

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“DETERMINACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA USANDO
HERRAMIENTAS VIRTUALES PARA FORMULACIÓN DE
PROYECTOS VIALES”**

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

ELABORADO POR

IRVING ARNOLD GÓMEZ MORALES

ASESOR

MSC. Ing. JORGE MENDOZA DUEÑAS

Lima- Perú

2018

Dedicatoria:

*A Dios, a mis padres, Nancy y Arnol
, hermanas y a mi asesor por su
apoyo, comprensión para la
elaboración de la presente Tesis.*

	Pág.
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
PRÓLOGO	6
LISTA DE CUADROS	8
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	17
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	19
1.1 GENERALIDADES	19
1.2 PROBLEMÁTICA	19
1.3 OBJETIVOS	20
1.3.1 Objetivo General	20
1.3.2 Objetivo Específico	20
CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO	21
2.1 GOOGLE EARTH	21
2.2 MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)	23
2.2.1 Métodos Directos para obtener MDT	24
2.2.2 Métodos Indirectos para obtener MDT	24
2.3 AUTOCAD CIVIL 3D Y GLOBAL MAPPER	25
2.4 SISTEMAS GEODÉSICOS DE REFERENCIA	26
2.4.1 Sistema Local	26
2.4.2 Sistema Geocéntrico	27
2.5 PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS	27
2.5.1 Factor de elevación (K elevación)	30
2.5.2 Factor de escala (K escala)	30
2.5.3 Factor combinado (Kt)	31
2.5.4 Distancia horizontal y vertical	31
2.6 CICLO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	31
2.6.1 Diseño	33
2.6.2 Preparación	32
2.6.3 Ejecución	34
2.6.4 Cierre	34
2.6.5 Operación	34
2.6.6 Evaluación	34

2.7	FASES DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	34
2.7.1	Pre inversión	34
2.7.2	Inversión	35
2.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
2.8.1	Medidas de Localización	44
2.8.2	Medidas de Variabilidad de datos muestrales	45
2.8.3	Decisiones Estadísticas	45
	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE EVALUACION	49
3.1	PLANEAMIENTO DEL TRAZO DEL EJE DE LA VÍA	49
3.2	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DEL EJE PROYECTADO (GOOGLE EARTH) Y EJE DEL PROYECTO	50
3.2.1	Descripción de observaciones	50
3.2.2	Toma de datos de Google Earth y su procesamiento en Global Mapper	50
3.2.3	Post-proceso con el software Civil 3D	51
3.3	TIPOS DE SOFWARES UTILIZADOS	54
3.4	DISTRIBUCIÓN DE LOS PROYECTOS VIALES	54
3.4.1	Proyectos a Nivel de Perfil	57
3.4.2	Proyecto a Nivel de Factibilidad	59
3.4.3	Proyectos a Nivel de Estudio Definitivo	60
	CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS	66
4.1	ANÁLISIS POST-PROCESO	66
4.2	RESULTADOS DEL ANÁLISIS ALTIMÉTRICO	66
4.2.1	Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán – Puente Tingo Tramo II Sayán – Churín	66
4.2.2	Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la carretera vecinal Tramo: Acolla-Tiwinza-Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco –Tunanmarca	72
4.2.3	Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza-Empalme Ruta PE-5N La Calzada, Tramo: Selva Alegre-Empalme Ruta PE- 5N La Calzada	84
4.2.4	Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Mazamari-Pangoa - Cubantia	90

4.2.5	Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Patahuasi-Yauri - Sicuani, Tramo: Descanso-Langui	96
4.2.6	Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermúdez – San Alejandro Tramo: Desvío Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución	98
4.3	RESULTADOS DEL ANÁLISIS PLANIMÉTRICO	107
4.3.1	Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán – Puente Tingo Tramo II Sayán – Churín	107
4.3.2	Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la carretera vecinal Tramo: Acolla-Tiwinza-Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco –Tunanmarca	113
4.3.3	Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza-Empalme Ruta PE-5N La Calzada, Tramo: Selva Alegre-Empalme Ruta PE- 5N La Calzada	125
4.3.4	Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Mazamari-Pangoa - Cubantia	131
4.3.5	Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Patahuasi-Yauri - Sicuani, Tramo: Descanso-Langui	137
4.3.6	Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermúdez – San Alejandro Tramo: Desvío Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución	139
4.4	PRUEBA DE HIPOTESIS	148
4.4.1	Planimetría	149
4.4.2	Altimetría	153
	CONCLUSIONES	157
	RECOMENDACIONES	159
	BIBLIOGRAFÍA	160
	ANEXOS	162

RESUMEN

Este trabajo de investigación abarca el estudio de la precisión de herramientas virtuales como Google Earth, Global Mapper y AutoCAD Civil 3D para la obtención de la topografía en proyectos de inversión pública en sus fases de perfil, factibilidad y definitivo.

Estas herramientas virtuales hacen uso de información satelital para obtener información topográfica, la cual debe ser evaluada y constatada para constar si la información obtenida representa la información de campo.

Además, en estudios definitivos se requiere de niveles altos de precisión ya que se necesita cuantificar el trabajo de movimiento de tierras, corte y relleno que conforman las partidas de gran incidencia en un proyecto vial.

Debido a los distintos niveles de requerimientos que se presentan en los estudios de perfil, factibilidad y definitivo, se toma como información de referencia a los estudios definitivos, y con ello se hace una comparación con la información obtenida a través del procesamiento con las herramientas virtuales, de ese modo seguir con el análisis de esta investigación.

Del análisis de esta investigación, se muestra la precisión a nivel planimétrico y altimétrico de la información obtenida del procesamiento con las herramientas virtuales de proyectos viales.

ABSTRACT

This research work is about the study of the precision of virtual tools such as Google Earth, Global Mapper and AutoCAD Civil 3D to obtain topography in public investment projects in their profile, feasibility and final phases.

These virtual tools make use of satellite information to obtain topographic information, which must be evaluated and verified to show whether the information obtained represents the field information.

As well as, definitive studies require high levels of precision, since it is necessary to quantify the work of earth moving, cutting and filling that make up the items of high incidence in a road project.

Due to the different levels of requirements presented in the profile, feasibility and final studies, reference is made to the definitive studies, and with this a comparison is made with the information obtained through the processing with the virtual tools , in this way continue with the analysis of this investigation.

From the analysis of this investigation, the precision at the planimetric and altimetric level of the information obtained from the processing with the virtual tools of road projects is shown.

PRÓLOGO

En la actualidad, se hace un gran uso de herramientas virtuales de gran variedad para el desarrollo de proyectos en sus distintas etapas y distintas áreas, sin embargo, estos presentan limitaciones que se deben tener en cuenta para evitar errores en cuanto a la calidad de información.

Los proyectos se desarrollan en niveles de perfil, factibilidad y definitivo, y cada uno de estos, para ser evaluados y aprobados, presentan requerimientos técnicos de distintos grados de precisión y alcance.

La presente investigación abarca el uso de las herramientas virtuales, como son el Google Earth, Global Mapper y AutoCAD Civil 3D, para la obtención de la topografía de un proyecto vial en las etapas de pre inversión e inversión, y la determinación de la viabilidad del uso de estas para la formulación de los estudios.

El alcance de esta investigación comprende los siguientes proyectos de mejoramiento y rehabilitación de carreteras: dos (2) estudios a nivel de perfil, uno (1) a nivel de factibilidad y seis (6) a nivel de estudio definitivo, los cuales fueron recabados de los proyectos aprobados y de propiedad de PROVIAS.

Los proyectos comprendidos en esta investigación utilizan un sistema de proyección UTM, comprendidos en las zonas 17, 18 y 19, además, se ha usado de referencia el Datum WGS84.

Se debe tener en consideración que para esta investigación se consideró proyectos de rehabilitación y mejoramiento, que hayan tenido un trazo previo, ya sea trocha, afirmado o pavimentado, ya que así se puede comparar resultados del análisis de las imágenes satelitales con los estudios, a nivel planimétrico y altimétrico.

Además, para realizar una comparación del resultado del uso de herramientas virtuales con información obtenida a través de un trabajo de campo con equipos convencionales, se tomará en cuenta los estudios definitivos, ya que presentan niveles elevados de precisión como muestra en los términos de referencia, manuales y guías del MTC.

El uso de la herramienta de Google Earth permite una interacción con sistemas de información geográfica, además, facilita una amplia visión de las alternativas de ruta del proyecto, por otro lado, el Global Mapper permite el uso de un modelo digital de elevación del terreno en la que se hace una distinción pictográfica de la elevación.

Por último, esta investigación se enfoca en proyectos de inversión pública logrando así proporcionar una referencia para la formulación de proyectos en este ámbito, además, muestra la precisión de algunas herramientas virtuales, de ese modo, sirve de ayuda para futuras investigaciones.

LISTA DE CUADROS

	Pág.	
Cuadro N°1	Sistema Local de Referencia	26
Cuadro N°2	Sistema Geocéntrico de Referencia	27
Cuadro N°3	Proyecciones Cartográficas	28
Cuadro N°4	Tipos de Proyectos de Carreteras	35
Cuadro N°5	Requerimientos mínimos en cuanto a los Estudio Topográfico que forma parte de Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil	36
Cuadro N°6	Requerimientos mínimos en cuanto a los Estudio Topográfico que forma parte de Estudio de Pre inversión a Nivel de Factibilidad	38
Cuadro N°7	Requerimientos mínimos en cuanto a los Estudio Topográfico que forma parte de Estudio de Inversión a Nivel de Definitivo	41
Cuadro N°8	Proyectos evaluados	55
Cuadro N°9	Características Técnicas de las Vías Túnel La Verónica y Accesos	57
Cuadro N°10	Características Técnicas de las Vías Tramo Pascobamba-Piscobamba	58
Cuadro N°11	Características Técnicas del Estudio de Factibilidad de Construcción de la Vía Evitamiento la Oroya	59
Cuadro N°12	Características Técnicas de la Vía del Estudio Definitivo del Tramo Dv. Puerto Bermúdez- Ciudad Constitución	60
Cuadro N°13	Características Técnicas del Estudio Definitivo Mazamari-Pangoa-Cubantia	61
Cuadro N°14	Características Técnicas de las Vías del Estudio Definitivo Mejoramiento de la Carretera Tramo Selva Alegre - La Calzada	62
Cuadro N°15	Características Técnicas de las Vías del Estudio Definitivo Tramo Descanso-Langui	63
Cuadro N°16	Características Técnicas de la Vía Acolla-Tunanmarca-Tiwinza	64

Cuadro N°17	Características Técnicas de las Vías del Estudio Definitivo Huaura-Sayan-Churín	65
Cuadro N°18	Resumen Estadístico de ΔZ con vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churín	67
Cuadro N°19	Resumen Estadístico de ΔZ sin vegetación Tramo Huaura- Sayan-Churín	69
Cuadro N°20	Resumen Estadístico de ΔZ con vegetación Jauja I	72
Cuadro N°21	Resumen Estadístico de ΔZ sin vegetación Jauja I	75
Cuadro N°22	Resumen Estadístico de ΔZ con vegetación Tramo Jauja II	78
Cuadro N°23	Resumen Estadístico de ΔZ sin vegetación Tramo Jauja II	81
Cuadro N°24	Resumen Estadístico de ΔZ con vegetación Tramo Selva Alegre- La Calzada	84
Cuadro N°25	: Resumen Estadístico de ΔZ sin vegetación Tramo Selva Alegre- La Calzada	87
Cuadro N°26	Resumen Estadístico de ΔZ con vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía	90
Cuadro N°27	Resumen Estadístico de ΔZ sin vegetación Tramo Mazamari -Pangoa-Cubantía	93
Cuadro N°28	Resumen Estadístico de ΔZ Tramo Descanso- Langui	96
Cuadro N°29	Resumen Estadístico de ΔZ con vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución	98
Cuadro N°30	Resumen Estadístico de ΔZ sin vegetación Tramo Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución	101
Cuadro N°31	ΔZ de los Tramos evaluados con y sin vegetación	106
Cuadro N°32	Resumen Estadístico de ΔH con vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churín	108
Cuadro N°33	Resumen Estadístico de ΔH sin vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churín	110
Cuadro N°34	Resumen Estadístico de ΔH con vegetación Tramo Jauja I	113
Cuadro N°35	Resumen Estadístico de ΔH sin vegetación Tramo Jauja I	116
Cuadro N°36	Resumen Estadístico ΔH con vegetación Tramo Jauja II	119
Cuadro N°37	Resumen Estadístico ΔH sin vegetación Tramo Jauja II	122
Cuadro N°38	Resumen Estadístico de ΔH con vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada	125

Cuadro N°39	Resumen Estadístico de ΔH sin vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada	128
Cuadro N°40	Resumen Estadístico de ΔH con vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía	131
Cuadro N°41	Resumen Estadístico de ΔH sin vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía	134
Cuadro N°42	Resumen Estadístico de ΔH Tramo Descanso - Langui	137
Cuadro N°43	Resumen Estadístico de ΔH con vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución	139
Cuadro N°44	Resumen Estadístico de ΔH sin vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución	142
Cuadro N°45	ΔH de los Tramos evaluados con y sin vegetación	145

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura N°1	Niveles de Glaciación	21
Figura N°2	Promedio de error entre elevaciones del GPS 60 CSx y DEM	22
Figura N°3	Distribución de las diferencias de cada MED respecto al GPS 60 CSx	22
Figura N°4	Datum y elipsoide de referencia	26
Figura N°5	Distribución de zonas en el Mundo	29
Figura N°6	Distribución de zonas en el Perú	29
Figura N°7	Factor de elevación	30
Figura N°8	Factor de Escala	31
Figura N°9	Ciclo de Inversiones	32
Figura N°10	Ciclo de Vida de un Proyecto de Inversión	33
Figura N°11	Curva normal estándar mostrando la región crítica y región de aceptación	47
Figura N°12	Trazado en planta del Eje procedente del Estudio Definitivo para la Rehabilitación Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermúdez Ciudad Constitución Tramo Desvió Puerto Bermúdez – San Alejandro	49
Figura N°13	Modelo digital de Elevación del Proyecto de Mejoramiento y Rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la carretera tramo Acolla – Tiwinza – Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco – Tunanmarca, provincia de Jauja – Junín	51
Figura N°14	Superficie generada a través de Google Earth y Global Mapper	52
Figura N°15	Diagrama de Flujo para la Metodología de Evaluación	53
Figura N°16	Ubicación del Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil para la construcción del Túnel La Verónica y Accesos	57
Figura N°17	Ubicación del Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil para el proyecto Tramo Pascobamba-Piscobamba	58
Figura N°18	Ubicación del Estudio de Factibilidad de Construcción de la Vía Evitamiento la Oroya	59

Figura N°19	Ubicación del Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermúdez – San Alejandro Tramo: Desvío Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución	60
Figura N°20	Ubicación del Estudio Definitivo para el Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Mazamari-Pangoa-Cubantia	61
Figura N°21	Ubicación del Estudio Definitivo para el Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme Ruta PE-5N La Calzada, Tramo: Selva Alegre – Empalme Ruta PE- 5N La Calzada	62
Figura N°22	Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Patahuasi-Yauri-Sicuaní, Tramo: Descanso-Langui	63
Figura N°23	Estudio Definitivo para el Mejoramiento y Rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la carretera vecinal Tramo: Acolla – Tiwinza – Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco – Tunanmarca, Provincia de Jauja – Junín	64
Figura N°24	Estudio Definitivo del Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán – Puente Tingo Tramo II Sayán – Churín	65
Figura N°25	Gráfico de Dispersión del ΔZ con vegetación Tramo Huaura – Sayan – Churín	66
Figura N°26	Histograma de variación del ΔZ con vegetación Tramo Huaura – Sayan – Churín	67
Figura N°27	Perfil Longitudinal del Tramo Huaura-Sayan-Churín – CV	68
Figura N°28	Gráfico de Dispersión del ΔZ sin vegetación Tramo Huaura – Sayan – Churín	69
Figura N°29	Histograma del ΔZ sin vegetación Tramo Huaura – Sayan – Churín	70
Figura N°30	Perfil Longitudinal Tramo Huaura–Sayan–Churín –SV	71
Figura N°31	Gráfico de Dispersión de ΔZ con vegetación Tramo Jauja I	72
Figura N°32	Histograma de ΔZ con vegetación Jauja I	73

Figura N°33	Perfil Longitudinal Jauja I – CV	74
Figura N°34	Gráfico de Dispersión de ΔZ sin vegetación Jauja I	75
Figura N°35	Histograma de ΔZ sin vegetación Tramo Jauja I	76
Figura N°36	Perfil Longitudinal Tramo Jauja I – SV	77
Figura N°37	Gráfico de Dispersión de ΔZ con vegetación Tramo Jauja II	78
Figura N°38	Histograma de ΔZ con vegetación Tramo Jauja II	79
Figura N°39	Perfil Longitudinal Tramo Jauja II - CV	80
Figura N°40	Gráfico de Dispersión de ΔZ sin vegetación Tramo Jauja II	81
Figura N°41	Histograma de ΔZ sin vegetación Tramo Jauja II	82
Figura N°42	Perfil Longitudinal Tramo Jauja II – SV	83
Figura N°43	Gráfico de Dispersión de ΔZ con vegetación Tramo Selva Alegre- La Calzada	84
Figura N°44	Histograma de ΔZ con vegetación Tramo Selva Alegre- La Calzada	85
Figura N°45	Perfil Longitudinal Tramo Selva Alegre-La Calzada –CV	86
Figura N°46	Gráfico de Dispersión de ΔZ sin vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada	87
Figura N°47	Histograma de ΔZ sin Vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada	88
Figura N°48	Perfil Longitudinal Tramo La Calzada - SV	89
Figura N°49	Gráfico de Dispersión de ΔZ con vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía	90
Figura N°50	Histograma de ΔZ con vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantia	91
Figura N°51	Perfil Longitudinal Tramo Mazamari – Pangoa – Cubantía–CV	92
Figura N°52	Gráfico de Dispersión de ΔZ sin vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía	93
Figura N°53	Histograma de ΔZ sin vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía	94
Figura N°54	Perfil Longitudinal Tramo Mazamari – Pangoa Cubantía–SV	95
Figura N°55	Gráfico de dispersión de ΔZ Tramo Descanso-Langui	96

Figura N°56	Histograma de ΔZ Tramo Descanso-Langui	97
Figura N°57	Gráfico de Dispersión de ΔZ con vegetación Tramo Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución	98
Figura N°58	Histograma de ΔZ con vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución	99
Figura N°59	Perfil Longitudinal Tramo Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución-CV	100
Figura N°60	Gráfico de Dispersión de ΔZ sin vegetación Tramo Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución	101
Figura N°61	Histograma de ΔZ sin vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución	102
Figura N°62	Perfil Longitudinal Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución-SV	103
Figura N°63	Desfase del Eje Tramo Mazamari – Pangoa –Cubantía	104
Figura N°64	Gráfico de Dispersión de ΔH con vegetación Tramo Huaura – Sayan – Churin	107
Figura N°65	Histograma de ΔH con vegetación Tramo Huaura – Sayan - Churin	108
Figura N°66	: Alineamiento Tramo Huaura-Sayan-Churin – CV	109
Figura N°67	Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churin	110
Figura N°68	Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churin	111
Figura N°69	Alineamiento Tramo Huaura-Sayan-Churin –SV	112
Figura N°70	Gráfico de Dispersión de ΔH con vegetación Tramo Jauja I	113
Figura N°71	Histograma de ΔH con vegetación Tramo Jauja I	114
Figura N°72	: Alineamiento Tramo Jauja I-CV	115
Figura N°73	Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación Tramo Jauja I	116
Figura N°74	Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Jauja I	117
Figura N°75	Alineamiento Tramo Jauja I-SV	118
Figura N°76	Gráfico de Dispersión de ΔH con vegetación Tramo Jauja II	119
Figura N°77	Histograma de ΔH con vegetación Tramo Jauja II	120

Figura N°78	Alineamiento Tramo Jauja II –CV	121
Figura N°79	Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación Tramo Jauja II	122
Figura N°80	Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Jauja II	123
Figura N°81	Alineamiento Tramo Jauja II-SV	124
Figura N°82	Gráfico de Dispersión de ΔH con vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada	125
Figura N°83	Histograma de ΔH con vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada	126
Figura N°84	Alineamiento Tramo Selva Alegre-La Calzada –CV	127
Figura N°85	Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada	128
Figura N°86	Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada	129
Figura N°87	Alineamiento Tramo Selva Alegre-La Calzada –SV	130
Figura N°88	Gráfico de dispersión de ΔH con vegetación Tramo Mazamari -Pangoa-Cubantía	131
Figura N°89	Histograma de ΔH con vegetación Tramo Mazamari -Pangoa-Cubantía	132
Figura N°90	Alineamiento Tramo Mazamari-Pangoa –Cubantía-CV	133
Figura N°91	Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía	134
Figura N°92	Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Mazamari-Pangoa –Cubantía	135
Figura N°93	Alineamiento Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía-SV	136
Figura N°94	Gráfico de Dispersión de ΔH Tramo Descanso -Langui	137
Figura N°95	Histograma de ΔH Tramo Descanso - Langui	138
Figura N°96	Gráfico de Dispersión de ΔH con vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución	139
Figura N°97	Histograma de ΔH con vegetación Tramo Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución	140
Figura N°98	Alineamiento Tramo Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución – CV	141
Figura N°99	Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución	142

Figura N°100	Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución	143
Figura N°101	Alineamiento Tramo Puerto Bermúdez Ciudad Constitución – SV	144
Figura N°102	Gráfico de Probabilidad de ΔH al 95% IC	147
Figura N°103	Gráfico de Probabilidad de ΔZ al 95 % IC	148

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

ASTER-GDEM	: Aster Global Digital Elevation Model
BM	: Bench Mark
CV	: Con Vegetación
DEM	: Digital Elevation Model
DME	: Depósito de Material Excedente
DTM	: Digital Terrain Modeling
DWG	: Drawing
EGM 96	: Earth Gravitational Model 1996
GIS	: Geographic Information systems
GLONASS	: Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (Sistema Global de Navegación por Satélite)
GPS	: Global Positioning System
IGN	: Instituto Geográfico Nacional
IMD	: Índice Medio Diario
ITRF	: International Terrestrial Reference Frame
KML	: Keyhole Markup Language
KMZ	: Keyhole Markup Zip
MED-NASA	: Digital Elevation Model
MEF	: Ministerio de Economía y Finanzas
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NMM	: Nivel Medio del Mar
PROVIAS	: Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional
PSAD 56	: Provisional South American Datum 1956
RTK	: Real Time Kinematic
SAD 69	: South American Datum 1969
SRTM	: Shuttle Radar Topography Mission
SV	: Sin Vegetación
TDR	: Términos de Referencia
TIN	: Triangulated Irregular Network
TMC	: Tubería Metálica Corrugada
UIT	: Unidad de Impuesto Tributario

UTM	: Universal Transversal Mercator
WGS84	: World Geodesic System 1984
α	: Nivel de Significancia
ΔH	: Diferencia Horizontal
ΔZ	: Diferencia Altitudinal
E	: Coordenada Este
H	: Altura promedio medida desde el Geoide al terreno
H1	: Hipótesis alternativa a la hipótesis nula
Ha	: Hipótesis alternativa
Ho	: Hipótesis nula
K elevación	: Factor de elevación
K escala	: Factor de escala
Kt	: Factor combinado
Lo	: Longitud medida en el elipsoide de referencia
Lp	: Longitud proyectada del al plano cartográfico
Lt	: Longitud medida en el terreno (distancia topográfica)
N	: Coordenada Norte
n	: Número de Datos
R	: Radio promedio de la tierra (6370 km)
s	: Desviación estándar Muestral
s^2	: Varianza Muestral
μ	: Media poblacional
$\tilde{\mu}$: Mediana poblacional
	: Muestra sin vegetación
u_2	: Muestra con vegetación
\bar{x}	: Media muestral
\tilde{x}	: Mediana muestral
z	: Variable estandarizada
Z	: Cota
μ_S	: Media de un estadístico S
σ_S	: Desviación estándar de un estadístico S

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

Como bien se conoce, el ciclo de vida de un proyecto de inversión pública comprende de etapas de pre inversión, inversión y post inversión que poseen de requerimientos solicitados por las entidades propietarias de estos; los proyectos se encuentran regulados por los contratos y términos de referencia que suscribe el consultor encargado de elaborar el estudio a nivel de perfil, factibilidad y definitivo, asimismo, la entidad es la encargada de aprobar estos estudios y observar si se requieran; estos son proyectos de beneficio público, por lo que los profesionales indicados para la elaboración, así como la aprobación de estos estudios, deben de tener en cuenta que las herramientas virtuales poseen limitaciones.

En la actualidad, las herramientas virtuales están siendo muy utilizadas para la elaboración de planos, metrados, presupuestos y programación de diversos tipos de proyectos como: edificaciones, obras viales, saneamiento, irrigación y defensas ribereñas, estos previos estudios básicos de ingeniería como Estudios de Suelos, Topografía, Geología e Hidrología, así como toda la documentación técnica necesaria para la posterior ejecución del proyecto.

1.2 PROBLEMÁTICA

Se está haciendo uso del Global Mapper y ArcGis para obtener la información topográfica desde Google Earth e imágenes satelitales; sin embargo, padece de una serie de deficiencias, debido a que esta información no ha sido evaluada para verificar si es que en realidad representa la información topográfica para proyectos.

Para plantear las etapas de un proyecto es necesario que pasen por un estudio de pre inversión y de inversión, por lo que es necesario tomar datos de topográfica de campo con ayuda de equipos convencionales como son el teodolito, la estación total, RTK, GPS, imágenes satelitales, fotogrametría con drones tal cual lo requiera el nivel de estudios a realizar; y esto lleva a una demora sustancial en el planteamiento de estas etapas. Por lo que un planteamiento seria la realización

de estos estudios a través herramientas virtuales como el Google Earth, Global Mapper, AutoCAD, Civil 3D y ArcGis para que estos proyectos se desarrollen en menor tiempo.

En la formulación de proyectos a nivel de inversión, es decir, a nivel de estudio definitivo o expediente técnico, se exige una determinada precisión, escalas; esto para que el presupuesto en cuanto a trabajos de movimiento de tierras (para proyectos viales) se encuentre dentro de lo real, así como también la determinación de áreas y altitudes para trabajos de planimetría y altimetría (trazos, nivelación, replanteo).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Determinar la precisión que se alcanza a través de la herramienta virtual Google Earth para formulación de proyectos viales.

1.3.2 Objetivo Específico

Comparar la calidad de información obtenidos mediante herramientas virtuales y los datos tomados en campo mediante equipos convencionales como Teodolito y Estación Total.

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 GOOGLE EARTH

El Google Earth es un software libre que cuenta con servicios gratuitos y servicios con un costo, que se complementa con sus otros software como el Google Earth Pro para el cálculo de áreas, además de su interacción con GIS por los formatos en los que se maneja; permite la importación de hojas de cálculo para ubicación de puntos, polilíneas y regiones; tiene un gran uso debido a que la utiliza el Datum WGS 84 y el sistema de proyección UTM permitiendo la referencia de la ubicación del proyecto. Ha tenido su lanzamiento en el año 2005 con un gran impacto en cómo la gente aprende y trabaja con la información geográfica, debido a que con él se pueden hacer mapas personalizados trazando rutas, puntos de referencia, ubicación de lugares, delimitación de regiones como parte de un Sistema de Información Geográfica, además de los recorridos en 3D. Estos trabajos pueden interactuar con herramientas como el Civil 3D y el AutoCAD para los fines que se deseen además de su sistema compatible con el Global Mapper a través de la extensión KML y KMZ.

Gracias a la facilidad de uso y acceso, los archivos KML han ampliado considerablemente la base de datos geográficos de los usuarios ya que tienen una interacción con software GIS. El programa contiene una gran cantidad de data almacenada en su base con fotografías que datan desde hace más de 50 años. Se han realizado análisis comparativos del Google Earth y Traditional Papper Maps como se muestra en la Figura N°1 en donde se han evaluado los cambios en los niveles de glaciación en Alaska, en donde se han evaluado data desde 1986 hasta el 2010 observándose similitudes.

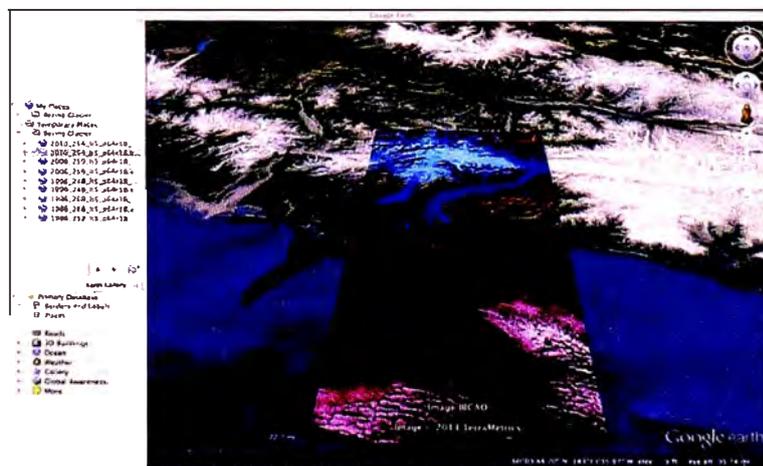


Figura N°1 Niveles de Glaciación. Fuente: Edstrom, 2013.

También se ha realizado la evaluación de MED obtenidas a través de MED-NASA, Google Earth y Aster-GDEM (fuentes que son disponibles en internet) y se comparó con un GPS Garmin 60 CSx para observar como se muestra en la Figura N°2 las diferencias que existen en los datos de elevación, en la que se demostró que el Google Earth es una herramienta que presenta menor variación y dispersión en las elevaciones tal cual lo señala Alvarado (Cascante Alvarado, 2010).

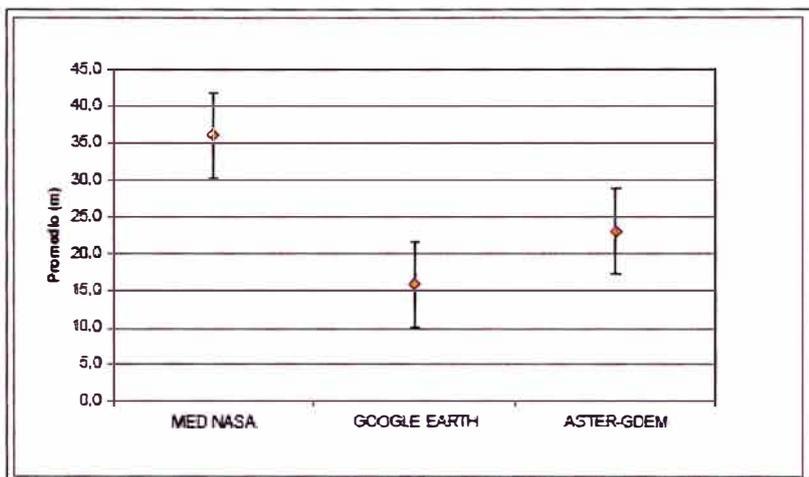


Figura N°2 Promedio de error entre elevaciones del GPS 60 CSx y DEM.
 Fuente: Cascante Alvarado, 2010.

Además se realizó análisis de elevación por cobertura vegetal, en donde el Google Earth no muestra diferencia significativa al igual que el ASTER-GDEM, el análisis de variabilidad de las distribuciones MED respecto a el GPS 60 CSx para la cobertura Forestal y No Forestal se muestra en la Figura N°3 en la que se observa que los datos que tienen como fuente el Google Earth poseen de una diferencia que varía en el rango de 0 a 30 m.

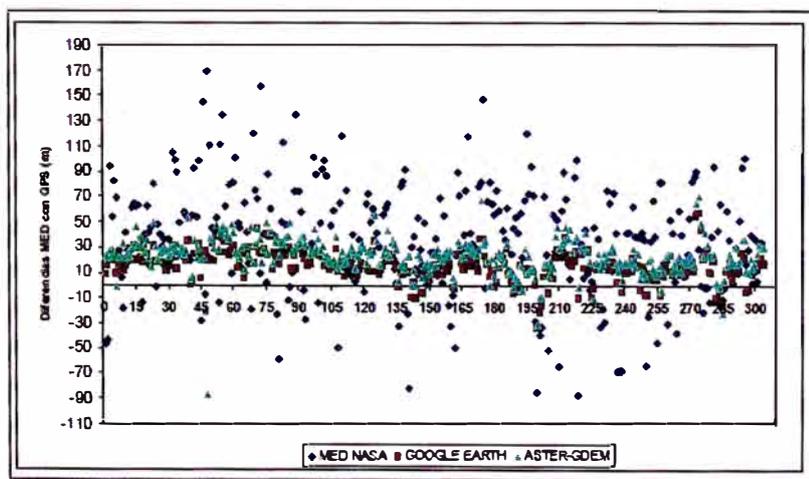


Figura N°3 Distribución de las diferencias de cada MED respecto al GPS 60 CSx.
 Fuente: Cascante Alvarado, 2010.

Los modelos de elevación digital son desarrollados con técnicas de interpolación espacial, datos satelitales o radares y es común que en su elaboración se comentan errores. Las zonas cubiertas con vegetación, hojas y ramas actúan como dispersoras.

2.2 MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

Dentro de los elementos básicos de cualquier representación digital de superficie terrestre se encuentran los Modelos Digitales de Terreno. Se denomina MDT a un conjunto de capas (generalmente raster) que representan distintas características de la superficie terrestre derivadas de una capa de elevaciones a la que se denomina Modelo Digital de Elevaciones (MDE), información obtenida por Alonso (Sarria, 2006). Un MDE puede representarse de forma genérica mediante la ecuación:

$$z = f(x, y)$$

Esta ecuación se define dentro de un campo de variación continua. La imposibilidad de resolver la ecuación anterior hace que elementos discretos como las curvas de nivel, la Red Irregular de Triángulos (TIN) y el raster permiten simplificar la codificación de la elevación.

- **Curvas de Nivel:** Son líneas formadas a partir de pares coordenados que poseen una elevación en común. Generalmente el intervalo entre valores de las curvas de nivel es constante.
- **Red Irregular de Triángulos (TIN):** Es una red de puntos trazados en donde se conoce todos los elementos de sus coordenadas no colineales. Tiene entre sus ventajas: adaptarse mejor a las irregularidades del terreno, ocupar menos espacio y dar muy buenos resultados a la hora de visualizar modelos en 3D. Tal cual se utiliza en el Civil 3D.
- **Raster:** Es el formato más adecuado para la integración de las elevaciones en un SIG. Comúnmente usado en software GIS.

Existen diversos métodos para construir un MDE, entre ellos se encuentran los Métodos Directos y los Métodos Indirectos, que se mencionan a continuación.

2.2.1 Métodos directos para obtener MDT

- **Altimetría:** Mediante altímetros transportados por aviones o satélites se permite determinar diferencias de altitud entre la superficie terrestre y vehículo que transporta el altímetro.
- **Radargrametría:** Un sensor radar emite un impulso electromagnético y lo recoge tras reflejarse en la superficie terrestre, conociendo el tiempo de retardo del pulso y su velocidad se puede estimarse la distancia entre el sensor y terreno. La NASA en el año 1999 inicio el proyecto SRTM, con el objetivo de obtener un mapa topográfico de toda la Tierra a partir de este método.
- **Topografía Convencional:** Mediante estaciones topográficas realizadas en campo y con ayuda de dispositivos que permiten la grabación de datos puntuales como lo son el Teodolito Mecánico, Teodolito Electrónico y Estación Total.
- **Sistema de Posicionamiento Geodésico (GPS):** Es un Sistema Global de localización mediante satélites que permite estimaciones suficientemente precisas de latitud, longitud y altitud de un punto. Equipo convencional: RTK.

2.2.2 Métodos Indirectos para obtener MDT

- **Restitución Fotogramétrica:** A través de fuentes analógicas (fotografía aérea) o digitales (imágenes de satélite).
- **Digitalización:** de curvas de nivel de un mapa mediante escáner o tablero digitalizador e interpolación de las mismas.

Los trabajos de campo son precisos y su resolución se decide a priori. Además, se adapta la toma de datos a las condiciones y las irregularidades del terreno. El principal inconveniente es el tiempo y costo.

2.3 AUTOCAD CIVIL 3D Y GLOBAL MAPPER

El AutoCAD Civil 3D es un software que te permite crear el MDT a través de la importación de puntos y se pueden realizar alineamientos con lo que se obtienen perfiles, secciones transversales con ello realizar el cálculo de volúmenes.

Tanto el AutoCAD como el AutoCAD Civil 3D son herramientas virtuales con las que se ha venido trabajando desde hace más de una década para la elaboración de planos y cálculo de volúmenes. Conforme ha ido evolucionando la tecnología y con ello las herramientas virtuales para el procesamiento de datos topográficos, se ha automatizado las interfaces de las herramientas con la finalidad de obtener los modelos digitales de elevación.

El AutoCAD Civil 3D permite configurar el sistema de coordenadas a utilizar y las unidades. Esta configuración nos sirve para referenciar nuestro dibujo a un sistema de coordenadas preestablecidas el cual sirve como base o plantilla para los siguientes proyectos que se desarrollen por separado, trabajar con un sistema de proyección y un Datum de referencia.

En versiones anteriores del Civil 3D, 2011 y 2012, se permitía generar las curvas de nivel a partir de imágenes satelitales obtenidas de Google Earth, pero en las versiones 2013 y 2014 desaparecieron por completo, volvieron a reaparecer en la versión 2015, pero con un fin diferente, en el cual se puede visualizar imágenes satelitales de la zona donde estemos proyectando nuestros diseños, previamente referenciados.

El Global Mapper es una herramienta SIG que a través de las imágenes satelitales permite obtener el MDT y con ello las curvas de nivel, transformar coordenadas en diferentes sistemas de proyección y datum, y tiene la facilidad de acceder a archivos de diferentes formatos como DWG, KML, KMZ, GPS, también se puede obtener perfiles longitudinales.

2.4 SISTEMAS GEODÉSICOS DE REFERENCIA

2.4.1 Sistema Local

El campo de aplicación es reducido (país o región). Está compuesto por un elipsoide de referencia y un punto Datum tal cual se muestra en la Figura N°4, donde se muestra la aproximación entre el Geoide y el Elipsoide, y las inmediaciones del punto Datum.

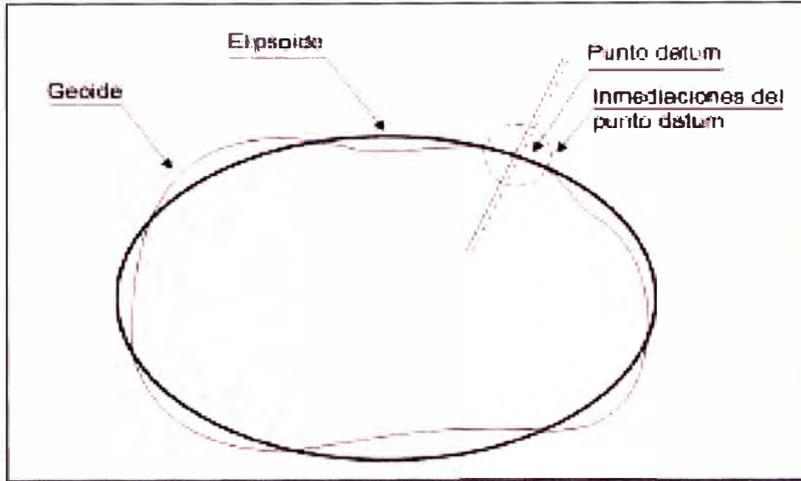


Figura N°4 Datum y elipsoide de referencia. Fuente: Mendoza Dueñas, 2015.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, los países habían desarrollado un propio sistema en base a conveniencias económicas y militares; los sistemas elaborados no eran comunes ya que era de interés militares de cada país. Los usados en el Perú se muestran en el Cuadro N°1, un extracto del Cuadro de Sistemas Locales de diversas Zonas y Países utilizados en el mundo.

Cuadro N°1 Sistema Local de Referencia.
 Fuente: Mendoza Dueñas, 2015.

ZONA DE USO	NOMBRE DE DATUM	ELIPSOIDE
Perú	PSAD 56	Internacional 1924
	SAD 69	Sudamericano 1969

2.4.2 Sistema Geocéntrico

Está constituido por un sistema cartesiano tridimensional, establecido por el ITRF, tiene origen en el centro de masa de la totalidad de la tierra, el eje "Z" pasa por el polo de referencia internacional, con el plano ecuatorial que divide al elipsoide en zona hemisferios norte y sur. La intersección del meridiano internacional de referencia y el Ecuador forma con el punto "O" el eje "X". El eje "Y" se forma obedeciendo la regla de la mano derecha.

Algunos sistemas geocéntricos comúnmente usados se encuentran en el Cuadro N°2 en la que se indica la denominación, característica y zona de uso.

Cuadro N°2 Sistema Geocéntrico de Referencia.
Fuente: Mendoza Dueñas, 2015.

DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	ZONA DE USO
WGS 84	Es el que tiene más uso y tiene más parámetros para la transformación a otros sistemas geodésicos locales y otros sistemas geocéntricos, creado por EEUU.	Estados Unidos
PZ-90	Utiliza el sistema posicionamiento satelital ruso (GLONASS)	Rusia
HARTBEESSHOEK94	Utiliza el elipsoide WGS84	África del Sur

2.5 PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

Para la representación de la superficie de la tierra se utiliza planos estos en base a la cartografía, sin embargo existen tipos de proyecciones cartográficas como son la Proyección Cartográfica en un Plano, Proyección Cónica, Proyección Cilíndrica la cual se resume en el Cuadro N°3 donde se describe el tipo de proyección.

Cuadro N°3 Proyecciones Cartográficas. Fuente: Mendoza Dueñas, 2015.

PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS	Proyección Cartográfica en un Plano	Las proyecciones de la superficie se realizan en un plano	Proyección Gnomónica
			Proyección estereográfica
			Proyección Ortográfica
	Proyección Cónica	Circunscribe un cono hueco a un elipsoide respecto a una de sus paralelas, eje del cono coincide con el eje polar del elipsoide	
	Proyección Cónica Conformal de Lambert	A diferencia de la proyección Cónica, esta corta al elipsoide en dos planos paralelos	
	Proyección Cilíndrica	Proyección Mercator	Circunscribe un cilindro hueco a un elipsoide, tangente al plano ecuatorial, el eje del cilindro es coincidente con el eje polar de la tierra
		Proyección Transversal de Mercator	Circunscribe un cilindro hueco a un elipsoide, tangente a un meridiano (meridiano origen), el eje del cilindro es perpendicular al eje de la tierra
Proyección Universal Transversal Mercator		Sistema similar la proyección transversal de Mercator, la diferencia radica en que el cilindro transversal al eje polar de la tierra, corta al elipsoide en dos líneas cerradas	

La proyección más utilizada en nuestro medio es la UTM debido a la cobertura de la proyección se utilizan 60 zonas distanciados a 6° cada uno como se muestra en la Figura N°5 en la que se muestra el meridiano Greenwich, con valores negativos de ángulos al lado oeste del meridiano y positivo al lado este del meridiano . La proyección Transversa Mercator es una proyección conforme. Esto significa que las mediciones angulares realizadas sobre la superficie de la proyección son verdaderas. La proyección está basada en un cilindro que es ligeramente más pequeño que el esferoide y después se desarrolla en forma horizontal. Este método es utilizado por muchos países y se adapta especialmente a países grandes cerca del Ecuador.

La Proyección Transversal de Mercator se define por:

- Falso este y falso norte
- Latitud de Origen
- Meridiano Central
- Factor de Escala sobre el Meridiano
- Ancho de la Zona

Las proyecciones se muestran como planos pero realmente definen pasos matemáticos para especificar las posiciones sobre un elipsoide en términos de en plano. La forma en que una proyección trabaja:

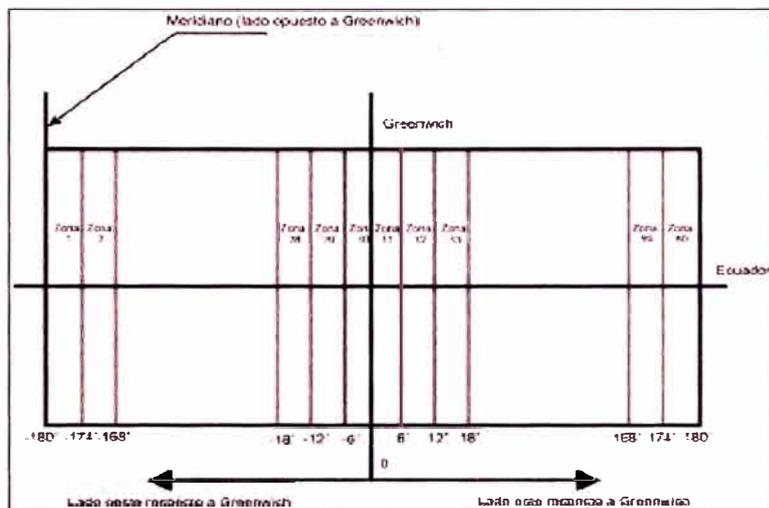


Figura N°5 Distribución de zonas en el Mundo. Fuente: Mendoza Dueñas, 2015.

En territorio peruano se encuentran tres Zonas 17,18, 19 los cuales se muestran en la Figura N°6.

