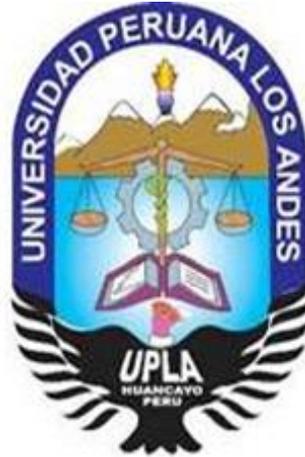


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**Comparación del replanteo topográfico de una carretera con  
y sin puntos de control geodésicos en la provincia de  
Huancayo**

**Para Optar : El Grado Académico de Maestro en Ingeniería  
Civil, Mención: Ingeniería de Transportes**

**Autor : Bachiller Chávez Pecho Wilmer Carlos**

**Asesor : Mg. Job Pérez Canchanya**

**Línea de Investigación : Transporte y Urbanismo**

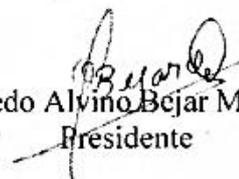
**Fecha de Inicio : 13.12.2019**

**Fecha de Culminación : 25.11.2020**

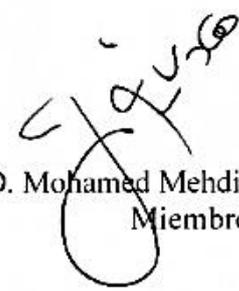
**Huancayo - Perú**

**Junio - 2021**

## JURADOS DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



Dr. Aguedo Alvino Bejar Mormontoy  
Presidente



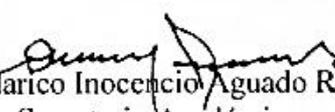
Ph. D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed  
Miembro



Dr. Rafael Chamorro Mejía  
Miembro



Dr. Deybe Eryn Viera Peralta  
Miembro



Dr. Uldarico Inocencio Aguado Riveros  
Secretario Académico

**ASESOR:**

Mg. Canchanya Pérez Job.

## **DEDICATORIA:**

Este trabajo de investigación está dedicado a mis hijas: Yamilet Maria Chávez Yallico y Rayli Amelia Chávez Yallico, quienes me brindan su amor sincero y constante apoyo emocional, de la misma manera está dedicado a mis padres Amelia Pecho Rafael y Oswaldino Chávez Mucha por su apoyo incondicional de toda la vida, y de la misma manera se lo dedico como homenaje a su gran amistad al hermano que nunca tuve al Ingeniero Daniel Enrique Gutiérrez Samaniego que partió al lado de su hijo Mateo a la gloria de Dios.

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar muestras de agradecimiento: a nuestro señor creador por guiarme en el camino de esta vida.

### **A mi alma mater**

#### **Universidad Peruana Los Andes**

Por Incurrir en mis enseñanzas teóricas y prácticas la que conducen a mi formación profesional y personal.

### **A mi facultad de Ingeniería y a mi escuela profesional de Ingeniería civil**

Por proporcionar los equipos topográficos y geodésicos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

### **A mi asesor**

El magister: Job Pérez Canchanya, por su apoyo y conocimiento para la culminación propia del tema y por compartir su vasto conocimiento con mi persona.

### **Amigos**

- Al Ing. Rando Porras Olarte por su apoyo incondicional y amplio conocimiento en la materia digno de mi respecto.
- Al Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza por su apoyo en aspectos técnicos sobre mi tema de investigación.

**Bach:** Wilmer Carlos Chávez Pecho



# CONTENIDO

Pág.

CARÁTULA	i
JURADOS DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ii
ASESOR:	iii
DEDICATORIA:	iv
AGRADECIMIENTOS	v
CONTENIDO	vii
CONTENIDO DE TABLAS	xiii
CONTENIDO DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xvii
SOMMARIO	xviii
INTRODUCCIÓN	xix

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática	23
1.2. Delimitaciones	24
1.2.1. Espacial	24
1.2.2. Temporal	24
1.3. Formulación y sistematización del problema	24
1.3.1. Problema general	24
1.3.2. Problemas específicos	25
1.4. Justificación	25
1.4.1. Justificación social	25
1.4.2. Justificación teórica	26

1.4.3. Justificación metodológica	26
1.5. Objetivos	27
1.5.1. Objetivo general	27
1.5.2. Objetivos específicos	27

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	28
2.1.1. Antecedentes nacionales	28
2.1.2. Antecedentes internacionales	33
2.2. Bases teóricas	37
2.2.1. El replanteo	37
2.2.2. Replanteo de trazados geométricos	38
2.2.3. Trazado de líneas rectas.	38
2.2.4. Trazado de ángulos.	38
2.2.5. Trazados de ángulos	40
2.2.5.1. Trazado de ángulos rectos con escuadras de refracción de prismas	40
2.2.6. Trazado de curvas circulares de enlace	43
2.2.6.1. Elementos de la curva circular	43
2.2.6.2. Aplicación práctica a efectos de replanteo interno por traza	47
2.2.6.3. Replanteo de los puntos de tangencia para caso de vértice inaccesible	47
2.2.6.4. Cálculo de la cuerda.	48
2.2.6.5. Aplicación práctica a efectos de replanteo de cuerda	49
2.2.6.6. Aplicación práctica a efectos de replanteo flecha	49
2.2.6.7. Aplicación práctica a efectos de replanteo de vértices	50
2.2.6.8. Aplicación del método a efectos de replanteo radio	51

2.2.7. Por abscisas y ordenadas sobre la cuerda.	53
2.2.7.1. Aplicación del método a efectos de replanteo	54
2.2.8. El replanteo topográfico con estación total	56
2.2.9. Punto geodésico	57
2.2.10. Clasificación de los puntos geodésicos:	57
2.2.10.1. Punto geodésico orden “0”	58
2.2.10.2. Punto geodésico orden “A”	58
2.2.10.3. Punto geodésico orden “B”	58
2.2.10.4. Punto geodésico orden “C”	58
2.2.10.5. Puntos de apoyo (PFCH)	59
2.2.11. Red geodésica:	59
2.2.11.1. Coordenadas geográficas	60
2.2.11.2. Los Paralelos	60
2.2.12. Coordenadas o proyección UTM	61
2.2.13. Geodesia	64
2.2.13.1. Geoide	64
2.2.13.2. Elipsoide	65
2.2.13.3. Alturas	65
2.2.13.4. Redes de apoyo	67
2.2.14. Teoría de errores	68
2.3. Definición de términos	71
2.4. Bases legales	74

## CAPÍTULO III

### HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general	76
------------------------	----

3.2. Hipótesis específicas	76
3.3. Variables	77
3.3.1. Definición conceptual de las variables	77
3.3.1.1. Variables:	77
3.3.2. Definición operacional de las variables	78
3.3.3. Operacionalización de las variables	78

## CAPÍTULO IV

### METODOLOGÍA

4.1. Método investigación	79
4.2. Tipo de investigación	79
4.3. Nivel de investigación	80
4.4. Diseño de investigación	80
4.5. Población y muestra	81
4.5.1. Población	81
4.5.2. Muestra	82
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	82
4.6.1. Observación directa	82
4.6.2. Análisis de documentos	83
4.6.3. Trabajo en campo	83
4.7. Procedimiento de la investigación	84
4.7.1. Fase de pre campo	84
4.7.2. Fase de campo	85
4.7.3. Fase de gabinete	85
4.8. Procesamiento de la información	85
4.9. Técnicas y análisis de datos	86

## CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1. Replanteo sin los puntos geodésicos:	88
5.1.1. Trabajos preliminares	91
5.1.2. Consideraciones para la georreferenciación	91
5.1.3. Georreferenciación	95
5.1.4. Procedimiento para establecer los puntos geodésicos	95
5.1.4.1. Equipos y personal	95
5.1.5. Definición de los códigos	96
5.1.6. Identificación de la ubicación de los puntos	96
5.1.7. Identificación de los puntos geodésicos	97
5.1.8. Instalación de las placas	98
5.1.9. Periodo de tiempo de grabación	99
5.1.10. Puntos de control	100
5.1.11. Trabajo de gabinete de post proceso	102
5.1.12. Obtención de puntos geodésicos	107
5.1.13. Presupuesto adicional de obra	120
5.2. Parámetros para la contratación de las hipótesis	123
5.3. Discusión de los resultados de la investigación	125
5.4. Proceso de las pruebas estadísticas de las hipótesis	126
5.4.1. Comprobación de la hipótesis general	126
5.4.1.1. Definición de las hipótesis estadísticas	126
5.4.1.2. Definición del nivel de significancia $\alpha$	126
5.4.1.3. Reemplazamos los valores obtenidos	127
5.4.1.4. Decisión de los resultados de la prueba estadística general	127
5.4.2. Para la primera hipótesis específica	128

5.4.2.1.	Definición de las hipótesis estadística	128
5.4.2.2.	Definición del nivel de significancia $\alpha$	128
5.4.2.3.	Remplazamos los valores obtenidos	128
5.4.2.4.	Decisión de los resultados de la prueba estadística general	129
5.4.3.	Para la segunda hipótesis específica	129
5.4.3.1.	Definición de las hipótesis estadística	130
5.4.3.2.	Definición del nivel de significancia $\alpha$	130
5.4.3.3.	Remplazamos los valores obtenidos	130
5.4.3.1.	Decisión de los resultados de la prueba estadística	131
	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	132
	CONCLUSIONES	136
	RECOMENDACIONES	137
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138
	ANEXOS	141
	Anexo N° 01: Matriz de consistencia	142
	Anexo N° 02: Matriz de operacionalización de variables	144
	Anexo N° 03: Matriz Operacionalización del instrumento	145
	Anexo N° 04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación (certificación de puntos geodésicos)	146
	Anexo N° 05: Confiabilidad y validez del instrumento	153
	Anexo N° 06: Fotos de la aplicación del instrumento	157
	Anexo N° 07: Planos	161

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Definición operacional de las variables .....	78
Tabla 2. Operacionalización de variables. ....	78
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	84
Tabla 4. Elementos estadísticos para el análisis de datos .....	87
Tabla 5. Puntos del eje según el expediente técnico .....	90
Tabla 6. Especificaciones Para Los Puntos Geodésicos .....	92
Tabla 7. Distancia Entre Los Puntos Geodésicos .....	92
Tabla 8. Distancia Entre Los Puntos Geodésicos .....	93
Tabla 9. Ejemplo de los datos que debe consignar la placa de bronce .....	97
Tabla 10. Tiempo de grabación del proyecto Duración de los proyectos.....	100
Tabla 11. Sistema de Coordenadas .....	100
Tabla 12. Datos de ERP. JUN01.....	101
Tabla 13. Ubicación Referencial de los puntos geodésicos .....	101
Tabla 14 Coordenadas UTM de los BM para la investigación.....	103
Tabla 15 Coordenadas Geográficas de los BM para la investigación .....	104
Tabla 16. Resultados del GNSS en relación al PDOP .....	104
Tabla 17. Coordenadas Topográficas UTM.....	104
Tabla 18. Coordenadas Geográficas con la altura elipsoidal.....	105
Tabla 19. escalas por punto ubicado para levantamiento topográfico .....	106
Tabla 20. Tabla de Parámetros de obtenidos por el programa.....	106
Tabla 21. Tabla Loop Closures de cierre de bucle de los puntos y coordenadas geo referenciadas .....	107
Tabla 22. Tabla de observaciones (GPS Observations) de los puntos y coordenadas georreferenciadas .....	107

Tabla 23. Tabla de observaciones (GPS Observations) de los puntos y coordenadas georreferenciadas .....	107
Tabla 24. Puntos replanteados con puntos geodésicos .....	108
Tabla 25. Distancia entre los puntos del eje vial con y sin puntos geodésicos.....	110
Tabla 26. Distancia entre los puntos de detalle sobre el eje vial con y sin puntos geodésicos.....	112
Tabla 27. Presupuesto del adicional de obra.....	121
Tabla 28. Precios y cantidades de recursos requeridos.....	122
Tabla 29. El porcentaje de incidencia del Adicional de Obra.....	123
Tabla 30. Rangos de tolerancias catastrales – registrales .....	124
Tabla 31. Tolerancia de trabajo en levantamientos topográficos y replanteos .....	125
Tabla 32 Cuadro comparativo sobre el replanteo topográfico con y sin puntos geodésicos .....	125

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Trazado de ángulo por intersección	39
Figura 2. Trazado de ángulos rectos de refracción de prismas	40
Figura 3. Refracción en el prisma	41
Figura 4. Escuadra de carpintero o de madera	42
Figura 5. Escuadra de carpintero o de madera	42
Figura 6. Elementos de la curva circular	43
Figura 7. Cálculo de las tangentes	46
Figura 8. Cálculo de la cuerda	48
Figura 9. Aplicación del método a efectos de replanteo radio	51
Figura 10. Ventajas, inconvenientes del replanteo radio	53
Figura 11. Por abscisas y ordenadas sobre la cuerda	53
Figura 12. Aplicación del método a efectos de replanteo por abscisas	54
Figura 13. Ventajas, inconvenientes y casos de aplicación en replanteo	55
Figura 14. Red geodésica nacional GPS	59
Figura 15. Representación de las coordenadas geográficas	60
Figura 16. Distribución de Meridianos	60
Figura 17. Paralelos	61
Figura 18. Meridianos y Paralelos.	61
Figura 19. Proyección Mercator.	62
Figura 20. Proyección UTM	62
Figura 21. Zonas y Bandas de la Protección (UTM)	63
Figura 22. El Perú abarca 3 Zonas: 17, 18 y 19	63
Figura 23. Diferencias entre elipsoide y geoide	64
Figura 24. Elipsoide datos de referencias	65

Figura 25. Altura elipsoidal, ortométricas y desviación relativa de la vertical	66
Figura 26. Redes de apoyo geodésica nacional y américa	68
Figura 27. Diferencias entre precisión y exactitud	69
Figura 28. Propagación acimut en poligonación	71
Figura 29. Ubicación geográfica del tramo a investigar	89
Figura 30. Replanteo del eje vial según expediente.	90
Figura 31. Coordenadas geodésicas conocidas.	94
Figura 32. Consideraciones a tener en cuenta para la certificación del punto geodésico	
Fuente IGN	97
Figura 33. Descripción de las dimensiones de la instalación fuente IGN Pag. 45	98
Figura 34. Instalación de punto geodésico en saños chico	98
Figura 35. Instalación de punto geodésico en el anexo de Paccha	99
Figura 36 Gravitacional EGM2008	106
Figura 37. Replanteo del eje vial con los puntos geodésicos.	109
Figura 38. Replanteo de los detalles del eje vial.	116
Figura 39. Trazo vial del drenaje pluvial en la progresiva 1+759	117
Figura 40. Microcuenca identificada 1+630 a 2+300	118
Figura 41. Propuesta del adicional con el replanteo con puntos geodésicos	119
Figura 42 área de aceptación estadística de la hipótesis general	127
Figura 43 área de aceptación estadística de la primera hipótesis específica	129
Figura 44 área de aceptación estadística de la segunda hipótesis específica	131

## RESUMEN

La presente investigación se llegó a identificar las inconsistencias al momento de la ejecución de un proyecto vial ya aprobado, esto no llevo a plantearnos nuestro problema general: ¿Qué diferencia existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo?, posterior a eso definió el objetivo general la que fue: Determinar la diferencia existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, con toda la información recopilada y procesada se planteó nuestra hipótesis general: La diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, comprende la precisión sobre el terreno, durante el periodo de ejecución y también evidencia diferencias sobre presupuesto general de la obra, en lo referente a la metodología que tuvo la presente investigación fue el método deductivo e inductivo, el tipo de investigación fue aplicada, con un nivel descriptivo comparativo y el diseño de investigación fue el no experimental, de la misma manera para la presente investigación se definió como la población de estudio estuvo comprendida por todo el proyecto de mejoramiento de la ruta departamental JU-108, que comprende una distancia de 80,465 km, y la muestra de estudio se defino al tramo de localidad de Palian hasta localidad Vilcacoto que comprende 2.3 km, todo nos llevó a la conclusión general que tuvo esta investigación: Que la diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo comprende una precisión más cercana sobre el terreno y durante el periodo de compatibilidad, ejecución y supervisión así como su incidencia en el presupuesto general de obra superior a 1%.

**Palabras clave:** georreferenciación, puntos de control, replanteo topográfico.

## SOMMARIO

La presente indagine ha individuato le incongruenze al momento dell'esecuzione di un progetto stradale già approvato, questo è stato sollevato al momento il problema generale: Che differenza esiste tra il tracciamento topografico di una strada con e senza punti di controllo geodetici nella provincia di Huancayo ?, Dopo aver definito l'obiettivo generale, che era: Determinare la differenza tra il tracciato topografico di una strada con e senza punti di controllo geodetici nella provincia di Huancayo, con tutte le informazioni raccolte, è stata formulata la nostra ipotesi generale: La differenza che esiste tra il tracciato topografico di una strada con e senza punti di controllo geodetico nella provincia di Huancayo, include la precisione sul terreno, durante il periodo di esecuzione e mostra anche differenze sul budget generale dell'opera, in relazione alla metodologia che il la presente indagine era il metodo deduttivo e induttivo, il tipo di indagine era e applicato, con un livello descrittivo comparativo e il disegno di ricerca era non sperimentale, allo stesso modo per la presente ricerca è stato definito come la popolazione di studio è stata inclusa dall'intero progetto per migliorare il percorso dipartimentale JU-108, che comprende una distanza di 80.465 km, e il campione di studio è stato definito come il tratto dal comune di Paliano al comune di Vilcacoto che comprende 2,3 km, tutto ciò ci ha portato alla conclusione generale che questa indagine aveva: Che la differenza che esiste tra il tracciamento topografico di Un'autostrada con punti di controllo geodetici nella provincia di Huancayo include una maggiore precisione sul terreno e durante il periodo di compatibilità, esecuzione e supervisione, nonché la sua incidenza nel bilancio generale dei lavori superiore all'1%.

**Parole chiave:** georeferenziazione, punti di controllo, tracciamento topografico.

## INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial es una fuente fundamental para la comunicación entre territorios separados, como referencia a un preámbulo internacional mencionaremos los hechos ocurridos en plena segunda guerra mundial cuando en Europa ya era controlada por Alemania y Asia por el Japón, en ese momento surgió la necesidad de salvaguardar el territorio de Alaska, y la necesidad de contar con una vía de comunicación entre Dawson Creek en la Columbia Británica, y Fairbanks en Alaska, cubriendo una distancia de 2,451 km. La misma que fue construida por los ingenieros del ejército estadounidense en 1942 como una medida de emergencia para proveer una ruta de suministro terrestre y resguardo territorial, en aquellos años no se contaba con un sistema de georreferenciación mundial, por lo que varias cuadrillas empezaron la construcción de esta vía llegando a no coincidir en las intersecciones de ellas mismas, para estos días con el avance de la ingeniería civil ha sufrido de mantenimientos, rehabilitación y mejoramiento en el diseño vial y hoy en día la autopista Alcan conforma parte de una red de autopistas de más 25000 km que recorre todo Estados Unidos, Canadá y Alaska a la fecha es una ruta turística operativa todo el año.

Según lo que manifiesta EPTISA una empresa que realiza consultoría en obras viales en Chile, para llevar a cabo el proyecto levantamiento de información referente a la red vial nacional con el objeto de ser incorporados al sistema de información geográfica y su estructura geográfica en base a un modelo de segmentación dinámica, donde el objetivo fundamental del estudio es generar e incorporar información para apoyar la planificación y el desarrollo de la infraestructura vial, incluyendo antecedentes de construcción, mantenimiento, explotación, seguridad vial, gestión de pavimentos, puentes y túneles, así como también incorporar, antecedentes de áreas ambientalmente protegidas

y sectores de ocurrencia de riesgos naturales, con la finalidad de actualizar y levantar información que caracterice adecuadamente la red vial, tiene relación en nuestra realidad y se debería aplicar ese modelo de planificación que involucre los ámbitos ya mencionados y por otro lados según lo expresado por el gobierno bolivariano de Venezuela para llevar a cabo un proyecto y construcción de una infraestructura vial, es necesario tener en cuenta la información que nos arroja la topografía, pues a través de ella obtendremos datos valiosos y exactos del lugar en el que se ejecutara la obra porque es sabido que la topografía es una fase importante y primordial para para proyectar una vía y debe tener un sustento de posicionamiento de coordenadas que puedan permanecer en el tiempo, pues esta es la responsable de proporcionar datos detallados de las posibles rutas que se deben tomar en cuenta, el trazado y diseño de la estructura de drenajes, además de detalles geométricos y volumen de tierra.

En la actualidad mediante el decreto legislativo N° 1497, establece las medidas para promover y facilitar condiciones regulatorias que contribuyan a reducir el impacto en la economía peruana por la emergencia sanitaria producida por el COVID 19, incorpora diversas modificaciones en la tramitación de los procedimientos administrativos, asimismo las entidades del poder ejecutivo disponen las acciones necesarias para que en el establecimiento de nuevos procedimientos administrativos y servicios prestados en exclusividad su atención se desarrolle por canales no presenciales.

La contratación del servicio permitirá el cumplimiento de las funciones y metas asignadas en lo relacionado a la elaboración del expediente técnico de la prestación adicional de Obra N° 11, del proyecto: mejoramiento de la red vial a cargo de la subdirección de obras y carreteras, en la ejecución de las obras que administra PROVIAS donde para los trabajos de georreferenciación se seguirán los lineamientos de la “Norma

técnica geodésica - especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global” y “Especificaciones técnicas para levantamientos geodésicos verticales” del IGN (instituto geográfico nacional).

Con todo lo ya fundamentado en esta investigación titulada: “Comparación del replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo”, pretende mostrar, la diferencia de un proyecto viable durante la etapa de entrega de terreno y ejecución mostrando para esto en el replanteo topográfico con y sin puntos geodésicos donde se mostraron las incompatibilidades que existe con el expediente técnico su implicancia durante su ejecución.

El proyecto escogido para esta investigación es de “mejoramiento de la ruta departamental JU-108, tramo: Palian – Vilcacoto – Acopalca – Abra – Huaytapallana - Pariahuanca. Provincia de Huancayo – Junín”. En el expediente mencionado se pretende comparar el mismo diseño, pero con puntos de control geodésicos de apoyo, todo esto con los parámetros que exige la norma geodésica peruana y para para una mejor comprensión, de la presente investigación presenta los siguientes capítulos:

**El capítulo I:** en este capítulo se planteó el problema de investigación considerando el planteamiento, formulación y sistematización del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones y objetivos.

**El capítulo II:** este capítulo estuvo referido al marco teórico mostrando los antecedentes nacionales e internacionales, marco conceptual, definición de términos, bases legales, hipótesis y variables.

**El capítulo III:** este capítulo estuvo referido a la definición de las hipótesis generales específicas, así como las definiciones de las variables conceptualización y Operacionalización mismas.

**El capítulo IV:** este capítulo estuvo referido a la metodología, resaltando el método, tipo, nivel y diseño de investigación; asimismo, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos.

**El capítulo V:** este capítulo estuvo referido al desarrolló de la investigación para posteriormente llegar a un a la discusión de los resultados para dar paso a las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

En la actualidad para realizar la ejecución de obras viales, en la mayoría de los casos no se realizan empleando las técnicas adecuadas, cuando se requiere una o varias coordenadas absolutas o geodésicas para las diversas necesidades que exigen los distintos proyectos de infraestructura vial en nuestro entorno local y nacional.

Tomando en consideración la problemática mencionada en el párrafo anterior, esta investigación busca realizar la comparación del replanteo topográfico de una carretera con el replanteo topográfico utilizando una coordenada geodésica de orden c y coordenadas de apoyo con todos los parámetros que exige la norma geodésica peruana.

Esta investigación mostrara la deficiencia durante la ejecución del expediente técnico debido a la ausencia de los puntos geodésicos, dentro de la carretera JU-108 que tiene una longitud de 80,465 kilómetros, de la cual tomaremos para esta investigación el tramo Palian - Vilcacoto que consta de una longitud de 2,3 kilómetros. Luego de realizar el análisis comparativo del replanteo con y sin puntos geodésicos del tramo mencionado, se espera contribuir, a los criterios que maneja la ingeniería de transportes referente a la no utilización de puntos de control geodésicos, ya sean en infraestructuras viales o en cualquier otra infraestructura de la ingeniería civil, minimizando de esta manera las posibles variaciones que puedan presentar en el momento de ejecución de la obra vial teniendo incidencia en el presupuesto general, plazos de ejecución entre otros.

Actualmente es indispensable conocer la ubicación de una coordenada absoluta de posición sobre la superficie terrestre, porque esto influye en la ejecución, control y supervisión de un proyecto de ingeniería civil, sin embargo, la gran mayoría de proyectos de ingeniería civil evidencian una dificultad en lo que se refiere a realizar el replanteo de un proyecto vial, esto debido a que no realizo adecuadamente la obtención de los puntos de control en el levantamiento topográfico en su etapa preliminar y durante la ejecución de la misma, lo que lleva a mostrar en la fase de ejecución del proyecto, donde se evidencia la incompatibilidad de estas coordenadas y sus detalles para la ejecución y control en obra, existiendo mucha discordancia con el replanteo topográfico del proyecto vial.

## **1.2. Delimitaciones**

### **1.2.1. Espacial**

La presente investigación se desarrolló, en la provincia de Huancayo, en la ruta departamental JU-108, Tramo: Palian – Vilcacoto, que consta de una longitud de 2,3 kilómetros en la provincia de Huancayo, Junín.

### **1.2.2. Temporal**

La presente investigación se ejecutó durante los meses de octubre del 2019 a febrero del 2020.

## **1.3. Formulación y sistematización del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Qué diferencia existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es la diferencia en la precisión del replanteo topográfico sobre el terreno de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo?
- b) ¿Cuál es la diferencia en la precisión del replanteo topográfico durante la ejecución de obra de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo?
- c) ¿Cuál es la variación que existe en el presupuesto general de obra con la utilización del replanteo topográfico con y sin punto de control geodésicos en la provincia de Huancayo?

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Justificación social**

La presente investigación se fundamentó en la georreferenciación de puntos geodésicos, basada en la ciencia de la geodesia que es conjunto de procedimientos establecidos en la norma técnica geodésica del Perú, con resolución nro. 139-2015/I.G.N./U.C.C.N., donde se contempla conocimientos teóricos previos a esta investigación.

Para el caso de esta investigación se puso en evidencia las consecuencias que llevan, al no utilizar los puntos de control geodésicos en la etapa de formulación del expediente técnico, todo se encuentra contemplado en la normativa actual, la misma que no se viene cumpliendo, donde la mayoría de estos casos, generan muchas variaciones en los metrados, lo que se traduce en la formulación de los presupuestos adicionales, así como una variación en la

programación de obra y otros, con lo mencionado anteriormente tiene una incidencia directa en la sociedad ya que como es sabido, todo presupuesto público proviene de los aportes de la población, además de retrasar la ejecución de infraestructura vial que la sociedad requiere.

La presente investigación busca el cumplimiento en gran porcentaje de la formulación del expediente técnico de una infraestructura vial, así como la ejecución del mismo, porque esto, es de vital importancia para el transporte de pasajeros y carga, porque lleva a el desarrollo económico social y cultural, garantizando la transpirabilidad de los vehículos en condiciones de eficiencia y seguridad, reduciendo los costos de operación y el tiempo de viaje a los mercados locales, regionales y nacionales, dentro de una perspectiva de sostenibilidad ambiental.

#### **1.4.2. Justificación teórica**

Los datos que llegaron a ser compilados y procesados en la investigación ya desarrollada, servirán de sustento para esta y otras investigaciones similares, ya que engrandecen el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en investigación que se propuso.

#### **1.4.3. Justificación metodológica**

La presente investigación se clasifico de manera sistematizada en los procesos que son requeridos durante el establecimiento de los puntos geodésico de orden “C” y de apoyo, de la misma manera se tabulo de manera secuencial y ordenada todos los parámetros que son requeridos en cada proceso de los replanteos

topográficos, los mismos que son necesarios para el trabajo de gabinete en el post proceso, obteniendo una metodología propia y adecuada, pero siempre bajo los parámetros que la ciencia de la geodesia y la normatividad lo exijan.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar la diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Definir la diferencia en la precisión del replanteo topográfico sobre el terreno de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo.
- b) Definir la diferencia en la precisión del replanteo topográfico durante la ejecución de obra de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo.
- c) Calcular la variación que existe en el presupuesto general de obra con la utilización del replanteo topográfico con y sin punto de control geodésicos en la provincia de Huancayo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

- (Garavito Torres, 2018) en su tesis titulada: “precisión de las coordenadas geodésicas, con el uso del factor escala, en la carretera Huamachuco”, para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana Los Andes Facultad de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Civil, “tuvo como problema general, ¿cómo determinar que las coordenadas geodésicas darán mayor precisión en el levantamiento y replanteo topográfico, para la carretera Huamachuco – El Pallar?, el objetivo general fue: evaluar el uso de las coordenadas geodésicas, que den mayor precisión, en el levantamiento y replanteo topográfico y la hipótesis general fue: Con el uso del factor escala (K), se obtendrá la mayor precisión en las medidas de las coordenadas geodésicas, para el levantamiento y replanteo topográfico en la carretera Huamachuco – El Pallar, donde el método de investigación utilizado es el Científico, el tipo de investigación es Aplicada, el nivel de investigación es Descriptivo – Explicativo, el diseño de investigación es No Experimental, la población está conformada por la ciudad de Huamachuco hasta el Centro Poblado El Pallar y el tipo de muestreo es no aleatorio, dirigido y conformado entre el Km. 0+000 al Km. 28+325, llegando a su conclusión general la topografía en situ no corresponde a la del proyecto, este problema se presenta al no georreferenciar debidamente el trabajo y al no utilizar el factor escala (k)

al inicio de cada levantamiento y replanteo topográfico, generalmente ocurre en muchos proyectos de menor y mayor dimensión.

- (Vizcarra Quispe & Vizcarra Quispe, 2019) en su tesis titulada “Comparación de control topográfico, replanteo en la construcción, presa relaves con estación total y GPS diferencial en tiempo real (RTK), minera las bambas – Apurímac”, para optar el título profesional de Ingeniero Topógrafo y Agrimensor, su trabajo de investigación se desarrolló en la unidad minera las Bambas, ubicado en el Distrito de Challhuahuacho, Provincia Cotabambas, Departamento Apurímac, en el año 2017. Teniendo como objetivo general comparar el control topográfico aplicado en la construcción presa de relaves, utilizando estación total y GPS diferencial en modo RTK (cinemático en tiempo real). La empresa (MMG-las Bambas) estableció 2 puntos de control geodésico de orden B (APU06015, APU06016), con los cuales la empresa T&S Servicios de Ingeniería S.A.C estableció otros 2 puntos de control (RP1D , TSDH2) en el área de trabajo, a partir de ellos se estableció una poligonal cerrada con 5 puntos de control auxiliar, los mismos que fueron medidos y ajustados con el software MicroSurvey STAR\*NET para la obtención de coordenadas locales, luego se ha estacionado sobre los mismos puntos de control el receptor geodésico Topcon modelo GR-5 en modo RTK para obtener las coordenadas UTM. La metodología empleada para poder contrastar la estación total con GPS diferencial fue la calibración local utilizando el software Trimble Bussines Center (TBC). Se utilizó la prueba estadística de T Student para el procesamiento estadístico, asimismo se concluye que no hay diferencias significativas en el replanteo entre la estación total y GPS diferencial, ya que

se encuentran en un rango de 1 a 12 mm. en norte, de 1 a 14 mm. en este y de 0 a 13 mm. en elevación. Del mismo modo se ha observado que existe una diferencia significativa al comparar el tiempo, en el control topográfico y durante el replanteo entre ambos equipos, por lo tanto, el análisis nos demuestra que con el equipo GPS diferencial en modo RTK se replantea mayor número de puntos, debido a las características propias de la ubicación del proyecto, llega a las siguientes conclusiones:

- (Ramos Yucra, 2018) con su tesis titulada: “Optimización del error lineal – angular de la poligonal abierta para control horizontal en la carretera acora Jayu Jayu”, para optar el título profesional de Ingeniero Topógrafo y Agrimensor, realizo en el distrito de Acora, provincia y departamento de Puno ejecutado durante los meses de mayo a Julio del 2017. Los objetivos fueron: reducir el error de cierre lineal-angular y determinar el método ideal de compensación de la poligonal. Se realizó con la finalidad de establecer una poligonal abierta con las óptimas condiciones que pueda “minimizar el desplazamiento” y elegir un “método de compensación” de manera que ajuste la poligonal abierta y que elimine el error generado por este desplazamiento. El método empleado para este trabajo de investigación es Descriptivo – Relacional, para atender la hipótesis y dar cumplimiento de la misma. Primeramente se realizó el reconocimiento de los puntos de control geodésicos establecidos con anterioridad con GPS Diferencial cuyos resultados se muestran en la tabla 2, donde se verifica la existencia In–situ de los puntos de control establecidos en la carretera Acora–Jayu Jayu, instalados en lugares estratégicos para poder obtener la red de apoyo (poligonal abierta), seguidamente se realizó el trabajo

de campo donde se utilizó el método topográfico de “trilateración” con la ayuda de la estación total para obtener las distancias que conforman los lados del triángulo, así mismo se usó el método de “radiación” con la cual hallamos los ángulos y las distancias; la misma que consiste en estacionar el equipo en un punto conocido y referenciar hacia otro que está ubicado con anterioridad para luego radiar hacia el nuevo punto que queremos encontrar, después se hizo los trabajos en gabinete y se calculó el error lineal para ambos métodos efectuados en campo, luego se realizó la compensación de la poligonal por los diferentes métodos de ajuste de poligonal abierta y finalmente realizamos la comparación de la media de coordenadas con un análisis de varianza (ANDEVA). Los resultados obtenidos son  $P=0.6025$  de probabilidad con  $\alpha = 0.05$ , donde concluimos que no se encuentra en la región crítica, significa que los métodos no presentan diferencia estadística alguna, sin embargo, el valor mínimo de la media de coordenadas corresponde al método de Mínimos Cuadrados por lo tanto representa el método más correcto para realizar ajustes de la poligonal abierta en trabajos de topografía, llega a las siguientes conclusiones:

- (Gomez Morales, 2018) con su investigación titulada: "Determinación de la topografía usando herramientas virtuales para formulación de proyectos viales", tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, tesis para optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, tiene como objetivos principales determinar la precisión que se alcanza a través de la herramienta virtual Google Earth para formulación de proyectos viales, con respecto a la metodología que 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. Llega a la conclusión que al final que 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 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 no es conveniente realizar a través de esta fuente de medición, de donde se debe en cuenta una fuente geodésica para obtener una información más certera para el momento de la ejecución, Este antecedente guarda una relación a la investigación porque lo que se busca es fundamentar la utilización de un punto de control geodésico estable que limite a los errores en ejecución de la obra civil.

