventajas de los sensores GNSS en relación con los métodos geodésicos convencionales son:

- No es necesaria la observación visual entre puntos
- Gran número de mediciones automáticas,
- Trabajo en todas las condiciones meteorológicas,
- Obtención de datos de posición en 3D.

Los principales retos que surgen al aplicar la tecnología GNSS son

- Errores de geometría de los satélites,
- Errores de reloj,
- Errores de efemérides,
- Errores ionosféricos y troposféricos,
- Errores de trayectoria múltiple.

MÉTODO DE NIVELACION GEOMÉTRICA

Según Markovic y otros (2019, p. 1006), el método de nivelación geométrica es un método lento pero muy fiable y preciso para determinar las diferencias de altura. Los niveles digitales se utilizan para la realización de mediciones altamente de alta precisión mediante el método de nivelación geométrica. Estos niveles son automáticos con un sistema de procesamiento digital de imágenes que permite la lectura automática de un personal especial de código de barras y la grabación electrónica. De esta manera se eliminan todos los errores causados por el hombre y por el registro manual se eliminan y también aumenta la velocidad de nivelación.

En la realización de la nivelación de precisión se utilizan bastones invar. El método recomendado y generalmente aceptado para determinar la diferencia de altura entre dos puntos en para la realización de mediciones de alta precisión es el método

de lectura del bastón de nivelación de dos alturas de instrumentos diferentes en dos direcciones de nivelación. De este modo, la diferencia de altura entre los dos puntos se determina sobre la base de la aritmética media aritmética de dos mediciones de la diferencia de altura en la dirección de la nivelación hacia adelante y dos mediciones en la dirección hacia atrás.

Los errores más significativos que se producen en la realización de la medición por el método de nivelación geométrica son el resultado de:

- Línea de mira no horizontal (error de colimación vertical - ángulo "i"),
- Errores en la lectura del pentagrama y el error del micrómetro de nivel,
- Errores en la lectura manual del pentagrama,
- La colocación del trípode en terrenos inestables como los arenosos o húmedos,
- Los efectos de la temperatura de los rayos del sol sobre el nivel,
- La adaptación de la temperatura del nivel,
- La influencia del campo magnético en los niveles automáticos,
- Mira no vertical,
- La temperatura,
- La refracción.

FORMATO DE LIBRETA TOPOGRÁFICA PARA NIVELACION GEOMÉTRICA COMPUESTA

La nivelación geométrica compuesta se realiza con el objetivo de trasladar el nivel de un punto con nivel conocido hacia otro de interés. Para las actividades de medición encampo con este método se tendrá en cuenta el siguiente formato de libreta topográfica que registrará las lecturas de cambios de estación y de la superficie que se desea levantar en función a la elevación de un punto conocido o BM.

Tabla 3. *Etapas de trabajo en campo.*

Estación	Punto	Lectura Atrás	Lectura Adelante	Cota de Instrumento	Cota de BM	Cota de superficie

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

-Estación: Indica la estación desde la cual se harán las mediciones

-Punto: Indica la posición de la estación, de los BM's y los puntos de la superficie de interés

-Lectura atrás: Lectura obtenida desde el nivel aptico del BM de partida de una estación

-Lectura Adelante: Lectura obtenida desde el nivel óptico del BM que servirá de referencia para el siguiente cambio de estación

-Cota de instrumento: Elevación del nivel óptico en cada cambio

-Cota de BM: Elevación de los BM's obtenido tras trasladar el punto conocido

-Cota de superficie: Elevación de los puntos de interés, siendo en nuestro caso las progresivas de la carretera Interoceánica Sur.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Este proyecto de investigación es de tipo “APLICADA”, esto se debe al hecho de que se cuenta con conocimiento teórico que se usara para aplicarse en las pruebas prácticas. Según Ñaupas y otros (2011) “...está orientada a resolver objetivamente los problemas de los procesos de producción, distribución, circulación y consumos de bienes y servicios, de cualquier actividad humana, principalmente de tipo industrial, comercial, comunicacional, etc.”

Nivel de investigación:

En cuanto al nivel de la investigación esta es de nivel Explicativo debido a que se determinan causas y consecuencias por medio de las pruebas de las hipótesis. Según Hernández (2014, p.95), la investigación explicativa se centra en explicar por qué ocurren ciertos fenómenos y bajo qué condiciones se presentan, o porque se relacionan dos o más variables.

Enfoque de investigación:

Según Hernández (2014) La investigación cuantitativa considera que el conocimiento debe ser objetivo, y que este se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través de la medición numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas. Por lo presentado el enfoque de investigación será Cuantitativo.

Diseño de Investigación: La investigación a realizar es Cuasi Experimental. Según Hernández (2014, p.152) “Los diseños cuasi experimentales se aplican a situaciones reales en los que no se pueden formar grupos aleatorizados, pero pueden manipular la variable experimental”

3.2. Variables, operacionalización

Variable Independiente: Métodos Directos y Alternativos.

Según Pereda (-), los métodos indirectos o alternativo son aquellos métodos topográficos cuya nube de información del terreno se obtuvo sin la interacción directa a la superficie. Por ello es que se considera el uso de dron método

indirecto, sumado a esto la definición de métodos directo son aquellos que requieren el contacto directo con el terreno para lograr obtener puntos de coordenadas. Por lo que en el método directo se llevara a cabo con los equipos estación total y nivel de ingeniero, mientras que como método alternativo se plantea una aeronave no tripulada (Dron).

Variable Dependiente: Precisión Planimétrica y Altimétrica.

Según Fernández (2009), la precisión planimétrica debe aplicarse en la densificación de las redes y ajustándose a levantamientos de orden mayor, mientras que la precisión altimétrica está dada por la nivelación y contra nivelación partiendo de un BM y cerrando en la misma para corrobora el error durante el proceso de medición.

3.3. Población y muestra y muestreo

Población:

Según Arias (2020, p.160) "...La población puede conformarse por personas, máquinas, equipos, infraestructura; en general, todos los elementos tangibles que puedan ser vistos y evaluados". Bajo este concepto la población a estudiar será la **carretera Interoceánica Brasil-Perú** de 2600 km. Debido a su impacto y diseño geométrico con la presencia de curvas verticales y horizontales pronunciadas que permitirán en su análisis una variedad de datos más completos que podrán ser comparados.

Muestra:

Según Supo (2014, p.7), "La muestra, al ser una parte de la población, es un subconjunto de los elementos que nos interesan estudiar: es un subconjunto de la población". Entonces la muestra de la población a considerar se encuentra entro los **kilómetros 35 y 39 en la carretera Interoceánica Sur** – Tramo 5 – Ramal 2: Puerto de Ilo - Juliaca – Azángaro; de donde se realizó el estudio topográfico y se generaran las nubes de puntos.

Muestreo:

Según Supo (2014, p.13), “Existen básicamente dos métodos para seleccionar muestras: las técnicas de muestreo probabilísticas y las no probabilísticas. La diferencia entre una y otra es la magnitud del sesgo que le infiere a nuestras conclusiones la forma de seleccionar la muestra.”. Habiendo expresado lo siguiente el método de muestreo será **No Probabilístico**, debido a que nosotros escogeremos las progresivas a analizar y no se elegirán de forma aleatoria. Estas progresivas han sido elegidas por criterio de los investigadores basados en la normativa del DG-2018, pues la intención es conocer las desviaciones de coordenadas que se generan los equipos convencionales y distancias cortas medias y largas, esto se conseguirá conociendo la ubicación de puntos específicos de estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica:

La técnica a seguir para la recolección de datos del presente proyecto de investigación es **la Observación**, pues nos permitirá visualizar y a partir de ello entender el comportamiento del fenómeno a estudiar, por ello nos valdremos de instrumentos para la obtención de datos como fichas técnicas. Según Campos y Lule (2012, p.49) “la observación es una técnica que mediante la aplicación de ciertos recursos permite la organización, coherencia y economía de los esfuerzos realizados durante el desarrollo de una investigación; por ende, esta técnica tendrá una organización y una coherencia dependiente al método utilizado.

Instrumentos de recolección de datos:

Según Hernández y otros (2014, p.198), “: El instrumento de recolección de datos es un recurso del cual se puede valer el investigador, a fin de recopilar información.” Para constatar la veracidad y correcta manipulación de información recolectada se emplearán **fichas de validación y fichas técnicas**, cuyos formatos serán elaborados por los participantes del proyecto y serán posteriormente aprobados por expertos. Las listas de fichas técnicas a implementar son:

- Ficha técnica n°1: Coordenadas verticales por Modelo Digital de Terreno (Anexo 3)
- Ficha técnica n°2: Coordenadas verticales por Estación Total (Anexo 4)
- Ficha técnica n°3: Coordenadas verticales por nivelación Geométrica Compuesta (Anexo 5)
- Ficha técnica n°4: Coordenadas horizontales por Modelo Digital de Terreno (Anexo 6)
- Ficha técnica n°5: Coordenadas horizontales por Estación Total (Anexo 7)
- Ficha técnica n°6: Alineamiento horizontal del eje de las progresivas (Anexo 8)
- Ficha técnica n°7: Alineamiento vertical longitudinal (Anexo 9)
- Ficha técnica n°8: Modelamiento de superficie en software (Anexo 10)

Validez:

La validez se dará por el Juicio de los siguientes expertos:

- Experto 1: M. Sc. Juan Luis Ccamapaza Aguilar
- Experto 2: Ing. CHRISTIAN Gerardo Rojas Flor
- Experto 3: Ing. Winder Damián Juárez Segovia

Confiabilidad:

Para dar confiabilidad de la data presentada en la presente investigación se anexan los certificados de calibración de los equipos:

- Estación total
- Nivel topográfico
- GNSS diferencial

3.5. Procedimientos

Tras el análisis de las actividades necesarias a llevar a cabo durante el desarrollo de nuestra tesis se plano el siguiente cuadro de actividades ordenas por etapas o fases:

Tabla 4. Procedimientos.

ETAPAS	ACTIVIDADES	DESCRIPCION
1°	Planeamiento previa incursión a campo	Previo a dar inicio a las actividades, se planea un inicio estratégico que permita actividades eficientes
2°	Organización de cuadrilla y preparación de los equipos	Preparación del recurso humano y equipos a emplear
3°	Recolección de información del área a intervenir	Etapas de levantamiento mediante fotogrametría y métodos convencionales y replanteo en campo
4°	Procesamientos de información mediante software	Manipulación de la data apoyados por programas como AutoCAD CIVIL 3D, AGISOFT.
5°	Análisis de información y resultados	Comparación de resultados, preparación de datos de resultados por in cada indicador
6°	Resultados	Tablas, gráficos, interpretación, contrastación de hipótesis
7°	Discusión	Discusión de resultados con otros autores
8°	Conclusiones y recomendaciones	Comprobación de las hipótesis por objetivos.
9°	Redacción y corrección de observaciones del documento de investigación, revisión integral final	Etapas de elaboración de la tesis, (con resultado de turnitin 25%)

Fuente: Elaboración Propia.

1° ETAPA: Planeamiento previo incursión.

En esta etapa previa al inicio de recolección de información en campo, se planteó que se establecerán puntos geodésicos de Orden C que servirán de puntos de control para georreferenciar y enlazar la data obtenida con los distintos equipos. Para ello se cotizó el costo de obtención de las coordenadas de dichos puntos geodésicos en el IGN, y se ordenó la fabricación de las 2 placas de bronce que servirán como representación de las coordenadas físicas que se ubicarán al inicio y final del tramo de estudio escogido que corresponde a los KM 39+000 hasta el KM 35+000 de la Carretera Interoceánica Sur, ubicada a las afueras de la ciudad de Ilo, Moquegua.



Figura 3: Placas de Bronce para Puntos Geodésicos de Orden C.

2° ETAPA: Organización de cuadrilla y preparación de los equipos.

Los equipos a emplear en las actividades de campo fueron los siguientes:

- Nivel Óptico de Ingeniero
- Estación Total Trimble S6
- Dron Inspire 2
- GNSS Diferencial Trimble R10

Además, se considerarán algunos materiales y accesorios como:

- Libreta Topográfica.
- Plano de Ubicación.
- Bolígrafos.
- Memoria USB.

3° ETAPA: Recolecciones de información del área de intervención.

- Monumentación de puntos geodésicos de Orden C.



Figura 4: Punto Geodésico de orden "C" monumentado.



Figura 5: Medición de punto geodésico de orden "C" con GNSS Diferencial Trimble R10.



Figura 6: Punto Geodésico UCV001.



Figura 7: Punto Geodésico UCV002.

- **Levantamiento altimétrico con Nivel de Ingeniero.**



Figura 8: Inicio de levantamiento altimétrico con Nivel de Ingeniero en el KM 39+000 de la Carretera Interoceánica Sur.



Figura 9: Jomada en campo de levantamiento altimétrico con Nivel de Ingeniero en la Carretera Interoceánica Sur.



Figura 10: Medición de Elevación de Punto de control Auxiliar en el KM 37+000.



Figura 11: Recolección de data en campo con Nivel de Ingeniero.



Figura 12: Fin de jornada en campo de recolección de DATA con Nivel de Ingeniero en el KM 35+000 de la Carretera interoceánica Sur.



Figura 13: Jornada de levantamiento con Estación Total.



Figura 14: Medición de las coordenadas de la progresiva 35+000 km



Figura 15: Medición de las coordenadas del punto de Control Geodésico de Orden C con Estación Total.



Figura 16: Dron Inspire 2.



Figura 17: Dron inspire previo vuelo.



Figura 18: Preparación de Dron previo vuelo.



Figura 19: Inicio de vuelo de Dron sobre tramo de la carretera entre el km 39+000 y el km 35+000.



Figura 20: Foto Aérea de final de tramo.



Figura 21: Foto Aérea.

4º ETAPA: Procesamiento de información mediante Software.

Procesamiento de datos generados por Dron.

Respecto al levantamiento con Dron Inspire 2, para poder generar el **Modelo Digital de Terreno**, se descargó la data de equipos, en formato de imágenes, al tratarse de un tramo de 4 km. El archivo de imágenes fue pesado, y tras copiarlo a una unidad portátil (Tarjeta de memoria portátil) se trasladaron estos a una computadora con suficiente capacidad para soportar efectivamente el procesamiento de las imágenes y su unión mediante el software PhotoScan Agisoft.

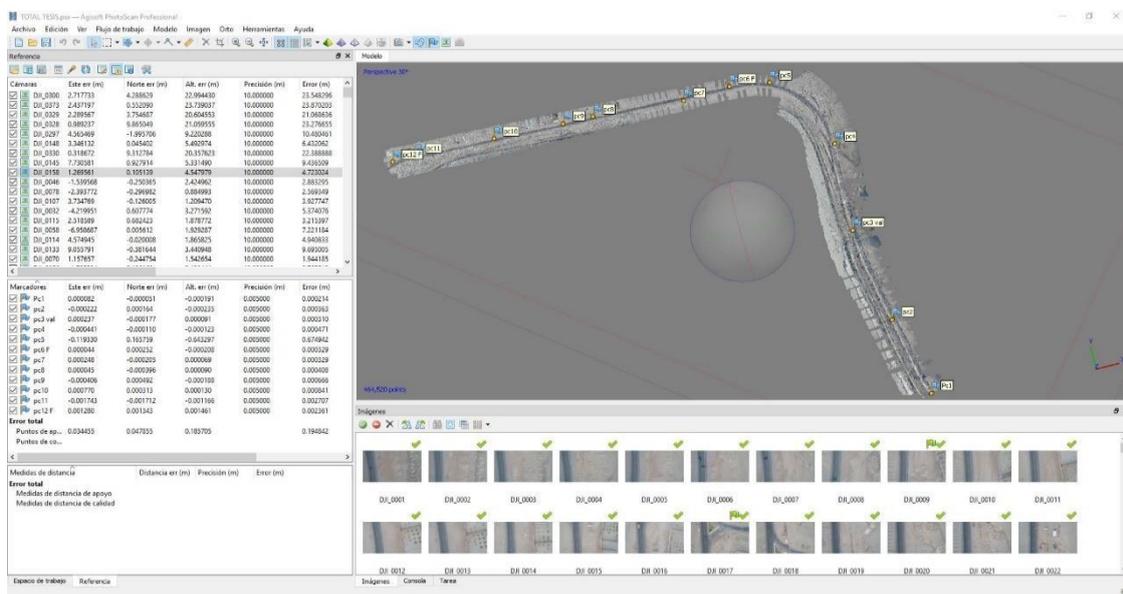


Figura 22: Inserción de fotografías en PhotoScan Agisoft

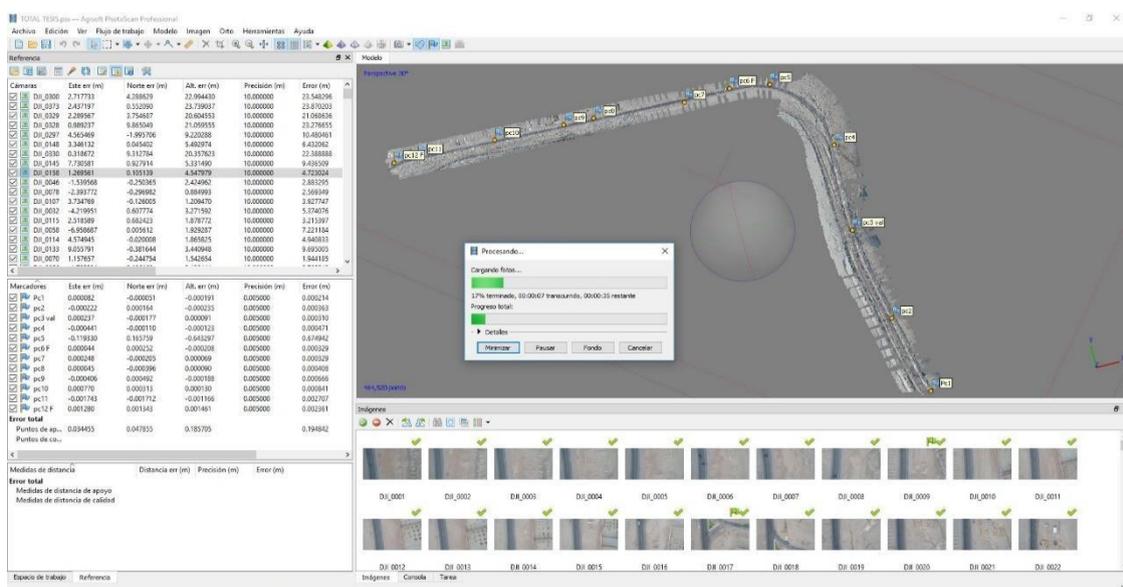


Figura 23: Inicio de procesado en PhotoScan Agisoft

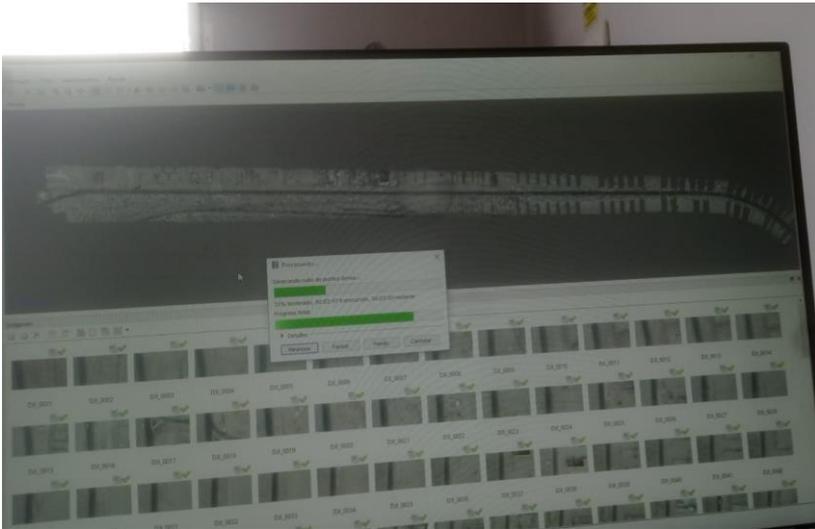


Figura 24: Proceso de generación de nube de puntos en el software PhotoScan Agisoft

Se emitió un informe e procesamiento mediante el software donde destaca la siguiente información (Anexo N° 19):

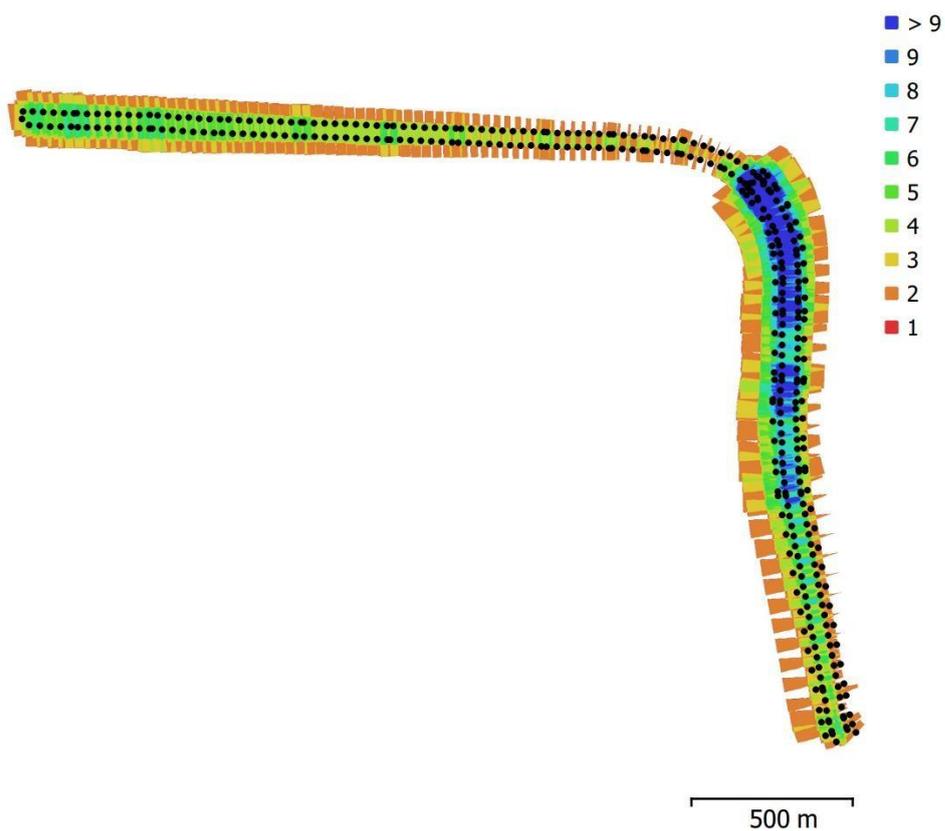


Figura 25: Posiciones de cámara y solapamiento de imágenes.

Las características del vuelo sobre la zona de interés son:

Numero de imágenes: 371	Posición de cámara: 370
Altitud media de vuelo: 79.9 m	Puntos de enlace: 464520
Resolución en terreno: 2.17 cm/pix	Proyecciones: 1206551
Superficie cubierta: 0.707 km ²	Error de reproyeccion:0.814

Tabla 5: Características de cámara.

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de pixel	Precalibrada
FC6510 (8.8 mm)	5472 x 3078	8.8 mm	2.53x2.53 micra	No

Fuente: Informe de PhotoScan Agisoft

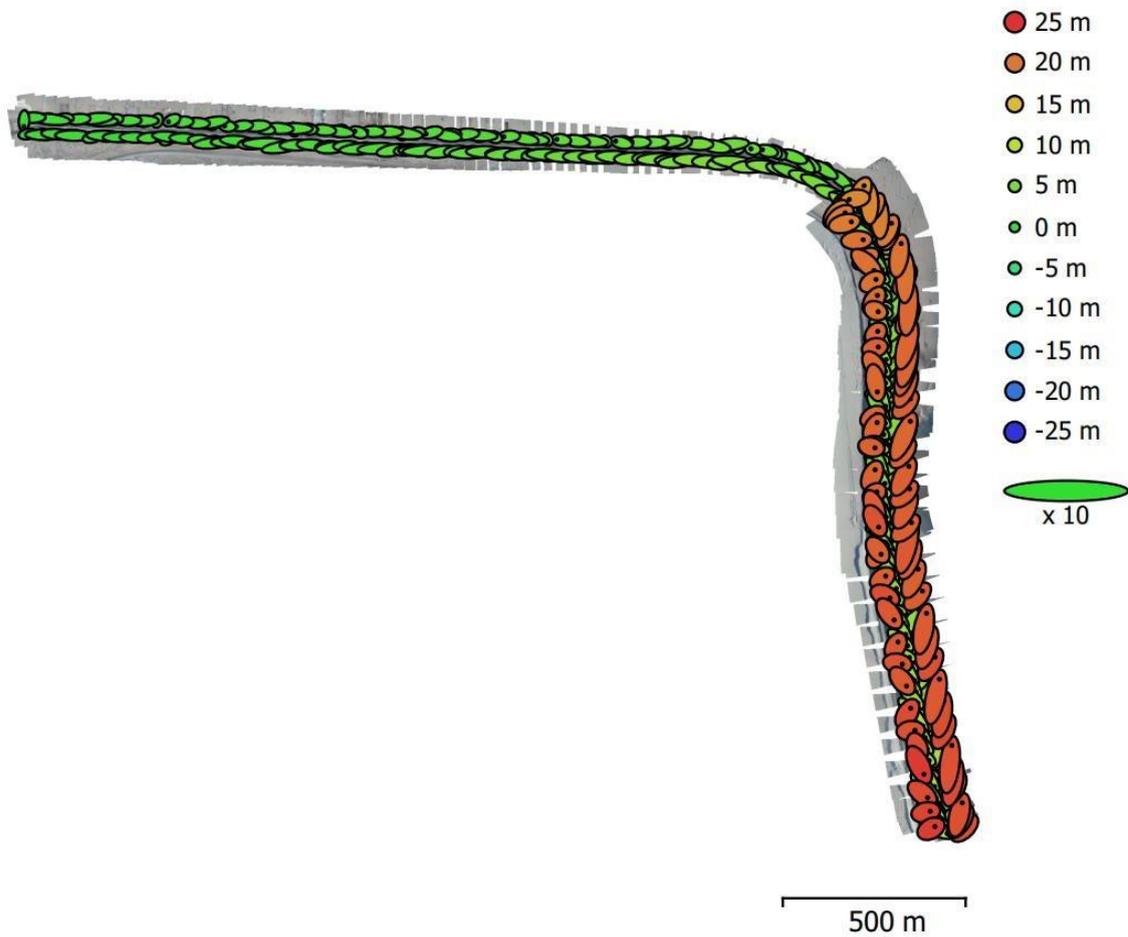


Figura 26: Posiciones de cámaras y estimaciones de errores.

Nota de Fig.3: El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY. Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros

Tabla 6: Errores medio de las posiciones de cámara.

Error X (m)	Error Y (m)	Error Z (m)	Error XY (m)	Error compuesto (m)
4.06691	3.33641	10.8302	5.26036	12.0401

Fuente: Informe de PhotoScan Agisoft

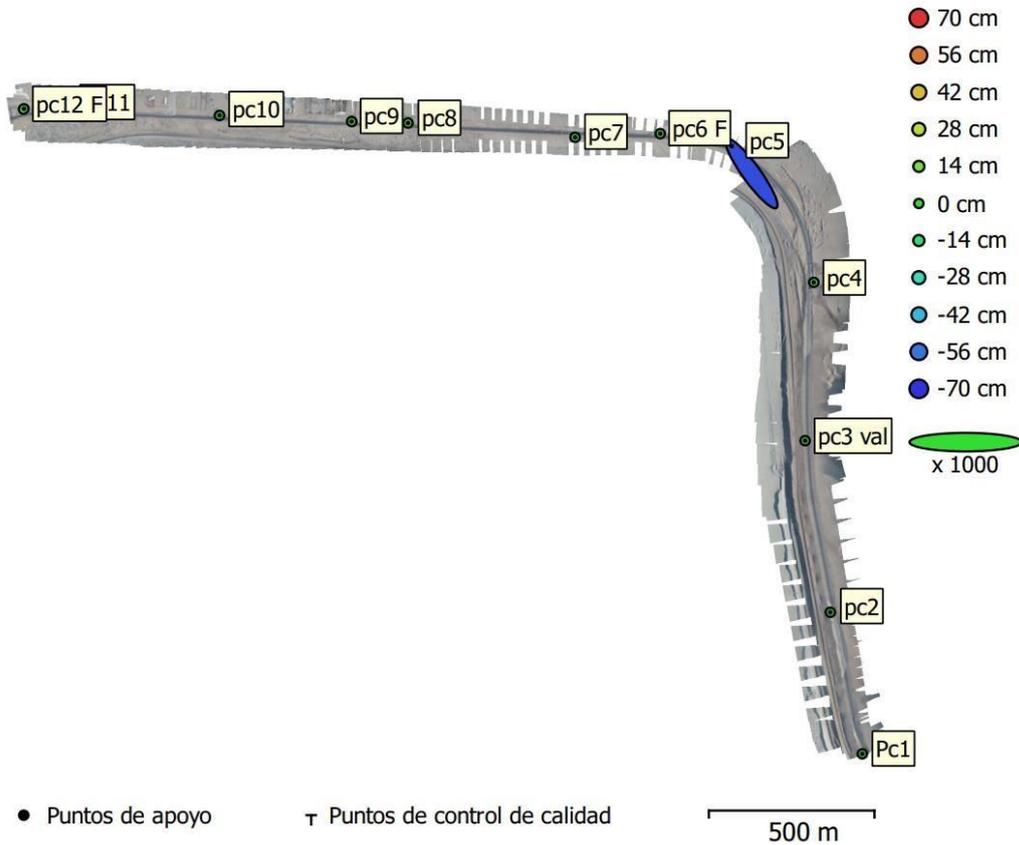


Figura 27: Posiciones de puntos de apoyo y estimación de errores.

NOTA FIG.3: El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY. Posiciones estimadas de puntos de apoyo se indican con los puntos negros, puntos de control - con cruzamiento.

Tabla 7: ECM de puntos de apoyo.

Num.	Error X (cm)	Error Y (cm)	Error Z (cm)	Error XY (cm)	Total (cm)
12	3.44547	4.78553	18.5705	5.89683	19.4842

Fuente: Informe de PhotoScan Agisoft

Tabla 8: Puntos de apoyo

Numero	Error X (cm)	Error Y (cm)	Error Z (cm)	Total (cm)	Imagen (pix)
P. Apoyo 1	0.00820895	-0.00512223	-0.01913	0.0214379	0.012 (3)
P. Apoyo 2	-0.022187	0.016362	-0.0235408	0.0362512	0.063 (4)
P. Apoyo 3	0.0237006	-0.0177426	0.00906226	0.030962	0.056 (7)
P. Apoyo 4	-0.0441252	-0.0109687	-0.0123008	0.0471026	0.155 (9)
P. Apoyo 5	-11.933	16.5759	-64.3297	67.4942	0.000 (1)
P. Apoyo 6	0.00436301	0.025156	-0.0207713	0.0329136	0.078 (3)
P. Apoyo 7	0.0247842	-0.0204576	0.00688487	0.0328659	0.040 (4)
P. Apoyo 8	0.0045046	-0.0395634	0.00900303	0.0408242	0.030 (4)
P. Apoyo 9	-0.0406311	0.0492358	-0.0188324	0.066556	0.044 (4)
P. Apoyo 10	0.0769936	0.0313483	0.0129638	0.0841356	0.046 (5)
P. Apoyo 11	-0.174256	-0.171195	-0.116626	0.270693	0.099 (6)
P. Apoyo 12	0.127998	0.134295	0.146064	0.236121	0.152 (4)
Total	3.44547	4.78553	18.5705	19.4842	0.092

. Fuente: Informe de PhotoScan Agisoft

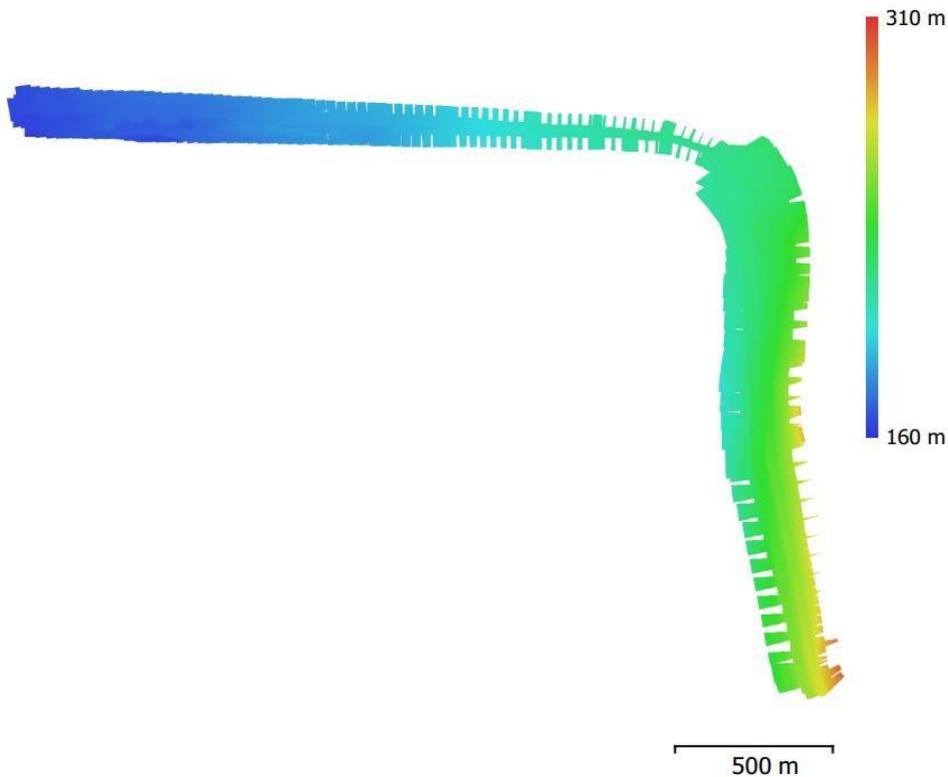


Figura 28: Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 4.34 cm/pix

Densidad de puntos: 530 puntos/m²

Al igual que los puntos de apoyo en la ortofoto, las fotografías individuales pasan por un proceso de corrección de posición, cuyos resultados son presentados en el Anexo 19.

Una vez terminado el proceso de Unificación de fotografías y generar la nube de puntos basados en la calidad de imagen y cantidad de pixeles que la Ortofoto (producto de PhotoScan) es capaz de brindar. La superficie debe ser importada al software ReCap para hacer la correspondiente limpieza de puntos mal generados que sobre salen al terreno natura, producto de en este caso específico vehículos en movimiento, postes de luz en la zona y carteles de señalización.

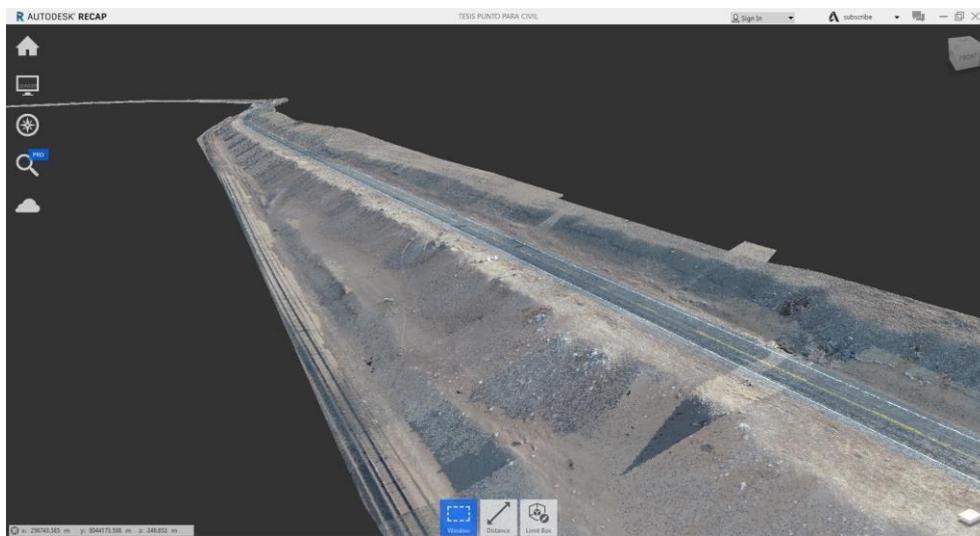


Figura 29: Nube de puntos insertados en el software ReCap.