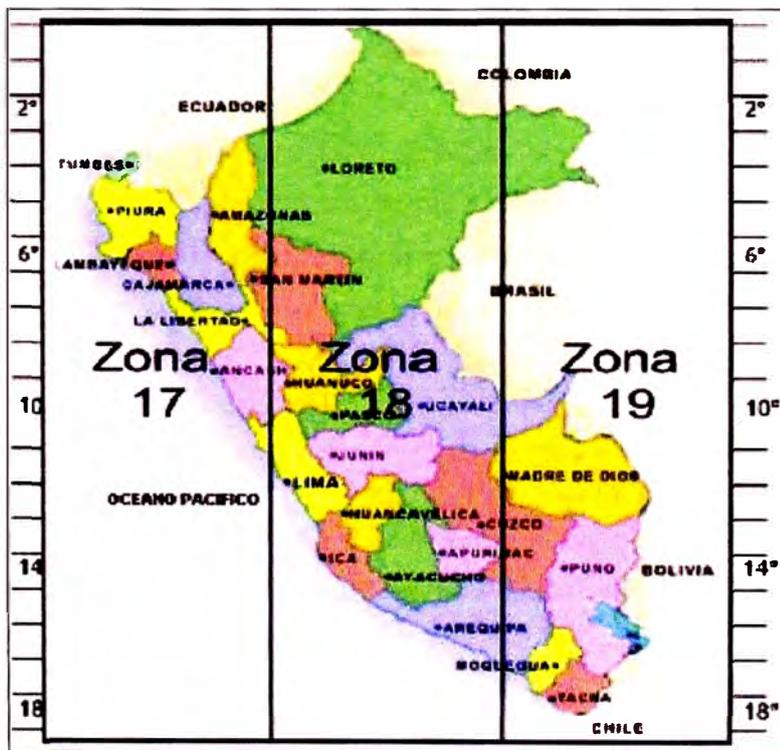


Figura N°6 Distribución de zonas en el Perú. Fuente: Mendoza Dueñas, 2015.

2.5.1 Factor de elevación (K elevación)

Es aquel valor que permite proyectar la longitud medida entre dos puntos en el terreno sobre el Geoide (NMM) tal cual se detalla en la Figura N° 7 en el que se muestra una distancia topográfica y la longitud proyectada al plano cartográfico.

$$L_p = \left(\frac{R}{R + H} \right) * L_t$$

$$L_p = (K \text{ elevación}) * L_t$$

Donde:

L_p: Longitud proyectada del al plano cartográfico

L_t: Longitud medida en el terreno (longitud o distancia topográfica)

R: Radio promedio de la tierra (6370 km)

H: Altura promedio medida desde el Geoide al terreno

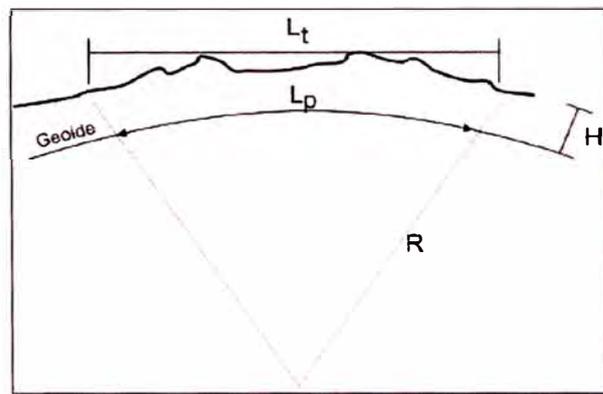


Figura N°7 Factor de elevación. Fuente: Mendoza Dueñas, 2015.

Se ha establecido convencionalmente que las longitudes representadas en un plano, mapa o carta, se encuentre proyectada al geoide, por tal razón después de llevar a cabo un levantamiento topográfico, es obligatorio proyectar distancias topográficas al geoide, apoyándonos en el factor de elevación.

2.5.2 Factor de escala (K escala)

Es aquel valor que permite proyectar la longitud medida entre dos puntos en el elipsoide de referencia sobre el plano cartográfico esto se muestra en la Figura N°8 en la que se muestra la longitud medida en el elipsoide de referencia y la longitud proyectada en el plano cartográfico.

$$L_p = (K \text{ escala}) * L_o$$

Donde:

L_p: Longitud proyectada al plano cartográfico

L_o: Longitud medida en el elipsoide de referencia

K escala: factor de escala

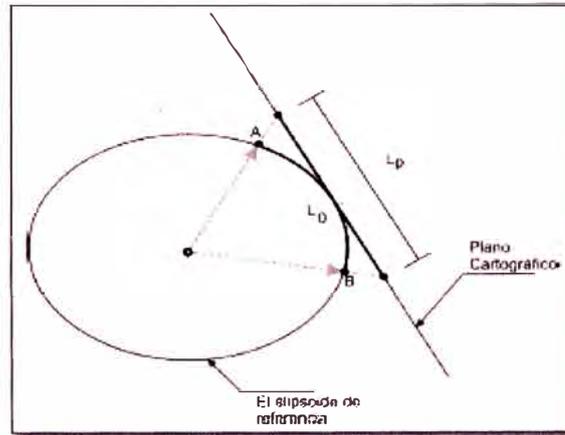


Figura N°8 Factor de Escala. Fuente: *Mendoza Dueñas, 2015*.

El valor del factor de escala depende de la posición de los puntos y su valor se puede encontrar gracias al uso de tablas o software.

2.5.3 Factor combinado (Kt)

Es el producto proveniente entre el factor de elevación y el factor de escala.

$$Kt = (K \text{ escala}) * (K \text{ elevación})$$

2.5.4 Distancia Horizontal y vertical:

La comparación de puntos, planimétricamente, es calculada con la ecuación euclidiana:

$$dh = \sqrt{[(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2]}$$

En el caso de la altimetría la diferencia en elevación será calculada por

$$dz = z1 - z2$$

2.6 CICLO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

Los proyectos de inversión actúan frente a un problema, esta tiene que ser identificada, analizada, dimensionada para poder proponer una solución que cumpla con determinados parámetros como la rentabilidad social, sostenibilidad y consistencia con políticas.

Para esta solución antes de desembolsar los Recursos Públicos se parte de una idea, entre ellas se encuentra Recuperación de Infraestructura, Políticas de Desarrollo, Condiciones de Vida Deficitarias, Percepción de Personas para luego llevarlas a una fase de Pre Inversión, Inversión y finalmente la Post Inversión.

Existe un sistema donde se elaboran las pautas para la formulación de proyectos como lo es Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (antes Sistema Nacional de Inversión Pública) el que se ha creado con Decreto Legislativo N° 1252. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones presenta un instructivo para la Ficha Técnica Estándar correspondiente a la R.M N° 633-2018 para la Formulación y Evaluación de carreteras Interurbanas correspondiente a la red Vial Nacional, Departamental y Vecinal. Los casos presentados son para creación, mejoramiento o recuperación. En el instructivo se presenta límites de corte por el monto de inversión del Proyecto ya sea por soles por kilómetro por carril y soles por kilómetro según el IMDA (Índice Medio Diario anual). En los anexos del instructivo se encuentra el Estudio de Tráfico, Reconocimiento por Tramos y estructura del Presupuesto Estimado.

Según el SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública) el ciclo del proyecto de inversión está conformado por etapas de Pre inversión (Perfil y la Factibilidad), Inversión (Estudio Definitivo, Ejecución) y Post Inversión (Operación y Mantenimiento, Evaluación Ex-post); actualmente según el Inverte.pe el ciclo de inversión está conformado por las fases que se muestran la Figura N° 9.

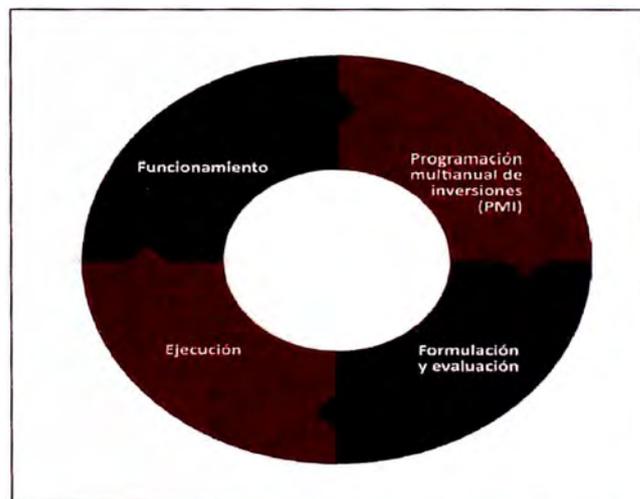


Figura N°9 Ciclo de Inversiones. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018.

De manera genérica, la vida de un proyecto se encuentra comprendido por las siguientes etapas: Diseño/Formulación, Preparación, Ejecución, Cierre, Operación, Evaluación como se muestra en la Figura N°10.

2.6.1 Diseño

Primera etapa de un proyecto, donde analizan las primeras ideas sobre problemática, causas efectos, alternativas de solución, actores involucrados, si es beneficio, factible y pertinente al contexto. Las ideas se forman en un anteproyecto (en el que se debe tener en consideración objetivos, acciones, metas, indicadores de seguimientos, beneficios esperados y la duración del proyecto).

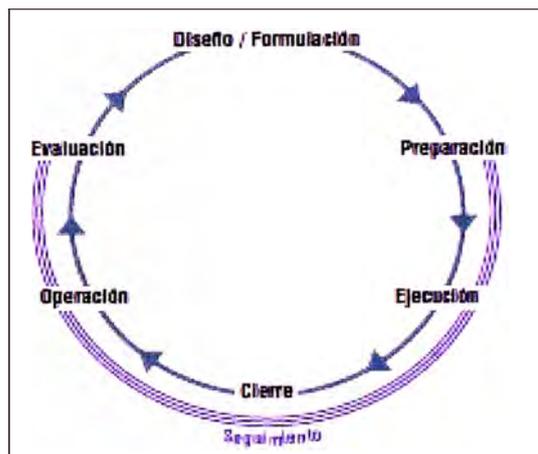


Figura N°10 Ciclo de Vida de un Proyecto de Inversión.
Fuente: Gobierno del Estado de Oaxaca, 2013.

2.6.2 Preparación

Con el uso de información primaria o secundaria se toma una decisión respecto a las alternativas de solución (dentro de esta cuales son las alternativas factibles, la alternativa óptima en términos técnicos, económicos, sociales y ambientales).

Una vez seleccionada la mejor alternativa se inicia la etapa de preparación, que comprende la realización de estudios técnicos necesarios para evaluar la rentabilidad. Aquí se definen con claridad los objetivos, componentes, metas, indicadores de seguimiento, costos detallados, cronogramas de inversión. Dentro de la evaluación de la rentabilidad de un proyecto se consideran dos niveles (perfil, factibilidad).

2.6.3 Ejecución

Dentro de esta etapa, se materializará el proyecto preparado, se construyen las obras previstas en los estudios, se adquiere e instala la maquinaria y equipamiento, se contrata personal se realiza todo lo previsto en la etapa de pre inversión.

En esta etapa se requiere realizar acciones concretas como licitar la ejecución de obras, compra de equipamientos, esto principalmente en los proyectos del sector público.

2.6.4 Cierre

Se revisan los resultados alcanzados y propuestos en la etapa de ejecución con todas las modificaciones hechas durante la ejecución del proyecto, asimismo, se entrega el proyecto a quien lo operará.

2.6.5 Operación

Aquí se cumplen los fines propuestos para el cumplimiento del objetivo del proyecto, que contribuyen a la solución del problema planteado al inicio del proyecto.

2.6.6 Evaluación

Dentro de esta etapa se toma en cuenta si la alternativa de solución elegida fue aceptada por los beneficiarios, la programación del gasto fue correcta, se cumplieron las metas en tiempo y forma.

2.7 FASES DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

2.7.1 Pre inversión

Para la elaboración de estudios de pre inversión a nivel de perfil de proyectos de carreteras se toman en cuenta la creación, ampliación, recuperación y mejoramiento como se muestra en el Cuadro N°4. Se puede resaltar que de acuerdo al monto de inversión podrá ser declarado viable a nivel de perfil y posteriormente requerirá un denominado estudio de factibilidad.

Cuadro N°4 Tipos de Proyectos de Carreteras. Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas, 2015.

GUÍA INTERURBANA	
TIPOS DE PROYECTOS DE CARRETERAS	CARACTERÍSTICAS
Proyectos de Creación	Situación de inexistencia de camino carrozable o camino de herradura.
Proyectos de Recuperación	Recuperación de capacidad normal de prestación de servicio, que no son contemplados en el mantenimiento.
Proyectos de Mejoramiento	Mejorar uno o más factores que afectan la calidad del servicio, modificar la geometría horizontal y vertical de la carretera.

La guía Interurbana tiene la finalidad orientar la elaboración de proyectos de inversión pública de vialidad interurbana (es decir las conexiones entre pueblos, ciudades más no en el interior de estas ya que para ello se debe de tomar en cuenta la Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad urbana a nivel de perfil) y dependiendo de las particularidades de cada proyecto de esta tipología- según lo que se defina en el diagnóstico, se debe realizar los ajustes correspondientes en cada módulo para la formulación del estudio de pre inversión a nivel de perfil. Debido a que existen singularidades para los caminos vecinales es por ello que existe Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil las singularidades contempladas para ellos son caminos de bajo tráfico (IMD <100 veh./día), Mejoramientos y rehabilitaciones que puedan alcanzar nivel de afirmado en la superficie de rodadura, no se contemple expropiaciones, ni alto impacto socio-ambiental ni existencia de restos arqueológicos. Las guías mencionadas anteriormente fueron aprobadas mediante el Sistema Nacional de Inversión Pública.

2.7.2 Inversión:

En la fase de inversión, se elabora la documentación necesaria para elaborar los expedientes técnicos, que comprende los planos, memoria descriptiva, memoria de cálculos, estudios básicos de ingeniería, especificaciones técnicas, metrados, análisis de costo unitario, presupuesto, fórmula polinómica y cronograma de obra. Los requerimientos en cuanto a la topografía en la etapa tanto de pre inversión como de inversión se encuentra detallado en los Cuadros N°5, N°6 y N°7

Cuadro N°5 Requerimientos mínimos en cuanto a los Estudio Topográfico que forma parte de Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil. Fuente: Elaboración propia.

INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA-TOPOGRAFÍA	NIVEL DE ESTUDIO	REFERENCIA
<ul style="list-style-type: none"> • Mediciones de secciones transversales cada 500 mts. en el eje de la carretera, donde se requiera cortes y rellenos importantes, con la ayuda de un GPS y un eclímetro. • Los trabajos topográficos permiten tener información sobre el relieve del área del proyecto, con el fin de poder plantear las curvaturas de alineamiento, las pendientes longitudinales, etc. • Asimismo, se deberá ubicar el mobiliario urbano existente • Se podrá efectuar mediciones con la ayuda de un GPS y un eclímetro; en sub tramos donde la presencia de cortes y su costo sea importante todo ello para un dimensionamiento preliminar, se deberá desarrollar la topografía como un estudio que complementará al estudio de pre inversión, debiéndose levantar información del terreno con equipos tales como teodolitos, niveles o en su defecto estación total instrumentos. • Mediciones del camino podrán hacerse como mínimo con la ayuda de un equipo Navegador GPS, con un grado de precisión máxima de +/- 3 de error, complementado de información disponible cartas del IGN, imágenes satelitales, documentación aerofotográfica existente, que permita elaborar los planos en planta y perfil longitudinal y se deberá utilizar el eclímetro u otro instrumento similar. 	<p>Perfil-Pre Inversión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil. • Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad urbana, a Nivel de Perfil • Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad interurbana a Nivel de Perfil. • Términos de Referencia de Estudios de Pre inversión a Nivel de Perfil de la Ruta Nacional PE-04 Tramo: EMP PE-1N (El Cruce)-DV. Sechura (PE-1N)-Bayovar-Terminal Bayovar-Bapo.

INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA-TOPOGRAFÍA	NIVEL DE ESTUDIO	REFERENCIA
<ul style="list-style-type: none"> • Secciones transversales cada 200, 100 m como máximo en zonas tangentes, sin embargo, se deberá reducir equidistancia en zonas curvas (50-100), (25-50). • Se deberá identificar los puntos de control horizontal y vertical pertenecientes a la red geodésica y red vertical correspondiente. • Planos de ubicación, plano clave, plano planta y perfil, secciones transversales. • Cuadro de coordenadas en UTM y geográficas del estacado proyectado. • Sistema de Referencia WGS 84 y proyección UTM. • Mínimo de alternativas de rutas del eje. • Presentación del plano en A3, plano planta 1/4000, 1/2000 y para secciones transversales 1/200, 1/400. • Ubicación de fuentes de agua, canteras, centros poblados, obras de arte, alcantarillas, pontones, muros de contención en coordenadas UTM y coordenadas geográficas. • El proyectista deberá identificar y/o proponer los puntos de Control Horizontal y vertical pertenecientes la Red Geodésica y Red Vertical del IGN respectivamente. • Archivos obtenidos con el navegador geodésico GPS, con extensión gpx, los cuales deberán contener los "waypoints" con su respectiva descripción y los "tracks" entre otros. 		<ul style="list-style-type: none"> • Términos de Referencia de Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil del Proyecto "Túnel la Verónica". • Términos de Referencia de Estudio de Perfil del Proyecto de la Carretera Huancavelica-EMP.PE-3S, Tramo: Lircay-Lagunillas-EMP. Ruta PE-3S • Términos de Referencia del Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil de la Carretera Puente Raither – Satipo, RUTA PE – 5S. • Términos de Referencia del Estudio de Pre inversión a nivel de Perfil de la carretera Ruta PE-28 B: Emp. PE-28C(Puente San Francisco)-Quimbiri-Abra Cielo Punco-Boca Santa Ana-Kepashiato-Kumpirushiato-Kiteni-Palma Real

Cuadro N°6 Requerimientos mínimos en cuanto a los Estudio Topográfico que forma parte de Estudio de Pre inversión a Nivel de Factibilidad.
Fuente: Elaboración propia.

INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA- TOPOGRAFÍA	NIVEL DE ESTUDIO	REFERENCIA
<ul style="list-style-type: none"> • Teniendo en cuenta la longitud de las alternativas a estudiar, el ancho suficiente para poder efectuar variantes siendo el mínimo aceptable de treinta (30) metros a cada lado del eje preliminar. • En caso de túneles el ancho de levantamiento deberá ser como mínimo de (50) metros a cada lado del eje preliminar. • Se deberá establecer una red de puntos de acuerdo a la morfología del terreno o variaciones en el relieve que se considere importante. • Mediante un equipo de estación total de hasta 05' segundos de precisión, se medirán ángulos, distancias y cotas a los puntos de la red, para su representación en las tres coordenadas (N, E, h) y la descripción de los mismos. En el caso de existir puntos inaccesibles, el levantamiento se ejecutará mediante el sistema láser, incorporado a la estación total. • Se permite utilizar otras tecnologías como el sistema de posicionamiento en tiempo real RTK u otros, previa coordinación con la entidad, siempre que no signifique un costo adicional. • Se elaborará la red de puntos TIN o DTM de los que se utilizarán para la generación de las curvas de nivel. 	<p>Factibilidad-Pre inversión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Términos de Referencia de Estudio de Pre inversión a Nivel de Factibilidad del Proyecto Rehabilitación y mejoramiento de la Carretera Empalme Ruta AN 111- Huamanin-Progreso-Poque-Llata- Cochapata (Túnel Anlay)- Nuevas Flores- Quivilla- Tingo Chico y Construcción del Túnel Anlay.

INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA- TOPOGRAFÍA	NIVEL DE ESTUDIO	REFERENCIA
<ul style="list-style-type: none"> • Los levantamientos topográficos se efectuarán a partir de los vértices de las poligonales, cuyas coordenadas topográficas fueron obtenidos de los puntos de control de georeferenciación para el control planimétrico. Plano topográfico a escala 1:2000, la distancia entre cuadrícula debe ser de 200 m como máximo. • Se podrán utilizar otras tecnologías como el sistema de posicionamiento en tiempo real RTK u otros, previa coordinación con la entidad. • Se colocarán las cotas de los BMs y de las poligonales de apoyo, se nivelarán geoméricamente y se cerrarán cada 500 m, con nivelación de ida y vuelta. La tolerancia de cierre será de $0.012(k)^{0.5}$. • En caso de no encontrarse BMs de la Red de Nivelación Nacional del IGN relativamente cerca de la zona del proyecto, previa coordinación y aprobación de la Unidad Gerencial de Estudios, se podrá emplear la altura geoidal resultante de un punto, procesado con el Modelo Geoidal EGM 96, medido de un BM Oficial, mediante métodos geodésicos. • Se deberá establecer una red de puntos ubicados a distancias no mayores a 10 metros o menores en caso de existir variaciones en el relieve del terreno. 		<ul style="list-style-type: none"> • Términos de Referencia del Estudio de Factibilidad del Proyecto "Mejoramiento de la carretera Puente Ricardo Palma-La Oroya: Variante EMP. Ruta PE-022 KM. 101 +379 (Rio Blanco) -EMP. Ruta PE - 3S KM. 21+918 (Huari). • Términos de referencia del estudio de Factibilidad del Proyecto "Construcción de la vía de Evitamiento la Oroya".

INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA- TOPOGRAFÍA	NIVEL DE ESTUDIO	REFERENCIA
<ul style="list-style-type: none"> • Se colocarán BMs monumentados con los hitos de concreto cada 500 m (cada BM deberá llevar inscrito a cota nivelada) en lugares debidamente protegidos fuera del alcance de los trabajos y referenciados a puntos inamovibles tomando como referencia las cotas de los hitos de control vertical del IGN. • En zonas urbanas deberá incluir todos los detalles existentes como cotas, veredas, líneas de fachada, tapas de buzones, postes; curvas de nivel cada 0.50 m, también se indicará ancho de vía, bermas, veredas peatonales, construcciones, paraderos de buses. • En los cauces de ríos, cursos de agua menores y huaycos adicionalmente se realizará levantamientos topográficos necesarios para diseñar las obras de arte y obras complementarias. • Se tomarán secciones, perfiles y niveles en los cruces con otras vías, intersección de calles, canales, acequias y otros que tengan incidencia en el trazo para definir las soluciones más convenientes. • En zonas de erosión de riberas, el límite de levantamiento topográfico deberá ser de 200 m aguas arriba y aguas abajo respecto de la zona afectada por la erosión y un ancho mínimo, de tal manera que el levantamiento topográfico cubra todo el ancho del cauce de río. 		<ul style="list-style-type: none"> • Términos de Referencia de la elaboración del Estudio de Pre inversión a Nivel de Factibilidad y Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de EMP. Ruta 18 A (PTE. Rancho)- Chaglla-Rumichaca. • Términos de Referencia del Estudio de Factibilidad y Definitivo del Proyecto Construcción de la Vía de Evitamiento de la Ciudad de Juliaca.

Cuadro N°7 Requerimientos mínimos en cuanto a los Estudio Topográfico que forma parte de Estudio de inversión a Nivel de Definitivo. Fuente: Elaboración propia.

INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA-TOPOGRAFÍA	NIVEL DE ESTUDIO	REFERENCIA
<ul style="list-style-type: none"> • Para el cálculo de las coordenadas (UTM) de los vértices de la poligonal definitiva, se tomarán como referencia las coordenadas de los hitos geodésicos oficiales (IGN). • La georeferenciación se harán estableciendo pares de puntos de control geográfico mediante coordenadas UTM con una equidistancia no mayor de 10 Km ubicados a lo largo de la carretera. Los puntos seleccionados estarán en lugares cercanos y accesibles que no sean afectados por las obras o tránsito peatonal y de acémilas. • El sistema de referencia será único para cada proyecto y todos los trabajos topográficos necesarios para este proyecto estarán necesarios estarán referidos a este sistema. Se utilizarán coordenadas planas (topográficas) en vértices de coordenadas UTM. • Para efectos de la georeferenciación, debe tenerse en cuenta que el Perú está ubicado en las zonas 17, 18, 19 y en las bandas M, L, K según la designación UTM. El elipsoide usado es el World Geodesic System 1984 (WGS-84). • La precisión de los trabajos topográficos, tanto en altimetría como en planimetría, se verificará teniendo en cuenta las tolerancias máximas permitidas en la normativa vigente (ver Tabla 102-01 de EG-2013). • Mediante equipo de Estación Total de hasta 5" segundos de precisión se medirán los ángulos, distancias y cotas a los puntos de la red, para su representación en las tres coordenadas (N, E, h) y la descripción de los mismos. En caso de puntos inaccesibles, el levantamiento se ejecutará mediante sistema láser. 	<p>Estudio Definitivo-Inversión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Términos de Referencia para la elaboración del expediente Técnico o Estudio Definitivo del Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación del servicio de Transitabilidad de la carretera Vecinal Tramo Acolla-Tiwinza-Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco-Tunanmarca, provincia de Jauja – Junín.

INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA-TOPOGRAFÍA	NIVEL DE ESTUDIO	REFERENCIA
<ul style="list-style-type: none"> • Se elaborará la red de puntos TIN, o DTM (Digital Terrain Modeling) los que se utilizarán para la generación de las curvas de nivel. • Los levantamientos topográficos se efectuarán con estación total por radiación a partir de los vértices de las poligonales, cuyas coordenadas topográficas fueron obtenidos de los puntos de control geo referenciados para control planimétrico. • Se colocarán las cotas de los BMs y de las poligonales de apoyo, se nivelarán geoméricamente y se cerrarán cada 500 m, con nivelación de ida y vuelta. La tolerancia de cierre será $0.012 k^{0.5}$. • En caso de no encontrarse BM's de la Red de Nivelación Nacional del IGN relativamente cerca de la zona del proyecto, previa coordinación y aprobación de la Unidad Gerencial de Estudios, se podrá emplear la altura geoidal resultante de un punto, procesado con el Modelo Geoidal EGM 96, medido de un BM Oficial, mediante métodos geodésicos. • Particularidades del terreno vías existentes, centros poblados, ríos, cursos de agua, canales, muros, cercos, torres, postes, cables, edificaciones, viviendas, veredas, líneas de fachada, tapa de buzones, tuberías, gaseoductos, oleoductos. • Mostrar detalles altimétricos, las curvas de nivel debe ser cada 2 metros. • Plano topográfico a escala 1:2000, la distancia entre cuadrícula debe ser de 200 m como máximo. • En zonas urbanas deberá incluir todos los detalles existentes, incluyen cotas veredas, líneas de fachada, tapas de buzones, postes; curvas de nivel cada 0.50 m, también se indicará ancho de vía, bermas, veredas peatonales, construcciones, paraderos de buses. 		<ul style="list-style-type: none"> • Términos de referencia para Estudio Definitivo del Proyecto "Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Yauri- Dv. Livitaca.

INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA-TOPOGRAFÍA	NIVEL DE ESTUDIO	REFERENCIA
<ul style="list-style-type: none"> • En los cauces de ríos, cursos de agua menores y huaycos levantamientos topográficos necesarios para diseñar las obras de arte y obras complementarias. • Se tomarán secciones, perfiles y niveles en los cruces con otras vías, intersección de calles, canales acequias y otros que tengan incidencia en el trazo, para definir las soluciones más convenientes. • En zonas de erosión de riberas el límite de levantamiento topográfico deberá ser de 200 m aguas arriba y aguas abajo respecto de la zona afectada por la erosión y un ancho mínimo de tal manera que el levantamiento topográfico cubra todo el ancho de cauce de río. • Deberá ejecutar el levantamiento topográfico de la extensión de las áreas y perímetros, para canteras y depósitos de material excedente (DME s). • Se podrá proponer a la Unidad Gerencial de Estudios, el uso de otras metodologías, tal como la Fotogrametría, previa observancia de los Términos de Referencia considerados en tal caso. 		<ul style="list-style-type: none"> • Términos de Referencia para el Estudio Definitivo para la construcción de la Vía de Evitamiento de la Ciudad de Abancay

2.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

2.8.1 Medidas de Localización:

El análisis de datos más formal, a menudo requiere el cálculo e interpretación de medidas resumidas numéricas, esto para caracterizar un conjunto de datos y de sus características prominentes como lo indica Murray (Spiegel, y otros, 2009)

- La media:

La media muestral \bar{x} de las observaciones x_1, x_2, \dots, x_n está dada por:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_1^n x_i}{n}$$

Para reportar el valor de la media se recomienda utilizar una precisión decimal de un dígito más que la precisión de los números. La interpretación física de la media demuestra cómo se mide la ubicación (centro) de una muestra. Así como \bar{x} representa el valor promedio de las observaciones incluidas en una muestra, se puede calcular el promedio de todos los valores incluidos en la población. Este promedio se llama **media de la población** y esta denotada por la letra griega $\mu = (\text{suma de los } N \text{ valores de población})/N$.

- La mediana:

La mediana muestral es en realidad el valor medio una vez que se ordenan las observaciones de la más pequeña a la más grande x_1, x_2, \dots, x_n esta denotado por \tilde{x} y está dada por:

$$\tilde{x} = \left\{ \begin{array}{l} \text{El valor medio único si "n" es impar;} \\ y \\ \text{El promedio de los dos valores medios si "n" es par} \end{array} \right\}$$

Análogo a \tilde{x} como valor medio de la muestra es un valor medio de la población, la **mediana poblacional**, denotada por $\tilde{\mu}$.

2.8.2 Medidas de variabilidad de datos muestrales

Una de las medidas más simples de variabilidad es el rango. Las medidas principales de variabilidad implican las desviaciones de la media, $x_1 - \bar{x}$, $x_2 - \bar{x}$, ..., $x_n - \bar{x}$; estos valores pueden ser positivos y/o negativos por lo que al trabajar con la diferencia elevada al cuadrado se tendrá un valor positivo, de este modo la:

- Varianza Muestral:

Se denota por s^2 , donde:

$$s^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

- Desviación estándar Muestral:

Se denota por s , donde:

$$s = \sqrt{s^2}$$

2.8.3 Decisiones Estadísticas:

A las decisiones acerca de una población en base a la información muestral se les denomina decisiones estadísticas; dentro de las hipótesis estadísticas que se utilizan dentro de las decisiones estadísticas están Hipótesis Nula, Hipótesis Alternativa a las suposiciones o conjeturas acerca de una población se le denomina hipótesis estadística, estas son por lo general afirmaciones acerca de las distribuciones de probabilidad de las poblaciones según Devore (Devore, 2008).

- Hipótesis Nula:

Se formula una hipótesis estadística con la única finalidad de refutarla o anularla. Por ejemplo si se quiere decidir si un método es mejor que otro se formulará que no hay diferencia entre los dos.

- Hipótesis Alternativa:

A toda hipótesis que difiera de la hipótesis dada se le llama hipótesis alternativa. La hipótesis alternativa a la hipótesis nula se denota H_1 .

- Pruebas de Hipótesis o reglas de decisión, y de significancia:

Si se supone que una hipótesis es verdadera, pero se encuentra que los resultados que se observan en una muestra aleatoria difieren marcadamente de los resultados esperados de acuerdo a la hipótesis (es decir, esperados con base sólo en la casualidad, empleando la teoría del muestreo), entonces se dice que las diferencias observadas son significativas y se estará inclinado a rechazar la hipótesis.

A los procedimientos que permiten determinar si las muestras observadas difieren significativamente de los resultados esperados, ayudando así a decidir si se acepta o se rechaza la hipótesis, se les llama pruebas de hipótesis, pruebas de significancia o reglas de decisión.

- Error Tipo I y Tipo II:

Si se rechaza una hipótesis que debería aceptarse se dice que se comete un error tipo I. Si por el otro lado, se acepta una hipótesis que debería rechazarse, se comete un error tipo II. En cualquiera de los dos casos ha habido una decisión errónea o se ha hecho un juicio erróneo.

Para que las reglas de decisión (o pruebas de hipótesis) sean buenas, deben diseñarse de manera que se minimicen los errores de decisión. Esto no es sencillo, ya que para cualquier tamaño dado de muestra, al tratar de disminuir un tipo de error suele incrementarse el otro tipo de error. En la práctica, un tipo de error puede ser más importante que otro y habrá que sacrificar uno con objeto de limitar al más notable.

- Nivel de Significancia:

Cuando se prueba determinada hipótesis, a la probabilidad máxima con la que se está dispuesto a cometer un error tipo I se le llama nivel de significancia de la prueba. Esta probabilidad acostumbra a denotarse por α y por lo general se especifica antes de tomar cualquier muestra para evitar que los resultados obtenidos influyan sobre la elección del valor de esta probabilidad.

En la práctica, se acostumbra los niveles de significancia 0.05 o 0.01, aunque también se usan otros valores. Si, por ejemplo al diseñar la regla de decisión se

elige por el nivel de significancia 0.05 o (o bien 5%) entonces existen 5 posibilidades en 100 de que se rechace una hipótesis que debía ser aceptada; es decir, se tiene confianza de aproximadamente 95% de que se ha tomado la decisión correcta. En tal caso se dice que la hipótesis ha sido rechazada al nivel de significancia 0.05, lo que significa que la hipótesis tiene una probabilidad de 0.05 de ser errónea.

- Pruebas Empleando Distribuciones Normales:

La distribución muestral de un estadístico S es una distribución normal con media μ_S y desviación estándar σ_S . Por lo tanto, la distribución de la variable estandarizada dada $z = (S - \mu_S)/\sigma_S$, es la distribución normal estándar (media 0, varianza 1).

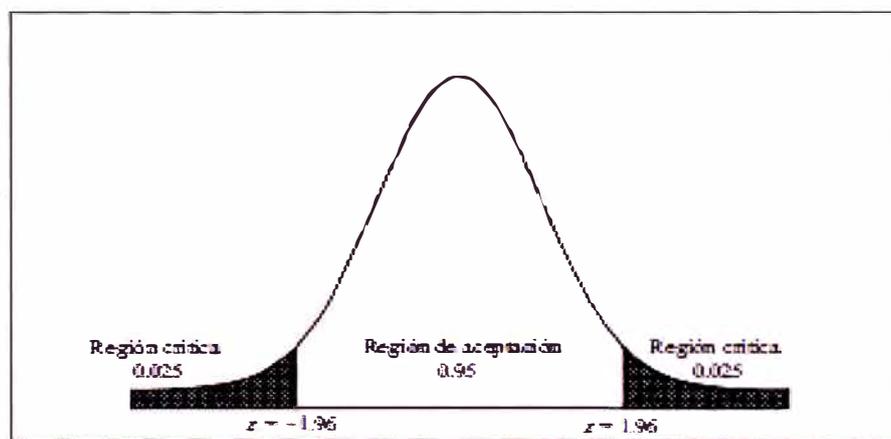


Figura N°11 Curva normal estándar mostrando la región crítica y región de aceptación.
Fuente: Spiegel, 2009.

El conjunto de puntuaciones z que queda en la región sombreada de Figura N° 11 constituye la región crítica de la hipótesis, región de rechazo de la hipótesis o región de significancia. El conjunto de puntuaciones z que queda en el área sin sombrear se denomina región de aceptación de la hipótesis o región de no significancia.

- Diferencia entre medias

Sean \bar{x}_1 y \bar{x}_2 las medias muestrales de las muestras grandes de tamaños, n_1 y n_2 obtenidas de poblaciones u_1 y u_2 cuyas desviaciones son σ_1 y σ_2 respectivamente. Se considerará que no hay diferencia entre las medias lo cual quiere decir que se han tomado de dos poblaciones que tienen la misma media. Por lo que la variable estandarizada está dada por

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

A un nivel de significancia se puede probar la $H_0 : u_1 - u_2 = 0$ contra $H_a : u_1 - u_2 \neq 0$

- Valor-P en Prueba de Hipótesis

El valor-P es la probabilidad de obtener un estadístico tan extremo suponiendo que la hipótesis nula H_0 sea verdadera. Para probar una hipótesis empleando este método se establece un valor α , se calcula el valor $-P$ y si el valor $-P$ es menor o igual a α se rechaza la H_0 . Caso contrario no se rechaza H_0 .

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

3.1 PLANEAMIENTO DEL TRAZO DEL EJE DE LA VÍA

Debido a la mejor precisión del trazo del eje de la vía, y mejor caracterización del estado inicial de lugar donde se ubica el proyecto vial se toma en consideración el tiempo en el que se elaboró el estudio ya sea a nivel de perfil, factibilidad y/o definitivo (esta información se ha obtenido a través de los contratos firmados para la consultoría de servicios de elaboración de estudios a esos niveles firmados por PROVIAS Nacional y PROVIAS Descentralizado), y el tiempo en el que se realizaron las fotografías satelitales registradas en el GOOGLE EARTH.

El eje de la vía debe de encontrarse al centro de camino analizado, además se debe respetar los radios mínimos, anchos de calzada, las longitudes mínimas de tramos en Tangente $L_{min S}$, $L_{min O}$, L_{max} , peraltes, bombeo, sobre ancho, bermas que son condiciones geométricas para planta y perfil del proyecto vial. En la siguiente se muestra el trazo realizado con línea color amarillo, el estacado ha sido colocado con la herramienta AutoCAD Civil 3D así como las progresivas del eje de la vía.

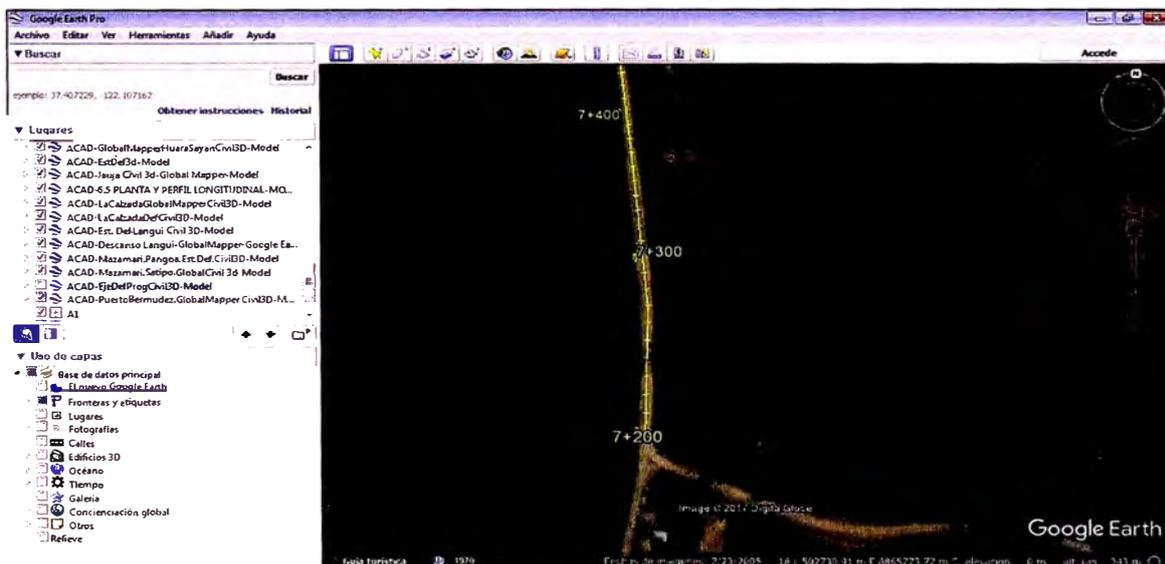


Figura N°12 Trazado en planta Eje procedente del Estudio Definitivo para la Rehabilitación Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermúdez Ciudad Constitución Tramo Desvió Puerto Bermúdez-San Alejandro. Fuente: Elaboración propia.

Se ha trabajado con una altura de ojo alrededor de los 500 m debido a que si esta es menor no se contara con la resolución adecuada.

3.2 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DEL EJE PROYECTADO (GOOGLE EARTH) Y EJE DEL PROYECTO

3.2.1 Descripción de observaciones

Se evaluaron 5 proyectos viales procedentes de la red vial nacional y de la red vial vecinal que comprenden tramos entre 11 a 20 km correspondientes a Estudios Definitivos de Mejoramiento y Rehabilitación debido a que en los estudios de pre inversión la fuente de información es cartas nacionales del IGN a escalas comprendidas entre 1:100 000 y 1:25 000, fotogrametría, equipos GPS, documentación aerofotográfica y recién en los estudios de factibilidad se tienen más exigencias en cuanto a toma de datos estos pueden ser mediante RTK y estación total; sin embargo existe información de contratos donde el proyectista elabora tanto el estudio de factibilidad como el estudio definitivo; debido a que en los estudios definitivos existen mayor exigencia en cuanto a la toma de datos para referenciarían (tiempo de observación, sistema de referencia, punto de control de proyectos, poligonales de apoyo), topografía (red de puntos, área de levantamiento topográfico, detalles planimétrico, detalles altimétricos, levantamientos complementarios) se optó por comparar estos estudios definitivos.

3.2.2 Toma de datos de Google Earth y su procesamiento en Global Mapper

Mediante el Google Earth y el Global Mapper el primero para obtener el trazo en planta de la vía y determinar ΔH de cada progresiva del eje y el segundo para la elevación respectiva de cada progresiva es decir un perfil longitudinal.

En la Figura N°13 se muestra el modelo digital de elevación, en donde se diferencian por colores la altitud del área comprendida por los dos tramos del mejoramiento y rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la carretera tramo Acolla-Tiwinza-Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco-Tunanmarca la altitud es variable de entre 3465 hasta 3900 además se muestra por coloración que varía desde amarillo hasta celeste que es indicada en la leyenda gráfica.

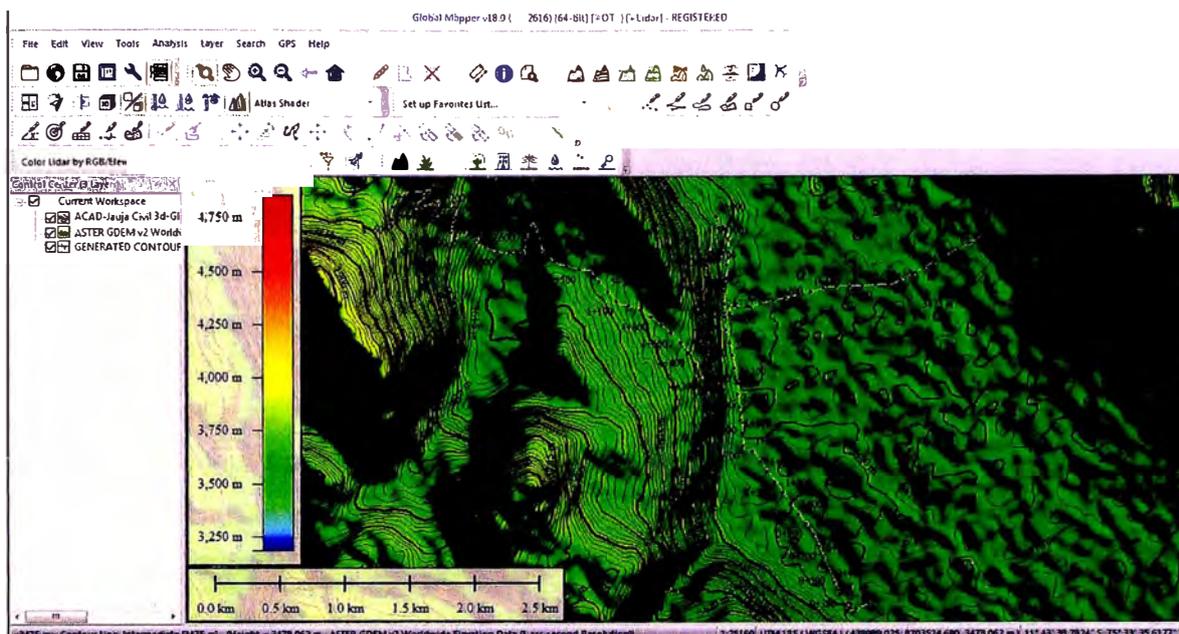


Figura N°13 Modelo digital de Elevación del Proyecto: Mejoramiento y Rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la carretera tramo Acolla-Tiwinza-Centro Arqueológico de Tunnanmarca y Marco-Tunnanmarca, provincia de Jauja-Junín. Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Post-proceso con el software Civil 3D

Para determinar las coordenadas N, E, Z de cada alineamiento se utilizó el programa AutoCAD Civil 3D; de los archivos nativos (DWG) procedentes de los estudios definitivos se obtuvo el eje de la vía en algunos casos este eje procedía de líneas segmentadas se reconstruyó el eje a través de polilíneas y se crearon los alineamientos, asimismo se reconstruyeron los modelos digitales de elevación con las curvas de nivel presentes en estos archivos y así se obtuvo las coordenadas N,E,Z de cada progresiva separadas a 10m cada uno; el eje de la vía mediante el Civil 3D se convirtió a formato KMZ compatible con el Google Earth con la proyección UTM en el Sistema WGS 84 es así como se determinó el recorrido del eje y la ubicación de las progresivas en todo el recorrido de la vía se observó el inicio y final de los tramos. Por consiguiente se trazó el eje de la vía en el Google Earth con las imágenes históricas correspondientes a la fecha de realización de los estudios definitivos además manteniendo los puntos de inicio y final de los tramos; ya que el formato KML es compatible con el programa Global Mapper se cargó el eje y además se obtuvo la interfaz de procedente del ASTER GDEM v2 Worldwide Elevation Data que la cual contiene información de sobre las elevaciones mediante curvas de nivel y se obtuvo los modelos digitales de elevación; posteriormente se exportaron estos al Civil 3D para obtener las coordenadas N,E,Z de cada una de las progresivas. Finalmente se exporta las

coordenadas a un formato XLS tanto del estudio definitivo como lo obtenido con el Google Earth.

Debido que en algunas zonas las imágenes satelitales poseen áreas verdes estos se colocan en el cuadro de observación como área verde para luego verificar su variación con respecto a las que no poseen área verde.

En la evaluación planimétrica se calcula el delta horizontal como el módulo de los delta tanto este como norte; y en la evaluación altimétrica se calcula el delta vertical como la diferencia de cotas, para el análisis estadístico se utiliza todos los deltas horizontales y verticales.