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

- (Castañeda Ducuara & Martínez Rodríguez, 2018) con su tesis titulada: “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos convencionales de detalle versus tecnología LIDAR terrestre estacionaria, aplicada a deformaciones en estructuras de gran tamaño”, tesis de grado de maestro en Ingeniería Topográfica, plantea su objetivo principal que es evaluar y comparar los costos, el desempeño, y el tiempo de ejecución en la aplicación de la tecnología scanner laser 3D y la topografía convencional aplicada al control de asentamientos de una estructura de gran dimensionamiento (tanque de almacenamiento), con respecto a su metodología definimos que en la etapa preliminar: Definir equipos a utilizar y personal de apoyo  
Etapa I: Identificar y caracterizar el tanque objeto de estudio, en la etapa II: Realizar recolección de datos de información mediante el levantamiento topográfico utilizando para ello dos métodos (Topografía convencional, tecnología escáner terrestre), en la etapa III: Elaborar una matriz de comparación entre los métodos utilizados y para terminar con la etapa IV: Evaluar y calificar de forma cualitativa y cuantitativa los resultados de la comparación de los dos métodos (rendimientos, precisión y costos), llegando a la conclusión principal que durante el proceso de documentación para el presente proyecto se observó que es muy poca la información que se encuentra sobre el método LIDAR y aún más insuficiente sobre comparativos entre métodos de captura y no se documentan comparativos de estos procesos para el control de estructuras, generando desconfianza a los profesionales y compañías que manejan este tipo de proyectos.

- (Choque Mamani , 2018) con su tesis “Estimación del movimiento de la placa tectónica sudamericana en base a estaciones GNSS de operación continua de la red SIRGAS-con en Bolivia”. Para la obtención el grado de maestro en Topografía y Geodesia de la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Tecnología Carrera de Topografía y geodesia, de La Paz – Bolivia, tuvo su objetivo principal el de estimar el movimiento de placas tectónicas en base a estaciones GNSS de operación continua de la red SIRGAS-CON en Bolivia. En lo concerniente a la metodología que fue empleada unas búsquedas de estaciones de operación continua en el Estado Plurinacional de Bolivia, se escogieron tres estaciones que pertenecen a la red de estaciones continuas SIRGAS-CON, los cuales a su vez pertenecen a la red global del IGS. Las tres estaciones se encuentran sobre la placa Sudamericana a nivel regional y en Bolivia están distribuidos en las tres zonas geográficas distintas. La estación URUS se encuentra ubicado en la zona del Altiplano, departamento de Oruro, la estacione YCBA se encuentra ubicado en Chaco Boliviano, departamento de Tarija y la estación SCRZ se encuentra ubicado en la zona de los Llanos, departamento Santa Cruz. La otra la que se utilizo fue la metodología ARIMA es adecuada para realizar el modelamiento de las coordenadas Este, Norte y Altura Elipsoidal de las tres estaciones; esta metodología permite realizar modelos con un nivel de confianza del 95% . Dado que con la metodología ARIMA permite generar varios tipos de modelos , no se puede generalizar modelo para todas las coordenadas de las diferentes estaciones, el tipo de modelo generado obedece a aplicar los principios propios de esta metodología y está en base a las observaciones y a la realidad propia de cada estación, llegando a la conclusiones del método de regresión lineal, también conocido

como el método de ajuste por mínimos cuadrados a una recta, no es aplicable en la presente investigación ya que no todos los datos de las estaciones se ajustan a un modelo lineal, ya que de acuerdo a los resultados estadísticos de la regresión lineal, plasmado en las tablas 1,2 y 3 del capítulo IV, se puede corroborar que únicamente las coordenadas Norte y Altura de la estación SCRZ, coordenada Norte de la Estación URUS y la coordenada Este y Norte de la estación de YCBA presentan una correlación fuerte, es decir que el valor de  $r$  son próximos al valor de 1, mientras que la coordenada Este de la Estación SCRZ, coordenada Este y Altura de la estación URUS y coordenada altura de la Estación YCBA presenta una correlación débil, teniendo los valores de  $r$  próximos a 0, quedando inconcluso el modelamiento. Si bien con esta metodología se puede encontrar la ecuación de la recta que mejor se aproxima a los puntos experimentales de cada estación, pero esto no significa que los datos se ajusten linealmente. Por lo tanto, si el análisis de la ecuación de regresión obtenida con los datos demuestra que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables y si el ajuste que proporciona la ecuación es bueno, esa ecuación podría usarse para predicciones, caso contrario no es aplicable para realizar pronósticos.

- (González Ramiro, Sánchez Ríos, & Naranjo Gómez, 2016) con su investigación titulada: “Metodologías geodésicas y topográficas para la construcción y control geométrico de túneles en las líneas de alta velocidad”, donde su objetivo principal fue redactar un documento que sirva de base al profesional que tiene que abordar un trabajo de este tipo y no tiene conocimientos previos y el segundo, dirigido a un profesional más

experimentado donde se describen nuevos métodos de trabajo con nuevos instrumentos, que podrá redundar en una mayor calidad de los trabajos, así como en un ahorro de costes y mejora de operatividad, utilizando la metodología e instrumental necesario en cada una de las diferentes fases y procesos

Constructivos de este tipo de elementos, desde la implantación de un sistema de coordenadas para el inicio de los trabajos, hasta el documento definitivo donde se recoja la obra ejecutada como es el As-Built. Se realizará una revisión de métodos e instrumentos empleados desde los primeros proyectos, pasando por contrastadas experiencias llevadas a cabo en las Líneas de Alta Velocidad de nuestro país, hasta exponer los novedosos métodos e instrumentos. Especial atención requieren los nuevos instrumentos que se han incorporado recientemente al mercado como son los carros de vía o los escáneres Laser 3D, que aún están siendo objeto de estudio por parte de profesionales e investigadores, llegando a la conclusión general donde manifiesta que este tipo de Infraestructuras de largo recorrido, y con varios años de construcción, donde intervienen distintas empresas constructoras e ingenierías, es necesario garantizar una estabilidad y continuidad posicional a lo largo de toda la línea. Para la planimetría de este sistema de coordenadas, denominado “Red principal”, se recomienda el uso de técnicas GNSS apoyándonos en vértices de la Red Regente. En altimetría es necesario apoyarnos en la REDNAP, usando niveles digitales con lecturas automáticas. La implantación de este sistema a lo largo de la línea, se hará en diferentes fases, y se materializará en señales permanentes y estables como lo son los hitos y clavos de nivelación.

- (Montes de Oca & Yelicich Pelaez, 2012) con su tesis titulada: “Estudio de metodologías utilizadas en relevamientos y replanteos topográficos con destino a obra lineal”, para optar el título profesional de Ingeniero Agrimensor en la Universidad de la republica facultad de ingeniería instituto de agrimensura de la ciudad de Montevideo, Uruguay, se planteó este objetivo general: El objetivo principal de este trabajo, es el estudio de las metodologías empleadas en relevamientos y replanteos topográficos con destino a proyectos de obra de infraestructura lineal, como por ejemplo, carreteras, tuberías, vías férreas , etc. Llegando a la conclusión principal que las metodologías de relevamiento y replanteo en obras lineales, en nuestro país. Los problemas surgen y cada actuante lo resuelve sin una metodología estudiada con rigurosidad o bien no se transmiten los detalles de la resolución quedando un trabajo poco controlable o transmisible.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. El replanteo**

Es el conjunto de operaciones necesarias para trasladar las medidas del plano al terreno en tamaño natural, según las indicaciones de los planos, marcando los puntos fundamentales que definen la ubicación en planta y los niveles necesarios para la ejecución de la obra. Este trazo se hace con referencia a la demarcación hecha por las autoridades locales y al proceso de ubicación realizado anteriormente y definidos en los planos que contienen el proyecto. El replanteo es el proceso inverso del levantamiento topográfico y constituye la primera operación para la ejecución de la construcción. (Mendoza Dueñas, 2011, pág. 59)

### **2.2.2. Replanteo de trazados geométricos**

Cuando se va a ejecutar una obra, la primera operación a realizar es señalar sobre el terreno lo que el proyectista ha dibujado sobre el plano. Una de las formas de hacerlo es mediante el trazado geométrico. Consiste la operación de trazado en delinear sobre el terreno figuras geométricas elementales, rectas, ángulos y arcos circulares, cuya obtención pasa, normalmente, por la resolución de los problemas más sencillos de la Geometría plana. En general, al realizar un trazado, deberá tenerse en cuenta, que, si el diseño que se pretende realizar está referido al plano horizontal, las distancias y ángulos que se midan sobre el terreno deberán ser horizontales. (Mendoza Dueñas, 2011, pág. 68)

### **2.2.3. Trazado de líneas rectas.**

Se desarrollará un procedimiento basado en el empleo del taquímetro, consiste en estacionar un taquímetro en uno de los extremos de la alineación y colimar a un jalón colocado en el otro extremo. Para situar un punto intermedio, B, el operador deberá bascular convenientemente el anteojo, sin mover la alidada, e indicar al ayudante la situación a derecha o izquierda hasta que vea al nuevo jalón, B, coincidiendo con el hilo vertical de la cruz filiar, en cuyo momento dicho jalón estará situado en la alineación. El procedimiento se irá repitiendo hasta que haya una serie de puntos intermedios que permitan materializar la alineación teniendo entre ellos un cordel de albañil. (Mendoza Dueñas, 2011, pág. 101)

### **2.2.4. Trazado de ángulos.**

La manera más rápida, sencilla y precisa de trazar un ángulo cualquiera es, empleando un taquímetro.

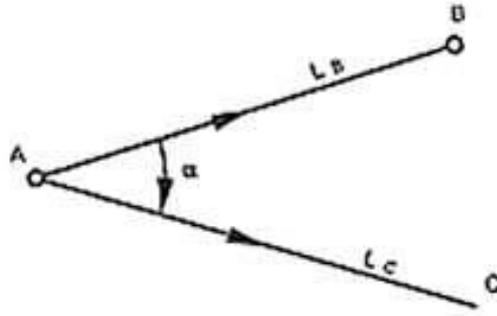


Figura 1. Trazado de ángulo por intersección  
por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.5.

Sea AB una alineación recta materializada convenientemente en el terreno. Para obtener una alineación A.C. que, con vértice en A, forme con la primera un ángulo  $\alpha$  dado, se procederá del siguiente modo: Se estacionará el taquímetro en el punto A, vértice del ángulo a trazar y se colimará a un punto cualquiera de la alineación A.B., el B., por ejemplo, anotando la lectura acimutal correspondiente,  $L^B_A$ . Según el caso, el ángulo  $\alpha$  habrá que trazarlo a la derecha o a la izquierda de la alineación original AB. Si el ángulo se tuviera que trazar hacia la derecha de la alineación original, a la lectura acimutal  $L^B_A$  se le sumará el valor del ángulo a trazar, obteniéndose una nueva lectura acimutal, tal que  $L^C_A$ :

$$L^C_A = L^B_A + \alpha$$

Si el ángulo se tuviese que trazar hacia la izquierda de la alineación original, la nueva lectura acimutal  $L^C_A$ , se obtendría restando a la primera el valor del ángulo a trazar:

$$L^C_A = L^B_A - \alpha$$

Luego, en cualquier caso, se girará la alidada, hasta conseguir que el índice acimutal señale la lectura  $L^C_A$ , en cuyo momento el eje de colimación estará señalando la dirección A.C., que forma con la A.B. el ángulo,  $\alpha$  objeto del

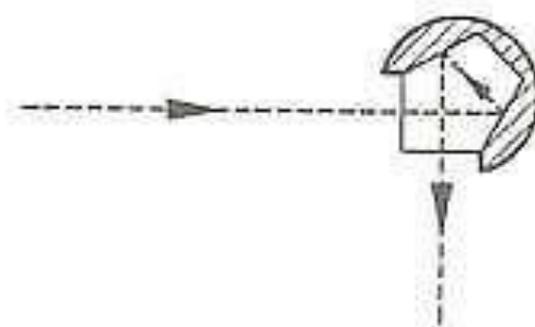
problema. Solo restará materializar la alineación A.C. mediante una estaca o similar.

### 2.2.5. Trazados de ángulos

Se mostrará a continuación donde se desarrollan diversos procedimientos que estará permitiendo los trazos de los ángulos de forma expedita sin emplear un taquímetro.

#### 2.2.5.1. Trazado de ángulos rectos con escuadras de refracción de prismas

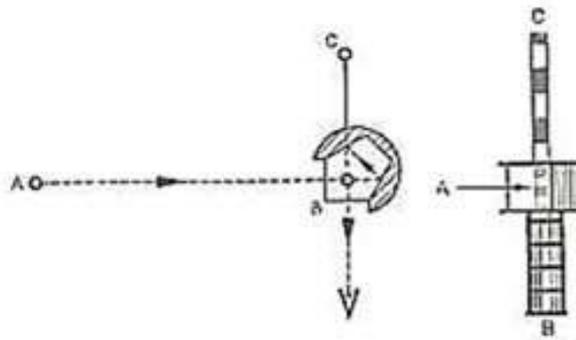
Las escuadras de reflexión son unos instrumentos ópticos de muy reducidas dimensiones, unos cinco centímetros. Consisten en un pequeño prisma pentagonal en el que dos caras forman un ángulo de 45º y otras dos uno de 90º. El prisma va encerrado en un contenedor metálico que deja al descubierto las caras que forman el ángulo de 90º. Dispone, además, de un mango donde colgar una plomada.



*Figura 2. Trazado de ángulos rectos de refracción de prismas por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.12.*

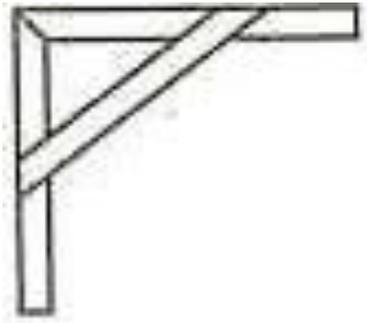
El diseño de sus caras, basado en el principio de la doble reflexión, consigue que un rayo que incida en la escuadra por una de las caras descubiertas, salga por la otra formando con el rayo incidente un ángulo recto. El empleo de la

escuadra es muy simple: Sea A.B. una alineación y B. un punto de ella por el que se pretende trazar un ángulo recto para las distancias comprendidas entre A.B.



*Figura 3. Refracción en el prisma  
por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.12.*

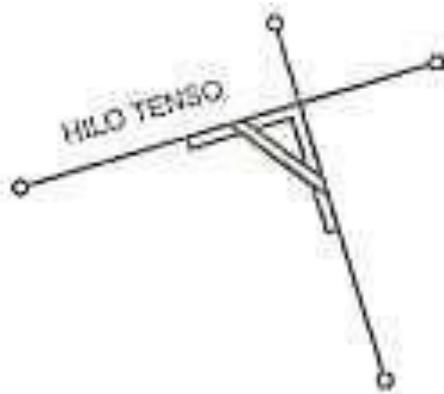
Se clavará un jalón en el punto A. La escuadra se situará en B, sostenida con una mano, sin necesidad de soporte, de modo que la plomada que pende del mango esté centrada sobre la señal del punto en el suelo, una de las ventanas esté frente al operador y la otra en la dirección del jalón A, y se hará girar hasta que el operador vea en la ventana la imagen del jalón A. Sin mover la escuadra, hará que un auxiliar desplace un segundo jalón, C, hasta que, mirando por encima de la escuadra, vea dicho jalón en la prolongación de la imagen de A dada por el prisma, en cuyo momento la alineación BC formará con la AB un ángulo recto. Trazado de ángulos rectos con escuadra de madera. Un procedimiento expedito utilizado con frecuencia en las obras para trazar ángulos rectos, y que da muy buenos resultados en cuanto se usa con un cierto cuidado, es la escuadra de carpintero o de madera.



*Figura 4. Escuadra de carpintero o de madera por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.13.*

Esta escuadra, representada en la figura, se puede fabricar fácilmente con tres piezas de madera. Sus lados suelen tener una longitud de 1.5 metros aproximadamente, y es recomendable verificar frecuentemente su ángulo recto y observar las aristas de la escuadra para comprobar su exactitud.

Su empleo es sencillo: La alineación original se materializará mediante un hilo tenso en el que se apoyará uno de los lados de la escuadra, colocando el vértice de la misma en el punto por donde se quiere trazar el ángulo recto. Otro hilo tenso, tangente al otro lado de la escuadra, materializará la alineación que forme con la primera el ángulo recto deseado.



*Figura 5. Escuadra de carpintero o de madera Por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.14.*

## 2.2.6. Trazado de curvas circulares de enlace

Se denominan curvas de enlace, las curvas horizontales que se utilizan, normalmente, para suavizar la unión de dos tramos rectos de un viario. Las hay de diferentes tipos. Aquí se tratarán únicamente las circulares.

### 2.2.6.1. Elementos de la curva circular

A continuación, vamos a relacionar los puntos singulares de un arco de curva circular con la notación generalmente utilizada, así como la nomenclatura de los elementos que lo conforman. Según la figura siguiente, se ha proyectado un arco circular de radio  $R$ , tangente en los puntos  $TE=T$  y  $TS=T'$  a las alineaciones rectas de un estado de alineaciones A.-V. y V.- E. con vértices común en V.

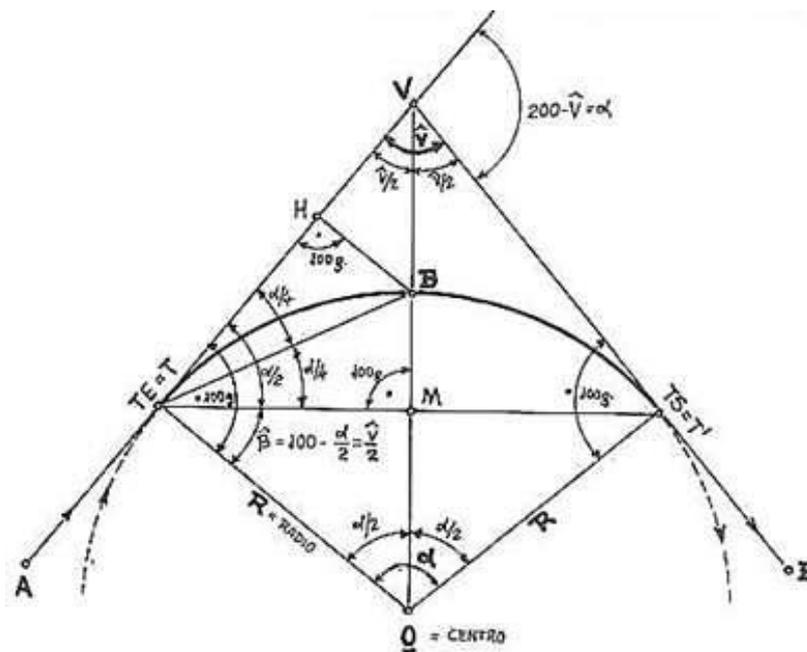


Figura 6. Elementos de la curva circular  
Por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.19.

#### Puntos singulares:

V = Vértice

O = Centro de la curva

T.E.=T.= Tangente de entrada (según el sentido de avance) Punto de tangencia de la curva a la recta A.-V.

T.S.=T'= Tangente de salida

Punto de tangencia de la curva a la recta V.-. E. B. = Bisectriz. Punto central del arco T.-. B.-. T'

M = Centro de la cuerda. Punto central de la cuerda T.-. M.-. T'

### **Elementos:**

R = O.T.=O.B.=O.T.' = RADIO de la curva

T.V. = V.T.' = Tangentes (lógicamente iguales)

V.B. = Distancia del vértice

D. = Desarrollo. Total, del arco T.B.T'

T.M.T.' = Cuerda del arco

T.M. = M.T.' = Semi-cuerda

B.M. = Flecha del arco

$\alpha$  = Ángulo en el centro de la curva. Conformado por los radios en los puntos de tangencia T. y T.'.

V = Ángulo en el vértice. conformado por las rectas a las que es tangente.

$\alpha/2$  = Ángulo tangente-cuerda. conformado por la tangente y la cuerda.

TH = Abscisa de B sobre la tangente T.-.V. = T.M. (semi-cuerda)

HB = Ordenada de B sobre la tangente T.-.V. =n B.M. (flecha)

### **Datos que determinan una curva circular**

Se obtienen del estado de alineaciones y generalmente, para su encaje y cálculo, según la anterior figura, es suficiente dar:

El ángulo en el vértice = V

El radio = R

### **Datos que determinan una curva circular**

Supuesta la curva determinada por V y R, que consideramos como datos conocidos de entrada, y analizando la anterior figura, podemos demostrar fácilmente, aplicando conceptos de geometría en el plano, las relaciones angulares que se expresan en la misma, de tal forma que, en función de la propia definición de la curva circular, y del concepto de tangencia, tenemos que:

Los triángulos V.T.O y V.T'. O son iguales y simétricos con respecto a V-B-M-O, por lo tanto,  $VT = VT'$ , ambas tangentes son iguales.

El valor de la suma de los ángulos internos del cuadrilátero V.T.O.T'. V será 400g; como los ángulos en T y T' son rectos:

$$\text{Ángulo V} + \text{ángulo T} + \text{ángulo } \alpha + \text{ángulo T}' = 400g \quad V+100+\alpha+100=400g$$

$$V+\alpha+200=400g; \quad V+\alpha=200g; \quad \alpha=200g-V$$

Los triángulos T.H.B y B.T.M son también iguales, así como V.T.M y V.T'.M además de T.M.O y T'. M.O.

También son fácilmente demostrables los valores atribuidos a los ángulos  $\alpha/2$ ,  $\alpha/4$ ,  $V/2$  y  $\beta$ , así como la igualdad entre los elementos  $TH=TM$ ;  $HB=BM$ ;  $TM=MT'$ .

### **El cálculo de los elementos de una curva circular nos va a permitir:**

- Obtener sus datos de encaje con respecto a las alineaciones rectas a las que es tangente.

- Utilizar estos datos para realizar un replanteo interno de sus puntos singulares (que han de ser siempre replanteados).
- Efectuar el cálculo de las coordenadas absolutas de estos puntos singulares, con respecto al sistema de coordenadas del estado de alineaciones y de la teóricamente existente red de apoyo externa.

### Cálculo de las tangentes

Supuesto un estado de alineaciones rectas, A-V; V-E previamente proyectado sobre plano base, o ya situado en el terreno mediante el correspondiente replanteo, según la figura.

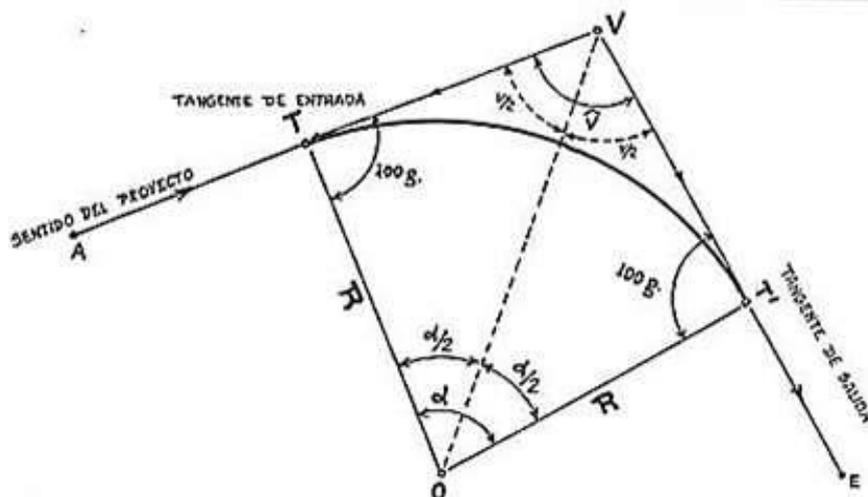


Figura 7. Cálculo de las tangentes por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.30.

nos determinan una curva circular de radio R (dato de encaje), que ha de ser tangente a las rectas A-V; V-E. Al obligar su tangencia a A-V y V-E nos están obligando el valor del ángulo V que forman las tangentes T-V y V-T'; por lo tanto, y tal como deducimos anteriormente:  $\alpha = 200 - V$ . de esta forma disponemos de los datos básicos  $\alpha$  y R, a partir de los cuales vamos a poder efectuar el cálculo de todos los elementos.

En el triángulo V.T.O se verifica:

$$VT/R = \operatorname{tg}(\alpha/2); VT = R * \operatorname{tg}(\alpha/2); \text{ por lo tanto: Longitud de la tangente } VT \\ = VT' = R * \operatorname{tg}(\alpha/2)$$

#### **2.2.6.2. Aplicación práctica a efectos de replanteo interno por traza**

Según la figura, supuesto replanteado en campo el vértice V y las alineaciones A-V, V-E, será fácil replantear los puntos singulares de tangencia T y T', estacionando en V y marcando las distancias  $VT = VT'$  en las direcciones respectivas, V-A y V-E. Para poder hacer lo comentado en el párrafo anterior, es obvio decir que V ha de ser un punto accesible, pero puede darse el caso de que no lo sea, o simplemente que la longitud de las tangentes sea tal, que desaconseje el replanteo de los puntos de tangencia en función de la tangente,  $VT = VT'$ .

#### **2.2.6.3. Replanteo de los puntos de tangencia para caso de vértice inaccesible**

Según la figura de la página siguiente, supuesto el arco circular T-T', de radio R; disponemos en campo de las alineaciones A-V y V-E a las que es tangente dicho arco, pero V es inaccesible.

##### **Método operatorio**

Entramos en zona accesible de la recta A-V, situando en la misma, donde creamos conveniente, un punto tal que Q; hacemos lo mismo en la recta E-V situando otro punto S. El ángulo en V, puede ser dato conocido de proyecto, o podemos en principio ignorarlo. Estacionados en Q, medimos la distancia QS y visando A o V, medimos el ángulo en Q; estacionados en S, volvemos a medir la distancia SQ, para comprobar, y el ángulo en S, visando E o V.

En el triángulo Q.S.V se verificará que  $Q + S + V = 200g$ , por lo tanto,  $V = 200 - (Q+S)$ ; de esta forma obtenemos V, o comprobamos su valor si lo conocemos previamente .

Asimismo;

$$QS/\text{Sen}V = VQ/\text{Sen}S = VS/\text{Sen}Q$$

Donde todos los valores son conocidos a excepción de VQ y VS, los cuales podemos despejar:  $VQ = (QS * \text{Sen}S) / \text{Sen}V$ ;  $VS = (QS * \text{Sen}Q) / \text{Sen}V$ ;

De esta forma hemos conseguido posicionarnos con respecto a V. Como conocemos R y V;  $\alpha/2 = 100 - (V/2)$ , pudiendo calcular el valor de tangente  $VT = VT'$ :  $VT' = VT = R * \text{tg}(\alpha/2)$

Ahora bien, como hemos calculado QS y VS, podemos obtener las distancias de los puntos auxiliares Q y S a los puntos de tangencia T y T':  $QT = VT$  (calculado) – VQ (calculado)  $ST' = VT'$  (calculado) – VS (calculado).

A partir de Q, llevando la distancia Q.T. en dirección A, replantearíamos T; a partir de S, llevando la distancia ST' en dirección a E, replantearíamos T'.

#### 2.2.6.4. Cálculo de la cuerda.

Según la figura, y supuestas las mismas circunstancias del apartado anterior:

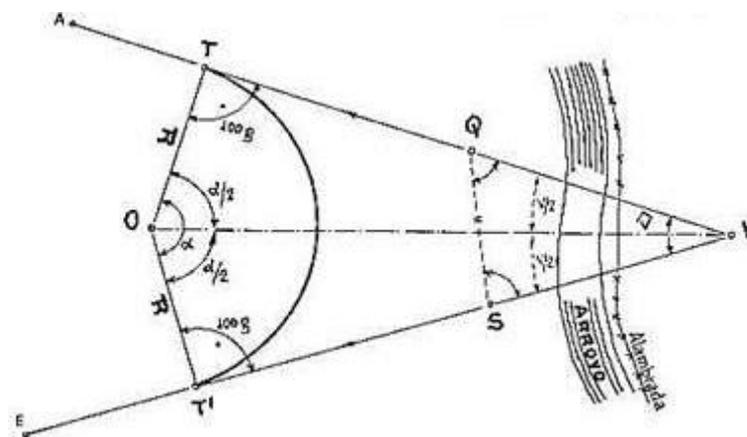


Figura 8. Cálculo de la cuerda  
Por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.31.

Dado el arco T-B-T' de radio R y ángulo en el vértice V; en el triángulo T.M.O, se verifica que  $(T-M) / R = \text{sen} (\alpha/2)$

$$TM = \text{Semi-cuerda}; \alpha/2 = (200-V)/2$$

$$TM = R * \text{Sen}(\alpha/2), \text{ por lo tanto, la cuerda } T-M-T' = 2 TM \text{ } T-M-T' = \text{Cuerda} \\ = 2*R*\text{Sen}(\alpha/2)$$

#### **2.2.6.5. Aplicación práctica a efectos de replanteo de cuerda**

Con independencia de la utilización de la cuerda a fin de calcular coordenadas absolutas de un punto cualquiera de una curva circular (como en su momento veremos), y de ser elemento básico para replantear puntos de curva de forma interna a partir de las tangentes, en función de su longitud y del ángulo que forma esta con la tangente, su más inmediata aplicación consistiría en la comprobación del exacto posicionamiento del punto de tangencia T', a partir de T, marcando en campo desde T el ángulo tangente-cuerda  $\alpha/2$  y la distancia T-M-T', que es la cuerda, a fin de comprobar que se obtiene el mismo punto, lo cual podemos hacerlo desde T hacia T', o desde T' hacia T.

#### **Cálculo de la flecha.**

Continuando con la misma figura y circunstancias anteriores:

$$\text{Flecha} = BM = R - MO; \quad MO = R * \text{Cos}(\alpha/2)$$

$$\text{Flecha} = BM = R - R * \text{Cos} (\alpha/2)$$

#### **2.2.6.6. Aplicación práctica a efectos de replanteo flecha**

La flecha B.M. nos puede permitir replantear el punto B de la bisectriz del arco a partir del punto medio M de la cuerda, ya que las coordenadas internas de

B con respecto a la cuerda T-M-T' son precisamente la abscisa = TM y la ordenada MB = flecha, por lo tanto, estacionando en M y marcando un ángulo recto, a la distancia MB ha de encontrarse B. Por otra parte, si proyectamos B ortogonalmente sobre la tangente T-V, el punto H será el pie de la perpendicular HB, resultando los triángulos T.H.B y B.T.M cuya igualdad es fácilmente demostrable, de tal forma que:

Abscisa de B sobre la tangente T-V = TH = TM = Semi-cuerda  
 Ordenada de B sobre la tangente T-V = HB = MB = Flecha  
 Lo que nos permite replantear B a partir de la tangente por abscisa y ordenada sobre la misma.