Tras la limpieza correcta de la nube de punto, el paso final es generar la superficie el programa AutoCAD Civil 3D, para importar el archivo de ReCap, primero se debe guardar el archivo en formato “.rcp”, de esta manera ya es posible generar una superficie basada en la nube de puntos producto de la ortofoto. Esta superficie fue el punto de partida para la recopilación de datos de los indicadores involucrados con el Modelo Digital de terreno. Tras seleccionar el sistema de coordenadas “UTM84-19S” en Civil 3D, mediante la si guiten ruta: Insert > Attach, se seleccionó el archivo en formato “.rcp”, después de abrirse, al seleccionar la nube se podrá generar la superficie con la que podremos conseguir los datos requeridos.

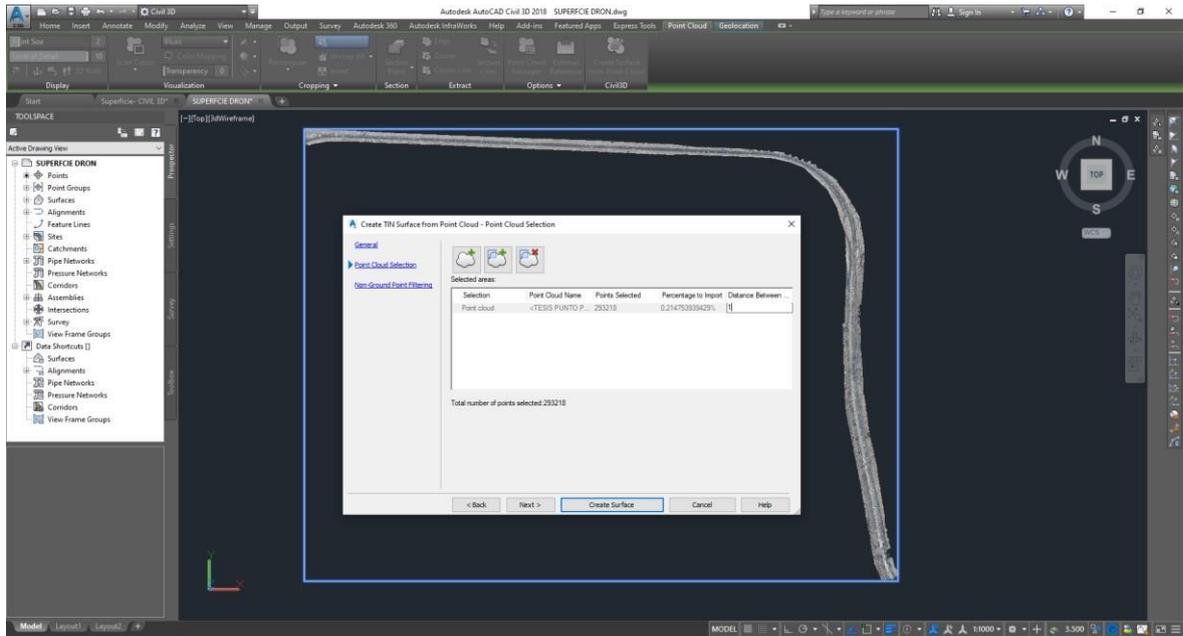


Figura 30: Creación de Superficie en base a nube de punto en AutoCAD Civil 3D.

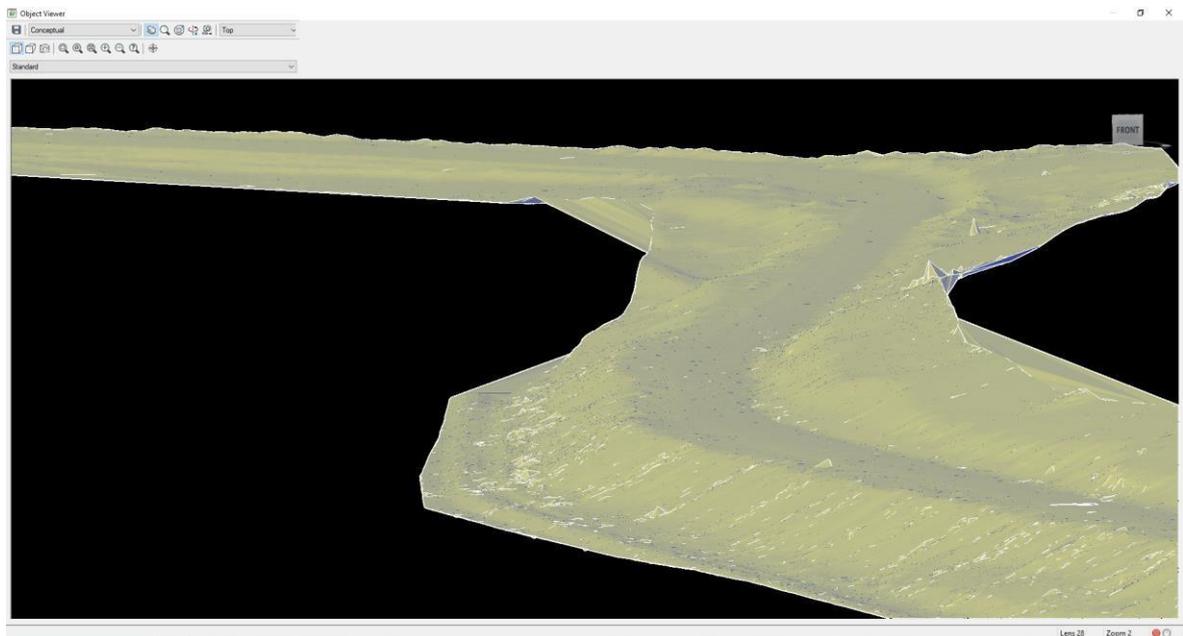


Figura 31: Nube de puntos importada a AutoCAD Civil 3D.

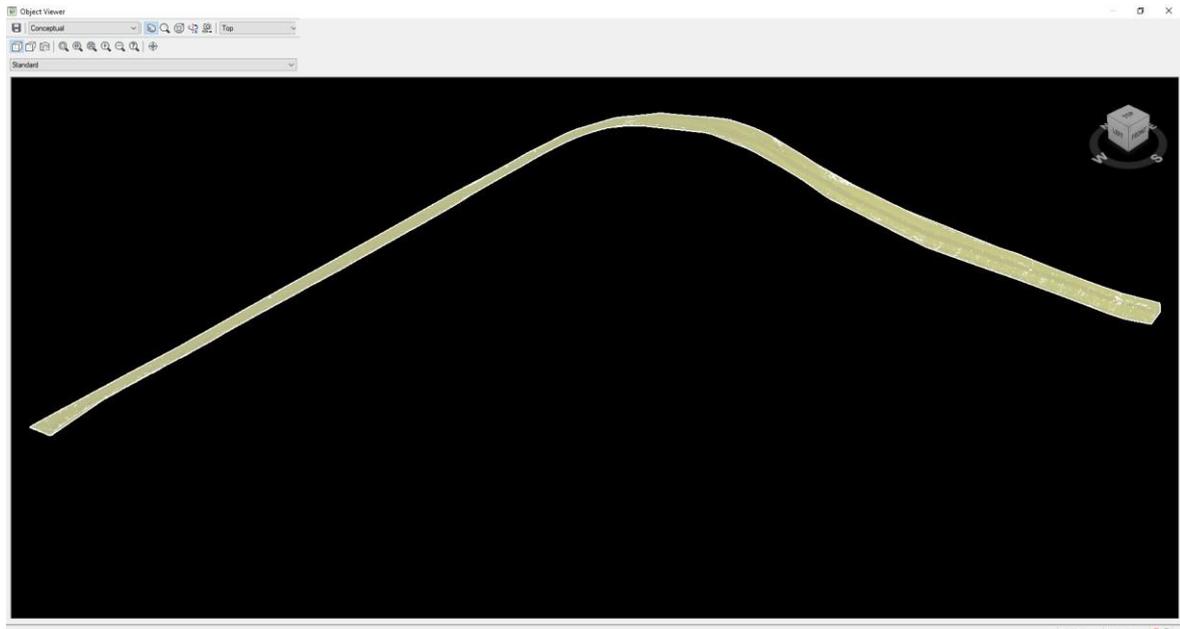


Figura 32: Nube de puntos importada a AutoCAD Civil 3D (Vista en planta de modelo 3D).

Procesamiento de datos generados por Estación total.

Tras la etapa de levantamiento en campo con estación total, la información fue descargada del equipo en formato “.CSV (Delimitado por comas)”, a continuación, se muestra la lista de puntos recolectado:

Tabla 9: Puntos exportados de la estación total

Pt.	Norte	Este	Elev.	Desc.	Pt.	Norte	Este	Elev.	Desc.
1	8043910.75	256812.337	268.77	UCV2	238	8045675.96	256331.435	214.473	PISTA
2	8045764.39	254333.201	166.572	UCV1	239	8045675.96	256331.287	214.469	PISTA
3	8045758.33	254316.648	166.211	PISTA	240	8045680.62	256352.303	215.273	PISTA
4	8045750.31	254318.399	165.976	PISTA	241	8045673.04	256351.159	214.837	PISTA
5	8045763.67	254344.81	166.608	PISTA	242	8045676.9	256372.139	215.676	PISTA
6	8045755.92	254345.551	166.482	PISTA	243	8045669.33	256370.526	215.198	PISTA
7	8045765.14	254358.169	166.815	PISTA	244	8045672.07	256391.693	215.975	PISTA
8	8045757.56	254357.439	166.71	PISTA	245	8045664.82	256389.349	215.469	PISTA
9	8045766.76	254377.885	167.157	PISTA	246	8045666.27	256411.055	216.288	PISTA
10	8045766.77	254377.888	167.157	PISTA	247	8045659.12	256408.537	215.745	PISTA
11	8045759.31	254377.967	167.075	PISTA	248	8045659.61	256430.08	216.594	PISTA
12	8045767.31	254397.586	167.46	PISTA	249	8045652.56	256427.114	216.053	PISTA
13	8045759.77	254397.536	167.377	PISTA	250	8045652.06	256448.569	216.824	PISTA
14	8045766.5	254417.405	167.769	PISTA	251	8045645.13	256445.074	216.326	PISTA
15	8045766.5	254417.426	167.772	PISTA	252	8045646.62	256460.553	216.984	PISTA
16	8045759.33	254417.315	167.71	PISTA	253	8045639.67	256457.242	216.59	PISTA
17	8045765.66	254437.214	168.113	PISTA	254	8045651.96	256466.66	218.044	BM3B
18	8045758.53	254436.572	168.031	PISTA	255	8045630.74	256474.985	216.774	PISTA
19	8045764.9	254456.985	168.458	km39	256	8045638.17	256477.2	217.262	PISTA
20	8045757.7	254456.948	168.416	km39	257	8045620.9	256492.106	217.038	PISTA
21	8045763.74	254485.033	168.974	PISTA	258	8045627.35	256495.947	217.525	PISTA
22	8045756.59	254484.555	168.959	PISTA	259	8045610.52	256508.565	217.308	PISTA
23	8045762.94	254504.818	169.396	PISTA	260	8045616.66	256512.965	217.826	PISTA

24	8045762.94	254504.816	169.396	PISTA	261	8045599.12	256524.388	217.528	PISTA
25	8045755.6	254506.544	169.456	PISTA	262	8045605.03	256529.344	218.024	PISTA
26	8045762.1	254524.573	169.809	PISTA	263	8045586.68	256540.139	217.868	PISTA
27	8045754.9	254523.826	169.82	PISTA	264	8045592.61	256545.023	218.356	PISTA
28	8045761.28	254544.408	170.281	PISTA	265	8045573.9	256554.847	218.121	PISTA
29	8045754.06	254544.102	170.284	PISTA	266	8045579.4	256560.063	218.576	PISTA
30	8045760.44	254564.219	170.675	PISTA	267	8045560.02	256569.29	218.325	PISTA
31	8045752.57	254578.538	170.958	PISTA	268	8045565.52	256574.592	218.806	PISTA
32	8045759.55	254583.973	171.071	PISTA	269	8045545.63	256582.608	218.527	PISTA
33	8045759.6	254583.994	171.071	PISTA	270	8045550.86	256588.41	219.224	PISTA
34	8045752.36	254583.712	171.039	PISTA	271	8045530.7	256595.41	218.949	PISTA
35	8045758.77	254603.754	171.444	PISTA	272	8045535.47	256601.479	219.378	PISTA
36	8045751.54	254603.366	171.458	PISTA	273	8045514.89	256607.229	219.307	PISTA
37	8045757.92	254623.55	171.773	PISTA	274	8045519.45	256613.757	219.75	PISTA
38	8045750.7	254623.191	171.774	PISTA	275	8045498.89	256618.429	219.783	PISTA
39	8045757.07	254643.293	172.043	PISTA	276	8045502.87	256625.124	220.204	PISTA
40	8045749.83	254642.839	172.017	PISTA	277	8045481.69	256629.011	220.269	PISTA
41	8045756.23	254663.054	172.24	PISTA	278	8045485.75	256635.682	220.726	PISTA
42	8045756.23	254663.05	172.24	PISTA	279	8045468.15	256645.464	221.143	PISTA
43	8045749.05	254662.68	172.265	PISTA	280	8045464.32	256638.641	220.939	PISTA
44	8045755.43	254682.796	172.45	PISTA	281	8045450.04	256654.223	221.896	PISTA
45	8045748.16	254682.58	172.462	PISTA	282	8045446.79	256647.045	221.398	PISTA
46	8045754.57	254702.548	172.6	PISTA	283	8045431.64	256662.14	222.512	PISTA
47	8045747.33	254702.211	172.607	PISTA	284	8045428.7	256654.805	222.066	PISTA
48	8045753.73	254722.381	172.679	PISTA	285	8045412.69	256669.049	223.121	PISTA
49	8045746.51	254721.805	172.719	PISTA	286	8045409.97	256661.8	222.634	PISTA
50	8045752.88	254742.144	172.806	PISTA	287	8045393.5	256675.021	223.733	PISTA
51	8045745.66	254741.785	172.814	PISTA	288	8045391.36	256667.56	223.248	PISTA
52	8045751.9	254763.528	172.89	PISTA	289	8045374.04	256680.021	224.288	PISTA
53	8045744.73	254763.08	172.922	PISTA	290	8045372.46	256672.445	223.847	PISTA
54	8045751.16	254781.775	173.006	PISTA	291	8045354.39	256684.089	224.943	PISTA
55	8045743.93	254781.426	173.004	PISTA	292	8045353.13	256676.405	224.457	PISTA
56	8045750.32	254801.584	173.081	PISTA	293	8045334.63	256687.306	225.491	PISTA
57	8045743.05	254801.255	173.094	PISTA	294	8045333.5	256679.594	225.064	PISTA
58	8045749.49	254821.406	173.196	PISTA	295	8045314.54	256689.275	226.043	PISTA
59	8045742.25	254821.022	173.233	PISTA	296	8045313.81	256681.663	225.703	PISTA
60	8045748.65	254841.225	173.42	PISTA	297	8045294.44	256690.596	226.522	PISTA
61	8045741.39	254840.611	173.443	PISTA	298	8045293.43	256682.923	226.251	PISTA
62	8045747.81	254861.076	173.783	PISTA	299	8045274.42	256691.269	226.839	PISTA
63	8045740.56	254860.601	173.791	PISTA	300	8045274	256683.776	226.656	PISTA
64	8045746.97	254880.817	174.287	PISTA	301	8045254.06	256683.951	226.916	PISTA
65	8045739.73	254880.248	174.296	PISTA	302	8045254.17	256691.16	227.047	PISTA
66	8045746.12	254900.619	174.918	PISTA	303	8045283.28	256703.431	228.818	ABM4
67	8045738.88	254900.351	174.943	PISTA	304	8045238.38	256683.747	227.13	ABM4
68	8045735.82	254902.289	174.879	BM A	305	8045234.2	256690.948	227.161	PISTA
69	8045745.27	254920.364	175.554	PISTA	306	8045214.07	256683.322	227.225	PISTA
70	8045738.01	254919.972	175.583	PISTA	307	8045214.07	256690.565	227.211	PISTA
71	8045744.43	254940.157	176.242	PISTA	308	8045195.25	256683.023	227.394	PISTA
72	8045737.19	254939.961	176.26	PISTA	309	8045193.88	256690.201	227.362	PISTA
73	8045743.58	254959.932	176.93	PISTA 5	310	8045174.09	256682.643	227.569	PISTA
74	8045736.36	254959.413	176.911	PISTA 5	311	8045173.89	256689.876	227.541	PISTA
75	8045742.55	254984.714	177.751	PISTA 5	312	8045173.28	256682.583	227.514	PISTA
76	8045742.55	254984.715	177.751	PISTA	313	8045153.86	256689.524	227.706	PISTA
77	8045735.52	254979.314	177.579	PISTA	314	8045154.07	256682.281	227.592	PISTA
78	8045741.93	254999.505	178.257	PISTA	315	8045133.81	256689.185	227.852	PISTA
79	8045741.89	254999.512	178.268	PISTA	316	8045133.91	256681.972	227.798	PISTA
80	8045734.69	254999.129	178.264	PISTA	317	8045113.64	256688.783	228.048	PISTA
81	8045741.09	255019.249	178.891	PISTA	318	8045113.75	256681.473	228.004	PISTA
82	8045733.87	255018.566	178.901	PISTA	319	8045093.5	256688.383	228.227	PISTA
83	8045740.21	255039.072	179.573	PISTA	320	8045093.66	256681.104	228.183	PISTA
84	8045733.02	255038.827	179.586	PISTA	321	8045073.35	256687.909	228.525	PISTA
85	8045739.41	255058.828	180.191	PISTA	322	8045073.4	256680.671	228.493	PISTA
86	8045732.16	255058.355	180.216	PISTA	323	8045053.05	256687.521	228.947	PISTA
87	8045738.56	255078.604	180.843	PISTA	324	8045053.58	256680.296	228.834	PISTA
88	8045731.33	255078.199	180.86	PISTA	325	8045032.9	256687.063	229.202	PISTA

89	8045737.75	255098.35	181.419	PISTA	326	8045032.82	256679.873	229.212	PISTA
90	8045730.49	255097.985	181.437	PISTA	327	8045012.78	256686.703	229.682	PISTA
91	8045736.9	255118.156	181.921	PISTA	328	8045013.01	256679.415	229.643	PISTA
92	8045729.64	255117.755	181.916	PISTA	329	8044992.51	256686.226	230.115	PISTA
93	8045736.04	255137.938	182.404	PISTA	330	8044992.74	256678.951	230.142	PISTA
94	8045728.81	255137.697	182.419	PISTA	331	8044952.27	256685.386	231.295	PISTA
95	8045735.19	255157.822	182.839	PISTA	332	8044952.57	256678.131	231.3	PISTA
96	8045727.92	255157.124	182.826	PISTA	333	8044932.32	256677.697	231.953	PISTA
97	8045734.36	255177.56	183.206	PISTA	334	8044932.12	256684.938	232.073	PISTA
98	8045727.1	255177.253	183.197	PISTA	335	8044912.1	256684.693	232.472	PISTA
99	8045733.53	255197.317	183.517	PISTA	336	8044912.4	256677.347	232.513	PISTA
100	8045726.26	255196.825	183.525	PISTA	337	8044891.82	256676.898	233.202	PISTA
101	8045732.69	255217.108	183.763	PISTA	338	8044881.98	256684.204	233.515	PISTA
102	8045725.38	255217.127	183.78	PISTA	339	8044871.04	256676.694	233.784	PISTA
103	8045731.87	255236.88	184.04	PISTA	340	8044871.52	256684.179	233.681	PISTA
104	8045724.55	255236.377	184.038	PISTA	341	8044851.35	256684.359	234.218	PISTA
105	8045731.04	255256.697	184.262	PISTA	342	8044850.89	256676.849	234.38	PISTA
106	8045723.71	255256.332	184.258	PISTA	343	8044830.89	256677.286	234.954	PISTA
107	8045723.75	255256.311	184.258	PISTA	344	8044831.15	256684.796	235.062	PISTA
108	8045730.18	255276.501	184.527	PISTA	345	8044810.85	256685.384	235.527	PISTA
109	8045722.8	255276.333	184.527	PISTA	346	8044810.16	256677.79	235.632	PISTA
110	8045722.87	255276.317	184.527	PISTA	347	8044790.72	256685.959	236.15	PISTA
111	8045729.36	255296.346	184.784	PISTA	348	8044790.21	256678.589	236.287	PISTA
112	8045722.04	255295.811	184.755	PISTA	349	8044770.67	256687.008	236.815	PISTA
113	8045728.49	255316.12	185.017	PISTA	350	8044770.16	256679.68	236.923	PISTA
114	8045721.21	255315.646	185.018	PISTA	351	8044761.66	256677.703	237.182	BM
115	8045727.68	255335.927	185.283	PISTA	352	8044750.1	256680.927	237.742	PISTA
116	8045720.33	255335.703	185.265	PISTA	353	8044750.57	256688.106	237.818	PISTA
117	8045726.85	255355.795	185.518	PISTA	354	8044750.03	256684.427	237.786	PISTA
118	8045719.5	255355.555	185.497	PISTA	355	8044736.6	256681.693	238.055	PISTA
119	8045731.98	255352.49	185.225	bm38+500	356	8044737	256689.079	238.134	PISTA
120	8045731.97	255352.489	185.224	bm38+500	357	8044716.25	256682.825	238.529	PISTA
121	8045726.04	255375.617	185.774	PISTA	358	8044716.87	256690.116	238.629	PISTA
122	8045718.69	255375.198	185.761	PISTA	359	8044696.64	256683.993	239.32	PISTA
123	8045725.16	255395.458	186.03	PISTA	360	8044696.85	256691.307	239.249	PISTA
124	8045717.87	255395.355	186.024	PISTA	361	8044676.87	256692.401	239.865	PISTA
125	8045724.34	255415.266	186.258	PISTA	362	8044676.43	256685.082	239.956	PISTA
126	8045717.05	255414.719	186.254	PISTA	363	8044656.84	256693.721	240.51	PISTA
127	8045723.46	255434.931	186.522	PISTA	364	8044656.6	256686.105	240.685	PISTA
128	8045723.48	255434.924	186.523	PISTA	365	8044636.69	256694.929	241.253	PISTA
129	8045718.22	255434.633	186.504	PISTA	366	8044636.15	256687.581	241.352	PISTA
130	8045722.66	255454.614	186.849	km38	367	8044616.67	256697.035	241.92	PISTA
131	8045715.38	255454.421	186.833	km38	368	8044616.05	256689.495	241.944	PISTA
132	8045726.78	255451.278	186.532	BM38	369	8044596.58	256699.216	242.596	PISTA
133	8045722.05	255468.714	187.09	PISTA	370	8044595.58	256691.739	242.728	PISTA
134	8045714.8	255468.334	187.063	PISTA	371	8044576.73	256701.966	243.297	PISTA
135	8045721.19	255488.89	187.538	PISTA	372	8044575.85	256694.531	243.367	PISTA
136	8045713.99	255488.626	187.516	PISTA	373	8044556.63	256705.206	243.952	PISTA
137	8045713.97	255488.629	187.516	PISTA	374	8044555.81	256697.812	244.321	PISTA
138	8045720.38	255509.048	188.021	PISTA	375	8044536.86	256708.906	244.628	PISTA
139	8045713.1	255508.605	188.03	PISTA	376	8044535.33	256701.612	244.727	PISTA
140	8045719.48	255529.242	188.639	PISTA	377	8044516.94	256712.466	245.298	PISTA
141	8045719.45	255529.247	188.623	PISTA	378	8044515.62	256705.383	245.322	PISTA
142	8045712.21	255528.978	188.599	PISTA	379	8044497.2	256716.235	245.895	PISTA
143	8045718.64	255549.313	189.271	PISTA	380	8044495.67	256709.22	245.914	PISTA
144	8045711.43	255549.118	189.242	PISTA	381	8044476.02	256720.323	246.521	PISTA
145	8045717.84	255569.331	189.958	PISTA	382	8044475.91	256712.804	246.959	PISTA
146	8045717.82	255569.334	189.96	PISTA	383	8044457.51	256723.717	247.499	PISTA
147	8045710.52	255569.244	189.994	PISTA	384	8044456.13	256716.594	247.353	PISTA
148	8045716.97	255589.406	190.747	PISTA	385	8044437.69	256727.603	247.934	PISTA
149	8045716.98	255589.385	190.749	PISTA	386	8044436.41	256720.403	247.996	PISTA
150	8045709.72	255589.078	190.749	PISTA	387	8044418.01	256731.182	248.575	PISTA
151	8045716.11	255609.366	191.523	PISTA	388	8044416.44	256724.004	248.774	PISTA
152	8045708.85	255608.955	191.5	PISTA	389	8044398.3	256734.828	249.35	PISTA
153	8045708.87	255608.967	191.501	PISTA	390	8044397.1	256727.777	249.39	PISTA

154	8045715.26	255629.452	192.32	PISTA	391	8044378.51	256738.587	249.996	PISTA
155	8045715.27	255629.447	192.32	PISTA	392	8044378.56	256731.103	250.048	PISTA
156	8045708.04	255629.241	192.318	PISTA	393	8044358.92	256742.4	250.805	PISTA
157	8045714.41	255649.531	193.077	PISTA	394	8044357.58	256735.065	250.871	PISTA
158	8045707.18	255649.249	193.09	PISTA	395	8044339.07	256745.914	251.561	PISTA
159	8045713.58	255669.589	193.874	PISTA	396	8044337.79	256738.933	251.52	PISTA
160	8045706.41	255668.362	193.824	PISTA	397	8044319.42	256749.818	252.111	PISTA
161	8045712.71	255689.608	194.677	PISTA	398	8044318.18	256742.688	252.186	PISTA
162	8045705.53	255689.173	194.638	PISTA	399	8044309.76	256741.075	252.243	BM
163	8045711.88	255709.64	195.435	PISTA	400	8044309.75	256741.078	252.244	BM
164	8045704.65	255709.473	195.45	PISTA	401	8044299.74	256753.496	252.861	PISTA
165	8045711.03	255729.81	196.222	PISTA	402	8044295.41	256746.906	253.167	PISTA
166	8045703.8	255729.341	196.198	PISTA	403	8044295.4	256746.908	253.167	PISTA
167	8045703.82	255729.321	196.206	PISTA	404	8044279.98	256757.279	253.681	PISTA
168	8045710.2	255749.863	197.038	PISTA	405	8044278.66	256750.079	253.663	PISTA
169	8045703.01	255749.417	197.001	PISTA	406	8044309.79	256741.119	252.786	PISTA
170	8045709.37	255769.938	197.837	PISTA	407	8044258.9	256753.708	254.384	PISTA
171	8045702.12	255769.746	197.811	PISTA	408	8044240.53	256764.536	255.106	PISTA
172	8045715.53	255781.811	198.303	BM A	409	8044239.37	256757.246	255.06	PISTA
173	8045708.55	255789.988	198.646	PISTA	410	8044220.9	256768.192	255.785	PISTA
174	8045701.29	255789.642	198.578	PISTA	411	8044222.93	256760.427	255.737	PISTA
175	8045707.68	255810.05	199.39	PISTA	412	8044201.28	256772.156	256.611	PISTA
176	8045700.41	255809.716	199.351	PISTA	413	8044200.04	256764.937	256.604	PISTA
177	8045706.84	255830.103	200.18	PISTA	414	8044181.98	256775.829	257.278	PISTA
178	8045699.61	255829.895	200.142	PISTA	415	8044180.18	256768.661	257.252	PISTA
179	8045705.97	255850.106	200.97	PISTA	416	8044161.77	256779.559	258.091	PISTA
180	8045698.75	255849.974	200.959	PISTA	417	8044160.69	256772.595	258.088	PISTA
181	8045705.13	255870.174	201.769	PISTA	418	8044142.2	256783.44	258.939	PISTA
182	8045697.95	255869.366	201.724	PISTA	419	8044140.9	256776.305	258.899	PISTA
183	8045704.28	255890.239	202.552	PISTA	420	8044122.43	256787.055	259.737	PISTA
184	8045697.07	255889.873	202.511	PISTA	421	8044123.89	256779.315	259.616	PISTA
185	8045703.44	255910.284	203.338	PISTA	422	8044102.65	256790.575	260.421	PISTA
186	8045696.23	255909.915	203.302	PISTA	423	8044101.28	256783.595	260.491	PISTA
187	8045702.49	255933.685	204.171	PISTA	424	8044082.93	256794.407	261.108	PISTA
188	8045695.36	255929.94	204.079	PISTA	425	8044081.51	256787.201	261.303	PISTA
189	8045704.46	255941.85	204.427	BM A	426	8044063.32	256798.003	262.127	PISTA
190	8045701.77	255950.677	204.787	PISTA	427	8044063.98	256790.516	262.214	PISTA
191	8045694.5	255950.442	204.781	PISTA	428	8044042.32	256794.683	262.86	PISTA
192	8045700.89	255970.795	205.48	PISTA	429	8044043.64	256801.951	262.899	PISTA
193	8045693.66	255970.393	205.459	PISTA	430	8044051.68	256789.509	262.545	BM
194	8045704.5	255941.84	204.423	BM	431	8044051.68	256789.508	262.545	BM
195	8045704.48	255941.841	204.423	BM	432	8044051.69	256789.507	262.545	BM
196	8045704.48	255941.845	204.423	BM	433	8044051.7	256789.502	262.895	BM
197	8045700.14	255990.839	206.087	PISTA	434	8044051.7	256789.501	262.895	BM
198	8045692.95	255990.449	206.06	PISTA	435	8044051.7	256789.502	262.895	BM
200	8045764.39	254333.201	166.572	UCV001	436	8044022.3	256798.427	263.457	PISTA
201	8045700.85	255753.523	197.822	BM AUX 1	437	8044023.81	256805.67	263.49	PISTA
202	8045704.24	255941.87	204.426	BM AUX 2	438	8044002.5	256801.982	264.336	PISTA
203	8045652.12	256466.685	218.023	BM AUX 3	439	8044004	256809.418	264.371	PISTA
204	8045698.6	256179.098	210.876	BM AUX 4	440	8043983.23	256805.636	265.211	PISTA
205	8045699.02	256011.003	206.577	PISTA	441	8044051.28	256788.274	262.904	PISTA
206	8045691.76	256011.096	206.576	PISTA	442	8043962.98	256809.527	265.874	PISTA
207	8045698.14	256030.974	207.043	PISTA	443	8043964.47	256816.693	265.905	PISTA
208	8045690.91	256030.552	207.069	PISTA	444	8043944.91	256820.56	266.668	PISTA
209	8045697.31	256051.057	207.561	PISTA	445	8043943.43	256813.429	266.857	PISTA
210	8045690.07	256050.819	207.569	PISTA	446	8043925.14	256824.416	267.492	PISTA
211	8045696.43	256071.16	208.048	PISTA	447	8043923.84	256817.296	267.903	PISTA
212	8045689.21	256070.873	208.078	PISTA	448	8043923.83	256817.23	267.661	PISTA
213	8045695.61	256091.231	208.579	PISTA	449	8043910.72	256812.382	268.337	UCV002
214	8045688.33	256090.949	208.568	PISTA	450	8043903.78	256820.986	268.631	PISTA
215	8045694.75	256111.459	209.067	PISTA	451	8043905.45	256828.322	268.473	PISTA
216	8045687.53	256110.928	209.065	PISTA	452	8043884.08	256825.318	269.412	PISTA
217	8045693.89	256131.54	209.601	PISTA	453	8043886.02	256832.892	268.835	PISTA
218	8045686.64	256131.021	209.567	PISTA	454	8043866.87	256830.096	270.102	PISTA
219	8045693.03	256151.752	210.082	PISTA	455	8043866.55	256838.159	269.534	PISTA

220	8045685.86	256151.072	210.065	PISTA	456	8043847.4	256844.525	270.438	PISTA
221	8045692.21	256172.037	210.593	PISTA	457	8043844.56	256837.221	271.157	PISTA
222	8045684.98	256171.215	210.581	PISTA	458	8043828.72	256851.692	271.77	PISTA
223	8045691.31	256192.107	211.117	PISTA	459	8043825.2	256845.084	271.804	PISTA
224	8045684.17	256191.702	211.111	PISTA	460	8043810.25	256859.422	272.389	PISTA
225	8045690.48	256212.224	211.616	PISTA	461	8043807.68	256852.442	272.403	PISTA
226	8045683.28	256211.831	211.603	PISTA	462	8043788.93	256861.095	273.04	PISTA
227	8045689.58	256232.25	212.14	PISTA	463	8043769.8	256869.561	274.14	PISTA
228	8045682.42	256231.758	212.157	PISTA	464	8043755.13	256876.081	274.639	PISTA
229	8045688.74	256252.263	212.673	PISTA	465	8043791.91	256867.778	273.017	PISTA
230	8045681.56	256251.35	212.668	PISTA	466	8043773.56	256875.916	273.979	PISTA
231	8045687.86	256272.324	213.22	PISTA	467	8043758.19	256883	274.508	PISTA
232	8045680.67	256271.484	213.084	PISTA	468	8043769.79	256867.489	273.824	BM
233	8045686.81	256292.4	213.794	PISTA	469	8043769.8	256867.486	273.823	BM
234	8045679.53	256291.232	213.564	PISTA	470	8043769.82	256867.48	273.823	BM
235	8045685.39	256312.447	214.312	PISTA	471	8043769.84	256867.472	273.822	BM
236	8045677.95	256311.543	214.002	PISTA	472	8043842.27	256836.225	271.221	BM
237	8045683.39	256332.392	214.837	PISTA	473	8043842.26	256836.227	271.222	BM35
238	8045675.96	256331.435	214.473	PISTA	474	8043842.27	256836.226	271.222	BM35
239	8045675.96	256331.287	214.469	PISTA	475	8043842.27	256836.224	271.221	BM35

Fuente: Elaboración propia

El archivo debe ser trasladado a una computadora con el software AutoCAD Civil 3D, donde se deberán hacer previamente ajuste de los “Sistemas de Coordenadas Disponible” en el cual escogeremos el “UTM84-19S” correspondiente a la zona donde se encuentra la ciudad de Ilo.

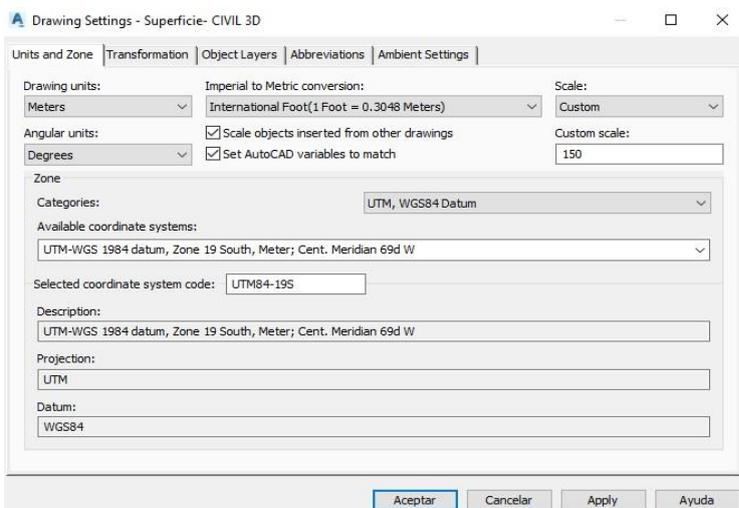


Figura 33: Configuración de sistema de coordenadas UTM84-19S.

Seguidamente seguiremos la ruta: Home > Points > Create Points > Import Point, en la ventana emergente se abrirá el archivo en formato “.csv” y se escogerá el formato específico de puntos “PNEZD”, seguidamente de preferencia se agregarán los puntos importados a un grupo de puntos en específico como por ejemplo “1° levantamiento”. Seguidamente se da por finalizado el proceso.