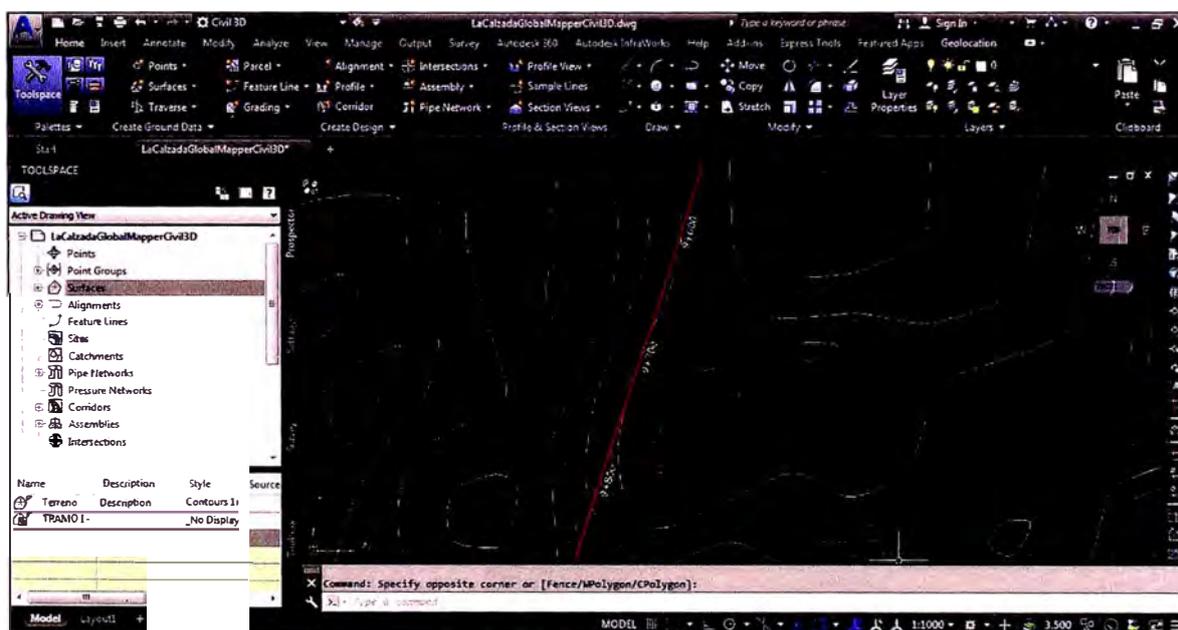


Figura N°14 Superficie generada a través de Google Earth y Global Mapper.
 Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°14 se muestra el modelo digital de elevación generada en curvas de nivel y el alineamiento en planta, tomados a partir del trazo en el Google Earth y Global Mapper.

Para mejor ilustración del proceso de la presente tesis se elaboró un diagrama de flujo que se muestra en la Figura 15.

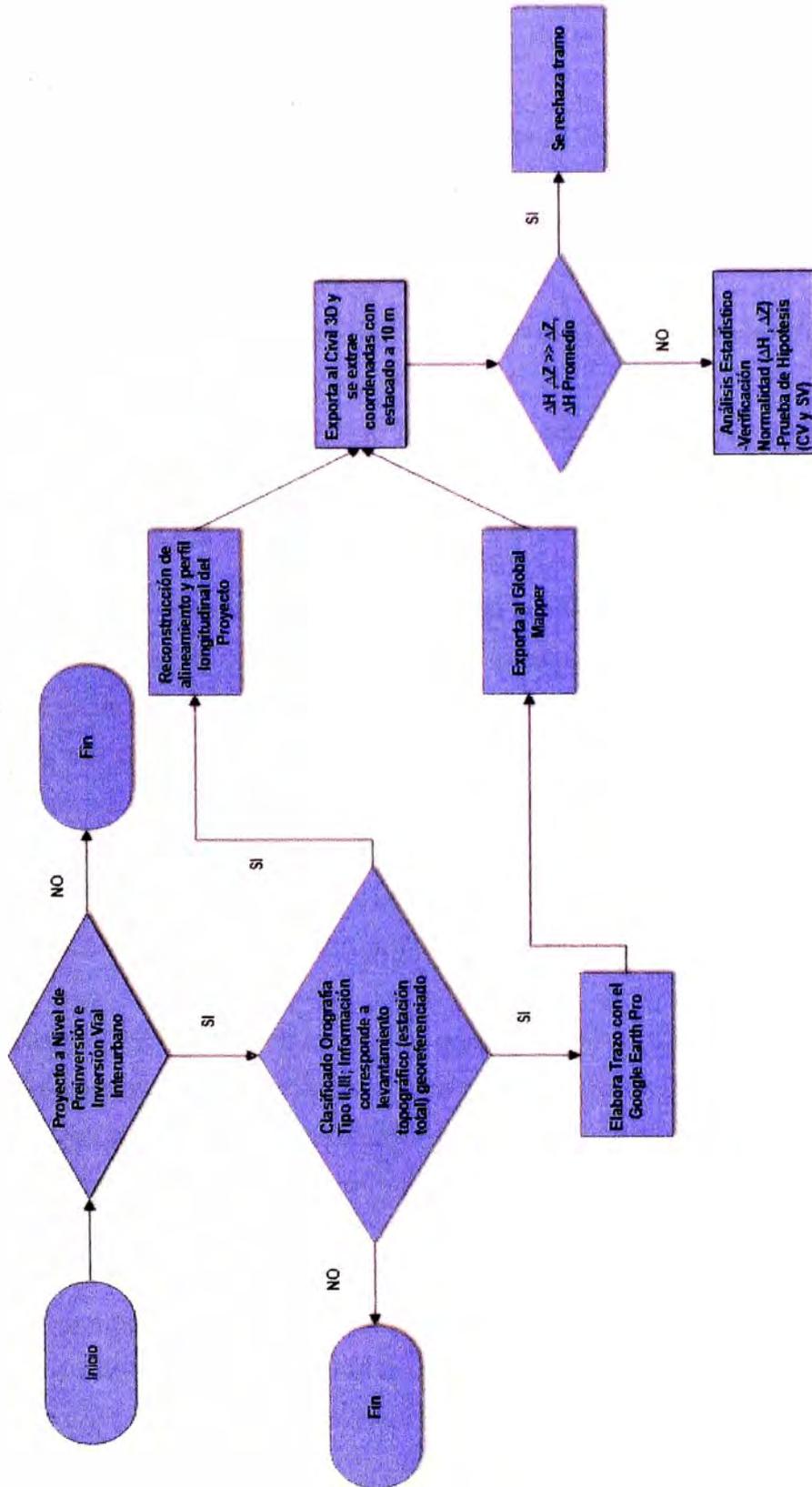


Figura 15: Diagrama de Flujo para la Metodología de Evaluación
 Fuente: Elaboración Propia

3.3 TIPOS DE SOFTWARE UTILIZADOS

- Google Earth Pro 7.1.8.3036: Dentro de las funciones se encuentra la importación de datos SIG.
- Global Mapper v18.0.0: Modelos digitales de elevación referenciados.
- AutoCAD Civil 3D 2018: Generación de superficies, creación de alineamientos, perfiles y secciones transversales.
- Microsoft Excel 2013: Hoja de cálculos.
- Statgraphics Centurion XVI Versión 16.1.03: Herramienta de para la creación de análisis estadísticos.
- Minitab 17: Herramienta de para la creación de análisis estadísticos.

3.4 DISTRIBUCIÓN DE LOS PROYECTOS VIALES

El desarrollo de la presente tesis comenzó con la identificación de los proyectos viales a analizar estos tienen que poseer una topografía pronunciada (topografía ondulada o accidentada clasificado según la DG-2018 como tipo II, III); es decir a zonas rurales por que en el área urbana existe mucha problemática en cuanto a los detalles como lo son postes, buzones, válvulas de gas, válvulas de agua, hidrantes, subestaciones eléctricas. En el caso de vías interurbanas no existen tantas interferencias como el caso urbano sin embargo estas vías serian afectados por estructuras de cruce como alcantarillas, puentes, badenes.

Los proyectos viales que se muestran a continuación son de inversión pública, también se muestra en nivel de estudio alcanzado por esos proyectos además del criterio de evaluación tanto en planta como perfil. Estas tolerancias serán comparadas con el grado de precisión exigida por las entidades como el Ministerio de Economía y Finanzas, Ministerio de Transportes y Comunicaciones además de los Términos de Referencia donde se definen explícitamente la precisión con la que debe de contar estos estudios para su aprobación. Los proyectos evaluados se muestran en el Cuadro N° 8 en el que se indica el Nombre del Proyecto Vial, Nivel de Estudio, Longitud, Tipo de Inversión, Evaluación y Tolerancia.

Cuadro N°8 Proyectos evaluados. Fuente: Elaboración propia.

PROYECTO VIAL	NIVEL DE ESTUDIO	LONGITUD (KM)	TIPO DE INVERSIÓN	EVALUACIÓN	Δ (M)	TOLERANCIAS (M)
Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil para la construcción del Túnel La Verónica y Accesos.	Nivel Perfil	Alternativa I 26,870 Alternativa II 31,270	Inversión Pública	Planta y perfil	ΔH , ΔZ	Guías MTC, MEF, TDR
Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil del Proyecto "Tramo Pacosbamba Piscobamba, Prov. Mariscal Luzuriaga-Ancash	Nivel Perfil	Alternativa I 16,112 Alternativa II 20,212	Inversión Pública	Planta y perfil	ΔH , ΔZ	Guías MTC, MEF, TDR
Estudio de Factibilidad del Proyecto "Construcción de la Vía de Evitamiento la Oroya	Factibilidad	Alternativa I 31,510 Alternativa II 40,370	Inversión Privada	Planta y perfil	ΔH , ΔZ	Guías MTC, MEF, TDR
Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermúdez – San Alejandro Tramo: Desvío Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución	Nivel Definitivo	57,241	Inversión Pública	Planta y perfil	ΔH , ΔZ	Guías MTC, MEF, TDR
Estudio Definitivo para Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Mazamari-Pangoa - Cubantia	Nivel Definitivo	34,531	Inversión Pública	Planta y perfil	ΔH , ΔZ	Guías MTC, MEF, TDR
Estudio Definitivo para Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza-Empalme Ruta PE-5N La Calzada, Tramo: Selva Alegre- Empalme Ruta PE-5N La Calzada	Nivel Definitivo	27,39	Inversión Pública	Planta y perfil	ΔH , ΔZ	Guías MTC, MEF, TDR

PROYECTO VIAL	NIVEL DE ESTUDIO	LONGITUD (KM)	TIPO DE INVERSIÓN	EVALUACIÓN	Δ (M)	TOLERANCIAS (M)
Estudio Definitivo para Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Patahuasi-Yauri - Sicuani, Tramo: Descanso-Langui	Nivel Definitivo	19,82	Inversión Pública	Planta y perfil	ΔH , ΔZ	Guías MTC, MEF, TDR
Estudio Definitivo para Mejoramiento y Rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la carretera vecinal Tramo: Acolla-Tiwinza-Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco –Tunanmarca, Provincia de Jauja-Junín	Nivel Definitivo	Tramo I 8,741 Tramo II 2,723	Inversión Pública	Planta y perfil	ΔH , ΔZ	Guías MTC, MEF, TDR
Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura-Sayán-Puente Tingo Tramo II Sayán-Churín	Nivel Definitivo	54,772	Inversión Pública	Planta y perfil	ΔH , ΔZ	Guías MTC, MEF, TDR

3.4.1 Proyectos a Nivel de Perfil:

3.4.1.1 Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil para la construcción del Túnel La Verónica y Accesos.

Ubicación del proyecto : Región Cusco

Código de ruta : PE-28 B

En el Cuadro N° 9 se muestra las características técnicas del proyecto además en la Figura N° 16 se muestra la ubicación del mismo.

Cuadro N°9 Características Técnicas de las Vías Túnel La Verónica y Accesos.
Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2016.

CARACTERÍSTICAS	CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL LA VERÓNICA Y ACCESOS	
	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Clasificación Vial Demanda	Segunda Clase: Una Vía con Dos Carriles	Segunda Clase: Una Vía con Dos Carriles
Velocidad Directriz	40 Km/h (Accesos) ; 60 Km /h (Túnel)	40 Km/h (Accesos) ; 60 Km /h (Túnel)
Ancho de la Superficie de Rodadura	6.60 (Accesos); 7.00 (Túnel)	6.60 (Accesos); 7.00 (Túnel)
Tipo de la Superficie de Rodadura	Carpeta Asfáltica 3"(Accesos); Carpeta Asfáltica 4"(Túnel)	Carpeta Asfáltica 3"(Accesos); Carpeta Asfáltica 4"(Túnel)
Berma de Diseño	1.00 m (Túnel); 1.20 m (Acceso de Ingreso y Salida)	1.00 m (Túnel); 1.20 m (Acceso de Ingreso y Salida)
Orografía Representativa	Tipo II , Tipo III	Tipo II, III
Cuneta	Concreto (Accesos)	Concreto (Accesos)
Alcantarilla	TMC (Accesos)	TMC (Accesos)
Pendiente Máxima	8.42 % Accesos; 1.34 %Túnel	8.42 % Accesos; 2.43 %Túnel
Bombeo	2.5% (Acceso) a 2.0 % (Túnel)	2.5% a 3.0 %
Peralte	8.00%	8.00%
Sobre Ancho	Normas DG-2014	Normas DG-2014
Curvas Verticales	Normas DG-2014	Normas DG-2014
Número de Carriles	2	2



Figura N°16 Ubicación del Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil para la construcción del Túnel La Verónica y Accesos. Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2016.

3.4.1.2 Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil del Proyecto “Tramo Pascobamba Piscobamba, Prov. Mariscal Luzuriaga-Ancash”

Ubicación del proyecto : Región Ancash

Código de ruta : PE-14C

En el Cuadro N° 10 se muestra las características técnicas del proyecto además en la Figura N° 17 se muestra la ubicación del mismo.

Cuadro N°10 Características técnicas de las vías Tramo Pascobamba-Piscobamba.
Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2017.

CARACTERÍSTICAS	TRAMO PASCOBAMBA PISCOBAMBA	
	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Clasificación Vial	Segunda Clase: Una Vía con Dos Carriles	Segunda Clase: Una Vía con Dos Carriles
Demanda		
Velocidad Directriz	40 Km/h	40 Km/h
Ancho de la Superficie de Rodadura	6.60 m	6.60 m
Tipo de la Superficie de Rodadura	Carpeta Asfáltica 3"	Carpeta Asfáltica 3"
Berma de Diseño	1.20 m	1.20 m
Orografía Representativa	Tipo IV	Tipo IV
IMD (año 2013)	< 400 veh/día	< 400 veh/día
Cuneta	Concreto (Accesos)	Concreto (Accesos)
Alcantarilla	TMC (Accesos)	TMC (Accesos)
Pendiente Máxima	9.00%	9.00%
Bombeo	2.50%	2.50%
Peralte	8.00%	8.00%
Sobre Ancho	DG-2014	DG-2014
Curvas Verticales	DG-2014	DG-2014
Número de Carriles	2	2



Figura N°17 Ubicación del proyecto Estudio de Pre inversión a Nivel de Perfil para el proyecto Tramo Pascobamba-Piscobamba. Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2017.

3.4.2 Proyecto a Nivel de Factibilidad:

3.4.2.1 Estudio de Factibilidad del Proyecto "Construcción de la Vía de Evitamiento la Oroya"

Ubicación del proyecto : Región Junín

Código de ruta : PE-22

En el Cuadro N° 11 se muestra las características técnicas del proyecto además en la Figura N° 18 se muestra la ubicación del mismo.

Cuadro N°11 Características técnicas de Estudio de Factibilidad de Construcción de la Vía Evitamiento la Oroya. Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2016.

CARACTERÍSTICAS	CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA EVITAMIENTO LA OROYA	
	ALTERNATIVA N° 01	ALTERNATIVA N° 02
Clasificación Vial	Carretera de Primera Clase: Una Vía con Dos Carriles	Carretera de Primera Clase: Una Vía con Dos Carriles
Velocidad Directriz	40 km/h	40 km/h, 50 km/h, 60 km/h
Ancho de la Superficie de Rodadura	7.20 m	7.20 m
Tipo de la Superficie de Rodadura	Carpeta Asfáltica 4"	Carpeta Asfáltica 4"
Berma de Diseño	2.60 m	2.60 m
Orografía Representativa	Tipo III, IV	Tipo III, IV
Cuneta Triangular	1.20 x 0.40/1.60x0.40/0.90x0.30	1.20 x 0.40/1.60x0.40/0.90x0.30
Pendiente Máxima	<7.00%	<7.00%
Bombeo	2.50%	2.50%
Peralte	8.00%	8.00%
Sobre Ancho Máx	2.80 m	2.80 m
Curvas Verticales	DG-2014	DG-2014
Número de Carriles	2	2



Figura N°18 Ubicación del Estudio de Factibilidad de Construcción de la Vía Evitamiento la Oroya. Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2016.

3.4.3 Proyectos a Nivel de Estudio Definitivo:

3.4.3.1 Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermúdez – San Alejandro Tramo: Desvío Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución

Ubicación del proyecto : Región Pasco

Código de ruta : PE-5N

En el Cuadro N° 12 se muestra las características técnicas del proyecto además en la Figura N° 19 se muestra la ubicación del mismo.

Cuadro N°12 Características Técnicas de la Vía del Estudio Definitivo del Tramo: Dv. Puerto Bermúdez- Ciudad Constitución. Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2013.

CARACTERÍSTICAS	TRAMO: DV. PUERTO BERMÚDEZ-CIUDAD CONSTITUCIÓN
Clasificación Vial (Demanda)	Segunda Clase: Una Vía con Dos Carriles
Velocidad Directriz	60 km/h
Ancho de la Superficie de Rodadura	7.00 m
Tipo de la Superficie de Rodadura	Carpeta Asfáltica
Berma de Diseño	1.50 m
Orografía Representativa	Tipo II
IMD (año 2013)	862 veh/día
Cuneta Trapezoidal	1.25 m x 0.35 m
Cuneta Rectangular	0.60 m x 0.70 m en zonas urbanas
Pendiente Máxima	6.96%
Bombeo	2.50%
Peralte	De acuerdo a la Norma DG-2001 (3% a 8%)
Sobre Ancho	Normas DG-2001
Curvas Verticales	Normas DG-2001
Número de Carriles	2

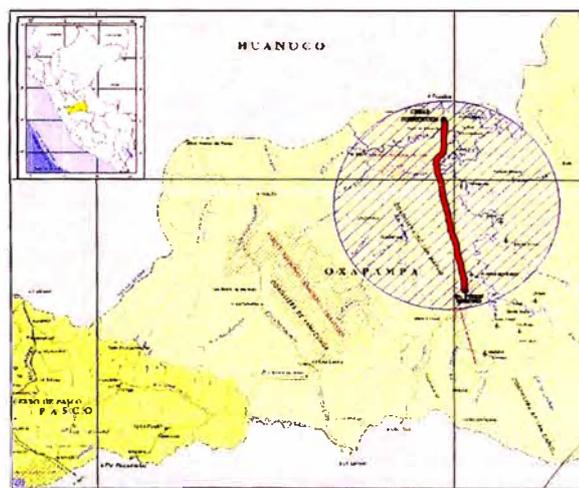


Figura N°19 Ubicación del Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermúdez – San Alejandro Tramo: Desvío Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución. Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2013.

3.4.3.2 Estudio Definitivo para Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Mazamari-Pangoa - Cubantía

Ubicación del proyecto : Región Junín

Código de ruta : PE-28C

En el Cuadro N° 13 se muestra las características técnicas del proyecto además en la Figura N° 20 se muestra la ubicación del mismo.

Cuadro N°13 Características Técnicas del Estudio Definitivo Mazamari-Pangoa-Cubantía.
 Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2015.

CARACTERÍSTICAS	TRAMO: MAZAMARI-PANGOA; PANGOA-CUBANTÍA
Clasificación Vial (Demanda)	Segunda Clase: Una Vía con Dos Carriles
Velocidad Directriz	60 km/h , 30 km/h
Ancho de la Superficie de Rodadura	7.00 m, 6.60 m
Tipo de la Superficie de Rodadura	Carpeta Asfáltica
Berma de Diseño	2.00 m, 1.20 m, 0.50 m
Orografía Representativa	Tipo II, Tipo III
IMD (año 2010)	1159 veh/día , 554 veh/día
Cuneta Triangular	0.40 m x 1.20 m
Pendiente Máxima	7.00%
Bombeo	2.50%
Peralte	Norma DG-2013 (4% a 8%)
Sobre Ancho	Normas DG-2013
Curvas Verticales	De acuerdo a las Normas DG-2013
Número de Carriles	2

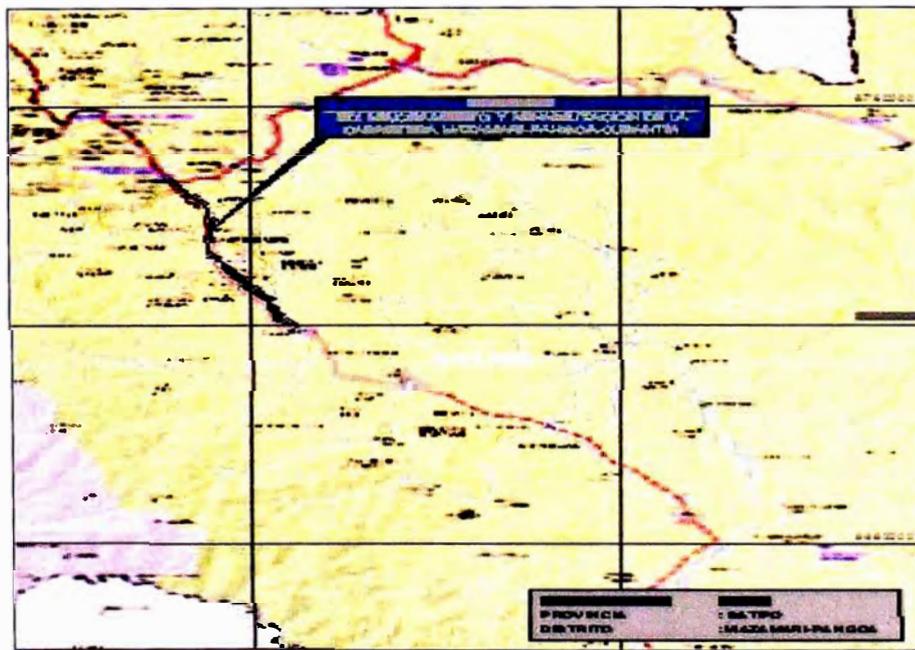


Figura N°20 Ubicación del Estudio Definitivo para Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Mazamari- Pangoa – Cubantía. Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2015.

3.4.3.3 Estudio Definitivo para Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza- Empalme Ruta PE-5N La Calzada, Tramo: Selva Alegre- Empalme Ruta PE- 5N La Calzada

Ubicación del proyecto : Región San Martín

Código de ruta : PE-08B

En el Cuadro N° 14 se muestra las características técnicas del proyecto además en la Figura N° 21 se muestra la ubicación del mismo.

Cuadro N°14 Características Técnicas de las Vías del Estudio Definitivo Mejoramiento de la Carretera Tramo Selva Alegre-La Calzada. Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2014.

CARACTERÍSTICAS	TRAMO: LA CALZADA-SORITOR; SORITOR-SAN MARCOS; SAN MARCOS-SELVA ALEGRE
Clasificación Vial (Demanda)	Segunda Clase: Una Vía con Dos Carriles; Segunda Clase: Una Vía con Dos Carriles; Tercera Clase: Una Vía con dos Carriles
Velocidad Directriz	60 km/h ; 40 km/h; 40 km/h; *Zona Urbana 30 Km/h
Ancho de la Superficie de Rodadura	7.00 m ; 7.00 m ; 6.60 m
Tipo de la Superficie de Rodadura	Carpeta Asfáltica; Bicapa; Bicapa
Berma de Diseño	1.50 m; 1.50 m; 0.90 m
Orografía Representativa	Tipo I; Tipo II; Tipo III
IMD (año 2010)	1159 veh/día , 554 veh/día
Cuneta Trapezoidal	0.30 m x 0.20 m x 0.90
Pendiente Máxima	9.22%
Bombeo	3.00%
Peralte	De acuerdo a la Norma DG-2001 (3% a 8%)
Sobre Ancho	Limitado entre 0.30 m y 1.80 m
Curvas Verticales	Normas DG-2001
Número de Carriles	2



Figura N°21 Ubicación del Estudio Definitivo para Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza- Empalme Ruta PE-5N La Calzada, Tramo: Selva Alegre- Empalme Ruta PE- 5N La Calzada. Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2014.

3.4.3.4 Estudio Definitivo para Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Patahuasi-Yauri - Sicuani, Tramo: Descanso-Langui

Ubicación del proyecto : Región Cusco
Código de ruta : PE-28-A

En el Cuadro N° 15 se muestra las características técnicas del proyecto además en la Figura N° 22 se muestra la ubicación del mismo.

Cuadro N°15 Características Técnicas de las Vías del Estudio Definitivo Tramo El Descanso-Langui.
Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2010.

CARACTERÍSTICAS	TRAMO:EL DESCANSO - LANGUI
Clasificación Vial (Demanda)	Segunda Clase: Una Vía con Dos Carriles
Velocidad Directriz	40 km/h
Ancho de la Superficie de Rodadura	6.60 m ;
Tipo de la Superficie de Rodadura	Carpeta Asfáltica;
Berma de Diseño	1.20 m;
Orografía Representativa	Tipo IV
IMD (Proyectado)	> 400 veh/día
Cuneta Triangulares	0.50 m x 1.00m
Pendiente promedio	5.00%
Bombeo	2.50%
Peralte	Norma DG-2001 (3% a 8%)
Sobre Ancho	Limitado entre 0.30 m y 1.80 m
Curvas Verticales	Normas DG-2001
Número de Carriles	2



Figura N°22 Estudio Definitivo para Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Patahuasi-Yauri – Sicuani, Tramo: El Descanso – Langui.
Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2010.

3.4.3.5 Estudio Definitivo para Mejoramiento y Rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la carretera vecinal Tramo: Acolla-Tiwinza-Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco –Tunanmarca, Provincia de Jauja-Junín

Ubicación del proyecto : Región Junín

Código de ruta : JU-684

En el Cuadro N° 16 se muestra las características técnicas del proyecto además en la Figura N° 23 se muestra la ubicación del mismo.

Cuadro N°16 Características Técnicas de la Vía Acolla-Tunanmarca-Tiwinza.
Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2017.

CARACTERÍSTICAS	TRAMO: ACOLLA-TIWINZA-C.A. TUNANMARCA; MARCO-TUNANMARCA- TIWINZA
Clasificación Vial (Demanda)	Tercera Clase: Una Vía con Dos Carriles
Velocidad Directriz	30 km/h
Ancho de la Superficie de Rodadura	6.00 m ;
Tipo de la Superficie de Rodadura	Carpeta Asfáltica;
Berma de Diseño	0.50 m;
Orografía Representativa	Tipo I, II,III y Tipo I
IMD (Proyectado)	< 400 veh/día
Cuneta Triangulares	0.50 m x 1.00m
Pendiente promedio	5.00%
Bombeo	2.50%
Peralte	De acuerdo a la Norma DG-2014 (6% a 8%)
Sobre Ancho	De acuerdo a la Norma DG-2014
Curvas Verticales	De acuerdo a las Normas DG-2014
Número de Carriles	2

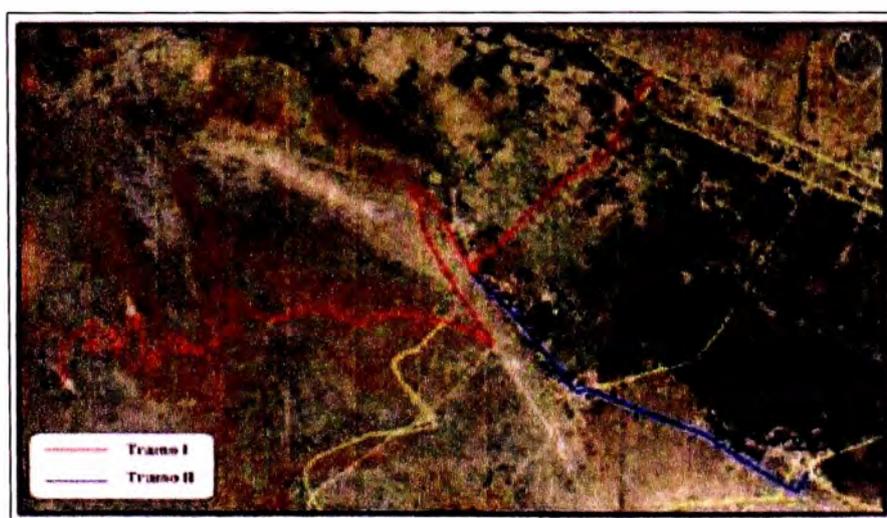


Figura N°23 Estudio Definitivo para Mejoramiento y Rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la carretera vecinal Tramo: Acolla-Tiwinza-Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco – Tunanmarca, Provincia de Jauja-Junín. Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2017.

3.4.3.6 Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura-Sayán-Puente Tingo Tramo II Sayán-Churín

Ubicación del proyecto : Región Lima

Código de ruta : PE-18

En el Cuadro N° 17 se muestra las características técnicas del proyecto además en la Figura N° 24 se muestra la ubicación del mismo.

Cuadro N°17 Características Técnicas de las Vías del Estudio Definitivo Huaura-Sayan-Churín.
Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2012.

CARACTERÍSTICAS	TRAMO: HUAURA-SAYAN; SAYAN-PUENTE TINGO
Clasificación Vial (Demanda)	Segunda Clase: Una Vía con Dos Carriles;
Velocidad Directriz	80 km/h-40 Km /h; 60 Km/h-40 km/h-30km/h
Ancho de la Superficie de Rodadura	7.20 m,6.60 m
Tipo de la Superficie de Rodadura	Carpeta Asfáltica;
Berma de Diseño	1.80m, 1.20m
Orografía Representativa	Tipo I ; Tipo III
IMD (Proyectado)	< 400 veh/día
Cuneta Triangulares	0.50 m x 1.00m
Pendiente Máx	8.00% ; 900%
Bombeo	2.50%
Peralte	8.00 % (Rural) -4.00 % (Urbano)
Sobre Ancho	0.40 m ; 0.30 m mín
Curvas Verticales	Normas DG-2001
Número de Carriles	2

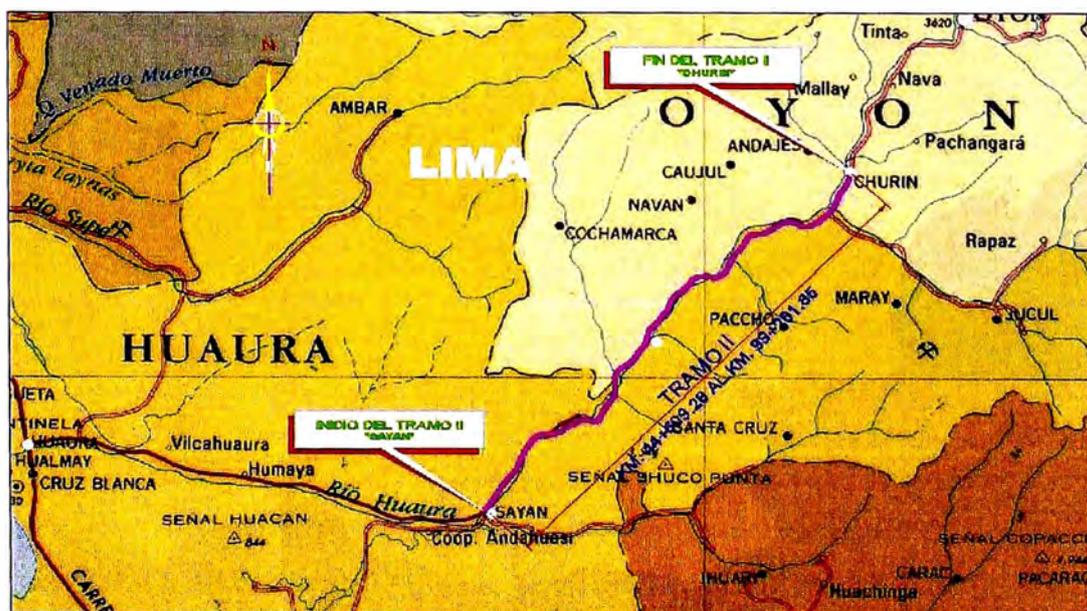


Figura N°24 Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura-Sayán-Puente Tingo Tramo II Sayán-Churín.
Fuente: PROVIAS NACIONAL, 2012.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS POST-PROCESO

En el presente análisis se usa herramientas estadísticas como los gráficos de control, media aritmética, varianza y desviación estándar, coeficiente de variación estas herramientas permiten visualizar mejor los datos que se analizan así como determinar sus tendencias, variaciones dispersión de los datos analizados, para la evaluación de los datos obtenidos tanto del perfil longitudinal como de los alineamientos de los diferentes tramos en análisis se utilizó el Statgraphics Centurion XVI Versión 16.1.03 y el Minitab 17 así también como para la prueba de normalidad de la variación de los datos observados.

4.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ALTIMÉTRICO

4.2.1 Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán – Puente Tingo Tramo II Sayán – Churín

A. Tramo: Huaura-Sayan-Churin (CV)

Se tomaron 1026 valores con rango desde -10.873 m a 11.648 m, a continuación el gráfico de dispersión en la Figura N° 25 para los valores de ΔZ (CV).

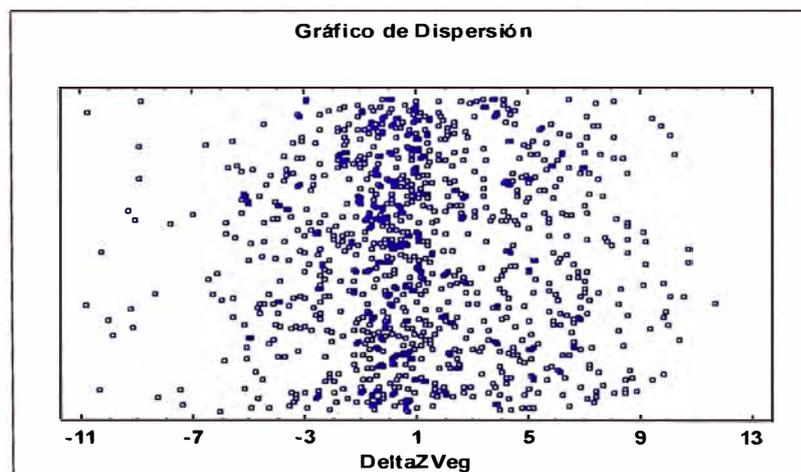


Figura N°25 Gráfico de Dispersión del ΔZ con vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churín.
Fuente: Elaboración propia.

También el resumen estadístico para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas

de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal lo que se detalla en el Cuadro N°18.

Cuadro N°18 Resumen Estadístico del ΔZ con vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churin.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1026
Promedio (m)	1.151
Desviación Estándar	3.736
Coficiente de Variación	324.699%
Mínimo (m)	-10.873
Máximo (m)	11.648
Rango (m)	22.521
Sesgo Estandarizado	0.346
Curtosis Estandarizada	1.511

Además, para la muestra de datos se elaboró un histograma para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución se asemeja a una distribución normal como se muestra en la Figura N°26.

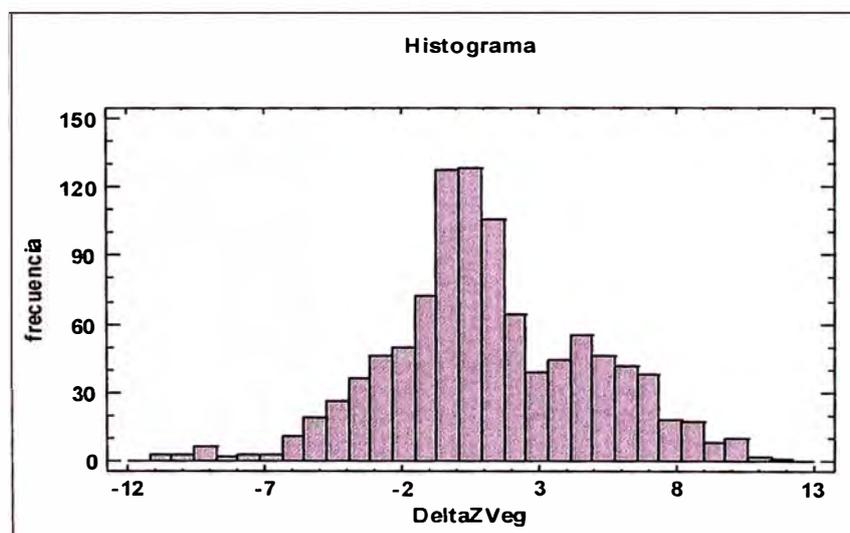


Figura N°26 Histograma de variación del ΔZ con vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churin.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔZ (SV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal de la Figura N° 26 a lo largo del tramo evaluado, como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

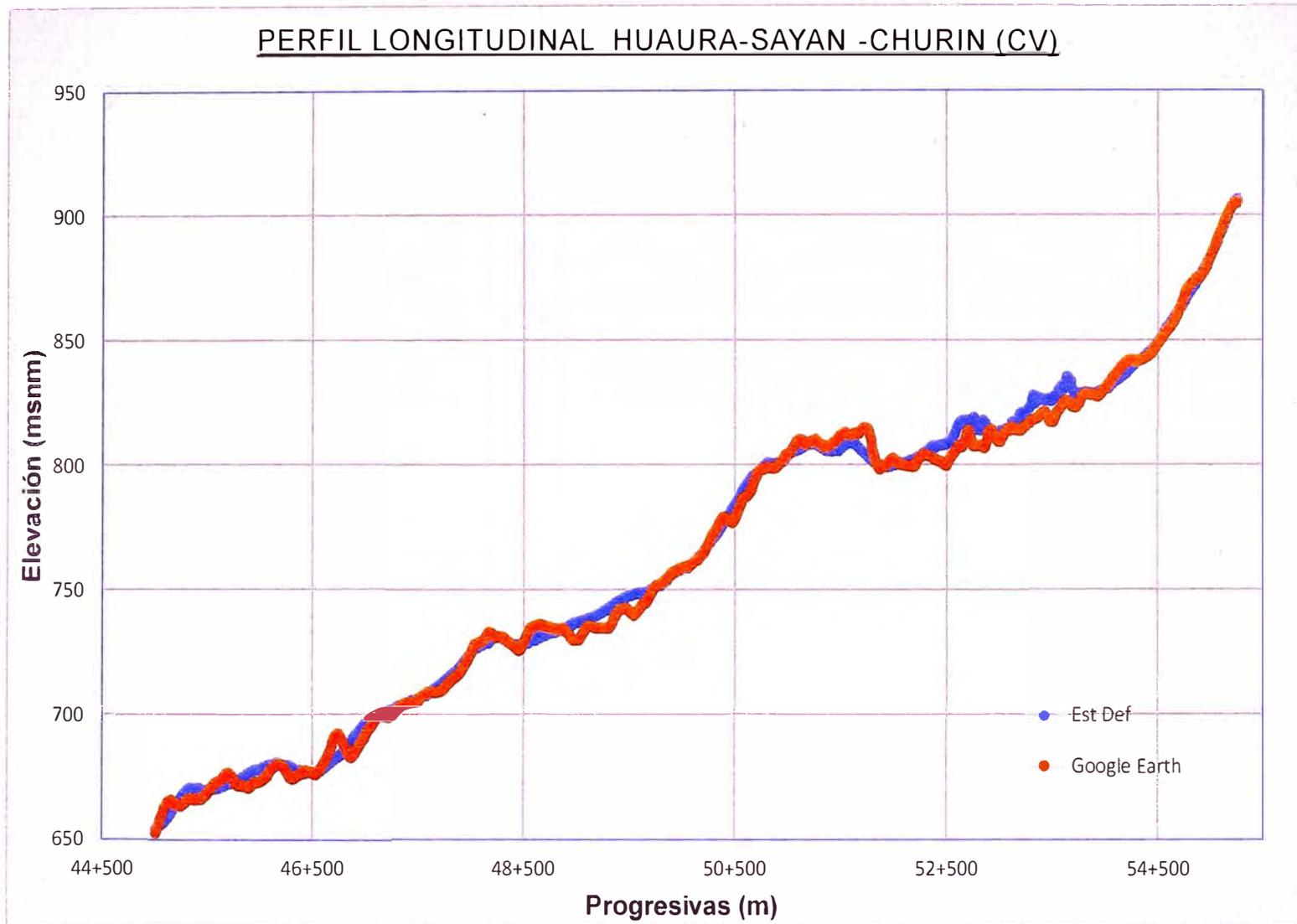


Figura N°27 Perfil Longitudinal del Tramo Huaura-Sayan-Churin – CV. Fuente: Elaboración propia.

B. Tramo: Huaura-Sayan-Churin (SV)

Se tomaron 987 valores con rango desde -10.873 m a 11.648 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N°28 para los valores de ΔZ (SV).

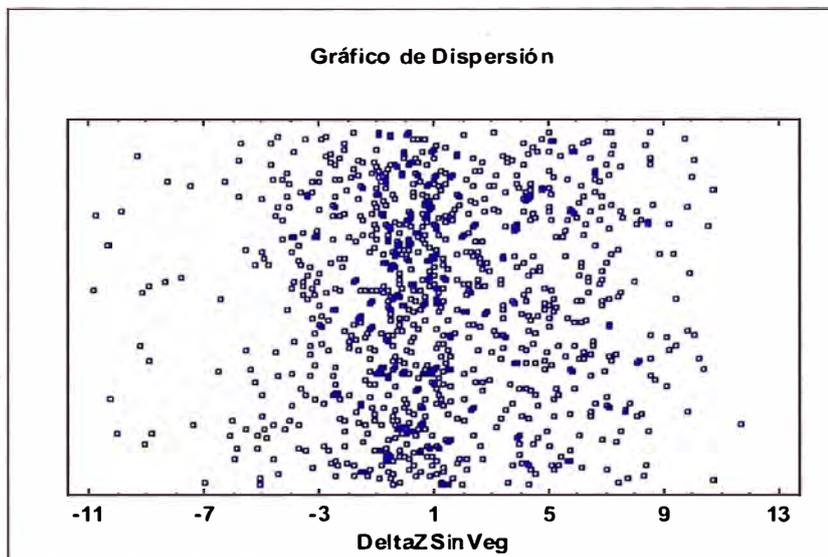


Figura N°28 Gráfico de Dispersión del ΔZ sin vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churin.
Fuente: Elaboración propia.

También el resumen estadístico se observa en el Cuadro N° 19 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°19 Resumen Estadístico del ΔZ sin vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churin.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	987
Promedio (m)	1.179
Desviación Estándar	3.774
Coefficiente de Variación	320.135%
Mínimo (m)	-10.873
Máximo (m)	11.648
Rango (m)	22.521
Sesgo Estandarizado	0.399
Curtosis Estandarizada	1.169

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución se asemeja a una distribución normal como se observa en la Figura N° 29.

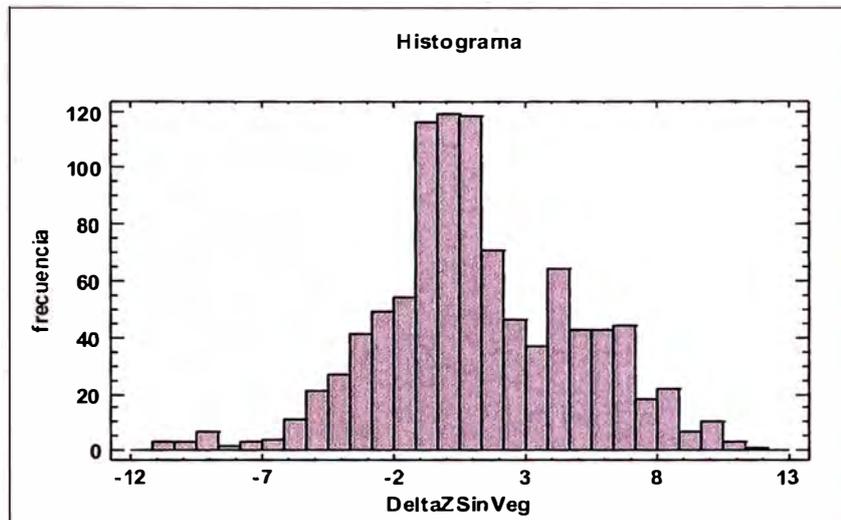


Figura N°29 Histograma del ΔZ sin vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churin.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔZ (SV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal de la Figura N° 30 a lo largo del tramo evaluado como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

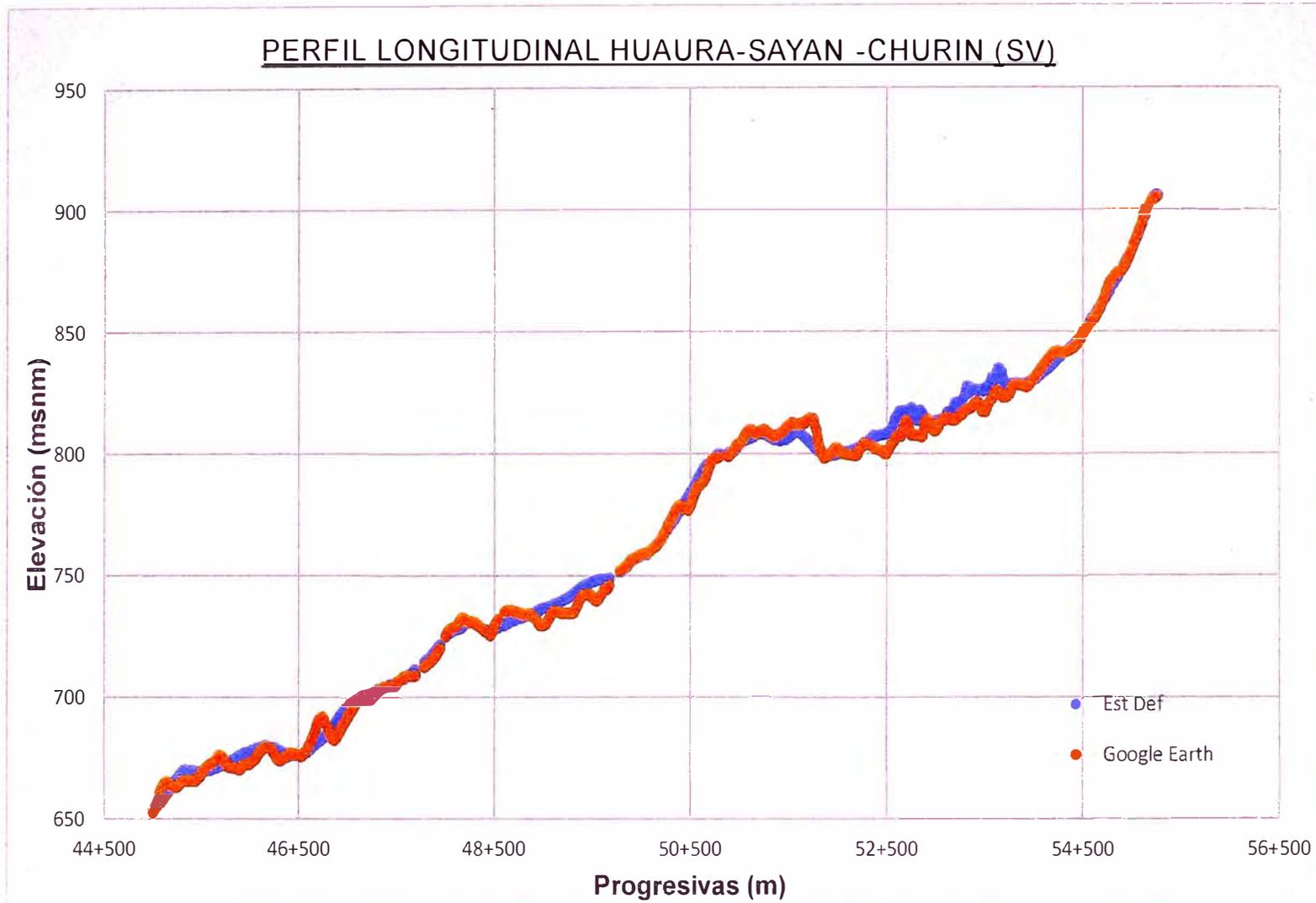


Figura N°30 Perfil Longitudinal Tramo Huaura-Sayan-Churin –SV. Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Proyecto de Mejoramiento y Rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la carretera vecinal Tramo: Acolla-Tiwinza-Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco –Tunanmarca

A. Tramo: Jauja I (Acolla-Tiwinza-Tunanmarca -CV)

Se tomaron 675 valores con rango desde -12.148m a 4.512m a continuación mostramos el gráfico de dispersión en la Figura N° 31 para los valores de ΔZ (CV).