#### **Cálculo de la distancia al vértice V desde B.**

Continuando en la misma figura, otra forma de replantear B sería desde V, sería de la siguiente manera:

$$V.B. = O.V. - O.B.; \text{ pero } O.B. = R. \text{ y } O.V. * \text{Cos}(\alpha/2) = R;$$

$$O.V. = R/\text{Cos}(\alpha/2) \text{ por lo tanto, sustituyendo valores:}$$

$$\text{Distancia del vértice: } V.B. = (R/\text{Cos}(\alpha/2)) - R.$$

#### **2.2.6.7. Aplicación práctica a efectos de replanteo de vértices**

Estacionando en V y marcando el ángulo V/2, según la figura, a la distancia VB replantaríamos B.

En el caso de no ser V punto estacionable, podemos replantear B con las abscisas y ordenadas T.H. = T.M., H.B. = B.M. antes calculadas. Si V, la tangente T.-V. y la cuerda T.-M.-T.' no fueran estacionables, podemos adoptar la siguiente solución;

Según la figura, las cuerdas del semi-arco TB y BT' con iguales, luego  $T.B. = B.T.'$ , ahora bien,  $B.T.' = 2.R. * \text{Sen}(\alpha/4)$ , luego podemos calcular la cuerda TB. Estacionados en T y marcando  $\alpha/4$  a la distancia TB replantearíamos B.

### División de una curva circular

Según la siguiente figura, un arco de curva circular T-B-T' con tangentes VT. VT', podría, en su caso, resultar no apropiado proyectarlo con una longitud de tangentes como la indicada. Las razones que así lo desaconsejan son varias, tales como:

**Grandes longitudes en el diseño, y excesiva longitud de las tangentes,** en el caso de tener que efectuarse un replanteo interno por traza.

#### 2.2.6.8. Aplicación del método a efectos de replanteo radio

Según la figura:

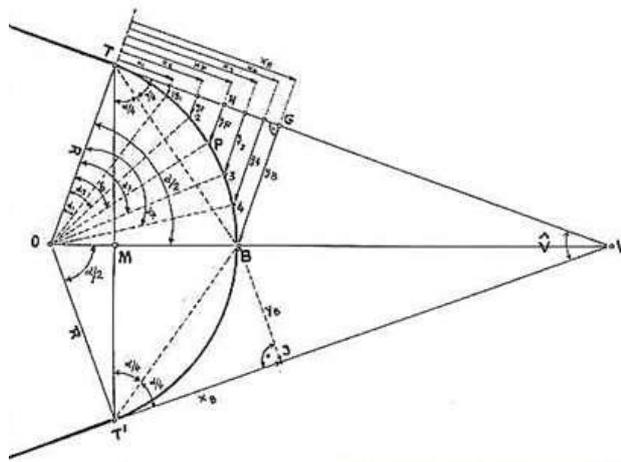


Figura 9. Aplicación del método a efectos de replanteo radio  
Por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.35.

Supuesto un arco TBT' con radio R, tangente en T y T' a las alineaciones rectas TV, T'V con ángulo central  $\alpha = 200 - V$ , en el que previamente hemos calculado sus elementos y hemos replanteado en campo sus tangentes T, T' y

su bisectriz B ; si deseamos replantear puntos de ese arco tales que 1, 2, P, 3, 4 y comprobar B, puntos determinados por sus desarrollos a la tangente 1-T, 2-T, P-T, 3-T, 4-T, B-T, o lo que es lo mismo, por sus ángulos centrales  $\alpha_1, \alpha_2, \delta, \alpha_3, \alpha_4, \alpha/2$ ; tan sólo habremos de aplicar las fórmulas anteriormente obtenidas para calcular sus abscisas sobre la tangente  $x_1, x_2, x_p, x_3, x_4, x_B$  y sus ordenadas sobre la tangente  $y_1, y_2, y_p, y_3, y_4, y_B$ , en función de sus ángulos centrales y del radio de la curva R. De esta forma y con estos valores, marcando desde T las abscisas en la recta TV, tal que  $x_p = TH$ , y estacionando posteriormente en los extremos de estas abscisas tal que, en H, donde elevamos la perpendicular correspondiente a la ordenada, tal que  $HP = y_p$ , podemos replantear cualquier punto de la curva, desde T a B, proceso que repetiríamos desde T' hacia B, sobre la tangente T'V.

### **Ventajas, inconvenientes y casos de aplicación**

Con independencia de una aplicación general a cualquier caso, aunque hoy en día existen métodos más rápidos en función del moderno instrumental, su mayor inconveniente radica en su lentitud, que exige de un estacionamiento por punto replantado, junto con todos los demás inherentes a un método por abscisas y ordenadas, aparte de que la tangente ha de ser estacionable en el tramo TG. Por otra parte su mayor ventaja radica en la sencillez del método que sólo precisa de medida de distancias y trazado de perpendiculares; de tal forma que cuando los arcos a replantear son pequeños o de ángulo central menor de  $6,3600g.$ , lo que supone pequeños valores de la ordenada y, el replanteo puede ser realizado con medios expeditos por personal no técnico, aparte de la posibilidad de un cálculo rápido de las ordenadas y en función de

las abscisas  $x$ , merced a la relación antes deducida  $y = x^2 / 2R$ , lo que permite densificar puntos de replanteo con precisión suficiente para ciertos casos.

Efectuando un replanteo por traza, está claro que el método es adecuado, siempre y cuando la zona cóncava de la curva no sea estacionable o carezca de visibilidad tal como se expresa en la figura:

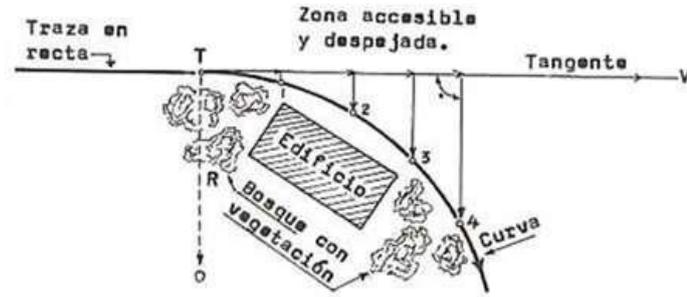


Figura 10. Ventajas, inconvenientes del replanteo radio  
Por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.35.

### 2.2.7. Por abscisas y ordenadas sobre la cuerda.

Según la figura:

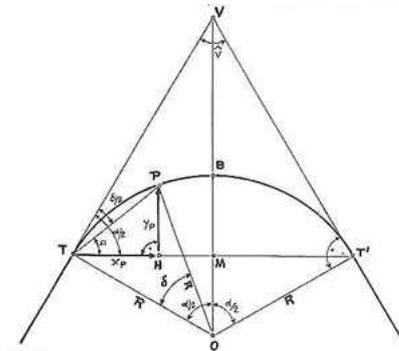


Figura 11. Por abscisas y ordenadas sobre la cuerda  
por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.35.

Supuesto un arco circular  $TBT'$ , con radio  $R$ , ángulo en el centro  $\alpha = 200 - V$ , tangente en  $T$  y  $T'$  a las alineaciones rectas  $T.V.$ ,  $T'V.$ , y considerando un punto genérico  $P$  de este arco, definido por su distancia en desarrollo a la tangente  $T$ , arco  $T.P.$  o por su ángulo central  $\delta$ , podemos proyectar  $P$  ortogonalmente sobre la cuerda  $T-M-T'$ , denominado:

$$TH = \text{Abscisa de P sobre la cuerda T-M-T}' = x.p$$

$$PH = \text{Ordenada de P sobre a la cuerda T-M-T}' = y.p$$

**Según el planteamiento primitivo, conocemos:**

El radio del arco R.

El ángulo central del arco  $\delta$  o su desarrollo T.P.

y lógicamente al estar definida la curva, el valor de sus elementos tal que

$$T.M.=M.T.' = \text{semicuerda} = R \cdot \text{Sen} (\alpha / 2).$$

Por lo tanto, podemos calcular la cuerda T.P.,  $T.P. = 2 * R * \text{Sen} (\delta/2)$

En T disponemos de tres ángulos,  $\delta/2$  en función del arco T-P,  $\alpha/2$  son conocidos por ser los datos determinantes del arco total de la curva y del punto

P y  $\Omega = \alpha/2 - \delta/2$ . Así pues, en el triángulo TPH se verificará que:

$$T.H. = x.p. = T.P. * \text{Cos}\Omega$$

$$H.P. = y.p. = T.P. * \text{Sen}\Omega$$

### 2.2.7.1. Aplicación del método a efectos de replanteo

Supuesto un arco T.-P.-B.-T.' como el de la figura y un punto cualquiera P. de dicho arco

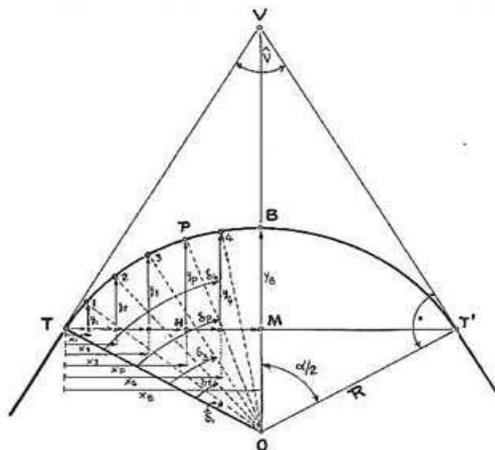


Figura 12. Aplicación del método a efectos de replanteo por abscisas  
Por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.36.

definido por su desarrollo T-P o su ángulo central  $\delta$ , aplicando las fórmulas anteriores deducidas podremos calcular su abscisa  $x_p$  y su ordenada  $y_p$  sobre la cuerda TMT', lo que nos permite replantear el punto P a partir del punto de tangencia T, llevado desde T la longitud TH =  $x_p$  para una vez situado H, elevar desde este la perpendicular HP =  $y_p$ ; para ello, lógicamente, habremos de haber calculado previamente los elementos del arco T-P-B-T' y replanteados sus puntos de tangencia T, T'. Del mismo modo que podemos calcular TH =  $x_p$ , también podemos calcular T'-M-H, esto es, la abscisa desde el punto de tangencia T', de tal forma que T'MH = (Cuerda T-T') - TH.

Aplicando este método, y según la figura de la página anterior, podemos organizar el replanteo de puntos de un arco T-B-T' en función de sus abscisas y ordenadas sobre la cuerda para puntos tales que 1, 2, 3, P, 4, B, definidos por sus ángulos centrales  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_p, \delta_4, \alpha/2$ , o por sus desarrollos T-1, T-2, T-3, TP, T-4, T-B, marcando sobre la cuerda las abscisas  $x_1, x_2, x_3, x_p, x_4, x_B = TM$  y las ordenadas  $y_1, y_2, y_3, y_4, y_B = BM$ .

Se hace notar que los valores de  $x_B$  e  $y_B$  se corresponden con los de la semi-cuerda TM y la flecha BM del arco total T-P-B-T'.

### Ventajas, inconvenientes y casos de aplicación

Según la figura:

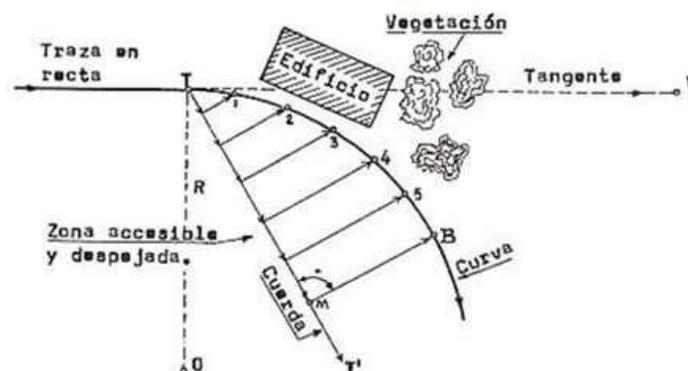


Figura 13. Ventajas, inconvenientes y casos de aplicación en replanteo  
Por Pardiñas García, 2011, Manual para replanteo, p.36

El método adolece de las ventajas e inconvenientes, ya sabidos y comentados anteriormente para este sistema por abscisas y ordenadas, siendo adecuado para aquellos casos en los que la zona convexa de la curva no es accesible o carece de visibilidad, siendo también apropiado, para el replanteo de obras de fábrica que precisen de una gran densificación de puntos a replantear, tal como muros de hormigón.

#### **2.2.8. El replanteo topográfico con estación total**

Una estación total se trata de una herramienta que utilizan los topógrafos en numerosas ocasiones para realizar ciertas mediciones que les proporcionarán las coordenadas necesarias en el replanteo de los planos. He aquí el motivo por el cual, cuando hablamos de replanteo de precisión, se hace necesaria la presencia e intervención de este aparato electrónico.

Pero entonces ¿puede realizarse un replanteo topográfico sin estación total? Claro que sí, pero no puede llevarse a cabo en grandes proyectos, ya que la envergadura de tales construcciones implica que la tarea se lleve a cabo, como hemos explicado, con precisión. El replanteo topográfico se realizará justo al inicio de la obra, por tanto, el topógrafo necesitará replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz, y cálculo de azimut y distancias. El instrumento realiza la medición del ángulo a partir de marcas realizadas en discos transparentes llamados prismas.

Las lecturas de distancias se realizan mediante una onda electromagnética portadora de distintas frecuencias que rebotan en un prisma ubicado en un punto a medir y regresa, tomando el instrumento el desfase entre las ondas.

En este caso se trata de una herramienta que utilizan los topógrafos en numerosas ocasiones para realizar ciertas mediciones que les proporcionarán las coordenadas necesarias en el replanteo de los planos. He aquí el motivo por el cual, cuando hablamos de replanteo de precisión, se hace necesaria la presencia e intervención de este aparato electrónico.

### **2.2.9. Punto geodésico**

Un punto geodésico es una señal informativa permanente que podemos encontrar en el campo, que nos indica la altura exacta de ese punto sobre el nivel del mar, y que forma parte de una red de triángulos cuyas coordenadas se han calculado con la mayor precisión posible. La red de triángulos es de carácter planetario. Todo el globo está comunicado a través de puntos geodésicos, que además se basan en el mismo sistema de coordenadas.

Un punto geodésico es una construcción monumentada que sirve para referenciar exactamente una posición geográfica. Mediante la triangulación de vértices geodésicos se pueden construir mapas topográficos tanto nacionales como regionales.

### **2.2.10. Clasificación de los puntos geodésicos:**

Según la (Norma Técnica Geodesia, 2015) el objetivo es uniformizar en un marco de referencia geodésica para todos los trabajos de georreferenciación estarán referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional REGGEN Estos puntos geodésicos se clasifican de la siguiente manera :

#### **2.2.10.1. Punto geodésico orden “0”**

Según la (Norma Técnica Geodesia, 2015) “Este punto de orden 0 es considerado a nivel continental, y están destinados para estudios sobre deformación regional y global de la corteza terrestre y se exige una precisión de 4 milímetros”. (pág.38)

#### **2.2.10.2. Punto geodésico orden “A”**

Según la (Norma Técnica Geodesia, 2015) “Este punto de orden A destinado para trabajos donde se requiera establecer el sistema geodésico de referencia continental básico, a levantamientos sobre estudios de deformación local de la corteza terrestre y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 6 milímetros”. (pág.39)

#### **2.2.10.3. Punto geodésico orden “B”**

Según la (Norma Técnica Geodesia, 2015) “Este orden se destina a levantamientos de densificación del sistema geodésico de referencia nacional, conectados obligatoriamente a la red básica todos los trabajos de ingeniería de alta precisión que se requiera una precisión a un nivel máximo de 8.00 milímetros. Estos trabajos que realicen dentro de esta clasificación deben integrarse a la red geodésica básica nacional y ajustarse junto con la misma”. (pág.41)

#### **2.2.10.4. Punto geodésico orden “C”**

Según la (Norma Técnica Geodesia, 2015) “Este tipo de orden está destinado al establecimiento de control suplementario en áreas urbanas y rurales para el

apoyo del desarrollo de los proyectos básicos de ingeniería y de desarrollo urbano y rural, así como a trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 10.00 milímetros”. (pág.42)

#### 2.2.10.5. Puntos de apoyo (PFCH)

Según la (Norma Técnica Geodesia, 2015) “la característica de estos puntos geodésicos de orden “C” se recomienda que no se realicen su monumentación y se destinarán a los puntos de foto control de trabajos básicos de ingeniería en áreas urbanas y rurales con un nivel de precisión de estos puntos no superen a los 10.00 milímetros”. (pág.43)

#### 2.2.11. Red geodésica:

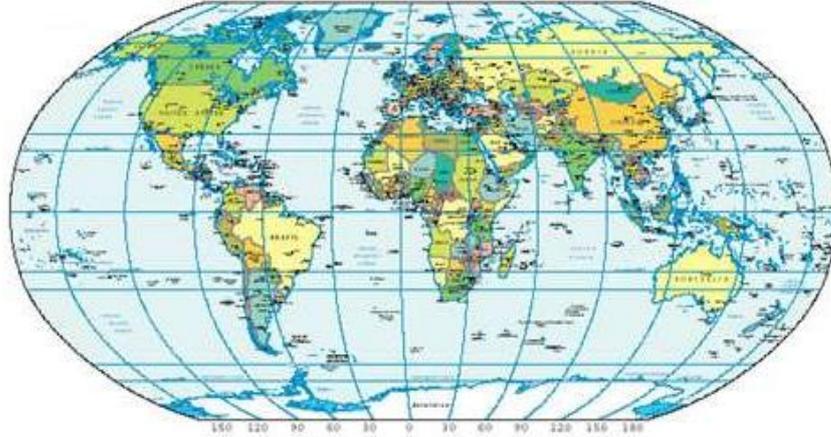
Según lo expresado por (Muñoz, 2015) viene a ser “es un determinado grupo de puntos denominados vértices y los mismo que son ubicados físicamente sobre el terreno dentro de estos se determinan los controles de vigilancia geodésicas, con los objetivos de determinar una precisión tanto en términos absolutos y los relativos”. (pág.102)



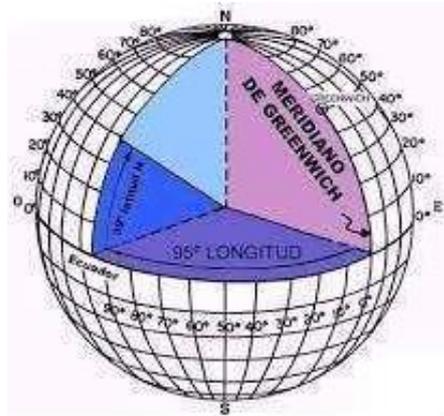
Figura 14. Red geodésica nacional GPS  
Tomando de “la Cartografía del Perú” [digital] <https://www.slideshare.net/kENnYpreZide/08-exposicion-ign-2013-ii página/49>

### 2.2.11.1. Coordenadas geográficas

Son aquellas que se determinan en dos ejes: los meridianos, se establecen de manera vertical con relación a la superficie, midiendo la longitud este y oeste.



*Figura 15. Representación de las coordenadas geográficas*  
*Fuente: Ignacio A. Fernández Coppel, Universidad de Valladolid, España, 2001.*



*Figura 16. Distribución de Meridianos*  
*Fuente: Ignacio A. Fernández Coppel, Universidad de Valladolid, España, 2001.*

### 2.2.11.2. Los Paralelos

Se establecen de manera horizontal con relación a la superficie, midiendo la latitud de norte y sur, Fuente: Ignacio A. Fernández Coppel, Universidad de Valladolid, España, 2001.

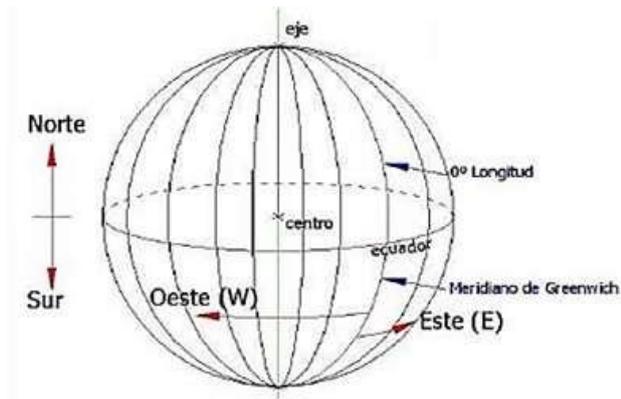


Figura 17. Paralelos  
Fuente: Ignacio A. Fernández Coppel, Universidad de Valladolid, España, 2001.



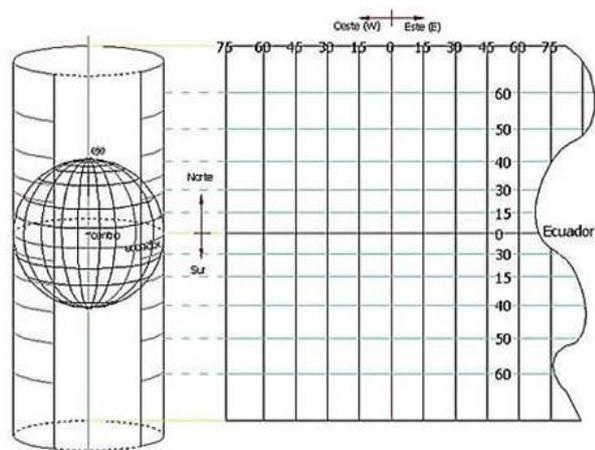
Figura 18. Meridianos y Paralelos.  
Fuente: Ignacio A. Fernández Coppel, Universidad de Valladolid, España, 2001.

### 2.2.12. Coordenadas o proyección UTM

Esta proyección es la más fiable, ya que conserva el valor de los ángulos y fácil de medir las distancias cortas, pero estas se distorsionan cuando el punto se aleja del tangencial de la esfera cilíndrica. Los paralelos y meridianos, en esta proyección lo veremos en líneas cuadrículas.

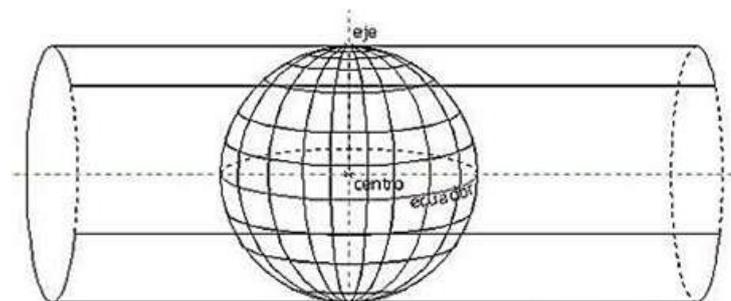
Según el Instituto Geográfico Nacional (2015), las Coordenadas o Proyección UTM “Son las que resultan de proyectar la superficie del elipsoide sobre un plano.

Los puntos proyectados son designados por la coordenada X o NORTE y la coordenada Y o ESTE, medidas sobre los ejes perpendiculares trazados a partir de un origen definido convencional de distintas maneras, según sea el sistema de proyección elegido” (pág. 14). Según, Fernández (2001), indica que “el sistema de proyección UTM, toma como base la proyección MERCATOR, sin embargo, la posición del cilindro de proyección es transversal respecto a la tierra”. (pág. 23).



*Figura 19. Proyección Mercator.*

*Fuente: Ignacio A. Fernández Coppel, Universidad de Valladolid, España, 2001.*



*Figura 20. Proyección UTM*

*Fuente: Ignacio A. Fernández Coppel, Universidad de Valladolid, España, 2001.*

El sistema de proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), está dividida por 60 Zonas o Usos, de las cuales el Perú se encuentra entre la zona 17, 18 y 19, teniendo una longitud de 6° cada una, también está dividida en 20 bandas

representadas en letras, de las cuales el Perú se encuentra en la banda M, L y K, teniendo una longitud de 8° cada una.

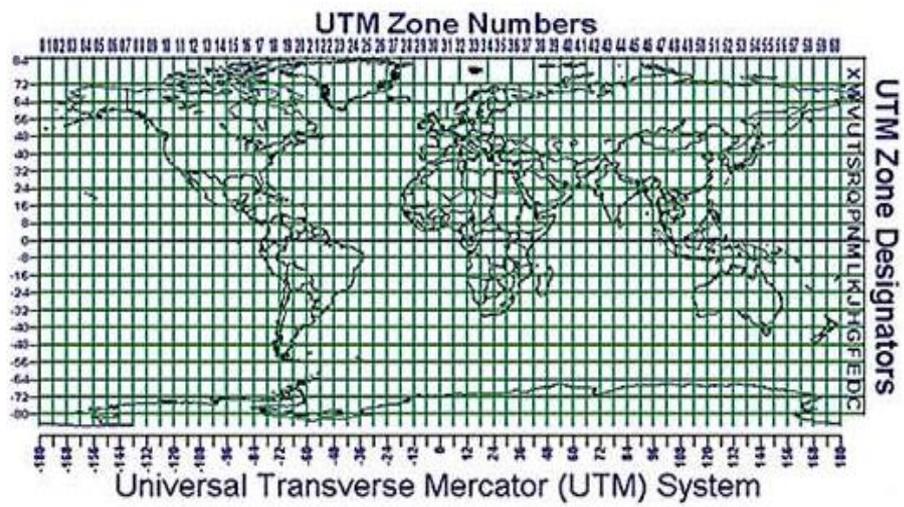


Figura 21. Zonas y Bandas de la Protección (UTM)  
Fuente: David, Córdor García, Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.



Figura 22. El Perú abarca 3 Zonas: 17, 18 y 19  
Fuente: Jorge Mendoza Dueñas, topografía técnica modernas, 2018.

### 2.2.13. Geodesia

La geodesia, es la ciencia que tiene como fin principal la determinación de la figura de la Tierra, el posicionamiento de puntos sobre la superficie física terrestre y el estudio del campo de la gravedad externo del planeta (Benavidez Sosa, 1999).

#### 2.2.13.1. Geoide

Es la superficie física equipotencial del campo de gravedad terrestre que mejor ajusta al nivel medio del mar local o globalmente (del Bianco, 2006). Se puede ver como la continuación ideal de los mares en reposo y es una superficie tal que sirve de referencia en la medición de elevaciones además de determinar la vertical de un punto sobre la superficie de la Tierra.

Debido a la heterogeneidad de la Tierra la forma del geoide es irregular, además presenta una formulación matemática compleja, por esto se buscan figuras matemáticas más sencillas que la representen.



Figura 23. Diferencias entre elipsoide y geoide  
Fuente: Jorge Mendoza Dueñas, topografía técnica modernas, 2018.

### 2.2.13.2. Elipsoide

Es una superficie engendrada por la rotación de una elipse alrededor de su eje menor. Esta elipse está definida por su semieje menor coincidente con la distancia del centro de la tierra a los polos y el semieje mayor por la distancia del centro de la tierra al ecuador. El elipsoide es la superficie matemática que mejor describe al geoide. A lo largo de la historia se han calculado distintos elipsoides y los datos necesarios para definirlo en geodesia son su semieje mayor ( $a$ ), semieje menor ( $b$ ) y el inverso de su aplanamiento ( $1/f$ ) definido como:  $1/f = a/(a-b)$

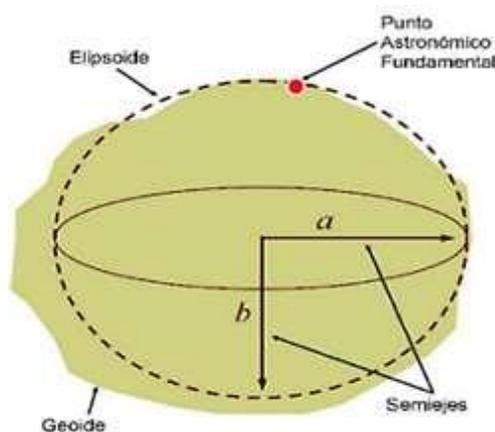


Figura 24. Elipsoide datos de referencias  
Tomado de "Geodesia Conceptos básicos" curso virtual (2015) [digital]. Recuperado de <http://eduvirtual/gnss.org/?/pág./93>

### 2.2.13.3. Alturas

Para localizar un punto arbitrario en el espacio es necesaria una tercera coordenada: la elevación o altitud. Esta se mide de forma normal a la superficie de referencia (geoide o elipsoide). Así, los desniveles respecto al geoide se miden en la dirección vertical, aunque en rigor esto introduce un pequeño error debido a que las superficies equipotenciales del campo gravitatorio–centrífugo no son paralelas. (Goizueta).

- **Altura Optométrica**

Las alturas ortométricas (H) se pueden entender como la distancia medida sobre la vertical (perpendicular al geode) del lugar, entre el punto sobre la superficie topográfica y el geode (Pérez Rodino).

- **Altura Elipsoidal**

Las alturas elipsoidales (h) representan la separación entre la superficie topográfica y el elipsoide, medida sobre la normal (perpendicular al elipsoide) del lugar (Pérez Rodino).

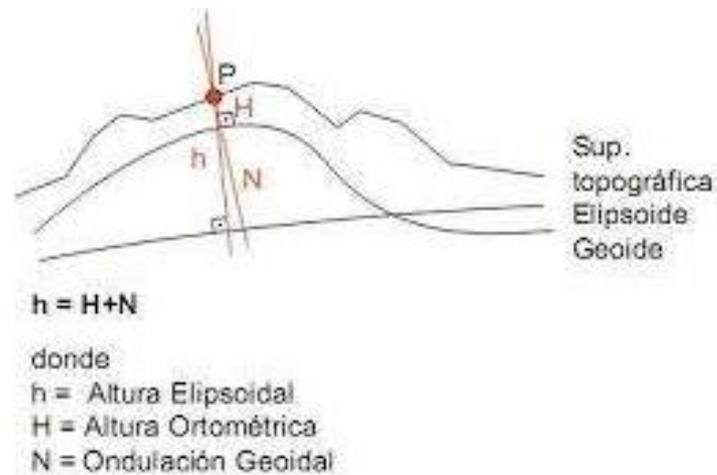


Figura 25. Altura elipsoidal, ortométricas y desviación relativa de la vertical  
 Tomado de "Geodesia Conceptos básicos" curso virtual (2015) [digital]. Recuperado de  
<http://.eduvirtual/gnss.org/? /pág./92>

El sistema de alturas elipsoidales es definido geoméricamente siendo independiente del campo de la gravedad. Globalmente, las alturas elipsoidales son determinadas por métodos satelitales (por ejemplo, G.P.S.) con precisiones métricas, mediante observaciones simultáneas y la utilización de modelos geoidales, las diferencias de alturas pueden ser obtenidas, con esta técnica, con una precisión de 1 a 10 cm. (Villaluenga y Betancur, 2009).

Considerando la no coincidencia entre la normal y la vertical, queda determinada la desviación relativa de la vertical ( $\Phi$ ), como el ángulo determinado entre la normal al elipsoide y la vertical del lugar (Pérez Rodino). La relación existente entre las alturas definidas y la desviación relativa de la vertical, definen la ondulación del geoide (N) mediante la siguiente expresión:

$$N = h - H * \cos (\varphi)$$

#### **2.2.13.4. Redes de apoyo**

Las Redes Geodésicas consisten básicamente en una serie de puntos distribuidos por toda la superficie de un país, un estado o un municipio, formando una malla de triángulos, en los cuales, tras un proceso de cálculos, se conocen sus vértices, a los que se le denominan vértices geodésicos.

Las Redes Geodésicas constituyen los cimientos sobre los que se apoyan multitud de disciplinas tanto científicas como técnicas de las más diversas índoles. Son imprescindibles para el estudio teórico de la forma y figura de la tierra, objetivo principal de la Geodesia, así como para el planteamiento, diseño y ejecución de cualquier tipo de infraestructuras como por ejemplo levantamientos topográficos, fotogramétricos, Geodésicos, Cartográficos, Marítimos, etc.). Así es que surgen redes de apoyo para obras viales, por ejemplo, topográficas y/o geodésicas apoyadas en estas Redes Geodésicas. Son redes de puntos materializados en el terreno que servirán como apoyo de las operaciones tanto de replanteo como de levantamiento de una obra. Estas redes se clasifican según la densidad de puntos de la red, la calidad de las observaciones que definen estos puntos y la zona donde la red intervendrá. Así es que se clasifican en Redes Primaria o de primer orden cuyo uso se reserva

para trabajos de alta precisión en las etapas de estudio y construcción. Las Redes Secundarias o de segundo orden las que sostienen proyectos de trazados de caminos o carreteras. Las Redes Terciarias básicamente se emplean para densificar las Redes de órdenes anteriores.