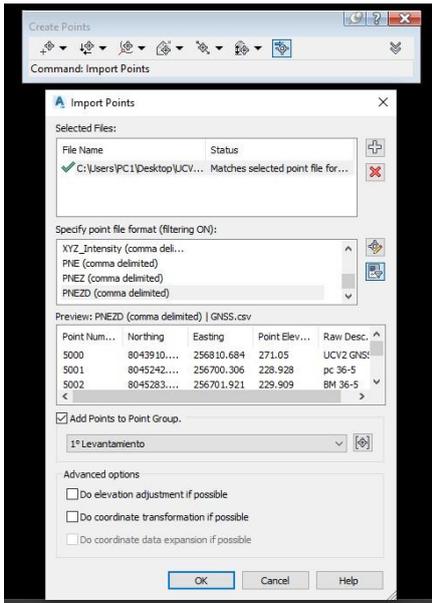


Figura 34: Ventana de importación de puntos en AutoCAD Civil 3D

Tras insertar todos los puntos deseados, ya es posible generar una superficie y el alineamiento del eje de carretera y recopilar datos en base a ello.

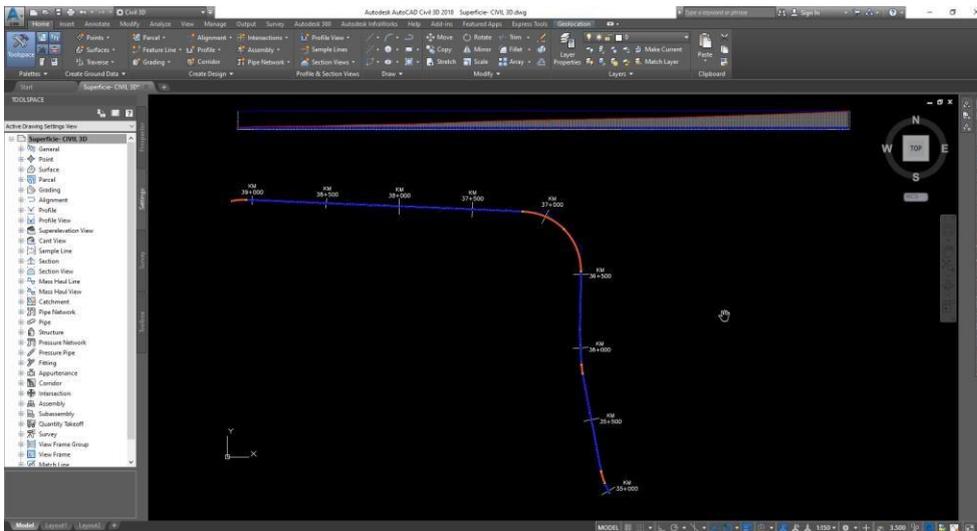


Figura 35: Alineamiento y perfil longitudinal generado en base a la nube de puntos importados en AutoCAD Civil 3D.

Procesamiento de datos generados por Nivelación Geométrica Compuesta.

Tras la etapa de levantamiento altimétrico con Nivel de Ingeniero mediante el uso de la **Nivelación Geométrica Compuesta**, se transcribió y ordeno la información recolectada en la libreta topográfica, y se tradujeron las lecturas en cotas mediante.

La información presentada a continuación corresponde a las cotas de las progresivas correspondientes entre el KM 39+120 al KM 35+000, cuyas elevaciones fueron obtenidas a partir del punto geodésico de orden C "UCV001". El formato usado corresponde a la ficha técnica de indicador "Cotas Verticales mediante Nivelación Geométrica Compuesta" presente en la sección de anexos de este documento.

TABLA10. Datos de libreta topográfica.

EST.	PUNTO	LECTURA ATRÁS	LECTURA ADELANTE	LECTURA LADO IZQUIERDO	LECTURA CENTRAL	LECTURA LADO DERECHO	COTA DE INSTRUMENTO	COTA	COTA IZQ.	COTA CENT.	COTA DER.
E1	UCV001	2.427					168.999	166.572			
	39+120			2.469		2.593			166.53		166.406
	39+100			2.182		2.249			166.817		166.75
	39+080			1.91		1.84			167.089		167.159
	39+060			1.606		1.548			167.393		167.451
	39+040			1.214		1.268			167.785		167.731
	39+020			0.87		0.97			168.129		168.029
	39+000			0.531		0.56			168.468		168.439
	BN										
E2	(38+980)	2.619	0.025				171.593	168.974			
	38+980			2.609		2.619			168.984		168.974
	38+960			2.189		2.169			169.404		169.424
	38+940			1.769		1.751			169.824		169.842
	38+920			1.325		1.31			170.268		170.283
	38+900			0.915		0.907			170.678		170.686
	38+880			0.52		0.526			171.073		171.067
	38+860			0.159		0.125			171.434		171.468
	BN										
E3	(38+860)	1.993	0.125				173.461	171.468			
	38+840			1.691		1.685			171.77		171.776
	38+820			1.422		1.422			172.039		172.039
	38+800			1.219		1.208			172.242		172.253
	38+780			1.009		1.013			172.452		172.448
	38+760			0.869		0.862			172.592		172.599
	38+740			0.788		0.76			172.673		172.701
	BN										
E4	(38+740)	1.585	0.76				174.286	172.701			
	38+720			1.488		1.488			172.798		172.798
	38+700			1.409		1.381			172.877		172.905
	38+680			1.298		1.305			172.988		172.981
	38+660			1.215		1.203			173.071		173.083
	38+640			1.104		1.071			173.182		173.215
	38+620			0.885		0.854			173.401		173.432
	BN										
E5	(38+620)	2.833	0.854				176.265	173.432			

	38+600			2.51		2.49			173.755	173.775
	38+580			2		1.985			174.265	174.28
	38+560			1.375		1.364			174.89	174.901
	38+540			0.741		0.703			175.524	175.562
	38+520			0.04		0.04			176.225	176.225
	BN									
E6	(38+520)	3.189	0.04					179.414	176.225	
	BM1		1.413						178.001	
	38+500			2.512		2.514			176.902	176.9
	38+480			1.865		1.865			177.549	177.549
	38+460			1.179		1.189			178.235	178.225
	38+440			0.553		0.509			178.861	178.905
	BN									
E6	(38+440)	3.142	0.509					182.047	178.905	
	38+420			2.507		2.492			179.54	179.555
	38+400			1.889	1.82	1.869			180.158	180.178
	38+380			1.232		1.223			180.815	180.824
	38+360			0.664		0.642			181.383	181.405
	38+340			0.156		0.159			181.891	181.888
	BN									
E7	(38+340)	2.658	0.159					184.546	181.888	
	38+320			2.182		2.169			182.364	182.377
	38+300			1.748	1.688	1.749			182.798	182.797
	38+280			1.374		1.383			183.172	183.163
	38+260			1.067		1.051			183.479	183.495
	38+240			0.813		0.801			183.733	183.745
	38+220			0.541		0.545			184.005	184.001
	BN									
E8	(38+220)	2.128	0.545					186.129	184.001	
	38+200			1.902	1.848	1.9			184.227	184.229
	38+180			1.633		1.636			184.496	184.493
	38+160			1.377		1.406			184.752	184.723
	38+140			1.149		1.135			184.98	184.994
	38+120			0.875		0.897			185.254	185.232
	38+100			0.64	0.596	0.66			185.489	185.469
	BN									
E9	(38+100)	1.901	0.66					187.37	185.469	
	BM2		2.183						185.187	
	38+080			1.631		1.64			185.739	185.73
	38+060			1.377		1.38			185.993	185.99
	38+040			1.136		1.137			186.234	186.233
	38+020			0.889		0.889			186.481	186.481
	38+000			0.55	0.519	0.568			186.82	186.802
	37+980			0.31		0.319			187.06	187.051
	BN									
E10	(37+980)	2.922	0.319					189.973	187.051	
	37+960			2.465		2.47			187.508	187.503
	37+940			1.973		1.958			188	188.015
	37+920			1.378		1.399			188.595	188.574

	37+900			0.728	0.701	0.763		189.245	189.21
	37+880			0.03		0.008		189.943	189.965
E11	BN (37+880)	3.7	0.008				193.665	189.965	
	37+860			2.937		2.937		190.728	190.728
	37+840			2.17		2.178		191.495	191.487
	37+820			1.368		1.37		192.297	192.295
	37+800			0.607	0.541	0.59		193.058	193.075
E12	BN (37+800)	3.601	0.59				196.676	193.075	
	37+780			2.835		2.836		193.841	193.84
	37+760			2.018		2.061		194.658	194.615
	37+740			1.254		1.245		195.422	195.431
	37+720			0.465		0.471		196.211	196.205
E13	BN (37+720)	3.859	0.471				200.064	196.205	
	37+700			3.062	3.002	3.079		197.002	196.985
	37+680			2.259		2.27		197.805	197.794
	37+660			1.488		1.498		198.576	198.566
	37+640			0.7		0.731		199.364	199.333
E14	BN (37+640)	3.871	0.731				203.204	199.333	
	37+620			3.052		3.065		200.152	200.139
	37+600			2.275	2.22	2.279		200.929	200.925
	37+580			1.485		1.494		201.719	201.71
	37+560			0.677		0.687		202.527	202.517
E14	BN (37+560)	3.565	0.687				206.082	202.517	
	37+540			2.779		2.788		203.303	203.294
	37+520			2.021		2.016		204.061	204.066
	BM3		1.673					204.409	
	37+500			1.293	1.244	1.271		204.789	204.811
	37+480			0.612		0.627		205.47	205.455
	37+460			0.021		0.028		206.061	206.054
E15	BN (37+460)	3.032	0.028				209.086	206.054	
	37+440			2.482		2.499		206.604	206.587
	37+420			2		1.994		207.086	207.092
	37+400			1.483	1.437	1.474		207.603	207.612
	BM4		1.743					207.343	
	37+380			0.999		0.969		208.087	208.117
	37+360			0.47		0.47		208.616	208.616
E16	BN (37+340)	2.887	0.003				211.97	209.083	
	37+340			2.865		2.887		209.105	209.083
	37+320			2.358		2.362		209.612	209.608
	37+300			1.845	1.8	1.869		210.125	210.101
	37+280			1.34		1.352		210.63	210.618
	37+260			0.818		0.822		211.152	211.148
	37+240			0.315		0.329		211.655	211.641

E17	BN (37+240)	2.352	0.26				214.062	211.71	
	37+220			1.891		1.929			212.171
	37+200			1.359	1.359	1.426			212.703
	37+180			0.822		0.933			213.24
	37+160			0.265		0.44			213.797
E18	BN (37+160)	3.089	0.44				216.711	213.622	
	37+140			2.384		2.663			214.327
	37+120			1.859		2.202			214.852
	37+100			1.404	1.628	1.817			215.307
	37+080			1.009		1.464			215.702
	37+060			0.708		1.164			216.003
	37+040			0.404		0.9			216.307
E19	BN (37+040)	2.615	0.9				218.426	215.811	
	37+020			1.835		2.301			216.591
	37+000			1.557	1.788	2.022			216.869
	36+980			1.394		1.842			217.032
	BM5		0.335						218.091
	36+960			1.148		1.586			217.278
	36+940			0.887		1.329			217.539
	36+920			0.599		1.061			217.827
E20	BN (36+920)	2.641	1.061				220.006	217.365	
	36+900			1.912	2.165	2.385			218.094
	36+880			1.668		2.1			218.338
	BM6		0.956						219.05
	36+860			1.392		1.856			218.614
	36+840			1.112		1.599			218.894
	36+820			0.84		1.331			219.166
	36+800			0.555	0.817	1.03			219.451
E21	BN (36+800)	2.888	0.555				222.339	219.451	
	36+780			2.537		3.025			219.802
	36+760			2.095		2.57			220.244
	36+740			1.576		2.061			220.763
	36+720			0.985		1.445			221.354
	36+700			0.391	0.649	0.868			221.948
E22	BN (36+700)	2.485	0.391				224.433	221.948	
	36+680			2.883		3.342			221.55
	36+660			2.28		2.741			222.153
	36+640			1.686		2.143			222.747
	36+620			1.074		1.54			223.359
	36+600			0.488		0.95			223.945
E22	BN (36+600)	3.117	0.488				227.062	223.945	
	36+580			2.521		2.947			224.541
	36+560			1.954		2.348			225.108

	36+540			1.522		1.825		225.54	225.237
	36+520			1.209		1.392		225.853	225.67
	36+500			0.989	1.058	1.116		226.073	225.946
E23	BN (36+500)	2.67	0.989				228.743	226.073	
	BM7		0.883					227.86	
E24	BN (36+500)	2.033	0.989				228.106	226.073	
	36+480			1.911		1.977		226.195	226.129
	36+460			1.809		1.864		226.297	226.242
	36+440			1.684		1.696		226.422	226.41
	36+420			1.549		1.527		226.557	226.579
	36+400			1.408	1.35	1.408		226.698	226.698
E25	BN (36+400)	1.782	1.408				228.48	226.698	
	36+380			1.616		1.607		226.864	226.873
	36+360			1.448		1.443		227.032	227.037
	36+340			1.241		1.213		227.239	227.267
	36+320			0.956		0.93		227.524	227.55
	36+300			0.605	0.543	0.594		227.875	227.886
E26	BN (36+300)	2.519	0.605				230.394	227.875	
	36+280			2.152		2.143		228.242	228.251
	36+260			1.719		1.701		228.675	228.693
	36+240			1.211		1.181		229.183	229.213
	36+220			0.63		0.63		229.764	229.764
E27	BN (36+200)	3.008	0.046				233.356	230.348	
	36+200			3.008	2.937	2.968		230.348	230.388
	36+180			2.41		2.328		230.946	231.028
	36+160			1.831		1.724		231.525	231.632
	36+140			1.236		1.169		232.12	232.187
	36+120			0.647		0.506		232.709	232.85
E28	BN (36+100)	3.394	0.061				236.689	233.295	
	36+100			3.394	3.338	3.233		233.295	233.456
	36+080			2.783		2.654		233.906	234.035
	36+060			2.111		1.99		234.578	234.699
	36+040			1.461		1.291		235.228	235.398
	36+020			0.805		0.664		235.884	236.025
	36+000			0.142	0.061	0.049		236.547	236.64
E29	BN (36+000)	2.95	0.142				239.497	236.547	
	BM8		3.274					236.223	
	35+980			2.492		2.46		237.005	237.037
	35+960			1.878		1.822		237.619	237.675
	35+940			1.227		1.152		238.27	238.345
	35+920			0.554		0.473		238.943	239.024
E30	BN (35+920)	3.605	0.049				243.053	239.448	
	35+900			3.449	3.47	3.339		239.604	239.714

	35+880			2.796		2.64		240.257	240.413
	35+860			2.111		1.943		240.942	241.11
	35+840			1.418		1.269		241.635	241.784
	35+820			0.73		0.57		242.323	242.483
E31	(35+800)	3.3	0.044				246.309	243.009	
	35+800			3.3	3.22	3.282		243.009	243.027
	35+780			2.642		2.556		243.667	243.753
	35+760			1.988		1.988		244.321	244.321
	35+740			1.353		1.305		244.956	245.004
	35+720			0.663		0.635		245.646	245.674
E32	(35+720)	2.97	0.076				249.203	246.233	
	35+700			2.871	2.795	2.849		246.332	246.354
	35+680			2.158		2.122		247.045	247.081
	35+660			1.433		1.414		247.77	247.789
	35+640			0.753		0.705		248.45	248.498
E33	(35+620)	3.598	0.011				252.79	249.192	
	35+620			3.598		3.575		249.192	249.215
	35+600			2.91	2.83	2.86		249.88	249.93
	35+580			2.182		2.163		250.608	250.627
	35+560			1.475		1.464		251.315	251.326
	35+540			0.79		0.742		252	252.048
	35+520			0.04		0.03		252.75	252.76
E34	(35+520)	3.605	0.04				256.355	252.75	
	35+500			2.915	2.86	2.904		253.44	253.451
	35+480			2.1		2.182		254.255	254.173
	35+460			1.484		1.428		254.871	254.927
	35+440			0.719		0.718		255.636	255.637
E35	(35+420)	4.198	0.069				260.484	256.286	
	35+420			4.087		4.087		256.397	256.397
	35+400			3.295	3.213	3.29		257.189	257.194
	35+380			2.511		2.499		257.973	257.985
	35+360			1.702		1.698		258.782	258.786
	35+340			0.969		0.91		259.515	259.574
	35+320			0.143		0.13		260.341	260.354
E36	(35+320)	4.149	0.143				264.49	260.341	
	35+300			3.35	3.284	3.341		261.14	261.149
	BM9		2.432					262.058	
	35+280			2.6		2.589		261.89	261.901
	35+260			1.794		1.782		262.696	262.708
	35+240			0.997		0.98		263.493	263.51
	35+220			0.214		0.21		264.276	264.28
E37	(35+220)	3.8	0.214				268.076	264.276	
	35+200			3.018	2.939	2.996		265.058	265.08

35+180		2.258	2.183	265.818	265.893
35+160		1.48	1.355	266.596	266.721
UCV002	0.4			267.676	

Fuente: Elaboración propia

Procesamiento de datos Referenciales obtenidos del GNSS Diferencial.

Para poder realizar una contrastación de la información recolectada con los equipos convencionales y el dron, se tomará de referencia la DATA recolectada por el equipo GNSS Diferencial, recopilando datos que se midieron los equipos previamente mencionados. A continuación, se presentarán las coordenadas de los puntos relevante obtenidas tras la medición con GNSS diferencial:

TABLA 11. Datos de Estación Total.

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1000	8043806.49	256848.579	272.199	P. apoyo 1
1001	8043769.77	256867.227	274.622	BM 35
1002	8043770.55	256869.341	273.917	pista
1003	8043772.15	256872.594	273.938	pista
1004	8043773.64	256875.87	273.893	pista
1005	8043910.75	256812.354	268.577	UCV002
1006	8044051.71	256789.442	262.957	BM 35.5
1007	8044062.05	256791.041	262.024	pista
1008	8044062.73	256794.575	262.093	pista
1009	8044063.42	256798.13	262.034	pista
1010	8044237.99	256751.953	254.939	P. apoyo 2
1011	8044258.84	256753.989	254.407	pista
1012	8044260.44	256761.116	254.362	pista
1013	8044259.64	256757.52	254.407	pista
1014	8044309.88	256741.31	252.294	bm
1015	8044760.49	256676.059	237.22	P. apoyo 3
1016	8044761.85	256678.002	237.411	BM 36.5
1017	8044750.18	256681.156	237.824	pista
1018	8044750.37	256684.746	237.817	pista
1019	8044750.54	256688.405	237.719	pista
1020	8045283.51	256703.599	229.122	BM 36.5
1021	8045242.88	256701.97	228.122	P. apoyo 4
1022	8045254.45	256691.405	227.305	pista
1023	8045254.72	256687.79	227.247	pista
1024	8045254.79	256684.174	227.184	pista
1025	8045657.49	256454.363	217.177	P. apoyo 5
1026	8045652.01	256466.653	218.366	BM 37

1027	8045652.21	256448.604	217.141	pista
1028	8045648.88	256447.163	216.909	pista
1029	8045645.22	256445.404	216.643	pista
1030	8045696.15	256238.29	212.587	P. apoyo 6
1031	8045704.28	255941.888	204.628	BM 37.5
1032	8045684.74	255981.237	204.412	P. apoyo 7
1033	8045694.36	255950.455	205.003	pista
1034	8045698	255950.664	205.034	pista
1035	8045701.59	255950.712	204.982	pista
1036	8045728.4	255476.526	187.371	P.apoyo 8
1037	8045726.73	255451.323	186.637	BM 38
1038	8045722.6	255454.653	186.948	pista
1039	8045718.98	255454.714	186.989	pista
1040	8045715.34	255454.585	186.929	pista
1041	8045733.17	255306.276	184.835	P.apoyo 9
1042	8045751.61	254907.316	175.106	P.apoyo 10
1043	8045735.83	254902.268	174.922	BM 38.5
1044	8045743.6	254959.958	176.973	pista
1045	8045739.97	254959.635	176.999	pista
1046	8045736.35	254959.499	176.963	pista
1047	8045771.04	254456.377	168.26	P.apoyo 11
1048	8045764.9	254456.996	168.477	pista
1049	8045761.33	254456.777	168.52	pista
1050	8045757.66	254456.64	168.452	pista
1051	8045764.39	254333.201	166.572	UCV0001
1052	8045771.79	254316.297	166.062	P.apoyo 12
1053	8045758.92	254319.156	166.246	pista
1054	8045755	254320.228	166.181	pista
1055	8045750.92	254321.095	166.075	pista

Fuente: Elaboración propia

5° ETAPA: Análisis de información.

Para poder llevar a cabo el análisis y comparación que posteriormente se usaran en los resultados finales, se extrajo la información necesaria para cada indicador de la información generada en la etapa de “Procesamiento de datos”.

Para el Indicador 1:

TABLA 12. Datos Para indicador 1.

BM	Ubicación	Elevación Dron	Elevación GNSS
		(msnm)	(msnm)
UCV-001	Km 39+000	166.446	166.572
BM 38-5	Km 38+500	174.949	174.922
BM 38-0	Km 38+000	186.666	186.637
BM 37-5	Km 37+500	204.335	204.628
BM 37-0	Km 37+000	218.152	218.366
BM 36-5	Km 36+500	228.816	229.122
BM 36-0	Km 36+000	237.390	237.411
BM 35-5	Km 35+500	262.787	262.957
UCV-002	Km 35+000	268.435	268.580

Fuente: Elaboración propia

Para el Indicador 2:

TABLA 13. Datos Para indicador 2.

BM	Ubicación	Elevación Estación Total	Elevación GNSS
		(msnm)	(msnm)
UCV-001	Km 39+000	166.572	166.572
BM 38-5	Km 38+500	174.879	174.922
BM 38-0	Km 38+000	186.532	186.637
BM 37-5	Km 37+500	204.426	204.628
BM 37-0	Km 37+000	218.044	218.366
BM 36-5	Km 36+500	228.818	229.122
BM 36-0	Km 36+000	237.182	237.411
BM 35-5	Km 35+500	262.895	262.957
UCV-002	Km 35+000	268.337	268.58

Fuente: Elaboración propia

Para el Indicador 3:

TABLA 14. Datos Para indicador 3.

BM	Ubicación	Elevación Nivel (msnm)	Elevación GNSS (msnm)
UCV-001	Km 39+000	166.572	166.572
BM 38-5	Km 38+500	174.852	174.922
BM 38-0	Km 38+000	186.504	186.637
BM 37-5	Km 37+500	204.409	204.628
BM 37-0	Km 37+000	218.091	218.366
BM 36-5	Km 36+500	228.86	229.122
BM 36-0	Km 36+000	237.223	237.411
BM 35-5	Km 35+500	263.058	262.957
UCV-002	Km 35+000	268.676	268.58

Fuente: Elaboración propia

Para el Indicador 4:

TABLA 15. Datos Para indicador 4.

BM	Ubicación	Dron		GNSS	
		Norte (m)	Este (m)	Norte (m)	Este (m)
UCV-001	Km 39+000	8045764.371	254333.194	8045764.385	254333.201
BM 38-5	Km 38+500	8045735.841	254902.201	8045735.830	254902.268
BM 38-0	Km 38+000	8045726.759	255451.320	8045726.728	255451.323
BM 37-5	Km 37+500	8045704.294	255941.842	8045704.276	255941.888
BM 37-0	Km 37+000	8045652.040	256466.608	8045652.013	256466.653
BM 36-5	Km 36+500	8045283.510	256703.608	8045283.510	256703.599
BM 36-0	Km 36+000	8044761.865	256678.010	8044761.848	256678.002
BM 35-5	Km 35+500	8044051.698	256789.450	8044051.706	256789.442
UCV-002	Km 35+000	8043910.669	256812.366	8043910.751	256812.337

Fuente: Elaboración propia

Para el Indicador 5:

TABLA 16. Datos Para indicador 5.

BM	Ubicación	Estación Total		GNSS	
		Norte (m)	Este (m)	Norte (m)	Este (m)
UCV-001	Km 39+000	8045764.385	254333.201	8045764.385	254333.201
BM 38-5	Km 38+500	8045735.821	254902.289	8045735.83	254902.268
BM 38-0	Km 38+000	8045726.784	255451.278	8045726.728	255451.323
BM 37-5	Km 37+500	8045704.236	255941.8697	8045704.276	255941.888
BM 37-0	Km 37+000	8045651.958	256466.6602	8045652.013	256466.653
BM 36-5	Km 36+500	8045283.283	256703.4312	8045283.51	256703.599
BM 36-0	Km 36+000	8044761.659	256677.7027	8044761.848	256678.002
BM 35-5	Km 35+500	8044051.701	256789.5016	8044051.706	256789.442
UCV-002	Km 35+000	8043910.717	256812.3821	8043910.751	256812.337

Fuente: Elaboración propia

Para el Indicador 6:

TABLA 17. Datos Para indicador 6.

Prog.	Estación Total (m)		Dron (m)		GNSS (m)	
	Norte	Este	Norte	Norte	Norte	Este
39+000	8045761.408	254456.744	8045761.342	254456.983	8045761.333	8045761.333
38+500	8045740.017	254959.700	8045739.918	254959.846	8045739.974	8045739.974
38+000	8045719.026	255454.714	8045718.996	255454.404	8045718.980	8045718.980
37+500	8045698.176	255950.586	8045697.993	255950.460	8045697.996	8045697.996
37+000	8045648.935	256446.165	8045648.712	256447.139	8045648.884	8045648.884
36+500	8045254.226	256687.631	8045254.299	256687.794	8045254.720	8045254.720
36+000	8044750.032	256684.427	8044750.243	256684.760	8044750.374	8044750.374
35+500	8044259.942	256757.329	8044259.662	256757.616	8044259.635	8044259.635
35+000	8043772.084	256872.620	8043772.176	256872.699	8043772.148	8043772.148

Fuente: Elaboración propia

Para el Indicador 7:

TABLA 18. Datos Para indicador 7.

Progresivas	Estación Total (msnm)	Dron (msnm)	GNSS (msnm)
39+000	168.483	168.534	168.520
38+500	176.949	176.958	176.999
38+000	186.894	187.039	186.989
37+500	204.855	204.785	205.034
37+000	216.599	216.652	216.909
36+500	226.981	227.287	227.247
36+000	237.786	237.820	237.817
35+500	254.395	254.336	254.407
35+000	274.095	273.896	273.938

Fuente: Elaboración propia

Para el Indicador 8:

TABLA 19. Datos Para indicador 8.

Comparativa de volúmenes preliminares						
Nombre	Favor de corte	Factor de relleno	Área	Corte (m3)	Relleno (m3)	Volumen neto (m3)
Vol. Comparativos (Estación Total - GNSS) Vol. Comparativos (Dron - GNSS)	1.000	1.000	29860.81	454.79	3437.90	2983.11
	1.000	1.000	30156.79	1818.77	5671.21	3852.45

Fuente: Reporte preliminar AutoCAD Civil 3D.

6° ETAPA: Revisión integral final.

Con la parte de la redacción del documento concluida se procedió a llevar a cabo una revisión y corrección de esta, verificando que se cumplan los estándares estipulados por la Universidad Cesar Vallejo en la Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y Tesis para la obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales. Se tendrán en cuenta las observaciones que los asesores responsables puedan detectar y finalmente se determinará el grado de originalidad mediante la herramienta Turnitin, cuyo resultado no será mayor al 25% de similitud de contenido.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis y evaluación de la información procesada, se usarán softwares como AutoCAD, AutoCAD CIVIL 3D, AGISOFT, RECAP y Microsoft Excel. Además, se implantarán diagramas, cuadros de comparación y tablas de datos.

3.7. Aspectos éticos

Según De León (2015, p.01), “El comportamiento ético es la norma, que uno mantiene para sí mismos, de los atributos de responsabilidad, honestidad y cómo se trata a los demás en todos los aspectos de su vida”.

Los colegas encargados de la presente investigación se comprometen a lograr resultados obtenidos de forma verídica, a seguir los esquemas del desarrollo de tesis brindados por la Universidad Cesar Vallejo, a respetar la propiedad intelectual de otros investigadores, a llevar acabo de forma dedicada y correcta los procedimientos de acuerdo al cronograma establecido, y culminar la investigación de forma satisfactoria. Por ende, se tendrá en cuenta bibliografía como el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), trabajos de investigación, revistas y libros para garantizar que la información y antecedentes presente en este documento sean confiables.

IV. RESULTADOS

4.1. INDICADOR 1: Precisión altimétrica de coordenadas verticales por MDT.

Después de recolectar y clasificar la información de las bases de datos obtenidas a partir del proceso de levantamiento topográfico alternativo o indirecto mediante fotogrametría con el equipo “Dron” y levantamiento RTK con el instrumento “GNSS Diferencial”, se obtuvo la siguiente tabla donde se comparan las elevaciones conseguidas con estos dos sistemas en los puntos de control designados a una distancia aproximada de 500 metros entre estas.

TABLA 20. Comparativa de elevaciones Dron - GNSS.

BM	Ubicación	Elevación Dron (m)	Comparación	Elevación GNSS (m)
UCV-001	39+000	166.446	<	166.572
BM 38-5	38+500	174.949	>	174.922
BM 38-0	38+000	186.666	>	186.637
BM 37-5	37+500	204.335	<	204.628
BM 37-0	37+000	218.152	<	218.366
BM 36-5	36+500	228.816	<	229.122
BM 36-0	36+000	237.390	<	237.411
BM 35-5	35+500	262.787	<	262.957
UCV-002	35+000	268.435	<	268.577

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestra el resultado de la diferencia de las cotas obtenidas producto del levantamiento indirecto con fotogrametría respecto a la del método RTK con GNSS diferencial en los distintos puntos de control a lo largo del tramo.

TABLA 21. Diferencia de elevaciones Dron - GNSS.

BM	Ubicación	Diferencia Elevación (m)
UCV-001	39+000	-0.126
BM 38-5	38+500	0.027
BM 38-0	38+000	0.029
BM 37-5	37+500	-0.293
BM 37-0	37+000	-0.214
BM 36-5	36+500	-0.306
BM 36-0	36+000	-0.021
BM 35-5	35+500	-0.170
UCV-002	35+000	-0.142
Promedio de errores		-0.135

Fuente: Elaboración Propia.

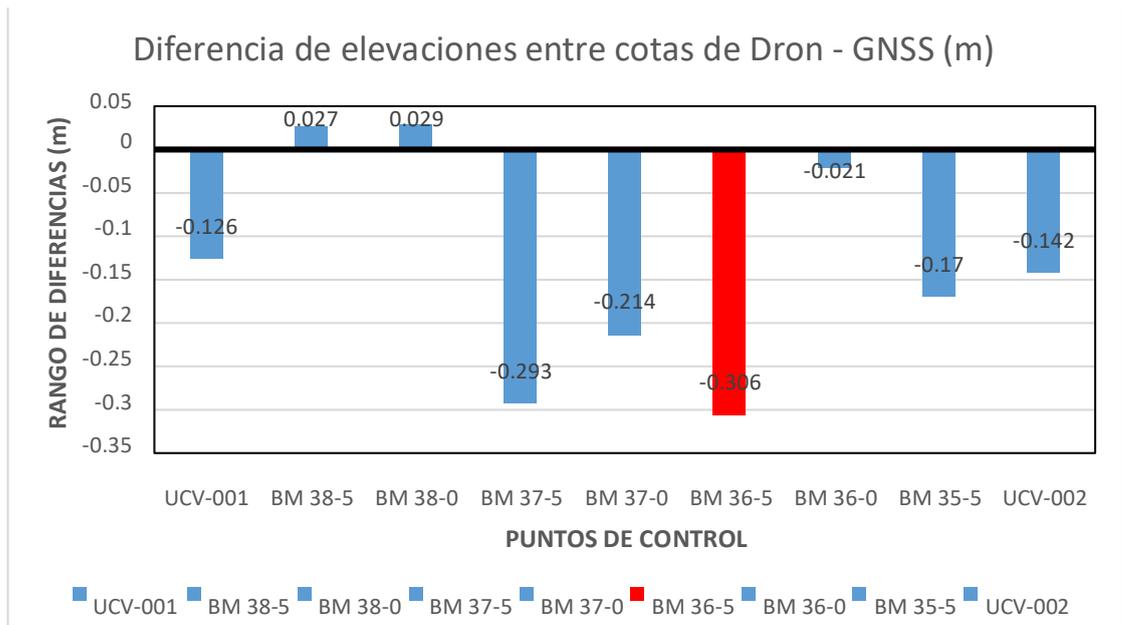


Figura 36. Identificación de diferencia mayor obtenida Dron - GNSS.

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN I1:

De acuerdo a lo mostrado en la Figura 36, podemos señalar que la mayor diferencia de elevaciones tras la comparación de cotas en los puntos de control es de -0.306 m. correspondiente al punto BM 36-5 (Barra roja), donde la designación “-” es indicativo de que la cota obtenida por Dron se encuentra por debajo de la obtenida con GNSS. Esta diferencia se podría calificar como elevada y, esta situación en interpretación de los investigadores se debe al proceso de identificación de dichos puntos de control de una nube de puntos (resultado de la fotogrametría) cuya superficie en las zonas a analizar fueron mal generadas debido a obstrucciones u objetos aledaño cuya irregularidad distorsionó la densidad de puntos de los lugares de interés.

CONTRASTACION DE HIPÓTESIS 1:

A continuación, planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: No existe diferencia significativa de coordenadas verticales entre el método de generación de MDT en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial

H1: Existe diferencia significativa de coordenadas verticales entre el método de generación de MDT en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial.

Respecto porcentaje de error consideraremos un 5% ($\alpha=0.05$) Seguidamente procederemos a escoger el tipo de prueba “T de Student” adecuada para la hipótesis planteada, para ello tendremos en cuenta la siguiente tabla:

TABLA 22. Pruebas estadísticas de acuerdo al tipo de variable.]

		PRUEBAS NO PARAMETRICAS			PRUEBAS PARAMETRICAS
Variable Aleatoria / Variable Fija		NOMINAL DICOTOMICA	NOMINAL POLITOMICA	ORDINAL	NUMERICA
Estudio Transversal Muestras Independientes	Un grupo	X ² Bondad de Ajuste Binominal	X ² Bondad de Ajuste	X ² Bondad de Ajuste	T de Student (una muestra)
	Dos grupos	X ² Bondad de Ajuste Corrección de Yates Test exacto de Fisher	X ² Bondad de Homogeneidad	U Mann-Withney	T de Student (muestras independientes)
	Más de dos grupos	X ² Bondad de Ajuste	X ² Bondad de Ajuste	U Kruskal-Wallis	ANOVA con un factor INTERsujetos
Estudio Longitudinal Muestras Relacionadas	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student (muestras Relacionadas)
	Más de dos medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA para medidas repetidas (INTRAsujeto)

Fuente: Francisco Javier Bruna Remiro (2015, p. 28) Análisis experimental del simulador de conducción UPV-DGT para la evaluación de conductores con discapacidades severas que conducen con Joysticks de 4 vías.

Debido a que el estudio es Longitudinal con la medida de 2 muestras relacionadas, y al tratarse de pruebas paramétricas (numéricas), se optó por la prueba “T de Student para muestras relacionadas o emparejadas”.

Previo a calcular el P-valor, corroboremos la “Normalidad” de la variable (numérica). Para determinar la normalidad tenemos 2 tipos de pruebas:

- Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes (>30 individuos)
- Shapiro Wilk para muestras pequeñas (<30 individuos)

Donde plantearemos las siguientes hipótesis para determinar la Normalidad:

- P-valor $\geq \alpha$ Acepta H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.
- P-valor $< \alpha$ Acepta H_1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

Procesando la información presentada en la Tabla 20. en el software SPSS, el cual nos brindara la siguiente tabla:

TABLA 23. Pruebas de Normalidad de Indicador 1.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ELEV.DRON	,126	9	,200*	,951	9	,706
ELEV.GNSS	,127	9	,200*	,951	9	,700

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

Debido a que la cantidad de individuos (o BM's), se hará uso de la prueba "Shapiro-Wilk", por lo que al comparar los niveles de significancia (Sig.) de las Elevaciones obtenidas por Dron y las Elevaciones obtenidas por GNSS, obtendremos:

- P-valor (Dron) = 0.706 > α = 0.05
- P-valor (GNSS) = 0.700 > α = 0.05

Al ser el valor de la significancia mayor a " α = 0.05", concluimos que los datos de elevaciones obtenidas por Dron y GNSS Diferencial provienen de una distribución Normal.