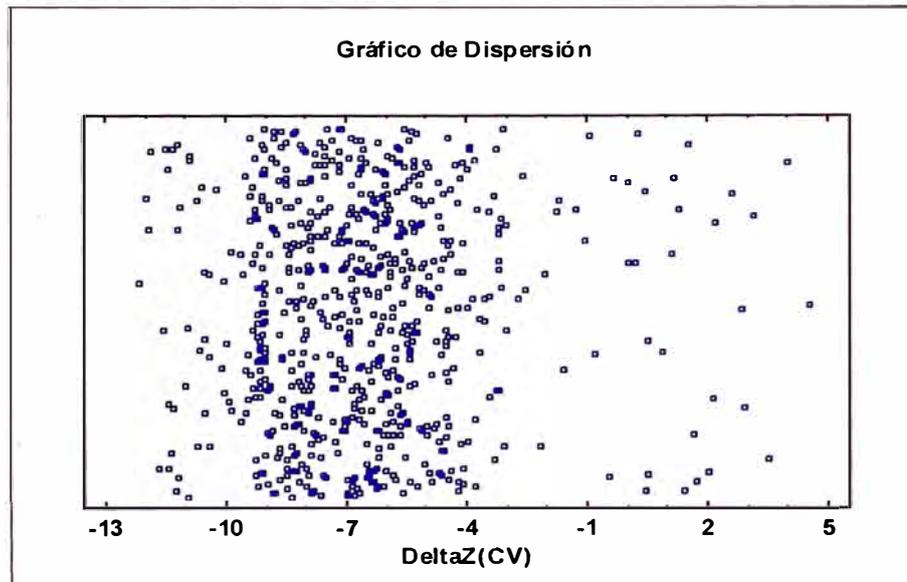


Figura N°31 Gráfico de Dispersión de ΔZ con vegetación Tramo Jauja I.
 Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N°20 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°20 Resumen Estadístico del ΔZ con vegetación Jauja I.
 Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	675
Promedio (m)	-6.597
Desviación Estándar	2.599
Coefficiente de Variación	-39.409%
Mínimo (m)	-12.148
Máximo (m)	4.512

Resumen Estadístico	Resultados
Rango (m)	16.660
Sesgo Estandarizado	12.292
Curtosis Estandarizada	14.092

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución se difiere de una distribución normal como se indica en la Figura N° 32.

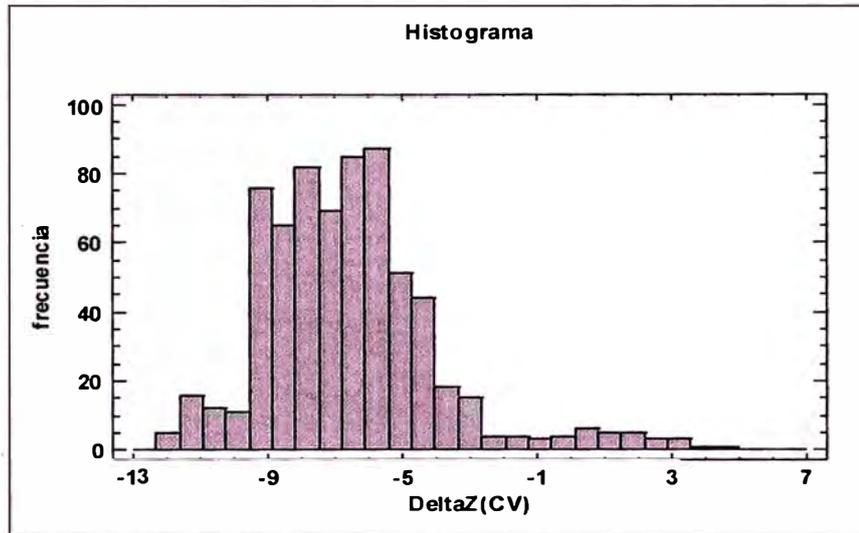


Figura N° 32 Histograma de ΔZ con vegetación Jauja I.
 Fuente: Elaboración propia.

Además, el ΔZ (CV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal de la Figura N°33 a lo largo del tramo evaluado como se muestra a continuación, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

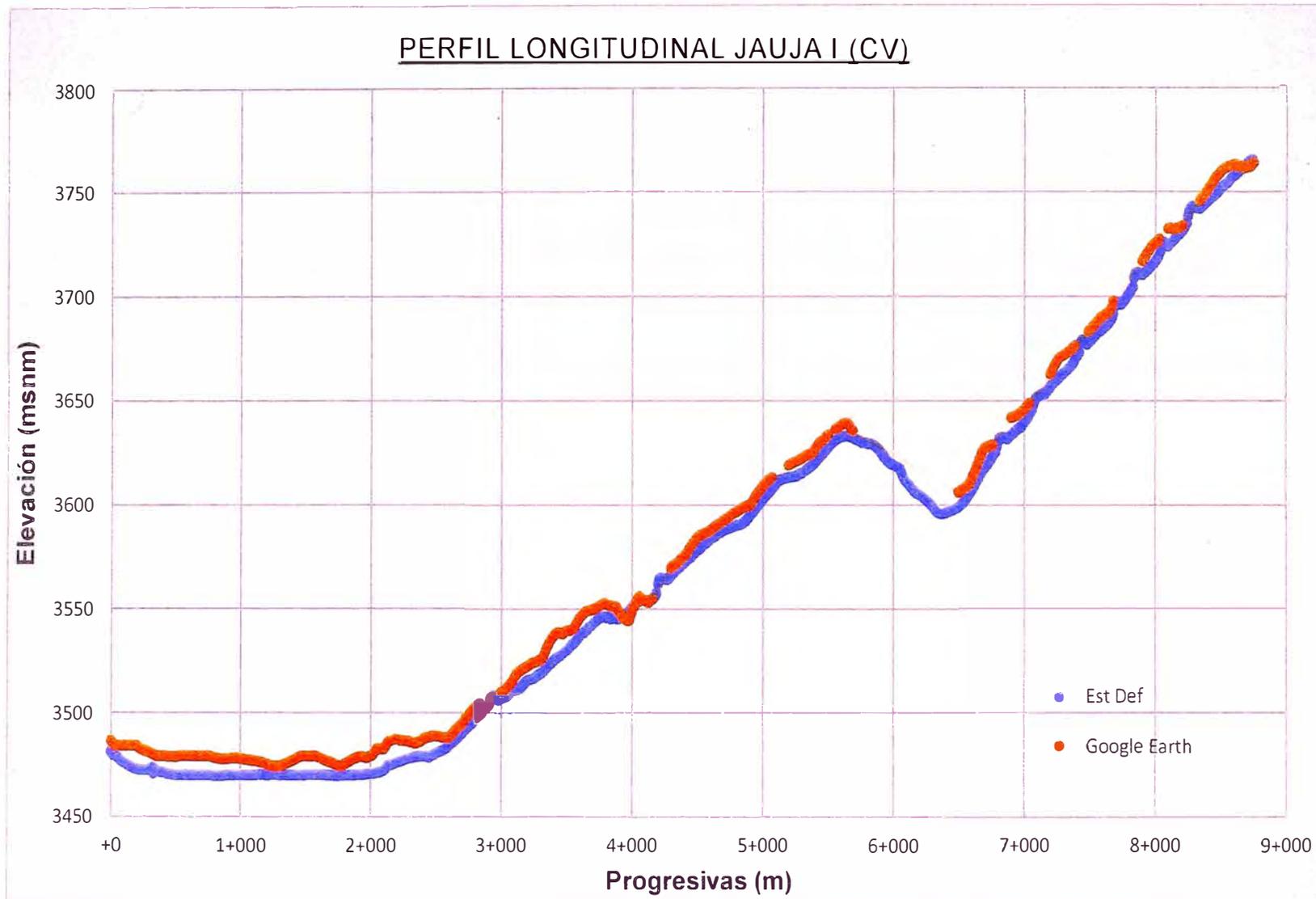


Figura N°33 Perfil Longitudinal Jauja I – CV. Fuente: Elaboración propia.

B. Tramo: Jauja I (Acolla-Tiwinza-Tunanmarca-SV)

Se tomaron 668 valores con rango desde -12.148m a 4.512m a continuación se muestra el gráfico de dispersión de la Figura N° 34 para los valores de ΔZ (SV).

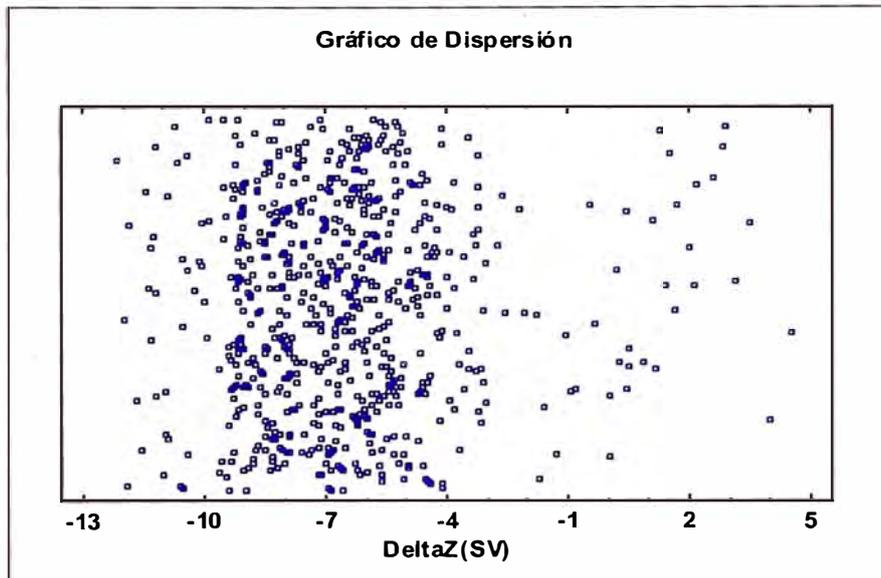


Figura N°34 Gráfico de Dispersión ΔZ sin vegetación Jauja I.
Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en Cuadro N° 21 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°21 Resumen Estadístico ΔZ sin vegetación Jauja I.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	668
Promedio (m)	-6.554
Desviación Estándar	2.578
Coefficiente de Variación	-39.332%
Mínimo (m)	-12.148
Máximo (m)	4.512
Rango (m)	16.660
Sesgo Estandarizado	12.650
Curtosis Estandarizada	14.493

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución se difiere de una distribución normal como se muestra en la Figura N° 35.

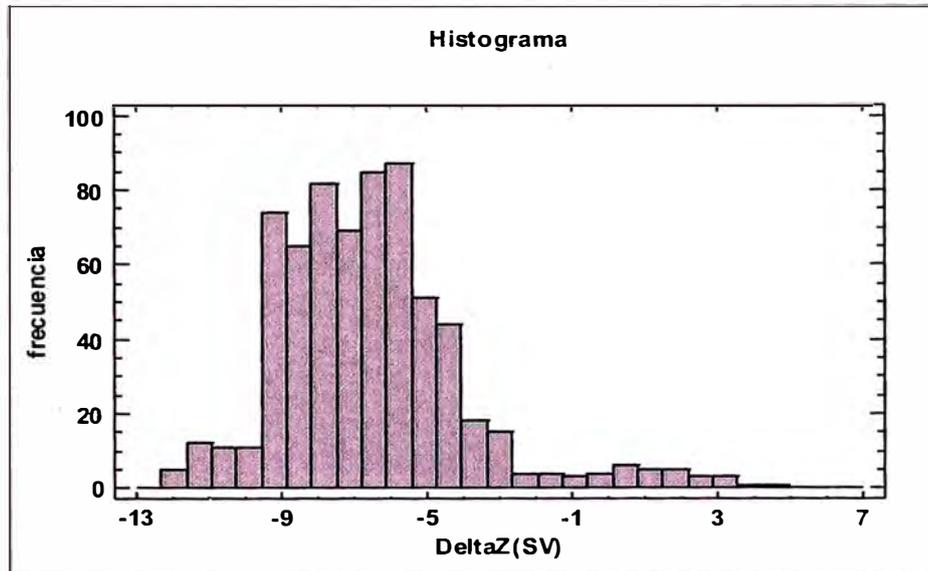


Figura N°35 Histograma ΔZ sin vegetación Tramo Jauja I.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔZ (SV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal de la Figura N° 36 a lo largo del tramo evaluado como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

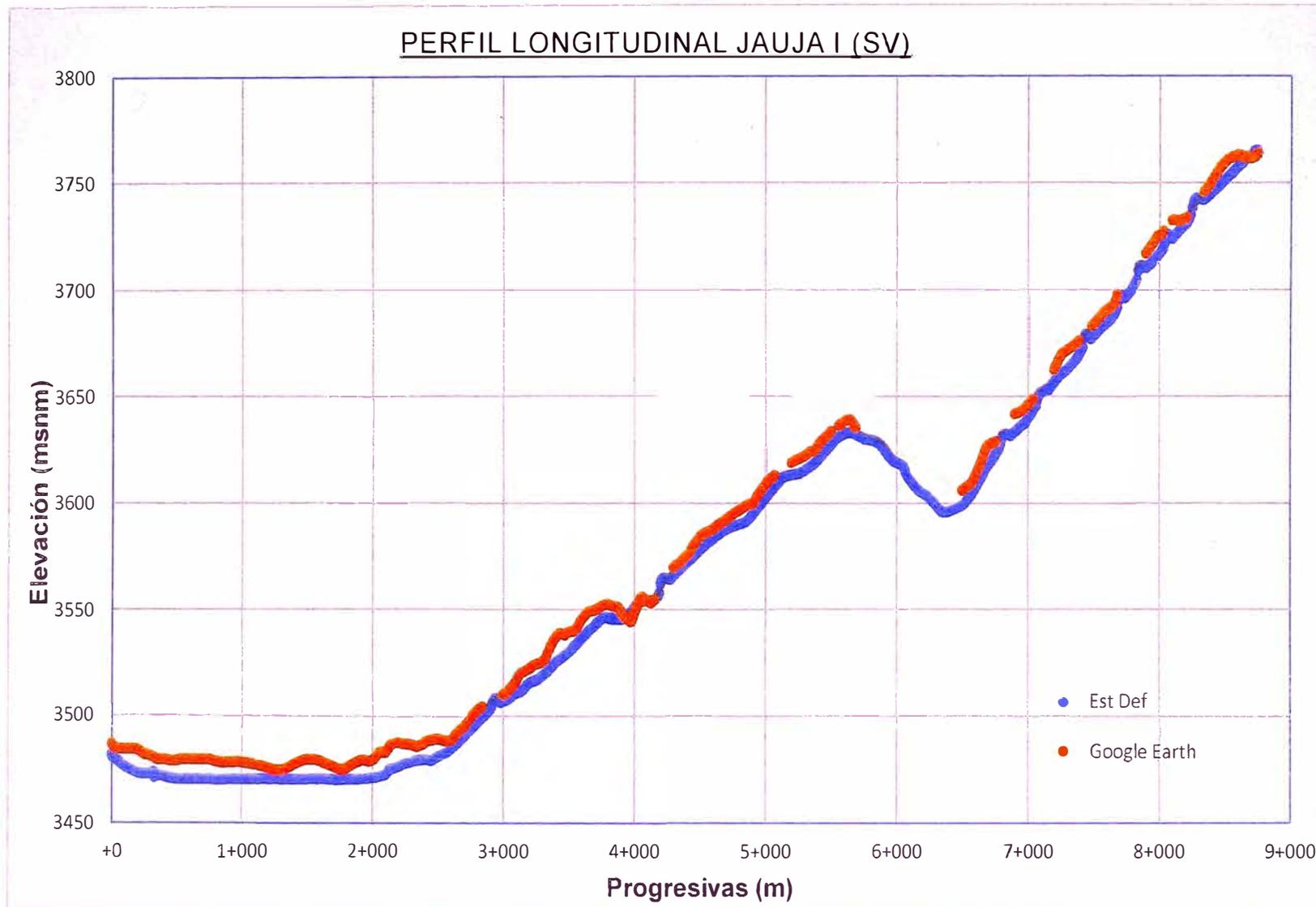


Figura N°36 Perfil Longitudinal Tramo Jauja I – SV. Fuente: Elaboración propia.

C. Tramo: Jauja II (Marco-Tunanmarca-Tiwinza-CV)

Se tomaron 274 valores con rango desde -11.756 m a -4.883 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N°37 para los valores de ΔZ (CV).

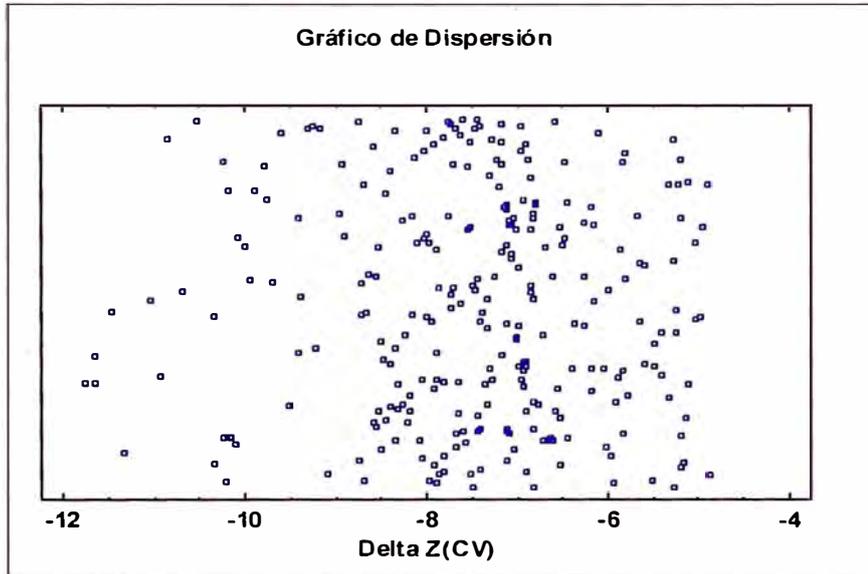


Figura N°37 Gráfico de Dispersión de ΔZ con vegetación Tramo Jauja II.
 Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 22 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°22 Resumen Estadístico ΔZ con vegetación Tramo Jauja II.
 Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	274
Promedio (m)	-7.470
Desviación Estándar	1.433
Coficiente de Variación	-19.180%
Mínimo (m)	-11.756
Máximo (m)	-4.883
Rango (m)	6.873
Sesgo Estandarizado	-4.043
Curtosis Estandarizada	1.345

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución se asemeja a una distribución normal como se indica en la Figura N° 38.

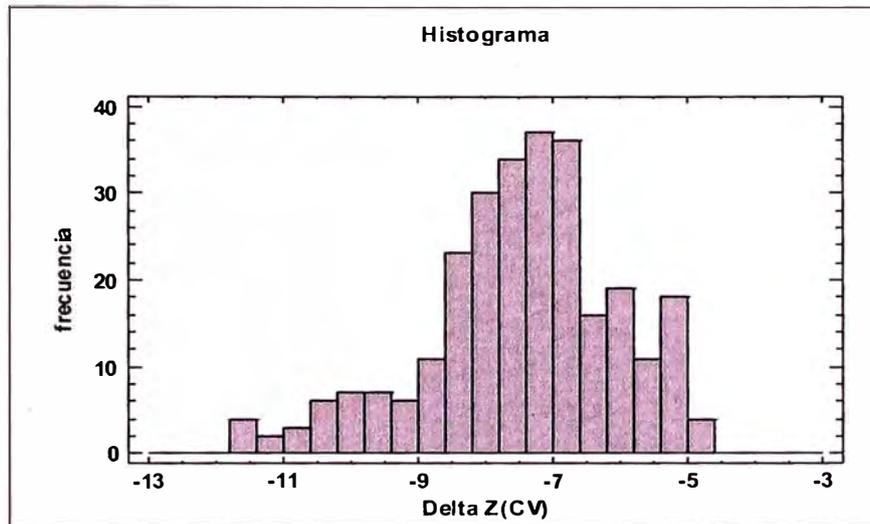


Figura N°38 Histograma ΔZ con vegetación Tramo Jauja II.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔZ (CV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal de la Figura N°39 a lo largo del tramo evaluado como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

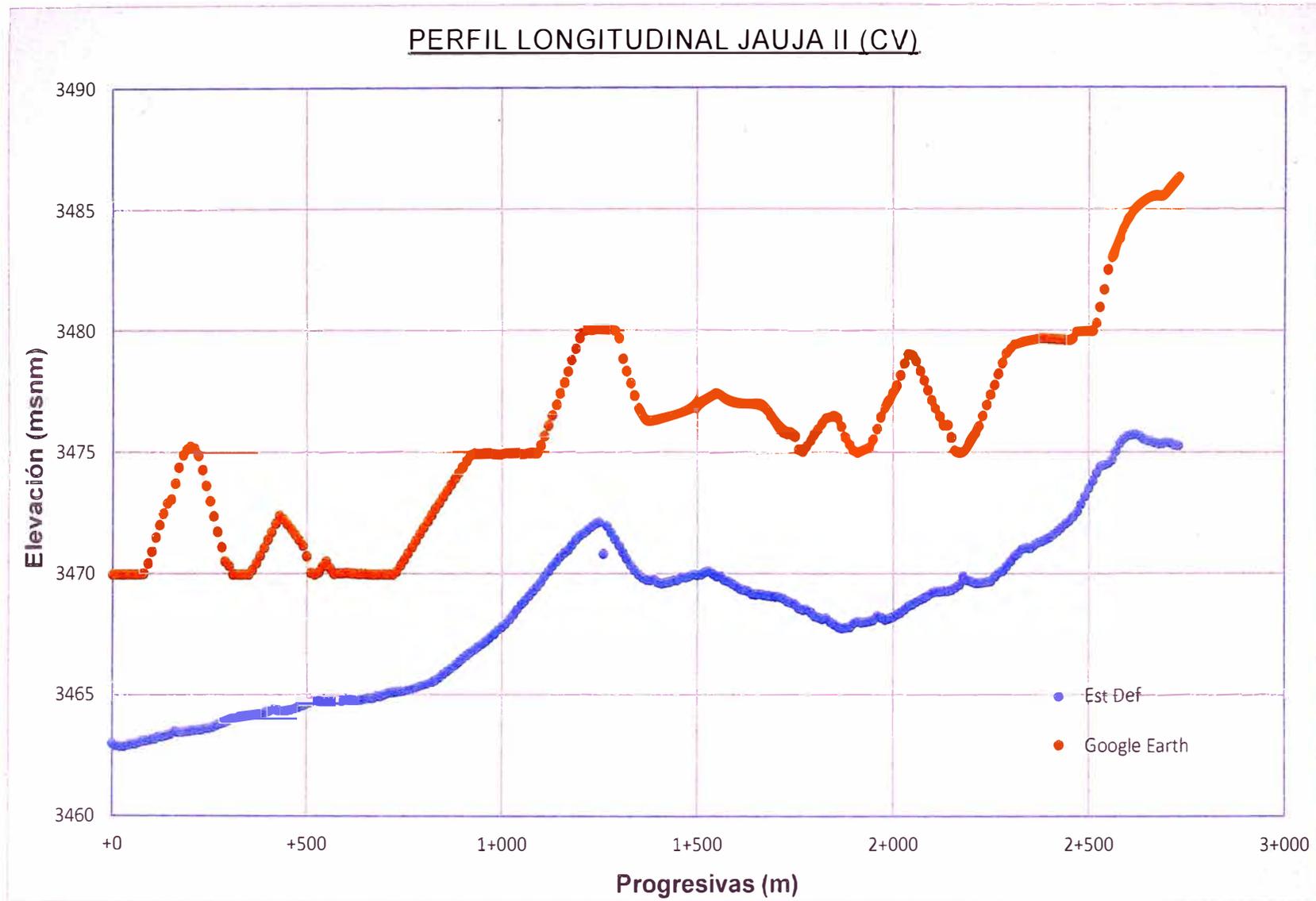


Figura N°39 Perfil Longitudinal Tramo Jauja II – CV. Fuente: Elaboración propia.

D. Tramo: Jauja II (Marco-Tunanmarca-Tiwinza-SV)

Se tomaron 268 valores con rango desde -11.666 m a -4.971 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N°40 para los valores de ΔZ (SV).

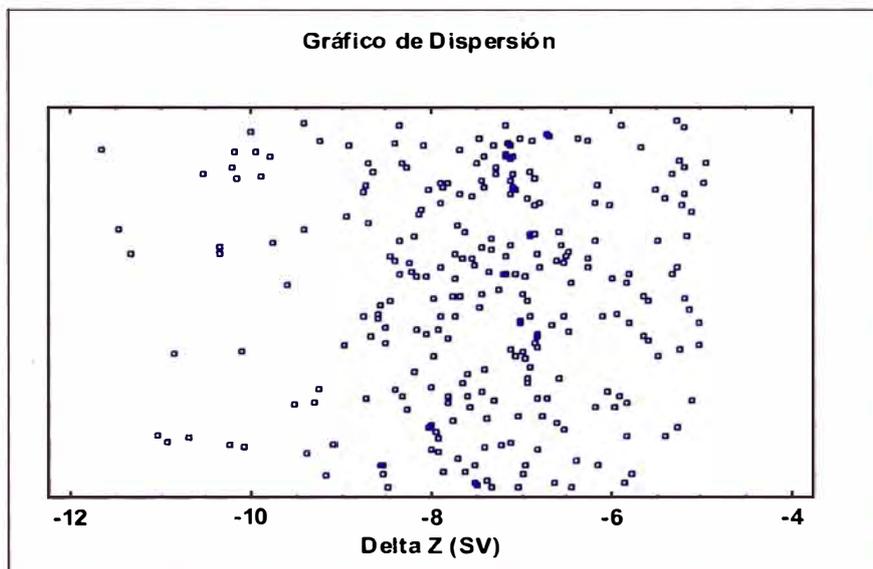


Figura N°40 Gráfico de Dispersión ΔZ sin vegetación Tramo Jauja II.
Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N°23 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°23 Resumen Estadístico ΔZ sin vegetación Tramo Jauja II.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	268
Promedio (m)	-7.438
Desviación Estándar	1.366
Coefficiente de Variación	-18.367%
Mínimo (m)	-11.666
Máximo (m)	-4.971
Rango (m)	6.695
Sesgo Estandarizado	-3.689
Curtosis Estandarizada	1.214

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución se asemeja a una distribución normal como lo indica la Figura N°41.

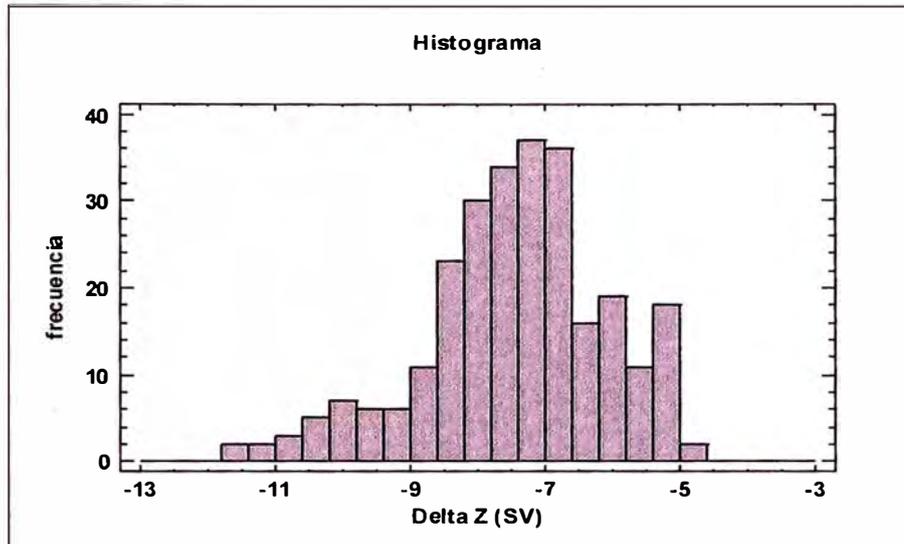


Figura N°41 Histograma ΔZ sin vegetación Tramo Jauja II.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔZ (SV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal de la Figura N°42 a lo largo del tramo evaluado como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

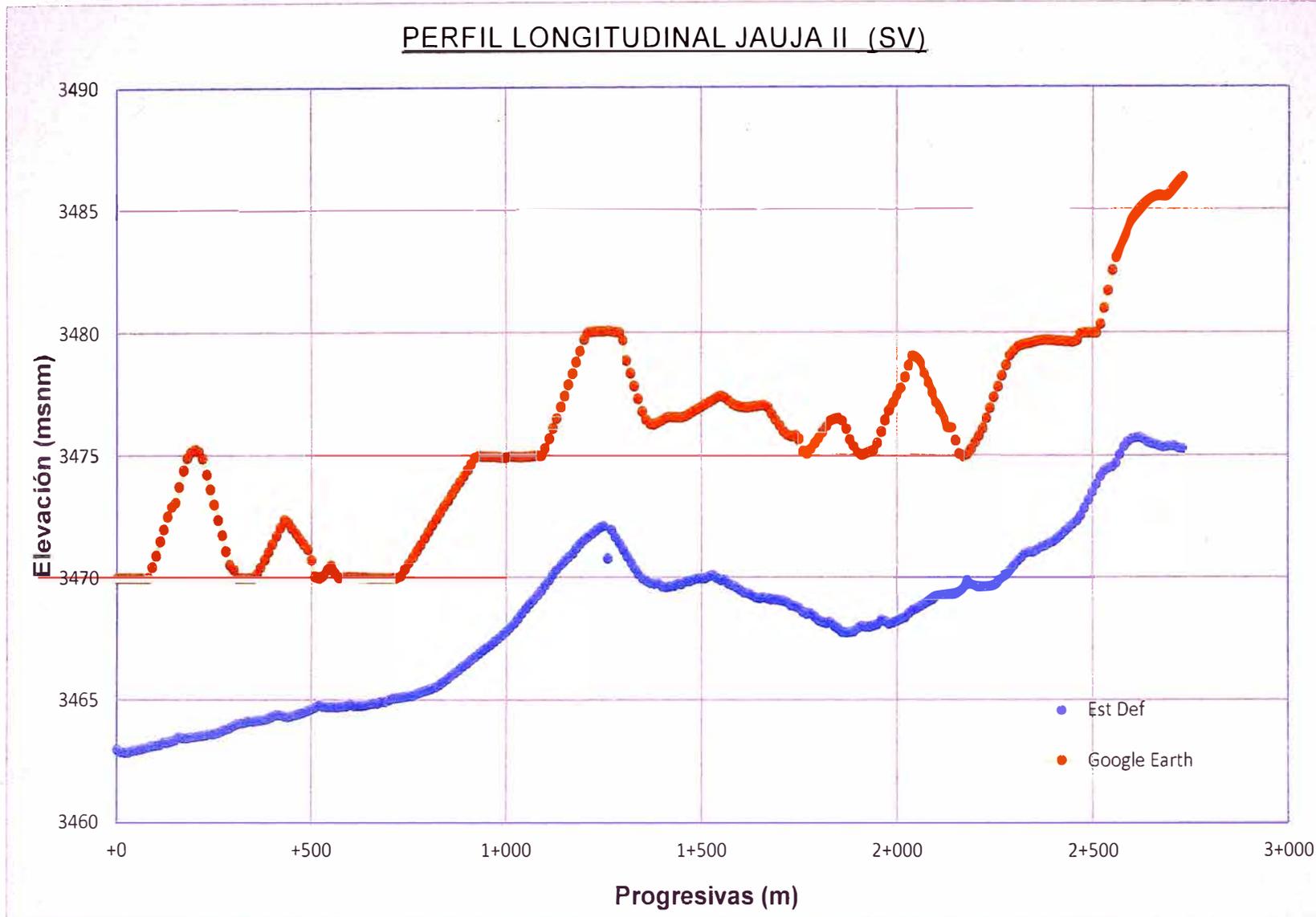


Figura N°42 Perfil Longitudinal Tramo Jauja II – SV. Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza- Empalme Ruta PE-5N La Calzada, Tramo: Selva Alegre- Empalme Ruta PE- 5N La Calzada

A. Tramo: Selva Alegre-La Calzada (CV)

Se tomaron 1136 valores con rango desde -33.887 m a 6.078 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N° 43 para los valores de ΔZ (CV).

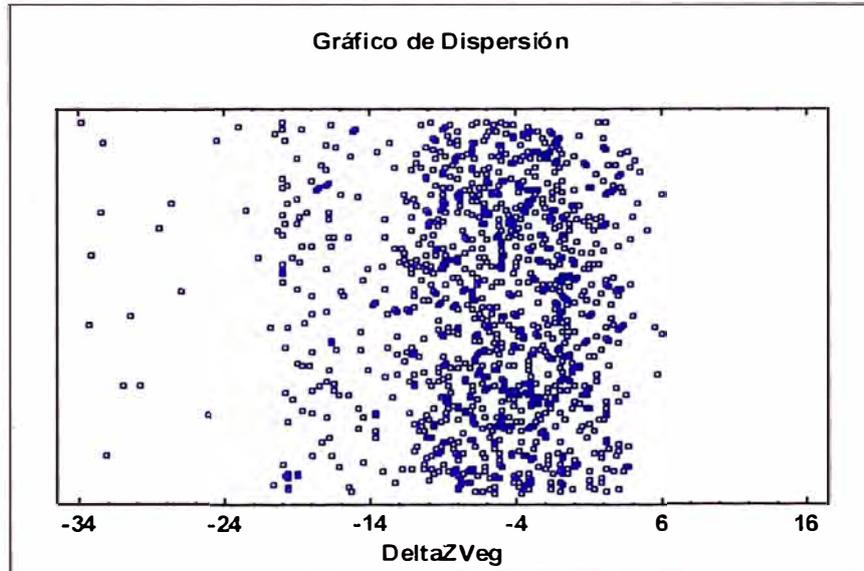


Figura N°43 Gráfico de Dispersión ΔZ con vegetación Tramo Selva Alegre- La Calzada.
 Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 24 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°24 Resumen Estadístico de ΔZ con vegetación Tramo Selva Alegre- La Calzada.
 Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1136
Promedio (m)	-5.998
Desviación Estándar	6.228
Coficiente de Variación	-103.839%
Mínimo (m)	-33.887
Máximo (m)	6.078
Rango (m)	39.965

Resumen Estadístico	Resultados
Sesgo Estandarizado	-15.593
Curtosis Estandarizada	14.257

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N°44 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

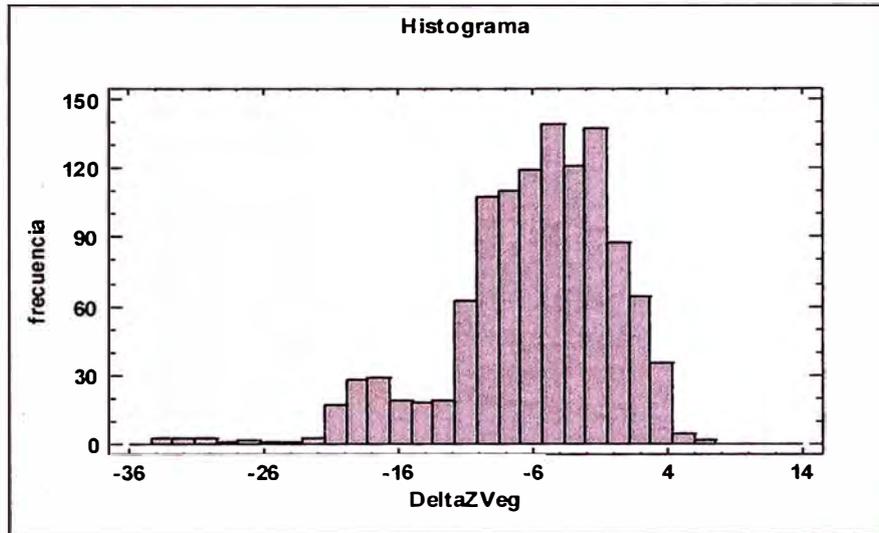


Figura N°44 Histograma ΔZ con vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada.
 Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔZ (CV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal de la Figura N°45 a lo largo del tramo evaluado como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

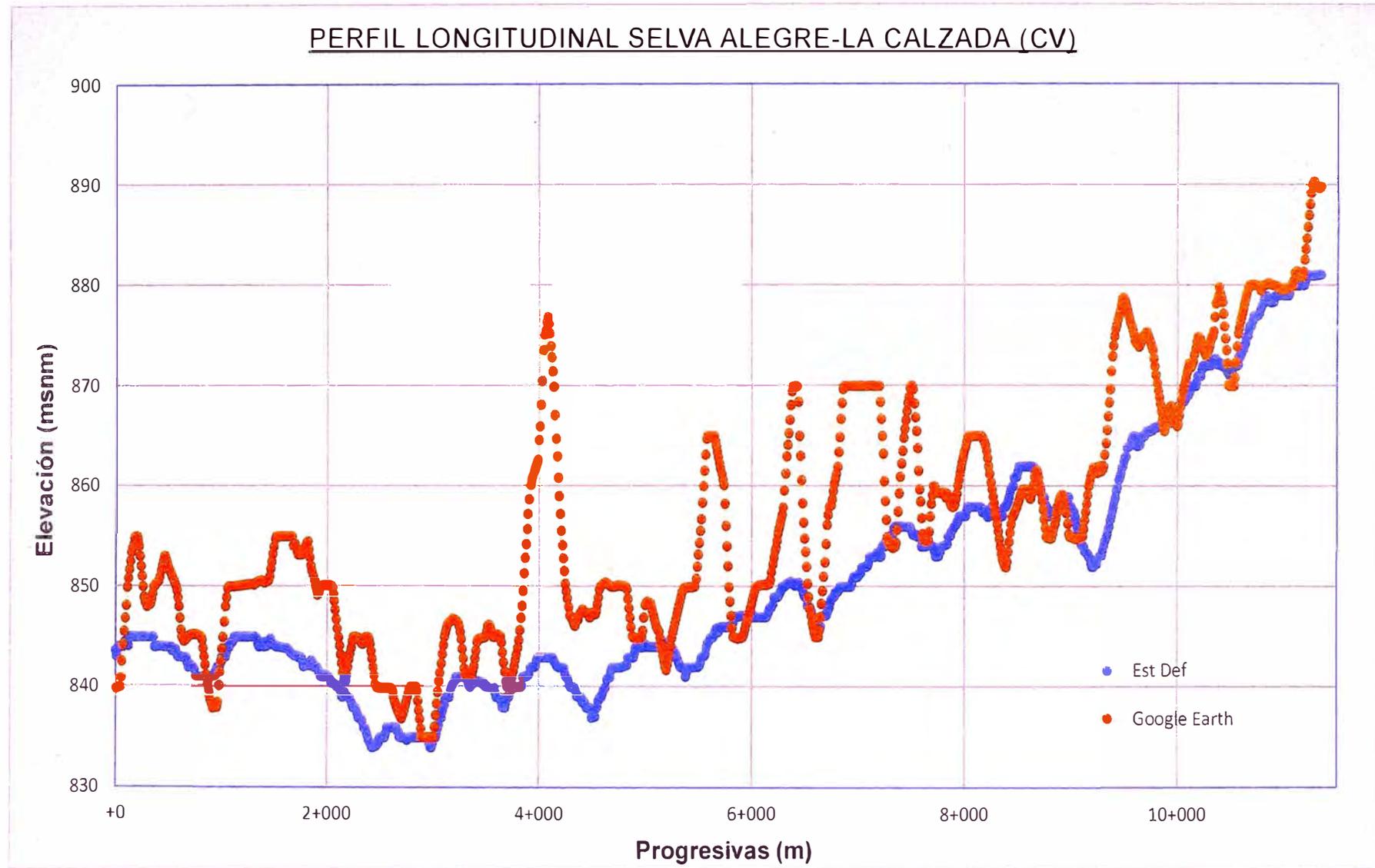


Figura N°45 Perfil Longitudinal Tramo Selva Alegre-La Calzada – CV. Fuente: Elaboración propia.

B. Tramo: Selva Alegre-La Calzada (SV)

Se tomaron 1120 valores con rango desde -33.887 m a 6.078 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N° 46 para los valores de ΔZ (SV).

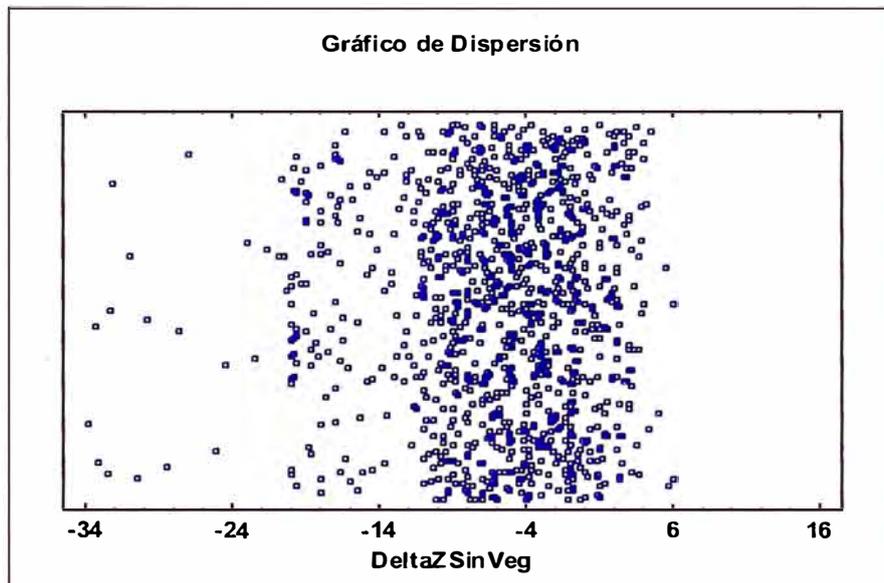


Figura N°46 Gráfico de Dispersión ΔZ sin vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada.
Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico Cuadro N°25 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°25 Resumen Estadístico ΔZ sin vegetación Tramo Selva Alegre- La Calzada.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1120
Promedio (m)	-5.937
Desviación Estándar	6.203
Coficiente de Variación	-104.491%
Mínimo (m)	-33.887
Máximo (m)	6.078
Rango (m)	39.965
Sesgo Estandarizado	-15.939
Curtosis Estandarizada	15.174

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 47 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

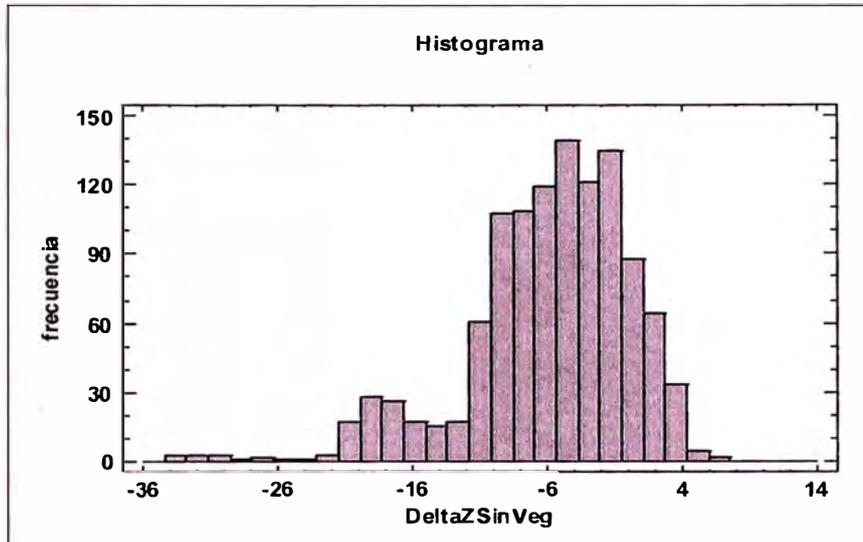


Figura N°47 Histograma ΔZ sin vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔZ (SV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal en la Figura N° 48 a lo largo del tramo evaluado como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

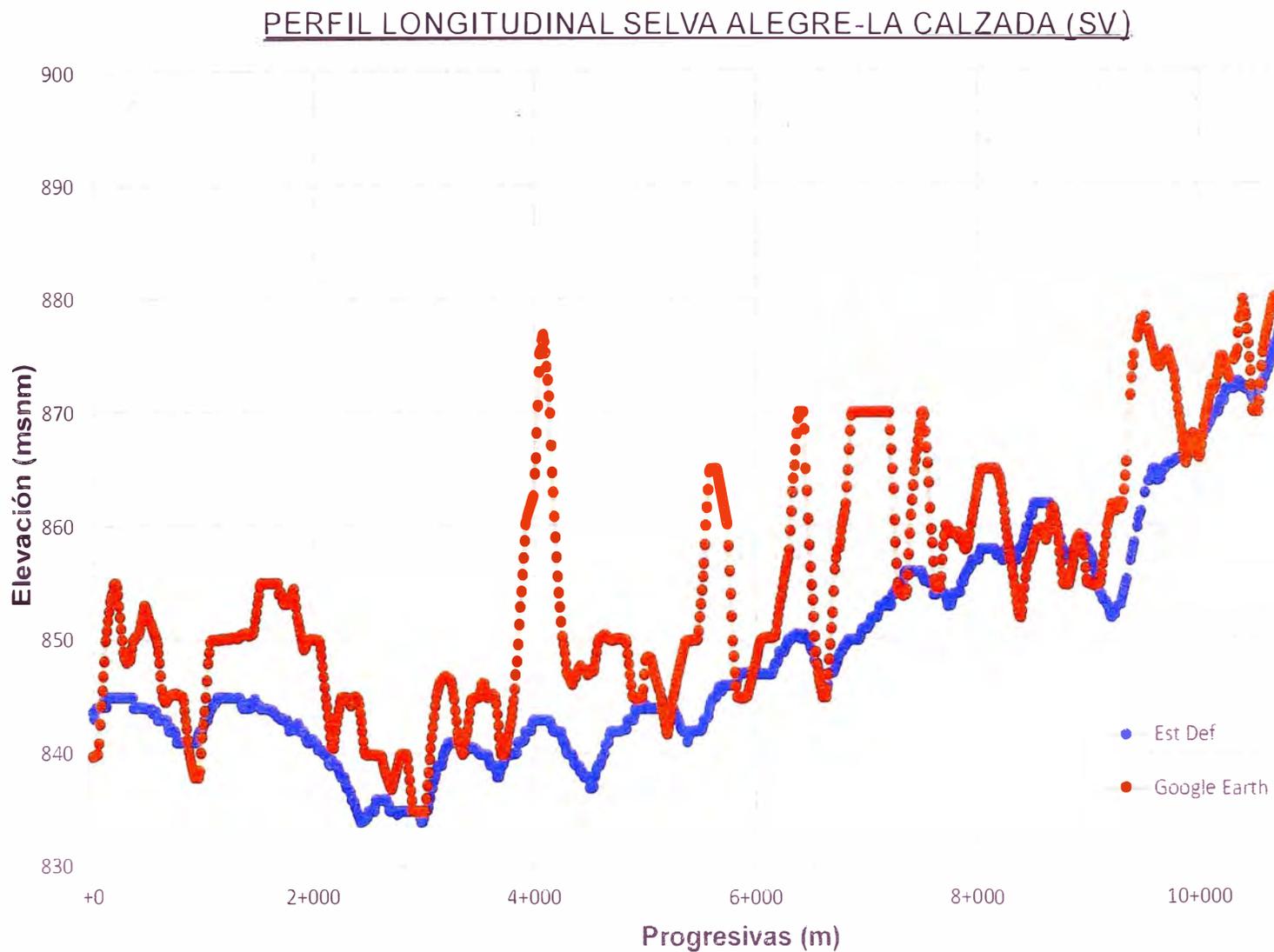


Figura N°48 Perfil Longitudinal Tramo Selva Alegre-La Calzada – SV. Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Mazamari-Pangoa – Cubantia

A. Tramo: Mazamari-Pangoa-Cubantía (CV)

Se tomaron 1071 valores con rango desde -23.128 m a 3.992 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N°49 para los valores de ΔZ (CV).