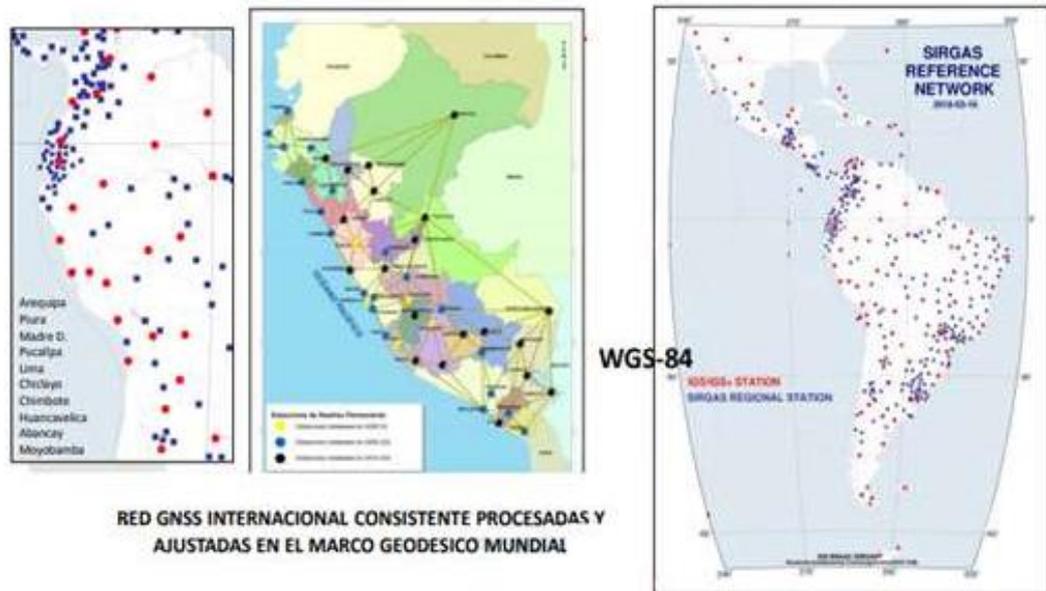


Figura 26. Redes de apoyo geodésica nacional y américa  
Tomado de "IGN del Perú" consideraciones (2015) [digital]. Recuperado de <http://igns.org/?/pág./92>

#### 2.2.14. Teoría de errores

Medir es el conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud física. Implica comparar cierta magnitud con su unidad (patrón), con el fin de averiguar cuantas veces la primera contiene a la segunda. La medida, en la práctica, se encuentra siempre afectada de un error, ya que nunca se conoce el verdadero valor de una dimensión. Además, el error exacto que se comete en cualquier medida es siempre desconocido. Las operaciones de agrimensura buscan alcanzar un modelo matemático que represente la realidad y minimizar los errores cometidos.

Los errores se pueden clasificar en tres tipos: groseros o equivocaciones, sistemáticos y aleatorios. Los primeros se deben a fallas en procedimientos o descuidos y una vez detectados se deben descartar. Los errores sistemáticos son los que cumplen con una ley específica, siempre influyen en el mismo modulo y sentido. Una vez detectados se pueden corregir. Por último, los errores aleatorios son intrínsecos al proceso de medición, se producen al azar y no se puede determinar el sentido o magnitud del mismo. Estos errores se pueden modelar y ajustar por procesos estadísticos.

A su vez, es necesario definir algunas características de las medidas como son:

- **Precisión:** Grado de conformidad que presenta la serie de medidas entre sí.
- **Exactitud:** Grado de conformidad que presenta la serie de medidas en relación al verdadero valor.
- **Incertidumbre:** Entorno alrededor de un valor estimado en donde existe determinada probabilidad de que se encuentre el verdadero valor de la magnitud. (Martínez, 2007).

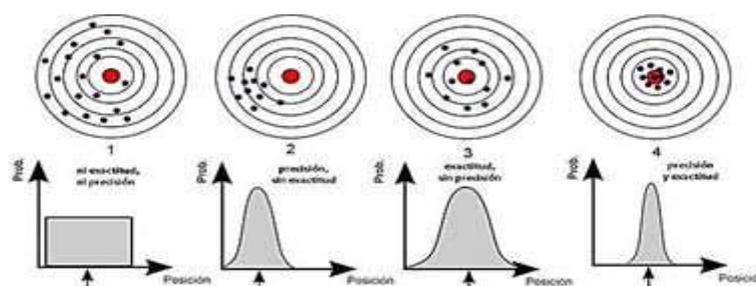


Figura 27. Diferencias entre precisión y exactitud  
 Tomada de "rincón de la ciencia" [www.e-medida.es/documentos/Numero-1/exactitud-no-es-lo-mismo-que-precision.htm](http://www.e-medida.es/documentos/Numero-1/exactitud-no-es-lo-mismo-que-precision.htm)

El resultado de toda medición siempre tiene cierto grado de incertidumbre. Esto se debe a las limitaciones de los instrumentos de medida, a las condiciones

en que se realiza la medición, así como también, a las capacidades del experimentador. Es por ello que para tener una idea correcta de la magnitud con la que se está trabajando, es indispensable establecer los límites entre los cuales se encuentra el valor real de dicha magnitud. La teoría de errores establece estos límites (Félix González Pérez, 2006).

La propagación de errores es el cálculo de errores e incertidumbres ocasionados en las medidas indirectas. Las medidas indirectas son magnitudes que se calculan a partir de los valores encontrados en las medidas de otras magnitudes (Zúñiga Román, 2003). Por ejemplo, el error cometido en el cálculo de coordenadas (x, y) de un punto que es medido con un instrumento topográfico, se calcula mediante propagación a partir de los errores cometidos en la medición de ángulo y distancia. La metodología de relevamiento topográfico más empleada habitualmente es la poligonación, por lo que a continuación se desarrollara la propagación de errores cometidos en el cálculo de las coordenadas de un vértice utilizando este método.

Partiendo de un vértice cuyas coordenadas (X.E., Y.E.), así como el error de las mismas ( $\sigma X_e$ ,  $\sigma Y_e$ ) son conocidas, y se mide ángulo (A.z.) y distancia (d) a otro vértice para obtener así sus coordenadas, se pueden determinar el error cometido en X e Y, mediante la función:

$$X = X.E. + d \cdot \text{seno } A.z.$$

$$Y = Y.E. + d \cdot \text{coseno } A.z.$$

Al mismo tiempo se puede determinar el error en la determinación del acimut de cada línea formada entre vértices de la poligonal y de cada vértice a cada punto relevado.

A continuación, se exponen las fórmulas para el cálculo del error acimutal de cada línea de la poligonal.

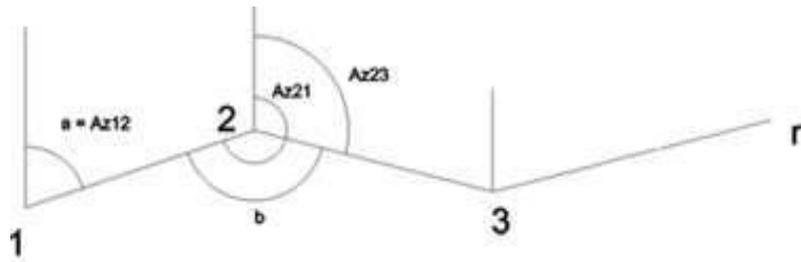


Figura 28. Propagación acimut en poligonación  
 Tomado de "Geodesia Conceptos básicos" curso virtual (2015) [digital]. Recuperado de  
<http://.eduvirtual/gnss/.org/? /pág./101>

### 2.3. Definición de términos

- **Altimetría:** estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada punto respecto de un plano.
- **Apreciación:** es el valor de la mínima graduación de un instrumento de medición.
- **Azimut:** ángulo formado entre una línea y un meridiano.
- **Ajuste angular:** es el que se produce cuando los elementos de puntería no están correctamente enrasados
- **Cenit:** con origen en el centro de la Tierra, lugar al que apunta el vector normal a la superficie terrestre en un punto de observación.
- **Coordenada:** cantidad usada para definir una posición en un sistema de referencia.
- **Cota:** altitud asociada a un punto conocido.
- **Discrepancia:** denota la diferencia entre 2 o más observaciones.
- **Datum:** sistema geométrico de referencia empleado para expresar numéricamente la posición geodésica de un punto sobre el terreno.

- **Elipsoide:** es una superficie curva cerrada cuyas tres secciones ortogonales principales son elípticas, es decir, son IV originadas por planos que contienen dos ejes cartesianos.
- **Error lineal:** se puede definir como la distancia existente entre el punto inicial y el final de la poligonal una vez compensado el error de cierre angular, y se obtiene a partir de las proyecciones ortogonales de cada uno de los lados del polígono.
- **Error angular:** se produce cuando los elementos de puntería no están correctamente enrasados, centrados o una combinación de ambas. Si hablamos de miras abiertas, la parte superior del punto de mira no está a la misma altura de la parte superior del alza.
- **Error máximo permitido:** valor extremo del error de medida, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medida dado.
- **Exactitud:** se denomina exactitud a la capacidad de un instrumento de acercarse al valor de la magnitud real.
- **Fuerza gravitatoria terrestre:** La gravedad es un fenómeno natural por el cual los objetos con masa son atraídos entre sí, efecto mayormente observable en la interacción entre los planetas, galaxias y demás objetos del universo.
- **Geo-posicionamiento:** por posicionamiento entiende la determinación en el espacio de objetos móviles o estacionarios. Estos objetos pueden ser determinados de las formas siguientes: 1.- En relación a un sistema de coordenadas, generalmente tridimensional. 2.- En relación a otro punto, tomando uno como origen de un sistema de coordenadas locales.

- **Latitud:** es la distancia angular entre el ecuador y un punto determinado del planeta, medida a lo largo del meridiano en el que se encuentra dicho punto angular. Se abrevia con lat. La latitud se discrimina en latitud Norte y latitud Sur según el hemisferio.
- **Longitud:** es un concepto métrico definible para entidades geométricas sobre las que se ha definido una distancia
- **Levantamiento:** conjunto de operaciones ejecutadas sobre el terreno, con los instrumentos adecuados, el levantamiento topográfico necesita una serie de mediciones y triangulaciones, que luego nos permitirá la elaboración del Plano de ese lugar, terreno o solar.
- **Perfil Longitudinal:** Se utiliza para representar el relieve o accidente del terreno a lo largo de un eje longitudinal.
- **Medir:** consiste en determinar la magnitud y dimensión de las distancias y ángulos en el campo para llevarla a un plano.
- **Mediciones Estáticas con post-proceso:** son sistema que permite el posicionamiento con distintos métodos de observación, de acuerdo a la instrumentación, a la exigencia de precisión y a la técnica de proceso de los observables
- **Monumentar:** colocación de referencias de carácter permanente en el terreno.
- **Método de triangulación:** consiste en determinar las coordenadas de una serie de puntos distribuidos en triángulos partiendo de dos conocidos que definen la base.
- **Precisión:** se denomina precisión a la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones o de dar el resultado deseado con exactitud

- **Pendiente:** ángulo entre la línea normal a la superficie del terreno y la vertical.
- **Poligonal de apoyo:** El uso de poligonales es uno de los procedimientos topográficos más comunes. Se usan generalmente para establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles y elaboración de planos.
- **Presión atmosférica:** es la fuerza por unidad de superficie que ejerce el aire que forma la atmósfera sobre la superficie terrestre. El valor de la presión atmosférica sobre el nivel del mar es de  $101\,325\text{ Pa}^2$
- **Proyección:** conjunto de transformaciones métricas definidas para representar la superficie de la Tierra sobre un plano.
- **Puntos de control topográfico:** punto topográfico, no es más que un lugar, una parte que es fácilmente observable en la tierra.
- **Trazar:** consiste en tomar valores de distancias y ángulos de un plano, para luego llevarlas al campo y con los cuales se ubican los puntos.
- **Tolerancia:** El límite permitido (s) de la variación de un objeto.
- **Vértice:** El punto de intersección de las líneas o el punto opuesto a la base de una figura.

#### 2.4. Bases legales

Para el desarrollo de la presente investigación se consideró las siguientes normativas:

- Ley N° 28294 sistema geodésico oficial red geodésica nacional red geodésica horizontal red geodésica vertical monumentación de puntos geodésicos validación y certificación de puntos geodésicos.

- Resolución Jefatural N°079-2006-IGN/OAJ/DGC establecen el sistema geodésico oficial conformado por la red geodésica horizontal oficial y la red geodésica vertical oficial, como sistema de referencia único a nivel nacional.
- Glosario de términos de uso frecuente en los proyectos de infraestructura vial (MTC, 2018).

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

La diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, comprende la precisión sobre el terreno, durante el periodo de ejecución y también evidencia diferencias sobre presupuesto general de la obra.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

- a) La diferencia en la precisión del replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, es considerable para este tipo de proyectos.
- b) La diferencia en el control topográfico durante la ejecución del replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, radica en la generación del error acumulativo superior a los parámetros admisibles.
- c) La variación que existe en el presupuesto general de obra con la utilización del replanteo topográfico con y sin punto de control geodésicos en la provincia de Huancayo, en el tramo de estudio es superior el 1%.

### 3.3. Variables

#### 3.3.1. Definición conceptual de las variables

##### 3.3.1.1. Variables:

- **Replanteo topográfico de una carretera sin puntos geodésicos:** Es la materialización en el espacio de forma adecuada e inequívoca de los puntos básicos que definen gráficamente un proyecto vial.
- **Replanteo topográfico de una carretera con puntos geodésicos:** Es la materialización en el espacio de forma adecuada e inequívoca de los puntos en referencia a la superficie de la tierra.
- **Control topográfico sobre el terreno:** Es el proceso de medir y definir la contabilidad del terreno para las dimensiones de la obra de ingeniería civil.
- **Control topográfico en ejecución de una carretera:**  
Es el proceso de medir y controlar el eje vial y sus componentes de la carretera.
- **Valor referencial de la obra:** Es el presupuesto total que abarca los costos directos e indirectos.

### 3.3.2. Definición operacional de las variables

Tabla 1

Definición operacional de las variables

Concepto	Dimensiones	Definición
¿Qué diferencia existe entre el replanteo topográfico de una carretera sin puntos geodésicos	Replanteo topográfico de una carretera sin puntos geodésicos	Para esta investigación se consideró de la carretera JU-108 tramo Palian – Vilcacoto.
topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, 2020?	Replanteo topográfico de una carretera con puntos geodésicos	Para esta investigación se consideró de la carretera JU-108 tramo Palian – Vilcacoto. Con puntos de apoyo al inicio y finalización del tramo en estudio
	Replanteo topográfico	Se utilizara parámetros como el eje vial y el área total de la carretera

Fuente de elaboración propia

### 3.3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 2.

Operacionalización de variables.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala
Replanteo topográfico de una carretera sin puntos geodésicos	Coordenadas de geolocalización	Latitud	Grados
		Longitud	Grados
	Tolerancias admisibles	exactitud	Milímetros
		Precisión	Milímetros
Replanteo topográfico de una carretera con puntos geodésicos	Coordenadas geodésicas	Latitud	Grados
		Longitud	Grados
Replanteo topográfico de una carretera con puntos geodésicos	Factor de alteración de las coordenadas	Presión atmosférica	$PA = \frac{\text{Peso de la columna de aire}}{\text{unidad de superficie}}$
		Fuerza gravitatoria terrestre	$\frac{G Mm}{d^2}$
Control topográfico sobre el terreno	Precisión del equipo topográfico	Error lineal	Metros
		Error angular	Grados
	Desfase de coordenadas	Errores máximo permisibles	Por Escala
Control topográfico en ejecución de una carretera	Precisión del equipo topográfico	Error lineal	Metros
		Error angular	Grados
	Desfase de coordenadas	Errores máximo permisibles	Por Escala
Valor referencial de la obra	Costo Unitario	$\sum(MO+EQ+HR+MT) \times m^2$	(S/.) soles

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método investigación**

Esta investigación utilizó los métodos deductivo - inductivo, a fin de manejar apropiadamente la información obtenida en el desarrollo de la investigación, y que están referidas a las variables de estudio, debido a que se obtendrán resultados a partir de los replanteos topográficos con y sin puntos geodésicos los mismo que se obtendrán en campo y con un procesamiento en gabinete, los mismos que permitirán generalizar en todo el proyecto.

La presente investigación estuvo guiada de la misma manera por el método científico, de acuerdo a los expresado (Del Cid, Méndez, & Sandoval Recinos, 2007) este método posee un conjunto de procedimientos para plantear problemas científicos y proponer hipótesis, los cuales son corroborados posteriormente mediante evidencia concreta.

El procedimiento del método científico inicia con la observación, seguido del planteamiento del problema, formulación de hipótesis, la experimentación y termina en las conclusiones.

#### **4.2. Tipo de investigación**

Esta investigación fue de tipo aplicada, porque se aplicará métodos conocidos que se utilizaran en la obtención de datos de campo con el replanteo topográfico con y sin puntos de control geodésico, utilizando una estación total y en ambos casos para encontrar la compatibilidad con el expediente técnico del

“Mejoramiento de la Ruta Departamental JU-108, Tramo: Palian-Vilcacoto-Acopalca-Abra-Huaytapallana-Pariahuanca. Provincia de Huancayo – Junín”.

En relación a la base teórica según (Del Cid, Méndez, & Sandoval Recinos, 2007) existen dos tipos de investigación, la aplicada y la básica, la primera enfocada en aplicar los conocimientos existentes para solucionar problemas; bajo este marco la presente investigación será del tipo aplicada, pues se aplicará el conocimiento para la comparación de los dos replanteos topográficos.

#### **4.3. Nivel de investigación**

Esta investigación fue descriptivo comparativo, porque se encarga de especificar propiedades, características y rasgos importantes de un replanteo topográfico con y sin puntos geodésicos, antes y durante la ejecución de la obra vial donde la obtendremos, datos para comparar y analizar, de manera que se describa las desventajas entre la omisión de no instalar puntos de control geodésico, para obtener el grado de significancia entre las variables identificadas, además, se busca comparar y poner en evidencia las diversas eventualidades que ocurren durante el proceso de ejecución de la obra vial y la variación en el presupuesto general.

La investigación descriptiva comparativa consiste en recolectar muestras con el propósito de observar el comportamiento de una variable, tratando de controlar estadísticamente otras variables que se considera pueden afectar la variable estudiada variable dependiente. (Del Cid, Méndez, & Sandoval Recinos, 2007).

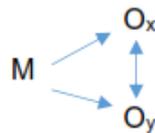
#### **4.4. Diseño de investigación**

Esta investigación tuvo un diseño no experimental, porque no se realizó ninguna manipulación deliberadamente a las variables y principal mente se basa

en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos en nuestro caso la comparación de los replanteos topográficos,

El diseño no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes.

Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Como señala (Del Cid, Méndez, & Sandoval Recinos, 2007), para una mejor comprensión se grafica en el siguiente modelo a continuación:



En donde:

- $O_x$  es la variable: replanteo topográfico con puntos.
- $O_y$  es la variable: replanteo topográfico sin puntos
- M: muestra (representada por el tramo Palian hasta Vilcacoto de 2.3 km)

## 4.5. Población y muestra

### 4.5.1. Población

Esta investigación su población estuvo comprendida por el proyecto de mejoramiento de la ruta departamental JU-108, tramo: Palian-Vilcacoto-Acopalca-Abra-Huaytapallana-Pariahuanca, Provincia de Huancayo departamento de Junín, que comprende 80,465 km.

Según (Carrasco,2005), define población como conjunto de todos los elementos que forman parte del espacio territorial al que pertenece la muestra

el problema de infestación y poseen características mucho más concretas que el universo.

#### **4.5.2. Muestra**

Esta investigación su muestra fue no probabilística, tuvo un muestreo que fue conveniencia, y se tuvo un criterio de exclusión, por tener solo acceso a esta etapa del proyecto vial, donde para el caso esta investigación, se utilizó el tramo de Palian-Vilcacoto que comprende 2.3 km.

Según carrasco (2005, p. 243), “el investigador selecciona sobre la base de su propio criterio las unidades de análisis”

Según Carrasco (2005, p. 238), define muestra como “fragmento representativo de la población, que debe poseer las mismas propiedades y características de ella”.

#### **4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En esta investigación se llegó a recolectar datos de los levantamientos y replanteos topográficos, en referencia a los puntos geodésicos, y de esa manera realizar la comparación entre las coordenadas topográficas de un levantamiento y otro, para obtener una adecuada medición sobre el terreno y durante el proceso constructivo de la obra vial, para esto se utilizó las técnicas de recopilación de datos fueron las siguientes:

##### **4.6.1. Observación directa**

Para esta investigación, la observación directa estuvo comprendida por una inspección visual de la zona de trabajo; esta se desarrollará en la etapa de planificación del trabajo de investigación que tendrá la finalidad de obtener en

primera instancia las coordenadas que serán evaluadas y todo lo que se anotó en las fichas de campo que exige la norma geodésica peruana ver (Anexo nro. 4)

#### **4.6.2. Análisis de documentos**

Para esta investigación, el análisis de documentos se realizó en todo momento, abarcando toda la ciencia de topografía y la geodesia; para buscar y ubicar información digital y física en bibliotecas y repositorio de las diferentes universidades nacionales e internacionales y trabajos similares a esta investigación.

#### **4.6.3. Trabajo en campo**

Para esta investigación, el trabajo de campo estuvo considerado la recolección de las coordenadas de los puntos topográficos a comparar, así como el establecimiento de las coordenadas geodésicas y topográficas, para ser analizadas con los parámetros que establece la normatividad actual, así como los medios de recolección de datos que se utilizaron fueron:

- ficha de campo de datos IGN.
- certificados geodésicos de orden C.
- libretas de campo para compensaciones.

Los procedimientos y las actitudes que le permiten al investigador obtener la información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación. La observación para ver las experiencias, la revisión documental donde se tuvo la lectura para la revisión documental, según (barrera ,2000) se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 3.  
Técnicas e instrumentos de recolección de datos

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Datos a observar</b>
Análisis documental	Fichas bibliográficas; expediente de la obra (memoria descriptiva, planos, presupuesto, costos unitarios, cronogramas, cotizaciones), Libros, tesis.	Marco teórico conceptual, recolectar y detectar la mayor cantidad de información relacionada con el trabajo de investigación, ya que son lecturas bibliográficas consideradas de importancia en el estudio.
Observaciones de campo experimental	Levantamiento topográfico con la estación total, GPS y GNSS para identificar las diferencias entre ambos replanteos topográficas del terreno	Coordenadas UTM.
No experimental	Guía de observación	Procedimientos topográficos según el tipo del terreno y la capacitación al personal de apoyo

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7. Procedimiento de la investigación

Para esta investigación se propuso para una mejor comprensión del tema se ha estableció en separar el proyecto en las siguientes fases:

##### 4.7.1. Fase de pre campo

- Se realizó las inspecciones visuales del terreno donde se realizará los replanteos topográficos con la finalidad de planificar y establecer grupos de trabajo.
- Se recolecto la información bibliográfica digital y física que ayude a establecer una adecuada metodología para la recopilación de información.

#### **4.7.2. Fase de campo**

- Se realizó un estudio y levantamiento topográfico, con la finalidad de medir las principales características propias del terreno y la zona de estudio.
- Se estableció y monumentó los puntos geodésicos de orden C y de apoyo.
- Se definió el tiempo de grabación de los equipos GNSS, así como todos los datos requerido según la norma geodésica del Perú.

#### **4.7.3. Fase de gabinete**

- Se procesaron los datos obtenidos en campo, para el procesamiento pos proceso en gabinete, así como para un mejor ordenamiento de los datos se utilizaron tablas dinámicas del Microsoft office (Excel).
- Para la obtención de un mejor procesamiento análisis y comparación se utilizó el software AUTOCAD civil 3D.
- Para el procesamiento de los puntos topográficos y geodésicos se utilizó el MAGNET TOOLS y TOPCONLINK software especializado para un mejor procesamiento y análisis de los datos obtenidos en campo.

#### **4.8. Procesamiento de la información**

Para esta investigación, se utilizó para el procesamiento y análisis de la información se utilizó el software especializado, propio del equipo topográfico correspondiente al GPS diferencial GNSS HIPER V, para obtener una trazabilidad y análisis de los datos en su recolección y procesamiento se utilizó la colectora de datos FC-500, para el descargo de las coordenadas en forma ordenada, y se clasificó la información de manera que se definirán formas nuevas de agrupación de los datos o coordenadas UTM, para una mejor comprensión del análisis de los datos.

#### **4.9. Técnicas y análisis de datos**

Para esta investigación se utilizaron técnicas que se llegaron a emplear fue la aplicación de instrumentos para el análisis de campo que nos permitirán obtener datos de la unidad de análisis. Asimismo, se utilizará la estadística inferencial (Hipótesis Nula  $H_0$  y la Hipótesis Alternativa  $H_1$ ), con la regla de decisión y su respectivo intervalo de confianza del 95% ( $\alpha = 0,05$  con un error de 5%) y su interpretación en base a los datos obtenidos. Una vez obtenidos los datos, se procederá a analizar cada uno de ellos, atendiendo a los objetivos y variables de la investigación, de manera tal que se contrastará las hipótesis con las variables y objetivos planteados, demostrando así la validez o invalidez de estas.

Para esta investigación se utilizó la prueba estadística paramétrica T de Student para la validación estadística de las hipótesis y al final se formularán las conclusiones y sugerencias para mejorar la problemática investigada. En el cuadro siguiente se presentan los elementos estadísticos a emplearse en el presente trabajo de esta investigación.

Tabla 4.  
Elementos estadísticos para el análisis de datos

N°	Estadígrafos	Fórmulas Estadísticas	Símbolos
01	Media Aritmética de los datos agrupados	$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot x}{n}$	$\bar{X}$ = Media Aritmética $X$ = Valor Central o Punto Medio de cada clase $f$ = Frecuencia de cada clase $\sum f \cdot x$ = Sumatoria de los productos de la frecuencia en cada clase multiplicada por el punto medio de ésta. $n$ = Número total de frecuencias.
02	Desviación Estándar muestral para datos agrupados	$S = \sqrt{\frac{\sum f \cdot x^2 - \left(\frac{\sum f \cdot x}{n}\right)^2}{n-1}}$	$S$ = Desviación estándar muestral $x$ = Punto medio de una clase $f$ = Frecuencias de clase. $n$ = Número total de observaciones de la muestra

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

Los datos que se obtuvieron en esta investigación son datos que se obtuvieron para una georreferenciación de los puntos de control geodésicos los que servirán como punto de comparación sobre el trabajo ya consolidado en el expediente técnico de esta obra vial.

#### **5.1. Replanteo sin los puntos geodésicos:**

En la tabla a continuación se muestran los datos obtenidos (pos proceso) en coordenadas UTM en el sistema de referencia WGS84 en el campo de los puntos de comprendidos en el eje vial partiendo de coordenadas conocidas del expediente técnico “Mejoramiento de la ruta departamental JU-108, tramo: Palian-Vilcacoto-Acopalca-Abra -Huaytapallana-Pariahuanca. Provincia de Huancayo-Junín”, siendo nuestra muestra de estudio 2.3 km las cuales nuestros 23 puntos en el replanteo del eje vial así como los detalles del mismo en el tramo de Palian hasta Vilcacoto, las mismas que utilizo una estación total, cada dato contiene: número de punto, Norte (N), Este (E) y elevación respecto al nivel del mar (cota), y finalmente su descripción, teniendo como puntos de referencia:

#### **Palian (Inicio del Estudio Km. 00+000)**

- Este: 479473.3
- Norte: 8670084.8
- Cota: 3368 m.s.n.m.

### Vilcacoto (Km. 2+300)

- Este: 488905.5
- Norte: 8674799.5
- Cota: 3506 m.s.n.m

### Ubicación de lá investigación

- Tramo ju-108 tramo Palian hasta Vilcacoto

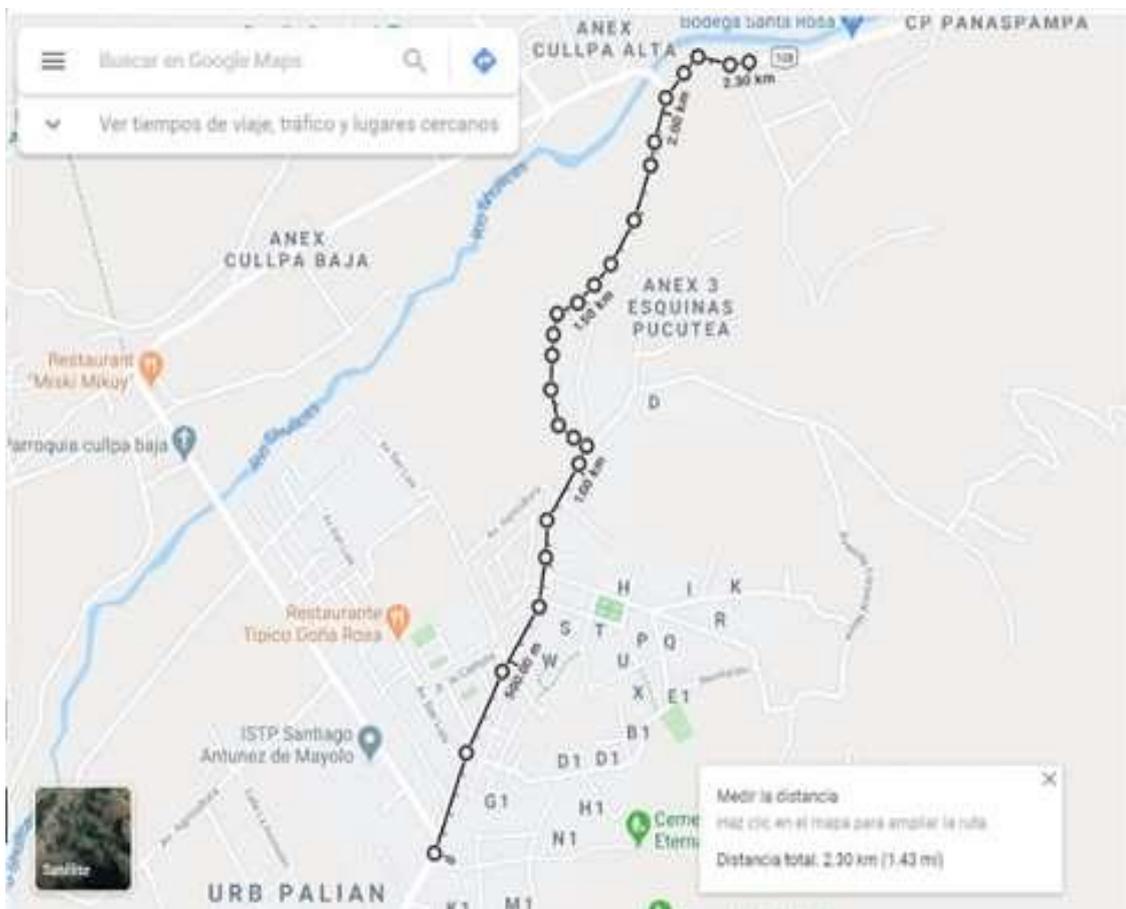


Figura 29. Ubicación geográfica del tramo a investigar  
Fuente: tomada de google maps

Tabla 5.  
Puntos del eje según el expediente técnico

Punto	Norte	Este	Cota	Descripción
1	8671997.91	480154.330	3368.84100	e1
2	8671997.89	480154.278	3376.50400	e2
3	8671871.82	480075.060	3381.48900	e3
4	8671871.82	480075.065	3387.42544	e4
5	8671744.80	480083.538	3395.08844	e5
6	8671672.87	480054.069	3400.07344	e6
7	8671520.56	480021.524	3406.00988	e7
8	8671450.74	479973.924	3413.67288	e8
9	8671388.92	479939.910	3418.65788	e9
10	8671344.78	479860.214	3424.59432	e10
11	8671245.29	479869.805	3432.25732	e11
12	8671171.07	479882.917	3437.24232	e12
13	8671072.34	479907.133	3443.17876	e13
14	8671046.48	479980.934	3450.84176	e14
15	8670850.67	479898.637	3455.82676	e15
16	8670718.84	479912.850	3461.76320	e16
17	8670592.84	479881.408	3469.42620	e17
18	8670424.89	479799.648	3474.41120	e18
19	8670424.90	479799.653	3480.34764	e19
20	8670424.90	479799.652	3488.01064	e20
21	8670282.82	479765.411	3492.99564	e21
22	8670131.54	479716.342	3498.93208	e22
23	8669998.55	479700.433	3506.59508	e23

Fuente: datos extraídos del expediente técnico



Figura 30. Replanteo del eje vial según expediente.  
Fuente: datos de la tabla 4

### **5.1.1. Trabajos preliminares**

Los trabajos en campo consisten en realizar la geodesia, topografía de la vía en estudio. Para poder realizar un buen control de los trabajos de campo se contará con equipos como GNSS y estación total con accesorios incluidos.