Como último paso elaboraremos una conclusión de acuerdo a los siguientes criterios:

- Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, se rechaza H_0 (Se acepta H_1)
- Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, no se rechaza H_0 (Se acepta H_0)

Para ellos haremos uso del software SPSS, el cual nos brinda la siguiente tabla:

TABLA 24. Prueba de muestras emparejadas de Indicador 1.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	ELEV.DRON - ELEV.GNSS	-,13544	,12648	,04216	-,23267	-,03822	-3,213	8	,012

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la Tabla 24 y el valor de significancia (Sig.) presente en este haremos la comparativa respecto al valor alfa (α), donde:

- **P-valor= 0.012 < α = 0.05**

Concluimos que hay una diferencia significativa en las medidas de las elevaciones obtenidas por Dron y GNSS Diferencial.

4.2. INDICADOR 2: Precisión altimétrica de coordenadas verticales por Estación Total.

Tras recolectar y clasificar la información de las bases de datos obtenidas a partir del proceso de levantamiento topográfico convencional con el equipo “Estación total” y levantamiento RTK con el instrumento “GNSS Diferencial”, se obtuvo la siguiente tabla donde se comparan las elevaciones conseguidas con estos dos sistemas en los puntos de control designados a una distancia aproximada de 500 metros entre estas.

TABLA 25. Comparativa de elevaciones Estación Total - GNSS.

BM	Ubicación	Elevación Estación Total (m)	Comparación	Elevación GNSS (m)
UCV-001	39+000	166.572	=	166.572
BM 38-5	38+500	174.879	<	174.922
BM 38-0	38+000	186.532	<	186.637
BM 37-5	37+500	204.426	<	204.628
BM 37-0	37+000	218.044	<	218.366
BM 36-5	36+500	228.818	<	229.122
BM 36-0	36+000	237.182	<	237.411
BM 35-5	35+500	262.895	<	262.957
UCV-002	35+000	268.337	<	268.577

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestra el resultado de la diferencia de las cotas obtenidas producto del levantamiento convencional con estación total respecto a la del método RTK con GNSS diferencial en los distintos puntos de control a lo largo del tramo.

TABLA 26. Diferencia de elevaciones Dron - GNSS.

BM	Ubicación	Diferencia Elevación (m)
UCV-001	39+000	0.000
BM 38-5	38+500	-0.043
BM 38-0	38+000	-0.105
BM 37-5	37+500	-0.202
BM 37-0	37+000	-0.322
BM 36-5	36+500	-0.304
BM 36-0	36+000	-0.229
BM 35-5	35+500	-0.062
UCV-002	35+000	-0.240
Promedio de errores		-0.167

Fuente: Elaboración Propia.

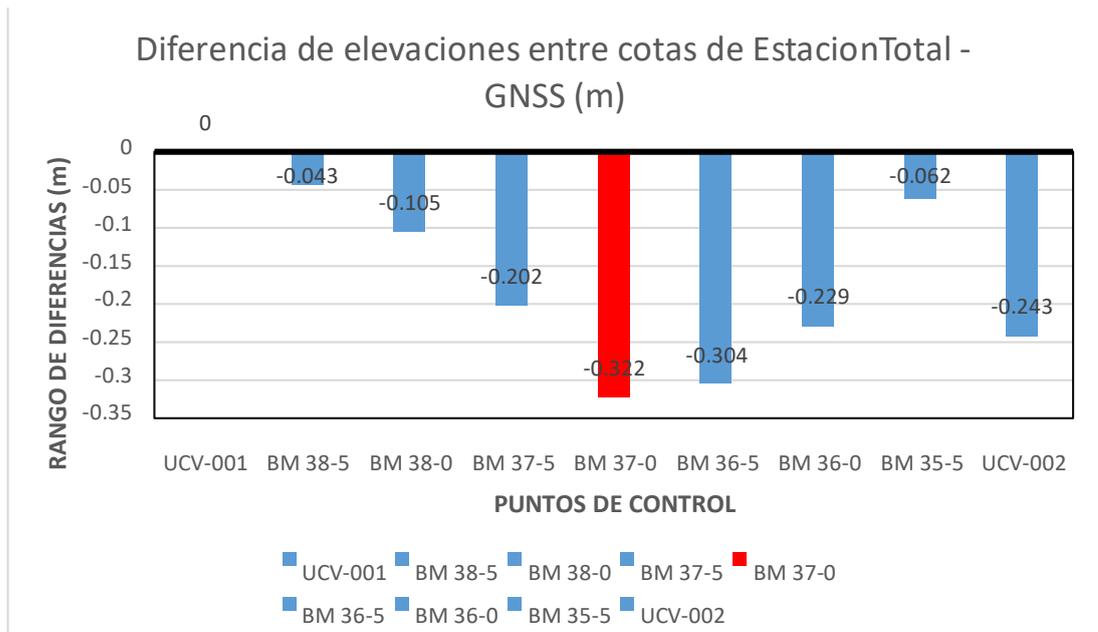


Figura 37 Identificación de diferencia mayor obtenida Estación Total - GNSS.

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN I2:

De acuerdo a la Figura 37, podemos señalar que la mayor diferencia de cotas en los puntos de control es de -0.322 m. correspondiente al BM 37-0, donde la cota obtenida por Estación Total se encuentra por debajo de la obtenida con GNSS. Sin embargo, el grafico también indica una precisión altimétrica aceptable de hasta -0.043 m. correspondiente al BM 38-5.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 2:

A continuación, planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: No existe diferencia significativa de coordenadas verticales entre el método de levantamiento con Estación Total en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial

H1: Existe diferencia significativa de coordenadas verticales entre el método de levantamiento con Estación Total en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial.

Respecto porcentaje de error consideraremos un 5% ($\alpha=0.05$) Seguidamente procederemos a escoger el tipo de prueba “T de Student” adecuada para la hipótesis planteada, para ello tendremos en cuenta la Tabla 22.

Debido a que el estudio es Longitudinal con la medida de 2 muestras relacionadas, y al tratarse de pruebas paramétricas (numéricas), se optó por la prueba “T de Student para muestras relacionadas o emparejadas”.

Seguidamente corroboraremos la “Normalidad” de la variable (numérica). Para determinar la normalidad tenemos 2 tipos de pruebas:

- Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes (>30 individuos)
- Shapiro Wilk para muestras pequeñas (<30 individuos)

Donde plantearemos las siguientes hipótesis para determinar la Normalidad:

- P-valor $\geq \alpha$ Acepta H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.
- P-valor $< \alpha$ Acepta H_1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

Luego la información se procesó en el software SPSS, el cual nos brindara la siguiente:

TABLA 27. Pruebas de Normalidad de Indicador 2.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ELEV.ET	,126	9	,200*	,951	9	,696
ELEV.GNSS	,127	9	,200*	,951	9	,700

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

Debido a que la cantidad de individuos, se hará uso de la prueba “Shapiro-Wilk”, por lo que, al comparar los niveles de significancia, obtendremos:

- P-valor (Dron) = 0.696 > $\alpha = 0.05$
- P-valor (GNSS) = 0.700 > $\alpha = 0.05$

Al ser el valor de la significancia mayor a “ $\alpha = 0.05$ ”, concluimos que los datos de elevaciones obtenidas por Estación Total y GNSS Diferencial provienen de una distribución Normal.

Finalmente, la conclusión de las hipótesis se dará de acuerdo a los siguientes criterios:

- Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, se rechaza **H₀** (Se acepta **H₁**)
- Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, no se rechaza **H₀** (Se acepta **H₀**)

Para ellos haremos uso del software SPSS, el cual nos brinda la siguiente tabla

TABLA 28. Prueba de muestras emparejadas de Indicador 2.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	ELEV.ET - ELEV.GNSS	-,16778	,11820	,03940	-,25863	-,07692	-4,258	8	,003

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 14, obtenemos que:

- **P-valor= 0.003 < α = 0.05**

Concluimos que hay una diferencia significativa en las medidas de las elevaciones obtenidas por Estación Total y GNSS Diferencial.

4.3. INDICADOR 3: Precisión altimétrica de coordenadas verticales por Nivelación Geométrica Compuesta.

Tras recolectar y clasificar la información de las bases de datos obtenidas a partir del proceso de Nivelación Geométrica con el instrumento “Nivel Óptico de Ingeniero” y levantamiento RTK con el instrumento “GNSS Diferencial”, se obtuvo la siguiente tabla donde se comparan las elevaciones conseguidas con estos dos sistemas en los puntos de control designados a una distancia aproximada de 500 metros entre estas.

TABLA 29. Comparativa de elevaciones Nivel - GNSS.

BM	Ubicación	Elevación Nivel (m)	Comparación	Elevación GNSS (m)
UCV-001	39+000	166.572	=	166.572
BM 38-5	38+500	174.852	<	174.922
BM 38-0	38+000	186.504	<	186.637
BM 37-5	37+500	204.409	<	204.628
BM 37-0	37+000	218.091	<	218.366
BM 36-5	36+500	228.86	<	229.122
BM 36-0	36+000	237.223	<	237.411
BM 35-5	35+500	263.058	>	262.957
UCV-002	35+000	268.676	>	268.577

Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente tabla muestra la diferencia de las cotas obtenidas producto de la Nivelación Geométrica con Nivel Óptico de Ingeniero respecto a la del método RTK con GNSS diferencial en los distintos puntos de control a lo largo del tramo.

TABLA 30. Diferencia de elevaciones Nivel - GNSS.

BM	Ubicación	Diferencia Elevación (m)
UCV-001	39+000	0.000
BM 38-5	38+500	-0.070
BM 38-0	38+000	-0.133
BM 37-5	37+500	-0.219
BM 37-0	37+000	-0.275
BM 36-5	36+500	-0.262
BM 36-0	36+000	-0.188
BM 35-5	35+500	0.101
UCV-002	35+000	0.099
Promedio de errores		-0.105

Fuente: Elaboración Propia.

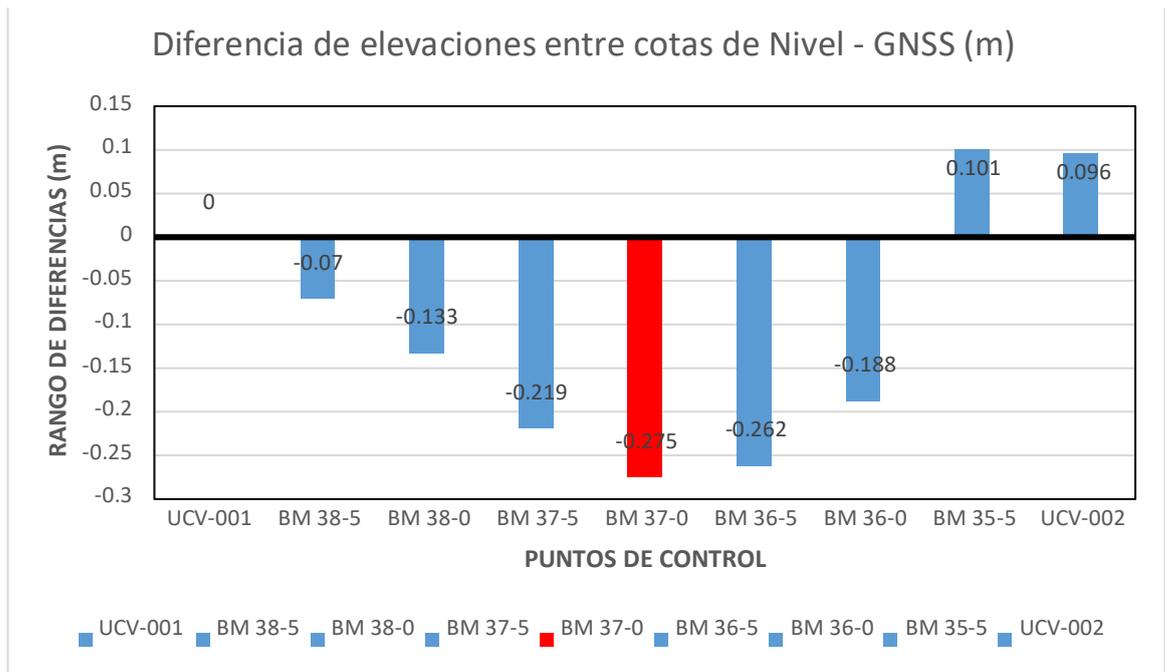


Figura 38. Identificación de diferencia mayor obtenida Estación Total - GNSS.

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN I3:

De acuerdo a lo mostrado en la Figura 38, podemos señalar que la mayor diferencia de elevaciones tras la comparación de cotas en los puntos de control es de -0.275 m. correspondiente al punto BM 37-0 (Barra roja), donde la designación “-” es indicativo de que la cota obtenida por Nivel Óptico de Ingeniero se encuentra por debajo de la obtenida con GNSS. Sin embargo, el grafico también indica una precisión altimétrica aceptable de hasta -0.070 m. correspondiente al BM 38-5.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 3:

A continuación, planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: No existe diferencia significativa de coordenadas verticales entre el método de Nivelación Geométrica en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial

H1: Existe diferencia significativa de coordenadas verticales entre el método de Nivelación Geométrica en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial.

Respecto porcentaje de error consideraremos un 5% ($\alpha=0.05$) Seguidamente procederemos a escoger el tipo de prueba “T de Student” adecuada para la hipótesis planteada, para ello tendremos en cuenta la Tabla 22.

Debido a que el estudio es Longitudinal con la medida de 2 muestras relacionadas, y al tratarse de pruebas paramétricas (numéricas), se optó por la prueba “T de Student para muestras relacionadas o emparejadas”.

Seguidamente corroboraremos la “Normalidad” de la variable (numérica).

Para determinar la normalidad tenemos 2 tipos de pruebas:

- Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes (>30 individuos)
- Shapiro Wilk para muestras pequeñas (<30 individuos)

Donde plantearemos las siguientes hipótesis para determinar la Normalidad:

- P-valor $\geq \alpha$ Acepta H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.
- P-valor $< \alpha$ Acepta H_1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

Luego la información se procesó en el software SPSS, el cual nos brindara la siguiente:

TABLA 31. Pruebas de Normalidad de Indicador 3.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ELEV.NIVEL	,127	9	,200*	,951	9	,698
ELEV.GNSS	,127	9	,200*	,951	9	,700

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

Debido a que la cantidad de individuos, se hará uso de la prueba “Shapiro-Wilk”, por lo que, al comparar los niveles de significancia, obtendremos:

- P-valor (Dron) = 0.696 > $\alpha = 0.05$
- P-valor (GNSS) = 0.700 > $\alpha = 0.05$

Al ser el valor de la significancia mayor a “ $\alpha = 0.05$ ”, concluimos que los datos de elevaciones obtenidas por Nivel Optico y GNSS Diferencial provienen de una distribución Normal.

Finalmente, la conclusión de las hipótesis se dará de acuerdo a los siguientes criterios:

- Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, se rechaza **H₀** (Se acepta **H₁**)
- Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, no se rechaza **H₀** (Se acepta **H₀**)

Para ellos haremos uso del software SPSS, el cual nos brinda la siguiente tabla

TABLA 32. Prueba de muestras emparejadas de Indicador 3.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	ELEV.NIVEL - ELEV.GNSS	-,10556	,14547	,04849	-,21738	,00627	-2,177	8	,061

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 14, obtenemos que:

- **P-valor= 0.061 > $\alpha = 0.05$**

Concluimos que NO hay una diferencia significativa en las medidas de las elevaciones obtenidas por Nivel Óptico y GNSS Diferencial.

4.4. INDICADOR 4: Precisión planimétrica de coordenadas horizontales por MDT.

Posterior a las actividades de vuelo de Dron y tras el proceso de obtención de nube de puntos, se obtuvieron las siguientes coordenadas Norte y Este desde el software RECAP para compararlas con las obtenidas a partir de levantamiento con “GNSS Diferencial”

TABLA 33. *Coordenadas Norte y Este obtenidos con Dron - GNSS.*

BM	Ubicación	Dron		GNSS	
		Norte (m)	Este (m)	Norte (m)	Este (m)
UCV-001	39+000	8045764.371	254333.194	8045764.385	254333.201
BM 38-5	38+500	8045735.841	254902.201	8045735.830	254902.268
BM 38-0	38+000	8045726.759	255451.320	8045726.728	255451.323
BM 37-5	37+500	8045704.294	255941.842	8045704.276	255941.888
BM 37-0	37+000	8045652.040	256466.608	8045652.013	256466.653
BM 36-5	36+500	8045283.510	256703.608	8045283.510	256703.599
BM 36-0	36+000	8044761.865	256678.010	8044761.848	256678.002
BM 35-5	35+500	8044051,698	256789,450	8044051.706	256789.442
UCV-002	35+000	8043910,669	256812,366	8043910.751	256812.337

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestran las diferencias de coordenadas Norte y Este obtenidas a partir del Modelo Digital de Terreno (MDT) respecto a las coordenadas obtenidas por el GNSS Diferencial.

TABLA 34. *Diferencia de coordenadas Norte y Este obtenidos con Dron - GNSS.*

BM	Ubicación	Diferencia Norte (m)	Diferencia Este (m)
UCV-001	39+000	0.014	0.007
BM 38-5	38+500	-0.011	0.067
BM 38-0	38+000	-0.031	0.003
BM 37-5	37+500	-0.018	0.046
BM 37-0	37+000	-0.027	0.045
BM 36-5	36+500	0.000	-0.009
BM 36-0	36+000	-0.017	-0.008
BM 35-5	35+500	0.140	-0.084
UCV-002	35+000	0.064	-0.009
Promedio de errores		0.013	0.006

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN I4:

De acuerdo a la Tabla 34, las coordenadas Norte y Este del punto de control BM 35-5 muestra mayor diferencia de coordenadas, siendo la más significativa su coordenada Norte, esto nos indica que considerar coordenadas sacadas de un MDT para puntos de control no es viable debido al elevado nivel de desviación en los 2 eje.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 4:

A continuación, planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: No existe diferencia significativa de coordenadas planimétricas entre el método de Nivelación Geométrica en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial

H1: Existe diferencia significativa de coordenadas planimétricas entre el método de Nivelación Geométrica en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial.

Respecto porcentaje de error consideraremos un 5% ($\alpha=0.05$). Seguidamente procederemos comprobar la normalidad de los datos, para escoger el tipo de prueba a usar, para ello tendremos en cuenta la Tabla 22.

Seguidamente corroboraremos la "Normalidad" de la variable (numérica). Para determinar la normalidad tenemos 2 tipos de pruebas:

- Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes (>30 individuos)
- Shapiro Wilk para muestras pequeñas (<30 individuos)

Donde plantearemos las siguientes hipótesis para determinar la Normalidad:

- P-valor $\Rightarrow \alpha$ Acepta Ho = Los datos provienen de una distribución normal.
- P-valor $< \alpha$ Acepta H1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

Luego la información se procesó en el software SPSS, el cual nos brindara la siguiente:

TABLA 35. Pruebas de Normalidad de Indicador 4 (Diferencia de coordenadas norte).

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF.NORTE	,230	9	,184	,797	9	,019

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 36. Pruebas de Normalidad de Indicador 4 (Diferencia de coordenadas este).

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF.ESTE	,237	9	,157	,897	9	,238

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

Debido a que la cantidad de individuos, se hará uso de la prueba “Shapiro-Wilk”, por lo que, al comparar los niveles de significancia, obtendremos:

- P-valor (Coordenadas Norte) = 0.019 < $\alpha = 0.05$
- P-valor (Coordenadas Este) = 0.238 > $\alpha = 0.05$

Al ser el valor de la significancia mayor a “ $\alpha = 0.05$ ”, concluimos que la diferencia de coordenadas Norte no provienen de una distribución normal, por lo que optaremos en usar la prueba de Wilcoxon; y en el caso de las coordenadas Este que si provienen de una distribución normal optaremos por usar el “T de student para muestras relacionadas”

Finalmente, la conclusión de las hipótesis se dará de acuerdo a los siguientes criterios:

- Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, se rechaza **Ho** (Se acepta **H1**)
- Si la probabilidad obtenida P-valor > α , no se rechaza **Ho** (Se acepta **Ho**)

Para ellos haremos uso del software SPSS, el cual nos brinda la siguiente tabla

TABLA 37. Prueba Wilcoxon de Indicador 3 (Diferencia de coordinadas Norte).

Estadísticos de prueba ^a	
	NORTE.GNSS - NORTE.DRON
Z	-,840 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,401
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 38. Prueba T de Student del Indicador 4 (Diferencia de coordenadas Este).

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	ESTE.DRON - ESTE.GNSS	-,01267	,03220	,01073	-,03742	,01208	-1,180	8	,272

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 24 y 25, obtenemos que:

- **P-valor= 0.401 > $\alpha = 0.05$**
- **P-valor= 0.272 > $\alpha = 0.05$**

Concluimos que NO hay una diferencia significativa en las medidas de las coordenadas planimétricas obtenidas por Dron y GNSS Diferencial.

4.5. INDICADOR 5: Precisión planimétrica de coordenadas horizontales por Estación Total.

Tras recolectar y clasificar la información de las bases de datos obtenidas a partir del proceso de levantamiento topográfico convencional con el equipo “Estación total” y levantamiento RTK con el instrumento “GNSS Diferencial”, se obtuvo la siguiente tabla donde se comparan las coordenadas Norte y Este conseguidas con estos dos sistemas en los puntos de control designados a una distancia aproximada de 500 metros entre estas.

TABLA 39. Coordenadas Norte y Este obtenidos con Estación total - GNSS.

BM	Ubicación	Estación Total		GNSS	
		Norte (m)	Este (m)	Norte (m)	Este (m)
UCV-001	39+000	8045764.385	254333.201	8045764.385	254333.201
BM 38-5	38+500	8045735.821	254902.289	8045735.83	254902.268
BM 38-0	38+000	8045726.784	255451.278	8045726.728	255451.323
BM 37-5	37+500	8045704.236	255941.8697	8045704.276	255941.888
BM 37-0	37+000	8045651.958	256466.6602	8045652.013	256466.653
BM 36-5	36+500	8045283.283	256703.4312	8045283.51	256703.599
BM 36-0	36+000	8044761.659	256677.7027	8044761.848	256678.002
BM 35-5	35+500	8044051.701	256789.5016	8044051.706	256789.442
UCV-002	35+000	8043910.717	256812.3821	8043910.751	256812.337

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestra el resultado de la diferencia de coordenadas Norte y Este obtenidas producto del levantamiento convencional con estación total respecto a la del método RTK con GNSS diferencial en los distintos puntos de control a lo largo del tramo.

TABLA 40. *Diferencia de coordenadas Norte y Este obtenidos con Estación Total - GNSS.*

BM	Ubicación	Diferencia Norte	Diferencia Este
UCV-001	39+000	0.000	0.000
BM 38-5	38+500	0.009	-0.021
BM 38-0	38+000	-0.056	0.045
BM 37-5	37+500	0.040	0.018
BM 37-0	37+000	0.056	-0.007
BM 36-5	36+500	0.227	0.168
BM 36-0	36+000	0.189	0.299
BM 35-5	35+500	0.005	-0.060
UCV-002	35+000	0.034	-0.045
Promedios		0.056	0.044

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN I5:

De acuerdo a la Tabla 40, las coordenadas Norte del punto de control BM 36-5 muestra mayor diferencia de coordenada en el Norte, y el punto de control BM 36-0 muestra mayor diferencia de coordenadas en el Este, sin embargo, se llega a identificar una diferencia mínima de 0.005 m. y 0.018 m. en las coordenadas Norte y Este respectivamente (Sin considerar el punto geodésico UCV-001 debido a que se tomó a este como punto de partida para el estudio con estación total)

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 5:

A continuación, planteamos las siguientes hipótesis:

H₀: No existe diferencia significativa de coordenadas planimétricas entre el método de levantamiento con Estación Total en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial

H₁: Existe diferencia significativa de coordenadas planimétricas entre el método de levantamiento con Estación Total en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial.

Respecto porcentaje de error consideraremos un 5% ($\alpha=0.05$). Seguidamente procederemos comprobar la normalidad de los datos, para escoger el tipo de prueba a usar, para ello tendremos en cuenta la Tabla 22.

Seguidamente corroboraremos la “Normalidad” de la variable (numérica). Para determinar la normalidad tenemos 2 tipos de pruebas:

- Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes (>30 individuos)
- Shapiro Wilk para muestras pequeñas (<30 individuos)

Donde plantearemos las siguientes hipótesis para determinar la Normalidad:

- P-valor $\Rightarrow \alpha$ Acepta H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.
- P-valor $< \alpha$ Acepta H_1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

Luego la información se procesó en el software SPSS, el cual nos brindara la siguiente:

TABLA 41. Pruebas de Normalidad de Indicador 5 (Diferencia de coordenadas norte).

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF.NORTE	,282	9	,038	,850	9	,075

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 42. Pruebas de Normalidad de Indicador 5 (Diferencia de coordenadas este).

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF.ESTE	,275	9	,048	,806	9	,024

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

Debido a que la cantidad de individuos, se hará uso de la prueba “Shapiro-Wilk”, por lo que, al comparar los niveles de significancia, obtendremos:

- P-valor (Coordenadas Norte) = 0.075 > $\alpha = 0.05$
- P-valor (Coordenadas Este) = 0.024 < $\alpha = 0.05$

Al ser el valor de la significancia mayor a “ $\alpha = 0.05$ ”, concluimos que la diferencia de coordenadas Norte no provienen de una distribución normal, por

lo que optaremos en usar la prueba “T de student para muestras relacionadas”; y en el caso de las coordenadas Este que si provienen de una distribución normal optaremos por la prueba de Wilcoxon.

Finalmente, la conclusión de las hipótesis se dará de acuerdo a los siguientes criterios:

- Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, se rechaza **H₀** (Se acepta **H₁**)
- Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, no se rechaza **H₀** (Se acepta **H₀**)

Para ellos haremos uso del software SPSS, el cual nos brinda la siguiente tabla

TABLA 43. Prueba T de Student de Indicador 5 (Diferencia de coordenadas Norte).

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	NORTE.ET - NORTE.GNSS	-,05589	,09230	,03077	-,12684	,01506	-1,816	8	,107

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 44. Prueba de Wilcoxon del Indicador 5 (Diferencia de coordenadas Este).

Estadísticos de prueba ^a	
	ESTE.GNSS - ESTE.ET
Z	-,420 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,674
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 24 y 25, obtenemos que:

- **P-valor= 0.107 > $\alpha = 0.05$**
- **P-valor= 0.674 > $\alpha = 0.05$**

Concluimos que NO hay una diferencia significativa en las medidas de las coordenadas planimétricas obtenidas por Estación Total y GNSS Diferencial.

4.6. INDICADOR 6: Alineamiento horizontal de eje.

Para ello se contrastará las coordenadas Norte y Este de las progresivas obtenidas entre el Levantamiento con estación Total y el MDT, en relación de las obtenidos por GNSS Diferencial

TABLA 45. *Coordenadas de progresivas obtenidas con Estación Total - GNSS.*

Prog.	Estación Total		GNSS		Diferencias	
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este
39+000	8045761.408	254456.744	8045761.333	254456.777	-0.075	0.033
38+500	8045740.017	254959.700	8045739.974	254959.635	-0.043	-0.065
38+000	8045719.026	255454.714	8045718.980	255454.714	-0.046	0.000
37+500	8045698.176	255950.586	8045697.996	255950.664	-0.180	0.078
37+000	8045648.935	256446.165	8045648.884	256447.163	-0.051	0.998
36+500	8045254.226	256687.631	8045254.720	256687.790	0.494	0.160
36+000	8044750.032	256684.427	8044750.374	256684.746	0.342	0.319
35+500	8044259.942	256757.329	8044259.635	256757.520	-0.307	0.191
35+000	8043772.084	256872.620	8043772.148	256872.594	0.064	-0.026
PROMEDIO					0.022	0.188

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 46. *Coordenadas de progresivas obtenidas por MDT- GNSS*

Prog.	Drone		GNSS		Diferencias	
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este
39+000	8045761.342	254456.983	8045761.333	254456.777	-0.009	-0.206
38+500	8045739.918	254959.846	8045739.974	254959.635	0.056	-0.211
38+000	8045718.996	255454.404	8045718.980	255454.714	-0.016	0.310
37+500	8045697.993	255950.460	8045697.996	255950.664	0.003	0.204
37+000	8045648.712	256447.139	8045648.884	256447.163	0.172	0.024
36+500	8045254.299	256687.794	8045254.720	256687.790	0.421	-0.004
36+000	8044750.243	256684.760	8044750.374	256684.746	0.131	-0.014
35+500	8044259.662	256757.616	8044259.635	256757.520	-0.027	-0.096
35+000	8043772.176	256872.699	8043772.148	256872.594	-0.028	-0.105
PROMEDIO					0.078	-0.011

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN I6:

Tras promediar las coordenadas Norte de la tabla 45 y 46 se obtuvieron las diferencias de 0.022 m. y 0.078 m. respectivamente, por lo que la precisión en sentido Norte es mayor en el caso de la Estación Total; en el caso del

promedio de las coordenadas Este en las tablas 45 y 46 se obtuvieron las diferencias 0.188 m. y 0.011 m., por lo que la precisión en el sentido Este es mayor en el caso del Modelo Digital de Terreno (MDT).

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 6:

A continuación, planteamos las siguientes hipótesis respecto al alineamiento horizontal del eje con estación total:

Ho: No existe diferencia significativa de coordenadas del alineamiento horizontal de las progresivas entre el método de levantamiento con Estación Total en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial

H1: Existe diferencia significativa de coordenadas del alineamiento horizontal de las progresivas entre el método de levantamiento con Estación Total en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial.

Y respecto al alineamiento horizontal del eje por Dron:

Ho: No existe diferencia significativa de coordenadas del alineamiento horizontal de las progresivas entre el método de levantamiento con Dron en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial

H1: Existe diferencia significativa de coordenadas del alineamiento horizontal de las progresivas entre el método de levantamiento con Dron en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial.

Respecto porcentaje de error consideraremos un 5% ($\alpha=0.05$). Seguidamente procederemos comprobar la normalidad de los datos, para escoger el tipo de prueba a usar, para ello tendremos en cuenta la Tabla 22.

Seguidamente corroboraremos la "Normalidad" de la variable (numérica).

Para determinar la normalidad tenemos 2 tipos de pruebas:

- Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes (>30 individuos)
- Shapiro Wilk para muestras pequeñas (<30 individuos)

Donde plantearemos las siguientes hipótesis para determinar la Normalidad:

- P-valor $\Rightarrow \alpha$ Acepta Ho = Los datos provienen de una distribución normal.
- P-valor $< \alpha$ Acepta H1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

Luego la información se procesó en el software SPSS, el cual nos brindara la siguiente:

TABLA 47. Prueba de normalidad de indicador 6 (Diferencia de coordenadas Norte y Este).

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF.NORTE.ET	,269	9	,059	,896	9	,231
DIF.ESTE.ET	,274	9	,051	,725	9	,003
DIF.NORTE.DRON	,250	9	,110	,762	9	,007
DIF.ESTE.DRON	,199	9	,200*	,918	9	,378

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

Primero se procederá a hacer las pruebas estadísticas correspondientes de acuerdo al valor de significancia en relación a los datos de la estación total:

TABLA 48. Prueba de T de Student del Indicador 6 (Diferencia de coordenadas Norte de progresivas por Estación Total).

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	GNSS.NORTE - ET.NORTE	,02200	,24989	,08330	-,17009	,21409	,264	8	,798

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 49. Prueba de Wilcoxon del Indicador 6 (Diferencia de coordenadas Este de progresivas por Estación Total).

Estadísticos de prueba ^a	
	ET.ESTE - GNSS.ESTE
Z	-1,960 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,050
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 48 y 49, obtenemos que:

- **P-valor= 0.798 > $\alpha = 0.05$**
- **P-valor= 0.050 > $\alpha = 0.05$**

Concluimos que NO hay una diferencia significativa en las medidas de las coordenadas planimétricas de las progresivas obtenidas por Estación Total y GNSS Diferencial.

Después se procederá a hacer las pruebas estadísticas correspondientes de acuerdo al valor de significancia en relación a los datos del MDT generado por el dron:

TABLA 50. Prueba de Wilcoxon del Indicador 6 (Diferencia de coordenadas Norte de progresivas por MDT).

Estadísticos de prueba ^a	
	DRON.NORTE - GNSS.NORTE
Z	-1,007 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,314
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 51. Prueba de T de Student del Indicador 6 (Diferencia de coordenadas Este de progresivas por MDT).

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Pa r 1	GNSS.ESTE - DRON.ESTE	-,01089	,17487	,05829	-,14531	,12353	-,187	8	,856

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 50 y 51, obtenemos que:

- **P-valor= 0.314 > $\alpha = 0.05$**
- **P-valor= 0.856 > $\alpha = 0.05$**

Concluimos que NO hay una diferencia significativa en las medidas de las coordenadas planimétricas de las progresivas obtenidas por el MDT generado por dron y GNSS Diferencial.

4.7. INDICADOR 7: Alineamiento vertical longitudinal.

Para ello se contrastará las cotas de las progresivas obtenidas entre el Levantamiento con estación Total y el MDT, en relación de las obtenidos por GNSS Diferencial

TABLA 52. Cotas de progresivas obtenidas por Estación Total- GNSS.

Progresivas	Estación Total	GNSS	Diferencia
39+000	168.483	168.520	0.037
38+500	176.949	176.999	0.050
38+000	186.894	186.989	0.095
37+500	204.855	205.034	0.179
37+000	216.599	216.909	0.310
36+500	226.981	227.247	0.266
36+000	237.786	237.817	0.031
35+500	254.395	254.407	0.012
35+000	274.095	273.938	-0.157
PROMEDIO			0.091

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 53. Cotas de progresivas obtenidas por MDT- GNSS.

Progresivas	Drone	GNSS	Diferencia
39+000	168.534	168.520	-0.014
38+500	176.958	176.999	0.041
38+000	187.039	186.989	-0.050
37+500	204.785	205.034	0.249
37+000	216.652	216.909	0.257
36+500	227.287	227.247	-0.040
36+000	237.820	237.817	-0.003
35+500	254.336	254.407	0.071
35+000	273.896	273.938	0.042
PROMEDIO			0.061

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN I7:

De acuerdo a las Tabla 52 y 53, la menor diferencia de cotas que presentan las dos metodologías corresponde a la Modelo Digital de Terreno realizada con el Dron, siendo su la diferencia de cotas más críticas equivalente a 0.257 m. a comparación de la de la estación total que es de 0.310 m.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 7:

A continuación, planteamos las siguientes hipótesis respecto al alineamiento horizontal del eje con estación total:

Ho: No existe diferencia significativa en los alineamientos verticales longitudinales entre el método de levantamiento con Estación Total en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial

H1: Existe diferencia significativa en los alineamientos verticales longitudinales entre el método de levantamiento con DRON en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial.

Y respecto al alineamiento horizontal del eje por Dron:

Ho: No existe diferencia significativa de coordenadas de las progresivas entre el método de levantamiento con Dron en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial

H1: Existe diferencia significativa de coordenadas de las progresivas entre el método de levantamiento con Dron en relación al levantamiento en modo RTK del GNSS Diferencial.

Respecto porcentaje de error consideraremos un 5% ($\alpha=0.05$). Seguidamente procederemos comprobar la normalidad de los datos, para escoger el tipo de prueba a usar, para ello tendremos en cuenta la Tabla 8.

Seguidamente corroboraremos la "Normalidad" de la variable (numérica).

Para determinar la normalidad tenemos 2 tipos de pruebas:

- Kolmogorov-Smirov para muestras grandes (>30 individuos)
- Shapiro Wilk para muestras pequeñas (<30 individuos)

Donde plantearemos las siguientes hipótesis para determinar la Normalidad:

- P-valor \Rightarrow α Acepta Ho = Los datos provienen de una distribución normal.

- P-valor < α Acepta H1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

Luego la información se procesó en el software SPSS, el cual nos brindara la siguiente:

TABLA 54. Prueba de normalidad de indicador 7 (Diferencia de elevaciones por Estación Total y Dron).

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF.ELEV.ET	,177	9	,200*	,947	9	,662
DIF.ELEV.DRON	,245	9	,128	,817	9	,032

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

Primero se procederá a hacer las pruebas estadísticas de acuerdo al valor de significancia en relación a los datos de la estación total:

TABLA 55. Prueba de T de Student del Indicador 7 (Diferencia de elevaciones por Estación total).

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	ELEV.GNSS - ELEV.ET	,09144	,14243	,04748	-,01804	,20092	1,926	8	,090

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 55, obtenemos que:

- **P-valor= 0.090 > α = 0.05**

Concluimos que NO hay una diferencia significativa entre los alineamientos verticales longitudinales obtenidas por Estación Total generado por dron y GNSS Diferencial.