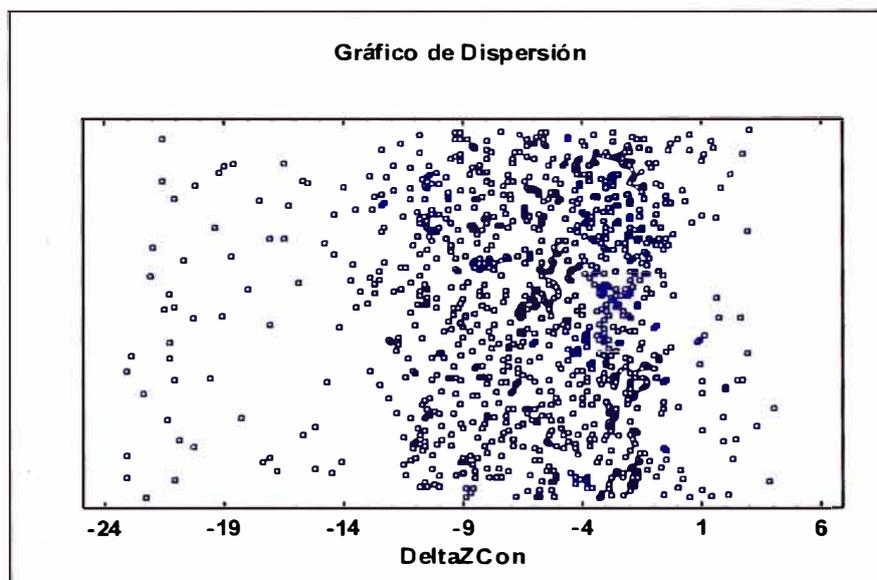


Figura N°49 Gráfico de Dispersión de ΔZ con vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía.
Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N°26 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°26 Resumen Estadístico de ΔZ con vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1071
Promedio (m)	-6.049
Desviación Estándar	4.606
Coficiente de Variación	-76.139%
Mínimo (m)	-23.128
Máximo (m)	3.992
Rango (m)	27.12

Resumen Estadístico	Resultados
Sesgo Estandarizado	-14.034
Curtosis Estandarizada	11.627

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N°50 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal, sin embargo tendría que evaluarse.

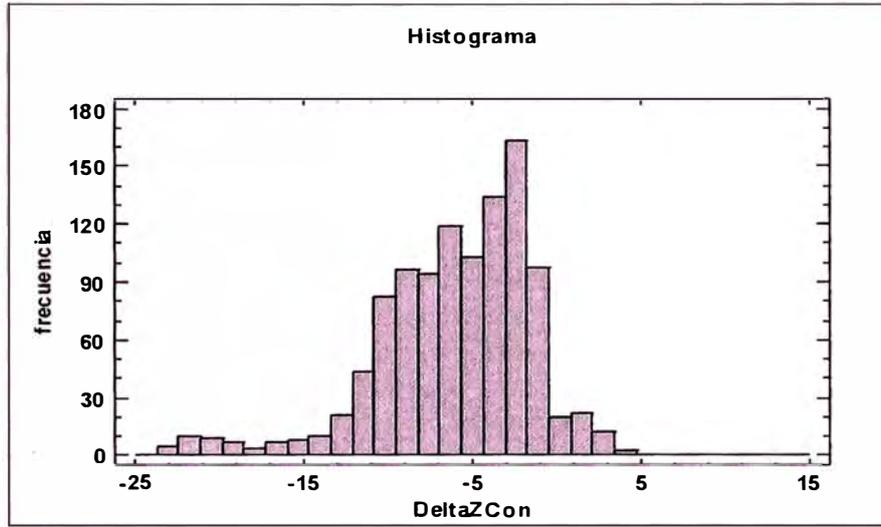


Figura N°50 Histograma de ΔZ con vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantia.
 Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔZ (CV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal de la Figura N° 51 a lo largo del tramo evaluado como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

PERFIL LONGITUDINAL MAZAMARI-PANGOACUBANTÍA (CV)

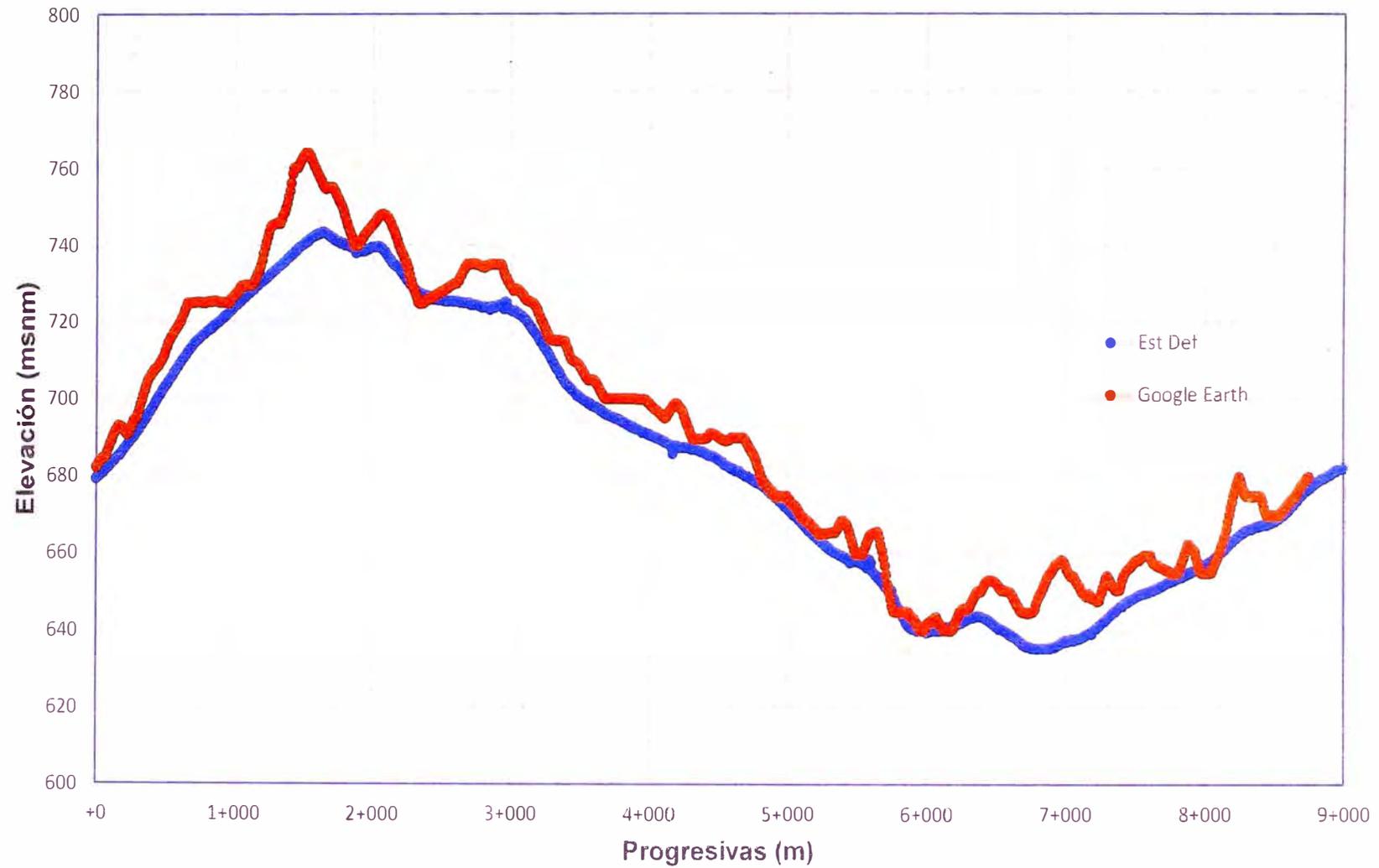


Figura N°51 Perfil Longitudinal Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía – CV. Fuente: Elaboración propia.

B. Tramo: Mazamari-Pangoa-Cubantía (SV)

Se tomaron 1003 valores con rango desde -23.128 m a 3.007 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N° 52 para los valores de ΔZ (SV).

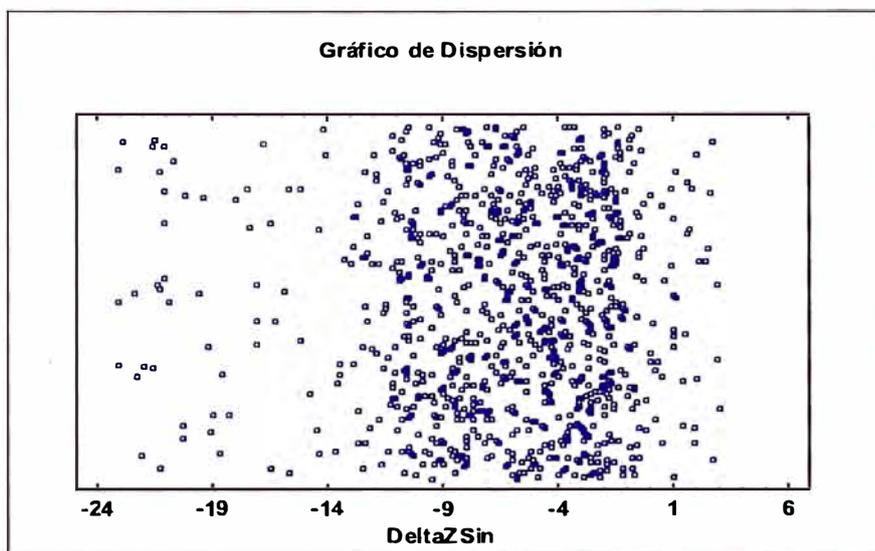


Figura N°52 Gráfico de Dispersión de ΔZ sin vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía.
Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 27 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°27 Resumen Estadístico de ΔZ sin vegetación Tramo Mazamari -Pangoa-Cubantía.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1003
Promedio (m)	-6.205
Desviación Estándar	4.602
Coefficiente de Variación	-74.16%
Mínimo (m)	-23.128
Máximo (m)	3.007
Rango (m)	26.135
Sesgo Estandarizado	-13.794
Curtosis Estandarizada	11.438

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 53 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

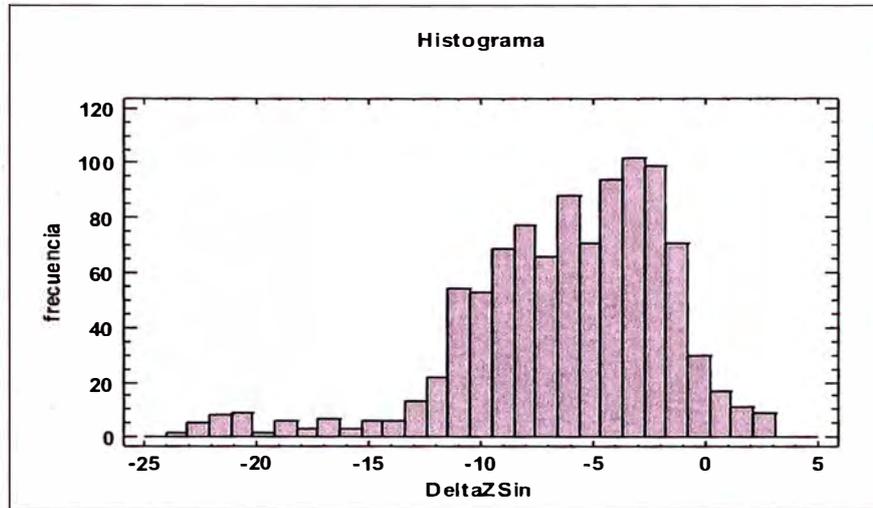


Figura N°53 Histograma de ΔZ sin vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔZ (SV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal de la Figura N° 54 a lo largo del tramo evaluado como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

PERFIL LONGITUDINAL MAZAMARI-PANGOA-CUBANTÍA (SV)

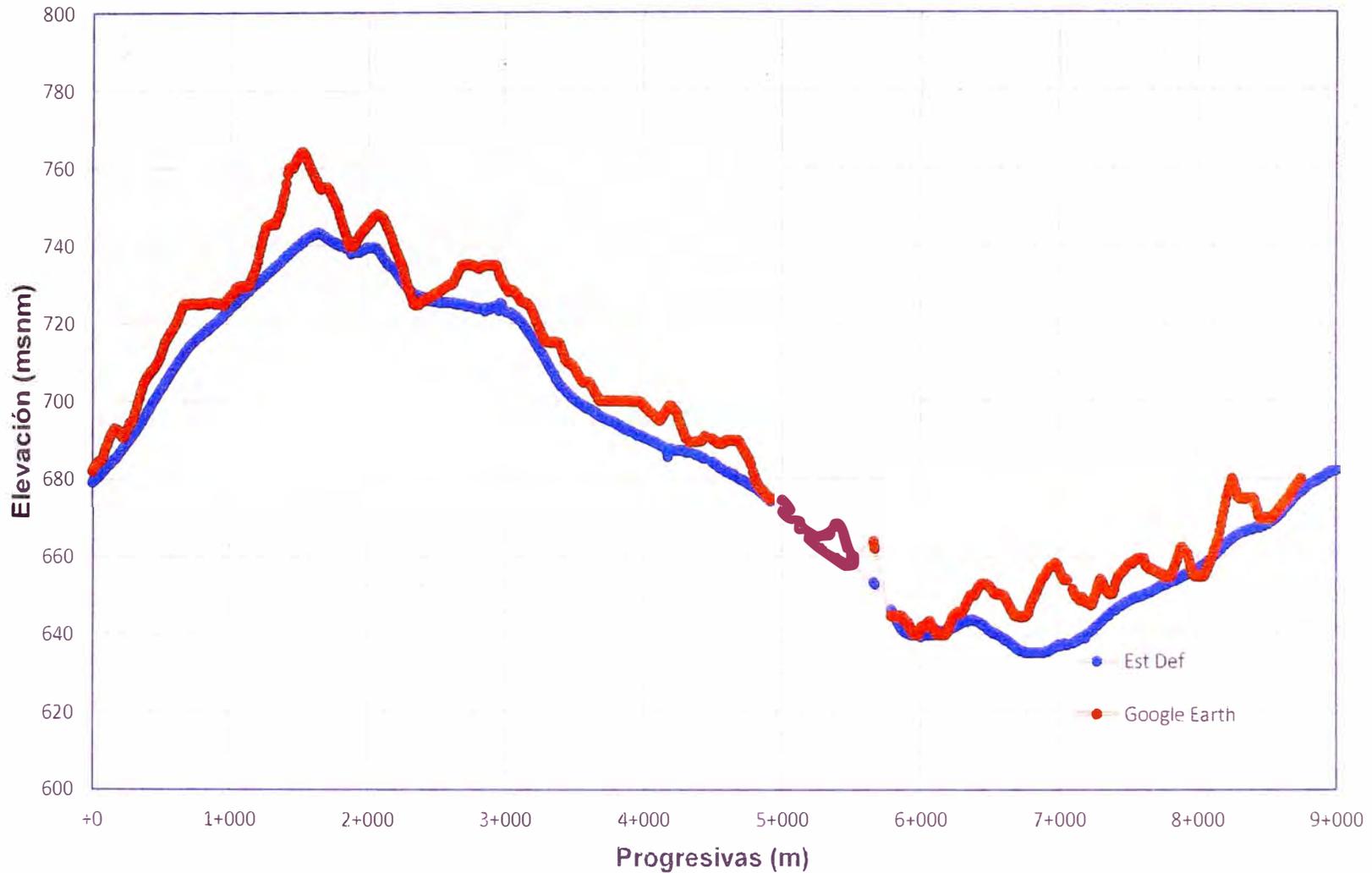


Figura N°54 Perfil Longitudinal Tramo Mazamari -Pangoa-Cubantía – SV. Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Patahuasi-Yauri - Sicuani, Tramo: Descanso-Langui

A. Tramo: Descanso-Langui

Se tomaron 1040 valores con rango desde -2.91 m a 46.728 m a continuación se muestra en la Figura N° 55 el gráfico de dispersión para los valores de ΔZ .

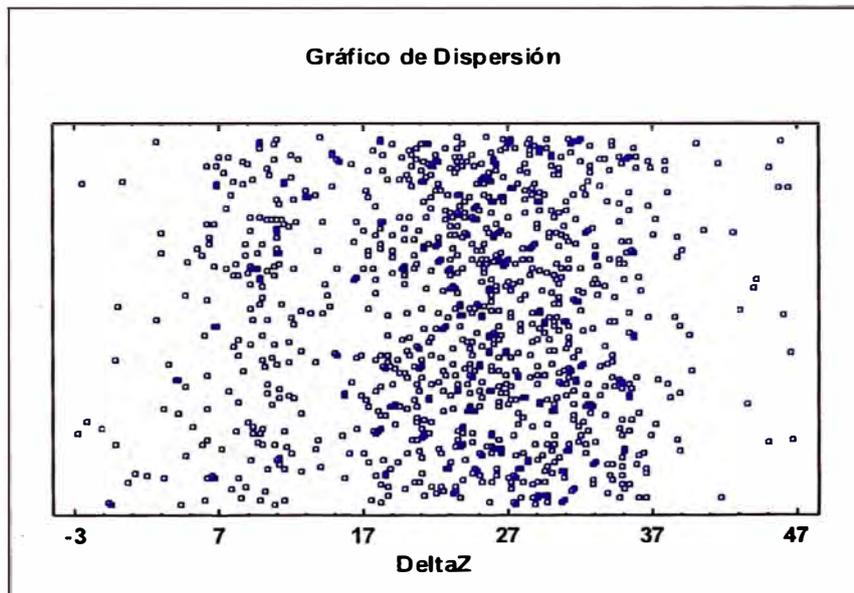


Figura N°55 Gráfico de dispersión de ΔZ Tramo Descanso - Langui.
Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 28 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°28 Resumen Estadístico de ΔZ Tramo Descanso - Langui.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1040
Promedio (m)	23.514
Desviación Estándar	9.038
Coefficiente de Variación	38.434%
Mínimo (m)	-2.910
Máximo (m)	46.728
Rango (m)	49.638
Sesgo Estandarizado	-5.737
Curtosis Estandarizada	-0.933

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 56 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

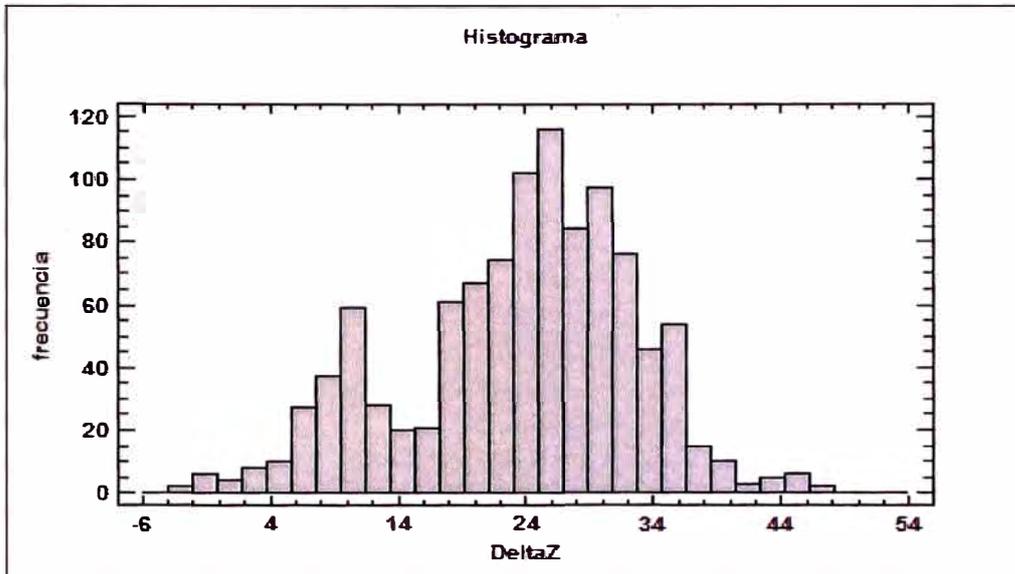


Figura N°56 Histograma de ΔZ Tramo Descanso – Langui.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermúdez – San Alejandro Tramo: Desvío Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución

A. Tramo: Puerto Bermúdez- Ciudad Constitución (CV)

Se tomaron 1543 valores con rango desde -30.101 m a 12.00 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N°57 para los valores de ΔZ (CV).

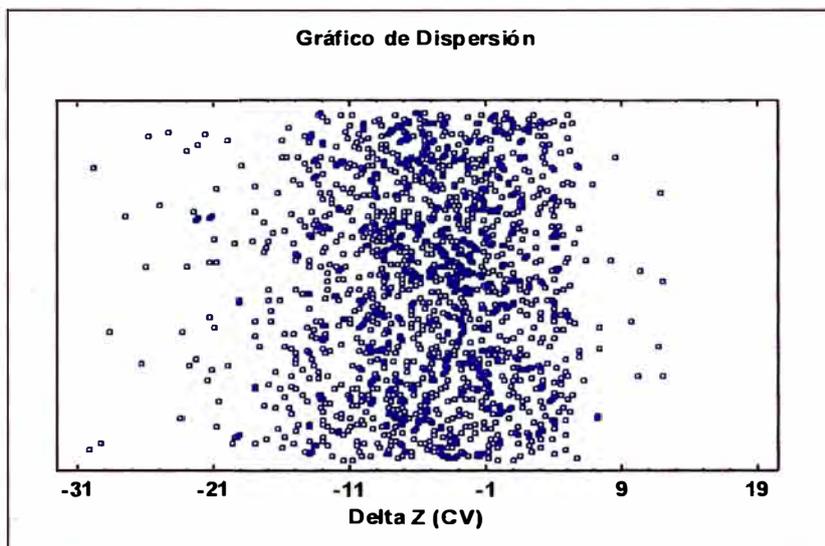


Figura N°57 Gráfico de Dispersión de ΔZ con vegetación Tramo Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución. Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 29 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°29 Resumen Estadístico de ΔZ con vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1543
Promedio (m)	-5.275
Desviación Estándar	6.325
Coefficiente de Variación	-119.908%
Mínimo (m)	-30.101
Máximo (m)	12.000
Rango (m)	42.101
Sesgo Estandarizado	-7.663
Curtosis Estandarizada	3.420

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 58 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

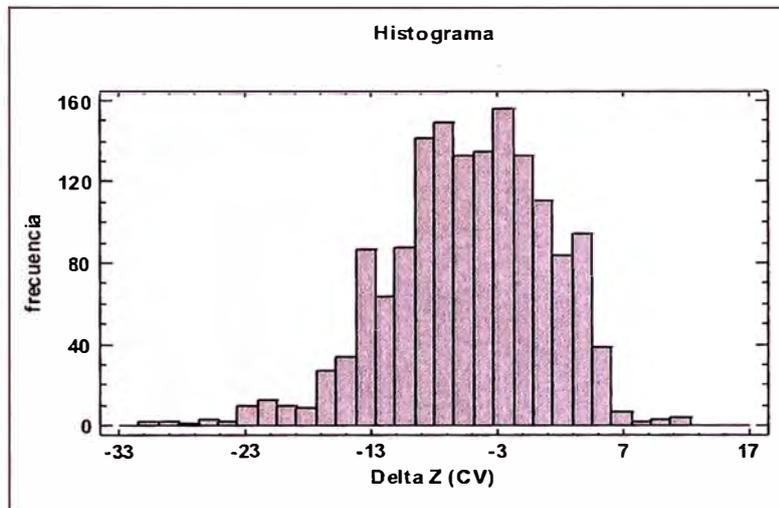


Figura N°58 Histograma de ΔZ con vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔZ (CV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal de la Figura N° 59 a lo largo del tramo evaluado como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

PERFIL LONGITUDINAL PUERTO BERMUDEZ-CIUDAD CONSTITUCIÓN (CV)

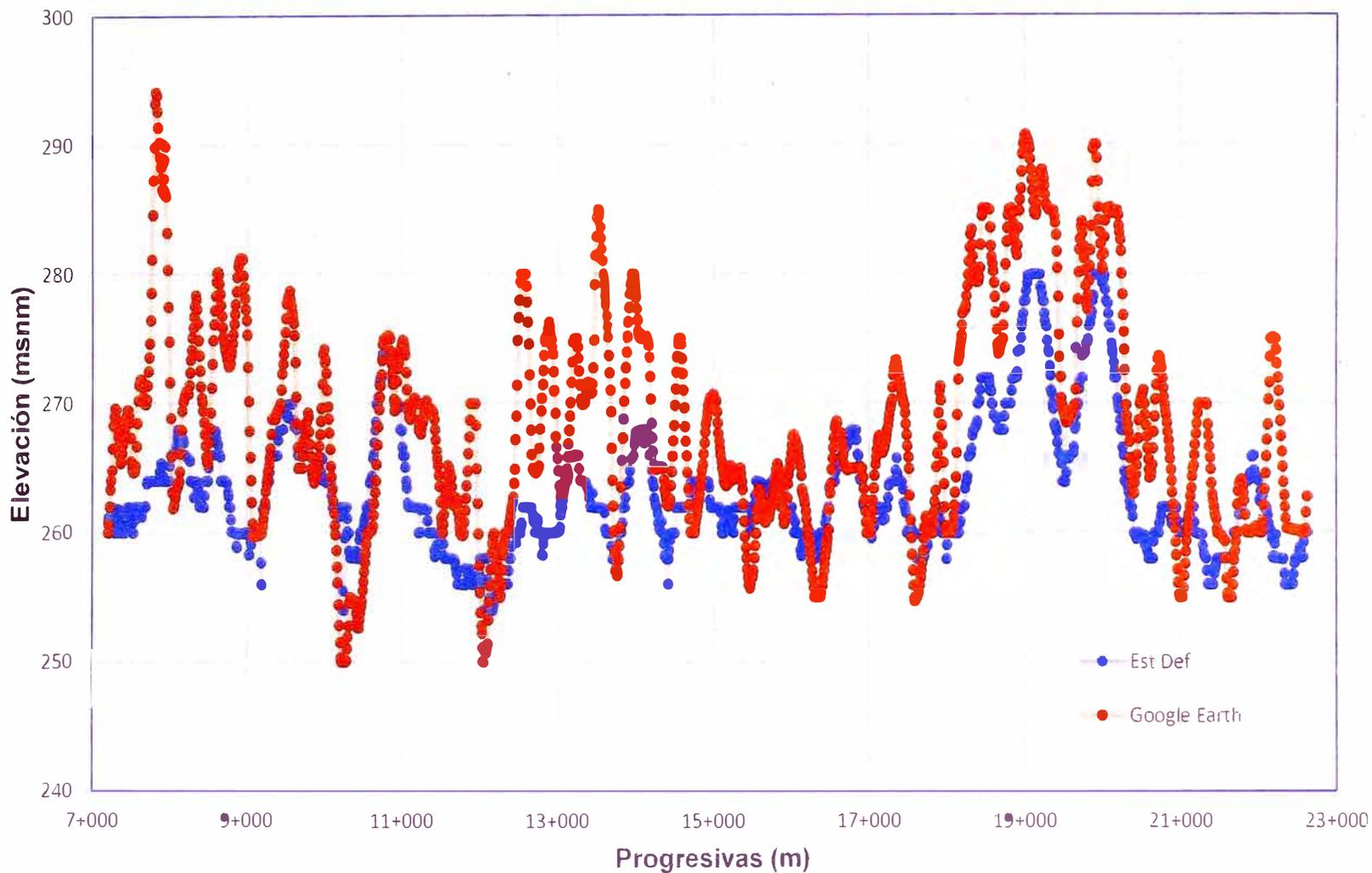


Figura N°59 Perfil Longitudinal Tramo Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución – CV. Fuente: Elaboración propia.

B. Tramo: Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución (SV)

Se tomaron 1194 valores con rango desde -25.967 m a 8.461 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N° 60 para los valores de ΔZ (SV).

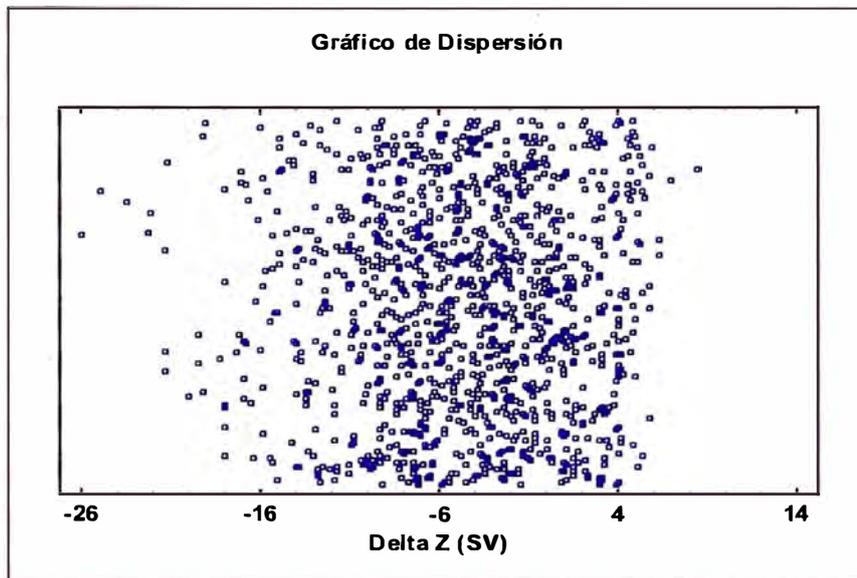


Figura N°60 Gráfico de Dispersión de ΔZ sin vegetación Tramo Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución. Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N°30 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°30 Resumen Estadístico de ΔZ sin vegetación Tramo Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución. Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1194
Promedio (m)	-4.623
Desviación Estándar	5.657
Coficiente de Variación	-122.371%
Mínimo (m)	-25.967
Máximo (m)	8.461
Rango (m)	34.428
Sesgo Estandarizado	-6.022
Curtosis Estandarizada	0.046

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 61 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

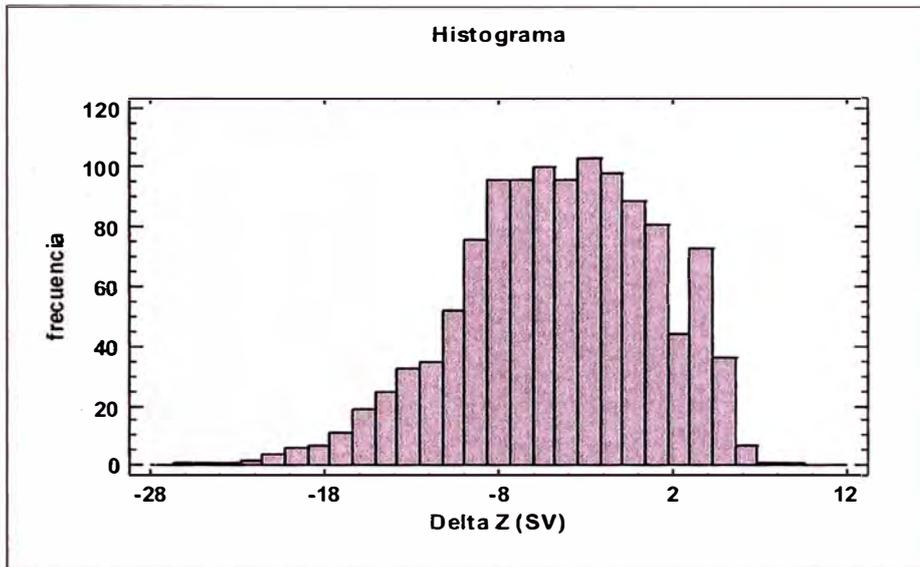


Figura N°61 Histograma de ΔZ sin vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔZ (SV) se observa de manera más clara en el perfil longitudinal de la Figura N° 62 a lo largo del tramo evaluado como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como el Google Earth.

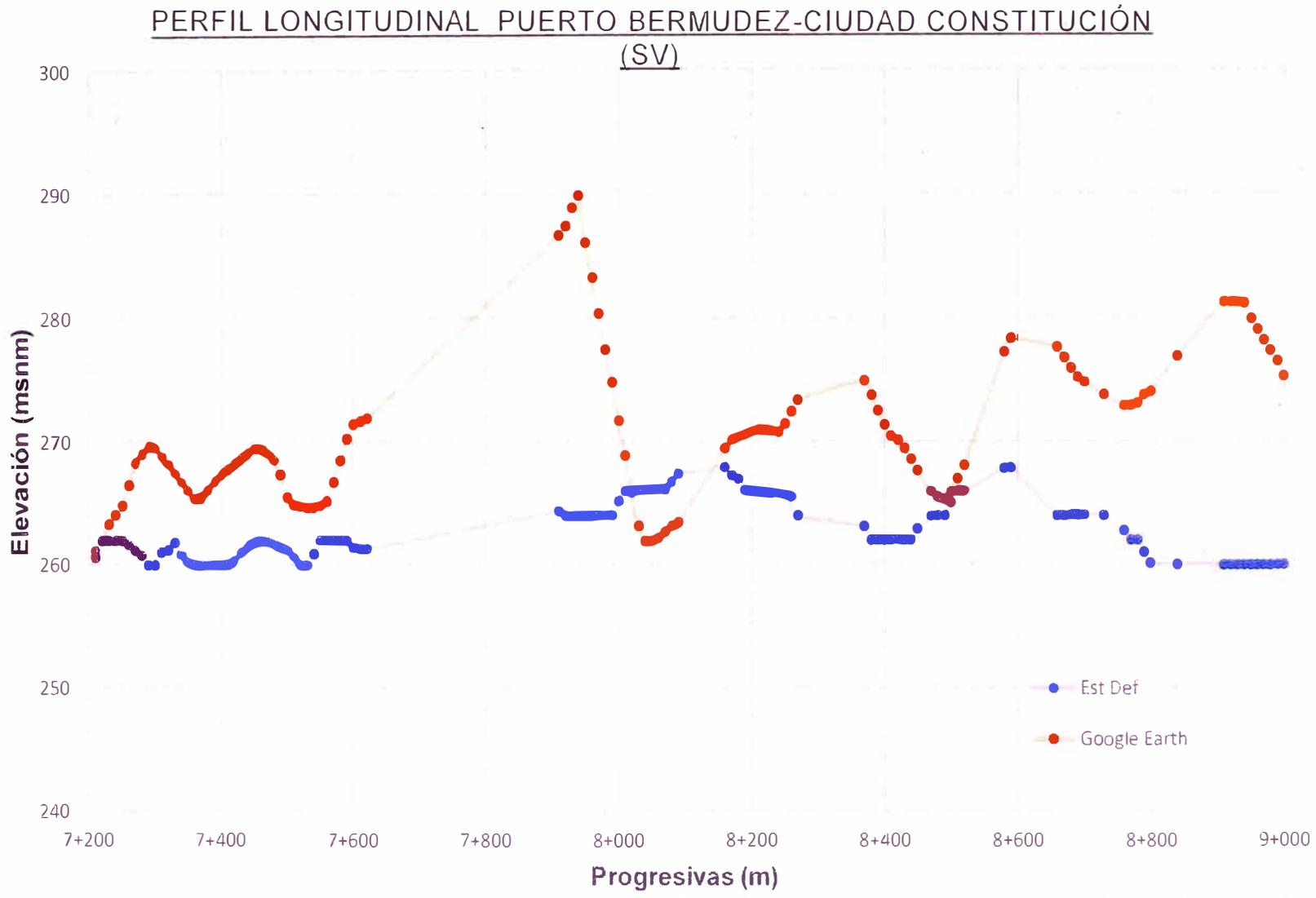


Figura N°62 Perfil Longitudinal Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución – SV. Fuente: Elaboración propia.

Las imágenes históricas utilizadas pertenecientes a la realización de los estudios definitivos cuentan con desfases es decir al momento que han sido procesadas en el por Google Earth muestran una separación en el eje de la vía tal como se muestra en la Figura N°63 en la que la progresiva 2+070 (Tramo de Mazamari a Pangoa) posee una variación de 4.97m medidos con la herramienta regla. Resaltando además que el eje de color amarillo corresponde al trazo propuesto y que la de color rojo corresponde al eje del estudio definitivo.

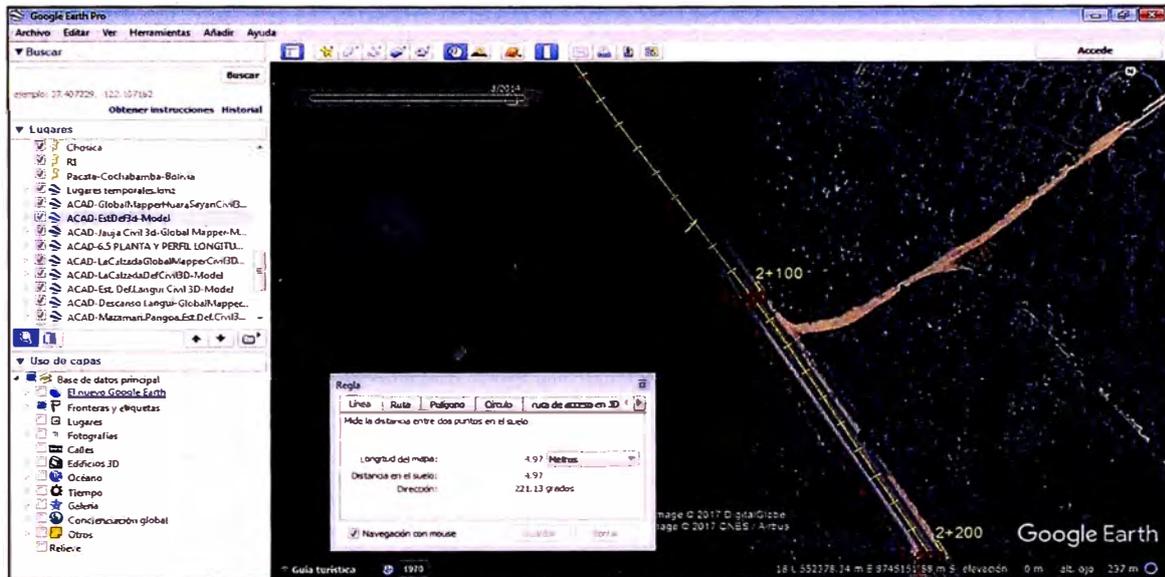


Figura N°63 Desfase del Eje Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía.
Fuente: Elaboración propia.

Uno de los factores que influyen en la variación que no ha sido considerado es el cambio o modificación del eje ya que esto se encuentra fuera de la fase de estudio sin embargo si se ha considerado la vegetación para verificar si esta influye verdaderamente dentro de la variación altimétrica del eje de la vía.

En la Figura N° 27 y 30 se muestran los perfiles longitudinales y los ejes que corresponden al Estudio a Nivel Definitivo del Proyecto “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura-Sayan-Churin: Tramo Huaura-Sayán-Puente Tingo” de color azul y de color anaranjado lo trazado a través de las imágenes satelitales. Como se puede observar en las figuras existe una variación altitudinal cuyos valores máximos y mínimos se detallan en el Cuadro N°18 y N°19, los valores positivo indican que el valor de la progresiva evaluada se encuentra por encima del perfil longitudinal correspondiente al estudio definitivo y los valores negativos indican que se encuentran debajo del perfil en mención; para el caso del Tramo Huaura-Sayan-Churin incluyendo vegetación, resaltamos que para las

escalas trabajadas en los estudios definitivos en cuanto al perfil longitudinal en cuanto a elevación se consideran 1:200, la variación de 11 metros obtenida como valor máximo de variación en el plano se observaría como 5.5 cm.

En los tramos evaluados se puede observar que como promedio de la variación altitudinal se encuentran por debajo del perfil longitudinal ya que estos son negativos, la escala en la que consideraría imperceptible el promedio con mayor variación correspondiente al Tramo de Jauja con 7 metros, considerando previamente que no se puede observar una variación 0.5 mm.

Determinamos Escala

$$\begin{array}{ccc} 1 & \times & X \\ 0.0005 & & 7 \end{array}$$
$$X = 7 * 1 / 0.0005$$
$$X = 14000$$

Para escala 1/20000

$$\begin{array}{ccc} 1 & \times & 20000 \\ X & & 7 \end{array}$$
$$X = 7 * 1 / 20000$$
$$X = 0.00035$$

Es decir, para una escala 1/20000 la variación altitudinal sería imperceptible en un plano como si se tratase del mismo estudio definitivo. En el componente de altimetría se observa que 3 de los tramos evaluados comprenden una variación en el caso de presencia de vegetación tal como lo muestra el Cuadro N°31 en el que se muestra la los promedios de los deltas obtenidos de los tramos trazados con el Google Earth y el Estudio Definitivo en el que resaltamos el promedio de los ΔZ del Tramo de Langui que se aleja de los demás tramos evaluados con un promedio de 23.514m de ΔZ por lo que debe estar fuera del análisis, en forma global el rango de valores de los ΔZ con o sin vegetación obtenidos en los tramos es de +1.178m a -7.470 m, además se muestra que el coeficiente de variación de los tramos evaluados sin vegetación son menores en su mayoría a los tramos que poseen vegetación.

Cuadro N°31 ΔZ de los Tramos evaluados con y sin vegetación. Fuente: Elaboración propia.