Los trabajos de geodesia nos determinan la posición de puntos sobre la superficie de la tierra mediante coordenadas, estas materializaciones de estos puntos sobre el terreno constituyen una poligonal que conforman una serie de puntos base para iniciar los trabajos de topografía.

Los trabajos de topografía extraen de campo todos los datos geométricos existentes de interferencias, estructuras, límites de propiedad, anchos de la vía, superficie de rodadura, pavimentos, veredas, sardineles, alcantarillas, buzones, árboles, postes, etc., para nuestra investigación utilizaremos el eje vial de los 2.3 km desde Palian a Vilcacoto para el replanteo correspondiente.

Estos datos son representados mediante las coordenadas estarán representadas para la evaluar la hipótesis de esta investigación.

### **5.1.2. Consideraciones para la georreferenciación**

La clasificación de los puntos geodésicos que aremos referencia para la presente investigación utilizaremos el punto geodésico de orden “C”, para eso utilizaremos la referencia del cuadro a continuación:

Tabla 6.  
Especificaciones Para Los Puntos Geodésicos

<b>Número mínimo de estaciones de control para la red geodésica horizontal que se deben enlazar:</b>	<b>0.</b>	<b>A.</b>	<b>B.</b>	<b>Enlace</b>
0.	8			Red.
A.	3	3		Red.
B.	3	3	3	Red.
C.	1	1	1	Línea Base.
Apoyo (PFCH).	1	1	1	Línea Base.

Fuente tomada de referencia de las especificaciones técnicas para el posicionamiento fuente: instituto geográfico del Perú 2015 página 30

Según lo considerado por la (Norma Técnica Geodesia, 2015, p 39) muestra las siguientes consideraciones:

- Cualquier punto georreferenciado debe estar enlazado a la única Red Geodésica Geocéntrica Nacional.
- Los parámetros para cada procedimiento de observación, corresponde a cada orden de precisión que se esté efectuando.
- Para los puntos geodésicos de estos ordenes 0. A. B. todas las correlaciones son establecidas realizando observaciones debe tener un mínimo de ocho extremos para el orden 0 y un mínimo de tres extremos para los de orden A y B para los puntos geodésicos de orden “C” y los puntos de apoyo deben estar correlacionados a través de una línea base contando los siguientes parámetros:

Tabla 7.  
Distancia Entre Los Puntos Geodésicos

<b>Separaciones de las estaciones</b>	<b>0</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Apoyo (PFCH)</b>
Separación máxima en kilómetros entre las estaciones de base dentro del área del proyecto.	4000	1000	500		
Separación máxima en kilómetros entre estaciones base y el punto a georreferenciar o establecer	3500	500	250	100	100

Fuente: Tomada de referencia de las especificaciones técnicas para el posicionamiento fuente: instituto geográfico del Perú 2015 página 30

Para la presente investigación se tuvo en cuenta trabajos previos para la georreferenciación de puntos geodésicos de orden “C”, de lugares cercanos a menos de 100 km los puntos geodésicos ya establecidos se detalla de la siguiente manera en primer lugar, tenemos el “mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario en el ámbito de intervención de la JASS Saños Chico del, distrito de El Tambo - Huancayo – Junín” y en segundo lugar la “ampliación del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario en el anexo de Paccha del distrito de El Tambo - Huancayo – Junín”, para esto se muestra las coordenadas obtenidas, por el trabajo de pos proceso y las coordenadas de la base de rastreo permanente JU01 de Huancayo en la siguiente tabla a continuación:

Tabla 8.  
Distancia Entre Los Puntos Geodésicos

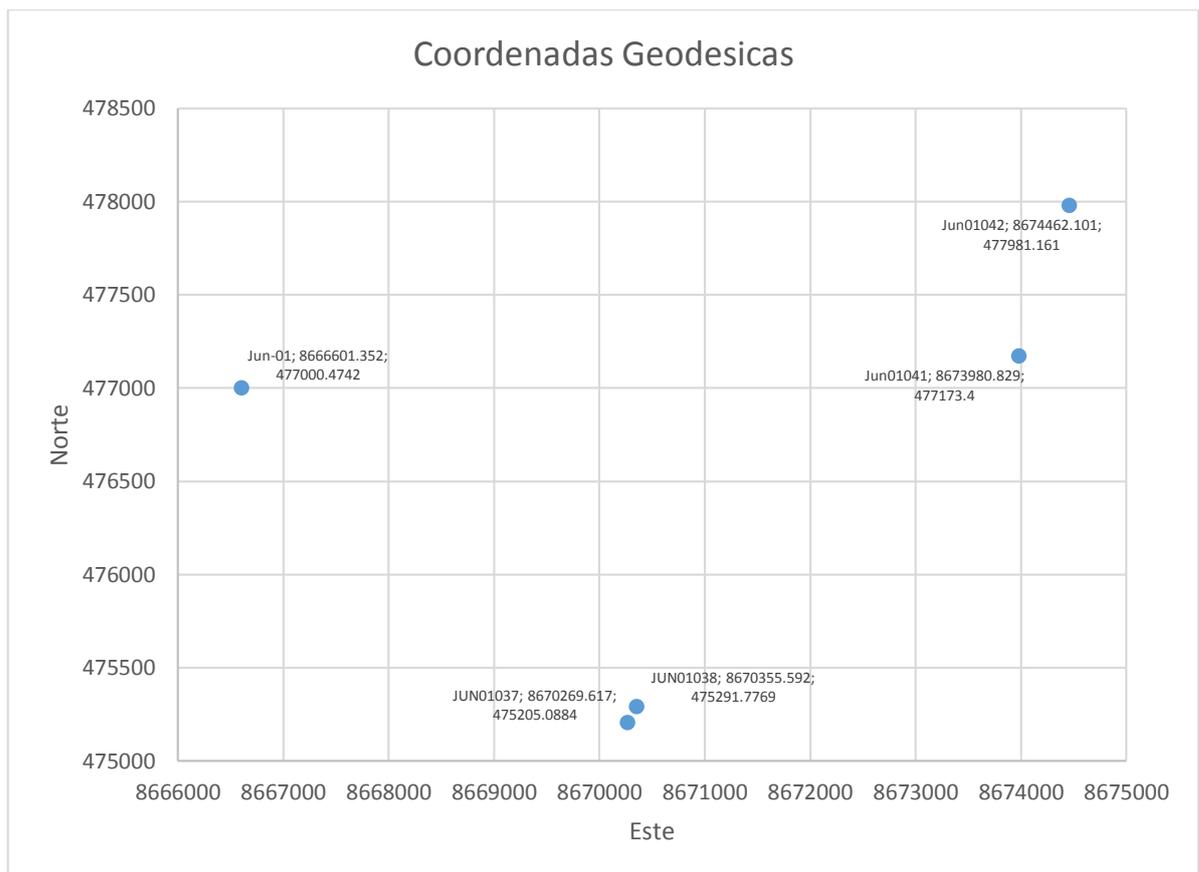
Punto geodésico	UTM			Geodésicas		
	Norte	Este	Elevación	Latitud(S)	Longitud (O)	Altura elipsoidal
JUN01	8666601.3521	477000.4742	3300.7924	12°03'42.55848''	75°12'40.77285''	3300.7924
JUN01041	8673980.8290	477173.4000	3402.2260	11°59'42.31724'	75°12'34.86671'	3402.2260
JUN01042	8674462.1010	477981.1610	3555.4940	11°59'26.66860'	75°12'08.14282'	3555.4940
JUN01037	8670269.6170	475205.0884	3315.1146	12°01'43.08828"	75°13'40.05921"	3315.1146
JUN01038	8670355.5917	475291.7769	3316.6280	12°01'40.29163"	75°13'37.18977"	3316.6280

Fuente: proyectos presentados por municipalidad del tambo (ver anexos 1 - 4)

Tomando en cuenta lo estipulado por la (Norma Técnica Geodesia, 2015, p.42) un punto geodésico de orden “C”, Este tipo de orden está destinado al establecimiento de control suplementario en áreas urbanas y rurales para el apoyo del desarrollo de los proyectos básicos de ingeniería y de desarrollo urbano y rural, así como a trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 10.00 milímetros y para los puntos de apoyo (PFCH)

Según la (Norma Técnica Geodesia, 2015, p.43) manifiesta que “la característica de estos puntos geodésicos de orden “C” se recomienda que no se realicen su monumentación y se destinarán a los puntos de foto control de trabajos básicos de ingeniería en áreas urbanas y rurales con un nivel de precisión de estos puntos no superen a los 10.00 milímetros”.

Estos últimos al contar con 3 puntos conocidos utilizaremos equipos GNSS los cuales proporcionara las coordenadas geodésicas para la comprobación de la presente hipótesis, a continuación, mostramos una gráfica de triangulación de coordenadas geodésicas.



*Figura 31. Coordenadas geodésicas conocidas.  
Fuente: Anexo de certificado de puntos geodésicos*

### **5.1.3. Georreferenciación**

Para el trabajo de investigación se implementará los puntos tiene geodésicos de control para realizar la comparación entre un replanteo topográfico sobre el proyecto vial de mejoramiento de la ruta departamental JU-108, tramo: Palian-Vilcacoto-Acopalca-Abra-Huaytapallana- Pariahuanca provincia de Huancayo – Junín”, en el tramo del eje vial 2.3 km, para el replanteo topográfico y se ubicaron 23 puntos sobre los puntos ya conocidos para lograr la comparación entre el replanteo topográfico con y sin punto geodésicos, para posterior a eso realizar el levantamiento topográfico de los detalles donde se tomó puntos cada 10 metros en curvas llegando a un total de 231 puntos, de los cuales se comparan los 23 en referencia a los detallado en el expediente técnico de esta obra vial.

con equipos geodésicos diferenciales de doble frecuencia (GNSS), para la ejecución y control del levantamiento topográfico del proyecto.

### **5.1.4. Procedimiento para establecer los puntos geodésicos**

#### **5.1.4.1. Equipos y personal**

Para la recolección de la data se contaron con los siguientes equipos y personal de trabajo:

##### **Equipos:**

- GNSS Hiper V Marca: Topcon
- Estación Total GM55 Marca: Topcom
- Laptop
- Navegador GPS

##### **Software:**

- Magnet tolos

- topcon link
- Microsoft office

**Materiales:**

- Cámaras Digital
- Camionetas 4x4
- Pintura
- Cemento
- Varillas
- Cinta métrica y flexómetro

#### **5.1.5. Definición de los códigos**

La definición de los códigos para los puntos geodésicos va relacionados a la Estación de Rastreo Permanente donde su denominación es “**JUN01**” y de forma correlativa a las solicitudes que se presentó de las cuales utilizaremos la “**JUN01042**” y “**JUN01037**”, los que se obtuvo la certificación de estos puntos de acuerdo a la normativa peruana geodésica (ver anexos 1 - 4).

#### **5.1.6. Identificación de la ubicación de los puntos**

Criterios a tomar en cuenta para identificar adecuadamente lugares estratégicos para que perduren en un tiempo según la normativa monumentos, estatuas, parques, iglesias, centros comunales, postas médicas, reservorios, plantas de tratamiento también en vías principales, centros municipalidades, escuelas y colegios entre otros.

Para la presente investigación se utilizó el punto geodésico ubicado en la plaza del anexo Paccha con denominación “**JUN01042**”, el segundo punto geodésico está

ubicado jardín de niños Saños Chico “JUN01037”, y el tercer punto geodésico utilizaremos los datos de la estación de rastreo permanente “JUN01” especificada en el 31° Brigada de Infantería en el distrito del Tambo de la provincia de Huancayo.

para obtener nuestra poligonal de esta manera se obtendremos una poligonal cerrada para la obtención de nuestros puntos de apoyo para nuestra investigación.

### 5.1.7. Identificación de los puntos geodésicos

La identificación será de una pieza metálica (de preferencia Bronce), que define el punto geodésico de referencia (donde se mostrará el origen de las coordenadas).

La identificación, tendrá las siguientes especificaciones:

- La parte superior es de forma circular de 7 cm de diámetro, con un espesor de 0,5cm.
- El promedio mide de 7 cm de forma tubular, con un grosor de 1 cm.
- En la parte de abajo se anclaje será en forma de cruz de forma tubular de 1 cm de espesor y de 5 cm de largo.

Tabla 9.

Ejemplo de los datos que debe consignar la placa de bronce

DESCRIPCIÓN	EJEMPLO IGN
a. Nombre de la empresa o institución.	
b. La inscripción “se prohíbe destruir”.	
c. “propiedad privada” o “propiedad del estado”, según corresponda.	
d. Orden del Punto Geodésico.	
e. Triángulo equilátero de 7mm, con un punto/marca al centro de 1mm	
f. Código del punto geodésico, solicitado al DG/IGN.	
g. Tres primeras letras del mes en el que ha sido posicionado el punto geodésico2.	
h. h) Año en el que fue posicionado el punto.	

Figura 32. Consideraciones a tener en cuenta para la certificación del punto geodésico Fuente IGN

Fuente: Consideraciones a tener en cuenta para la certificación del punto geodésico Fuente IGN

### 5.1.8. Instalación de las placas

Para las instalaciones de los puntos geodésicos está ubicada uno en la plaza del anexo de Paccha y el otro en jardín de niños de Saños Chico estos dos puntos ubicados en el distrito de el tambo de acuerdo a la especificación de la “nos describe cuando el punto geodésico esta sobre un construcciones existentes, para esto se colocan varillas, pernos, tornillos grandes o discos sobre construcciones existentes y están sujetos con concreto o material similar que aguante una razonable estabilidad y permanencia en el tiempo, estarán debidamente señalizado según lo especificado en la identificación del punto geodésico”.

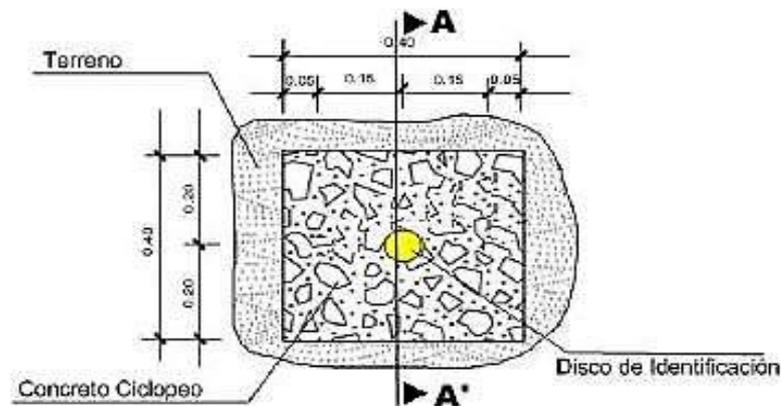


Figura 33. Descripción de las dimensiones de la instalación  
fuente IGN Pag. 45



Figura 34. Instalación de punto geodésico en saños chico  
Fuente propia



*Figura 35. Instalación de punto geodésico en el anexo de Paccha  
Fuente propia*

Sus instalaciones están ubicadas en la plaza del anexo de Paccha y en el jardín de Saños Chico según la norma manifestó que se debe preparar un pilar de concreto de acuerdo con las especificaciones que se indican, tal que asegure su estabilidad y resistencia en el tiempo:

- Será de forma cuadrangular.
- La Base y tope será cuadrangular de 0.4 metros de lado.
- La Profundidad será según el terreno no sea menor a 0.6 metros
- De ser necesario, se deberá colocar dos fierros corrugados de  $\frac{1}{2}$

#### **5.1.9. Periodo de tiempo de grabación**

Los trabajos de campo (Ubicación, Medición) y gabinete (Procesamiento de la Información satelital), Los puntos geodésicos de orden “C”, se utilizará el método relativo estático, estos se obtendrán con apoyo de por lo menos un punto geodésico, ya sea de orden “0”, “A” u “B” a nivel nacional, que estén separados equidistantemente, a una distancia no mayor de 100 Km al punto geodésico.

Según la (Norma Técnica Geodesia, 2015, p.43) dice que el tiempo básico de posicionamiento es de 2 horas y media adicional a eso se debe incluir 4 minutos por kilómetro de distancia del punto de referencia lo cual sería 7.4 km dando como resultado 29,6 minutos más redondeando se define que el tiempo de grabación es de 3 horas desde la hora de inicio de grabación hasta su finalización en el GNSS de base” ver (anexo 7 - 8).

*Tabla 10.  
Tiempo de grabación del proyecto Duración de los proyectos*

<b>LUGAR</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA INICIO GRABACIÓN</b>	<b>HORA FINAL GRABACIÓN</b>
Centro educativo de Asunción de palian	09/01/2020	8.30 am	11.30 am
Plaza del anexo de Vilcacoto	09/01/2020	9.00 am	12.00 am

Fuente: Elaboración propia

Para el sistema de control horizontal utilizaremos el sistema de coordenadas que se muestra en el cuadro a continuación:

*Tabla 11.  
Sistema de Coordenadas*

<b>DATUM</b>	<b>WGS 84</b>
Sistema de Coordenadas	UTM
Zona	18
Modelo Geoidal	EGM2008

Fuente: Elaboración propia

#### **5.1.10. Puntos de control**

Para el control Horizontal, se utilizó el método diferencial o estático, el cual consiste en colocar un equipo GNSS Master (Base), en un punto de coordenadas conocidas y los GNSS Rover en puntos donde se establecerán las coordenadas

geodésicas. Para establecer la red geodésica, se utilizó la ERP JU01 el cual se solicitó al IGN Los códigos correspondientes ficha y data del ERP más cercano al proyecto. Donde la denominación es: JUN01, ubicado en la Instalaciones brigada de infantería del ejército peruano, los valores de las coordenadas y elevaciones, del punto de ERP, se muestran en el siguiente cuadro: (Anexo 5, anexo 6 y anexo 7).

*Tabla 12.*  
*Datos de ERP. JUN01*

<b>Coordenadas UTM – 18 South (75W) – WGS 1984</b>				
Nro	Nombre	Norte	Este	Altura geoidal
1	JUN01	8666601.352	4777000.474	3266.948

<b>Coordenadas Geográficas</b>				
Nro	Nombre	Latitud	Longitud	Altura elipsoidal
1	JUN01	12°03'42.55848"S	75°12'40.77285"W	3300.792

Fuente: estación de rastreo permanente del ejército peruano JUN01

Para nuestra investigación se establecerán 02 Puntos de Control, de acuerdo a las especificaciones técnicas que se solicitado al cliente, enlazados a la ERP de “JUN01” y amarrados a los puntos geodésicos de orden C, “JUN01042” y “JUN01038”, a partir de la cual se realizó una nueva red geodésica local, ubicados de la siguiente manera:

*Tabla 13.*  
*Ubicación Referencial de los puntos geodésicos*

Nro.	Nombre	Ubicación Referencial
1	JUN01038	18 Zona Sur Oeste
2	JUN01042	18 Zona Sur Oeste
3	BM1	18 Zona Sur Oeste
4	BM2	18 Zona Sur Oeste

Fuente: estación de rastreo permanente del ejército peruano JUN01

En este proyecto de investigación, se usaron 02 receptores GNSS de doble frecuencia GPS Y GLONAS (01 Base y 01 Rover), para tener lecturas simultaneas, y realizar una triangulación geodésica sólida, para asegurar la calidad de la información satelital.

### **5.1.11. Trabajo de gabinete de post proceso**

#### **a. Procesamiento**

Para realizar el procesamiento de la información satelital de los receptores GNSS, estas son analizadas y luego se realiza el post- proceso de las líneas de base utilizando el programa magnet tools generadas a través de la información recabadas por los métodos estáticos donde las consideraciones tomadas para el post proceso fueron las siguientes:

- Examinar los detalles de la solución de línea base que no están disponibles en el resumen de una línea, tales como los errores en Norte, Este y Elevación.
- Verificar la información de cada estación de los equipos en su punto de grabación:
  - ✓ números de serie de los Equipos GNSS,
  - ✓ nombres de las estaciones de los puntos
  - ✓ Ubicación de los puntos de control BM
  - ✓ La altura de la antena y los tipos de métodos de lectura
  - ✓ Los tiempos de inicio y finalización de la lectura
- Comprobar el resumen de seguimiento o rastreo de fase de los satélites de cada estación, para notar cualquier interrupción o vacío en las señales L1 o L2, así como combinados.

- Comprobar los dibujos residuales de cada satélite. Estos muestran el RMS de cada satélite, utilizado para determinar la solución de línea base, a su vez rechazar en los tiempos donde se genere mayor valor de RMS.

### **b. Ajuste**

Posteriormente el software elabora el ajuste a las redes por el método de mínimos cuadrados que se basa en la teoría de las probabilidades para la identificación de los valores de cada coordenada donde se requiere la utilización de este método es:

- Estimar y quitar los errores aleatorios.
- Proporcionar una solución única cuando existen datos redundantes.
- Minimizar las correcciones hechas a las observaciones.
- Detectar equivocaciones y errores grandes.
- Generar información para el análisis, incluidas las estimaciones de la precisión.
- La red debe cerrarse geométrica y matemáticamente.

Los valores obtenidos de las coordenadas Norte. Este. y Elevación de los puntos de control, se muestran a continuación:

*Tabla 14*  
*Coordenadas UTM de los BM para la investigación*

<b>COORDENADAS UTM – 18 South (75W) – WGS 1984</b>			
<b>Name</b>	<b>Grid Northing (m)</b>	<b>Grid Easting (m)</b>	<b>Elevation (m)</b>
BM1	8792893.038	472670.034	3368.371
BM2	8792862.982	472632.470	3521.576

Fuente: elaboración propia programa magnet tolls

Tabla 15  
Coordenadas Geográficas de los BM para la investigación

<b>Coordenadas Geográficas</b>			
Name	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	WGS84 Ell.Height (m)
BM1	10°55'10.75768"S	75°15'00.38067"W	3368.371
BM2	10°55'11.73524"S	75°15'01.61903"W	3521.576

Fuente: elaboración propia programa magnet tolls

### c. Control de calidad

Posteriormente los resultados procesados por los equipos GNSS, y procesados son los que se muestran a continuación:

Tabla 16.  
Resultados del GNSS en relación al PDOP

<b>Turno diurno</b>							
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	Duration	PDOP
JU01- BM1	7379.48	172.93	101.42	0.004	0.009	03.02.11	1.757
JU01- BM2	7860.747	980.685	254.712	0.004	0.008	03.30.10	1.693
BM1- BM2	481.272	807.761	153.268	0.001	0.002	01.13.26	1.781

Fuente: elaboración propia programa magnet tolls

Tabla 17.  
Coordenadas Topográficas UTM

<b>Coordenadas Topográficas</b>				
Nro.	Ground Northing (m)	Ground Easting (m)	Z (m)	Nombre
1	8673980.829	477173.4	3368.371	JUN0-BM1
2	8674462.547	477981.91	3521.576	JUN0-BM2

Fuente: elaboración propia programa magnet tolls

### d. Control vertical

Para el Control vertical, se ha utilizado la elevación elipsoidal del punto de control ERP: JUN01, cuyo valor se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 18.  
*Coordenadas Geográficas con la altura elipsoidal*

<b>Coordenadas Geográficas</b>				
N°	Nombre	Latitud	Longitud	Altura Elipsoidal
01	JU01	12°03'42.55848"S	75°12'40.77285"W	3300.792

Fuente: elaboración propia programa magnet tolls

Para el Cálculo de las elevaciones geoidales de los puntos establecidos en el proyecto se ha utilizado la corrección por el modelo de ondulación, EGM2008.

$$H = h - N$$

Donde:

$h$  = Altura elipsoidal (medida sobre la normal al elipsoide)

$H$  = Altura sobre el geoide (medida sobre la dirección de la vertical o normal al geoide)

$N$  = Altura del geoide u ondulación del geoide, medida al igual que  $h$ , sobre la normal al elipsoide.

Gravitacional EGM2008 se ha lanzado oficial y públicamente por la National Geospatial - Intelligence Agency de Estados Unidos (NGA), este modelo gravitacional es completo a nivel de esféricos armónicos para 2159, y contiene coeficientes adicionales que se extienden al grado 2190 y 2159. Para el acceso completo a los coeficientes del modelo y otros archivos descriptivos con detalles adicionales sobre EGM2008 se proporcionan en el presente documento. Los constantes utilizadas para definir el elipsoide (WGS 84) de referencia, y el campo de gravedad normal asociado, al que se refieren las ondulaciones del geoide son:

- $a=6378137.00$  m (semi- major axis of WGS 84 ellipsoid).
- $f=1/298.257223563$  (flattening of WGS 84 ellipsoid).
- $GM=3.986004418 \times 10^{14}$  m<sup>3</sup>s<sup>-2</sup> (Product of the Earth's mass and the Gravitational Constant).
- $\omega=7292115 \times 10^{-11}$  radians/sec (Earth's angular velocity).

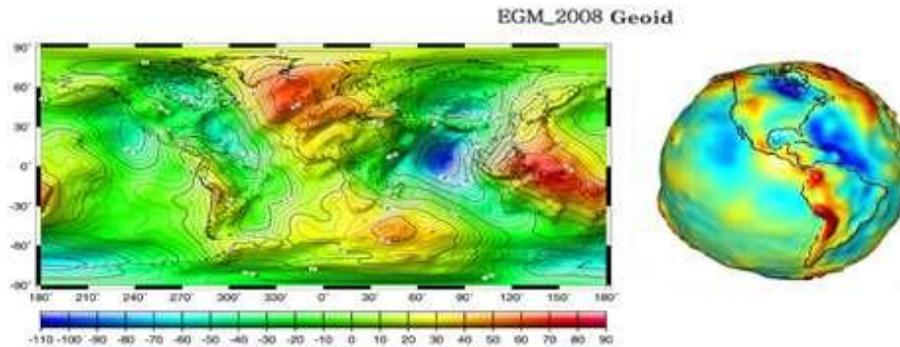


Figura 36 Gravitacional EGM2008

Fuente: tomada de National Geospatial- Intelligence Agency de Estados Unidos

Tabla 19.  
escalas por punto ubicado para levantamiento topográfico

Name	Cobined grid grouns scale factor	Combined ground to grid scale factor
Jun01	1.000911911	0.999088920
BM1	1.000927936	0.999072924
BM2	1.000952452	0.999048454

Fuente: elaboración propia programa magnet tolls

Tabla 20.  
Tabla de Parámetros de obtenidos por el programa

Point Name	Original name	Start time	Stop time	Method	Antena type	Antena height (m)
JUN01	1	09/01/2020 08:00	09/11/2020 12:35	Static	TRMR8 NONE	1.8
JU01-BM1	BM1	09/01/2020 08:30	09/01/2020 11:35	Static	TRMR8 NONE	1.68
JU01-BM2	BM2	09/01/2020 09:00	09/01/2020 12:08	Static	TRMR55971.00 TZGD NONE	0.75

Fuente Propia

Tabla 21.

Tabla Loop Closures de cierre de bucle de los puntos y coordenadas geo referenciadas

Loop	Dhz	dUm	Horz Tolerance (m)	Ver Tolerance (m)	dHz (ppm)	dU (ppm)	Length (m)	dN (m)	dE (m)	dHz relative	dU relative
JUN01041- JUN01BM 1(09/01/20 20 11:35:18 am)											
JU01- jun01041- JUN0142(0 9/01/2020 12:08:18 am)	0.0087	0.0239	0.1114	0.1414	0.53	1.47	16275.7416	0.0059	0.00631	1:1880541,4	1:682150.5
JU01- JUN01042- JUN0142(0 9/01/2020 12:35:34 am)											

Fuente Propia

Tabla 22.

Tabla de observaciones (GPS Observations) de los puntos y coordenadas georreferenciadas

Loop	dN(m)	dE(m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	duration	PDOP
JUN0							
1041-JUN01BM1 (09/01/2020 11:35:18 am)	7379.4	172.93	101.42	0.004	0.009	3:02:11	1.757
JU01-jun01041-JUN0142 (09/01/2020 12:08:18 am)	7860.7	980.685	254.712	0.004	0.008	3:30:11	1.693
JU01-JUN01042-JUN0142 (09/01/2020 12:35:34 am)	481.27	807.761	153.268	0.001	0.002	1:43:26	1.781

Fuente Propia

### 5.1.12. Obtención de puntos geodésicos

Tabla 23.

Tabla de observaciones (GPS Observations) de los puntos y coordenadas georreferenciadas

Punto geodésico	UTM			GEODESICAS		
	Norte	Este	Elevacion	Latitud(S)	Longitud (O)	Altura elipsoidal
Jun01	8666601.3521	477000.4742	3300.7924	12°03'42.558480''	75°12'40.172850''	3300.7924
JunBM1	8672001.062	480158.227	3378.8614	12°00'47.31724'S	75°12'34.86671'O	3378.8614
JunBM2	8670002.171	479704.5006	3382.6681	12°01'52.66860'S	75°11'11.28218'O	3382.6681

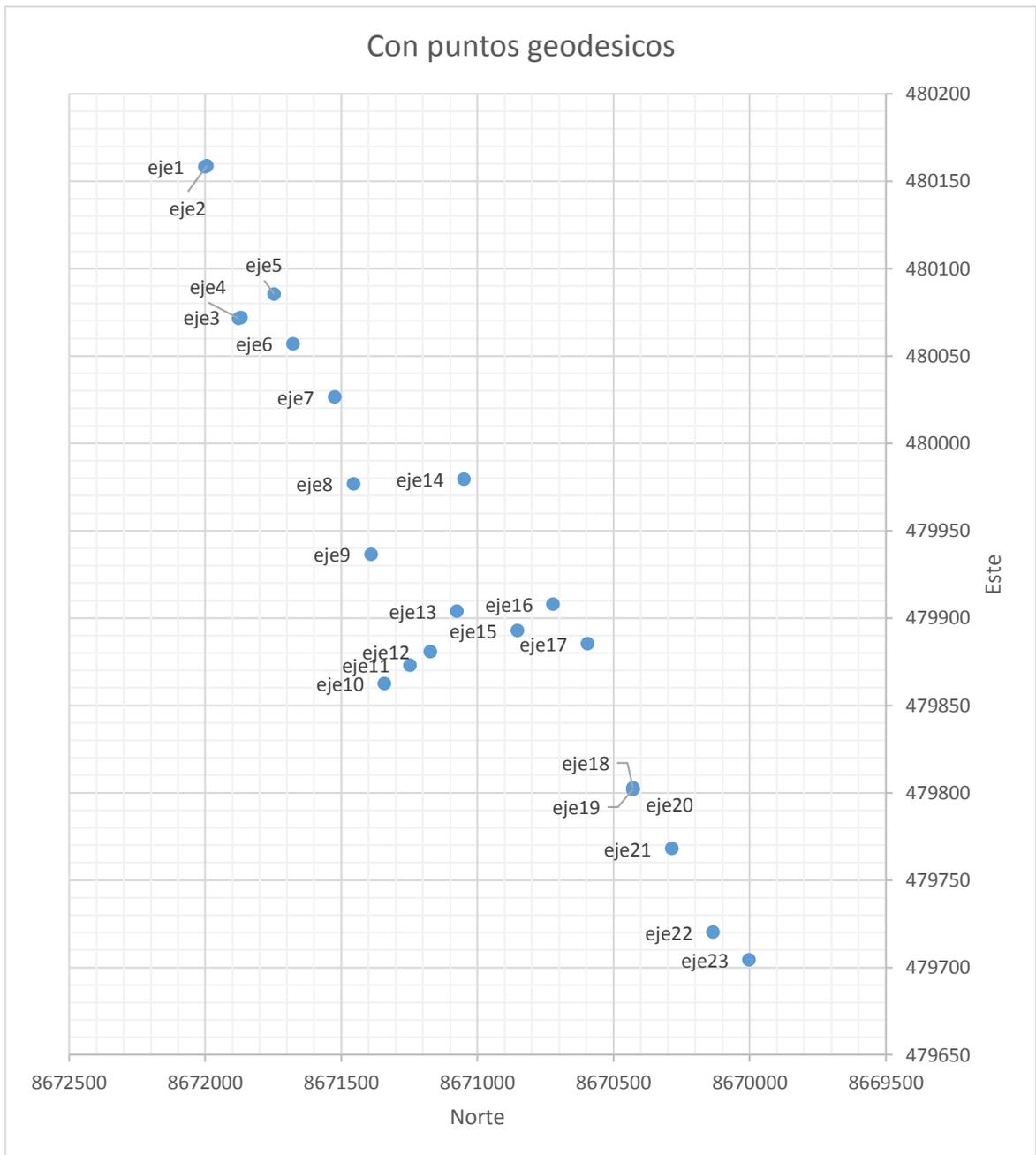
Fuente Propia

Una vez obteniendo los puntos geodésicos BM1 y BM2, se procedió a realizar el replanteo topográfico del eje vial en el tramo de palian hasta vilcacoto para llegar a una comparación se tomarán los mismos del expediente los que se muestran a continuación:

*Tabla 24.  
Puntos replanteados con puntos geodésicos*

<b>Punto</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Cota</b>	<b>Descripción</b>
1	8671997.91	480154.33	3368.841	eje1
2	8671993.62	480158.912	3379.4390	eje2
3	8671868.83	480072.073	3379.6336	eje3
4	8671876.82	480071.395	3379.9026	eje4
5	8671747.49	480085.525	3380.1979	eje5
6	8671676.54	480057.069	3380.6222	eje6
7	8671524.63	480026.486	3382.2193	eje7
8	8671454.64	479976.911	3382.7942	eje8
9	8671390.88	479936.611	3382.8320	eje9
10	8671341.78	479862.564	3382.3944	eje10
11	8671247.40	479872.969	3382.3918	eje11
12	8671173.30	479880.895	3382.6622	eje12
13	8671074.71	479903.925	3382.6681	eje13
14	8671048.97	479979.540	3384.1887	eje14
15	8670853.29	479893.057	3384.9127	eje15
16	8670721.58	479908.084	3384.3216	eje16
17	8670595.71	479885.360	3385.1525	eje17
18	8670427.88	479802.786	3385.8333	eje18
19	8670428.02	479801.977	3382.8320	eje19
20	8670428.14	479802.162	3382.3944	eje20
21	8670286.19	479768.107	3382.3918	eje21
22	8670135.04	479720.224	3382.6622	eje22
23	8669998.55	479700.433	3506.595	eje23

Fuente: datos extraídos del replanteo topográfico



*Figura 37. Replanteo del eje vial con los puntos geodésicos.  
Fuente: datos de la tabla 23*

En la tabla 25 mostraremos y la figura 39 se muestran los diferenciales de los puntos del eje vial respecto al norte, este y la elevación respecto al nivel del mar (cota), y finalmente la distancia en planimetría (error lineal).