Se procederá a hacer la prueba estadística correspondiente al valor de significancia en relación a los datos del Dron:

TABLA 56. Prueba de Wilcoxon del Indicador 7 (Diferencia de elevaciones por MDT).

Estadísticos de prueba ^a	
	ELEV.DRON - ELEV.GNSS
Z	-1,244 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,214
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 56, obtenemos que:

- **P-valor= 0.214 > α = 0.05**

Concluimos que NO hay una diferencia significativa entre los alineamientos verticales longitudinales obtenidas por el MDT generado por dron y GNSS Diferencial.

4.8. INDICADOR 8: Volúmenes de modelos digitales.

Para ello se generaron modelos digitales de las superficies en el software AutoCAD Civil 3D a partir de los puntos producto de los levantamientos con Dron, estación total y GNSS Diferencial. Seguidamente se realiza una comparativa de volúmenes entre las superficies de la Estación Total Y GNSS, y después otra comparativa entre las superficies del Dron Y GNSS. A continuación, se presentará las siguientes tablas comparativas.

TABLA 57. Resultados comparativos de volúmenes entre las superficies generadas por los equipos Estación Total y Dron

PROG	ESTACION TOTAL		DRON	
	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
0+000.000	0	0	0	0
0+020.000	22.74	0	21.57	0.52
0+040.000	31.69	0	31.31	0
0+060.000	30.51	0	12.98	2.18
0+070.000	15.01	0	3.63	1.22
0+080.000	15.09	0	11.39	0.15
0+090.000	14.68	0	22.08	0

0+100.000	13.92	0	23.05	0
0+110.000	13.47	0	20.57	0
0+120.000	13.19	0	19.13	0
0+130.000	12.73	0	15.74	0
0+140.000	12.12	0	11.43	0
0+160.000	31.58	0	20.1	0
0+180.000	31.36	0	16.18	0
0+200.000	21.22	0	20.7	0
0+220.000	18.5	0	21.46	0
0+240.000	17.38	0	13.46	0
0+260.000	15.84	0	21.46	0
0+280.000	14.02	0	15.08	0.24
0+300.000	12.28	0	0.96	7.04
0+320.000	10.67	0	5.97	6.8
0+340.000	9.23	0	10.98	0
0+360.000	8.01	0	7.46	0
0+380.000	6.95	0	3.85	0.04
0+400.000	5.43	0	5.8	0.04
0+420.000	4.02	0	10.4	0
0+440.000	2.54	0	6.01	2.36
0+460.000	1.59	0	0.16	3
0+480.000	0.79	0.4	0.16	4.88
0+500.000	0.32	0.8	0	11.14
0+520.000	0.32	1.18	0	14.47
0+540.000	0	2.51	0	17.71
0+560.000	0	3.83	0	15.47
0+580.000	0	4.18	0	16.38
0+600.000	0	4.28	0	22.07
0+620.000	0	4.44	0	17.92
0+640.000	0	4.94	0	14.16
0+660.000	0	5.8	0	15.87
0+680.000	0	6.06	0	16.3
0+700.000	0	5.64	0	25.28
0+720.000	0	7	0	31.27
0+740.000	0	7.84	0	24.03
0+760.000	0	7.01	0	15.88
0+780.000	0	7.14	0	9.66
0+800.000	0	8.46	0	9.98
0+810.000	0	4.86	0	7.04
0+820.000	0	4.72	0.03	4.82
0+830.000	0	4.52	1.53	0.71
0+840.000	0	4.55	4.22	0.01
0+850.000	0	4.58	5.73	0
0+860.000	0	4.52	6.63	0
0+870.000	0	5.02	6.99	0
0+880.000	0	10.84	4.75	2.46
0+900.000	0	32.59	4.85	5.91
0+920.000	0	21.88	12.12	0.97
0+940.000	0	10.78	18.02	0
0+960.000	0	10.17	17.32	0
0+980.000	0	10.24	13.91	0
1+000.000	1.68	6.76	4.58	0.95
1+020.000	7.74	1.35	23.53	0.95
1+030.000	5.7	0	23.14	0

1+040.000	4.98	0	23.02	0
1+050.000	4.5	0	22.85	0
1+060.000	4.27	0	22.14	0
1+070.000	3.91	0	20.84	0
1+080.000	3.44	0	17.17	0
1+090.000	2.87	0	14.85	0
1+100.000	2.17	0	17.68	0
1+110.000	1.49	0	20.7	0
1+120.000	0.83	0	20.6	0
1+140.000	0.51	2.76	32.64	0
1+160.000	0	3.55	34.37	0
1+180.000	0	2.52	37.1	0
1+200.000	0	4.49	40.67	0
1+220.000	0	6.58	51.41	0
1+240.000	0	8.72	54.25	0
1+260.000	0	11.03	54.4	0
1+280.000	0	13.04	55.78	0
1+300.000	0	14.32	55.94	0
1+320.000	0	16.25	55.54	0
1+340.000	0	18.53	59.96	0
1+360.000	0	20.74	58.42	0
1+380.000	0	22.93	53.88	0
1+400.000	0	24.8	50.39	0
1+420.000	0	27.43	45.46	0
1+440.000	0	28.86	39.46	0
1+460.000	0	30.32	32.49	0
1+480.000	0	32.77	22.72	0
1+500.000	0	34.85	10.03	0
1+520.000	0	36.47	1.7	1.38
1+530.000	0	18.16	0	2.03
1+540.000	0	17.64	0	3.81
1+550.000	0	17.36	0	5.75
1+560.000	0	17.51	0	7
1+570.000	0	17.81	0	9.04
1+580.000	0	18.15	0	11.22
1+590.000	0	18.34	0	13.8
1+600.000	0	18.38	0	17.57
1+610.000	0	18.44	0	19.69
1+620.000	0	18.62	0	20.24
1+630.000	0	18.8	0	22.32
1+640.000	0	19.08	0	26.27
1+650.000	0	19.44	0	29.17
1+660.000	0	19.79	0	30.64
1+670.000	0	20.14	0	33.27
1+680.000	0	20.42	0	36.73
1+690.000	0	20.59	0	38.91
1+700.000	0	20.57	0	40.57
1+710.000	0	20.69	0	43.24
1+720.000	0	21.2	0	45.41
1+730.000	0	21.52	0	46.02
1+740.000	0	21.28	0	48.99
1+750.000	0	21.05	0	54.12
1+760.000	0	21.05	0	58.46
1+770.000	0	21.11	0	62.85

1+780.000	0	21.28	0	66.65
1+790.000	0	21.44	0	69.18
1+800.000	0	21.49	0	71.05
1+810.000	0	21.44	0	74.79
1+820.000	0	21.32	0	80.24
1+830.000	0	21.22	0	83.9
1+840.000	0	21.18	0	85.06
1+850.000	0	21.14	0	86.83
1+860.000	0	21.09	0	91.66
1+870.000	0	21.1	0	99.39
1+880.000	0	21.22	0	106.57
1+890.000	0	21.48	0	113.34
1+900.000	0	21.89	0	116.81
1+910.000	0	22.06	0	118.92
1+920.000	0	21.9	0	122.75
1+930.000	0	21.75	0	124.75
1+940.000	0	21.69	0	127.04
1+950.000	0	21.71	0	128.48
1+960.000	0	21.77	0	129.75
1+970.000	0	22.15	0	131.62
1+980.000	0	22.81	0	132.53
1+990.000	0	23.1	0	130.71
2+000.000	0	22.92	0	126.58
2+010.000	0	22.75	0	122.46
2+020.000	0	22.67	0	118.44
2+030.000	0	22.34	0	112.83
2+040.000	0	21.94	0	106.2
2+050.000	0	21.79	0	100.09
2+060.000	0	21.68	0	93.5
2+070.000	0	21.39	0	86.07
2+080.000	0	21.03	0	79.21
2+090.000	0	20.74	0	71.51
2+100.000	0	20.42	0	63.08
2+110.000	0	19.96	0	55.13
2+120.000	0	19.56	0	47.05
2+130.000	0	19.49	0	39.09
2+140.000	0	19.65	0	31.59
2+150.000	0	19.91	0	25.31
2+160.000	0	20	0	19.3
2+180.000	0	39.54	0	19.76
2+200.000	0	38.76	0.41	4.24
2+220.000	0	38.07	7.11	0.48
2+240.000	0	37.37	18.34	0
2+260.000	0	36.69	25.17	0
2+280.000	0	36.12	26.33	0
2+300.000	0	35.47	24.37	0
2+320.000	0	35.2	20	0
2+340.000	0	34.76	15.47	0
2+360.000	0	33.67	11.53	0
2+380.000	0	32.6	7.01	0
2+400.000	0	31.62	2.61	0.79
2+420.000	0	30.91	0.09	6.57
2+440.000	0	30.38	0	14.83
2+460.000	0	29.83	0	24.71

2+480.000	0	28.84	0	32.43
2+500.000	0	28.68	0	34.32
2+520.000	0	28.24	0	37.03
2+540.000	0	26.52	0	39.26
2+560.000	0	25.92	0	39.72
2+580.000	0	25.8	0	40.9
2+600.000	0	25.08	0	41.25
2+620.000	0	24.46	0	39.3
2+640.000	0	23.9	0	38.94
2+660.000	0	23.35	0	40.7
2+680.000	0	23.22	0	39.28
2+700.000	0	22.35	0	36.7
2+720.000	0	21.6	0	33.9
2+740.000	0	20.87	0	30.2
2+760.000	0	19.95	0	28.19
2+780.000	0	16.59	0	23.13
2+800.000	0	16.12	0	20.71
2+820.000	0	18.76	0	21.28
2+840.000	0	18.17	0	17.8
2+860.000	0	17.55	0	12.62
2+880.000	0	17.39	0	8.09
2+900.000	0	16.7	0	5.26
2+920.000	0	16.68	0.16	3.44
2+940.000	0	16.69	0.56	1.53
2+960.000	0	15.53	2.54	0.07
2+980.000	0	15.03	5.26	0.02
3+000.000	0	14.58	4.84	0.01
3+020.000	0	14.16	3.69	0
3+040.000	0	14.02	5.39	0
3+060.000	0	13.31	6.83	0
3+080.000	0	12.89	5.78	0
3+100.000	0	12.93	4.49	0
3+120.000	0	12.63	4.66	0
3+140.000	0	11.86	3.57	0
3+160.000	0	11.43	1.42	0.05
3+180.000	0	11.48	0.39	2.96
3+200.000	0	11.46	0	5.43
3+220.000	0	11.1	0	7.04
3+240.000	0	10.33	0	9.05
3+260.000	0	9.88	0	10.67
3+280.000	0	9.29	0	12.97
3+300.000	0	6.66	0	13.09
3+320.000	0	6.47	0	14.55
3+340.000	0	8.42	0	16.99
3+360.000	0	8.67	0	19.21
3+380.000	0	8.55	0	20.14
3+400.000	0	7.89	0	17.92
3+420.000	0	7.15	0	16.07
3+440.000	0	6.52	0	14.58
3+460.000	0	6.51	0	12.87
3+480.000	0	6.98	0	10.93
3+500.000	0	6.81	0	8.85
3+520.000	0	6.28	0	6.66
3+540.000	0	6.11	0.18	2.97

3+560.000	0	6.11	1.3	0.29
3+580.000	0	6.13	4.31	0
3+600.000	0	6.16	6.92	0
3+620.000	0	6.19	8.31	0
3+640.000	0	6.21	9.09	0
3+660.000	0	6.22	7.54	0
3+680.000	0	6.19	6.08	0
3+700.000	0	6.18	3.6	0
3+720.000	0	6.19	1.17	0
3+740.000	0	6.2	0.64	0.76
3+760.000	0	6.21	0.88	0.76
3+780.000	0	6.19	1.26	0.19
3+800.000	0	6.17	0.39	0.42
3+820.000	0	6.17	1.37	0.23
3+840.000	0	6.16	2.7	0
3+860.000	0	6.15	2.86	0
3+880.000	0	5.61	2.78	0
3+900.000	0	5.58	2.44	0
3+920.000	0	6.09	2.17	0
3+940.000	0	6.12	1.62	0.04
3+960.000	0	6.11	1.05	0.15
3+980.000	0	6.02	0.44	1.1
4+000.000	0	5.04	0.29	1.02
4+020.000	0	3.4	0.79	0.02
4+040.000	0	2.72	0.84	0.17
4+050.000	0	1.39	0.18	0.93
4+060.000	0	1.41	0.02	1.62
4+070.000	0	1.41	0	1.49
4+080.000	0	1.4	0	1.27
4+090.000	0	1.4	0	1.26
4+100.000	0	1.42	0.04	1.15
4+110.000	0	1.29	0.63	0.44
4+120.000	0	0.9	1	0.09
4+130.000	0	0.43	1.97	0.09
4+132.298	0	0.04	0.65	0
TOTAL	451.32	3407.37	1830.39	5621.9

Fuente: Reporte de volúmenes de AutoCAD Civil 3D.

TABLA 58. Resumen de volúmenes entre superficies de Estación Total y GNSS Diferencial.

RESUMEN DE VOLUMENES COMPARADOS (Estación Total – GNSS Diferencial)						
Nombre	Favor de corte	Factor de relleno	Área	Corte (m3)	Relleno (m3)	Volumen neto (m3)
Superficie en comparativa	1.000	1.000	29860.81	451.32	3407.37	2,956.05

Fuente: Reporte AutoCAD Civil 3D.

TABLA 59. Resumen de volúmenes entre superficies de Dron y GNSS Diferencial.

RESUMEN DE VOLUMENES COMPARADOS (Dron – GNSS Diferencial)						
Nombre	Favor de corte	Factor de relleno	Área	Corte (m3)	Relleno (m3)	Volumen neto (m3)
Superficie en comparativa	1.000	1.000	30156.79	1830.39	5621.9	3,791.51

Fuente: Reporte AutoCAD Civil 3D.

INTERPRETACIÓN I8:

De la tabla 57 se puede entender que los valores de corte y relleno de la comparativa Estación Total – GNSS es menor a la comparativa Dron - GNSS, por lo que se da a entender que los valores de la primera contrastación son más precisos. En cuanto a la comparación de volúmenes de corte y relleno, el Dron incrementó las cantidades en 405.85% y 164.99% respectivamente en relación a los resultados de la Estación Total. Desde el punto de vista de los autores, esta diferencia se debe a que la superficie generada por Dron, debido a una masa de puntos más concentrada, existieron sobreposiciones de puntos que hicieron que la superficie estuviera algunas unidades de elevación más de la que debía, esto sumado a la longitud del tramo, genera un volumen acumulativo adicional.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 8:

A continuación, planteamos las siguientes hipótesis:

H₀: No existe diferencia significativa de volúmenes de corte y relleno entre las superficies comparativas generadas por Estación Total – GNSS y Dron - GNSS

H₁: Existe diferencia significativa de volúmenes de corte y relleno entre las superficies comparativas generadas por Estación Total – GNSS y Dron - GNSS

Respecto al porcentaje de error consideraremos un 5% ($\alpha=0.05$) Seguidamente procederemos a escoger el tipo de prueba “T de Student” adecuada para la hipótesis planteada, para ello tendremos en cuenta la Tabla 22.

Debido a que el estudio es Longitudinal con la medida de 2 muestras relacionadas, y al tratarse de pruebas paramétricas (numéricas), se optó por la prueba “T de Student para muestras relacionadas o emparejadas”.

Seguidamente corroboraremos la “Normalidad” de la variable (numérica).

Para determinar la normalidad tenemos 2 tipos de pruebas:

- Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes (>30 individuos)
- Shapiro Wilk para muestras pequeñas (<30 individuos)

Donde plantearemos las siguientes hipótesis para determinar la Normalidad:

- P-valor $\Rightarrow \alpha$ Acepta H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.
- P-valor $< \alpha$ Acepta H_1 = Los datos NO provienen de una distribución normal.

La información se procesó en el software SPSS, obtenemos lo siguiente:

TABLA 60. Resultados de prueba de normalidad del Indicador 8.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CORTE.ET	,461	258	,000	,374	258	,000
RELLENO.ET	,148	258	,000	,923	258	,000
CORTE.DRON	,295	258	,000	,608	258	,000
RELLENO.DRON	,265	258	,000	,676	258	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla 60 se puede entender que ninguna de las variables presenta normalidad, de acuerdo a la prueba de Kolmogorov-Smirnova al tratarse de muestras mayor a 30. Se procederá a hacer la prueba estadística de Wilcoxon debido a que todos los valores de significancia resultaron menores a “0.05”:

TABLA 61. Prueba de Wilcoxon del Indicador 8 (Diferencias en volúmenes de cortes).

Estadísticos de prueba^a	
	CORTE.DRON - CORTE.ET
Z	-8,021 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración Propia.

TABLA 62. Prueba de Wilcoxon del Indicador 8 (Diferencias en volúmenes de relleno).

Estadísticos de prueba ^a	
	RELLENO.DRON - RELLENO.ET
Z	-2,055 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,040
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración Propia.

De la Tabla 61 y 62, obtenemos que:

- **P-valor= 0.000 < α = 0.05**
- **P-valor= 0.040 < α = 0.05**

Concluimos que hay una diferencia significativa entre los volúmenes de corte y relleno producto de la comparación de superficies de Estación Total- GNSS y Dron-GNSS. Por lo que podemos afirmar que la generación del modelo digital por Estación Total presenta un mayor grado de precisión que el conseguido por Dron.

V. DISCUSIÓN

INDICADOR 1: Precisión altimétrica de coordenadas verticales por MDT.

En cuanto a los resultados referenciales presentados por Hinostroza (2021), en su investigación titulada “Evaluación de errores máximos permisibles entre levantamiento topográfico empleando dron y sistema de posicionamiento global diferencial”, al comparar los valores absolutos de los promedios de diferencia de elevaciones entre la presente investigación y la referencial se obtuvieron los valores 0.135 m. y 0.42 m. respectivamente, siendo la diferencia entre estos valores 0.285 m. Esto demuestra que los resultados obtenidos para el “Indicador 1” son más precisos por contar con un menor promedio en comparación al referencial, sin embargo, los valores de estos, de acuerdo a la prueba estadística aplicada, son valores con diferencias significativas respecto a los valores referenciales (valores de GNSS Diferencial) y no se consideran con precisión aceptable.

INDICADOR 2: Precisión altimétrica de coordenadas verticales por Estación Total.

Los resultados referenciales presentados por Mactzul (2018), en su investigación titulada “Análisis comparativo de levantamientos altimétricos por GPS, Estación Total y Método de nivelación diferencial” presenta que con relación a la precisión del levantamiento con este método se obtuvo un error absoluto de + 0,007 m y el error relativo porcentual fue de + 0,0005 %, el signo más significa que el dato obtenido con el instrumento estuvo arriba del dato real. Al comparar los valores absolutos de los promedios de diferencia de elevaciones entre la presente investigación y la referencial se obtuvieron los valores 0.167 m. y 0.007 m. respectivamente, siendo la diferencia entre estos valores 0.160 m. Esta diferencia significativa de alturas puede deberse al hecho de que en la investigación referencial se trabajó sobre un terreno sin mucho desnivel y longitud de tramo menor al presente (desnivel máximo de investigación referencial = 21.8 m en 2.984 km; desnivel máximo de investigación presente = 102.2 m. en 4.00 km) disminuyendo así la posibilidad de generar errores por cambios de estación durante la etapa de levantamiento.

Esto es indicativo de que los resultados obtenidos para el “Indicador 2” son menos precisos en comparación al referencial, además, los valores de estos, de acuerdo

a la prueba estadística aplicada, son valores con diferencias significativas respecto a los valores referenciales (valores de GNSS Diferencial) y no son precisos.

INDICADOR 3: Precisión altimétrica de coordenadas verticales por Nivelación Geométrica Compuesta.

Los resultados referenciales presentados por Mactzul (2018), en su investigación titulada “Análisis comparativo de levantamientos altimétricos por GPS, Estación Total y Método de nivelación diferencial” realizándose dentro del campus de la Universidad de San Carlos Guatemala, se obtuvieron erros absolutos de desviación de 0.02.m. mediante la nivelación diferencial, en cuanto a los resultados del indicador 3 fue de -0.105 m. Esta comparación muestra una diferencia entre los resultados de 8.5 cm, existiendo una diferencia notable entre resultados, se puede deducir que esta diferencia se debe a que en la presente investigación el tramo fue mayor en longitud con mayor diferencia entre los niveles de inicio y final (102.2 m.) lo que implica realizar mayores cambios de estación de equipo que generarían un error acumulativo con forme se va avanzando.

INDICADOR 4: Precisión planimetría de coordenadas horizontales por MDT.

Los resultados referenciales presentados por Jiménez, Magaña y Soriano (2019), en su investigación titulada “Análisis comparativo entre levantamientos topográfico con estación total como método directo y el uso de drones y GPS como método indirecto” se obtuvo que la mayor desviación existente entre dron y GNSS fue: Este=0.038m. y en Norte=0.041m, a comparación de los resultados presentados por el indicador 4 que fueron: Este=-0.084m y Norte=-0.140m (mayores desviaciones), y en el promedio Este=-0.006m y Norte=-0.013m, podemos interpretar que se obtuvieron mayores desviaciones tras el análisis de resultados en comparación a la tesis referencial, sin embargo el valor promedio de las desviaciones obtenidas resultan menor a las conseguidas por los autores Jiménez, Magaña y Soriano.

INDICADOR 5: Precisión planimetría de coordenadas horizontales por Estación Total.

Los resultados referenciales presentados por Vizcarra y Vizcarra (2019), en su investigación titulada “Comparación de control topográfico, replanteo en la

construcción, presa relaves con estación total y GPS Diferencial en tiempo real (RTK), Minera Las Bambas-Apurímac” mostro que la diferencia en las elevaciones de replanteo es en un rango de 0 a 12mm en norte y de 1 a 14mm en este, donde los reputados del indicador 5 muestran rangos de 0 a 227mm e norte y de 0 a 299 mm en este, siendo los presentados en los resultados el doble en comparación a la tesis referencial. Sin embargo, en cuanto a la conclusión del indicador, los autores han determinado que no existe una diferencia significativa en la obtención de coordenadas planimétricas con Estación Total.

INDICADOR 6: Alineamiento horizontal del eje de progresivas

Los resultados referenciales presentados por Tarazona (2008), en su investigación titulada “Diseño Geométrico de la Carretera Sayan – Acotama con datos de campo tomados con GPS” el análisis de recolección de datos muestra un error promedio de 10 cm (norte y este) para una distancia de tramo de carretera de 6km, en cuanto a la presentado en el indicador 6 el error es de 2.2 cm en norte y 18.8 cm en este en relación de los resultados que brinda la comparación Estación total y GNSS diferencial para un tramo de carretera de 4 km. Mostrando que en norte le errores es menor y en el este mayor que el valor de la investigación referencial.

INDICADOR 7: Alineamiento vertical longitudinal

Los resultados referenciales presentados por Cabada (2019), en su investigación titulada “Evaluación de precisión y costo en un levantamiento topográfico con estación total y aeronave pilotada remotamente (RPA-Dron) en el centro poblado Cashapampa – Cajamarca 2018” en cuyos resultados se determinaron que la implementación de dron diferencia de coordenadas de 0.003m en elevación siendo más precisa que la estación con 0.154 de error. En contraste a los obtenidos en esta investigación muestra la desviación de 0.061 m con dron y de 0.091 m con estación. En ambos casos los resultados indican que el dron da mayor precisión.

INDICADOR 8: Volúmenes de modelos digitales de Estación Total y MDT (Dron)

Como base a comparar, León (2018), en su investigación titulada “Uso de cuatro métodos topográfico de recolección de datos con el objetivo de evaluar la precisión y costos de cada uno, caso real taludes de la vía E35 Colibri - Pifo, sector km20 –

km²⁴” determino que los volúmenes generados por estación total son más semejantes a los obtenidos por el GNSS diferencial en modo RTK que el dron, en diferencia de vol. de relleno: 1267.43 m³ (Estación total) < 163612.46 m³ (Dron), y en diferencia de col. de corte: 3748.89 m³ (Estación total) < 301680.73 m³ (Dron). La conclusión de la investigación referencial respecto a la presentada coincide en que la estación total genera un volumen de superficie más aceptable, como lo muestran los resultados del indicador 8 donde diferencia de vol. de relleno: 3407.37 m³ (Estación total) < 5621.90 m³ (Dron), y en diferencia de col. de corte: 451.32 m³ (Estación total) < 1830.39 m³ (Dron).

VI. CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN 1.

Por lo presentado en la tabla 21, las **coordenadas verticales obtenidas por MDT** NO son de precisión aceptable dado que los valores de las diferencias de cotas respecto a la data referencial oscilan entre 0.029 m. a -0.306 m. con un promedio de -0.135 m. según la tabla 21, y se reafirma la diferencia significativa entre el MDT y los datos de GNSS mediante la prueba estadística con el P valor=0.012 siendo menor $\alpha = 0.05$. Se puede concluir que los modelos digitales (MDT) generados a partir de levantamiento con dron no generan coordenadas verticales precisas.

CONCLUSIÓN 2.

En la presente investigación se ha determinado que las **coordenadas verticales obtenidas por Estación total** NO son de precisión aceptable dado que los valores de las diferencias de cotas respecto a la data referencial oscilan entre -0.322 m. a 0.000 m. con un promedio de -0.167 m. según la tabla 26, y se reafirma la diferencia significativa entre los datos de la Estación Total y del GNSS mediante la prueba estadística con el P valor=0.003 siendo menor $\alpha = 0.05$. Se concluye que los puntos generados a partir de levantamiento con estación total no generan coordenadas verticales precisas para Puntos de control.

CONCLUSIÓN 3.

En la presente investigación se ha determinado que las **coordenadas verticales obtenidas mediante el método Nivelación Geométrica** son de precisión aceptable dado que los valores de las diferencias de cotas respecto a la data referencial oscilan entre -0.275 m. a 0.099 m. con un promedio de -0.105 m. según la tabla 30, y se niega la diferencia significativa entre los datos de la Nivelación Geométrica Compuesta y del GNSS mediante la prueba estadística con el P valor=0.061 siendo mayor $\alpha = 0.05$. Se concluye que las cotas dadas por el nivel Topográfico logran el mayor grado de precisión vertical a diferencia de otras metodologías.

CONCLUSIÓN 4.

En la presente investigación se ha determinado que las **coordenadas planimétricas obtenidas a partir de un MDT** alcanzan un alto nivel de precisión

dado a que los valores de la diferencia de coordenadas respecto a la data respecto al Norte oscilan entre -0.027 m. a 0.140 m. con un promedio de 0.013 m., y en el Este oscilan entre -0.084 m. a 0.067 m. con un promedio de 0.006 m. Según se muestra en la tabla 34, y tras el estudio estadístico se demostró que no existe diferencia significativa de los datos referenciales, donde los P-valor (Norte= 0.401 y P-valor (Este) = 0.272 son mayores a " $\alpha = 0.05$ ". Por ende, se acepta que el método de levantamiento con Dron generando un MDT brinda coordenadas planimétricas de alta precisión.

CONCLUSIÓN 5.

En la presente investigación se ha determinado que las **coordenadas planimétricas obtenidas con Estación Total** alcanzan un alto nivel de precisión dado a que los valores de la diferencia de coordenadas respecto a la data respecto al Norte oscilan entre -0.056 m. a 0.227 m. con un promedio de 0.056 m., y en el Este oscilan entre -0.045 m. a 0.299 m. con un promedio de 0.044 m. Según se muestra en la tabla 40, y tras el estudio estadístico se demostró no existe diferencia significativa de los datos referenciales donde los P-valor (Norte)= 0.107 y P-valor (Este) = 0.674 son mayores a " $\alpha = 0.05$ ". Por ende, se acepta que el método de levantamiento con Estación Total brinda coordenadas planimétricas de alta precisión.

CONCLUSIÓN 6.

En la presente investigación se ha determinado que el **Alineamiento horizontal de eje** obtenida por medición con estación total alcanzan un mejor nivel de precisión norte con 0.022 m. de desviación promedio (<0.078 m. de desviación promedio obtenido por Dron), el Modelo digital de Terreno alcanzo mejor presión este con 0.011m de desviación promedio (<0.188 m. de desviación promedio obtenido por Estación Total), y tras el estudio estadístico se demostró no existe diferencia significativa de los datos referenciales donde para la Estación Total los P-valor (Norte)= 0.798 y P-valor (Este)= 0.050 son mayor e iguales a " $\alpha = 0.05$ "; y para el Dron los P-valor (Norte)= 0.314 y P-valor (Este)= 0.856 son mayores a " $\alpha = 0.05$ ". Por ende, se acepta que el método de levantamiento con Estación Total y MDT

(generado por dron) brindan ambos datos precisos en la medición del alineamiento del eje de la carretera.

CONCLUSIÓN 7.

En la presente investigación se ha determinado que el **Alineamiento vertical longitudinal** obtenida por medición con del Modelo Digital de Terreno por Dron alcanzan un mejor nivel de precisión de cotas con 0.061 m. de desviación vertical promedio en comparación a la desviación promedio de 0.091 m de la Estación Total, y tras el estudio estadístico se demostró no existe diferencia significativa de los datos referenciales donde los P-valor (Estación total) = 0.090 y P-valor (Dron) = 0.214 son mayores a " $\alpha = 0.05$ ". Por ende, se acepta que el método de levantamiento con Estación Total y MDT (generado por dron) brindan ambos datos precisos en la medición del alineamiento vertical longitudinal de la carretera.

CONCLUSIÓN 8.

En la presente investigación se ha determinado que los **Volúmenes de modelos digitales** de corte y relleno obtenidos por Estación total son más preciso que la superficie generada por Dron, ya que se detectó que los valores del modelo digital del dron fueron mayores en 405.85% en corte y 164.99% en relleno a los obtenidos por el equipo convencional. Por parte de las pruebas estadísticas se obtuvieron que los valores de P-valor (Dron) = 0.000 y P-valor (Estación Total) = 0.040 son menores a " $\alpha = 0.05$ ", y se concluyó que entre las dos metodologías existe una diferencia significativa, donde la superficie generada por estación total resulta más precisa y parecida la superficie generada por GNSS Diferencial.

CONCLUSIÓN GENERAL.

Tras el análisis de los resultados obtenidos de cada indicador se puede concluir que en cuanto a la dimensión "Precisión Altimétrica", la metodología que presenta mayor grado de precisión respecto a la obtención de cotas de elevación es la de Nivelación Geométrica Compuesta, en cuanto a la dimensión "Precisión Planimétrica" destaca la metodología de levantamiento con Dron debido a que muestra diferencias de coordenadas Norte y Este son mínimas, además se le suman las ventajas y facilidades que este brinda en el procedimiento para obtener puntos de superficie (menor tiempo empleado y relativos costos bajos en relación

al método de levantamiento convencional con estación total). En relación a la precisión del levantamiento del alineamiento de la carretera destaca el equipo convencional de Estación Total y respecto a la presión en el modelamiento digital de superficies el obtenido tras el levantamiento con Estación total marco un resultado con mayor semejanza al a superficie del GNSS. Por lo previamente expuesto y basados en los resultados, el uso de equipos convencionales (Estación total y Nivel topográfico) en obras de vías y carreteras resulta las metodologías más efectivas y viables al querer recopilar información más precisa.

VII. RECOMENDACIONES

- En relación a la obtención de coordenadas verticales mediante un Modelo Digital de Terreno generados a partir de Fotogramétrica con Dron, se recomienda su aplicación en la generación de superficies para estudios topográficos preliminares de carreteras en tramos recomendables de 4 km con un terreno libre de obstáculos (vegetación o construcciones de gran tamaño), ya que la data altimétrica obtenida llega a ser precisión centimétrica siempre que se cumplan esas condiciones.
- Durante el levantamiento topográfico de puntos tanto horizontales como verticales con estación total se recomienda llevar a cabo un procedimiento cuidadoso y con cautela en el campo, procurando que la superficie donde se estaciona el equipo sea lo suficientemente firme y libre de obstáculos que puedan contribuir a desnivelar la estación, tener en cuenta que al tratarse de un levantamiento y medición de puntos en largas distancias, los errores producto de una mala nivelación pueden afectar significativamente la precisión con la que las coordenadas son almacenadas. Además, se recomienda previo al levantamiento verificar las condiciones meteorológicas como iluminación solar, ondas de calor y vientos, y que estos de preferencia sean en días nublados o de baja intensidad luminosa y vientos suaves, ya que la presencia de estos factores en condiciones extremas afecta severamente la recopilación de información.
- Con respecto al establecimiento de puntos de control de alta precisión vertical (Bancos de niveles) para el control de cotas en el desarrollo de una carretera, se recomienda el uso de la metodología Nivelación Geométrica con Nivel Topográfico partiendo desde un punto conocido como lo son los Puntos Geodésicos, siguiendo el adecuado procedimiento de levantamiento y compensación de errores; adicionalmente se sugiere el uso de un Nivel Electrónico para mitigar los errores humanos que pueden presentarse tales como son la lectura de cotas y su registro para mejorar la precisión del trabajo.

- Respecto a la obtención de puntos de control horizontales o planimétricos para controlar el desarrollo del alineamiento de carreteras en construcción, se recomienda la metodología convencional mediante la implementación de Estación Total, ya que, si bien el uso de dron demostró un alto grado de precisión en cuanto a coordenadas planimetrías, solo el uso de Estación Total permite la materialización de coordenadas sobre puntos fijos (BMs) que permitirán el control constante en obras.
- Para la obtención de puntos de control horizontales, el uso de un MDT procesado según los datos de un Dron se recomienda su aplicación en la obtención de coordenadas horizontales de vértices o ejes.
- Se recomienda que en el levantamiento horizontales y verticales del alineamiento de carreteras el uso de dron siempre y cuando la superficie objetivo no presente un elevado grado de desnivel, como el presentado en la investigación (100 m)
- Se recomienda que en el levantamiento horizontales y verticales del alineamiento de carreteras el uso la Estación total cuando la superficie de interés presente una topografía más accidentada, y que previo a estos trabajos se establezca una red de BMs enlazados a puntos geodésico, en el caso de carreteras estos BMs, se sugiere que estén ubicados a distancias de 500m según la norma DG-2018.
- Respecto a la comparación de superficies y diferencia de volúmenes existentes entre las superficies generadas por un MDT y un levantamiento con estación total, se recomienda la aplicación de drones para un estudio previo de movimientos de tierra en zonas de difícil acceso y sin presencia de vegetación, debido a que las diferencias pueden a ser muy similares en relación a la de la estación total, sin embargo en cuanto a controles de movientes de tierra constantes durante la ejecución de obra, es recomendable que predomine el uso de estación total debido a que en un escenario de avance de obra permite controlar los movimientos de tierras

entre fechas además de que resulta más accesible una superficie sin irregularidad como lo son generalmente durante la ejecución de alguna obra.

REFERENCIAS

SIMON CARRANCO, JOSÉ TUXPAN, JOSE RAMOS, VSEVOLOD YUTSIS, SONIA TORRES, JANETE MORAN. *Aplicación de GPS diferencial para el monitoreo de movimientos en el terreno.* Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016. Artículo.

MACTZUL XICAY, ANSELMO ENRIQUE VIDAL. *Análisis comparativo de levantamiento altimétrico por GPS, estación total y método de nivelación diferencial.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018. Tesis de investigación.

CABADA QUILICHE, JAN JHOEL. *Evaluación de precisión y costo en un levantamiento topográfico con estación total y aeronave pilotada remotamente (RPA-Dron) en el centro poblado Cashpampa – Cajamarca 2018.* Cajamarca-Perú: Universidad Privada del Norte, 2018. Tesis de investigación.

PORTA INGA, JAMES ESAÚ. *Evaluación de la precisión del proyecto con el método medición del levantamiento topográfico con estación Topcon del COAR Chupaca 2016.* Huancayo-Perú 2017. Tesis de investigación.

DE LEON MORG, MARCO ANTONIO. *Ética en la Ingeniería Civil.* Tapachula: s.n., 2015. Pag.01

ARIAS GONZALES, JOSE LUIS. *Técnicas e instrumentos de investigación científica.* 1ra ed. Arequipa-Perú: Enfoques Consulting EIRL, 2020. pag.152. ISBN 978-612-48444-0-9.