TRAMO	SIN VEGETACIÓN	VEGETACIÓN
Huaura-Sayan-Churin		
Recuento (n puntos)	987	1026
Promedio (ΔZ en m)	1.179	1.151
Desviación Estándar	3.774	3.737
Coefficiente de Variación	320.14%	324.70%
Mínimo (ΔZ en m)	-10.873	-10.873
Máximo (ΔZ en m)	11.648	11.648
Jauja I		
Recuento (n puntos)	869	876
Promedio (ΔZ en m)	-6.224	-6.259
Desviación Estándar	2.832	2.849
Coefficiente de Variación	-45.50%	-45.52%
Mínimo (ΔZ en m)	-12.148	-12.148
Máximo (ΔZ en m)	4.512	4.512
Jauja II		
Recuento (n puntos)	268	274
Promedio (ΔZ en m)	-7.439	-7.470
Desviación Estándar	1.366	1.433
Coefficiente de Variación	-18.37%	-19.18%
Mínimo (ΔZ en m)	-11.666	-11.756
Máximo (ΔZ en m)	-4.971	-4.883
Selva Alegre-La Calzada		
Recuento (n puntos)	1120	1136
Promedio (ΔZ en m)	-5.937	-5.998
Desviación Estándar	6.203	6.228
Coefficiente de Variación	-104.49%	-103.84%
Mínimo (ΔZ en m)	-33.887	-33.887
Máximo (ΔZ en m)	6.078	6.078
Mazamari -Pangoa-Cubantía		
Recuento (n puntos)	1003	1071
Promedio (ΔZ en m)	-6.205	-6.049
Desviación Estándar	4.602	4.606
Coefficiente de Variación	-74.16%	-76.14%
Mínimo (ΔZ en m)	-23.128	-23.128
Máximo (ΔZ en m)	3.007	3.992
Descanso-Langui		
Recuento (n puntos)	1040	
Promedio (ΔZ en m)	23.514	
Desviación Estándar	9.038	
Coefficiente de Variación	38.43%	
Mínimo (ΔZ en m)	-2.910	
Máximo (ΔZ en m)	46.728	

TRAMO	SIN VEGETACIÓN	VEGETACIÓN
Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución		
Recuento (n puntos)	1194	1543
Promedio (ΔZ en m)	-4.623	-5.275
Desviación Estándar	5.657	6.325
Coefficiente de Variación	-122.37%	-119.91%
Mínimo (ΔZ en m)	-25.967	-30.101
Máximo (ΔZ en m)	8.461	12.000

4.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS PLANIMÉTRICO

4.3.1 Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura-Sayán- Puente Tingo Tramo II Sayán-Churín

A. Tramo: La Huaura-Sayan-Churin (CV)

Se tomaron 1026 valores con rango desde 6.251 m a 21.629 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N°64 para los valores de ΔH (CV).

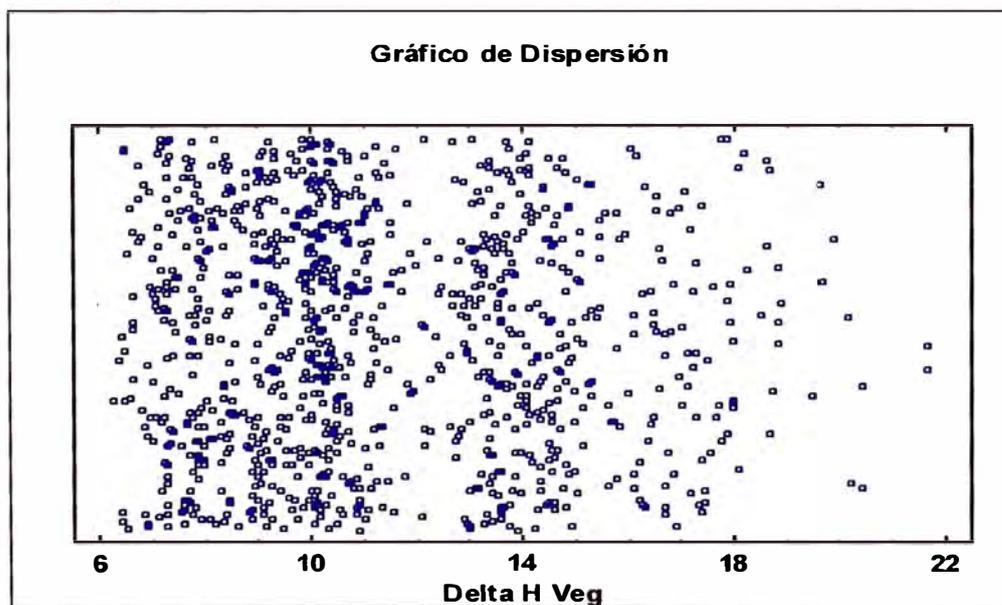


Figura N°64 Gráfico de Dispersión de ΔH con vegetación Tramo Huaura- Sayan-Churin.
Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 32 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se

encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°32 Resumen Estadístico de ΔH con vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churin.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1026
Promedio (m)	11.329
Desviación Estándar	3.127
Coefficiente de Variación	27.605%
Mínimo (m)	6.251
Máximo (m)	21.629
Rango (m)	15.378
Sesgo Estandarizado	7.896
Curtosis Estandarizada	-2.433

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N°65 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

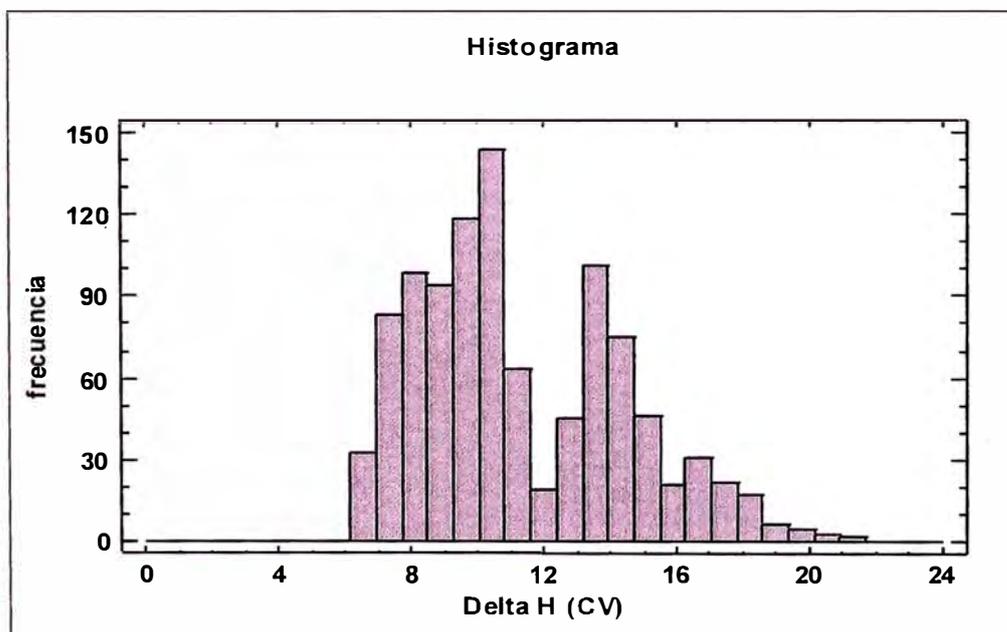


Figura N°65 Histograma de ΔH con vegetación Tramo Huaura -Sayan-Churin.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔH (CV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado de la Figura N° 66 como se muestra a continuación tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

ALINEAMIENTO HUAURA-SAYAN -CHURIN (CV)

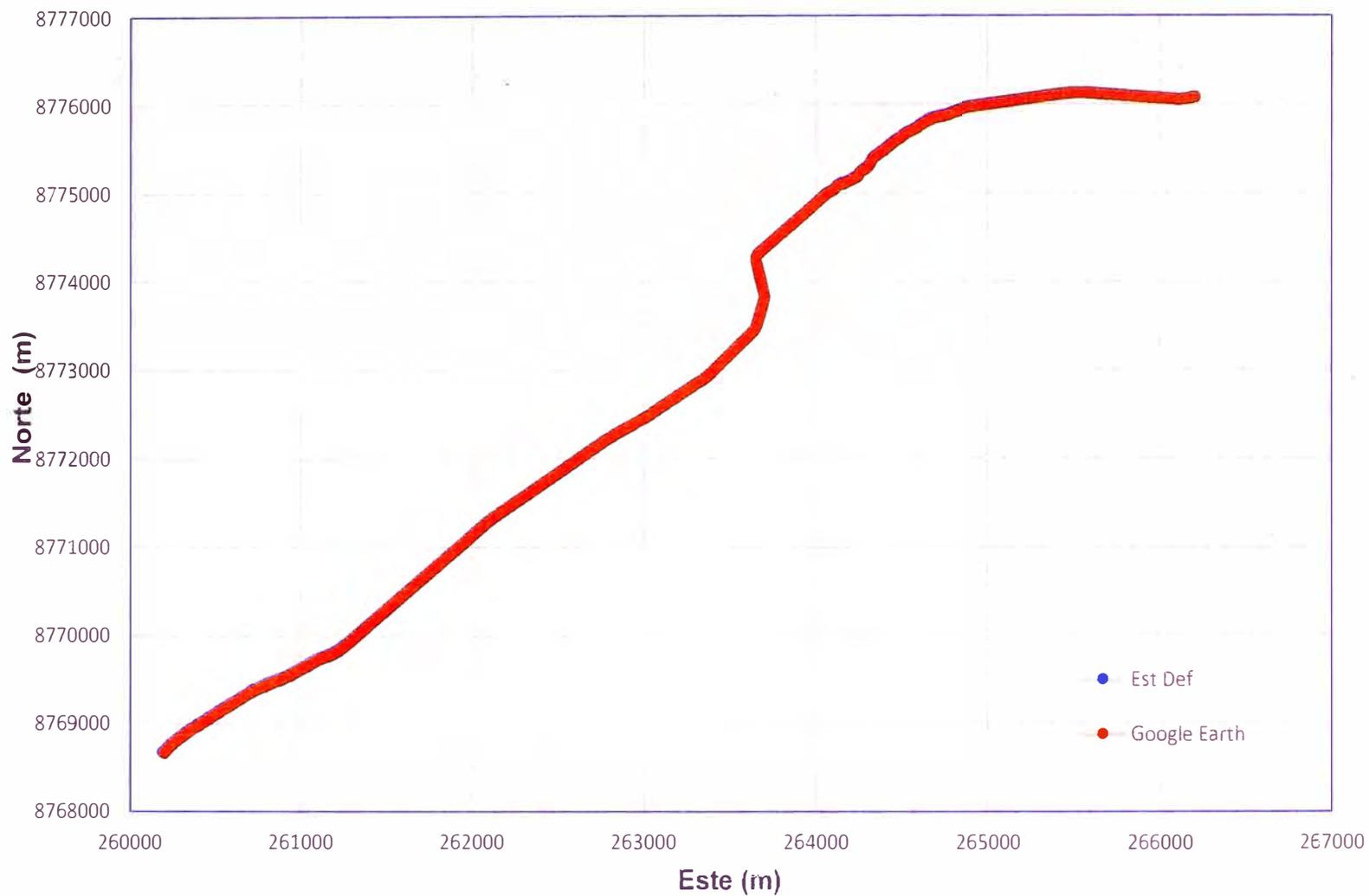


Figura N°66 Alineamiento Tramo Huaura-Sayan-Churin – CV. Fuente: Elaboración propia.

B. Tramo: La Huaura-Sayan-Churin (SV)

Se tomaron 987 valores con rango desde 6.251 m a 21.629 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N° 67 para los valores de ΔH (SV).

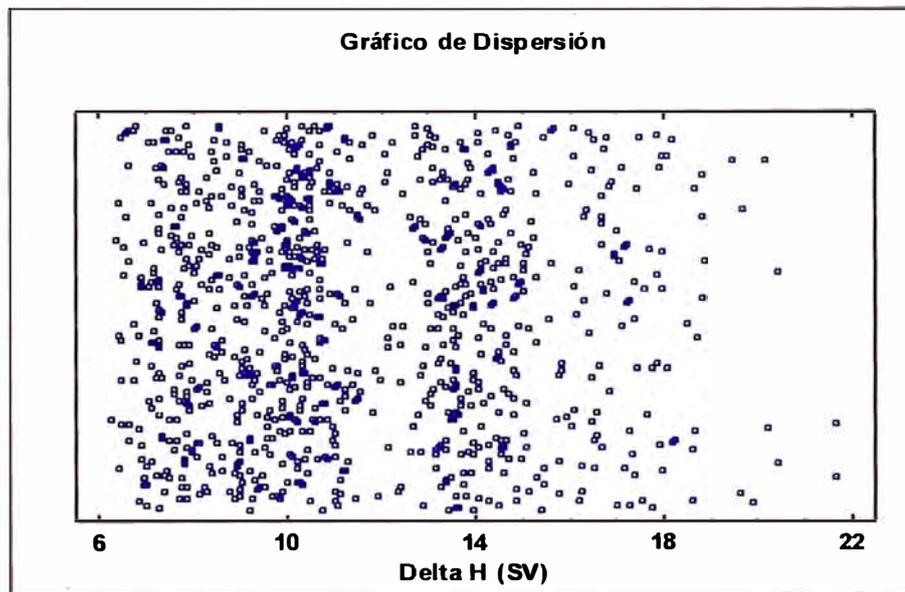


Figura N°67 Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churin.
Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N°33 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°33 Resumen Estadístico de ΔH sin vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churin.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	987
Promedio (m)	11.414
Desviación Estándar	3.155
Coefficiente de Variación	27.639%
Mínimo (m)	6.251
Máximo (m)	21.629
Rango (m)	15.378
Sesgo Estandarizado	7.024
Curtosis Estandarizada	-2.827

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 68 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

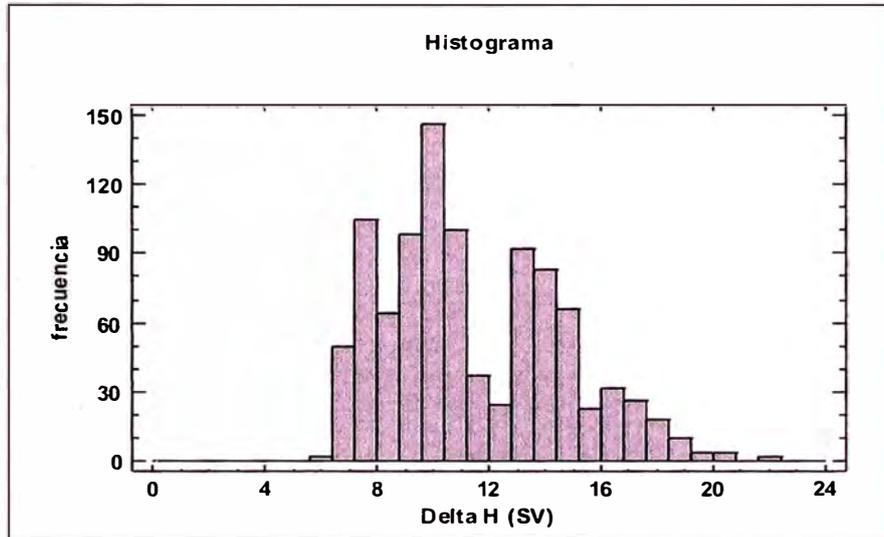


Figura N°68 Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Huaura-Sayan-Churin.
Fuente: Elaboración propia.

Además, el ΔH (SV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado, como se muestra a continuación en la Figura N° 69, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

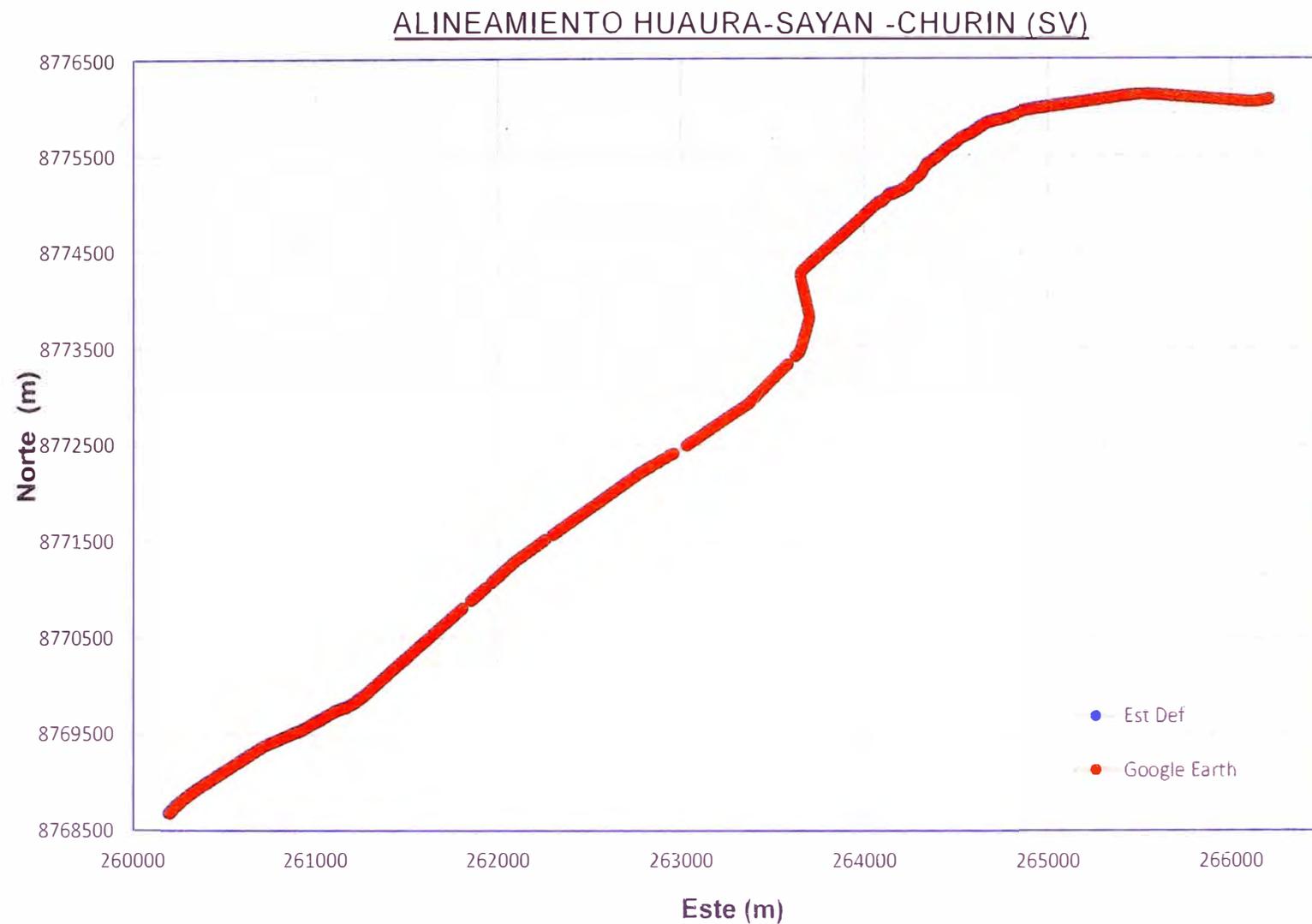


Figura N°69 Alineamiento Tramo Huaura-Sayan-Churin – SV. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la carretera vecinal Tramo: Acolla-Tiwinza-Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco –Tunanmarca

A. Tramo: Jauja I (Acolla-Tiwinza-Tunanmarca-CV)

Se tomaron 675 valores con rango desde 0.333 m a 16.091 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión de la Figura N°70 para los valores de ΔH (CV).

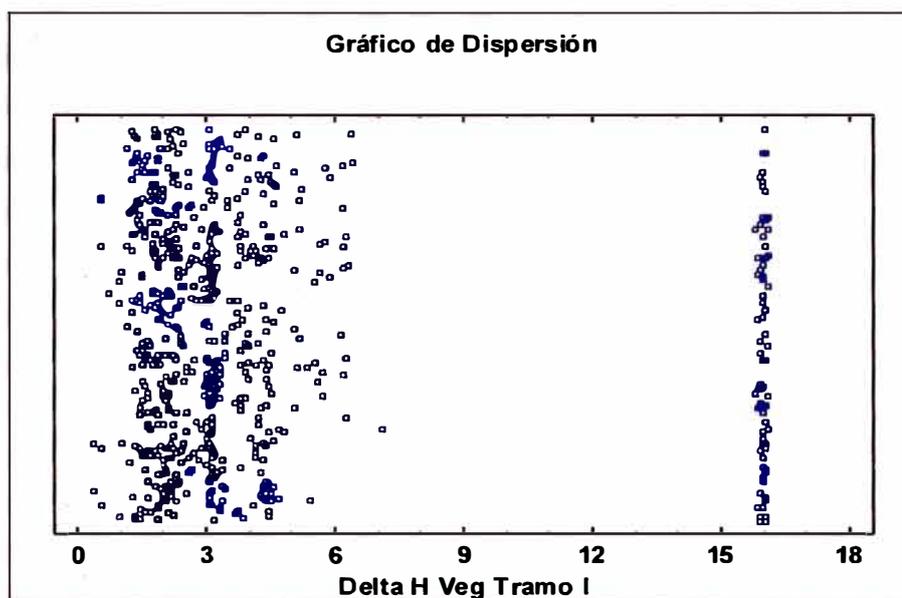


Figura N°70 Gráfico de Dispersión de ΔH con vegetación Tramo Jauja I.
Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N°34 para esta muestra incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°34 Resumen Estadístico de ΔH con vegetación Tramo Jauja I.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	675
Promedio (m)	4.376
Desviación Estándar	4.343
Coefficiente de Variación	99.256%
Mínimo (m)	0.333
Máximo (m)	16.091
Rango (m)	15.758
Sesgo Estandarizado	22.342

Resumen Estadístico	Resultados
Curtosis Estandarizada	15.699

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 71 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

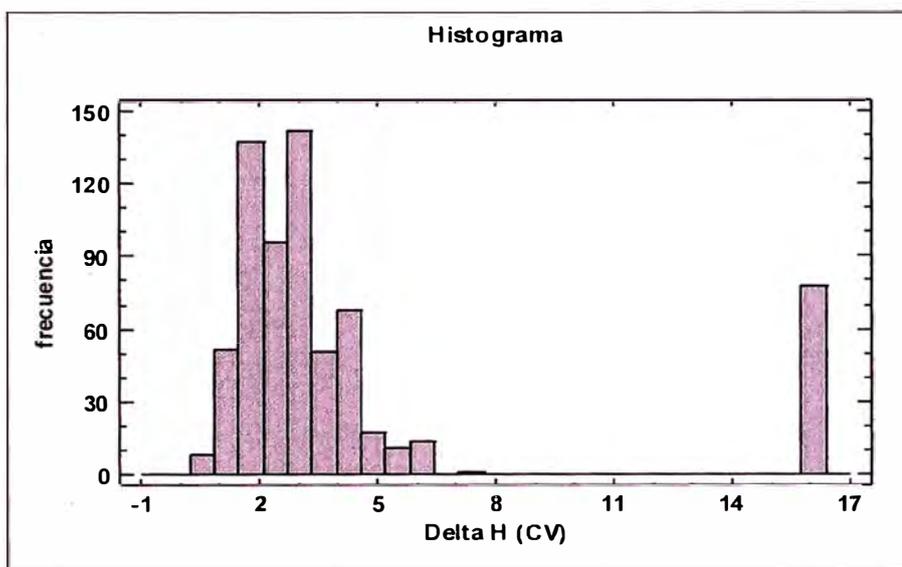


Figura N°71 Histograma de ΔH con vegetación Tramo Jauja I.
 Fuente: Elaboración propia.

Además, el ΔH (CV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado, como se muestra a continuación en la Figura N° 72, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

ALINEAMIENTO JAUJA I (CV)

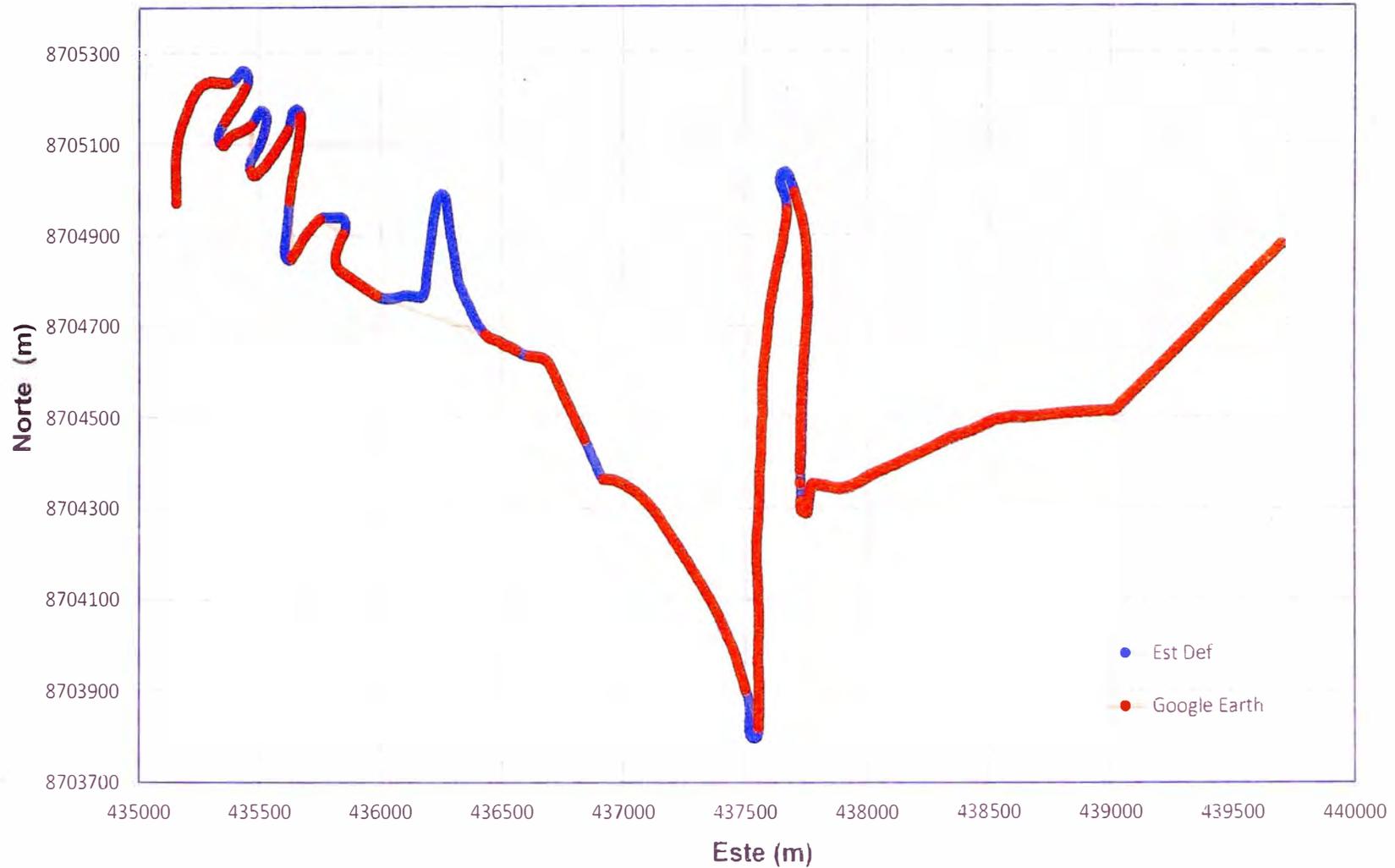


Figura N°72 Alineamiento Tramo Jauja I – CV. Fuente: Elaboración propia.

B. Tramo: Jauja I (Acolla-Tiwinza-Tunanmarca -SV)

Se tomaron 668 valores con rango desde 0.333 m a 16.091 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión de la Figura N° 73 para los valores de ΔH (SV).

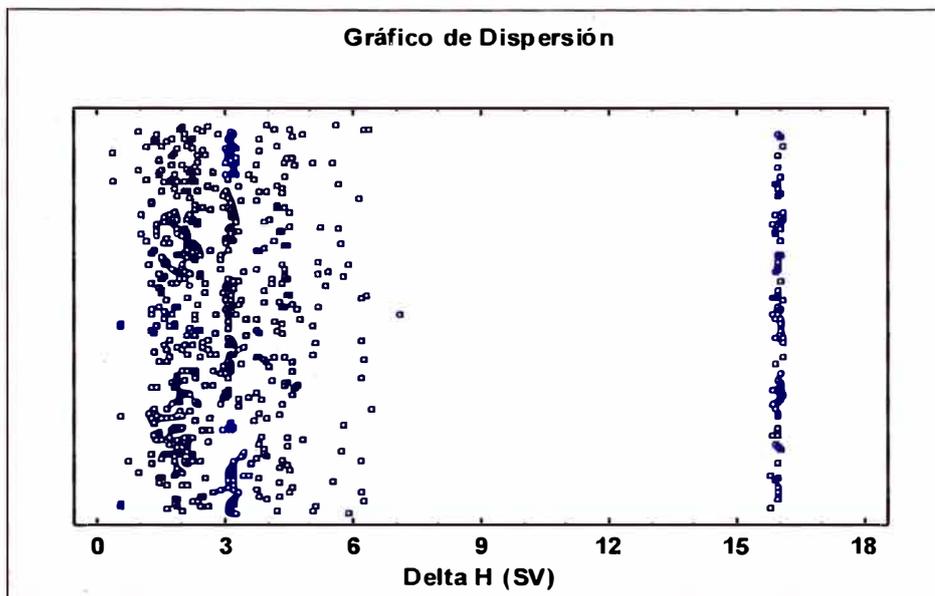


Figura N°73 Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación Tramo Jauja I.
 Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 35 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°35 Resumen Estadístico de ΔH sin vegetación Tramo Jauja I.
 Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	668
Promedio (m)	4.387
Desviación Estándar	4.363
Coefficiente de Variación	99.452%
Mínimo (m)	0.333
Máximo (m)	16.091
Rango (m)	15.758
Sesgo Estandarizado	22.070
Curtosis Estandarizada	15.244

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 74 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

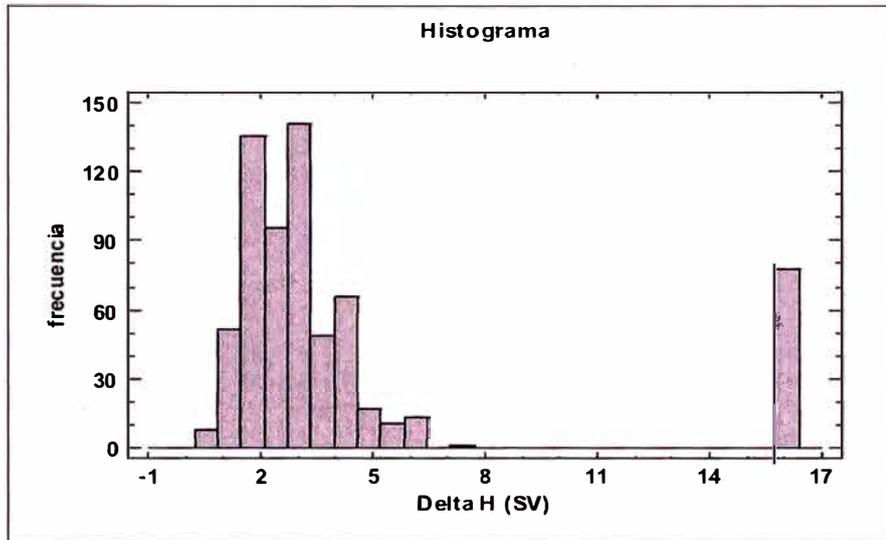


Figura N°74 Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Jauja I.
Fuente: Elaboración propia.

Además, el ΔH (SV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado, como se muestra a continuación en la Figura N° 75, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

ALINEAMIENTO JAUJA I (SV)

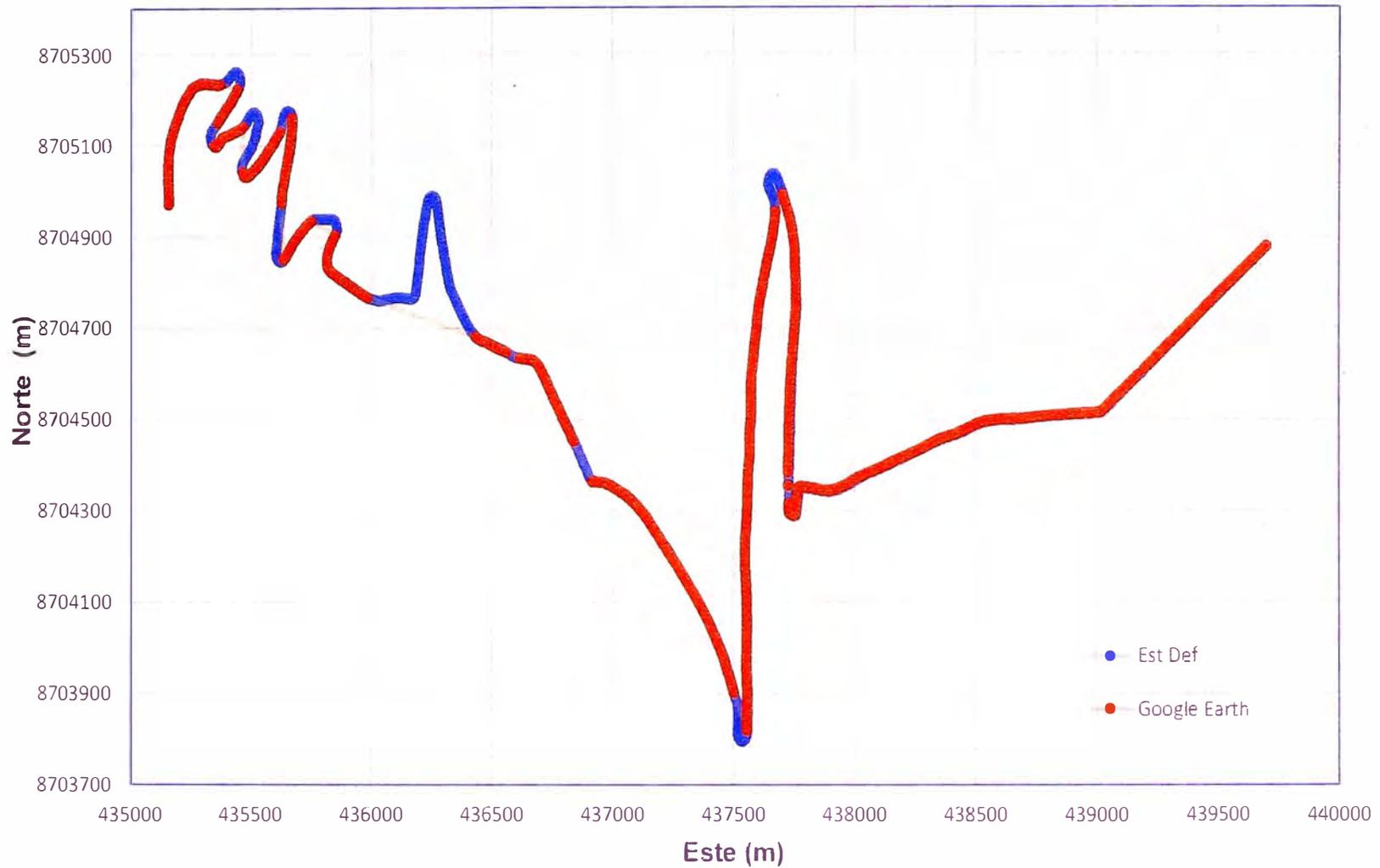


Figura N°75 Alineamiento Tramo Jauja I – SV. Fuente: Elaboración propia.

C. Tramo: Jauja II (Marco-Tunanmarca-Tiwinza-CV)

Se tomaron 274 valores con rango desde 0.349 m a 6.861 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión de la Figura N° 76 para los valores de ΔH (CV).

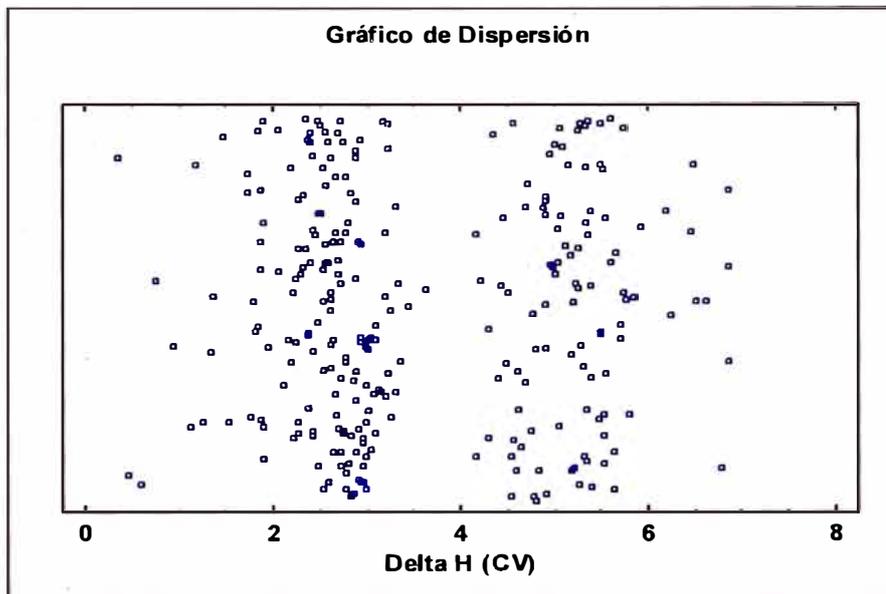


Figura N°76 Gráfico de Dispersión de ΔH con vegetación Tramo Jauja II.
Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 36 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°36 Resumen Estadístico ΔH con vegetación Tramo Jauja II.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	274
Promedio (m)	3.579
Desviación Estándar	1.452
Coefficiente de Variación	40.575%
Mínimo (m)	0.349
Máximo (m)	6.861
Rango (m)	6.512
Sesgo Estandarizado	2.230
Curtosis Estandarizada	-3.235

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 77 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

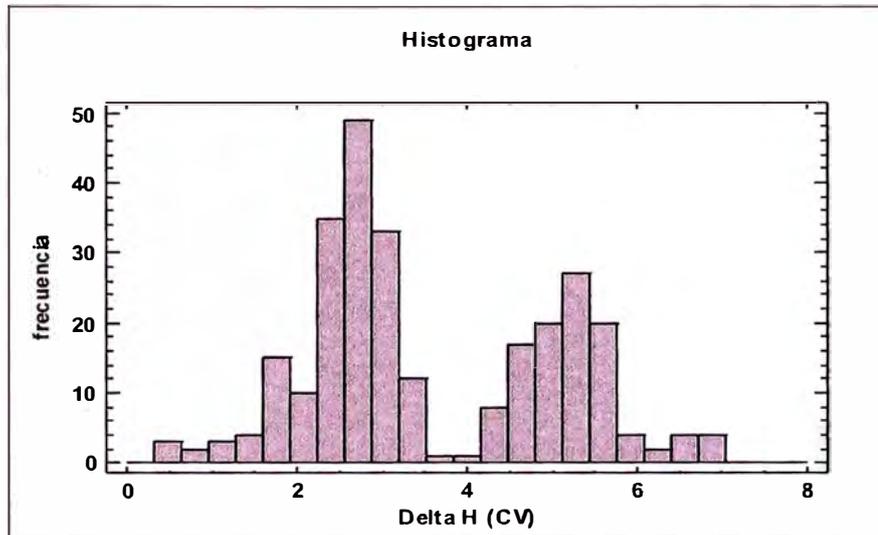


Figura N°77 Histograma de ΔH con vegetación Tramo Jauja II.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔH (CV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado, como se muestra a continuación en la Figura N° 78, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

ALINEAMIENTO JAUJA II (CV)

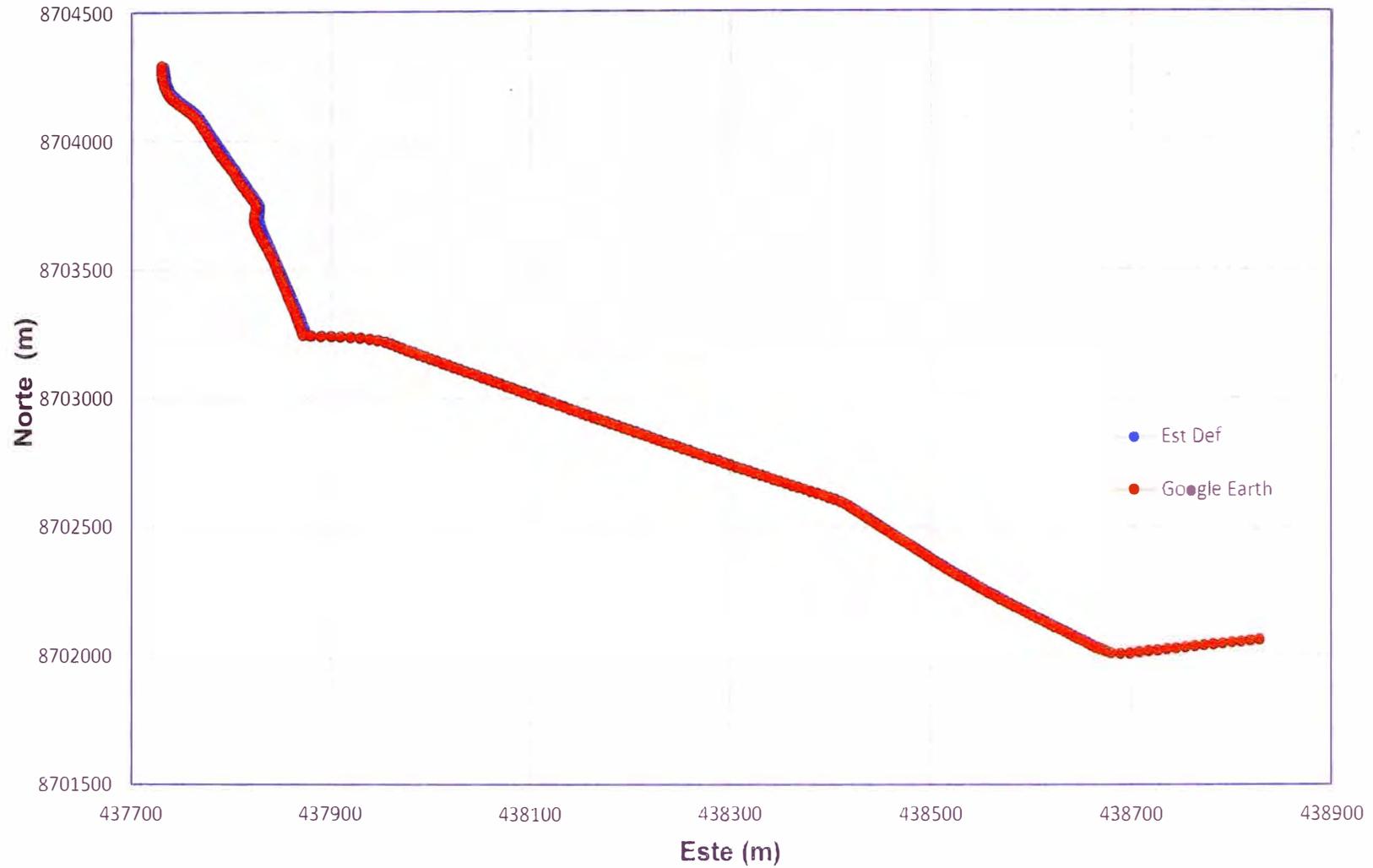


Figura N°78 Alineamiento Tramo Jauja II – CV. Fuente: Elaboración propia.

D. Tramo: Jauja II (Marco-Tunanmarca-Tiwinza-SV)

Se tomaron 268 valores con rango desde 0.465 m a 6.861 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión de la Figura N° 79 para los valores de ΔH (SV).