Tabla 25.  
Distancia entre los puntos del eje vial con y sin puntos geodésicos

ÍTEM	SIN PUNTOS GEODÉSICOS			CON PUNTOS GEODÉSICOS			VARIACIONES			ERROR LINEAL	
	NORTE	ESTE	COTA	ÍTEM	NORTE	ESTE	COTA	VARIACIÓN EN NORTE	VARIACIÓN EN ESTE		VARIACIÓN COTA
e1	8671997.91	480154.33	3368.841	eje1	8672001.06	480158.227	3378.8614	3.1569	-3.897	-10.0204	5.01523944
e2	8671997.89	480154.278	3376.504	eje2	8671993.62	480158.912	3379.439	-4.2665	-4.6339	-2.935	6.29889288
e3	8671871.82	480075.06	3381.489	eje3	8671868.83	480072.073	3379.6336	-2.9887001	2.9866	1.8554	4.22517541
e4	8671871.82	480075.065	3387.42544	eje4	8671876.82	480071.395	3379.9026	4.9991	3.6697	7.52284	6.20142717
e5	8671744.8	480083.538	3395.08844	eje5	8671747.49	480085.525	3380.1979	2.690111	-1.9872	14.89054	3.34449713
e6	8671672.87	480054.069	3400.07344	eje6	8671676.54	480057.069	3380.6222	3.666689999	-3.00012	19.45124	4.73765085
e7	8671520.56	480021.524	3406.00988	eje7	8671524.63	480026.486	3382.2193	4.069329999	-4.96222	23.79058	6.41740399
e8	8671450.74	479973.924	3413.67288	eje8	8671454.64	479976.911	3382.7942	3.898411	-2.9871	30.87868	4.91124981
e9	8671388.92	479939.91	3418.65788	eje9	8671390.88	479936.611	3382.832	1.958000001	3.29871	35.82588	3.83604636
e10	8671344.78	479860.214	3424.59432	eje10	8671341.78	479862.564	3382.3944	-2.9987	-2.34952167	42.19992	3.80952146
e11	8671245.29	479869.805	3432.25732	eje11	8671247.4	479872.969	3382.3918	2.111594999	-3.163592	49.86552	3.8035704
e12	8671171.07	479882.917	3437.24232	eje12	8671173.3	479880.895	3382.6622	2.237618782	2.022337667	54.58012	3.0160881
e13	8671072.34	479907.133	3443.17876	eje13	8671074.71	479903.925	3382.6681	2.363642564	3.208267333	60.51066	3.98494485
e14	8671046.48	479980.934	3450.84176	eje14	8671048.97	479979.54	3384.1887	2.489666345	1.394197	66.65306	2.85345821
e15	8670850.67	479898.637	3455.82676	eje15	8670853.29	479893.057	3384.9127	2.615690127	5.580126667	70.91406	6.16276305
e16	8670718.84	479912.85	3461.7632	eje16	8670721.58	479908.084	3384.3216	2.741713909	4.766056333	77.4416	5.49838959
e17	8670592.84	479881.408	3469.4262	eje17	8670595.71	479885.36	3385.1525	2.86773769	-3.951986	84.2737	4.8828386
e18	8670424.89	479799.648	3474.4112	eje18	8670427.88	479802.786	3385.8333	2.99376172	-3.13791667	88.5779	4.33694852
e19	8670424.9	479799.653	3480.34764	eje19	8670428.02	479801.977	3382.832	3.119785255	-2.32384533	97.51564	3.89015645
e20	8670424.9	479799.652	3488.01064	eje20	8670428.14	479802.162	3382.3944	3.245809037	-2.509775	105.61624	4.10295587
e21	8670282.82	479765.411	3492.99564	eje21	8670286.19	479768.107	3382.3918	3.371832818	-2.69570667	110.60384	4.31695265
e22	8670131.54	479716.342	3498.93208	eje22	8670135.04	479720.224	3382.6622	3.4978566	3.881634333	116.26988	5.2251398
e23	8669998.55	479700.433	3506.595	eje23	8670002.17	479704.501	3382.6681	3.623880383	-4.067564	123.92698	5.44771383

Fuente: Elaboración propia

De donde el promedio del error lineal entre cada punto según lo especificado en el expediente técnico es de 4.622566279, siendo lo aceptado por las normativas actuales no debe de superar el escalado de 0.0002, llegamos a la conclusión de que no existe compatibilidad sobre el terreno replanteado sin los puntos de control geodésico.

Con esto constatamos nuestra primera hipótesis específica que se planteó que La diferencia en la precisión del replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, es considerable para este tipo de proyectos.

Dando un respaldo a la hipótesis general donde se expone que la diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, comprende una precisión considerable sobre el terreno, durante el periodo de ejecución y también evidencia diferencias sobre presupuesto general de la obra.

Para esto se realizará de la misma manera los detalles de los 23 puntos que se están comparando y se buscara el error lineal sobre la ejecución de la obra vial, en el cuadro 25, se muestra la comparación del replanteo topográfico con y sin los puntos de control geodésicos.

Tabla 26.

Distancia entre los puntos de detalle sobre el eje vial con y sin puntos geodésicos

SIN PUNTOS GEODÉSICOS					CON PUNTOS GEODÉSICOS					VARIACIONES			
Punto	Norte	Este	Elevación	Desc	Punto	Norte	Este	Elevación	Desc.	Variación en norte	Variación este	Variación en elevación	Error lineal
eje1	8672001.060	480158.227	3378.861	casa	e1	8672001.119	480158.154	3368.841	casa	-0.0585999992	0.0730009600	-10.020	0.09361143126384610
eje2	8672002.156	480247.787	3449.835	muro_cont	e2	8672002.222	480247.718	3446.900	muro_cont	-0.0661124326	0.0688870000	-2.935	0.09547917319118280
eje3	8672001.584	480220.915	3448.311	muro_cont	e3	8672001.704	480219.928	3446.758	muro_cont	-0.1202366576	0.9872100200	-1.553	0.99450514198778200
eje4	8671903.130	480099.206	3443.636	vereda	e4	8671903.137	480099.573	3442.670	vereda	-0.0069987215	-0.3665540002	-0.966	0.36662080840053200
eje5	8671689.176	480066.553	3442.254	casa	e5	8671688.281	480067.540	3442.128	casa	0.8952400927	-0.9870000001	-0.126	1.33252535576736000
eje6	8671531.918	480030.759	3442.533	casa	e6	8671531.925	480031.126	3443.531	casa	-0.0069987215	-0.3665540002	0.998	0.36662080840053200
eje7	8671530.594	480035.033	3443.315	casa	e7	8671529.699	480034.046	3445.170	casa	0.8952400927	0.9872100200	1.855	1.33268092471793000
eje8	8671466.084	479979.410	3441.715	casa	e8	8671466.091	479979.417	3444.381	casa	-0.0069987215	-0.0069987221	2.666	0.00989768729054772
eje9	8671464.960	479980.701	3441.717	casa	e9	8671464.065	479979.806	3444.895	casa	0.8952400927	0.8952400930	3.178	1.26606068085281000
eje10	8671427.701	479970.779	3439.845	vereda	e10	8671426.806	479970.899	3443.734	vereda	0.8952400927	-0.1202366567	3.889	0.90327829438069100
eje11	8671426.700	479970.028	3439.769	vereda	e11	8671427.067	479970.035	3444.319	vereda	-0.3665539995	-0.0069987221	4.550	0.36662080771327900
eje12	8671426.958	479972.028	3440.829	muro_cont	e12	8671427.945	479971.922	3446.041	muro_cont	-0.9869999997	0.1062392125	5.212	0.99270124898865300
eje13	8671420.751	479967.344	3440.468	muro_cont	e13	8671421.660	479966.449	3446.341	muro_cont	-0.9092375375	0.8952400930	5.873	1.27599675696005000
eje14	8671370.329	479888.397	3433.709	vereda	e14	8671370.336	479887.502	3441.232	vereda	-0.0069987215	0.8952400930	7.523	0.89526744954576300
eje15	8671367.535	479882.683	3433.308	vereda	e15	8671366.640	479883.050	3441.294	vereda	0.8952400927	-0.3665540002	7.986	0.96737617219857300
eje16	8671363.538	479874.470	3432.845	vereda	e16	8671361.741	479875.457	3441.690	vereda	1.7974789087	-0.9870000001	8.845	2.05063390867284000
eje17	8671381.918	479930.551	3436.387	vereda	e17	8671380.931	479932.158	3446.091	vereda	0.9872100204	-1.6074460000	9.704	1.88638974431643000
eje18	8671379.961	479927.688	3436.174	vereda	e18	8671380.328	479927.695	3446.737	vereda	-0.3665539995	-0.0069987221	10.563	0.36662080771327900
eje19	8671379.054	479926.314	3436.070	vereda	e19	8671380.041	479925.419	3447.492	vereda	-0.9869999997	0.8952400930	11.422	1.33252535570019000
eje20	8671385.677	479938.355	3438.000	talud	e20	8671386.044	479937.558	3450.281	talud	-0.3665539995	0.7974789081	12.281	0.87768698485689700
eje21	8671334.570	479868.616	3431.379	vereda	e21	8671333.583	479868.983	3446.270	vereda	0.9872100204	-0.3665540002	14.891	1.05306479357774000
eje22	8671330.901	479867.605	3431.167	vereda	e22	8671330.560	479866.618	3447.137	vereda	0.3409740403	0.9872100200	15.970	1.04443617315639000
eje23	8671329.190	479867.232	3431.061	vereda	e23	8671329.557	479867.239	3447.425	vereda	-0.3665539995	-0.0069987221	16.364	0.36662080771327900
eje24	8671326.579	479866.776	3430.872	vereda	e24	8671325.592	479865.881	3447.883	vereda	0.9872100204	0.8952400930	17.011	1.33268092525437000
eje25	8671299.839	479856.245	3429.774	vereda	e25	8671298.944	479856.579	3449.225	vereda	0.8952400927	-0.3336980050	19.451	0.95541047829424100
eje26	8671294.061	479854.050	3429.372	vereda	e26	8671294.428	479854.420	3449.027	vereda	-0.3665539995	-0.3698711100	19.655	0.52073647131846100
eje27	8671298.341	479854.137	3429.645	vereda	e27	8671297.354	479854.363	3448.712	vereda	0.9872100204	-0.2255990300	19.067	1.01265914638091000
eje28	8671243.554	479882.996	3428.331	casa	e28	8671242.659	479883.003	3448.000	casa	0.8952400927	-0.0069987221	19.669	0.89526744920107800
eje29	8671236.927	479884.190	3428.269	casa	e29	8671236.032	479883.295	3448.720	casa	0.8952400927	0.8952400930	20.451	1.26606068085281000
eje30	8671236.297	479882.863	3427.930	casa	e30	8671236.664	479882.066	3447.586	casa	-0.3665539995	0.7974789081	19.656	0.87768698485689700
eje31	8671249.492	479869.936	3428.804	baden	e31	8671250.479	479869.041	3449.075	baden	-0.9869999997	0.8952400930	20.271	1.33252535570019000
eje32	8671246.977	479871.465	3428.710	baden	e32	8671248.584	479870.570	3449.583	baden	-1.6074460000	0.8952400930	20.873	1.83992865811830000
eje33	8671220.083	479871.149	3427.950	muro_cont	e33	8671220.854	479871.516	3449.401	muro_cont	-0.7712006904	-0.3665540002	21.451	0.85388075277021300
eje34	8671203.903	479870.099	3427.448	muro_cont	e34	8671204.446	479871.086	3447.205	muro_cont	-0.5433006659	-0.9870000001	19.757	1.12665194885490000

eje35	8671194.048	479877.177	3426.801	buzon	e35	8671193.204	479877.511	3447.252	buzon	0.8444000687	-0.3336980050	20.451	0.90794594257749700
eje36	8671175.020	479878.901	3426.107	buzon	e36	8671174.125	479879.271	3449.898	buzon	0.8952400927	-0.3698711100	23.791	0.96863794139599500
eje37	8671147.397	479886.442	3425.069	buzon	e37	8671146.502	479886.668	3448.266	buzon	0.8952400927	-0.2255990300	23.197	0.92322789484153700
eje38	8671129.704	479883.805	3424.861	muro_cont	e38	8671130.071	479884.576	3449.858	muro_cont	-0.3665539995	-0.7712006900	24.997	0.85388075210236400
eje39	8671100.304	479894.109	3424.137	muro_cont	e39	8671101.291	479894.652	3449.033	muro_cont	-0.9869999997	-0.5433006660	24.896	1.12665194852602000
eje40	8671091.491	479897.019	3424.024	muro_cont	e40	8671092.262	479896.175	3449.988	muro_cont	-0.7712006904	0.8444000696	25.964	1.14357421380208000
eje41	8671082.979	479899.914	3423.878	muro_cont	e41	8671083.522	479900.248	3450.131	muro_cont	-0.5433006659	-0.3336980050	26.253	0.63759702958063200
eje42	8671080.173	479901.091	3423.857	muro_cont	e42	8671079.329	479901.461	3450.593	muro_cont	0.8444000687	-0.3698711100	26.736	0.92185471421497800
eje43	8671069.908	479908.315	3423.771	muro_cont	e43	8671069.244	479908.541	3450.991	muro_cont	0.6639970094	-0.2255990300	27.220	0.70127523185481300
eje44	8671058.979	479955.514	3421.023	vereda	e44	8671059.313	479956.234	3448.726	vereda	-0.3336980045	-0.7203180204	27.703	0.79385918693453400
eje45	8671055.918	479967.566	3420.683	vereda	e45	8671056.288	479967.933	3451.562	vereda	-0.3698711097	-0.3665540002	30.879	0.52073647160341900
eje46	8671062.352	479918.559	3421.734	vereda	e46	8671062.578	479917.572	3452.725	vereda	-0.2255990300	0.9872100200	30.991	1.01265914599666000
eje47	8671059.723	479922.495	3421.517	vereda	e47	8671060.090	479922.721	3453.512	vereda	-0.3665539995	-0.2255990300	31.995	0.43041463365325800
eje48	8671052.700	479988.673	3422.537	vereda	e48	8671051.713	479989.444	3454.942	vereda	0.9872100204	-0.7712006900	32.405	1.25273066885781000
eje49	8671054.453	479989.944	3422.652	vereda	e49	8671055.224	479990.715	3455.615	vereda	-0.7712006904	-0.7712006900	32.963	1.09064247541320000
eje50	8671054.213	479991.227	3422.658	vereda	e50	8671054.756	479991.770	3456.180	vereda	-0.5433006659	-0.5433006660	33.522	0.76834317022450300
eje51	8671038.923	479990.401	3419.510	sardinel	e51	8671038.079	479989.557	3453.590	sardinel	0.8444000687	0.8444000696	34.080	1.19416202990536000
eje52	8671031.616	479986.860	3418.562	sardinel	e52	8671030.721	479985.965	3454.388	sardinel	0.8952400927	0.8952400930	35.826	1.26606068085281000
eje53	8671026.438	479984.310	3417.858	sardinel	e53	8671026.805	479983.415	3452.984	sardinel	-0.3665539995	0.8952400930	35.126	0.96737617225710600
eje54	8670705.047	479897.304	3400.831	sardinel	e54	8670705.414	479897.671	3436.745	sardinel	-0.3665539995	-0.3665540002	35.914	0.51838563790569500
eje55	8670699.189	479896.605	3400.636	sardinel	e55	8670698.202	479897.592	3437.634	sardinel	0.9872100204	-0.9870000001	36.998	1.39597730092516000
eje56	8670699.603	479897.594	3400.616	sardinel	e56	8670699.937	479896.699	3438.501	sardinel	-0.3336980045	0.8952400930	37.885	0.95541047843851900
eje57	8670699.086	479898.902	3400.601	sardinel	e57	8670699.456	479899.269	3439.422	sardinel	-0.3698711097	-0.3665540002	38.821	0.52073647160341900
eje58	8670696.438	479900.027	3400.574	sardinel	e58	8670696.664	479901.655	3440.331	sardinel	-0.2255990300	-1.6283480934	39.757	1.64390158942124000
eje59	8670588.168	479883.532	3399.139	casa	e59	8670588.535	479882.862	3441.339	casa	-0.3665539995	0.6698800200	42.200	0.76361055241905400
eje60	8670583.265	479883.191	3398.980	casa	e60	8670582.278	479880.223	3441.569	casa	0.9872100204	2.9681081334	42.589	3.12797850313189000
eje61	8670584.580	479880.372	3399.054	casa	e61	8670582.239	479879.702	3442.036	casa	2.3409740403	0.6698800200	42.982	2.43493299676290000
eje62	8670575.820	479876.346	3398.775	casa	e62	8670575.150	479875.676	3443.171	casa	0.6698800195	0.6698800200	44.396	0.94735340911128900
eje63	8670511.254	479846.490	3395.235	sardinel	e63	8670510.359	479846.857	3445.101	sardinel	0.8952400927	-0.3665540002	49.866	0.96737617219857300
eje64	8670499.991	479842.470	3394.846	sardinel	e64	8670500.217	479841.483	3449.426	sardinel	-0.2255990300	0.9872100200	54.580	1.01265914599666000
eje65	8670499.094	479842.845	3394.838	sardinel	e65	8670499.865	479842.504	3449.501	sardinel	-0.7712006904	0.3409740402	54.663	0.84321634294002400
eje66	8670498.031	479843.576	3394.830	sardinel	e66	8670499.018	479844.541	3450.793	sardinel	-0.9869999997	-0.9652110020	55.963	1.38050761599373000
eje67	8670487.704	479837.374	3394.479	sardinel	e67	8670487.034	479836.479	3451.742	sardinel	0.6698800195	0.8952400930	57.263	1.11812077372700000
eje68	8670488.111	479836.887	3394.480	sardinel	e68	8670488.778	479837.874	3453.043	sardinel	-0.6669769995	-0.9870000001	58.563	1.19122933061836000
eje69	8670347.355	479794.088	3391.362	casa	e69	8670348.320	479794.755	3451.873	casa	-0.9652110022	-0.6669770000	60.511	1.17323936058790000
eje70	8670347.861	479792.993	3391.374	casa	e70	8670347.191	479792.006	3451.741	casa	0.6698800195	0.9872100200	60.367	1.19303095690993000
eje71	8670301.495	479772.903	3389.962	casa	e71	8670300.508	479773.270	3450.185	casa	0.9872100204	-0.3665540002	60.223	1.05306479357774000
eje72	8670521.843	479835.447	3396.815	casa	e72	8670522.842	479834.460	3456.895	casa	-0.9990009852	0.9872100200	60.080	1.40448801774893000
eje73	8670520.474	479833.440	3396.753	casa	e73	8670519.487	479834.439	3463.406	casa	0.9872100204	-0.9990009850	66.653	1.40448801791112000
eje74	8670522.527	479832.090	3397.636	casa	e74	8670521.554	479832.460	3466.384	casa	0.9734210242	-0.3698500200	68.748	1.04131528729538000
eje75	8670434.704	479791.547	3393.412	casa	e75	8670433.717	479792.217	3464.326	casa	0.9872100204	-0.6699002000	70.914	1.19304228858718000
eje76	8670429.437	479794.964	3393.535	casa	e76	8670430.436	479795.334	3464.230	casa	-0.9990009852	-0.3697000000	70.695	1.06521409039093000

eje77	8670306.316	479756.194	3388.328	sardinel	e77	8670305.421	479756.534	3458.804	sardinel	0.8952400927	-0.3398111100	70.476	0.95756274675070300
eje78	8670301.918	479754.709	3388.191	sardinel	e78	8670301.023	479755.076	3465.633	sardinel	0.8952400927	-0.3665540002	77.442	0.96737617219857300
eje79	8670300.050	479754.109	3388.166	sardinel	e79	8670300.417	479753.122	3466.151	sardinel	-0.3665539995	0.9872100200	77.985	1.05306479295264000
eje80	8670298.176	479753.503	3388.104	sardinel	e80	8670299.163	479752.833	3466.055	sardinel	-0.9869999997	0.6698800200	77.951	1.19285717531432000
eje81	8670296.054	479752.860	3388.004	sardinel	e81	8670295.384	479753.859	3472.278	sardinel	0.6698800195	-0.9990009850	84.274	1.20280597294781000
eje82	8670285.374	479749.674	3387.636	sardinel	e82	8670286.373	479750.044	3473.327	sardinel	-0.9990009852	-0.3698500200	85.691	1.06526616658113000
eje83	8670282.814	479748.988	3387.582	sardinel	e83	8670283.184	479749.658	3473.705	sardinel	-0.3698500209	-0.6699002000	86.123	0.76521586226424800
eje84	8670278.916	479747.975	3387.480	sardinel	e84	8670279.586	479748.345	3475.445	sardinel	-0.6699001994	-0.3697000000	87.965	0.76514336378226200
eje85	8670276.296	479747.336	3387.385	sardinel	e85	8670276.666	479747.676	3475.963	sardinel	-0.3696999997	-0.3398111100	88.578	0.50214507888407800
eje86	8670274.778	479746.973	3387.357	sardinel	e86	8670275.118	479745.986	3476.671	sardinel	-0.3398111109	0.9872100200	89.314	1.04405709359643000
eje87	8670311.156	479742.089	3390.801	casa	e87	8670310.169	479743.088	3481.492	casa	0.9872100204	-0.9990009850	90.691	1.40448801791112000
eje88	8670290.295	479743.687	3389.535	casa	e88	8670290.739	479744.057	3487.051	casa	-0.4438452013	-0.3698500200	97.516	0.57774354170657300
eje89	8670281.922	479732.391	3389.429	casa	e89	8670282.477	479733.061	3487.541	casa	-0.5554111004	-0.6699002000	98.112	0.87019984392529900
eje90	8670281.071	479707.561	3389.681	casa	e90	8670281.738	479707.931	3489.571	casa	-0.6669769995	-0.3697000000	99.890	0.76258534462487700
eje91	8670238.894	479740.552	3388.314	casa	e91	8670239.859	479741.222	3493.930	casa	-0.9652110022	-0.6699002000	105.616	1.17490363716227000
eje92	8670226.366	479736.798	3387.437	casa	e92	8670225.471	479737.168	3494.424	casa	0.8952400927	-0.3697000000	106.987	0.96857261652087900
eje93	8670215.958	479734.930	3387.327	casa	e93	8670215.063	479735.270	3495.224	casa	0.8952400927	-0.3398111100	107.897	0.95756274675070300
eje94	8670198.140	479730.832	3386.787	casa	e94	8670198.507	479731.199	3494.897	casa	-0.3665539995	-0.3665540002	108.110	0.51838563790569500
eje95	8670139.657	479716.705	3384.456	casa	e95	8670140.644	479715.718	3495.060	casa	-0.9869999997	0.9872100200	110.604	1.39597730034893000
eje96	8670126.927	479713.542	3384.003	casa	e96	8670127.594	479714.209	3495.783	casa	-0.6669769995	-0.6669770000	111.780	0.94324791884215700
eje97	8670096.124	479706.368	3382.727	casa	e97	8670097.089	479707.333	3495.707	casa	-0.9652110022	-0.9652110020	112.980	1.36501448967746000
eje98	8670096.995	479706.592	3382.765	casa	e98	8670097.960	479705.697	3496.945	casa	-0.9652110022	0.8952400930	114.180	1.31646766112831000
eje99	8670095.740	479706.973	3382.735	casa	e99	8670096.107	479706.078	3499.005	casa	-0.3665539995	0.8952400930	116.270	0.96737617225710600
eje100	8670028.872	479695.089	3379.715	vereda	e100	8670027.885	479695.456	3496.625	vereda	0.9872100204	-0.3665540002	116.910	1.05306479357774000
eje101	8670008.862	479699.563	3380.290	vereda	e101	8670009.529	479700.550	3497.840	vereda	-0.6669769995	-0.9870000001	117.550	1.19122933061836000
eje102	8670038.943	479697.032	3380.024	vereda	e102	8670039.908	479697.699	3498.214	vereda	-0.9652110022	-0.6669770000	118.190	1.17323936058790000
eje103	8669999.426	479679.078	3380.225	cerco	e103	8670000.096	479680.043	3499.055	cerco	-0.6699001994	-0.9652110020	118.830	1.17490363668693000
eje104	8669996.643	479677.700	3380.204	cerco	e104	8669997.013	479678.687	3499.674	cerco	-0.3696999997	-0.9870000001	119.470	1.05396730976140000
eje105	8670002.170	479704.501	3382.668	cerco	e105	8670002.510	479705.168	3506.595	cerco	-0.3398111109	-0.6669770000	123.927	0.74855187503572300

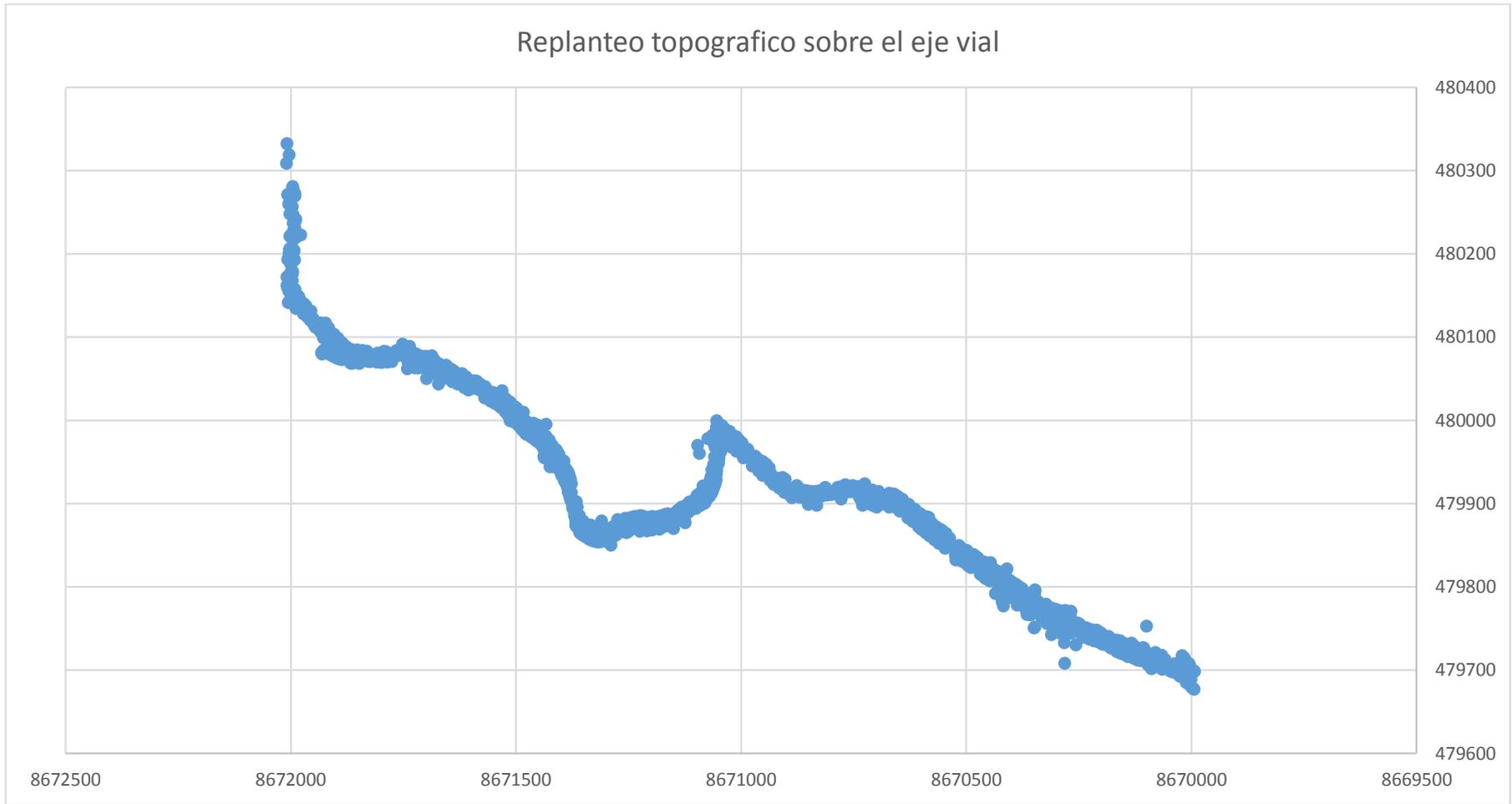
Fuente: Elaboración propia

De la tabla 26 nos muestra los detalles sobre el eje vial donde mostrando su respectivo error lineal entre los puntos geodésico y con los que encuentra en el expediente técnico donde nos mostrara un promedio del error lineal es de 1.02109138350541000, donde se encuentra varios

puntos que están de la tolerancia, pero en gran mayor ocurrirán una incompatibilidad durante la ejecución de la obra vial, para esto adjuntamos un adicional presentado por el residente de la obra donde se evidencia la presión en el momento de la ejecución de la obra vial, con esto de la misma manera contrastamos la hipótesis específica donde se manifiesta que la diferencia en el control topográfico durante la ejecución del replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, radica en la generación del error acumulativo superior a los parámetros admisibles.

Dando un respaldo a la hipótesis general donde se expone que la diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, comprende una precisión considerable sobre el terreno, durante el periodo de ejecución y también evidencia diferencias sobre presupuesto general de la obra.

Porque de igual manera que para la definición del error lineal en el eje vial, la toma de los detalles durante la ejecución esto llevara a un error acumulativo a lo largo del replanteo topográfico siendo lo permisible 0.05, estas evidencias se muestran en el momento de la ejecución donde se consideró una obra de arte en de mayores longitudes por la orientación del mismo eje vial y por consecuencia en sus detalles y se paralizó la obra para requerir un adicional de obra.



*Figura 38. Replanteo de los detalles del eje vial.  
Fuente: datos de la tabla 23*

Con relación de la hipótesis específica que manifiesta que la variación que existe en el presupuesto general de obra con la utilización del replanteo topográfico con y sin punto de control geodésicos en la provincia de Huancayo, en el tramo de estudio es superior el 1%.,

En el expediente muestra que en la progresiva 1+759 se consideró un drenaje pluvial sin tomar en consideración las viviendas urbanas que se encuentra a ambos lados de la vía según la figura 41.