SUPO, JOSE. *Como elegir una muestra.* 1ra ed. Arequipa-Perú: Bioestadístico EIRL, 2014. Pág. 7, 160. ISBN 978-1493718658.

BERNAL, Cesar. *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales.* 3.^a ed. Colombia: Pearson educación, 2010. 320 pp. ISBN: 9789586991285

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la Investigación*. 6.º ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2014. Pág.95, 151. ISBN 978-1-4562-2396-0

CAMPOS Y CAVARRUBIAS, Guillermo, LULE MARTINEZ, Nallely Emma. *La observación, un método para el estudio de la realidad*. No 13. México D.F.: Universidad La Salle Pachuca, 2012. Pág.49. ISSN 1870-6703

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. *Norma DGE “Especificaciones Técnicas para Levantamiento Topográficos para Electrificación Rural”, Perú, 2003. Pág. 15.*

Ministerio De Transportes y Comunicaciones. *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico. DG-2018.* Lima: 2018. Pag 210.

Ministerio De Transportes y Comunicaciones. *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico. DG-2014.* Lima: 2014.

PEÑAFIEL, JAVIER Y ZAYAS, JORGE. *Fundamentos del Sistema GPS y Aplicación en la Topografía*. 1º ed. Madrid-España: Colegio Oficial de Ingeniero Técnico en topografía, 2001. Pag.68-72.

GARCÍA A., ROSIQUE M., SEGADO F. *Topografía básica para Ingenieros*. 1º ed. España: Universidad de Murcia,1994. ISBN 84-7684-568-568-5.

DARIO FERNANDEZ, WILMAR. *Mejor de la precisión planimétrica y altimétrica en levantamientos topográficos urbanos en Bogotá*. Abril Ed. Bogotá: Studiositas, 2009. Pág. 16-17. ISSN 222215-728X.

DE LUIS RUIZ, JULIO MANUEL Y PERADA GARCIA, RAUL. *Topografía Aplicada a la Ingeniería*. Cantabria: Universidad de Cantabria.

QUIROS ROSADO, ELIA. *Introducción a la fotogrametría y Cartografía aplicada a la Ingeniería Civil*. 1º ed. Cáceres, España: Universidad de Extremadura, 2014. ISBN 978-84-697-1317-4

GARCÍA Antonio, ROSIQUE Manuel y SEGADO Francisco. *Topografía básica para ingenieros*. [s.l.]: Universidad de Murcia, 1994. 273 pp. ISBN: 8476845685

CAVALAGLI, Nicola, GIOFFRE, Massimiliano, GRASSI, Silva, GUSELLA, Vittorio, PEPI, Chiara, VOLPI, Gian Marco. *On the accuracy of UAV photogrammetric survey for the evaluation of historic masonry structural damage.* Italia: Department of Civil and Environmental Engineering, University of Perugia, 2020.

MARKOVIC, Marko, BATILOVIC, Mehmed, KUZMIC, Tajana y SABADOS, Igor. *Comparative analysis of geometric levelling and static gnss surveying methods for the development of one-dimensional micro-network.* SERBIA: ResarchGate, 2019. Pag 1006-1007.

BRUNA REMIRO, FRANCISO JAVIER. *Análisis experimental del simulador de conducción UPV-DGT para la evaluación de conductores con discapacidades severas que conducen con Joysticks de 4 vías.* España: Universidad politécnica de Valencia, 2015. Pag 28.

STAMP, Jimmy. *Unmanned Drones Have Been Around Since World War I.* Revista Smithsonian [en línea]. Febrero 2013.

PINEDA Elia, ALVARADO Elva y CANALES Francisca. *Metodología de la Investigación.* 2.a ed. E.U.A: Organización panamericana de la salud, 1994. 110 pp. ISBN: 9275321353

FELICÍSIMO, Ángel. *Modelos Digitales del Terreno Introducción y Aplicaciones en las Ciencias Ambientales.* Oviedo: [s.n.], 1994. 117 pp. ISBN: 8478484752

LOPEZ, Serafín, "et al". *Topografía. 2.a ed.* Madrid: Ediciones mundi-prensa, 1996. 474 pp. ISBN: 8471146339.

SMITH, Heather, 2020. *Geographic vs Projected Coordinate Systems.* En: ArcGIS Blog [en línea]. Disponible en: https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-pro/mapping/gcs_vs_pcs/ [consulta: 2 febrero 2022].

SERRATO Karin. *Referencias y proyección empleadas en la cartografía colombiana. Perspectiva Geográfica* [en línea]. Vol. 14. marzo 2011. [Fecha de consulta: 1 febrero 2022]. ISSN: 0123-3769

RENARD, Eduardo. *Modelado BIM con Autodesk Civil 3D.* [España]: Marcombo, 2021. 500 pp. ISBN: 9788426733931

ANEXOS

ANEXO N°1. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. Independiente	FOTOGRAMETRIA	NUBE DE PUNTOS (num)
¿En que medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?	Establecer como la fotogrametría y el uso de equipos convencionales influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022	La fotogrametría y el uso de equipos convencionales brindan una alta precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carretera, Ilo 2022	MÉTODOS DIRECTOS Y ALTERNATIVOS	GEOREFERENCIACION(m, msnm)	POLIGONIZACION (num)
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS GENERAL	V. Dependiente	MEDICION DIRECTA/CONVENCIONAL	PUNTOS DE CONTROL (m,msnm,num)
¿En que medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales en relación a las Coordenadas verticales obtenidas por MDT influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?	Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas verticales obtenidas por MDT influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	La fotogrametría y uso de equipos convencionales brindan una alta precisión respecto a las Coordenadas verticales obtenidas por MDT en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	PRECISION ALTIMETRICA	PRECISION ALTIMETRICA	COORDENADA VERTICAL POR MDT (msnm.)
¿En que medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas verticales obtenidas por Estacion Total aporta a la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?	Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas verticales obtenidas por Estacion Total aporta a la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	La fotogrametría y uso de equipos convencionales presentan una alta precisión respecto a las Coordenadas verticales obtenidas por Estacion Total en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.			COORDENADA VERTICAL POR ESTACION TOTAL (msnm.)
¿En que medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Cotas verticales obtenidas mediante Nivelacion Geometrica Compuesta tienen impacto en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?	Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Cotas verticales obtenidas mediante Nivelacion Geometrica Compuesta tienen impacto en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	La fotogrametría y uso de equipos convencionales brindan una alta precisión respecto a las Cotas verticales obtenidas mediante Nivelacion Geometrica Compuesta en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.			COTAS VERTICALES MEDIANTE NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA (msnm.)
¿En que medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas Horizontales generadas por MDT influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?	Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas Horizontales generadas por MDT influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	La fotogrametría y uso de equipos convencionales brindan una alta precisión respecto a las Coordenadas Horizontales generadas por MDT en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	PRECISION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA EN EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS	PRECISION PLANIMETRICA	COORDENADAS HORIZONTALES POR MDT (m.)
¿En que medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas Horizontales conseguidas mediante Estacion Total influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?	Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a las Coordenadas Horizontales conseguidas mediante Estacion Total influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	La fotogrametría y uso de equipos convencionales brindan una alta precisión respecto a las Coordenadas Horizontales conseguidas mediante Estacion Total en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.			COORDENADAS HORIZONTALES POR ESTACION TOTAL (m.)
¿En que medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales en relación al Alineamiento horizontal del eje de Progresivas influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?	Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales en relación al Alineamiento horizontal del eje de Progresivas influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	La fotogrametría y uso de equipos convencionales brindan una alta precisión en relación al Alineamiento horizontal del eje de Progresivas en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.			ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE EJE (km.)
¿En que medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto al Alineamiento vertical longitudinal influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?	Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto al Alineamiento vertical longitudinal influyen en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	La fotogrametría y uso de equipos convencionales brindan una alta precisión respecto a la Alineamiento vertical longitudinal en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	ALINEAMIENTO DE CARRETERA	ALINEAMIENTO VERTICAL LONGITUDINAL (msnm)	
¿En que medida la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a la comparación de volumenes de modelado digital afecta la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022?	Establecer como la fotogrametría y uso de equipos convencionales respecto a la comparación de volumenes de modelado digital afecta la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	La fotogrametría y uso de equipos convencionales presentan diferencias mínimas de volumenes de modelado digital en la precisión planimétrica y altimétrica en el diseño geométrico de carreteras, Ilo 2022.	MODELAMIENTO DE SUPERFICIE	VOLUMENES DE MODELOS DIGITALES (m3)	

ANEXO N°2. Matriz de operacionalizacion

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
V. Independiente					
METODOS DIRECTOS Y ALTERNATIVOS	Los métodos indirectos o alternativo son aquellos métodos topográficos cuya nube de información del terreno se obtuve sin la interacción directa a la superficie; y los métodos directo son aquellos que requieren el contacto directo con el terreno para lograr obtener puntos de coordenadas	Para lograr hacer mediciones o generar informacion de la superficie se aplican los distintos metodos topograficos, los mas comunes a emplear son los metodos directos que se logra por lo general con estacion total y nivel de ingeniero, sin embargo el uso de drones en el desarrollo de obras viales plantea una interesante alternativa a considerar para llevar acabo actividades tales como levantamientos o control.	FOTOGRAMETRIA	NUBE DE PUNTOS (num)	RAZON
				GEOREFERENCIACION(m, msnm)	RAZON
			MEDICION DIRECTA/CONVENCIONAL	POLIGONIZACION (num)	RAZON
				PUNTOS DE CONTROL (m,msnm,num)	RAZON
V. Dependiente					
PRECISION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA EN EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS	La precisión planimétrica debe aplicarse en la densificación de las redes y ajustándose a levantamientos de orden mayor, mientras que la precisión altimétrica está dada por la nivelación y contra nivelación partiendo de un BM y cerrando en la misma para corrobora el error durante el proceso de medición	La informacion procesada producto de la aplicación de metodos directos o alternativo/indirectos es representada en su forma mas simple como coordendas, sin embargo aquella data obtenida con drones o equipos convencionales no es agena a plasmar errores, sobre todo cuando las dimensiones de la superficie son grandes (en caso de obras viales) por ende la planimetria y altimetria se ve afectada generando un grado de desconfianza, cosa que afectara las actividades de tales obras.	PRECISION ALTIMETRICA	COORDENADA VERTICAL POR MDT (m, msnm.)	RAZON
				COORDENADA VERTICAL POR ESTACION TOTAL (m, msnm.)	RAZON
				COTAS VERTICALES POR NIVELACION GEOMETRICA COMPUESTA (m, msnm.)	RAZON
			PRECISION PLANIMETRICA	COORDENDAS HORIZONTALES POR MDT (m.)	RAZON
				COORDENDAS HORIZONTALES POR ESTACION TOTAL (m.)	RAZON
			ALINEAMIENTO DE CARRETERA	ALINEAMIENTO HORIZONTAL DEL EJE (km.)	RAZON
				ALINEAMIENTO VERTICAL LONGITUDINAL (msnm)	RAZON
			MODELAMIENTO DE SUPERFICIE	VOLUMENES DE MODELOS DIGITALES (m3)	RAZON

ANEXO N°3. Ficha de validación 1

Ficha Técnica de validación de la propuesta didáctica.

FICHA DE VALIDACION DE LA PROPUESTA

I. INFORMACION GENERAL

1.1. Cargo o función: Docente Universitario

II. ASPECTOS DE VALIDACION

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X), según la calificación que asigne a cada uno de los indicadores.

1. **Deficiente** (si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador)
2. **Regular** (si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador)
3. **Buena** (si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador)

Aspectos de validación del instrumento		1	2	3	Observaciones/ Sugerencias
Criterios	Indicadores	D	R	B	
• PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en la variable y sus dimensiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que lo mide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• OBJETIVIDAD	Los ítems se expresan en comportamientos y acciones observables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ESTRUCTURA	Los FUNDAMENTOS del Aporte cuenta con sustentos alineados a la temática y la investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Existe coherencia entre el DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL del fenómeno que se estudia, los ítems de los instrumentos y los objetivos de mismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	La PLANEACION DE LAS ETAPAS Y OBJETIVOS del modelo está dirigido al logro de los objetivos centrales y las etapas planeadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Lo planeado en la evaluación de los logros es coherente con las acciones y actividades propuestas para valorar el cambio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CONTEO TOTAL (Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)					
		C	B	A	Total

Coefficiente de validez: $\frac{A + B + C}{30} = 1$

Intervalos	Resultados
0.00 - 0.49	Validez nula
0.50 - 0.59	Validez muy baja
0.60 - 0.69	Validez baja
0.70 - 0.79	Validez aceptable
0.80 - 0.89	Validez buena
0.90 - 1.00	Validez muy buena

III. CALIFICACION GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado

Validez muy Buena.

DATOS INFORMATIVOS DEL VALIDADOR	
Profesión	<u>Docente Universitario</u>
Grado académico	<u>Ingeniero Civil - M.Sc. e Ingeniero Topógrafo y Agrimensor</u>
Experiencia laboral	<u>17 años</u>
DNI	<u>01309910</u>
Firma	 <u>M. Sc. Juan E. Camapaza Aguilar</u> INGENIERO CIVIL CIP N° 83924

ANEXO N°4. Ficha de validación 2

Ficha Técnica de validación de la propuesta didáctica.

FICHA DE VALIDACION DE LA PROPUESTA

I. INFORMACION GENERAL

1.1. Cargo o función:

Proyectista - Supervisor

II. ASPECTOS DE VALIDACION

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X), según la calificación que asigne a cada uno de los indicadores.

1. **Deficiente** (si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador)
2. **Regular** (si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador)
3. **Buena** (si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador)

Criterios	Aspectos de validación del instrumento Indicadores	1	2	3	Observaciones/ Sugerencias
		D	R	B	
• PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en la variable y sus dimensiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que lo mide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• OBJETIVIDAD	Los ítems se expresan en comportamientos y acciones observables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ESTRUCTURA	Los FUNDAMENTOS del Aporte cuenta con sustentos alineados a la temática y la investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Existe coherencia entre el DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL del fenómeno que se estudia, los ítems de los instrumentos y los objetivos de mismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	La PLANEACION DE LAS ETAPAS Y OBJETIVOS del modelo está dirigido al logro de los objetivos centrales y las etapas planeadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Lo planeado en la evaluación de los logros es coherente con las acciones y actividades propuestas para valorar el cambio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CONTEO TOTAL (Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)		C	B	A	Total

Coefficiente de validez:

$$\frac{A + B + C}{30} = 1.00$$

Intervalos	Resultados
0.00 - 0.49	Validez nula
0.50 - 0.59	Validez muy baja
0.60 - 0.69	Validez baja
0.70 - 0.79	Validez aceptable
0.80 - 0.89	Validez buena
0.90 - 1.00	Validez muy buena

III. CALIFICACION GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado

Validez muy buena

DATOS INFORMATIVOS DEL VALIDADOR

Profesión	<i>Proyectista Supervisor</i>
Grado académico	<i>Ingeniero Civil</i>
Experiencia laboral	<i>16 años</i>
DNI	<i>04439800</i>
Firma	



Christian Gerardo Rojas Flor
INGENIERO CIVIL
CIP 84925

ANEXO N°5. Ficha de validación 3

Ficha Técnica de validación de la propuesta didáctica.

FICHA DE VALIDACION DE LA PROPUESTA

I. INFORMACION GENERAL

1.1. Cargo o función:

Docente de Educación Superior

II. ASPECTOS DE VALIDACION

Revisar cada uno de los ítems del instrumento y marcar con un aspa dentro del recuadro (X), según la calificación que asigne a cada uno de los indicadores.

1. **Deficiente** (si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador)
2. **Regular** (si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador)
3. **Buena** (si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador)

Aspectos de validación del instrumento		1	2	3	Observaciones/ Sugerencias
Criterios	Indicadores	D	R	B	
• PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• COHERENCIA	Los ítems responden a lo que se debe medir en la variable y sus dimensiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONGRUENCIA	Los ítems son congruentes entre sí y con el concepto que lo mide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• SUFICIENCIA	Los ítems son suficientes en cantidad para medir la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• OBJETIVIDAD	Los ítems se expresan en comportamientos y acciones observables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CONSISTENCIA	Los ítems se han formulado en concordancia a los fundamentos teóricos de la variable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ORGANIZACIÓN	Los ítems están secuenciados y distribuidos de acuerdo a dimensiones e indicadores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• CLARIDAD	Los ítems están redactados en un lenguaje entendible para los sujetos a evaluar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• FORMATO	Los ítems están escritos respetando aspectos técnicos (tamaño de letra, espaciado, interlineado, nitidez)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• ESTRUCTURA	Los FUNDAMENTOS del Aporte cuenta con sustentos alineados a la temática y la investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Existe coherencia entre el DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL del fenómeno que se estudia, los ítems de los instrumentos y los objetivos de mismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	La PLANEACION DE LAS ETAPAS Y OBJETIVOS del modelo está dirigido al logro de los objetivos centrales y las etapas planeadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Lo planeado en la evaluación de los logros es coherente con las acciones y actividades propuestas para valorar el cambio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CONTEO TOTAL (Realizar el conteo de acuerdo a puntuaciones asignadas a cada indicador)		C	B	A	Total

Coefficiente de validez:

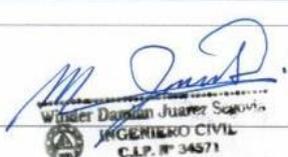
$$\frac{A + B + C}{30} = 1$$

Intervalos	Resultados
0.00 - 0.49	Validez nula
0.50 - 0.59	Validez muy baja
0.60 - 0.69	Validez baja
0.70 - 0.79	Validez aceptable
0.80 - 0.89	Validez buena
0.90 - 1.00	Validez muy buena

III. CALIFICACION GLOBAL

Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado

Validez muy Buena

DATOS INFORMATIVOS DEL VALIDADOR	
Profesión	<i>Docente de Educación Superior en la UJEM - Ito</i>
Grado académico	<i>Ingeniero Civil</i>
Experiencia laboral	<i>34 años</i>
DNI	<i>26609991</i>
Firma	 Winder Damián Juárez Sepúlveda INGENIERO CIVIL C.L.P. N° 34571

ANEXO N°14. Formulario de Información de la estación GNSS de rastreo permanente –MQ02

	INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO	
<u>FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE</u>		
0. DATOS GENERALES:		
Preparado por:	Departamento de Procesamiento Geodésico	
Realizado:	20 de Enero de 2022	
Versión:	3.1.0	
1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:		
Nombre:	Ilo	
Código Nacional:	MQ02	
Código Internacional:	42217M001	
Inscripción:	Placa de bronce	
Orden de la estación:	"0"	
Fecha de monumentación:	9 de abril de 2010	
2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:		
Departamento:	Moquegua	
Provincia:	Ilo	
Distrito:	Ilo	
Ubicación de la estación:	Municipalidad Provincial de Ilo	
CROQUIS DE UBICACIÓN		
		
FECHA: 21/12/2021 08:19 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO:R001-002364 MQ02 1 4		



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN:

Sistema de referencia: GRS80 / WGS84	Marco de referencia: ITRF2000
--------------------------------------	-------------------------------

3.1. GEODÉSICAS:

Latitud (S)	Longitud (O)
17°38'04.16468"	71°20'31.45546"
Altura Elipsoidal (m)	Factor de escala combinado
44.3643	1.000363123487

3.2. CARTESIANAS

X (m)	Y (m)	Z (m)
1945202.9799	-5760779.9849	-1919884.2509

3.3. UTM

Este (m)	Norte (m)
251499.5629	8048713.0368
Zona: 19 Sur	

4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS

4.1. RECEPTOR:

Modelo: NET R8 TRIMBLE, Doble frecuencia
N° de serie: 4906K34485
Versión del firmware: 4.41
Fecha de instalación: 21 de febrero de 2020
Ubicación del receptor: El receptor se encuentra dentro de un gabinete metálico color blanco humo empotrado a la pared, ubicada en el interior de la Oficina de Seguridad de la mencionada institución.

4.2. ANTENA:

Modelo: Zephyr Geodetic Model 2 (L1,L2) Trimble
N° de serie: 1440925287
Cubierta protectora: con domo
Medición de la antena: ARP (Base de soporte de la antena)
Altura de la antena: 0.0750 m
Fecha de instalación: 10 de abril de 2010
Ubicación de la antena: La antena se encuentra instalada sobre un monumento de concreto de color blanco de 1.8 m de alto y 40 cm x 40 cm de ancho, ubicada en el techo del segundo piso de la mencionada institución.

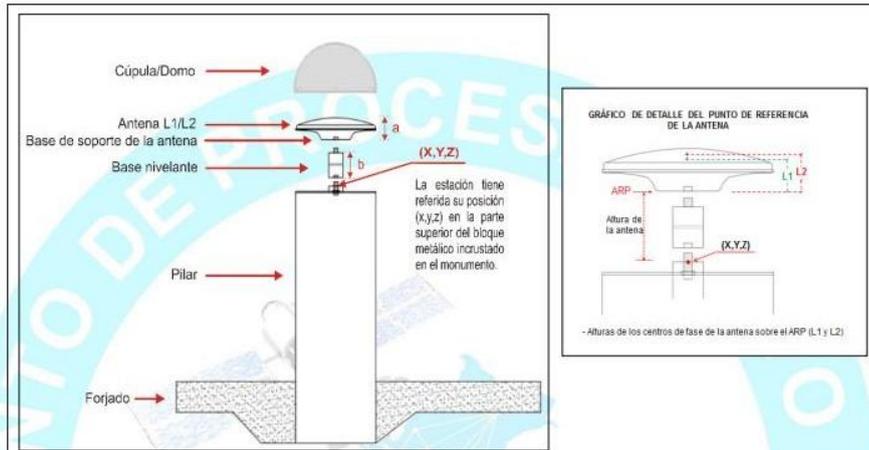


**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



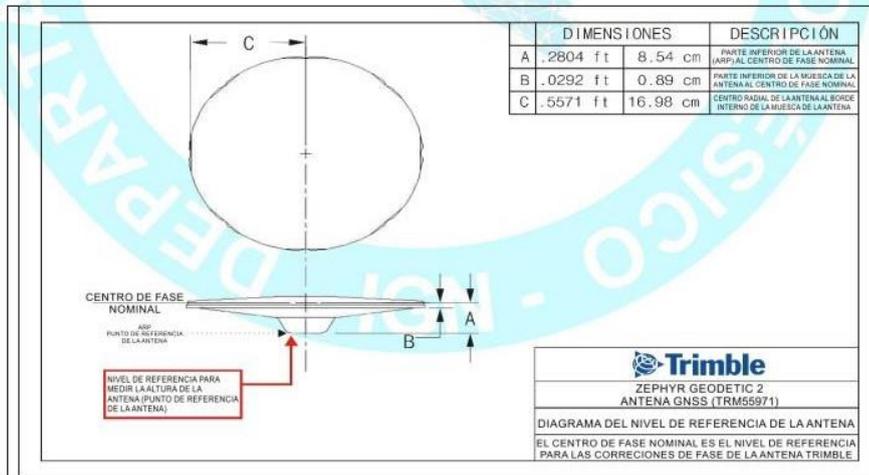
5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN

5.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA



a = 8.54 cm	Distancia de compensación del centro de fase. (Phase Center Offset)
b = 7.50 cm	Distancia entre la base de soporte de la antena y el límite superior del bloque metálico incrustado en el monumento.

5.2. DIMENSIONES DE LA ANTENA





**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO

Área de mantenimiento: DPG
Área de control: DPG
Área de procesamiento: DPG
Observables: L1, L2, C1, P2
Intervalo de registro: 5 seg
Máscara de elevación: 5°
Archivo diario: 24 HRS
Formato de archivo nativo: *T01
Datos para el procesamiento: 06 al 19 de septiembre de 2020
Tipo de órbita: Efemérides precisas finales
Archivo procesado: Rinex 2.11
Software de procesamiento: Gamit / Globk V 10.71
Procesador y analista GNSS: Lic. Franklin Maylle Gamarra
Revisado por: CAP. EP. Rogger Montoya Monroy

7. CONTACTOS

Oficina: Departamento de Procesamiento Geodésico
Dirección: Av. Andrés Aramburú 1184, Surquillo, Lima 34, Perú
Teléfono: 4759960 / 4753030 Anexo 120
Correo: cpg@ign.gob.pe / sirgas_peru@ign.gob.pe
Web site: http://209.45.65.186/rastreo_permanente



ANEXO N°15.Certificado de operatividad de GNNS Diferencial EMLID



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

N.º: COP-2022-02-EM

Cliente: Terra Maps Ingeniera Topográfica SA

Equipo: Receptor Multi-Frecuencia GNSS

Fabricante: EMLID

Modelo: Reach RS2

Número de serie: 82433CFE6BAEB8632018 / 8243D5C2342957AE2018



Fecha de verificación: 31 - 01 - 2022

Fecha de vencimiento: 31 - 01 - 2023

Los equipos mencionados son nuevos y pasan las pruebas correspondientes verificando el correcto funcionamiento de equipo de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Las especificaciones del receptor GNSS EMLID REACH RS2 son:

POSICIONAMIENTO

ESTATICO:	H: 4mm + 0.5ppm	/	V: 8 mm + 1.0 ppm
PPK:	H: 5mm + 0.5ppm	/	V: 10 mm + 1.0 ppm
RTK:	H: 7mm + 1.0ppm	/	V: 14 mm + 1.0 ppm

Saludos cordiales,

Nataly Montañez

ATENCION AL CLIENTE



Distribuidor autorizado de **EMLID**

ANEXO N°16.Certificado de calibración de Nivelo Topográfico Topcon At-b4



N° 3297-03-2022

CERTIFICADO DE CALIBRACION

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Otorgado a: **TERRA MAPS INGENIERIA TOPOGRAFICA S.A.C.**

DATOS DEL EQUIPO:

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
NIVEL AUTOMATICO	TOPCON	AT-B4A	WP016483

EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO Y RESULTADOS:

Equipo/Marca	Valor de Patrón	Valor de Patrón	Precisión en 1 Km doble de Nivelación	Error al Corregir
Multi Collimators F420-3	90°00'00"	90°00'00"	+/- 1.0 mm	00 mm en milímetros

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:

Por medio del cierre angular en directa y en tránsito enfocando al infinito a través del Colimador.

GEO TOP AQP E.I.R.L. A través de su Servicio Técnico **CERTIFICA** que el equipo en mención se encuentra totalmente revisados, controlados, calibrados y 100% operativo; cumpliendo con las especificaciones Técnicas de fábrica y los Estándares internacionales establecidos.

GEO TOP AQP E.I.R.L. Ha registrado la Calibración en nuestro Servicio Técnico el 17 de Marzo del 2022; sugiriéndose una calibración en un periodo máximo de 06 meses, aproximada al 17 de Septiembre del 2022.

Fecha de emisión: 17 de Marzo del 2022	Próxima calibración: 17 de Septiembre del 2022	Validez de certificado: 17 de Septiembre del 2022
--	--	---

Nikon
 GARMIN
 SOUTH SOKKIA
 TOPCON
 Leica
 Trimble

www.geotopaqp.com.pe
La solución GPS / Topo



GEO TOP AQP
E.I.R.L.
Roy Narvaez Ponte
Roy Narvaez Ponte
JEFE DE LABORATORIO

GEO TOP AQP
E.I.R.L.
Ing. J. Pio Vitorino Andrade
Ing. J. Pio Vitorino Andrade
GERENTE GENERAL

Calle Brasil N° 305 Urb. 15 Enero- Paucarpata- Arequipa ☎ 054-232410 ☎ 997956688/959997621
group.geotop.aqp@gmail.com geotopaqp@hotmail.com www.geotopaqp.com.pe

ANEXO N°17.Certificado de calibración de Estación Total Trimble S6 DR PLUS

GEOTOP AQP E.I.R.L. AREQUIPA - PERU	LABORATORIO DE CALIBRACION PARA EQUIPOS TOPOGRAFICOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN LGD - 016 - 2021	 INACAL Instituto Nacional de Calidad METROLOGÍA
--	--	--

CERTIFICADO DE CALIBRACION
CERTIFICATE OF CALIBRATION

OTORGADO: **TERRA MAPS INGENIERIA TOPOGRAFICA S.A.C.**

Nombre	ESTACION TOTAL	Precisión Angular	: 01"
Marca	TRIMBLE	Lectura Mínima	: 0.1"/01"/05"/10"
Modelo	S6 DR PLUS	Precisión de distancia	: Prisma: 1.5mm+2.0ppm No
			: Prisma: 2 mm+2ppm
N° de Equipo	:	Precisión con láser	: 2mm+2ppm²
		Alcance a Diana	: 250 m
Serie	: 93111175	Reflectante (60mm x 60 mm)	
		Alcance	: 3 500 m c/01 prisma-1.5 a 500m
Art. N°	:	Lectura mínima	: 01 mm

CERTIFICADO DE CALIBRACION
 Nro : 3637-11-21
 Fecha : 07/11/2021
 ENTIDAD CERTIFICADORA: GEOTOP AQP EIRL

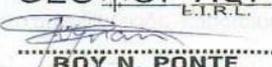
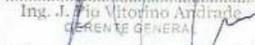
METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES
 Para controlar y calibrar los ángulos se contrastan con un colimador Original SOUTH modelo F420-3 de serie S22-170707 de precisión con telescopio de 40x en cuyo retículo enfocado al infinito el grosor de sus trazos está dentro de 01" que es patronado periódicamente por una Estación Total TS-11 1" nueva de precisión 01" con el método de lectura Directa - Inversa.
 Para controlar y calibrar la constante promedio en las distancias se hacen las mediciones en una base establecida con una Estación Total Marca LEICA modelo TS-11 1" nueva de precisión en distancia de +/- (1.0mm + 1.5 ppm x D) m.s.e. = líneas de la medida.
 El control angular se ejecuta en la base soporte metálica fijada en cimiento específico del colimador SOUTH F420-3 a influencias del clima y enfocados los retículos al infinito.
 Las distancias son medidas con la Estación Total instalada en una base fijada en el suelo y el prisma estacionado sobre un puesto de control tomando en consideración la temperatura y presión atmosférica.

MEDICIONES DE PATRON	MEDICIONES ANGULARES	DIF.
ANG. HZ: 00°00'00"/180°00'00"	00°00'00" / 179°59'59"	01"
ANG. V : 90°00'00" / 270°00'00"	90°00'00" / 269°59'59"	01"
INCERTIDUMBRE : ANGULARES +/- 01" Distancias +/- 03mm		

NORMA APLICADA
 Desviación estándar basada en la norma ISO 17123-3 ISO 17123-4 Rango > 500m 1.5mm+2ppm para Estación TRIMBLE S6 DR PLUS 1" fabricado por TRIMBLE.

CALIBRACION Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Calibración	Observación
07/11/2021	X	X	06 meses	07/05/2022 % 100 OPERATIVO

Responsable Técnico  ROY N. PONTE Resp. de Laboratorio	GERENTE GENERAL GEOTOP AQP E.I.R.L.  Ing. J. Fig. Vitorino Andrade GERENTE GENERAL
---	--



GEOTOP AQP E.I.R.L. - RUC. 20601847028 - Dirección: Calle Brasil N° 305, Urb. 15 de Enero - Paucarpata - Arequipa
 Telf. 054-232410 Cel. 959997621 - 997956688
 E-mail: geotopaqp@hotmail.com - www.geotop-aqp.com

Nikon
GARMIN
SOKKIA
SOUTH
TOPCON
Leica
Trimble

ANEXO N°18. Certificado de calibración de Colimador y Trazabilidad (equipo de calibración para estación total)



GEO TOP AQP
la casa del Ingeniero
GEO TOP AQP E.I.R.L.
AREQUIPA - PERU

LABORATORIO DE CALIBRACION GEO TOP AQP E.I.R.L.
LABORATORIO DE CALIBRACION PARA EQUIPOS TOPOGRAFICOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
LGD - 016 - 2021



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION - COLIMADOR Y TRAZABILIDAD

CALIBRATION CERTIFICATE LABORATORY

Mant. General

Reparación

Calibración

TRAZABILIDAD

Nuevo

DATOS DEL EQUIPO

COLIMADOR DE 02 TELESCOPIOS			
Marca	: SOUTH	Precisión Angular	: ± 1/2 trazo del colimador enfocado al infinito ± 0.1"
Modelo:	F420-3	SERIE:	S22-170707
Tipo	Doble Reticulo; al infinito y a 2.0 m		
550 mm de longitud focal	Eje de Lente : Apertura de Objeto 40mm.		
55mm abertura ef	Angulo entre dos tubos : 30° +/- 15'		
Peso: 90 Kg (. Grs peso) ; 85 Kg (peso neto)	Dimension: 930 mm X 550 mm (Largo, ancho, alto)		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Nro	: 3637-11-2021	Imagen de Equipo :	
Fecha	: 07/11/2021		

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

Para calibrar y controlar este instrumento se contrastan los tubos, colimadores con telescopio de 40x en cuyos reticulos enfocados al infinito, el grosor de su trazo está dentro de 01", patronado periódicamente por un teodolito Electronico Topcon modelo DT-201 1" precisión al 01" con el método de lectura Directa - Inversa y referendado con un nivel automático TOPCON modelo ATG 1 de precisión ±0.1 nivelación doble de 1Km.

TEMPERATURA LABORATORIO	HUMEDA RELATIVA LABORATORIO
25°	57%

El control se ejecuta en base soporte metálica fijada en la pared y piso ajena a influencias del clima y enfocados a los reticulos al infinito.

NORMA APLICADA

Desviación estandar basada en la norma DIN 18723 e ISO 12857 del nivel automatico ATG 1 TOPCON de precisión ±0.7 nivelación doble de 1Km.

RESULTADOS

Distancia Lectura de Instrumento Patrón	Distancia Instrumento Contrastado	Diferencia
Distancia Lectura de Instrumento Patrón	± 1.4 de grosor de trazo (aprox. 0.4")	± 1.4 de grosor de trazo (0.4")
Distancia Lectura de Instrumento Patrón	± 1.5 de grosor de trazo del reticulo enfocado al infinito.	

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Calibración	Observación
01/06/2021	x	x	12 meses / 01/06/2022	% 100 OPERATIVO

<p>Responsable Técnico</p> <p>Roy narvaez ponte</p>	<p>Propietario</p> <p>GEO TOP AQP E.I.R.L.</p>
---	--

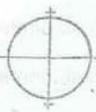
GEO TOP AQP
E.I.R.L.

Roy Narvaez Ponte

ROY N. PONTE
Resp. de Laboratorio

www.geotopaqp.com.pe

La solución GPS/GNSS



GEO TOP AQP
E.I.R.L.