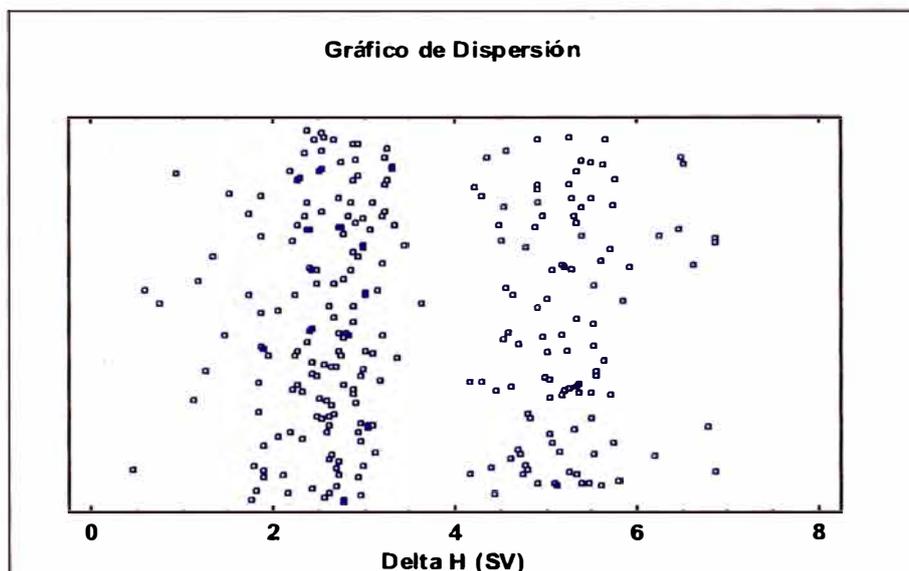


Figura N°79 Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación Tramo Jauja II.
 Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 37 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°37 Resumen Estadístico ΔH sin vegetación Tramo Jauja II.
 Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	268
Promedio (m)	3.612
Desviación Estándar	1.444
Coefficiente de Variación	39.981%
Mínimo (m)	0.465
Máximo (m)	6.861
Rango (m)	6.396
Sesgo Estandarizado	2.224
Curtosis Estandarizada	-3.401

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma de la Figura N° 80 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

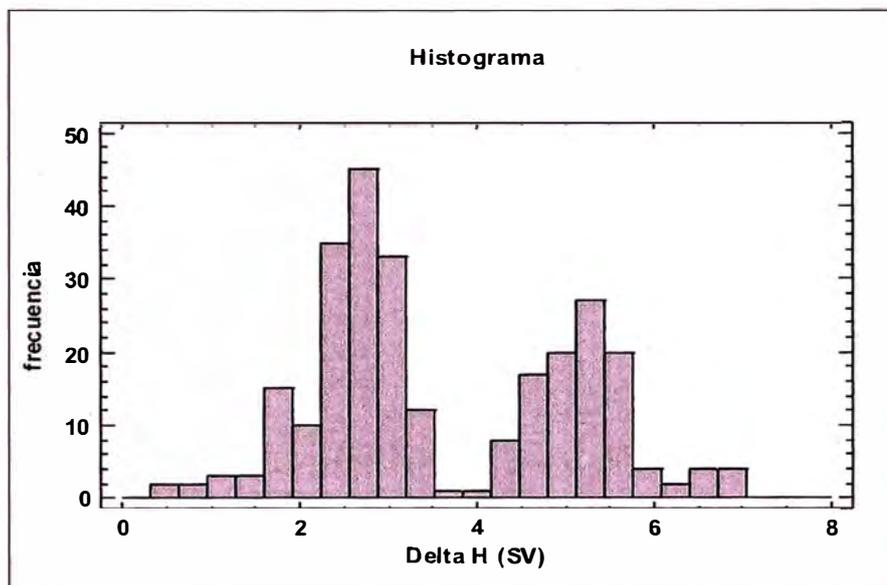


Figura N°80 Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Jauja II.
 Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔH (SV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado, como se muestra a continuación en la Figura N° 81, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

ALINEAMIENTO JAUJA II (SV)

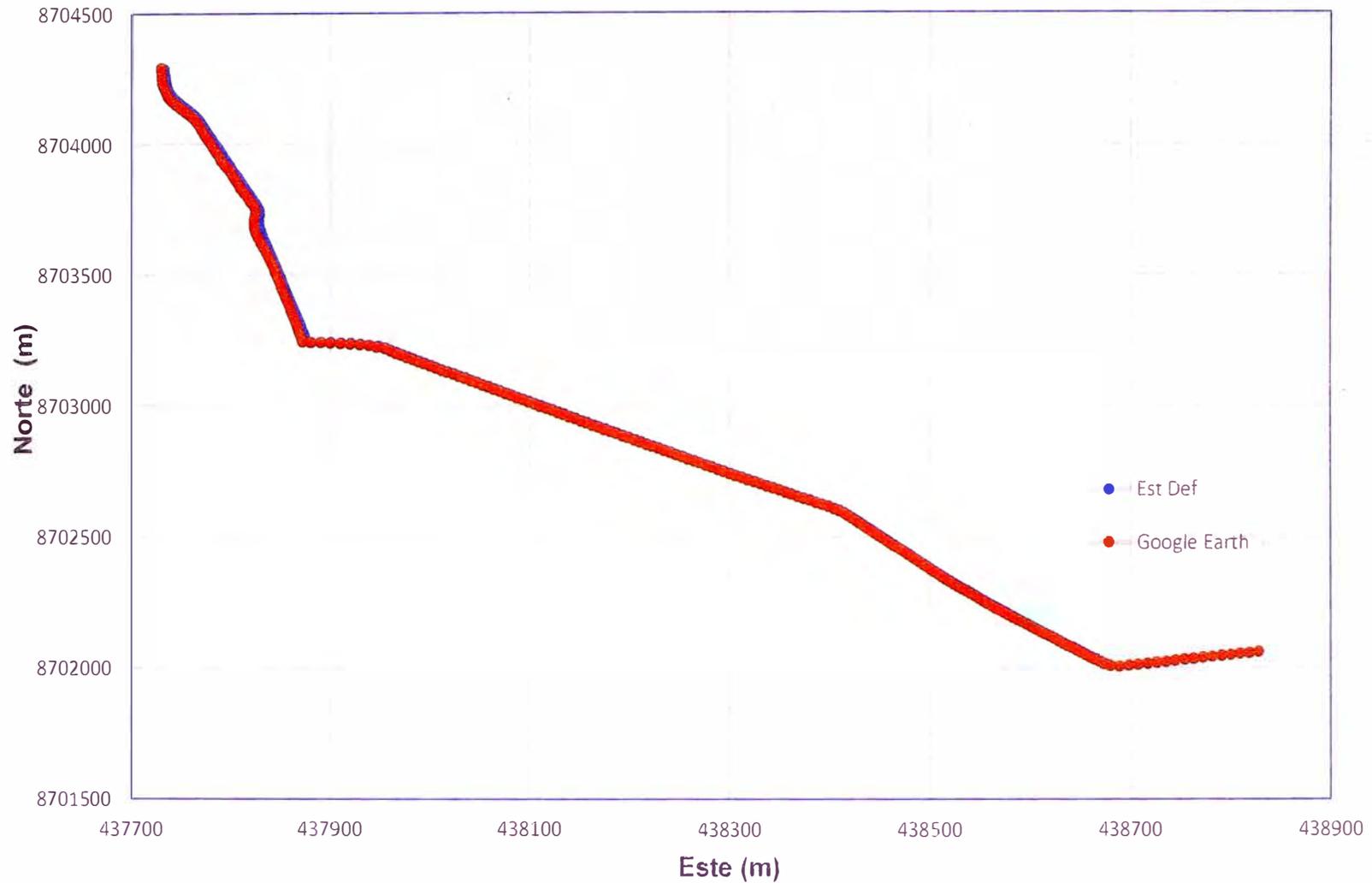


Figura N°81 Alineamiento Tramo Jauja II-SV. Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza- Empalme Ruta PE-5N La Calzada, Tramo: Selva Alegre- Empalme Ruta PE- 5N La Calzada

A. Tramo: Selva Alegre-La Calzada (CV)

Se tomaron 1136 valores con rango desde 8.349 m a 10.554 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión de la Figura N° 82 para los valores de ΔH (CV).

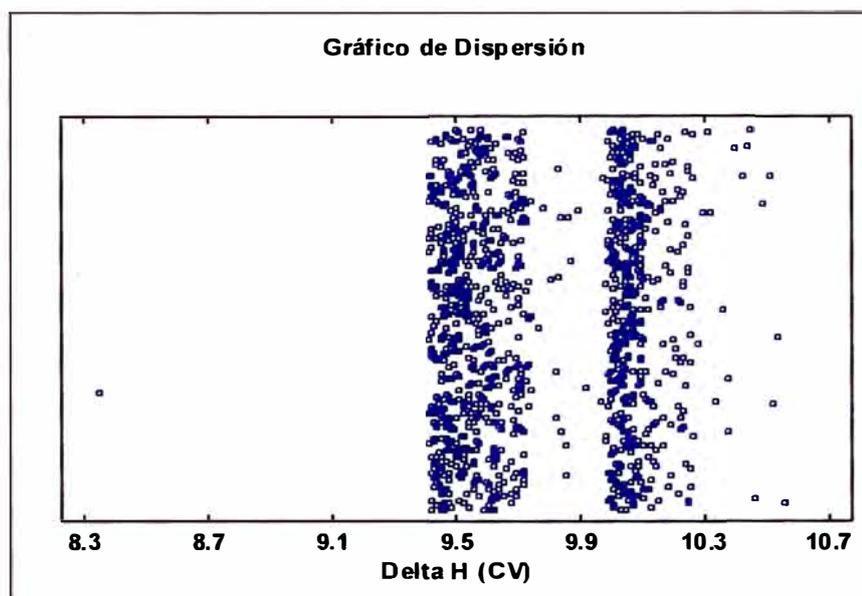


Figura N°82 Gráfico de Dispersión de ΔH con vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada.
 Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 38 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°38 Resumen Estadístico de ΔH con vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada.
 Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1136
Promedio (m)	9.775
Desviación Estándar	0.281
Coefficiente de Variación	2.874%
Mínimo (m)	8.349
Máximo (m)	10.554
Rango (m)	2.205
Sesgo Estandarizado	2.925

Resumen Estadístico	Resultados
Curtosis Estandarizada	-5.646

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 83 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

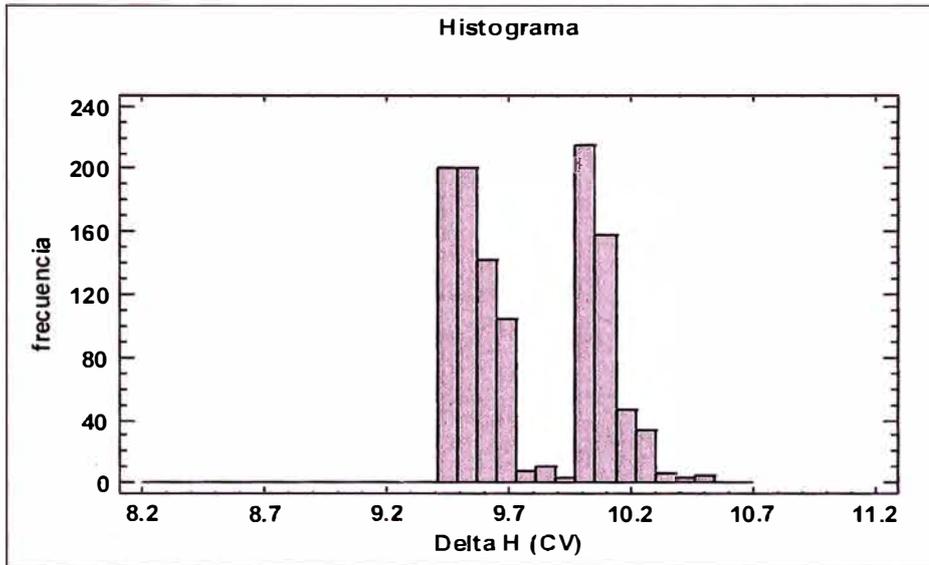


Figura N°83 Histograma de ΔH con vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada.
 Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔH (CV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado, como se muestra a continuación en la Figura N° 84, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

ALINEAMIENTO SELVA ALEGRE- LA CALZADA (CV)

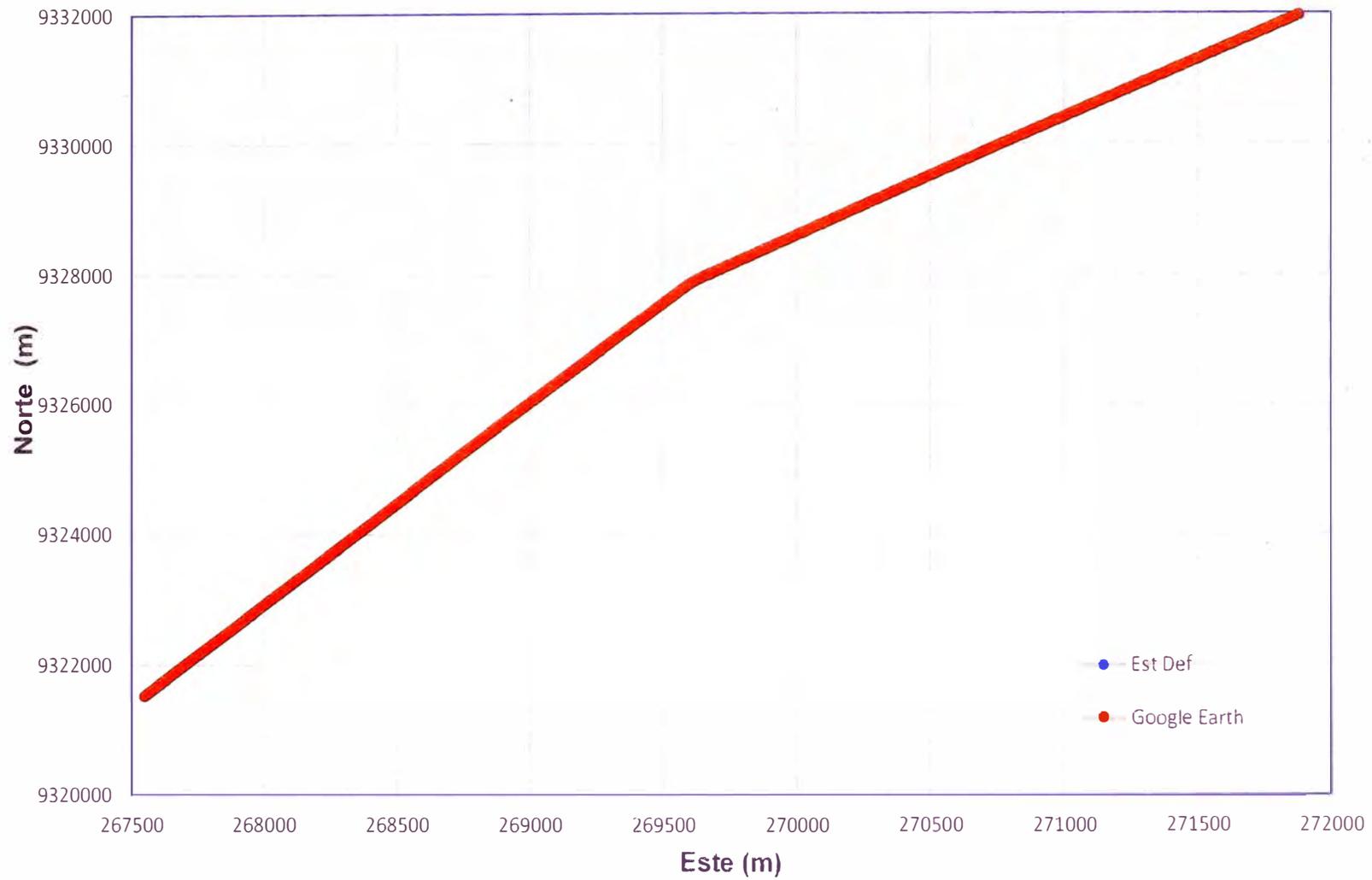


Figura N°84 Alineamiento Tramo Selva Alegre-La Calzada – CV. Fuente: Elaboración propia.

B. Tramo: Selva Alegre- La Calzada (SV)

Se tomaron 1120 valores con rango desde 8.349 m a 10.554 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión de la Figura N°85 para los valores de ΔH (SV).

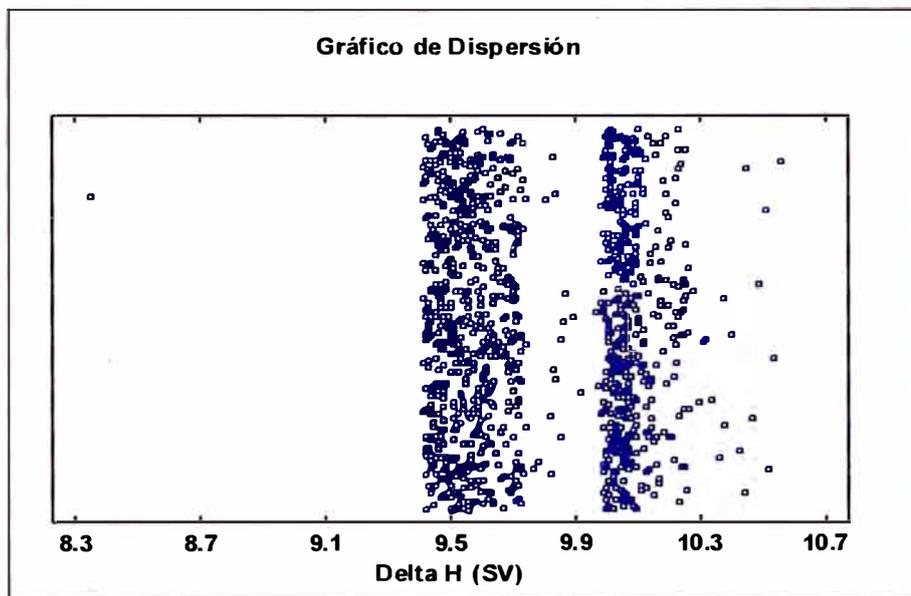


Figura N°85 Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación Tramo Selva Alegre- La Calzada.
Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 39 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°39 Resumen Estadístico de ΔH sin vegetación Tramo Selva Alegre- La Calzada.
Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1120
Promedio (m)	9.779
Desviación Estándar	0.281
Coefficiente de Variación	2.874%
Mínimo (m)	8.349
Máximo (m)	10.554
Rango (m)	2.205
Sesgo Estandarizado	2.622
Curtosis Estandarizada	-5.602

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 86 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

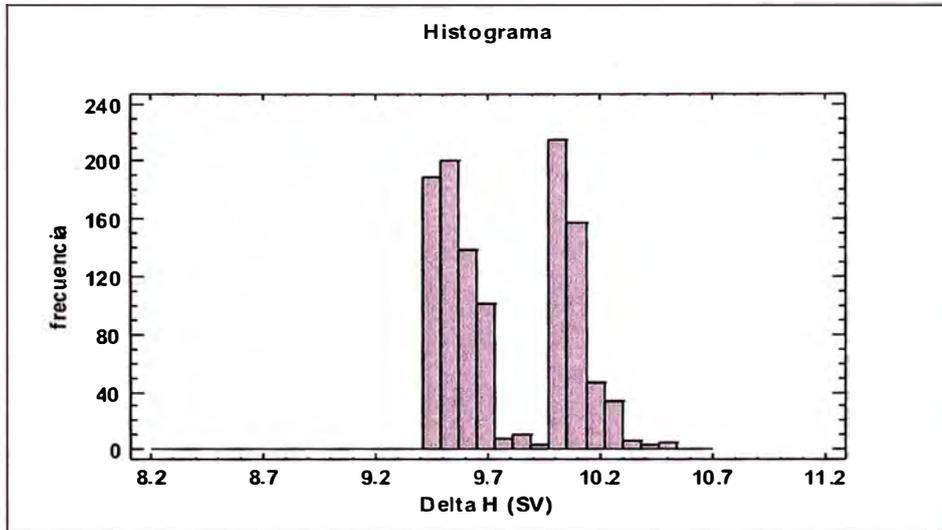


Figura N°86 Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Selva Alegre-La Calzada.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔH (SV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado en la Figura N° 87, como se muestra a continuación, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

ALINEAMIENTO SELVA ALEGRE-LA CALZADA (SV)

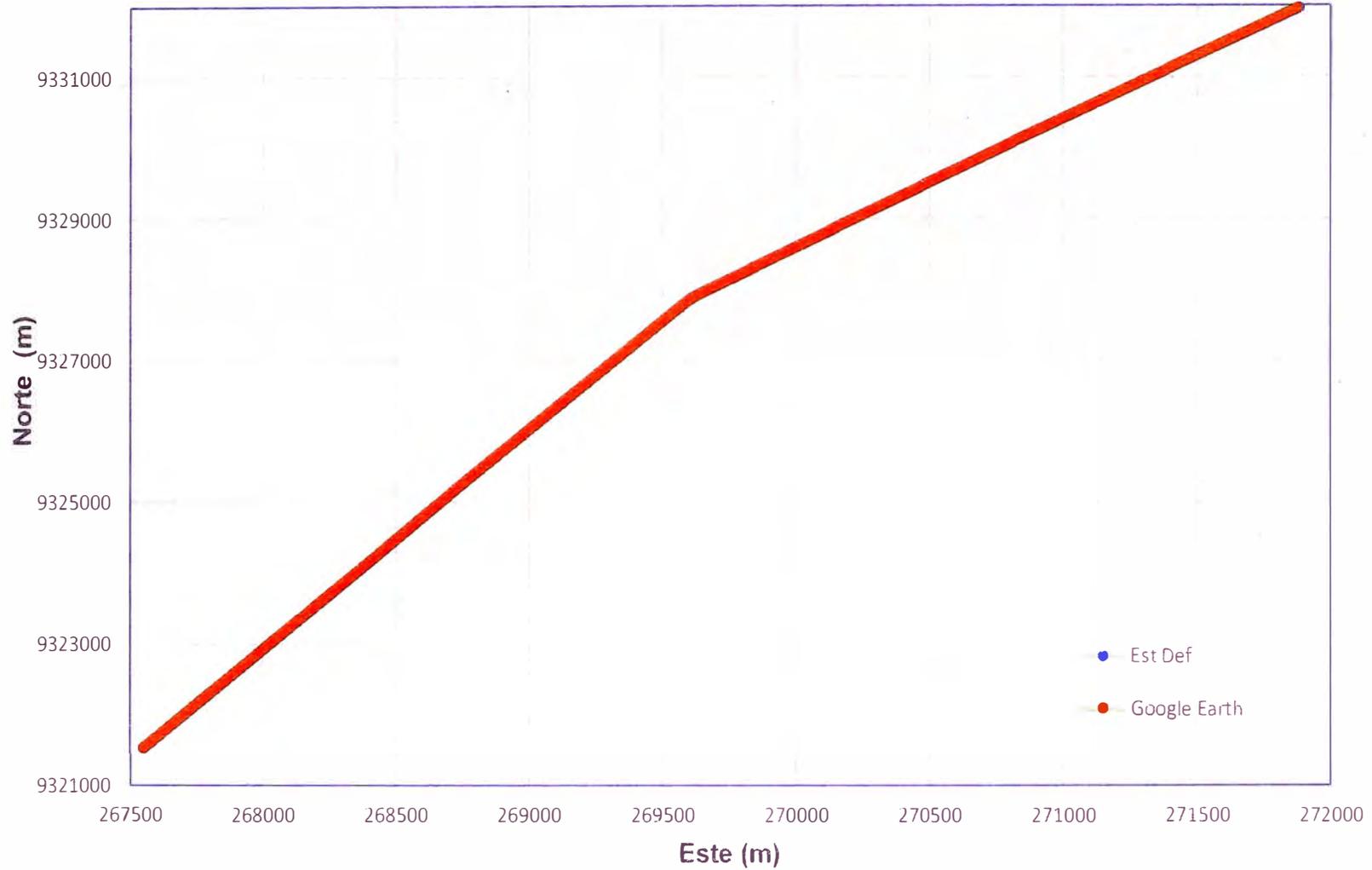


Figura N°87 Alineamiento Tramo Selva Alegre-La Calzada – SV. Fuente: Elaboración propia.

4.3.4 Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Mazamari-Pangoa – Cubantia

A. Tramo: La Mazamari-Pangoa-Cubantía (CV)

Se tomaron 1071 valores con rango desde 0.509 m a 11.738 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N° 88 para los valores de ΔH (CV).

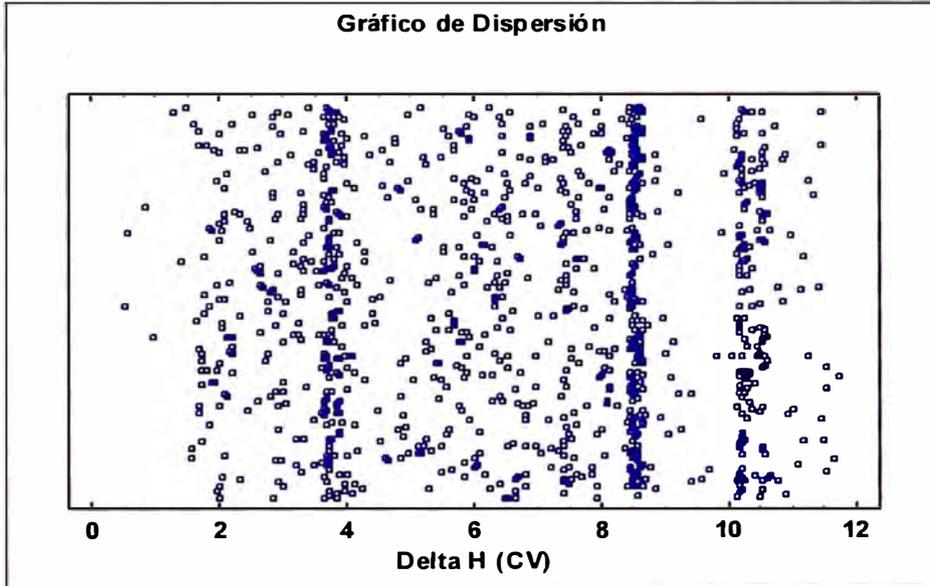


Figura N°88 Gráfico de dispersión con vegetación Tramo Mazamari -Pangoa-Cubantía.
 Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N°40 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°40 Resumen Estadístico de ΔH con vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía.
 Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1071
Promedio (m)	6.59
Desviación Estándar	2.739
Coficiente de Variación	41.566%
Mínimo (m)	0.509
Máximo (m)	11.738
Rango (m)	11.229
Sesgo Estandarizado	-1.807
Curtosis Estandarizada	-7.849

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 89 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

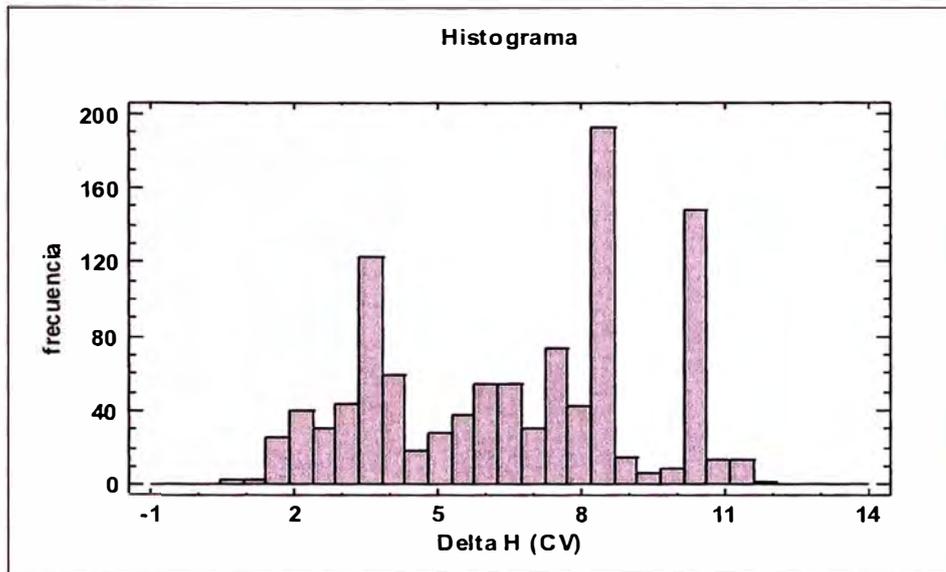


Figura N°89 Histograma de ΔH con vegetación Tramo Mazamari -Pangoa-Cubantía.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔH (CV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado en la Figura N° 90, como se muestra a continuación, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

ALINEAMIENTO MAZAMARI-PANGOA-CUBANTÍA (CV)

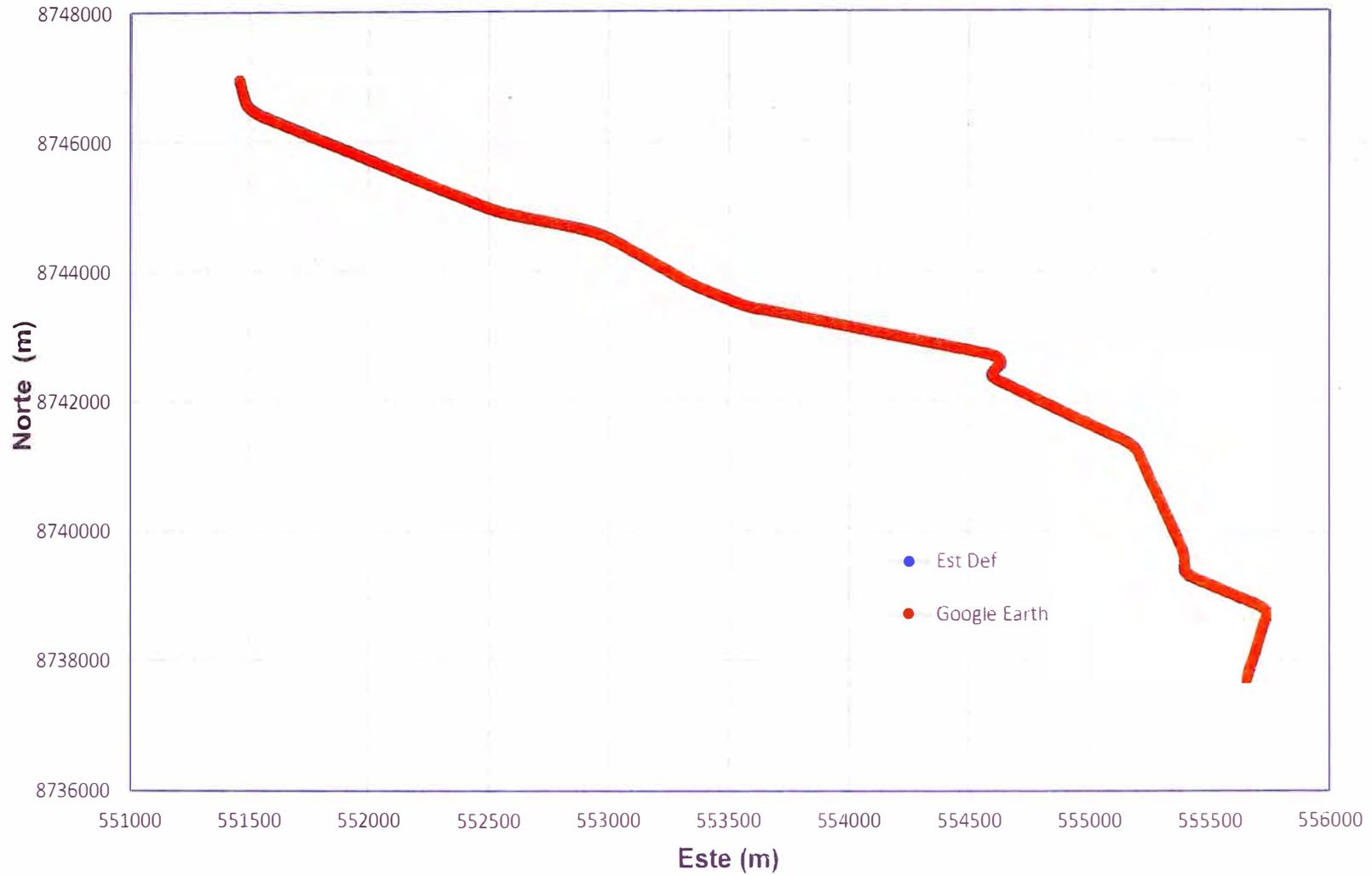


Figura N°90 Alineamiento Tramo Mazamari-Pangoa –Cubantía – CV. Fuente: Elaboración propia.

B. Tramo: La Mazamari -Pangoa-Cubantía (SV)

Se tomaron 1003 valores con rango desde 0.509 m a 11.738 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión de la Figura N° 91 para los valores de ΔH (SV).

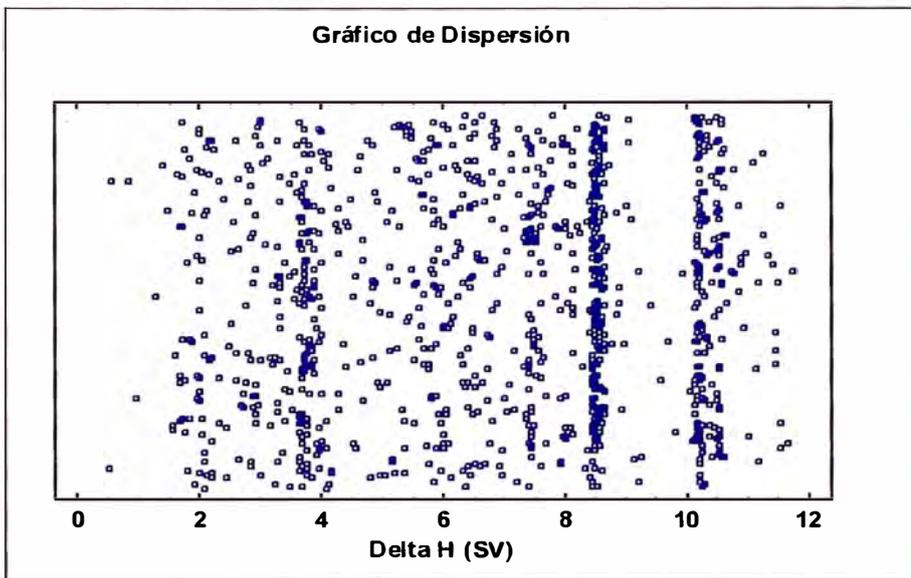


Figura N°91 Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación Tramo Mazamari-Pangoa-Pangoa-Cubantía. Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N°41 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°41 Resumen Estadístico de ΔH sin vegetación Tramo Mazamari-Pangoa –Cubantía. Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1003
Promedio (m)	6.691
Desviación Estándar	2.742
Coficiente de Variación	40.983%
Mínimo (m)	0.509
Máximo (m)	11.738
Rango (m)	11.229
Sesgo Estandarizado	-2.699
Curtosis Estandarizada	-7.196

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 92 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

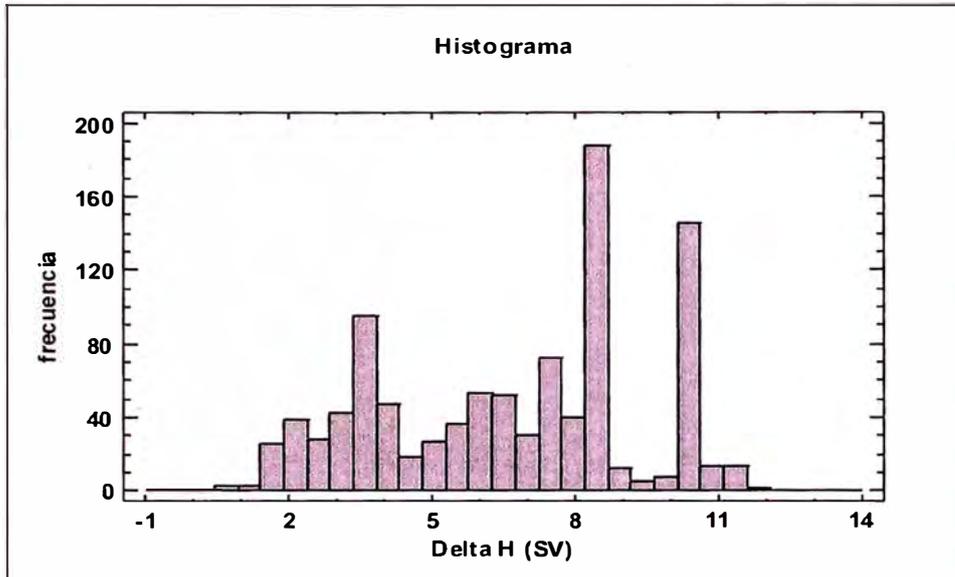


Figura N°92 Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Mazamari-Pangoa –Cubantía.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔH (SV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado, como se muestra a continuación en la Figura N° 93, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

ALINEAMIENTO MAZAMARI-PANGOA-CUBANTÍA (SV)

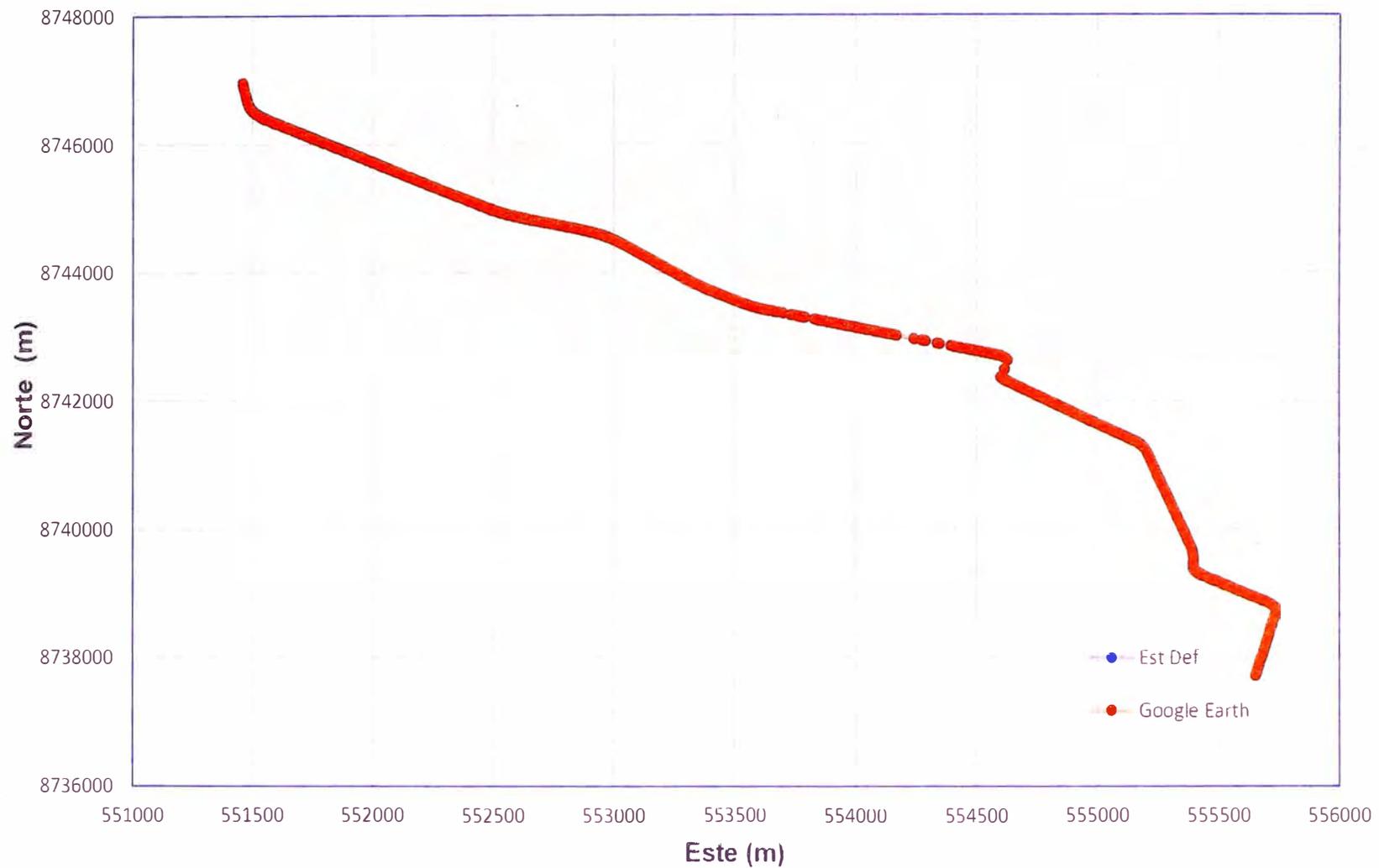


Figura N°93 Alineamiento Tramo Mazamari-Pangoa-Cubantía – SV. Fuente: Elaboración propia.

4.3.5 Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Patahuasi-Yauri - Sicuani, Tramo: Descanso-Langui

A. Tramo: Descanso-Langui

Se tomaron 1040 valores con rango desde 8.112 m a 89.171 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión de la Figura N° 94 para los valores de ΔH .

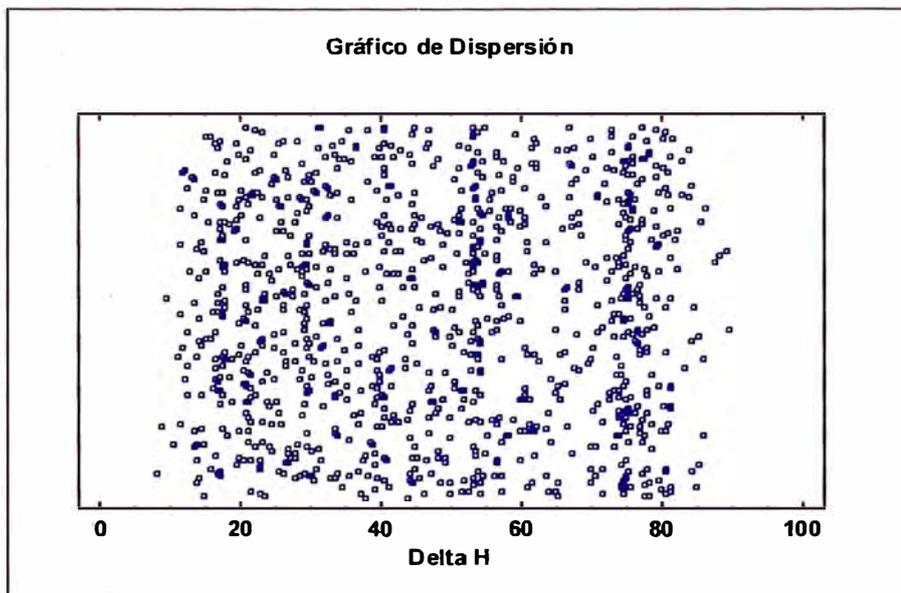


Figura N°94 Gráfico de Dispersión de ΔH
 Tramo Descanso-Langui. Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado Cuadro N°42 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°42 Resumen Estadístico de ΔH Tramo Descanso-Langui. Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1040
Promedio (m)	47.301
Desviación Estándar	21.454
Coficiente de Variación	45.36%
Mínimo (m)	8.112
Máximo (m)	89.171
Rango (m)	81.059
Sesgo Estandarizado	0.941
Curtosis Estandarizada	-8.267

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 95 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

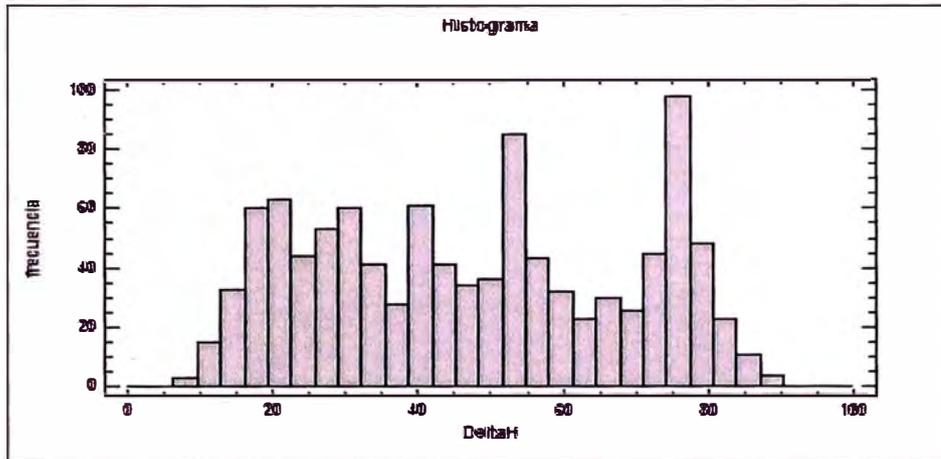


Figura N°95 Histograma de ΔH Tramo Descanso-Langui.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.6 Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermúdez – San Alejandro Tramo: Desvío Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución

A. Tramo: Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución (CV)

Se tomaron 1543 valores con rango desde 0.098 m a 19.219 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión de la Figura N° 96 para los valores de ΔH (CV).

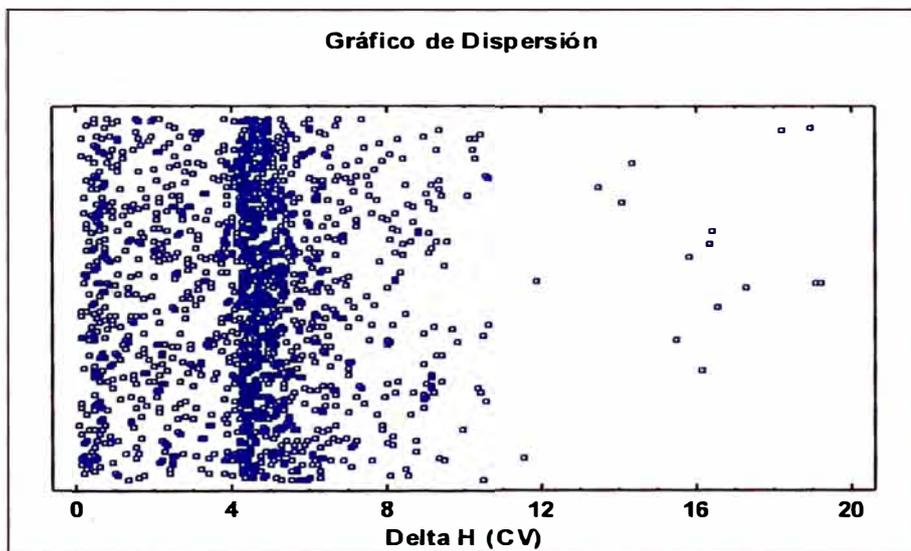


Figura N°96 Gráfico de Dispersión de ΔH con vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución. Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado Cuadro N°43 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra fuera del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°43 Resumen Estadístico de ΔH con vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución. Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1543
Promedio (m)	4.394
Desviación Estándar	2.476
Coficiente de Variación	56.342%
Mínimo (m)	0.098
Máximo (m)	19.219
Rango (m)	19.120
Sesgo Estandarizado	17.653
Curtosis Estandarizada	38.665

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 97 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

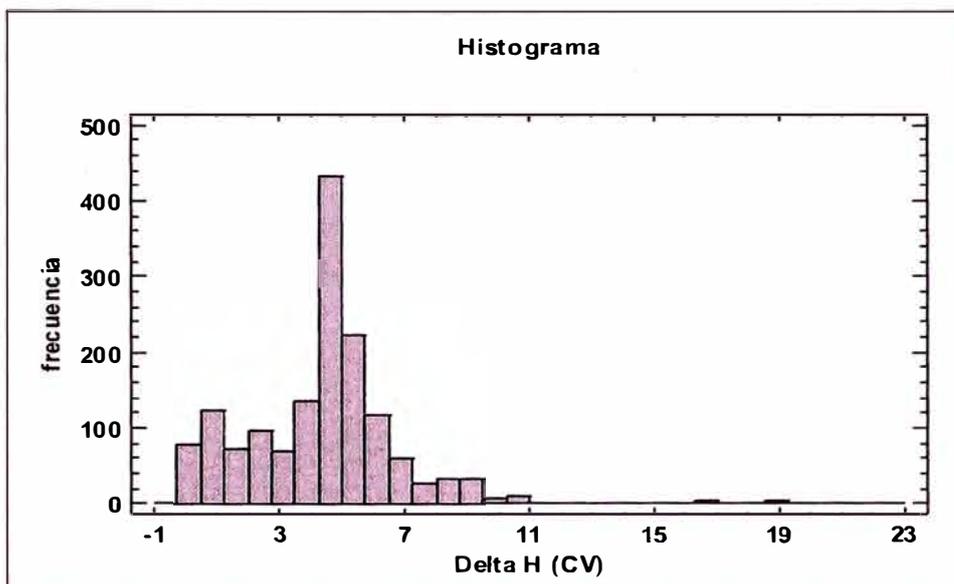


Figura N°97 Histograma de ΔH con vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔH (SV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado, como se muestra a continuación en la Figura N° 98, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

ALINEAMIENTO PUERTO BERMUDEZ-CIUDAD CONSTITUCIÓN (CV)

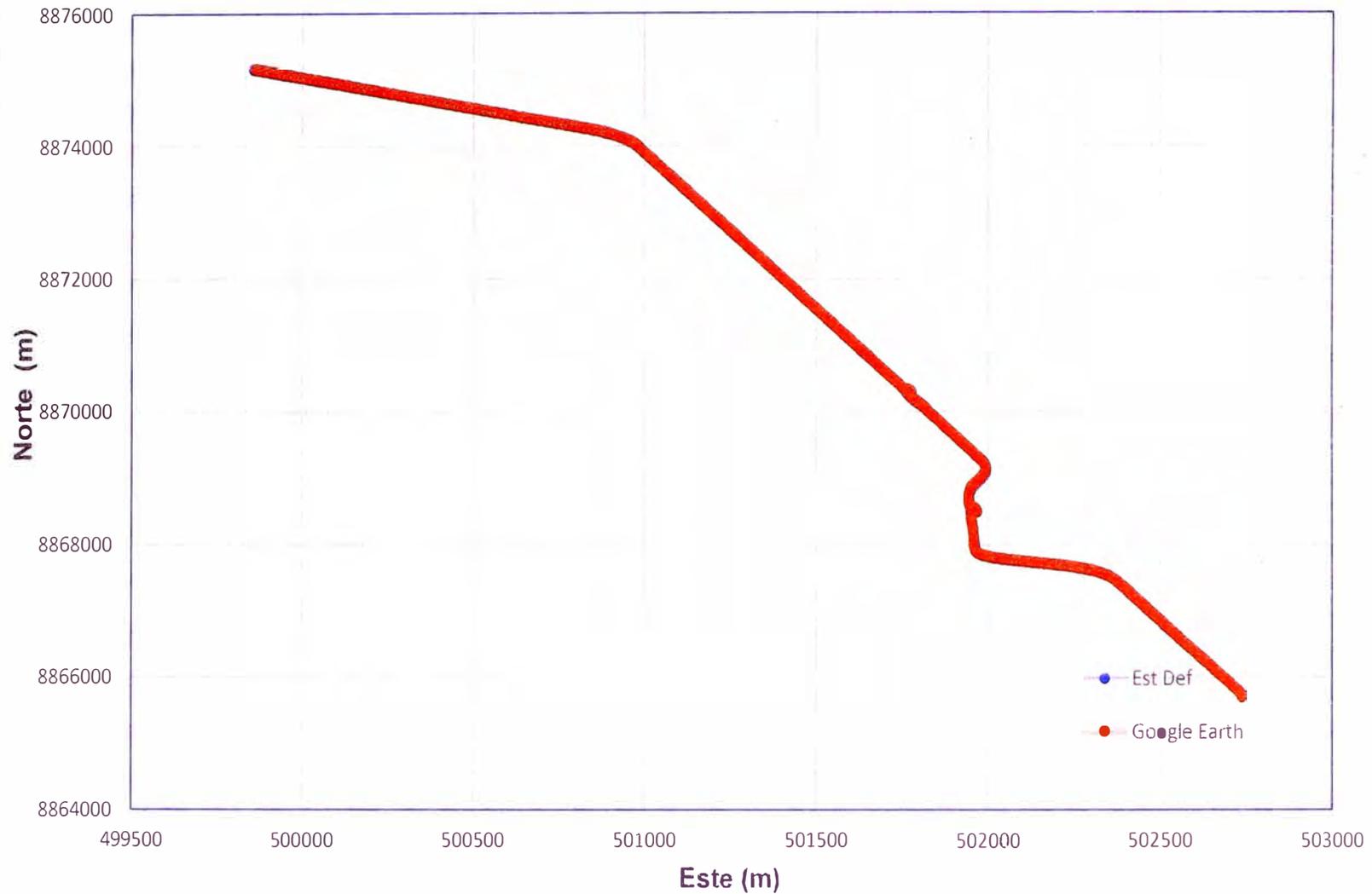


Figura N°98 Alineamiento Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución – CV. Fuente: Elaboración propia.