Figura 39. Trazo vial del drenaje pluvial en la progresiva 1+759  
Fuente: Expediente técnico

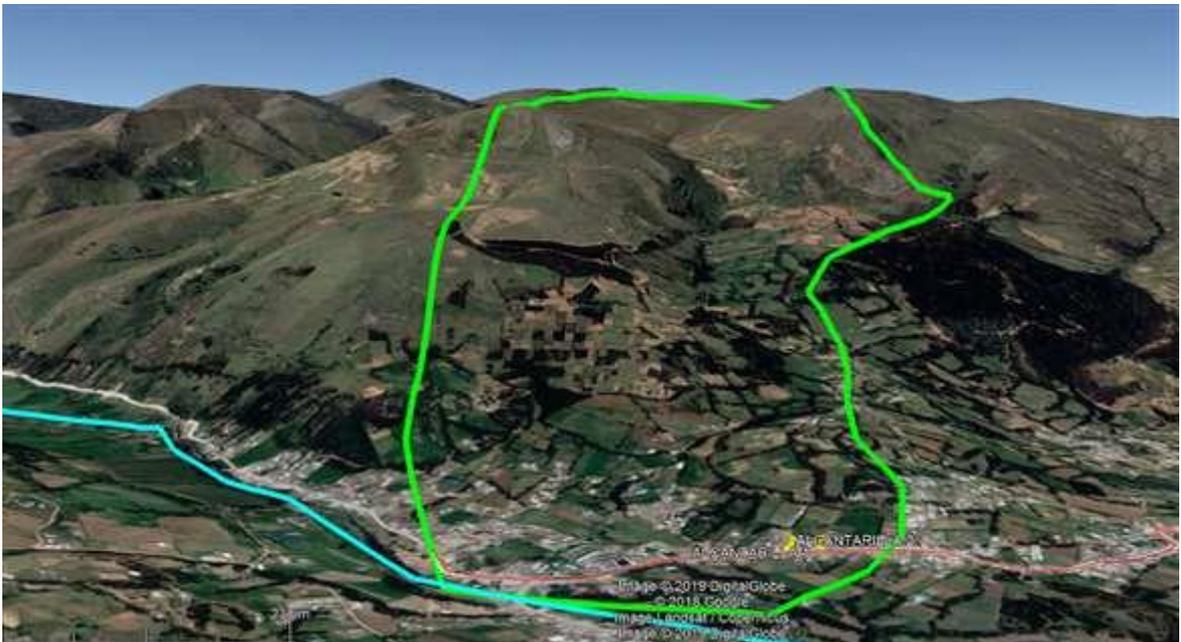
Según lo observado en dicha progresía se observa una orientación desviada en función al eje vial y durante el levantamiento topográfico y posterior mente cuando se realiza el replanteo topográfico este continua de menor manera, pero se mantiene, como sustento para este adicional de obra se muestra que los puntos de control no tuvieron la precisión que requiere la norma técnica.

Cuando se realizó el replanteo con los puntos geodésicos se evidencio este error, pero de la misma manera se puso en evidencia que el drenaje pluvial tiene una longitud mayor al tener las viviendas que se encuentran a los costados del eje vial y otro una micro cuenca

en dicha progresiva hasta la progresiva 1+759, Donde se ubica los canales de drenaje pluvial propuesto en el presente expediente adicional N° 02 de sección 1.20m con una longitud de 51.47m.

estas consideraciones se presentó el expediente técnico de la ampliación de obra Correspondiente al adicional de obra N° 02 del proyecto: “Mejoramiento de la ruta departamental JU-108, Tramo: Palian-Vilcacoto-Acopalca-Abra-Huaytapallana-Pariahuanca. Provincia de Huancayo departamento de Junín, Tramo Palian-Vilcacoto 2.3 km.

Donde el diseño geométrico del canal ha sido desarrollado según los términos de referencia, así como las recomendaciones de los especialistas correspondientes, donde el tramo en estudio presenta una topografía que varía de plana a escarpado y ondulada, predominando los sectores escarpado y en menor proporción los sectores planos.



*Figura 40. Microcuenca identificada 1+630 a 2+300  
Fuente: estudios propios de la zona delimitados*

la microcuenca identificada corresponde a las progresivas de obra identificadas como 1+630 a 2+300, ubicado con una coordenada (479990.55 m E, 8671615.09 m S), con un área de 158 Hectáreas y de una longitud de cauce de 5.21 Km, cota máxima de microcuenca de 4304 msnm y la cota menor de 3434 msnm.

Siendo lo propuesto para efectos del adicional que se muestra en la figura 42

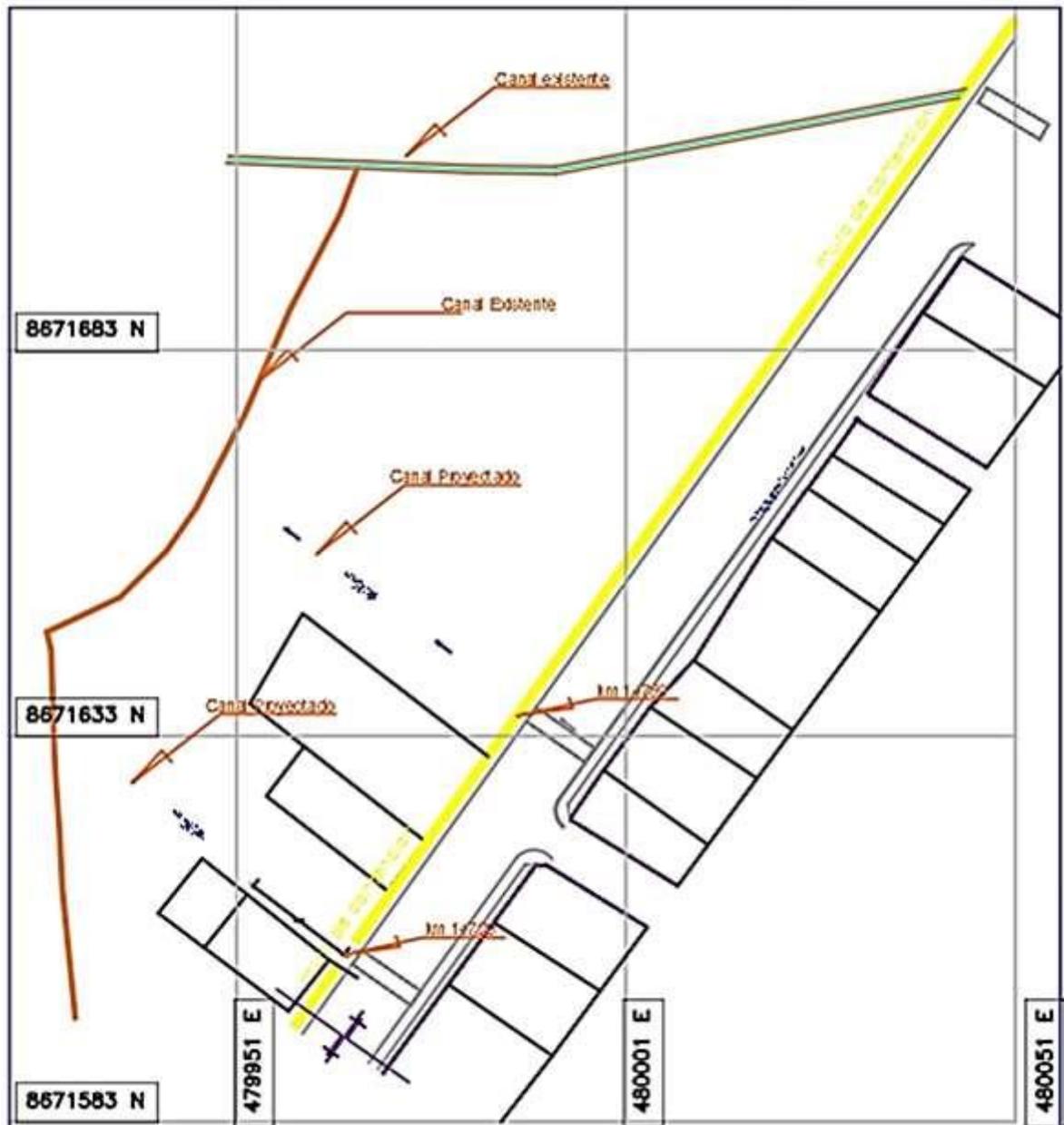


Figura 41. Propuesta del adicional con el replanteo con puntos geodésicos  
Fuente: estudios propios de la zona delimitados

La justificación legal para el adicional de obra está dentro la Directiva N° 05-2009-GR-JUNIN y las anotaciones en el cuaderno de obra.

### 5.1.13. Presupuesto adicional de obra

Para establecer los precios de las partidas que no contempla el expediente técnico, se ha elaborado el presupuesto adicional, considerando los precios unitarios de las partidas e insumos del expediente técnico, además se consideran los gastos generales, donde el presupuesto total de la obra es:

<b>Presupuesto</b>	
001 Mejoramiento de la carretera departamental JU-108 (Palian- Vilcacoto)	
	9,165,211.15
	(CD) S/. 9,165,211.15
Costo Directo	9,165,211.15
Gastos generales (10.00%)	916,521.12
	-----
Sub Total	10,081,732.27
Supervisión	300,000.00
	=====
Presupuesto total	10,381,732.27
<b>Descompuesto del costo directo</b>	
Mano de obra	S/. 1,871,875.85
Materiales	S/. 5,892,740.71
Equipos	S/. 1,402,244.35
Total, descompuesto costo directo	S/. 9,166,860.91

Para el costo directo del presupuesto del adicional por la ejecución de partidas nuevas asciende a s/. 105,906.58 soles, según el cuadro siguiente:

Tabla 27.  
Presupuesto del adicional de obra

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio s/.	Parcial S/.
01	<b>CANAL DE DRENAJE PLUVIAL KM 1+720</b>				<b>38,139.94</b>
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>857.86</b>
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	69.66	4.59	319.74
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m	50.67	1.08	54.72
01.01.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m	50.67	4.77	241.7
01.01.04	TRAZO Y REPLANTEO FINAL DE OBRA	m	50.67	4.77	241.7
01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>4,582.52</b>
01.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	34.83	4.13	143.85
01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	34.83	24.2	842.89
01.02.03	MEJORAMIENTO DE SUELO DE FUNDACION E=0.10M	m2	69.66	12.05	839.4
01.02.04	JUNTAS DE DILATAACION EN ESTRUCTURAS CON WATER STOP	m	73.07	35.73	2,610.79
01.02.05	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m2	69.66	2.09	145.59
01	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				<b>31,499.56</b>
01.03.01	SOLADO DE CONCRETO F' C=100KG/CM2	m3	6.97	253.63	1,767.80
01.03.02	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS	kg	2,291.82	4.7	10,771.55
01.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	288.5	21.24	6,127.74
01.03.04	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 PARA ESTRUCTURAS	m3	36.93	338.54	12,502.28
01.03.05	CURADO DE CONCRETO EN ESTRUCTURAS	m2	69.66	4.74	330.19
01	<b>ESTRUCTURA METALICA</b>				<b>1,200.00</b>
01.04.01	COMPUERTA METALICA	glb	2	600	1,200.00
02	<b>CANAL DE DRENAJE PLUVIAL KM 1+759</b>				<b>55,090.14</b>
02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>919.53</b>
02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	74.7	4.59	342.87
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m	54.3	1.08	58.64
02.01.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m	54.3	4.77	259.01
02.01.04	TRAZO Y REPLANTEO FINAL DE OBRA	m	54.3	4.77	259.01
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2,150.12</b>
02.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	37.35	4.13	154.26
02.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	37.35	24.2	903.87
02.02.03	MEJORAMIENTO DE SUELO DE FUNDACION	m2	74.7	12.05	900.14
02.02.04	JUNTAS DE DILATAACION EN ESTRUCTURAS CON WATER STOP	m	1	35.73	35.73
02.02.05	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m2	74.7	2.09	156.12
02	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				<b>50,820.49</b>
02.03.01	SOLADO DE CONCRETO F' C=100KG/CM2	m3	74.7	253.63	18,946.16
02.03.02	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS	kg	2,454.98	4.7	11,538.41
02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	309.11	21.24	6,565.50
02.03.04	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 PARA ESTRUCTURAS	m3	39.63	338.54	13,416.34
02.03.05	CURADO DE CONCRETO EN ESTRUCTURAS	m2	74.7	4.74	354.08
02	<b>ESTRUCTURA METALICA</b>				<b>1,200.00</b>
02.04.01	COMPUERTA METÁLICA	glb	2	600	1,200.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>93,230.08</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10.00%)</b>				<b>9,323.01</b>
	-----				
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>102,553.09</b>
	<b>SUPERVISIÓN (3.27%)</b>				<b>3,353.49</b>
	-----				
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>105,906.58</b>

Fuente: elaboración propia programa S10

El expediente fue presentado por el residente de la obra, así como el presupuesto para establecer los precios de las partidas que no contempla el expediente técnico, se ha elaborado el presupuesto adicional, considerando los precios unitarios de las

partidas e insumos del expediente técnico, además se consideran los gastos generales.

El costo directo del presupuesto del adicional por la ejecución de partidas nuevas asciende a S/. 93,288.52 de acuerdo a los detalles de la tabla 28.

Tabla 28.

Precios y cantidades de recursos requeridos

<b>Precios y Cantidades de Recursos Requeridos</b>					
<b>Código</b>	<b>Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
0101010003	OPERARIO	hh	335.5900	11.98	4,020.40
0101010004	OFICIAL	hh	565.8000	10.68	6,042.70
0101010005	PEON	hh	1,190.6800	9.73	11,585.32
0101030000	TOPOGRAFO	hh	3.0900	10.84	33.45
					<b>21,681.87</b>
<b>Materiales</b>					
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal	8.8900	25.00	222.21
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	23.9000	4.80	114.74
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	332.2800	4.80	1,594.92
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	5,032.3400	3.11	15,650.58
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg	27.0500	4.80	129.86
02041200020003	CLAVOS DE CALAMINA PARA ESTACADO	und	0.8400	8.00	6.72
0207010011	PIEDRA CHANCADA 1/2" - 3/4	m3	63.7000	65.00	4,140.67
02070200010001	ARENA FINA	m3	1.8800	95.00	178.73
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	42.4700	65.00	2,760.45
0207040002	MATERIAL OVER	m3	37.5300	29.00	1,088.48
0207040003	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			1.78
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	6.3000	5.00	31.50
0208010002	COMPUERTA METALICA	und	4.0000	600.00	2,400.00
02100400010002	TECNOPOR DE 1"X4X8'	pln	14.8100	20.00	296.28
0210060001	WATER STOP	m	77.7700	16.00	1,244.38
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	408.3500	22.00	8,983.70
0213030001	YESO	kg	104.9900	0.50	52.50
02130300010002	YESO EN BOLSA DE 8 kg	bol	0.1600	5.00	0.79
02190100010011	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210	m3	76.5600	320.00	24,499.20
0222180001	kg/cm2 CON CEMENTO T-I ADITIVO CURADOR	gal	5.7700	100.00	577.44
0231120002	MADERA ROBLE CORRIENTE	p2	1,257.0800	3.10	3,896.96
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	0.1100	41.76	4.39
02760100100001	WINCHA METALICA DE 50 m	und	20.9900	30.00	629.82
0290130022	AGUA	.m3	16.3300	5.00	81.67
					<b>68,587.77</b>
<b>Equipos</b>					
03010000020001	NIVEL	hm	6.1300	25.00	153.26
0301000020	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.6800	5.00	8.39
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			637.74
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	0.8000	350.00	280.42
0301190003	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	0.9700	210.00	203.12
0301200002	AUTOPROPULSADO 101-135 HP MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	0.9700	210.00	203.12
0301220005	CAMION CISTERNA	hm	0.9700	190.00	183.77
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40	hm	55.2100	8.00	441.70
0301290005	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	29.7000	25.00	742.38
03014900010001	TAMBOR 18 HP 11 P3 CORDEL	rll	21.0000	5.00	104.98
					<b>2,958.88</b>
				S/.	<b>93,228.52</b>

Fuente: elaboración propia programa S10

De esta definición que la incidencia del adicional es del 1.02% del presupuesto total comprendido en el tramo 2.3 km.

*Tabla 29.  
El porcentaje de incidencia del Adicional de Obra*

Presupuesto contractual	Presupuesto adicional
S/.	S/.
A	B
10,381,732.27	S/. 105,906.58
Incidencia del presupuesto	1.02%

Fuente: elaboración propia

Con esto se constata la hipótesis planteada donde se evidencia que el replanteo topográfico sin puntos de control geodésico implica en el presupuesto general, en este caso particular se observó una mala orientación del eje vial con lo diseñado en el expediente técnico al no tomar en cuenta el limitado drenaje pluvial que contaba frente a una microcuenca que se encontraba en las progresivas 1+630 a 2+300 del proyecto.

## **5.2. Parámetros para la contratación de las hipótesis**

Para contrastar los resultados se tomaron como referencia las normas vigentes del estado peruana que son:

En primer lugar, el instituto geográfico nacional, del ministerio de defensa de la república del Perú, en la página 51 de la norma técnica V1.0 titulada: “especificaciones Técnicas para la Producción de Cartografía Básica Escala 1:1 000”, publicada en mayo del 2011 menciona en su artículo 4.8 menciona lo siguiente:

- Con respecto a la planimetría: Precisión de los puntos de apoyo.  
Planimetría: error cuadrático medio R.M.S, (Root mean square) menor o igual a 0,05 metros, en X e Y independientemente.

- Con respecto a la altimetría: El error de cierre no será en ningún caso superior a  $\pm 12 \text{ mm } \sqrt{K}$ , siendo K la longitud en kilómetros.

En segundo lugar, según el Consejo Nacional de Catastro del estado peruano mediante resolución N°03-2008-SNCP/CNC aprobó la directiva N°01-2008-SNCP/CNC “tolerancias catastrales- registrales”, en la cual precisa en el inciso 7, las disposiciones de la tabla 29.

*Tabla 30.  
Rangos de tolerancias catastrales – registrales*

<b>Naturaleza Urbana</b>		<b>Naturaleza rural</b>	
<b>Rango de área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tolerancia (%)</b>	<b>Rango de área (ha)</b>	<b>Tolerancia (%)</b>
Menores de 200	2.5	Menores de 1	7.5
De 200 a 1000	2	De 1 a 5	63
Mayores a 1000	1	Mayores a 5	3

Fuente: Tolerancia catástrales- Registrales

En tercer lugar, según el manual del Ministerio de transportes y comunicaciones de la república del Perú, en la página 101 titulado: “manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013”, actualizado mediante “Resolución Directoral RD N° 19-2016-MTC/14”, en la provincia de Lima, con fecha 17 de julio del 2013. Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la tabla 102-01 (EG-2013).

Tabla 31.  
Tolerancia de trabajo en levantamientos topográficos y replanteos

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1:100 000	± 5 mm.
Puntos de Control	1:10 000	± 5 mm.
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1:5 000	± 10 mm.
Otros puntos del eje	± 50 mm.	± 100 mm.
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm.	± 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm.	± 20 mm.
Muros de contención	± 20 mm.	± 10 mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	--
Estacas de subrasante	± 50 mm.	± 10 mm.
Estacas de rasante	± 50 mm.	± 10 mm.

Fuente: tomada de la tabla 102-01 (EG-2013).

### 5.3. Discusión de los resultados de la investigación

Sobre la precisión del replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control sobre la carretera en estudio se tomaron las coordenadas sobre el eje vial

Tabla 32  
Cuadro comparativo sobre el replanteo topográfico con y sin puntos geodésicos

Replante topográfico sin puntos geodésicos (expediente técnico)					Replante topográfico con puntos geodésicos (georreferenciación)				
Punto	Norte	Este	Cota	Descripción	Punto	Norte	Este	Cota	Descripción
1	8671997.91	480154.33	3368.841	e1	1	8672001.06	480158.227	3378.8614	eje1
2	8671997.89	480154.278	3376.504	e2	2	8671993.62	480158.912	3379.439	eje2
3	8671871.82	480075.06	3381.489	e3	3	8671868.83	480072.073	3379.6336	eje3
4	8671871.82	480075.065	3387.42544	e4	4	8671876.82	480071.395	3379.9026	eje4
5	8671744.8	480083.538	3395.08844	e5	5	8671747.49	480085.525	3380.1979	eje5
6	8671672.87	480054.069	3400.07344	e6	6	8671676.54	480057.069	3380.6222	eje6
7	8671520.56	480021.524	3406.00988	e7	7	8671524.63	480026.486	3382.2193	eje7
8	8671450.74	479973.924	3413.67288	e8	8	8671454.64	479976.911	3382.7942	eje8
9	8671388.92	479939.91	3418.65788	e9	9	8671390.88	479936.611	3382.832	eje9
10	8671344.78	479860.214	3424.59432	e10	10	8671341.78	479862.564	3382.3944	eje10
11	8671245.29	479869.805	3432.25732	e11	11	8671247.4	479872.969	3382.3918	eje11
12	8671171.07	479882.917	3437.24232	e12	12	8671173.3	479880.895	3382.6622	eje12
13	8671072.34	479907.133	3443.17876	e13	13	8671074.71	479903.925	3382.6681	eje13
14	8671046.48	479980.934	3450.84176	e14	14	8671048.97	479979.54	3384.1887	eje14
15	8670850.67	479898.637	3455.82676	e15	15	8670853.29	479893.057	3384.9127	eje15
16	8670718.84	479912.85	3461.7632	e16	16	8670721.58	479908.084	3384.3216	eje16
17	8670592.84	479881.408	3469.4262	e17	17	8670595.71	479885.36	3385.1525	eje17
18	8670424.89	479799.648	3474.4112	e18	18	8670427.88	479802.786	3385.8333	eje18
19	8670424.9	479799.653	3480.34764	e19	19	8670428.02	479801.977	3382.832	eje19
20	8670424.9	479799.652	3488.01064	e20	20	8670428.14	479802.162	3382.3944	eje20
21	8670282.82	479765.411	3492.99564	e21	21	8670286.19	479768.107	3382.3918	eje21
22	8670131.54	479716.342	3498.93208	e22	22	8670135.04	479720.224	3382.6622	eje22
23	8669998.55	479700.433	3506.59508	e23	23	8670002.17	479704.501	3382.6681	eje23

Fuente de elaboración propia

## **5.4. Proceso de las pruebas estadísticas de las hipótesis**

### **5.4.1. Comprobación de la hipótesis general**

Seguidamente, procedemos a realizar la comparación de la hipótesis general considerando los datos obtenidos como producto del trabajo de campo y gabinete que se obtuvieron en la muestra que se utilizó para este estudio.

La hipótesis general expresa que: La diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, comprende la precisión sobre el terreno, durante el periodo de ejecución y también evidencia diferencias sobre presupuesto general de la obra, en relación a la orientación del eje vial de la carretera.

#### **5.4.1.1. Definición de las hipótesis estadísticas**

$H_0: \mu_1 < \mu_2$ : La diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, si comprende una mayor precisión sobre el terreno, durante el periodo de ejecución y también evidencia diferencias sobre presupuesto general de la obra.

$H_1: \mu_1 > \mu_2$ : La diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, no comprende una mayor precisión sobre el terreno, durante el periodo de ejecución y también evidencia diferencias sobre presupuesto general de la obra.

#### **5.4.1.2. Definición del nivel de significancia $\alpha$**

Lo definido es de  $\alpha = 0,05$ , como  $n$  es pequeño,  $\sigma^2$  es desconocido, entonces Aplicamos la siguiente formula:

$$t = \frac{(x_1 - x_2) - 0}{\sqrt{v(x_1 - x_2)}} \sim t_{n_1 + n_2 - 2}$$

$$v(x_1 - x_2) = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)$$

**5.4.1.3. Reemplazamos los valores obtenidos**

si  $t < t_\alpha$  entonces se rechaza  $H_0$

$$t_\alpha = t_{32,0.05} = -1.709$$

para realizar los cálculos:

$$t = \frac{(900.0512 - 901.019)}{\sqrt{8149.3136}} = 0.0000129$$

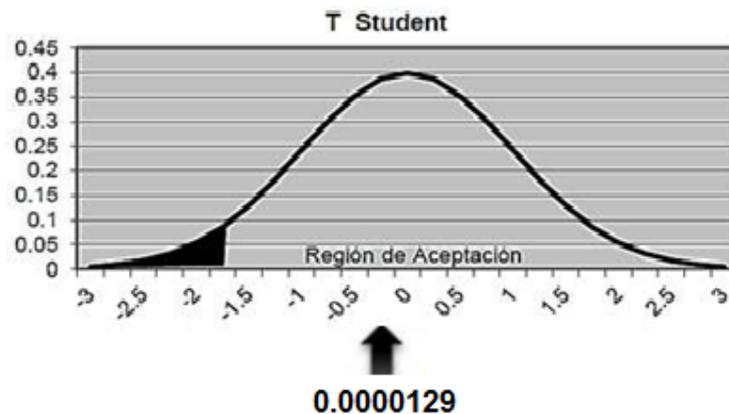


Figura 42 área de aceptación estadística de la hipótesis general

**5.4.1.4. Decisión de los resultados de la prueba estadística general**

La diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, si comprende una mayor precisión sobre el terreno, durante el periodo de ejecución y también evidencia diferencias sobre presupuesto general de la obra, en relación a la orientación del eje vial de la carretera con un nivel de confianza al 95%.

#### 5.4.2. Para la primera hipótesis específica

La diferencia en la precisión del replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, es considerable para este tipo de proyectos, en relación a los detalles sobre el eje vial.

##### 5.4.2.1. Definición de las hipótesis estadística

$H_0: \mu_1 < \mu_2$ : La diferencia en la precisión del replanteo topográfico de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, si es considerable para este tipo de proyectos, en relación a los detalles sobre el eje vial.

$H_1: \mu_1 > \mu_2$ : La diferencia en la precisión del replanteo topográfico de una carretera sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, no es considerable para este tipo de proyectos, en relación a los detalles sobre el eje vial.

##### 5.4.2.2. Definición del nivel de significancia $\alpha$

Lo definido es de  $\alpha = 0,05$ , como  $n$  es pequeño,  $\sigma^2$  es desconocido, entonces Aplicamos la siguiente formula:

$$t = \frac{(x_1 - x_2) - 0}{\sqrt{v(x_1 - x_2)}} \sim t_{n_1 + n_2 - 2}$$

$$v(x_1 - x_2) = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)$$

##### 5.4.2.3. Reemplazamos los valores obtenidos

si  $t < t_\alpha$  entonces se rechaza  $H_0$

$$t_\alpha = t_{32,0.05} = -1.4069$$

para realizar los cálculos:

$$t = \frac{(0.015 - 0.024)}{\sqrt{0.00004116}} = -1.411890$$

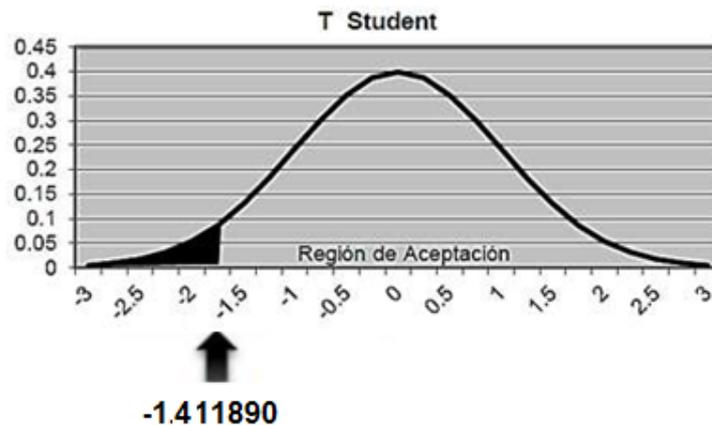


Figura 43 área de aceptación estadística de la primera hipótesis específica

#### 5.4.2.4. Decisión de los resultados de la prueba estadística general

La diferencia en la precisión del replanteo topográfico de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, si es considerable para este tipo de proyectos, en relación a los detalles sobre el eje vial con un nivel de confianza al 95%.

#### 5.4.3. Para la segunda hipótesis específica

La diferencia en el control topográfico durante la ejecución del replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, radica en la generación del error acumulativo superior a los parámetros admisibles, utilizando puntos y el error lineal según las tolerancias de 0.05.

#### 5.4.3.1. Definición de las hipótesis estadística

$H_0: \mu_1 = 0.05$ : La diferencia en el control topográfico durante la ejecución del replanteo topográfico de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, tiene una precisión permitida de 0.05.

$H_1: \mu_1 \neq 0$ . La diferencia en el control topográfico durante la ejecución del replanteo topográfico de una carretera sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, tiene una precisión diferente de 0.05.

#### 5.4.3.2. Definición del nivel de significancia $\alpha$

Lo definido es de  $\alpha = 0,05$ , como  $n$  es pequeño,  $\sigma^2$  es desconocido, entonces

Aplicamos la siguiente formula:

$$Z = \frac{x - \mu}{S/\sqrt{n}} \sim Normal$$

#### 5.4.3.3. Remplazamos los valores obtenidos

$$\text{Si } z < z_{\alpha/2} \text{ o } z_{1-\alpha/2}$$

De donde  $H_0$  se rechaza

$$z_{\alpha/2} = Z_{0.025} = -1.75$$

$$z_{\alpha/2} = Z_{0.025} = 1.75$$

Se realizan los siguientes cálculos:

$$z = \frac{(0.08589315 - 0.02)}{\sqrt{0.00209183}} = 0.910502$$

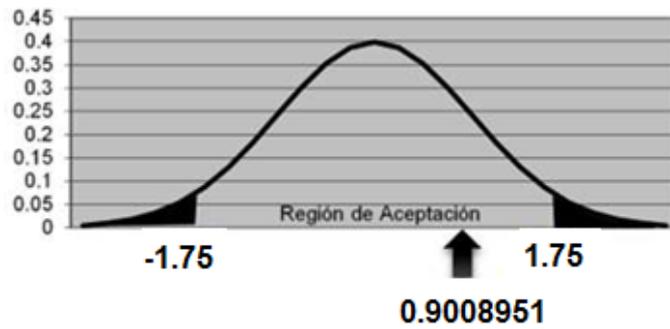


Figura 44 área de aceptación estadística de la segunda hipótesis específica

#### 5.4.3.1. Decisión de los resultados de la prueba estadística

La diferencia en el control topográfico durante la ejecución del replanteo topográfico de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, tiene una precisión permitida de 0.05, con un nivel de confianza al 95%.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Sobre estos datos trabajados y comparados desde el punto de vista técnico profesional se puede observar en el área del proyecto que no concuerda sobre lo fundamentado del expediente técnico porque se evidencia un desfase de orientación sobre el eje vial, para esto aplico las técnicas conocidas de replanteo topográfico para un poligonal abierta que se reflejó en esta carretera donde se utilizó las coordenadas del expediente técnico y posterior se realizó geodesia para la respectiva comparación con y sin puntos de control geodésicos en la están dentro de los parámetros del error acumulativo superior, porque se realizó una comparación sobre el error lineal de ambos replanteos topográficos de donde el promedio del error lineal entre que se obtuvo sin puntos geodésicos según lo manifestado en la teoría se muestra un error lineal de 4.622566279, sobre el eje de la vial y siendo mayor al promedio que se obtuvieron con los puntos geodésico y con los que encuentra en el expediente técnico donde nos mostrara un promedio del error lineal sobre los detalles del eje vial es de 1.02109138350541000, donde definió en relación al error lineal de los detalles del eje vial de la carretera según las tolerancias de 0.05, de esta manera se sustenta técnicamente que existe un desfase sobre lo real en el terreno y durante la ejecución y para tener un respaldo científico se formuló las hipótesis estadísticas de la siguiente manera.

Para esto se planteó la hipótesis general que la diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, comprende la precisión sobre el terreno, durante el periodo de ejecución y también evidencia diferencias sobre presupuesto general de la obra, para esto se definió el nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  se aplicó la formula estadística T-STUDENT se obtuvo el valor 0.0000129 donde se acepta la hipótesis.

Que afirma que, si comprende una mayor precisión sobre el terreno un replanteo topográfico con un punto geodésico, durante el periodo de ejecución y también evidencia diferencias sobre presupuesto general de la obra, en relación a la orientación del eje vial de la carretera con un nivel de confianza al 95%.

Para la primera hipótesis específica se plantea que la diferencia en la precisión del replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, es considerable para este tipo de proyectos, en relación a los detalles sobre el eje vial, donde se aplicó la prueba estadística t STUDENT se obtiene el valor -1.4069 donde se acepta que la diferencia en la precisión del replanteo topográfico de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, si es considerable para este tipo de proyectos, en relación a los detalles sobre el eje vial con un nivel de confianza al 95%.