Ing. J. Pío Vitorino Andrade

GERENTE GENERAL

ORD. N° 3637-11-21

ANEXO N°19.Especificacion técnica de Aeronave Inspire 2

25/3/22, 21:06

Inspire 2 - Información del producto - DJI

Especificaciones

Aeronave

Modelo	T650A
Peso	7,58 libras (3440 g, incluidas las hélices y dos baterías, sin cardán ni cámara)
Peso máximo de despegue	9,37 libras (4250 gramos)
Precisión de navegación GPS	Vertical: ±1,64 pies (0,5 m) o ±0,33 pies (0,1 m, Sistema de visión hacia abajo habilitado) Horizontal: ±4,92 pies (1,5 m) o ±0,98 pies (0,3 m, Sistema de visión hacia abajo habilitado)
Velocidad angular máxima	Cabeceo: 300°/s Guiñada: 150°/s
Ángulo de inclinación máximo	Modo P: 35° (Sistema de visión frontal activado: 25°) Modo A: 35° Modo S: 40°
Velocidad máxima de ascenso	Modo P/modo A: 16,4 pies/s (5 m/s) Modo S: 19,7 pies/s (6 m/s)
Velocidad máxima de descenso	Vertical: 13,1 pies/s (4 m/s) Inclinación: 13,1-29,5 pies/s (4-9 m/s)
Nivel máximo del mar de despegue	1,55 mi (2500 m) 3,1 mi (5000 m con hélice especialmente diseñada)
Resistencia máxima a la velocidad del viento	10 m/s
Tiempo máximo de vuelo	Aprox. 27 min (con Zenmuse X4S) Aprox. 23 min (con Zenmuse X7) (flotando al nivel del mar sin viento).
modelo de motor	DJI 3512
Modelo de hélice	DJI 1550T
Flotando en interiores	Habilitado por defecto
Temperatura de funcionamiento	-4° a 104° F (-20° a 40° C)
Distancia diagonal (hélice excluida)	23,8 pulgadas (605 mm, modo de aterrizaje)
Máxima velocidad	58 mph o 94 kph (modo deportivo)

Control remoto

Modelo	GL6D10A
Frecuencia de operación	2,400-2,483 GHz 5,725-5,850 GHz
Distancia máxima de transmisión (sin obstrucciones, sin interferencias)	2,4 GHz: FCC: 4,3 millas (7 km); CE: 2,2 millas (3,5 km); SRRC: 2,5 millas (4 km); MIC: 2,5 millas (4 km); 5,8 GHz: FCC: 4,3 millas (7 km); CE: 1,2 millas (2 km); SRRC: 3,1 millas (5 km); MICRÓFONO: -;
PIRE	2,4 GHz: FCC: 26 dBm; CE: 17dBm; SRRC: 20dBm; MICRÓFONO: 17dBm; 5,8 GHz: FCC: 28 dBm; CE: 14dBm; SRRC: 20dBm; MICRÓFONO: -;
Puertos de salida de video	USB
Fuente de alimentación	Batería integrada
cargando	cargador DJI
Capacidad de usuario dual	Conexión host y esclavo
Titular de dispositivo móvil	Tableta o teléfono inteligente
Ancho máximo del dispositivo móvil	170mm
Potencia de salida	9 W (sin suministrar energía al dispositivo inteligente)
Temperatura de funcionamiento	-4° a 104° F (-20° a 40° C)
Temperatura de almacenamiento	Menos de 3 meses: -4° a 113° F (-20° a 45° C) Más de 3 meses: 72° a 82° F (22° a 28° C)
Temperatura de carga	32° a 104° F (0° a 40° C)

<https://www.dji.com/inspire-2/info>

25/3/22, 21:06

Batería
Fuente de alimentación USB

Batería (estándar)

Nombre
Modelo
Capacidad
Voltaje
Tipo de Batería
Energía
Peso neto
Temperatura de carga
Temperatura de funcionamiento
Potencia máxima de carga
Temperatura de almacenamiento

Sistema de visión hacia abajo

Rango de velocidad
Rango de altitud
Rango de operación
Entorno operativo
Rango de operación del sensor ultrasónico
Entorno operativo del sensor ultrasónico

Sensor infrarrojo ascendente

Rango de detección de obstáculos
campo de visión
Entorno operativo

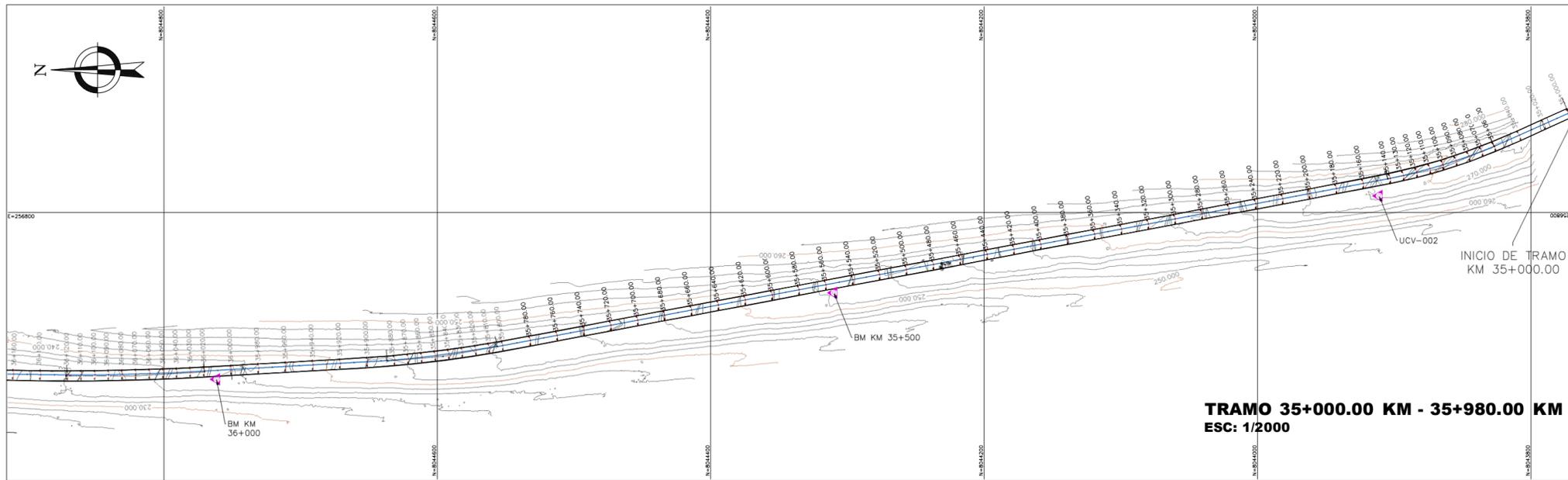
Inspire 2 - Información del producto - DJI

6000mAh 2S LiPo
iOS: 1 A a 5,2 V (máx.); Android: 1,5 A a 5,2 V (máx.)

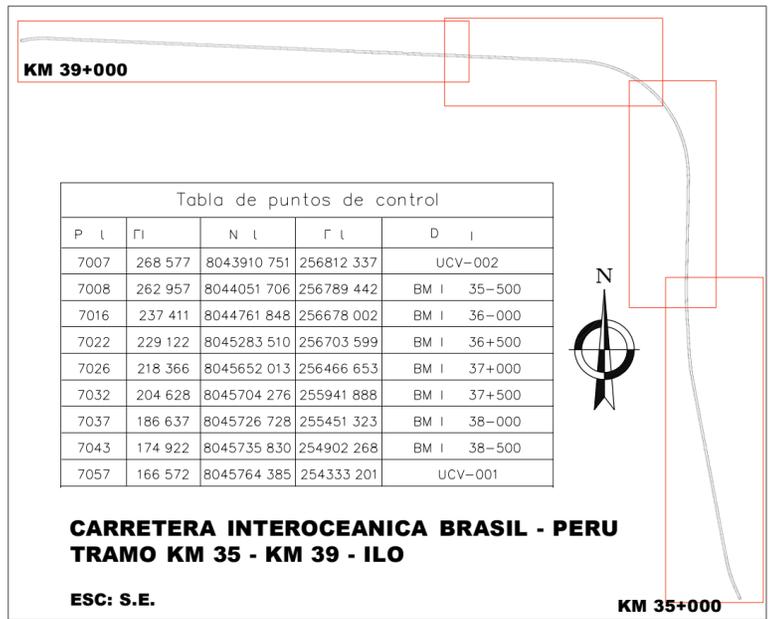
Batería de vuelo inteligente
TB50
4280 mAh
22,8 voltios
LiPo 6S
97,58 Wh
515 gramos
41° a 104° F (5° a 40° C)
-4° a 104° F (-20° a 40° C)
180W
Menos de 3 meses: -4° a 113° F (-20° a 45° C)
Más de 3 meses: 72° a 82° F (22° a 28° C)

<32,8 pies/s (10 m/s) a una altura de 6,56 pies (2 m)
<32,8 pies (10 m)
<32,8 pies (10 m)
Superficies con patrones claros e iluminación adecuada (> 15 lux)
0,33-16,4 pies (10-500 cm)
Material no absorbente, superficie rígida (las alfombras interiores gruesas reducirán el rendimiento)

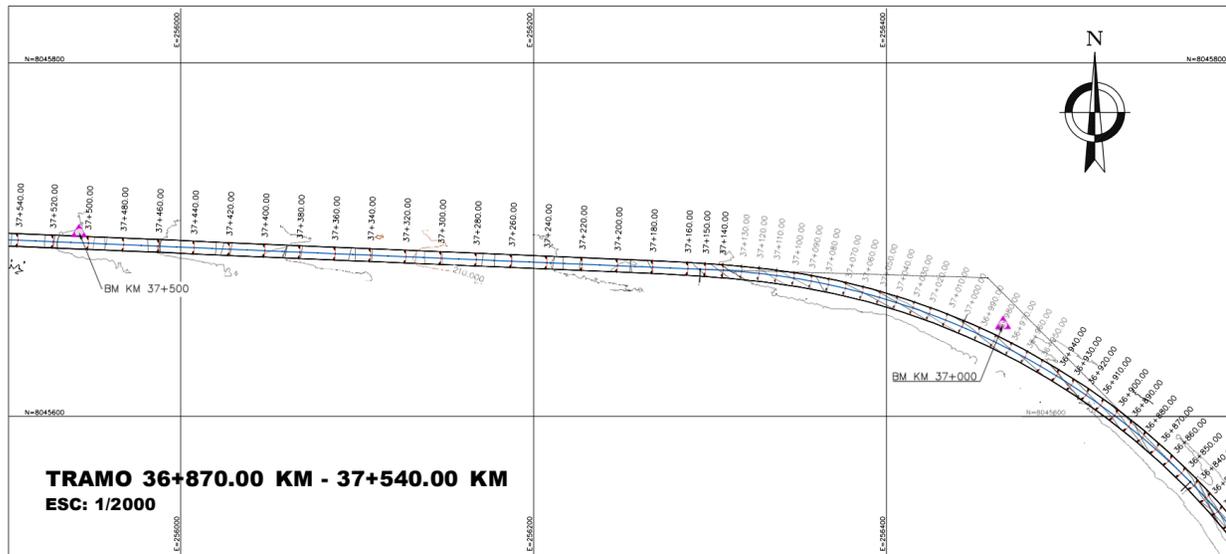
0-16,4 pies (0-5 m)
±5°
Obstáculos no reflectantes de gran tamaño



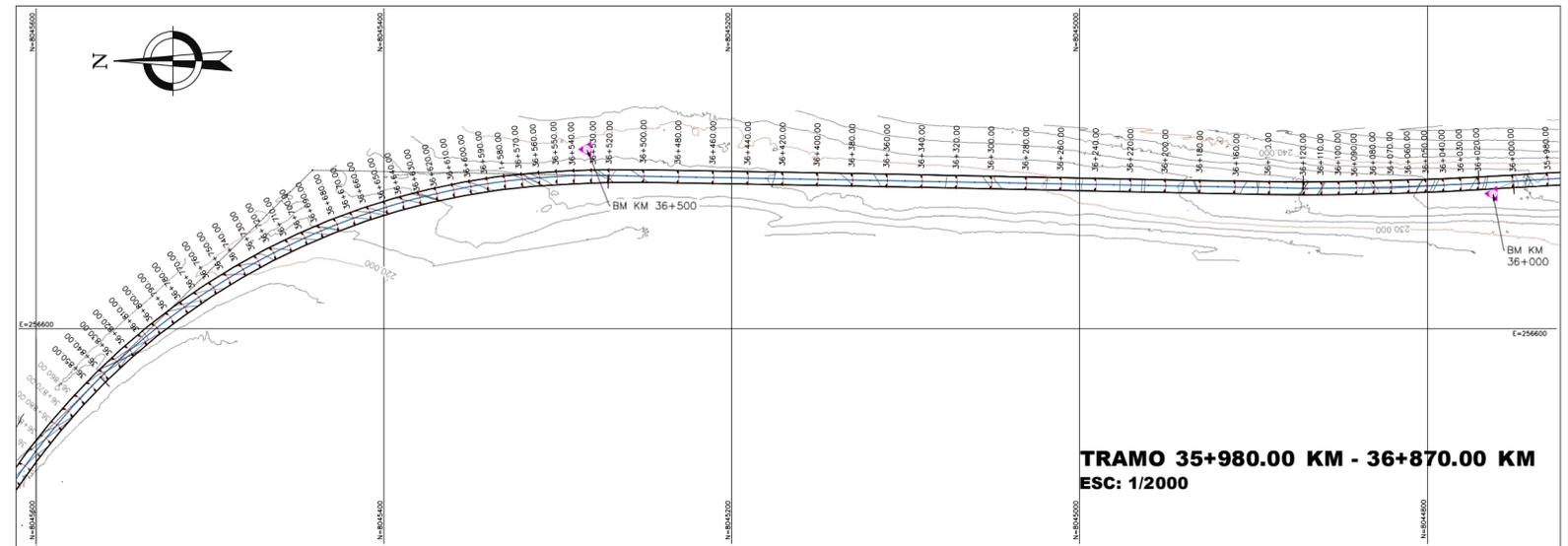
TRAMO 35+000.00 KM - 35+980.00 KM
ESC: 1/2000



TRAMO 35+980.00 KM - 36+870.00 KM
ESC: 1/2000



TRAMO 36+870.00 KM - 37+540.00 KM
ESC: 1/2000



TRAMO 37+540.00 KM - 39+132.30 KM
ESC: 1/2000

Tabla de puntos de control

P	L	FI	N	L	FL	D	I
7007	268	577	8043910	751	256812	337	UCV-002
7008	262	957	8044051	706	256789	442	BM I 35-500
7016	237	411	8044761	848	256678	002	BM I 36-000
7022	229	122	8045283	510	256703	599	BM I 36+500
7026	218	366	8045652	013	256466	653	BM I 37+000
7032	204	628	8045704	276	255941	888	BM I 37+500
7037	186	637	8045726	728	255451	323	BM I 38-000
7043	174	922	8045735	830	254902	268	BM I 38-500
7057	166	572	8045764	385	254333	201	UCV-001

CARRETERA INTEROCEANICA BRASIL - PERU
TRAMO KM 35 - KM 39 - ILO

ESC: S.E.

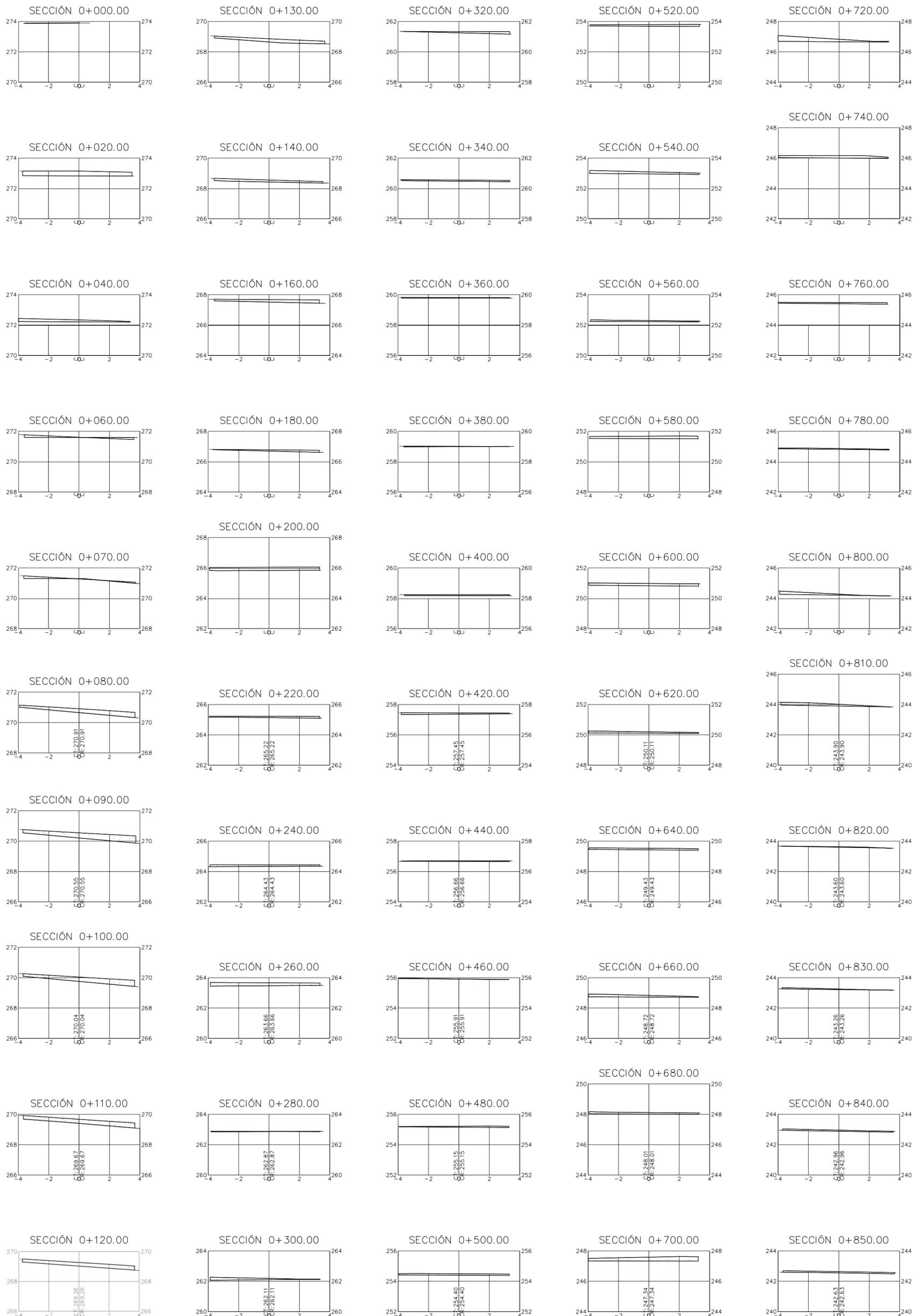
KM 35+000



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE CARRETERA INTEROCEANICA
 BRASIL-PERU TRAMO KM-35 AL KM-39 ILO”
 INVESTIGACION: "PRECISION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA APLICANDO
 FOTOGRAMETRIA COMO METODO ALTERNATIVO Y EQUIPOS CONVENCIONALES
 COMO METODO DIRECTO EN EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, ILO 2022"

DATOS		ADVERTENCIA	PROYECTO	ESCALA
AUTORES	CIURACUIPA MAUFRA HENRY LISANDRO PAYVA GONZALEZ BRIHO JESUS	NO ES A ESCALA	T-01	ISC 1/125 PROYECTO N UCV-01
FECHA	MARZO 2022			
ANEXO	19			



SECCIONES TRANSVERSALES 35+000.00 KM - 5+850.00 KM
ESC: 1/125



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“COMPARATIVA DE SECCIONES TRANSVERSALES
 GENERADOS POR DRON Y GNSS”

INVESTIGACION: "PRECISION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA
 APLICANDO FOTOGRAMETRIA COMO METODO ALTERNATIVO Y
 EQUIPOS CONVENCIONALES COMO METODO DIRECTO EN EL
 DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, ILO 2022"

DATOS

AUTORES: CHURACUTIPA MAQUERA, HENRY LISANDRO
 PAYVA GONZALES, BERTHO JESUS
 FECHA: MARZO 2022
 ANEXO: 19

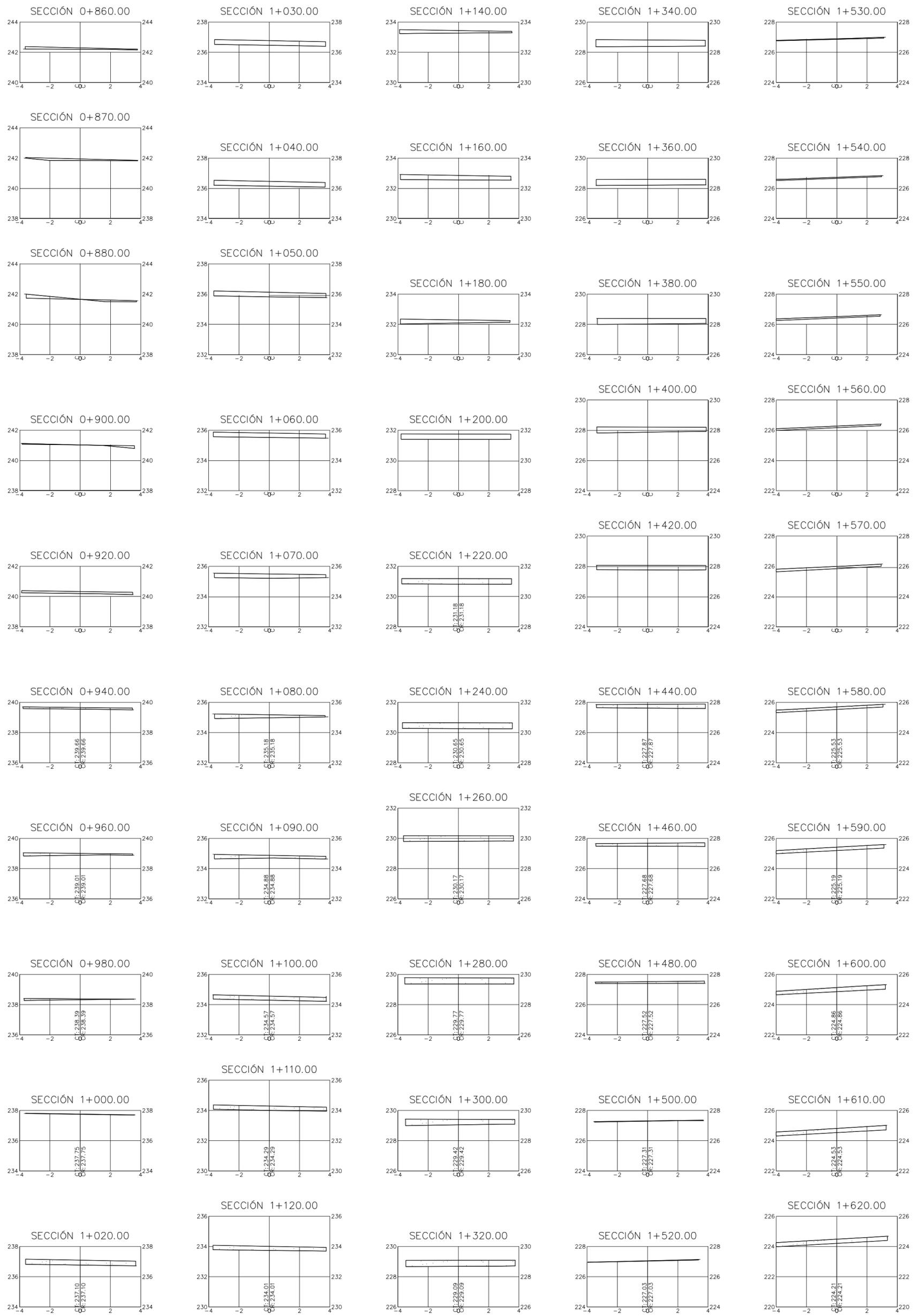
ADVERTENCIA
 SI ESTA BARRA NO MIDE 25mm
 EL DIBUJO
 NO ESTA A ESCALA.



ESC: 1/125
 PROYECTO N°:
 UCV-01

PLANO N°:

ST-01



SECCIONES TRANSVERSALES 35+860.00 KM - 36+620.00 KM
ESC: 1/125



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“COMPARATIVA DE SECCIONES TRANSVERSALES
 GENERADOS POR DRON Y GNSS”

INVESTIGACION: "PRESICION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA
 APLICANDO FOTOGRAMETRIA COMO METODO ALTERNATIVO Y
 EQUIPOS CONVENCIONALES COMO METODO DIRECTO EN EL
 DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, ILO 2022"

DATOS

AUTORES: CHURACUTIPA MAQUERA, HENRY LISANDRO
 PAYVA GONZALES, BERTHO JESUS
 FECHA: MARZO 2022
 ANEXO: 19

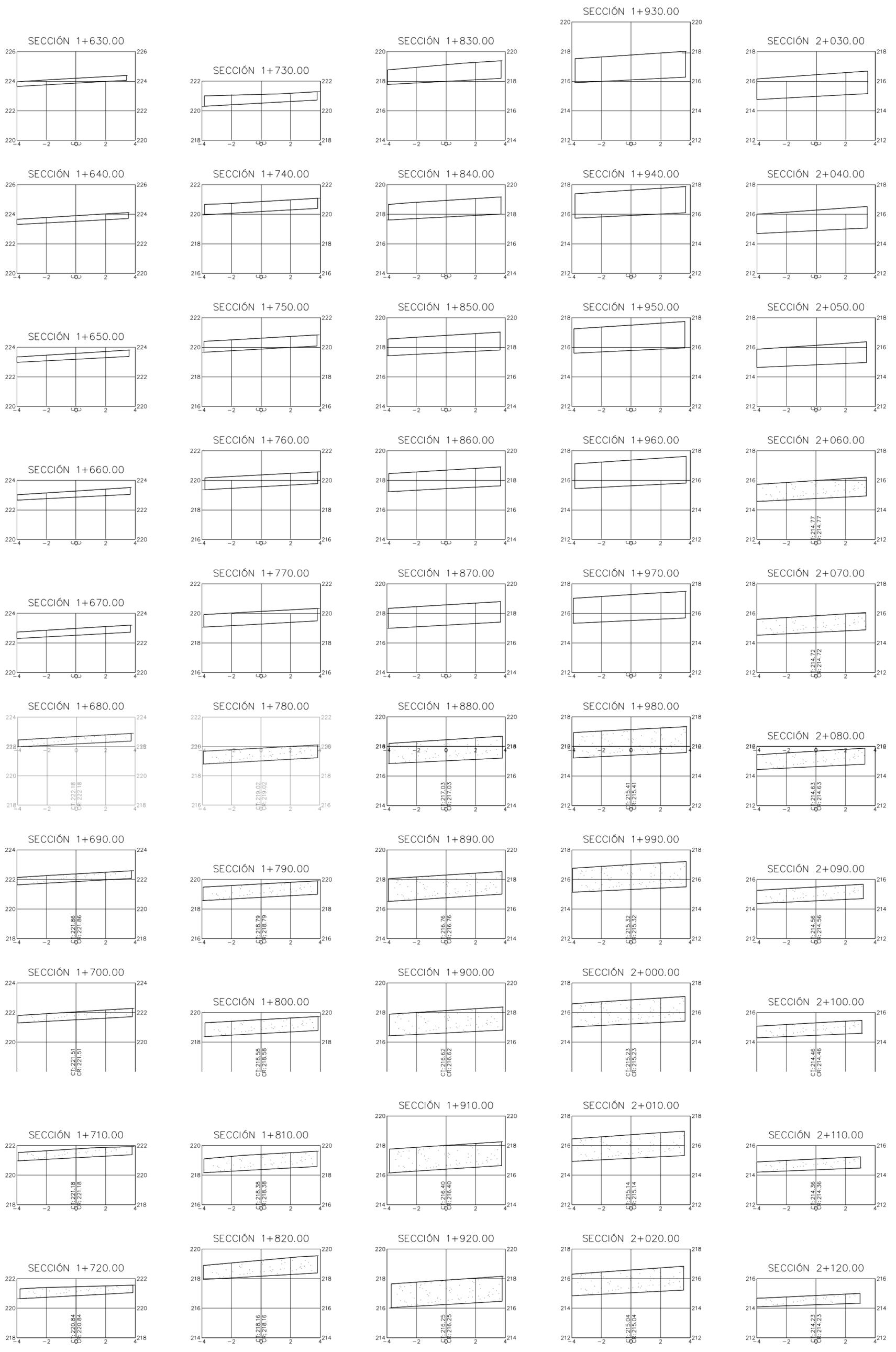
ADVERTENCIA
 SI ESTA BARRA NO MIDE 25mm
 EL DIBUJO
 NO ESTA A ESCALA.



ESC: 1/125
 PROYECTO N°:
 UCV-01

PROY. DIB.
 PLANO N°:

ST-02



SECCIONES TRANSVERSALES 36+630.00 KM - 37+120.00 KM
ESC: 1/125



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"COMPARATIVA DE SECCIONES TRANSVERSALES
 GENERADOS POR DRON Y GNSS"**

INVESTIGACION: "PRECISION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA
 APLICANDO FOTOGRAMETRIA COMO METODO ALTERNATIVO Y
 EQUIPOS CONVENCIONALES COMO METODO DIRECTO EN EL
 DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, ILO 2022"

DATOS

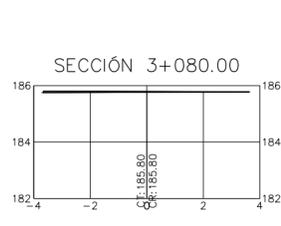
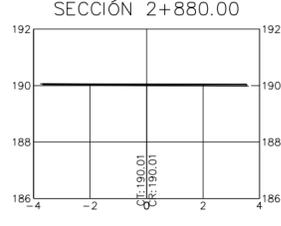
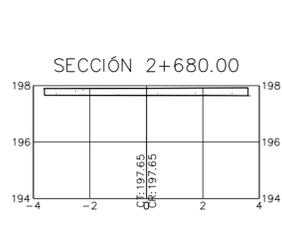
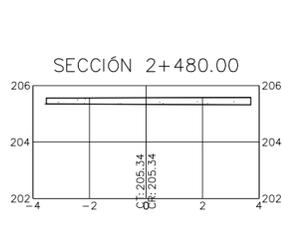
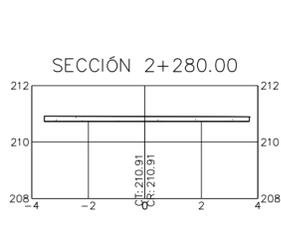
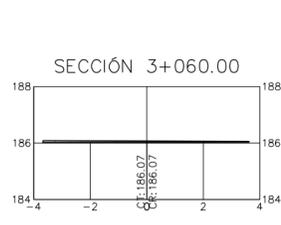
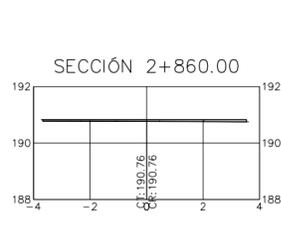
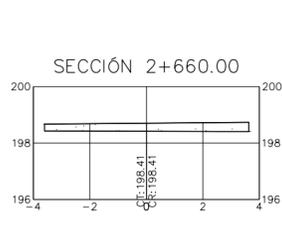
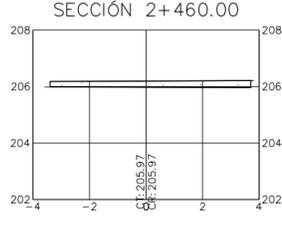
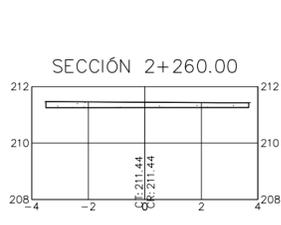
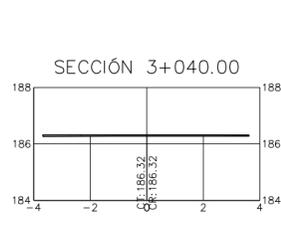
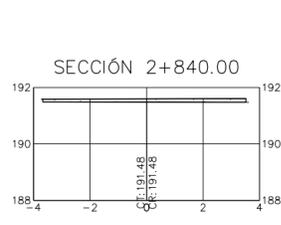
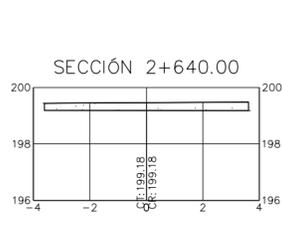
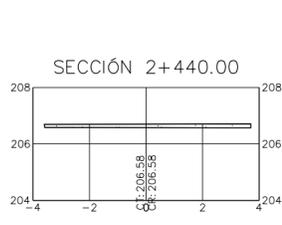
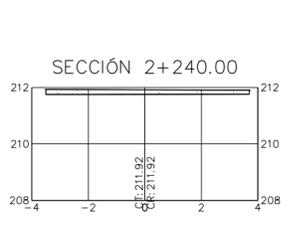
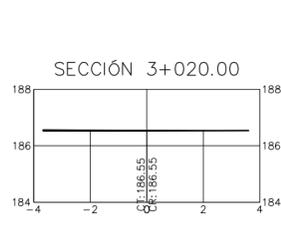
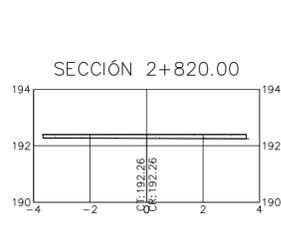
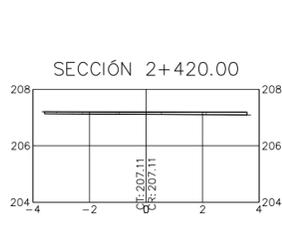
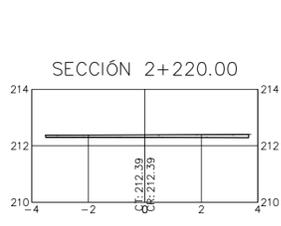
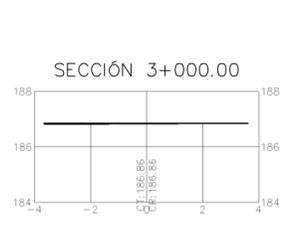
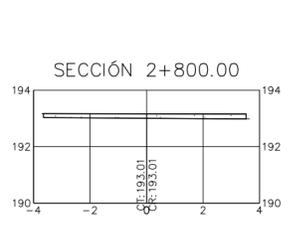
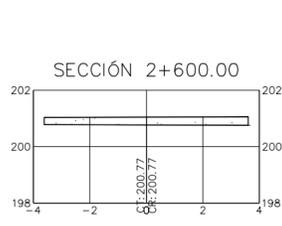
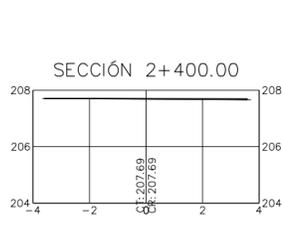
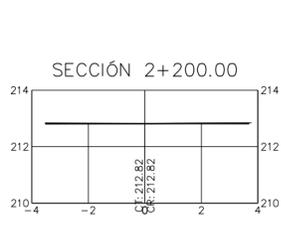
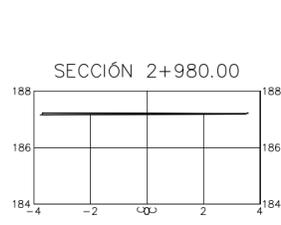
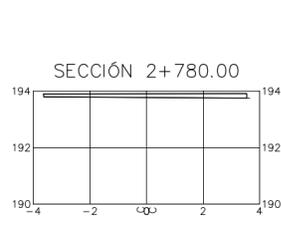
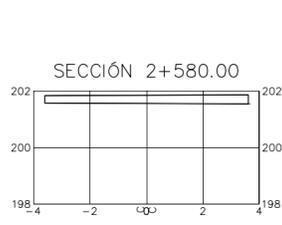
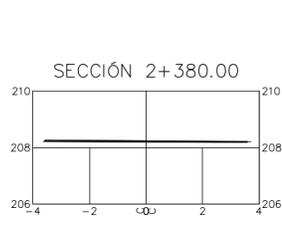
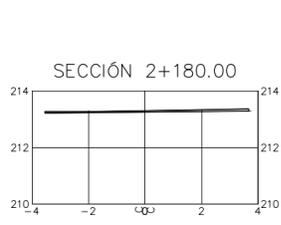
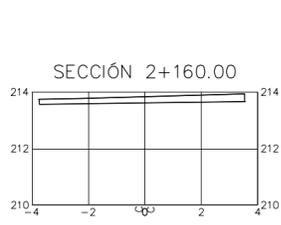
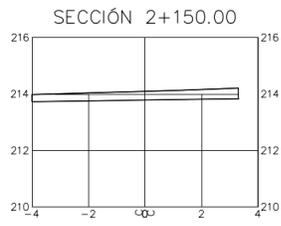
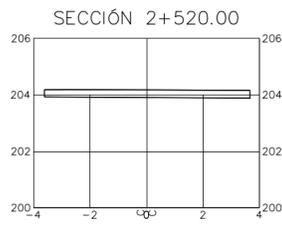
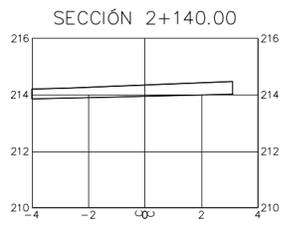
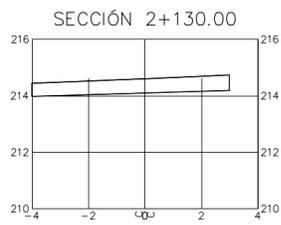
AUTORES: CHURACUTIPA MAQUERA, HENRY LISANDRO
 PAYVA GONZALES, BERTHO JESUS
 FECHA: MARZO 2022
 ANEXO: 19

ADVERTENCIA
 SI ESTA BARRA NO MIDE 25mm
 EL DIBUJO
 NO ESTA A ESCALA.

PROY. DIB.