B. Tramo: Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución (SV)

Se tomaron 1194 valores con rango desde 0.098 m a 10.576 m a continuación se muestra el gráfico de dispersión en la Figura N° 99 para los valores de ΔH (SV).

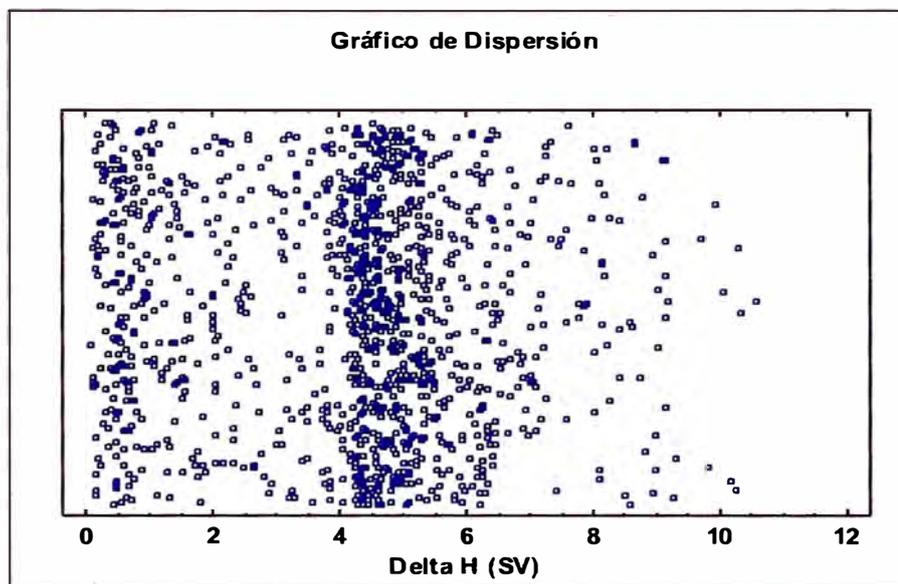


Figura N°99 Gráfico de Dispersión de ΔH sin vegetación
 Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución. Fuente: Elaboración propia.

El resumen estadístico indicado en el Cuadro N° 44 para esta muestra, incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Cuadro N°44 Resumen Estadístico de ΔH sin vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución. Fuente: Elaboración propia.

Resumen Estadístico	Resultados
Recuento (n)	1194
Promedio (m)	4.096
Desviación Estándar	2.167
Coefficiente de Variación	52.909%
Mínimo (m)	0.098
Máximo (m)	10.576
Rango (m)	10.477
Sesgo Estandarizado	-1.313
Curtosis Estandarizada	-1.701

Además para la muestra de datos se elaboró un histograma en la Figura N° 100 para verificar visualmente la variación de los datos, esta distribución difiere de una distribución normal.

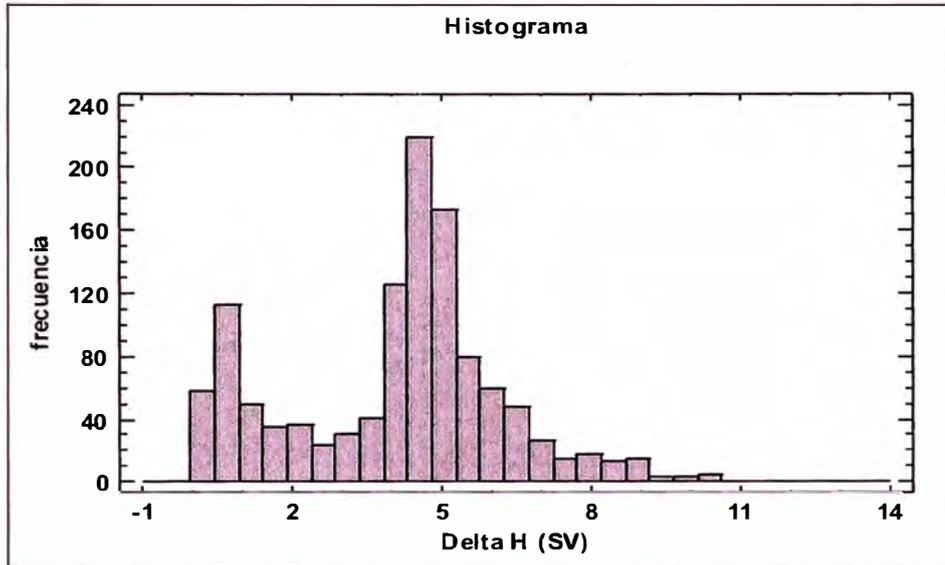


Figura N°100 Histograma de ΔH sin vegetación Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución.
Fuente: Elaboración propia.

Además el ΔH (SV) se observa de manera más clara en el alineamiento a lo largo del tramo evaluado, como se muestra a continuación en la Figura N° 101, tanto para el estudio a Nivel Definitivo como lo trazado en el Google Earth.

ALINEAMIENTO PUERTO BERMUDEZ-CIUDAD CONSTITUCIÓN (SV)

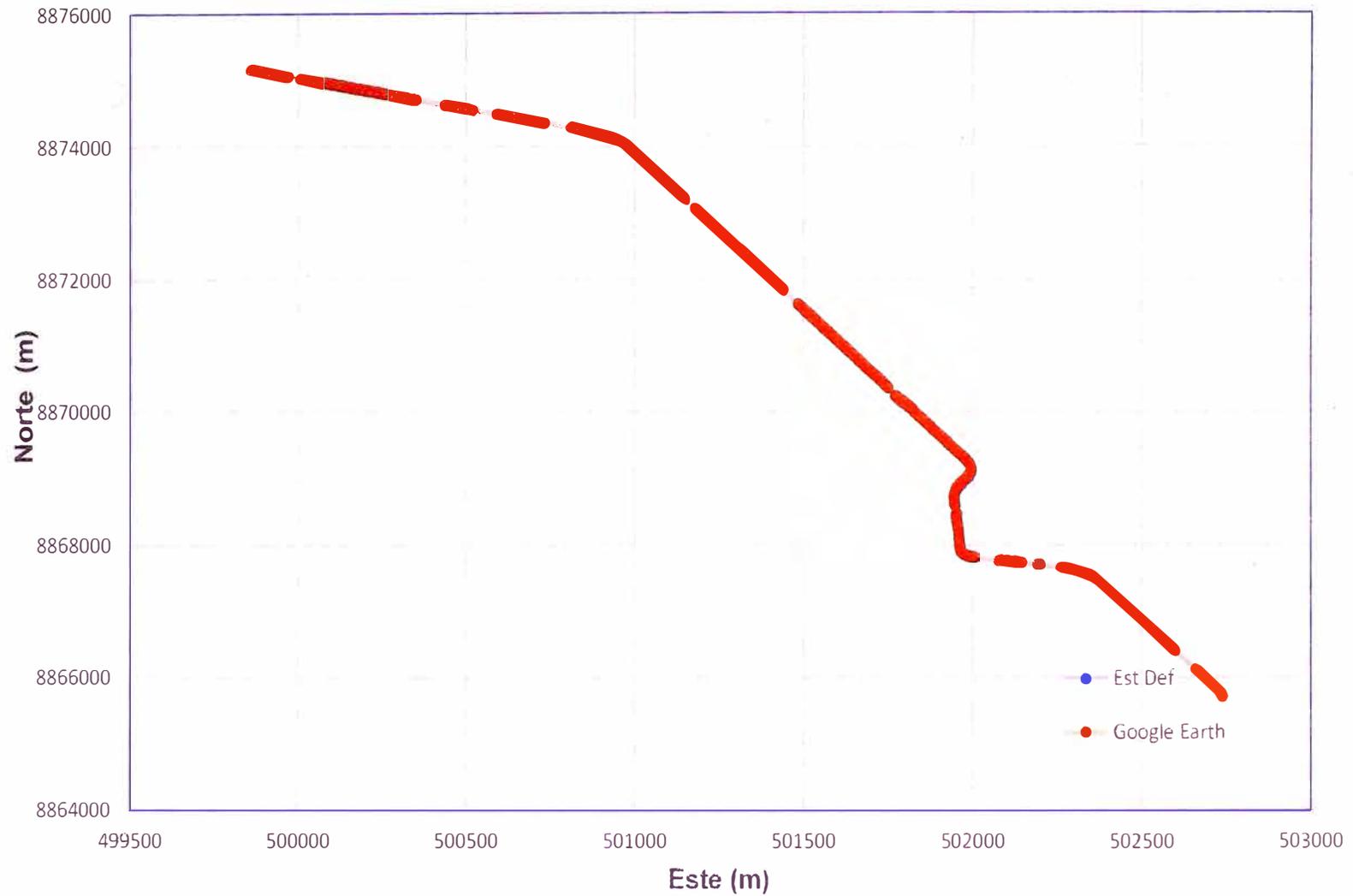


Figura N°101 Alineamiento Tramo Puerto Bermúdez-Ciudad Constitución – SV. Fuente: Elaboración propia

Para los tramos evaluados en cuanto a la planimetría el rango de variación para el promedio de los ΔH expresado en metros es de 3.612m hasta 11.414m para lo evaluado sin considerar la vegetación como se indica en el Cuadro N°45 y además se indica que los coeficientes de variación para el tramo tomado con vegetación es mayor que el tomado sin vegetación en la mayoría de los casos evaluados; en la planimetría ha evaluado la variación Norte y Este de cada una de las progresivas y el módulo resultante de estas variaciones es el ΔH por lo que no existe valores negativos en este caso.

Cuadro N°45 ΔH de los Tramos con y sin vegetación. Fuente: Elaboración propia.

TRAMO	SIN VEGETACIÓN	VEGETACIÓN
Huaura-Sayan-Churin		
Recuento (n puntos)	987	1026
Promedio (ΔH en m)	11.414	11.329
Desviación Estándar	3.155	3.127
Coeficiente de Variación	27.64%	27.61%
Mínimo (ΔH en m)	6.251	6.251
Máximo (ΔH en m)	21.630	21.630
Jauja I		
Recuento (n puntos)	668	675
Promedio (ΔH en m)	4.387	4.376
Desviación Estándar	4.363	4.343
Coeficiente de Variación	99.45%	99.26%
Mínimo (ΔH en m)	0.333	0.333
Máximo (ΔH en m)	16.091	16.091
Jauja II		
Recuento (n puntos)	268	274
Promedio (ΔH en m)	3.612	3.579
Desviación Estándar	1.444	1.452
Coeficiente de Variación	39.98%	40.58%
Mínimo (ΔH en m)	0.465	0.349
Máximo (ΔH en m)	6.861	6.861
Selva Alegre-La Calzada		
Recuento (n puntos)	1120	1136
Promedio (ΔH en m)	9.779	9.775
Desviación Estándar	0.281	0.281
Coeficiente de Variación	2.87%	2.87%
Mínimo (ΔH en m)	8.349	8.349
Máximo (ΔH en m)	10.554	10.554

TRAMO	SIN VEGETACIÓN	VEGETACIÓN
Mazamari-Pangoa-Cubantía		
Recuento (n puntos)	1003	1071
Promedio (ΔH en m)	6.691	6.590
Desviación Estándar	2.742	2.739
Coefficiente de Variación	40.98%	41.57%
Mínimo (ΔH en m)	0.509	0.509
Máximo (ΔH en m)	11.738	11.738
Descanso-Langui		
Recuento (n puntos)	1040	
Promedio (ΔH en m)	47.301	
Desviación Estándar	21.454	
Coefficiente de Variación	45.36%	
Mínimo (ΔH en m)	8.112	
Máximo (ΔH en m)	89.171	
Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución		
Recuento (n puntos)	1194	1543
Promedio (ΔH en m)	4.096	4.394
Desviación Estándar	2.167	2.476
Coefficiente de Variación	52.91%	56.34%
Mínimo (ΔH en m)	0.098	0.098
Máximo (ΔH en m)	10.576	19.219

En tres de los tramos evaluados se muestra un menor coeficiente de variación respecto a lo evaluado sin vegetación, los coeficientes de variación resultan menores a los obtenidos en la evaluación altimétrica, el valor mínimo obtenido tanto para los tramos evaluados con y sin vegetación es 0.098 m y el valor máximo es 21.630 m, el valor promedio mínimo resulta 3.579 m correspondiente al Tramo II-Jauja con vegetación y el valor promedio máximo 11.414 m correspondiente al Tramo Huaura-Sayan-Churin.

Para determinar la escala correspondiente a considerar imperceptible la variación en planta del alineamiento del eje correspondiente al Estudio Definitivo y lo planteado con el Google Earth partimos considerando 0.5 mm como imperceptible.

Determinamos Escala

$$\begin{array}{ccc}
 1 & \times & X \\
 0.0005 & & 11 \\
 & & X=11*1/0.0005 \\
 & & X= 22000
 \end{array}$$

Para escala 1/25000

$$\begin{matrix} 1 & & 25000 \\ X & \times & 11 \\ & & X=11*1/20000 \\ & & X= 0.00044 \end{matrix}$$

Para una escala 1/25000 la variación horizontal que presenta el alineamiento seria de 0.44mm.

Debido a que en muchos casos la curtosis estandarizada y el sesgo estandarizado están fuera del rango de -2 a 2 (como se describió en los anteriores proyectos) que permite verificar la normalidad se realiza las pruebas de Normalidad.

Pruebas de Normalidad para ΔH (DH) y ΔZ (DZ) para un intervalo de confianza de 95% para los Tramos evaluados se muestran en las Figuras N° 102 y Figura 103.

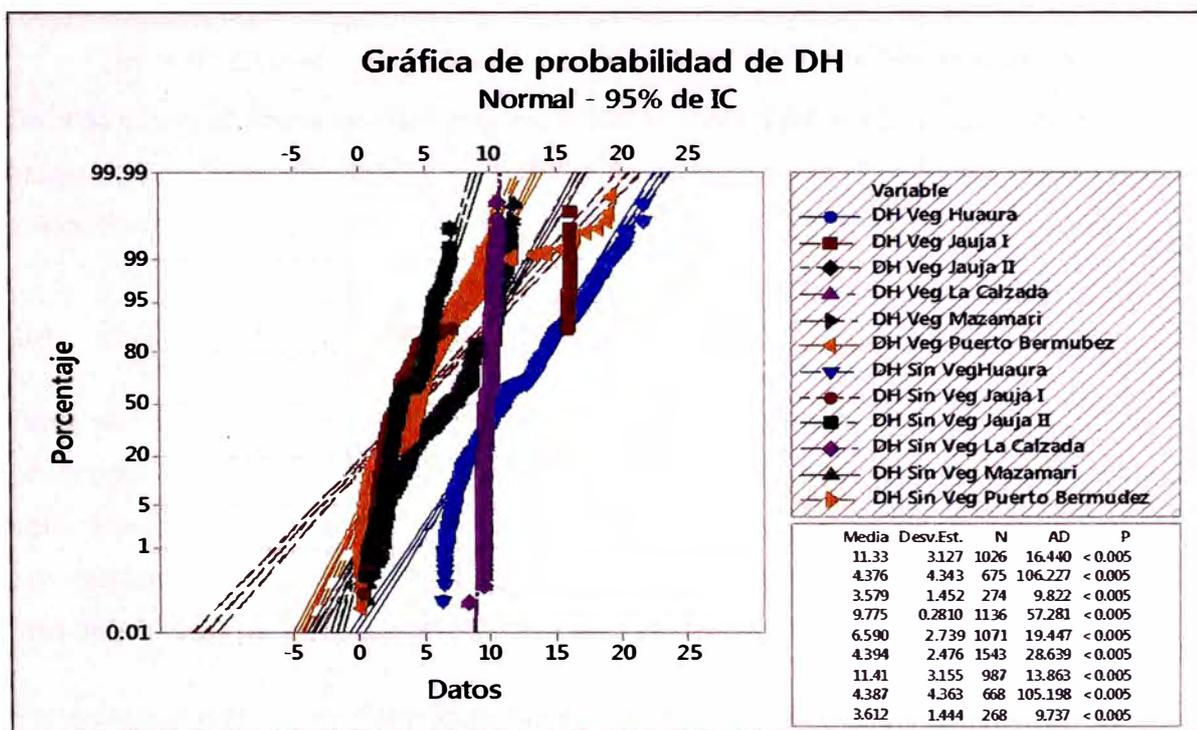


Figura N°102 Gráfico de Probabilidad de DH (ΔH) al 95% IC. Fuente: Elaboración propia.

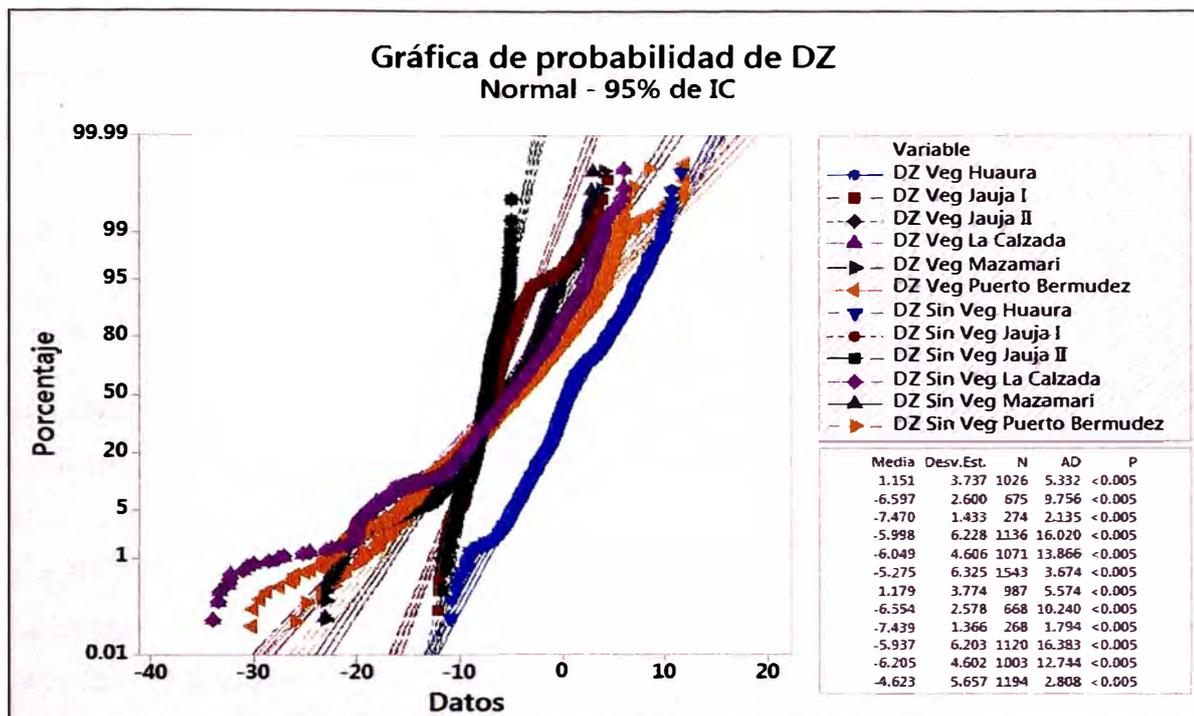


Figura N°103 Gráfico de probabilidad de DZ al 95 % IC. Fuente: Elaboración propia.

Debido a que el Valor de P es menor 0.005 los ΔH (DH) y ΔZ (DZ son de muestras provenientes con desviaciones significativas a una distribución normal para un intervalo de confianza de 95% como se muestra en la figuras.

4.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para verificar que los datos observados (correspondiente a los ítem 4.2 y 4.3) proceden de una distribución de tipo normal se realizó la prueba mediante el software Statgraphics Centurion XVI Versión 16.1.03 y el Minitab 17. Los datos empleados para el análisis se encuentran como parte de los Anexos para cada uno de los tramos analizados

Para determinar si hay significancia en la variación de los datos tomados tanto en la muestra con vegetación y sin vegetación utilizamos la distribución muestral de la diferencia entre dos medias.

Donde:

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

Debido a que el tamaño de las muestras u_1 , u_2 son mayores o iguales a 30 podemos utilizar la aproximación normal para la distribución de la diferencia de las medias.

4.4.1 Planimetría

A. Tramo: Huaura-Sayan-Churin

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 11.414$, $x_2 = 11.329$, $\sigma_1 = 3.155$, $\sigma_2 = 3.127$, $n_1 = 987$, $n_2 = 1026$ y $\alpha = 5\%$

1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.

2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$,

3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.

4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 987 observaciones con una media de 11.414 y una desviación estándar de 3.155 y una segunda muestra de 1026 observaciones con una media de 11.329 y una desviación estándar de 3.127, el estadístico Z calculado es igual a 0.607. Puesto que el valor-P (0.544) para la prueba es mayor o igual que 0.05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -0.190 y 0.360.

B. Tramo: Jauja I (Acolla-Tiwinza-Tunanmarca)

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 4.387$, $x_2 = 4.376$, $\sigma_1 = 4.363$, $\sigma_2 = 4.343$, $n_1 = 668$, $n_2 = 675$ y $\alpha = 5\%$

1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.

2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$,

3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.

4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 668 observaciones con una media de 4.387 y una desviación estándar de 4.363 y una segunda muestra de 675 observaciones con una media de 4.376 y una desviación estándar de 4.343, el estadístico Z calculado es igual a 0.046. Puesto que el valor-P (0.963) para la prueba es mayor o igual que 0.05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -0.455 y 0.477.

C. Tramo: Jauja II (Marco-Tunanmarca-Tiwinza)

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 3.612$, $x_2 = 3.579$, $\sigma_1 = 1.444$, $\sigma_2 = 1.452$, $n_1 = 268$, $n_2 = 274$ y $\alpha = 5\%$

1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.

2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$,

3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.

4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 268 observaciones con una media de 3.612 y una desviación estándar de 1.444 y una segunda muestra de 274 observaciones con una media de 3.579 y una desviación estándar de 1.452, el estadístico Z calculado es igual a 0.265. Puesto que el valor-P (0.791) para la prueba es mayor o igual que 0.05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de

confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -0.211 y 0.277.

D. Tramo: Selva Alegre- La Calzada

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 9.779$, $x_2 = 9.775$, $\sigma_1 = 0.281$, $\sigma_2 = 0.281$, $n_1 = 1120$, $n_2 = 1136$ y $\alpha = 5\%$

- 1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.
- 2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$,
- 3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.
- 4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 1120 observaciones con una media de 9.779 y una desviación estándar de 0.281 y una segunda muestra de 1136 observaciones con una media de 9.775 y una desviación estándar de 0.281, el estadístico Z calculado es igual a 0.338. Puesto que el valor-P (0.735) para la prueba es mayor o igual que 0.05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -0.019 y 0.027.

E. Tramo: Mazamari -Pangoa-Cubantía

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 6.691$, $x_2 = 6.590$, $\sigma_1 = 2.742$, $\sigma_2 = 2.739$, $n_1 = 1003$, $n_2 = 1071$ y $\alpha = 5\%$

- 1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.
- 2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$,

3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.

4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 1003 observaciones con una media de 6.691 y una desviación estándar de 2.742 y una segunda muestra de 1071 observaciones con una media de 6.59 y una desviación estándar de 2.739, el estadístico Z calculado es igual a 0.839. Puesto que el valor-P (0.402) para la prueba es mayor o igual que 0.05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -0.135 y 0.337.

F. Tramo: Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 4.096$, $x_2 = 4.394$, $\sigma_1 = 2.742$, $\sigma_2 = 2.739$, $n_1 = 1003$, $n_2 = 1071$ y $\alpha = 5\%$

1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.

2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$,

3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.

4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 1194 observaciones con una media de 4.096 y una desviación estándar de 2.167 y una segunda muestra de 1543 observaciones con una media de 4.394 y una desviación estándar de 2.476, el estadístico Z calculado es igual a -3.351. Puesto que el valor-P (0.001) para la prueba es menor que 0.05, puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -0.472 y -0.124.

4.4.2 Altimetría

A. Tramo: Huaura-Sayan-Churin

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 1.179$, $x_2 = 1.151$, $\sigma_1 = 3.774$, $\sigma_2 = 3.737$, $n_1 = 987$, $n_2 = 1026$ y

$\alpha = 5\%$

1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.

2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$,

3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.

4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 987 observaciones con una media de 1.179 y una desviación estándar de 3.774 y una segunda muestra de 1026 observaciones con una media de 1.151 y una desviación estándar de 3.737, el estadístico Z calculado es igual a 0.167. Puesto que el valor-P (0.867) para la prueba es mayor o igual que 0.05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -0.300 y 0.356.

B. Tramo: Jauja I (Acolla-Tiwinza-Tunanmarca)

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 6.224$, $x_2 = 6.259$, $\sigma_1 = 2.832$, $\sigma_2 = 2.849$, $n_1 = 869$, $n_2 = 876$ y $\alpha = 5\%$

1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.

2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$,

3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.

4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 869 observaciones con una media de 6.224 y una desviación estándar de 2.832 y una segunda muestra de 876 observaciones con una media de 6.259 y una desviación estándar de 2.849, el estadístico Z calculado es igual a -0.257. Puesto que el valor-P (0.797) para la prueba es mayor o igual que 0.05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -0.302 y 0.232.

C. Tramo: Jauja II (Marco-Tunanmarca-Tiwinza)

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 6.224$, $x_2 = 6.259$, $\sigma_1 = 2.832$, $\sigma_2 = 2.849$, $n_1 = 869$, $n_2 = 876$ y $\alpha = 5\%$

1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.

2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$,

3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.

4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 268 observaciones con una media de 7.439 y una desviación estándar de 1.366 y una segunda muestra de 274 observaciones con una media de 7.47 y una desviación estándar de 1.433, el estadístico Z calculado es igual a -0.258. Puesto que el valor-P (0.797) para la prueba es mayor o igual que 0.05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -0.267 y 0.205.

D. Tramo: Selva Alegre-Calzada

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 5.937$, $x_2 = 5.998$, $\sigma_1 = 6.203$, $\sigma_2 = 6.228$, $n_1 = 1120$, $n_2 = 1136$ y $\alpha = 5\%$

1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.

2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$,

3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.

4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 1120 observaciones con una media de 5.937 y una desviación estándar de 6.203 y una segunda muestra de 1136 observaciones con una media de 5.998 y una desviación estándar de 6.228, el estadístico Z calculado es igual a -0.233. Puesto que el valor-P (0.816) para la prueba es mayor o igual que 0.05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -0.574 y 0.452.

E. Tramo: Mazamari-Pangoa-Cubantía

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 6.205$, $x_2 = 6.049$, $\sigma_1 = 4.602$, $\sigma_2 = 4.606$, $n_1 = 1003$, $n_2 = 1071$ y $\alpha = 5\%$

1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.

2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$,

3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.

4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 1003 observaciones con una media de 6.205 y una desviación estándar de 4.602 y una segunda muestra de 1071 observaciones con una media de 6.049 y una desviación estándar de 4.606, el estadístico Z calculado es igual a 0.771. Puesto que el valor-P (0.441) para la prueba es mayor o igual que 0.05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -0.241 y 0.552.

F. Tramo: Puerto Bermúdez -Ciudad Constitución

$u_1 =$ Muestra sin vegetación

$u_2 =$ Muestra con vegetación

$x_1 = 4.623$, $x_2 = 5.275$, $\sigma_1 = 5.657$, $\sigma_2 = 6.325$, $n_1 = 1194$, $n_2 = 1543$ y $\alpha = 5\%$

1.- El parámetro de interés es $u_1 - u_2$, la diferencia entre los deltas horizontales sin y con vegetación.

2.- La hipótesis nula es $H_0: u_1 - u_2 = 0$.

3.- La hipótesis alternativa es $H_a: u_1 - u_2 \neq 0$; si H_a es verdadera, entonces u_1 y u_2 son diferentes.

4.- El valor estadístico de prueba es:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

5.- Dada una muestra de 1194 observaciones con una media de 4.623 y una desviación estándar de 5.657 y una segunda muestra de 1543 observaciones con una media de 5.275 y una desviación estándar de 6.325, el estadístico Z calculado es igual a -2.840. Puesto que el valor-P (0.005) para la prueba es menor que 0.05, puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $u_1 - u_2$ soportados por los datos caen entre -1.102 y -0.202.

CONCLUSIONES

- Los estudios de pre inversión pertenecientes a la etapa de Perfil y Factibilidad fueron tomadas con elementos de precisión baja como lo son cartas nacionales (1:100 000), GPS navegador, eclímetro, información lidar y fotogramétrica, por lo que no se comportaría como fuente de comparación; y para determinar la precisión que alcanzan las herramientas virtuales como el Google Earth y el Global Mapper ha sido conveniente realizar a través de la comparación con los Estudios a Nivel Definitivo o Expediente Técnico usando el Civil 3D.
- Las Imágenes Satelitales procedentes del Google Earth cuentan con series deficiencias en cuanto al planteamiento de los proyectos viales debido a que presentan traslapes en sus fotografías, no cuentan con una resolución adecuada para mostrar la información que se requiere para determinar las canteras, depósitos de material excedente, fuentes de agua, mobiliario urbano (ancho de vía, paraderos, líneas de fachada, intersecciones, buzones, postes, luminarias, señalización), ancho y cauce de ríos, canales, muros, cercos, tuberías elementos indispensables en los proyectos viales ya que estos determinarían los futuros diseños de puentes y obras de arte, diseño geométrico y señalización.
- En la evaluación altimétrica el promedio de los ΔZ con o sin vegetación está comprendido entre +1.178m a -7.470m, en cuanto a la evaluación planimétrica los ΔH se encuentran comprendidos entre 3.612m hasta 11.414m; los coeficientes de variación para la evaluación planimétrica y altimétrica de los tramos evaluados sin vegetación son menores en su mayoría a los tramos que poseen vegetación.
- Se concluye que a través de estas herramientas virtuales las escalas obtenidas de los tramos son 1:20 000, 1:25 000 para la evaluación altimétrica y planimétrica respectivamente, escalas que difieren a lo requerido para los estudios a nivel definitivo.

- Los valores obtenidos de ΔH , ΔZ para los estudios a nivel definitivo evaluados poseen una desviación significativa a una distribución normal para un nivel de significancia de 95%.
- La prueba de hipótesis realizada muestra que en 4 de los 5 proyectos evaluados no puede rechazarse la hipótesis nula H_0 para un $\alpha = 5\%$, es decir no hay diferencias significativas en los tramos con y sin vegetación.
- Por tanto, se concluye que modelos digitales de elevación que se obtienen a través del Global Mapper previa identificación del lugar con Google Earth pueden ser utilizadas de manera referencial para la ubicación de alcantarillas, puentes, badenes, fuentes de agua, muros de contención, gaviones, afectaciones de predios en los estudios a nivel de pre inversión ya que su precisión es similar a la exigida en estos a través de sus términos de referencia.

RECOMENDACIONES

- Los modelos digitales de elevación, rutas de alternativas de trayectorias de proyectos viales obtenidas a través de las herramientas virtuales como el Google Earth y el Global Mapper deben ser considerados de manera referencial para la etapa de Pre-inversión de los proyectos y debe de complementarse con otras herramientas exigidas a este nivel de estudio.
- Las Imágenes Satelitales deben de ser utilizadas considerando la precisión y que podría afectar a los metrados de movimiento de tierras en gran magnitud y variar los presupuestos que se obtengan; debe de considerarse que la fecha de realización del estudio a nivel definitivo, factibilidad, perfil ya que en la base de datos de Google Earth existe imágenes históricas.
- Deben de considerarse los requerimientos para los diferentes niveles de estudio ya que estos son una parte fundamental en el proyecto, los datos que se consideren dentro de los niveles de estudio cuentan con precisiones que son responsabilidad del proyectista o consultor a cargo de su elaboración.
- Para el uso de los modelos digitales de elevación obtenidos a través del Global Mapper y trabajados en el Civil 3D se deben de tener en consideración el sistema geodésico de referencia, unidades, escala.
- Siendo de conocimiento que actualmente la formulación de proyectos es a través de las fichas técnicas estándar para la formulación y evaluación de carreteras interurbanas de las vías pertenecientes a la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal. En ese sentido, es recomendable el uso de herramientas virtuales para el levantamiento topográfico, siempre que se respete los límites admisibles descritos en la presente tesis.

BIBLIOGRAFÍA

Cascante A. Rosario, "Evaluación de tres Modelos de Elevación Digital (MED) en el área de la Línea de Transmisión Arenal-Barranca", Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartagena, 2010.

Devore Jay, "Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias", CENGAGE Learning, México, 2008.

Edstrom Jillia, "Comparative Analisis of Google Earth Versus Traditional Paper Maps", Oregon Estate University, Oregon, 2013.

Gobierno del Estado de Oaxaca, "Formulación y Evaluacion de Proyectos de Inversión Pública" Mexico, 2013.

Mendoza Jorge, "Transformación de Coordenadas UTM a Topográfica", Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2015.

Ministerio de Economía y Finanzas, "Compendio de Normatividad del Sistema Nacional de Inversión Pública", Biblioteca Nacional del Peru, Lima, 2015.

Ministerio de Economía y Finanzas, "Guía Metodológica para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Interurbana a nivel de Perfil", Biblioteca Nacional del Perú, Lima, 2015.

Ministerio de Economía y Finanzas, "Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a nivel de Perfil", Biblioteca Nacional del Perú, Lima, 2011.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "Manual de Carreteras: Diseño Geométrico. DG -2018", Lima, 2018.

PROVIAS NACIONAL, "Construcción de Vía Evitamiento La Oroya", Lima, 2016.

PROVIAS NACIONAL, "Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil del Proyecto "Tramo Pascobamba Piscobamba, Prov. Mariscal Luzuriaga- Anchash Ruta Nacional PE-14C", Lima, 2017.

PROVIAS NACIONAL, "Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil para la Construcción del Túnel La Verónica y Accesos", Lima, 2016.

PROVIAS NACIONAL, "Estudio Definitivo de la Carretera: Rodríguez de Mendoza - Empalme Ruta PE-5N (La Calzada), Tramo Selva Alegre - Empalme Ruta PE-5N (La Calzada)", Lima, 2014.

PROVIAS NACIONAL, "Estudio Definitivo Mejoramiento y Rehabilitación del Servicio de Transitabilidad de la Carretera Vecinal Tramo Acolla-Tiwinza-Centro Arqueológico de Tunanmarca y Marco-Tunanmarca, Provincia de Jauja-Junín", Lima, 2017.

PROVIAS NACIONAL, "Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Patahuasi-Yauri-Sicuani, Tramo: El Descanso-Langui", Lima, 2010.

PROVIAS NACIONAL, "Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermudez -San Alejandro Tramo: Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución", Lima, 2013.

PROVIAS NACIONAL, "Expediente Técnico del Proyecto "Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Mazamari-Pangoa-Cubantía", Lima, 2015.

PROVIAS NACIONAL, "Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura- Sayan -Churin; Tramo: Huaura-Sayan-Puente Tingo", Lima, 2012.

PROVIAS NACIONAL, "Términos de Referencia para Elaboración de Estudios a Nivel de Perfil de la Carretera Pascobamba-Piscobamba, Túnel Verónica y Accesos, Factibilidad de la Vía Evitamiento de la Oroya y Definitivo de los tramos Huaura, Jauja, Mazamari, Calzada", Lima, 2017.

Sarria Francisco, "Sistema de Información Geográfica", Universidad de Murcia, Murcia, 2006.

Sociedad Colombiana de Ingenieros, "Manual de consultoría e interventoría para Estudios y Diseños y gerencia de Proyectos en INVIAS", Bogotá, 2015.

Spiegel Murray y Stephens Larry, "Estadística", Mc Graw Hill, México, 2009.

Walpole Ronald, "Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias", PEARSON, México, 2012.

ANEXOS

Cuadro de coordenadas del eje de las vías de los tramos de los proyectos evaluados:

	Pág.
ANEXO A : PUERTO BERMÚDEZ – CIUDAD CONSTITUCIÓN	163
ANEXO B : MAZAMARI – PANGOYA – CUBANTIA	186
ANEXO C : LA SELVA ALEGRE – LA CALZADA	202
ANEXO D : ACOLLA – TIWINZA – TUNANMARCA	219
ANEXO E : MARCO – TUNANMARCA – TIWINZA	223
ANEXO F : HUAURA – SAYÁN – CHURÍN	227

Nota:

Veg: La columna fue completada si en la progresiva analizada posee vegetación, caso contrario fue dejado en blanco.

Punto	Elevación		Elevación Definitiva			Google Earth			Diferencia	
	Proy. (m)	X	Y	Z	Var.	X	Y	Z	m	m
1537	22+570.00	498453.954	8879986.258	258.115		498454.552	8879990.047	260.000	3.835	-1.885
1538	22+580.00	498451.868	8879996.038	259.294		498452.625	8879999.859	260.000	3.895	-0.706
1539	22+590.00	498449.782	8880005.818	260.004		498450.698	8880009.672	260.000	3.961	0.004
1540	22+600.00	498447.696	8880015.598	260.015		498448.771	8880019.484	260.288	4.032	-0.273
1541	22+610.00	498445.610	8880025.378	260.017		498446.844	8880029.297	261.550	4.108	-1.533
1542	22+620.00	498443.524	8880035.158	260.030		498444.916	8880039.109	262.782	4.189	-2.752

Herramienta		Escarabeo (Autodesk)				Google Earth			Diferencia	
Punto	Proy. UTM	X	Y	Z	Vari.	X	Y	Z	X	Y
1047	10+470.00	555675.194	8737957.218	722.608		555671.731	8737947.379	724.865	10.431	-2.257
1048	10+480.00	555674.355	8737947.253	723.001		555670.623	8737937.441	724.912	10.498	-1.911
1049	10+490.00	555673.517	8737937.288	723.437		555669.713	8737927.484	725.126	10.516	-1.689
1050	10+500.00	555672.678	8737927.324	723.772		555669.008	8737917.509	725.626	10.478	-1.854
1051	10+510.00	555671.839	8737917.359	724.116		555668.304	8737907.534	726.126	10.442	-2.010
1052	10+520.00	555671.000	8737907.394	724.556		555667.599	8737897.559	726.594	10.407	-2.038
1053	10+530.00	555670.161	8737897.429	724.896		555666.895	8737887.583	726.899	10.374	-2.003
1054	10+540.00	555669.323	8737887.465	725.281		555666.190	8737877.608	727.204	10.342	-1.923
1055	10+550.00	555668.484	8737877.500	725.682		555665.486	8737867.633	727.509	10.312	-1.827
1056	10+560.00	555667.645	8737867.535	726.071		555664.782	8737857.658	727.814	10.284	-1.743
1057	10+570.00	555666.806	8737857.570	726.520		555664.077	8737847.683	728.119	10.257	-1.599
1058	10+580.00	555665.967	8737847.606	726.934		555663.373	8737837.708	728.424	10.232	-1.490
1059	10+590.00	555665.129	8737837.641	727.303		555662.668	8737827.733	728.729	10.209	-1.426
1060	10+600.00	555664.290	8737827.676	727.655		555661.964	8737817.757	729.042	10.188	-1.387
1061	10+610.00	555663.451	8737817.711	728.111		555661.189	8737807.787	729.371	10.178	-1.260
1062	10+620.00	555662.612	8737807.746	728.500		555660.413	8737797.818	729.700	10.170	-1.200
1063	10+630.00	555661.773	8737797.782	728.750		555659.636	8737787.848	730.097	10.161	-1.347
1064	10+640.00	555660.935	8737787.817	729.239		555658.860	8737777.878	731.190	10.153	-1.951
1065	10+650.00	555660.096	8737777.852	729.584		555658.084	8737767.908	732.218	10.146	-2.634
1066	10+660.00	555659.257	8737767.887	729.937		555657.307	8737757.938	733.245	10.138	-3.308
1067	10+670.00	555658.418	8737757.923	730.501		555656.531	8737747.969	734.273	10.131	-3.772
1068	10+680.00	555657.579	8737747.958	730.852		555655.755	8737737.999	735.408	10.125	-4.556
1069	10+690.00	555656.741	8737737.993	731.289		555654.978	8737728.029	736.801	10.119	-5.512
1070	10+700.00	555655.902	8737728.028	731.554		555654.382	8737720.376	737.870	7.802	-6.316

Identificador		Estado Definitivo				Google Earth			Diferencia	
Punto	Progresiva	X	Y	Z	Wgs	X	Y	Z	Δ X	Δ Z
1117	11+170.00	267610.939	9321711.704	880.033		267606.941	9321703.161	880.870	9.432	-0.837
1118	11+180.00	267607.861	9321702.190	880.042		267603.868	9321693.645	881.408	9.431	-1.366
1119	11+190.00	267604.783	9321692.675	880.090		267600.798	9321684.128	882.594	9.430	-2.504
1120	11+200.00	267601.706	9321683.160	880.522		267597.728	9321674.611	883.645	9.429	-3.123
1121	11+210.00	267598.628	9321673.646	881.001		267594.658	9321665.094	884.695	9.428	-3.694
1122	11+220.00	267595.551	9321664.131	881.002		267591.588	9321655.577	885.854	9.427	-4.852
1123	11+230.00	267592.473	9321654.616	881.004		267588.518	9321646.060	887.018	9.426	-6.014
1124	11+240.00	267589.395	9321645.102	881.005		267585.448	9321636.543	888.118	9.425	-7.113
1125	11+250.00	267586.318	9321635.587	881.006		267582.378	9321627.026	889.218	9.424	-8.212
1126	11+260.00	267583.240	9321626.072	881.007		267579.308	9321617.509	890.068	9.423	-9.061
1127	11+270.00	267580.163	9321616.558	881.009		267576.237	9321607.992	890.240	9.423	-9.231
1128	11+280.00	267577.085	9321607.043	881.011		267573.167	9321598.475	890.412	9.422	-9.401
1129	11+290.00	267574.007	9321597.528	881.025		267570.097	9321588.957	890.200	9.421	-9.175
1130	11+300.00	267570.930	9321588.014	881.040		267567.027	9321579.440	889.958	9.420	-8.918
1131	11+310.00	267567.852	9321578.499	881.053		267563.957	9321569.923	889.891	9.419	-8.838
1132	11+320.00	267564.775	9321568.985	881.066		267560.887	9321560.406	889.824	9.418	-8.758
1133	11+330.00	267561.697	9321559.470	881.080		267557.817	9321550.889	889.757	9.417	-8.677
1134	11+340.00	267558.619	9321549.955	881.094		267554.747	9321541.372	889.822	9.416	-8.728
1135	11+350.00	267555.542	9321540.441	881.107		267552.007	9321532.877	889.924	8.349	-8.817