ESC: 1/125
 PROYECTO N°:
 UCV-01

PLANO N°:
ST-03



SECCIONES TRANSVERSALES 37+130.00 KM - 38+080.00 KM
ESC: 1/125



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"COMPARATIVA DE SECCIONES TRANSVERSALES
 GENERADOS POR DRON Y GNSS"**

INVESTIGACION: "PRECISION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA
 APLICANDO FOTOGRAMETRIA COMO METODO ALTERNATIVO Y
 EQUIPOS CONVENCIONALES COMO METODO DIRECTO EN EL
 DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, ILO 2022"

DATOS

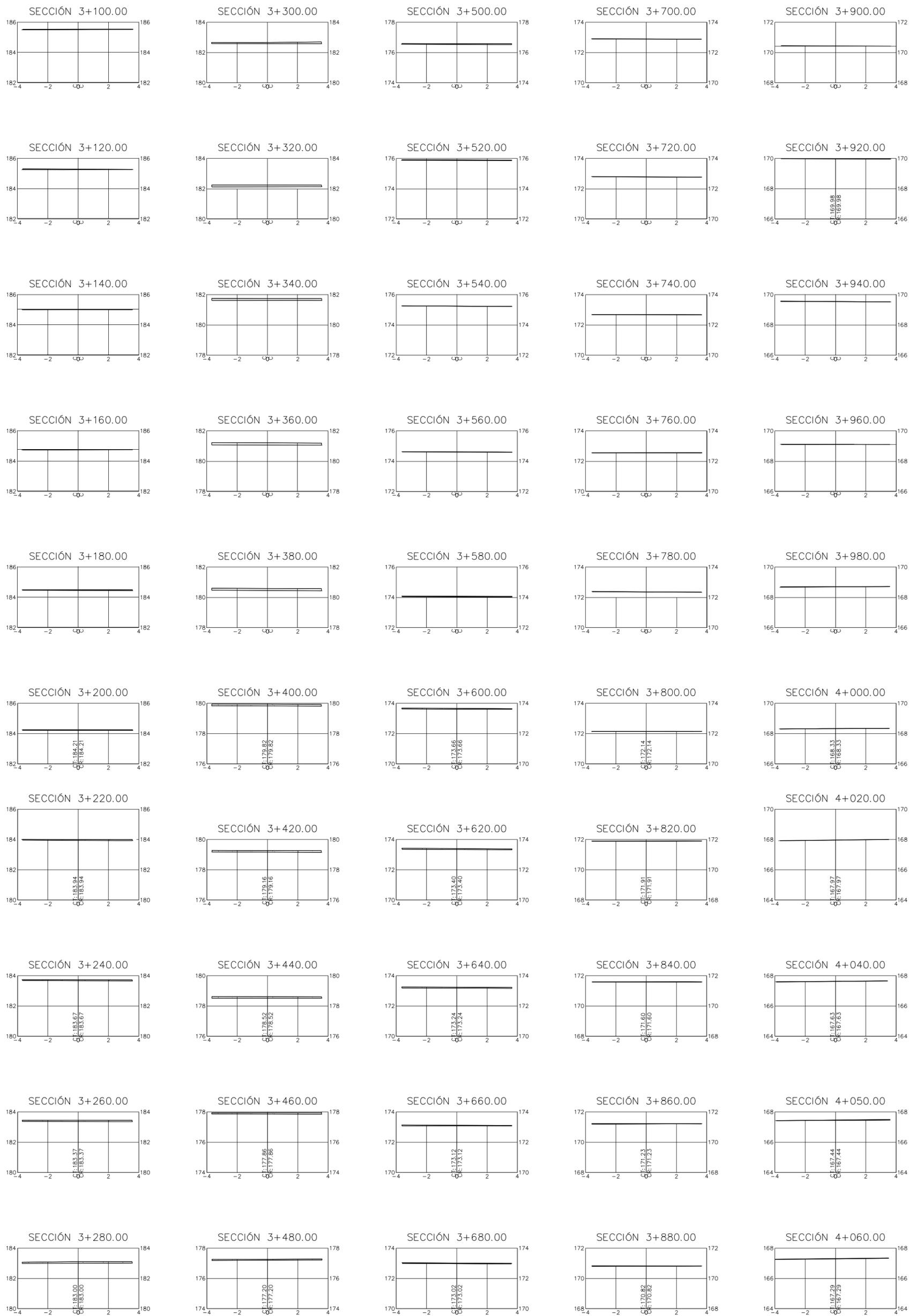
AUTORES: CHURACUTIPA MAQUERA, HENRY LISANDRO
 PAYVA GONZALES, BERTHO JESUS
 FECHA: MARZO 2022
 ANEXO: 19



ESC: 1/125
 PROYECTO N°:
 UCV-01

PROY. DIB.

PLANO N°:
ST-04



SECCIONES TRANSVERSALES 38+100.00 KM - 39+060.00 KM
ESC: 1/125



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"COMPARATIVA DE SECCIONES TRANSVERSALES
 GENERADOS POR DRON Y GNSS"**

INVESTIGACION: "PRECISION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA
 APLICANDO FOTOGRAMETRIA COMO METODO ALTERNATIVO Y
 EQUIPOS CONVENCIONALES COMO METODO DIRECTO EN EL
 DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, ILO 2022"

DATOS

AUTORES: CHURACUTIPA MAQUERA, HENRY LISANDRO
 PAYVA GONZALES, BERTHO JESUS
 FECHA: MARZO 2022
 ANEXO: 19

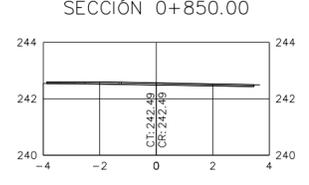
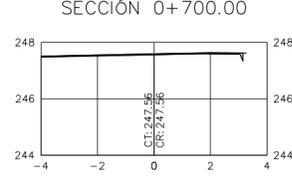
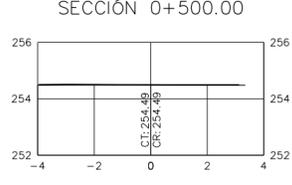
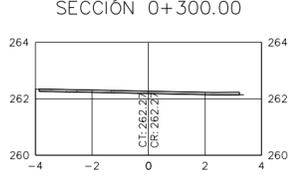
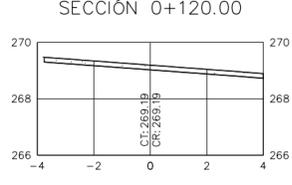
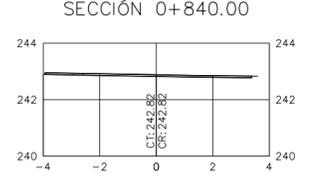
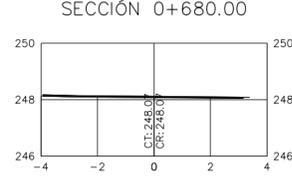
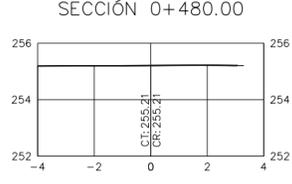
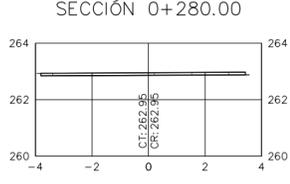
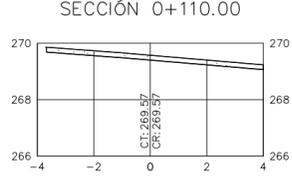
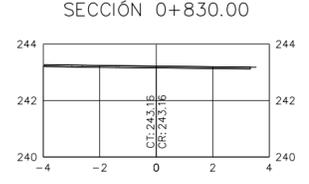
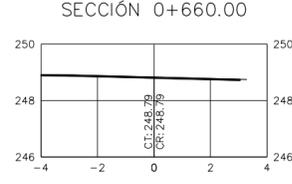
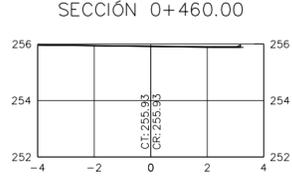
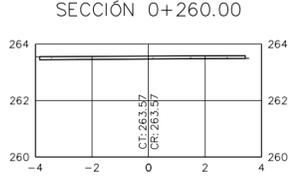
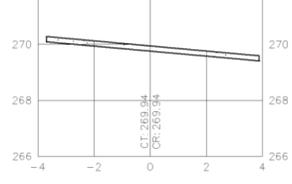
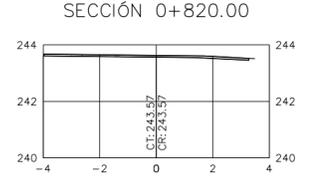
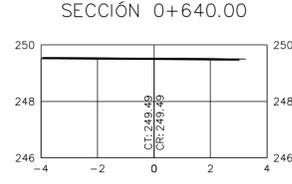
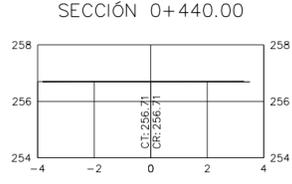
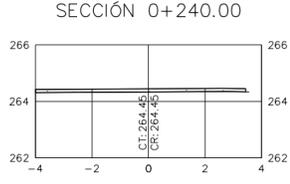
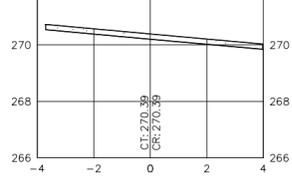
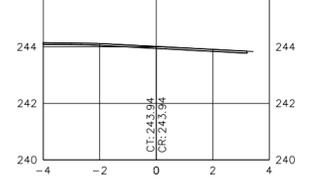
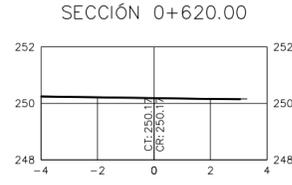
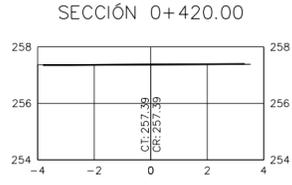
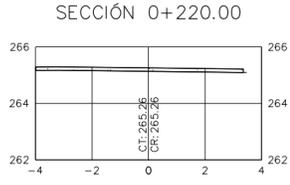
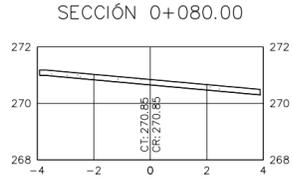
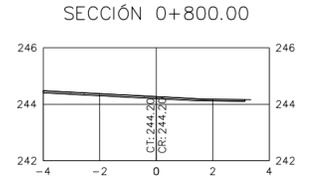
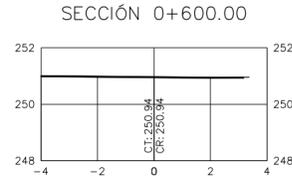
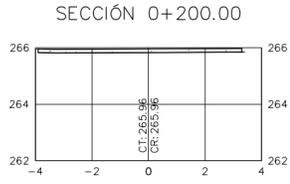
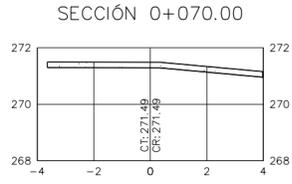
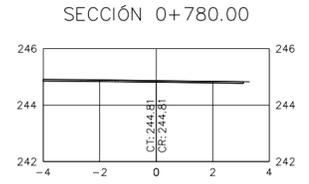
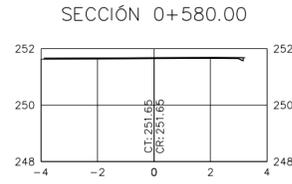
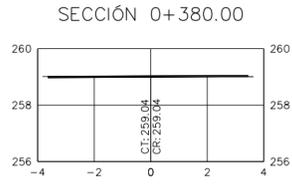
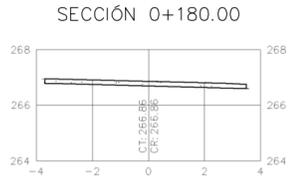
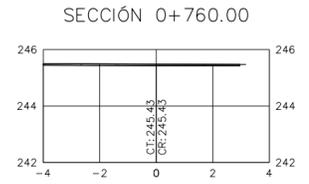
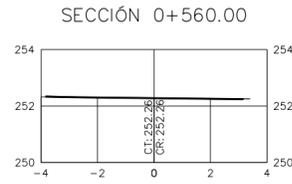
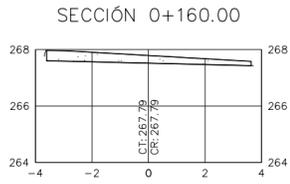
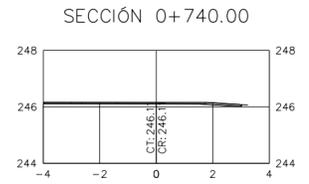
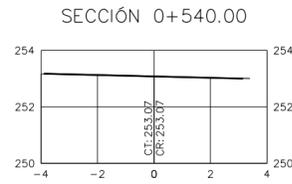
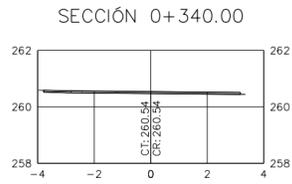
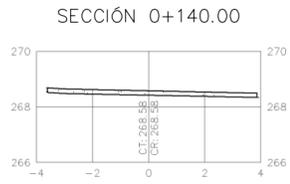
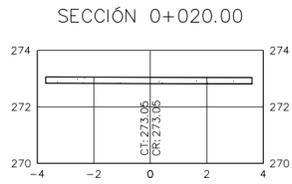
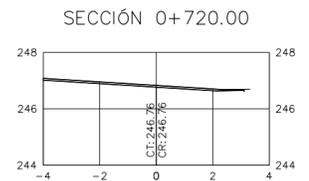
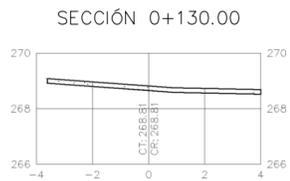
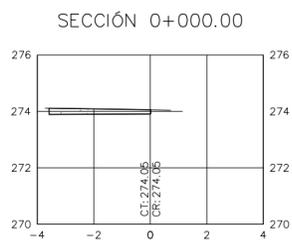
ADVERTENCIA
 SI ESTA BARRA NO MIDE 25mm
 EL DIBUJO
 NO ESTA A ESCALA.



PROY. DIB. ESC: 1/125
 PROYECTO N°:
 UCV-01

PLANO N°:

ST-05



SECCIONES TRANSVERSALES 35+000.00 KM - 5+850.00 KM

ESC: 1/125



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"COMPARATIVA DE SECCIONES TRANSVERSALES
GENERADOS POR ESTACION TOTAL Y GNSS"**

INVESTIGACION: "PRECISION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA
APLICANDO FOTOGRAMETRIA COMO METODO ALTERNATIVO Y
EQUIPOS CONVENCIONALES COMO METODO DIRECTO EN EL
DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, ILO 2022"

DATOS

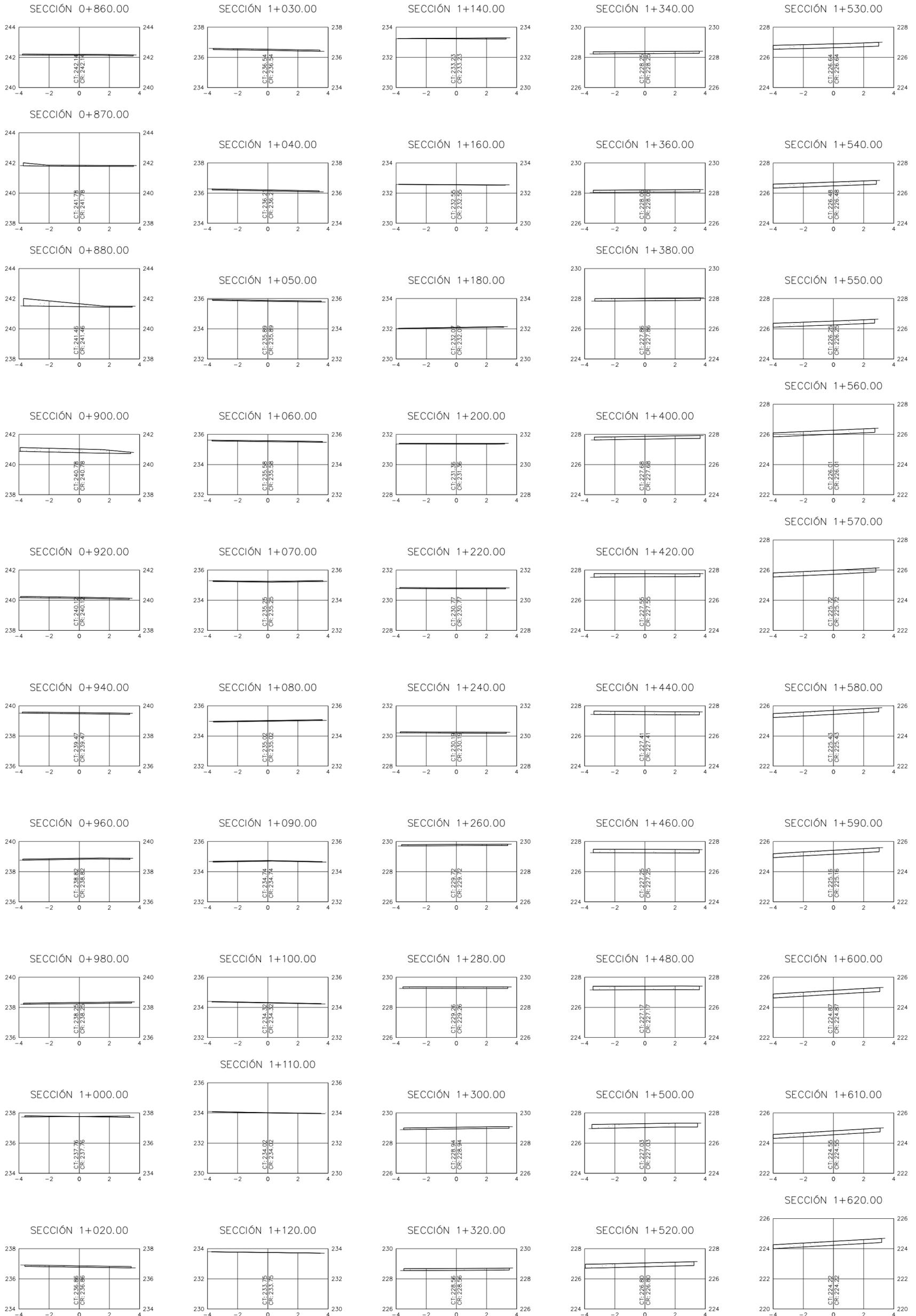
AUTORES: CHURACUTIPA MAQUERA, HENRY LISANDRO
PAYVA GONZALES, BERTHO JESUS
FECHA: MARZO 2022
ANEXO: 19



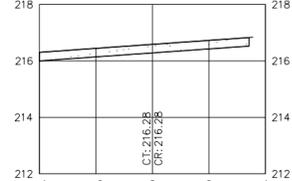
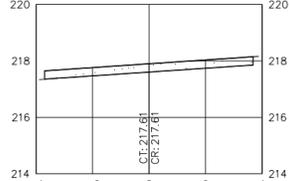
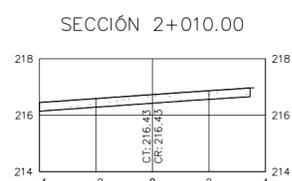
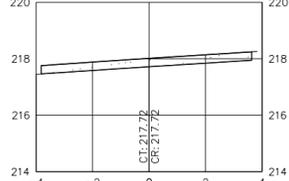
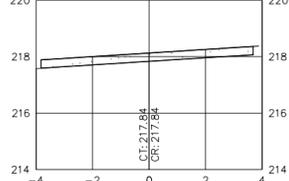
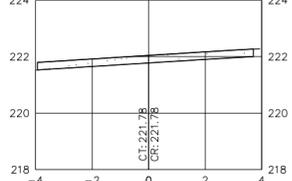
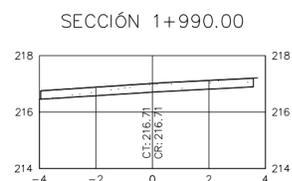
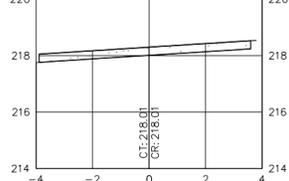
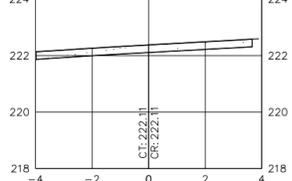
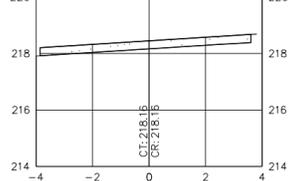
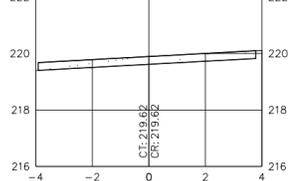
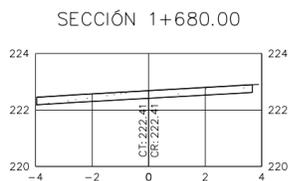
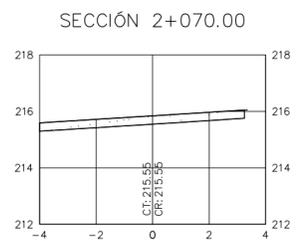
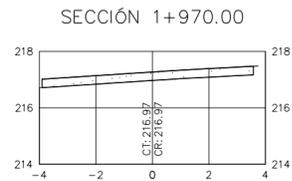
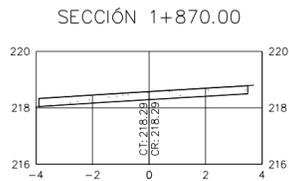
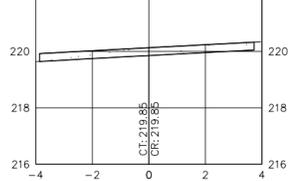
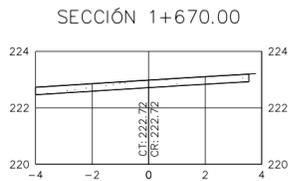
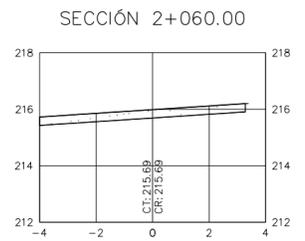
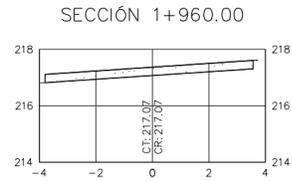
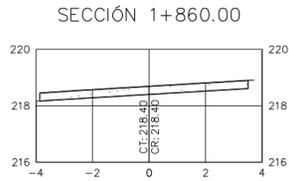
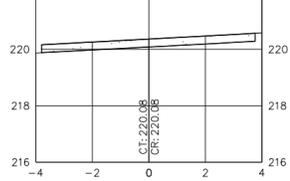
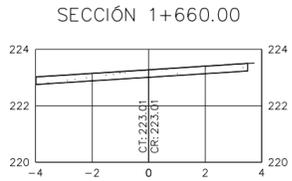
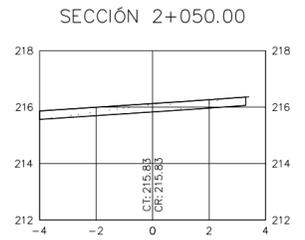
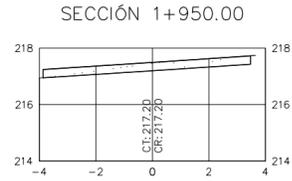
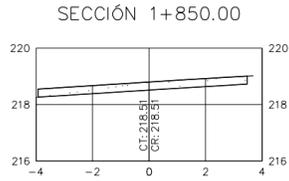
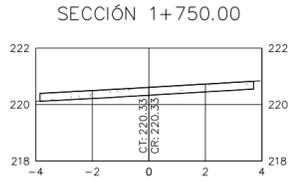
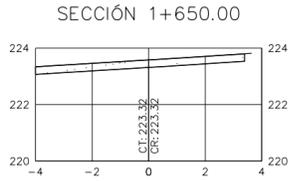
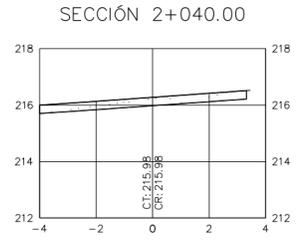
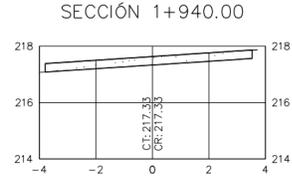
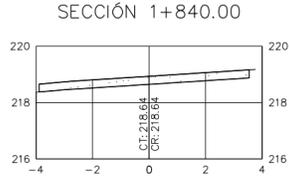
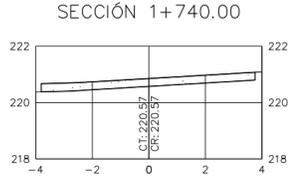
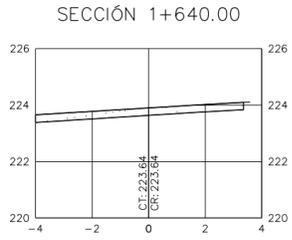
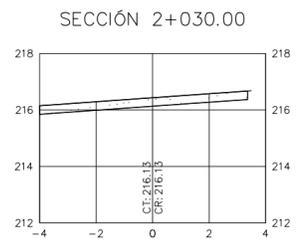
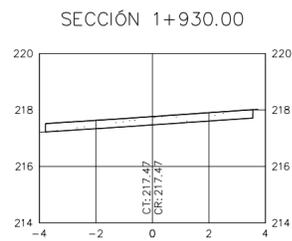
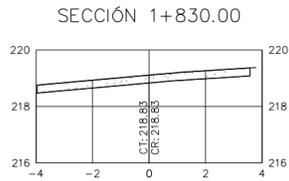
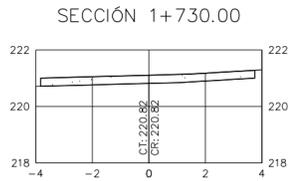
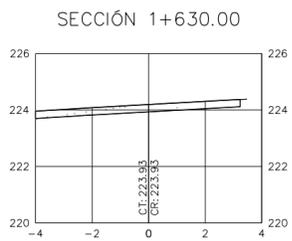
PROY. DIB. ESC: 1/125
PROYECTO N°:
UCV-01

PLANO N°:

ST-01



SECCIONES TRANSVERSALES 35+860.00 KM - 36+620.00 KM
ESC: 1/125



SECCIONES TRANSVERSALES 36+630.00 KM - 37+120.00 KM

ESC: 1/125



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"COMPARATIVA DE SECCIONES TRANSVERSALES
GENERADOS POR ESTACION TOTAL Y GNSS"**

INVESTIGACION: "PRESISION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA
APLICANDO FOTOGRAMETRIA COMO METODO DIRECTO Y
EQUIPOS CONVENCIONALES COMO METODO ALTERNATIVO EN EL
DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, ILO 2022"

DATOS

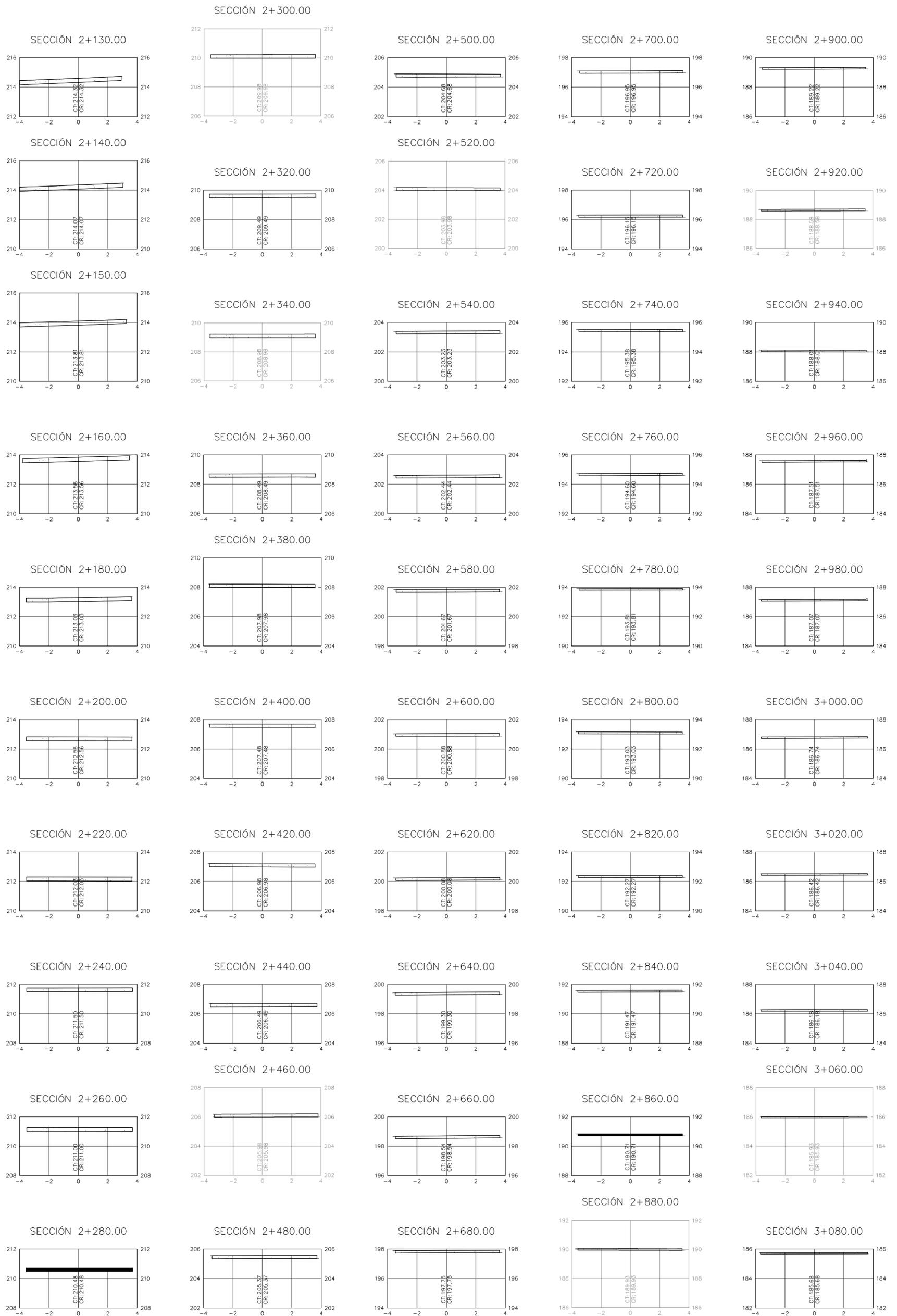
AUTORES: CHURACUTIPA MAQUERA, HENRY LISANDRO
PAYVA GONZALES, BERTHO JESUS
FECHA: MARZO 2022
ANEXO: 19



PROY. DIB.

ST-03

ESC: 1/125
PROYECTO N°:
UCV-01



SECCIONES TRANSVERSALES 37+130.00 KM - 38+080.00 KM
ESC: 1/125



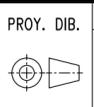
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“COMPARATIVA DE SECCIONES TRANSVERSALES
 GENERADOS POR ESTACION TOTAL Y GNSS”

INVESTIGACION: "PRESISION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA
 APLICANDO FOTOGRAMETRIA COMO METODO ALTERNATIVO Y
 EQUIPOS CONVENCIONALES COMO METODO DIRECTO EN EL
 DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, ILO 2022"

DATOS

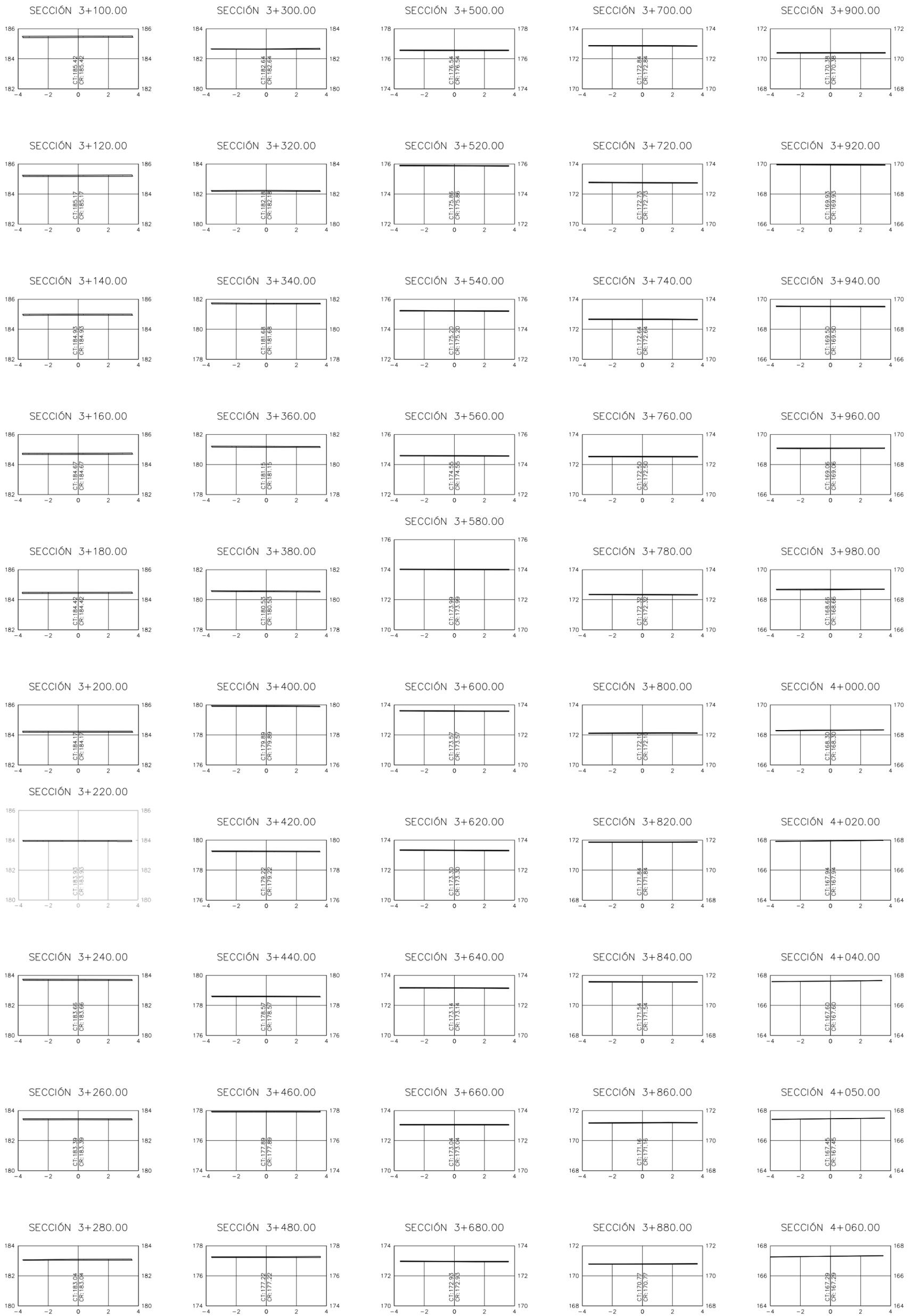
AUTORES: CHURACUTIPA MAQUERA, HENRY LISANDRO
 PAYVA GONZALES, BERTHO JESUS
 FECHA: MARZO 2022
 ANEXO: 19



ESC: 1/125
 PROYECTO N°:
 UCV-01

PLANO N°:

ST-04



**SECCIONES TRANSVERSALES 38+100.00 KM - 39+060.00 KM
ESC: 1/125**



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“COMPARATIVA DE SECCIONES TRANSVERSALES
GENERADOS POR ESTACION TOTAL Y GNSS”

INVESTIGACION: "PRESICION PLANIMETRICA Y ALTIMETRICA
APLICANDO FOTOGRAMETRIA COMO METODO ALTERNATIVO Y
EQUIPOS CONVENCIONALES COMO METODO DIRECTO EN EL
DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, ILO 2022"

DATOS

AUTORES: CHURACUTIPA MAQUERA, HENRY LISANDRO
PAYVA GONZALES, BERTHO JESUS
FECHA: MARZO 2022
ANEXO: 19

ADVERTENCIA
SI ESTA BARRA NO MIDE 25mm
EL DIBUJO
NO ESTA A ESCALA.



PROY. DIB. ESC: 1/125
PROYECTO N°:
UCV-01

PLANO N°:

ST-05