Para la segunda hipótesis específica se planteó que la diferencia en el control topográfico durante la ejecución del replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, radica en la generación del error acumulativo superior a los parámetros admisibles, que cuenten una precisión diferente de 0.05, para esto se aplicó la prueba estadística t STUDENT y se obtuvo el valor de 0.9008951 donde se acepta la hipótesis que la diferencia en el control topográfico durante la ejecución del replanteo topográfico de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, tiene una precisión permitida de 0.05, con un nivel de confianza al 95%.

En relación sobre lo que afecta económicamente a lo propuesto por el expediente técnico por razón ya fundamentadas en los 2 problemas específicos inicialmente trae como consecuencia a no tener una orientación sobre el área del terreno y sobre los errores

acumulativos que esto acarrea en la progresiva 1+759 no se consideró un drenaje pluvial sin tomar en consideración las viviendas urbanas que se encuentra a ambos según lo observados y comparado en dicha progresía se observa una orientación desviada en función al eje vial y durante el replanteo topográfico y posterior mente cuando este continua de menor manera, pero se mantiene el mismo que sirvió como sustento para este adicional de obra porque cuando se realizó el replanteo con los puntos geodésicos se evidencio en primer lugar el desfase del eje vial y como consecuencia pierde la orientación y de la misma manera se puso en evidencia que el drenaje pluvial tiene una longitud mayor al tener las viviendas que se encuentran a los costados del eje vial con una longitud de 51.47 metros de área.

Para la hipótesis específica que propone que la variación que existe en el presupuesto general de obra con la utilización del replanteo topográfico con y sin punto de control geodésicos en la provincia de Huancayo, en el tramo de estudio es superior el 1%, porque se observó una mala orientación del eje vial con lo diseñado sobre el expediente técnico al no tomar en cuenta el limitado drenaje pluvial que contaba frente a una micro cuenca que se encontraba en las progresivas 1+630 a 2+300 del proyecto, llegando a un adicional de obra igual 1.02% del presupuesto en el tramo que fue evaluado de 2.3 km, de esto podemos inducir que si se muestran este escenario al largo de los 80.465 km de toda la carretera el presupuesto se podría ampliar en un 35% del presupuesto presentado inicialmente.

La consecuencia de no realizar un levantamiento topográfico con puntos de control geodésico, son: problemas de georreferenciación, las mismas que se fundamental para la poligonal de apoyo y de esa manera controlar los desplazamientos horizontales y verticales durante la ejecución del proyecto vial, puesto que los puntos geodésicos están

establecidos y monumentados. El no uso de los puntos de control geodésicos generan un coste más elevado durante la ejecución, supervisión y liquidación de la obra vial, y por último generan retraso de plazo no cumplimiento de tiempos programados en la ruta crítica.

Con lo ya expresado en referencia a la investigación llegamos (González Ramiro, Sánchez Ríos, & Naranjo Gómez, 2016) con su investigación titulada “Metodologías geodésicas y topográficas para la construcción y control geométrico de túneles en las líneas de alta velocidad”, en una de sus conclusiones dice que recomienda el uso de técnicas GNSS apoyándonos en vértices de la red regente. *En discusión con nuestra investigación concordamos que lo mismo a ser una obra vial se debe mantener las coordenadas en el tiempo para obra vial.*

Así mismo con relación a la investigación (Ramos Yucra, 2018) con su tesis titulada: “Optimización del error lineal – angular de la poligonal abierta para control horizontal en la carretera acora – Jayu Jayu”, en una de su conclusión menciona que el método de trilateración, ha reducido el error de cierre respecto del método usual de radiación. Dando como resultado para radiación  $E_{\theta} = 0^{\circ}0'13''$ ;  $E_L = 0.751\text{m}$  y para trilateración  $E_{\theta} = 0^{\circ}0'7''$ ;  $E_L = 0.733\text{m}$ , en consecuencia, el  $E_{\theta}$  se redujo en 6” y  $E_L$  en 0.018m; donde demuestra que es importante el orden de procedimiento adecuado y la utilización del método más acertado, siendo este el método de trilateración, que sirve para realizar la recolección de datos en un trabajo de optimización de una poligonal abierta. *En discusión con nuestra investigación se puso en evidencia de la orientación de la poligonal abierta del eje vial, pero al realizar el levantamiento por coordenadas UTM no se tuvo en cuenta el error angular para evitar esta variación del sentido de la poligonal abierta con un apoyo de su poligonal de apoyo.*

## CONCLUSIONES

1. Como conclusión general de esta investigación es que la diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo comprende una precisión más cercana sobre el terreno y durante el periodo de compatibilidad, ejecución y supervisión, así como su incidencia en el presupuesto general de obra superior a 1%.
2. Se concluye que existe una diferencia en la precisión del replanteo topográfico sobre el terreno de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, porque el promedio del error lineal 4.622566279 metros y este supera los parámetros permitidos de 0.02 metros y es respalda al aplicar prueba estadística t de student donde lo calculado es menor que lo tabulado.
3. Se concluye que existe diferencia en el control topográfico durante la ejecución del replanteo topográfico de una carretera con puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, porque el promedio del error lineal sobre los detalles del eje 1.0210913835054 metros, donde este supera los parámetros permitidos de 0.005 metros y es respalda al aplicar prueba estadística t de student donde lo calculado es menor que lo tabulado.
4. Se concluye que el replanteo topográfico sin puntos de control geodésico incide durante la ejecución de la obra y a su vez en el presupuesto general de obra, donde se calculó que existe en una variación de s/. 105,906.58 soles por una adicional de obra, este monto asciende al 1.2% del presupuesto general de s/. 10, 381,732.27 soles, dentro del tramo de 2.3 kilómetros si esto se refleja a lo largo de los 80.465 kilómetros de toda la carretera el presupuesto se ampliaría en un 35% del presupuesto presentado inicialmente.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al contar con un equipo técnico de especializado para la colocación de los PGC los mismos que repercutirá el replanteo topográfico durante la iniciación, ejecución y supervisión de la obra, de esta manera minimizar los desplazamientos angulares y verticales, los mismo que repercuten en los detalles del eje vial, lo que con en la mayoría de los casos repercute en la formulación de adicional de obra y como consecuencia se refleja en la ampliación de plazos e incremento del presupuesto de la obra en general.
2. Se recomienda a los consultores o proyectistas realizar un secuencia de procedimientos en forma jerárquica la designación de los puntos de la siguiente manera: PCG (puntos de control geodésico), PA(puntos de apoyo), BM(punto de trabajo), PC(punto de cambios) para que en cualquier circunstancia que suceda con el proyecto corte de obra, paralización, etc para que de esa manera se mas optimo su continuidad de la misma.
3. Se recomienda a los profesionales técnicos que están inmersos en los proyectos de infraestructura vial considerar en el aspecto de los instrumentos topográficos deberán tener una adecuada calibración para un buen funcionamiento, así como realizar unas revisiones rutinarias de los equipos INSITU de los mismos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrasco Diaz, S. (2007). *Metodología De La Investigación Científica*. Lima - Peru: Editorial San Marcos Isbn:978-9972-38-344-1 Encuadernación: Rústica Páginas:476.
- Castañeda Ducuara, L. J., & Martínez Rodríguez, W. A. (2018). *Análisis Comparativo Entre Levantamientos Topográficos Convencionales De Detalle Versus Tecnología Lidar Terrestre Estacionaria, Aplicada A Deformaciones En Estructuras De Gran Tamaño*. Bogota-Colombia: Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad De Medio Ambiente Y Recursos Naturales Proyecto Curricular Ingeniería Topográfica.
- Choque Mamani , F. L. (2018). *Estimacion Del Movimiento De La Placa Tectonica Sudamericana En Base A Estaciones Gnss De Operación Continua De La Red Sirgas-Con En Bolivia*. . La Paz – Bolivia: Universidad Mayor De San Andres Facultad De Tecnologia Carrera De Topografia Y Geodesia .
- Del Cid, P. A., Méndez, R., & Sandoval Recinos, F. (2007). *Investigación Fundamentos Y Metodología Primera Edición*. Mexico Df - Mexico: D.R. © 2007 Por Pearson Educación De México, S.A. De C.V. Atlacomulco 500-5° Piso Col. Industrial Atoto 3519, Naucalpan De Juárez, Edo. De México.
- Garavito Torres, C. M. (2018). *Precisión De Las Coordenadas Geodésicas, Con El Uso Del Factor Escala, En La Carretera Huamachuco*. Huancayo Peru: Universidad Peruana Los Andes Facultad De Ingeniería Escuela Profesional De Ingeniería Civil.

- Gomez Morales, I. A. (2018). *Determinación De La Topografía Usando Herramientas Virtuales Para Formulación De Proyectos Viales*. Lima - Peru: Universidad Nacional De Ingeniería Facultad De Ingeniería Civil.
- González Ramiro, A., Sánchez Ríos, A., & Naranjo Gómez, J. M. (2016). *Metodologías Geodésicas Y Topográficas Para La Construcción Y Control Geométrico De Túneles En Las Líneas De Alta Velocidad*. Madrid - España: Universidad De Extremadura, Centro Universitario De Mérida, Dpto. De Expresión Gráfica, Mérida, España.
- Hernandez Sampieri , R. (2014). *Metodologia De La Investigacion 6 Edicion*. Mexico D.F.: Mcgraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V.
- Mendoza Dueñas, J. (2011). *Topografía Tecnicas Modernas*. Lima - Peru: Imprenta Editora Grafica Segrin E.I.R.L.
- Montes De Oca, S. G., & Yelicich Pelaez, R. D. (2012). *Estudio De Metodologias Utilizadas En Relevamientos Y Replanteos Topograficos Con Destino A Obra Lineal*. Montevideo - Uruguay: Universidad De La Republica Facultad De Ingenieria Instituto De Agrimensura.
- Muñoz Dayhann , A. (2015). *Metodología Para La Georreferenciación De Elementos Emisores Y Sig*. Monterrey - Mexico: Corporacion Mexic Df Salv.
- Norma Tecnica Geodesia, I. (2015). *Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo Con Receptores Del Sistema Satelital De Navegación Global*. Lima - Peru : Ministerio De Defensa - Instituto Geografico Nacional.

- Pardiñas García, J. A. (2011). *Manual Para Replanteo* . Santiago - Chile: Área De Enxeñería Cartográfica, Xeodésica E Fotogrametría.
- Ramos Yucra, J. A. (2018). *Optimización Del Error Lineal – Angular De La Poligonal Abierta Para Control Horizontal En La Carretera Acora – Jayu Jayu*. Puno - Peru: Universidad Nacional Del Altiplano Facultad De Ciencias Agrarias Escuela Profesional De Ingeniería Topográfica Y Agrimensura.
- Rosario, G. D. (2017). *Geografía Y Georreferenciación - Aplicación De Gps En La Enseñanza. Amsafe Rosario -Asociacion Del Magisterio De Santa Fe Delgado Rosario*, 33.
- Vizcarra Quispe, H., & Vizcarra Quispe, A. E. (2019). *Comparación De Control Topográfico, Replanteo En La Construcción, Presa Relaves Con Estación Total Y Gps Diferencial En Tiempo Real (Rtk), Minera Las Bambas – Apurimac*. Puno– Perú: Universidad Nacional Del Altiplano Facultad De Ciencias Agrarias Escuela Profesional De Ingeniería Topográfica Y Agrimensura.

## **ANEXOS**

## Anexo N° 01: Matriz de consistencia

### TESIS: “COMPARACIÓN DEL REPLANTEO TOPOGRÁFICO DE UNA CARRETERA CON Y SIN PUNTOS DE CONTROL GEODÉSICOS EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala	Metodología	
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Qué diferencia existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>¿Cuál es la diferencia en la precisión del replanteo topográfico sobre el terreno de una carretera con y sin puntos de control</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Definir la diferencia en la precisión del replanteo topográfico sobre el terreno de una carretera con y sin puntos de control</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>La diferencia que existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, comprende la precisión sobre el terreno, durante el periodo de ejecución y también evidencia diferencias sobre presupuesto general de la obra.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>La diferencia en la precisión del replanteo topográfico de una carretera sobre el terreno con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, es</p>	<p>Replanteo topográfico de una carretera sin puntos geodésicos</p>	<p>Coordenadas de geolocalización</p>	Latitud	Grados	<p><b>Método de investigación:</b></p> <p>método científico.</p> <p><b>Tipos de investigación:</b></p> <p>aplicativa.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b></p> <p>descriptivo - relacional.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>Se empleó un diseño no experimental de investigación de un corte transaccional</p> <p><b>Población:</b></p> <p>La población estará comprendida en todo el</p>	
					Longitud	Grados		
				<p>Tolerancias admisibles</p>	exactitud	Milímetros		
					Precisión	Milímetros		
			<p>Replanteo topográfico de una carretera con puntos geodésicos</p>	<p>Factor de alteración de las coordenadas</p>	<p>Coordenadas geodésicas</p>	Latitud		Grados
						Longitud		Grados
					<p>Presión atmosférica</p>	PA=(Peso de la columna de aire)/(unidad de superficie)		
						Fuerza gravitatoria terrestre		$\frac{G Mm}{d^2}$
						PDOP		máximo 5. Precisión Vertical: 1 m ± 5 ppm
						<p>Precisión del equipo topográfico</p>		Error lineal
Error angular	Grados							

geodésicos en la provincia de Huancayo?	geodésicos en la provincia de Huancayo.	considerable para este tipo de proyectos.	ejecución de una carretera	Desfase de coordenadas	Errores máximo permisibles	Por Escala	proyecto de Mejoramiento de la Ruta Departamental JU-108, Tramo: Palian – Vilcacoto – Acopalca – Abra – Huaytapallana - Pariahuanca. Provincia de Huancayo – Junín, que comprende 80,465 km.  <b>Muestra:</b> La Muestra fue no probabilística, el tipo de muestreo fue conveniencia, según carrasco (2005, p. 243), “el investigador selecciona sobre la base de su propio criterio las unidades de análisis”, para el caso de esta investigación se defino al tramo de Palian – Vilcacoto que comprende 2.3 km.
¿Cuál es la diferencia en la precisión del replanteo topográfico durante la ejecución de obra de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo?	Definir la diferencia en la precisión del replanteo topográfico durante la ejecución de obra de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo.	La diferencia en el control topográfico durante la ejecución del replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, radica en la generación del error acumulativo superior a los parámetros admisibles.	Control topográfico en ejecución de una carretera	Precisión del equipo topográfico	Error lineal	Metros	
¿Cuál es la variación que existe en el presupuesto general de obra con la utilización del replanteo topográfico con y sin punto de control geodésicos en la provincia de Huancayo?	Calcular la variación que existe en el presupuesto general de obra con la utilización del replanteo topográfico con y sin punto de control geodésicos en la provincia de Huancayo.	La variación que existe en el presupuesto general de obra con la utilización del replanteo topográfico con y sin punto de control geodésicos en la provincia de Huancayo, en el tramo de estudio es superior el 1%.		Desfase de coordenadas	Errores máximo permisibles	Grados	
			Valor referencial de la obra	Costo Unitario	$\sum(MO+EQ+HR+MT) \times m^2$	(S/.) soles	

**Anexo N° 02:**  
**Matriz de operacionalización de variables**

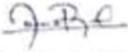
Concepto	Dimensiones	Definición	Fuentes	Instrumentos
¿Qué diferencia existe entre el replanteo topográfico de una carretera con y sin puntos de control geodésicos en la provincia de Huancayo, 2020?	Replanteo topográfico de una carretera sin puntos geodésicos	para esta investigación se consideró de la carretera JU-108 tramo Palian – Vilcacoto.	Expediente técnico: "mejoramiento de la ruta departamental ju-108, tramo: Palian – Vilcacoto – Acopalca – abra Huaytapallana – Pariahuanca, provincia de Huancayo Junin" I etapa con código SNIP Nro. 299165	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual de seguridad vial del MTC, aprobado con RD N° 19-2016-MTC/14.</li> <li>• Glosario de términos de uso frecuente en los proyectos de infraestructura vial (MTC, 2018).</li> </ul>
	Replanteo topográfico de una carretera con puntos geodésicos	para esta investigación se consideró de la carretera JU-108 tramo Palian – Vilcacoto. Con puntos de apoyo al inicio y finalización del tramo en estudio	Expediente técnico: "mejoramiento de la ruta departamental ju-108, tramo: Palian – Vilcacoto – Acopalca – abra Huaytapallana – Pariahuanca, provincia de Huancayo Junin" I etapa con código SNIP Nro. 299165	Ley N° 28294 Sistema Geodésico Oficial Red Geodésica Nacional Red Geodésica Horizontal Red geodésica Vertical Monumentación de puntos geodésicos Validación y Certificación de puntos geodésicos.
	Replanteo topográfico	Se utilizara parámetros como el eje vial y el área total de la carretera	Resolución gerencial regional de infraestructura nro 138-2018-G.R. Junin/GRI	Resolución Jefatural N°079-2006-IGN/OAJ/DGC establecen el sistema geodésico oficial conformado por la red geodésica horizontal oficial y la red geodésica vertical oficial, como sistema de referencia único a nivel nacional.

**Anexo N° 03:**  
**Matriz Operacionalización del instrumento**

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumento
Replanteo topográfico de una carretera sin puntos geodésicos	Coordenadas de geolocalización	Latitud	Grados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GPS navegador</li> <li>• GPS sumetrico</li> <li>• Estación total</li> </ul>
		Longitud	Grados	
	Tolerancias admisibles	exactitud	Milímetros	
		Precisión	Milímetros	
Replanteo topográfico de una carretera con puntos geodésicos	Coordenadas geodésicas	Latitud	Grados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GNSS</li> <li>• Estación total</li> <li>• Estación de rastreo permanente</li> </ul>
		Longitud	Grados	
	Factor de alteración de las coordenadas	Presión atmosférica	$PA = \frac{\text{Peso de la columna de aire}}{\text{unidad de superficie}}$	
		Fuerza gravitatoria terrestre	$\frac{G Mm}{d^2}$	
Replanteo topográfico	Trabajo de campo	Puntos de control	Menor a 10 milímetros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poligonal de apoyo</li> <li>• BMS</li> </ul>
		Poligonal de apoyo	Cierre angular	
		Ajuste angular	Tolerancia angular $30''\sqrt{n}$ N= Número De Vértices	
	Trabajo de gabinete	Mediciones Estáticas con post-proceso:	Horizontal: 1 cm ± 1 ppm. Vertical: 2 cm ± 2 ppm.	
		PDOP	máximo 5. Precisión Vertical: 1 m ± 5 ppm	

**Anexo N° 04: Instrumento de investigación y constancia de su  
aplicación (certificación de puntos geodésicos)**

**Solicitud de puntos geodésicos**

	
<b>SOLICITUD DE CÓDIGOS PARA PUNTOS GEODÉSICOS</b>	
LLENAR EL SIGUIENTE FORMULARIO:	
<b>RESPONSABLE</b>	JACINTO CARLOS RAMIREZ PAREDES
<b>TELÉFONO Y/O CELULAR</b>	945158693
<b>CANTIDAD DE PUNTOS GEODÉSICOS</b>	DOS (02)
<b>Datos del Punto Geodésico 01</b>	
<b>ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO</b>	C
<b>DEPARTAMENTO(**)</b>	JUNIN
<b>PROVINCIA(**)</b>	HUANCAYO
<b>CÓDIGO(*)</b>	JUN01041
<b>Datos del Punto Geodésico 02</b>	
<b>ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO</b>	C
<b>DEPARTAMENTO(**)</b>	JUNIN
<b>PROVINCIA(**)</b>	HUANCAYO
<b>CÓDIGO(*)</b>	JUN01042
<b>FIRMA Y SELLO DEL RESPONSABLE</b>	 Jacinto Ramirez Paredes Jefe de Topografía GRUPO Matic SAC
<b>FIRMA Y SELLO DEL DEPARTAMENTO DE GEODESIA</b>	 E-004050009-A- JHERSON FLORES ROJAS SO2 EP Operador Departamento de Geodesia 05/11/18
<small>(*) Esta codificación no define límites políticos administrativos                  (**) Tener precaución de indicar correctamente la provincia y departamento en los que se realizará el levantamiento. En caso de que el código no pertenezca a la provincia y/o departamento en el que se realizaron los trabajos, no se podrá proceder con la certificación.</small>	
<b>AVISO!</b> 1. Enviar la solicitud del código obligatoriamente en formato excel (Ejemplo: *.xlsx/*.xls) al correo <a href="mailto:geodesia@ign.gob.pe">geodesia@ign.gob.pe</a> , de lo contrario su solicitud no será admitida. 2. El código asignado por el DG tendrá validez por un tiempo no mayor a 6 meses para su certificación, de lo contrario será anulado.	

## Tarjeta de valores del IGN


**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**CENTRO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**


**FORMULARIO DE INFORMACION DE LA ESTACION GNSS PERMANENTE**

**0. FORMULARIO**

	Preparado por	Centro de Procesamiento Geodésico
	Creado	12 de octubre de 2010
	Actualizado	24 de febrero de 2016

**1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS**

	Nombre de la estación	Huancayo
	Código de identificación	JU01
	Código internacional	4223M001
	Inscripción del monumento	Placa de Bronce
	Área a cargo del mantenimiento	Centro de Procesamiento Geodésico
	Orden de la estación	0
	Información adicional	Esta estación forma parte de la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), a cargo del Centro de Procesamiento Geodésico, Dirección de Geodesia, Dirección General de Cartografía del Instituto Geográfico Nacional.

**2. INFORMACION SOBRE LA LOCALIZACIÓN**

	Distrito	El Tambo
	Provincia	Huancayo
	Departamento	Juan
	Información sobre el monumento	La antena del receptor está instalada sobre un monumento de concreto de 1.50 m de alto, 50 cm x 50 cm de ancho de color blanco. El monumento está colocado en el techo de la Oficina G-3 de las instalaciones de la 31ª Brigada de Infantería.
	Información del receptor	El receptor se encuentra en el segundo piso de los balcones de la Oficina del Comandante General de la mencionada institución, está dentro de una caja metálica de color negro empotrada a la pared.

ESTADO DEL MONUMENTO:  *P* TIENE CONDICIONES PARA SER USADO

## Tarjeta de valores del IGN



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
CENTRO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



**3. COORDENADAS DE LA ESTACION**

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

**3.1. GEODÉSICAS**



<b>Latitud (S)</b>	<b>Longitud (O)</b>
12° 03' 42.55848"	75° 12' 40.77285"
<b>Altura Elipsoidal (m)</b>	<b>Factor de escala combinado</b>
3300.7924	0.999606544

**3.2. CARTESIANAS**



<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Z (m)</b>
1593162.8199	-6034709.1051	-1324780.9577

**3.3. UTM**



<b>Norte (m)</b>	<b>Este (m)</b>
8666601.3521	477000.4742
Zona: 18 Sur	

**4. DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LA ESTACION**



<b>CROQUIS</b>	<b>VISTA DEL MONUMENTO</b>

ENCARGO DEL TRABAJADOR/ALEJANDRO RIVERA D. FECHA DE ENTREGA: 15/07/2014 ENTREGA N° 0000000

Tarjeta de valores del IGN



5. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS

5.1. RECEPTOR

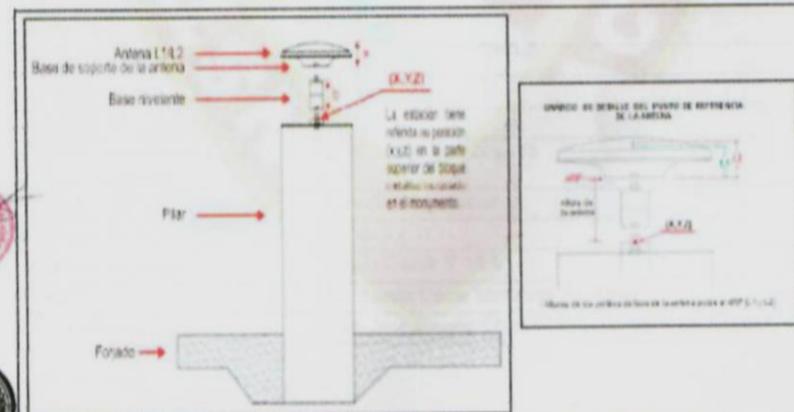
Tipo	Trimble NET R9
Nº de serie	5649R51128
Versión del firmware	5.22
Fecha de instalación	Junio de 2017

5.2. ANTENA

Tipo	Antena Zephyr Geodetic 3
Nº de serie	1441108497
Cubierta protectora	Con domo (TZGD)
Altura (m)	0.0750
Medición de la antena	Base de soporte de la antena (Punto de referencia de la antena - ARP)
Fecha de instalación	Junio de 2017

6. ESQUEMA DE LA ANTENA

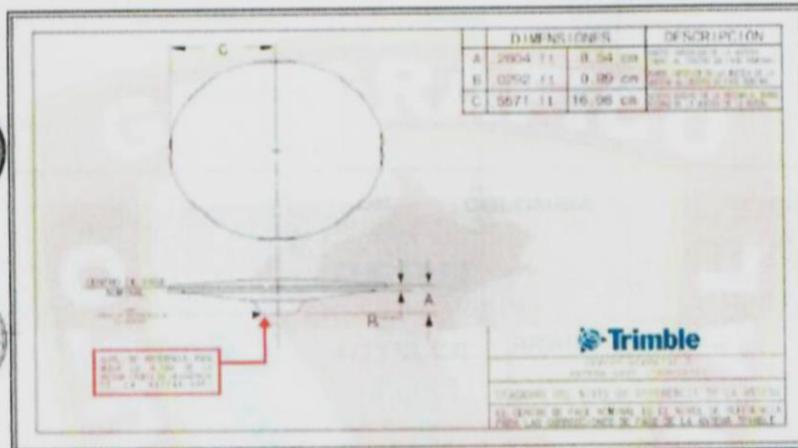
6.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA



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



6.2. ESQUEMA DE LA ANTENA



INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO

Observables	L1, L2, C1, P2
Intervalo de registro	5 seg.
Mascara de elevación	5°
Archivo diario	Si
Formato de archivo nativo	* T02
Periodo de toma de datos para el procesamiento	07 al 20 de julio de 2015
Tipo de orbita (Efemerides)	Efemerides precisas
Formato de archivo procesado	Rinex V2.11
Software utilizado	Gamit Globk V 10.6
Autor	Fis. Mario César Mendoza del Agula
Revisado por	Cap. José Ramón Chire Chura



8. CONTACTOS



Oficina	Centro de Procesamiento Geodésico
Dirección	Av. Aramburu 1190 Surquillo, Lima 34, Peru
Telefono	4753030 / 4759960
Correo	cpg@ign.gob.pe

HOJA DE CAMPO

Diario de Observación: GNSS

Proyecto: ANEXO - PDC CHA.

Estación

Nombre Completo: IGN - NOVIEMBRE

Identificación  
(4 letras)

Inscripción en  
el monumento

JUN010412

Fecha

09-11-2018

Coordenadas Aproximadas

Latitud: 11° 60' 31.872" V Longitud: 77° 14' 09.321" O Altura: 2523.441 m

Receptor / Antena  
Tipo

Modelo

Nro. Serie

Receptor

CONVO. Sino GNSS 7300

Antena

Interma.

Software Del Receptor (Versión)

Longitud Del Cable Antena - Receptor

m

Altura de la Antena

Croquis de las medidas de la Antena

Sobre el monumento

(Ejemplo)

Punto de referencia



Vertical



Inclinada

Antes de las Observaciones 1.63 m

Después de las Observaciones 1.68 m

Datos del Receptor 31.09.40 m

Observación

Nro. de la sesión del mismo día 01

Intervalo de Medición

Elevación Mínima 10

Hora de Inicio 9:55 am

Hora de Término 13:25 am

Operador/Institución Colimer-Ch.



Nota: El diario de observación debe ser llenado a puño y letra con lapicero.

HOJA DE CAMPO

Diario de Observación GNSS Proyecto ANEXO PACCHA.

Estación  
Nombre Completo IGN. NOVIEMBRE Identificación (4 letras) \_\_\_\_\_

Inscripción en el monumento JUN01041 Fecha 09-11-2018.

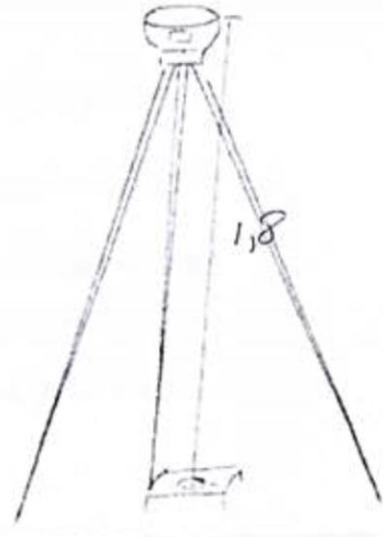
Coordenadas Aproximadas  
Latitud \_\_\_\_\_ Longitud \_\_\_\_\_ Altura \_\_\_\_\_ m

Receptor / Antena Modelo Nro. Serie  
Tipo  
Receptor Common. Simo Emist 300  
Antena Interna.

Software Del Receptor (Versión) \_\_\_\_\_  
Longitud Del Cable Antena - Receptor \_\_\_\_\_ m  
Altura de la Antena Sobre el monumento \_\_\_\_\_ m  
Croquis de las medidas de la Antena (Ejemplo)

Punto de referencia  
 Vertical  Inclinado  
Antes de las Observaciones 1.8 m  
Después de las Observaciones 4.8 m  
Datos del Receptor 310 93 76. m

Observación  
Nro. de la sesión del mismo día 01.  
Intervalo de Medición \_\_\_\_\_  
Elevación Mínima 10  
Hora de Inicio 11:42 am.  
Hora de Término 14:44  
Operador/Institución Wilmer ch.



Nota: El diario de observación debe ser llenado a puño y letra con lapicero

**Especificaciones técnicas del equipo GNSS**



**CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO**

**DATOS DEL EQUIPO**

Nombre : GPS DIFERENCIAL	Especificaciones de Precisión (RMS) 1 2 3
Marca : SIGNO	· Horizontal: 0.005 m + 1
Modelo : GNSS T300	· Vertical: 0.01 * 2ppm (0.032 pies + 2ppm)
Serie : R10029432230	· Azimut: < 1 arco segundo
Receptor : T3109410	· Tiempo de observación: Va de 4 a 40 minutos en función de la distancia entre los receptores y otros factores ambientales
Antena : T3109376	Levantamiento cinemática
Modelo : QT450A	12mm + 2PPM típico

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

Nro. :  
Fecha : 23/02/2018

**ENTIDAD CERTIFICADORA:** COSOLA GROUP SAC

**METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES**

- Los valores de rendimiento asumen un mínimo de 5 satélite, siguiendo los procedimientos recomendados en el manual del producto. Las zona de elevada recepción múltiple, los valores alto del PDOP y los periodos de condiciones atmosférica extremas pueden afectar al rendimiento
- Valor de estado estable para líneas de base < 50km. Tras de un tiempo de convergencia suficiente.

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Calibración	Observación
23/02/2018		X	06 meses	% 100 OPERATIVO

Responsable de Verificación	Propietario	RUC
COSOLA GROUP S.A.C.	JAIMÉ JESÚS SEGURA ZUÑIGA	20550769281
LABORATORIO COSOLA GROUP SAC	<i>Sonia Adela Girao</i> Firma y Sello	

**Anexo N° 05: Confiabilidad y validez del instrumento**

(certificado punto geodésico jun01042)

 **INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
DEPARTAMENTO DE GEODESIA 

**CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO**

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico JUN01042 y habiendo verificado el resultado obtenido de la Persona Natural PONCE MAGRO JONATHAN VICTOR RAUL con ruc 10439916601. El Instituto Geográfico Nacional, procede a certificar la calidad del resultado obtenido el cual cumple con los requisitos mínimos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		JUN01042	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
NORTE	8674462.101 m	LATITUD	11°59'26.66860"S
ESTE	477981.161m	LONGITUD	75°12'08.14282"O
ZONA	18 Sur	ALT.ELIPSOIDAL	3555.494 m

Datos Generales:

- ORDEN: C
- UBICACIÓN (Prov. - Dpto.): HUANCAYO-JUNIN
- ESTACIÓN GNSS BASE: EL TAMBO -(JUN01-2018)
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: NOVIEMBRE 2018
- NÚMERO CORRELATIVO: 088-2018/IGNDGC/DG/CPG



Lima, 20 de Noviembre del 2018

  
JULIO LLANOS ALBERCA  
MAYOR EJECUTIVO  
Calle del Departamento de Geodesia

**CERTIFICO: QUE LA PRESENTE COPIA FOTOSTÁTICA ES EXACTAMENTE IGUAL AL DOCUMENTO ORIGINAL QUE HE TENIDO A LA VISTA, AL QUE ME REMITO PREVIA CONFRONTACION DE LEY.**  
EL TAMBO - HUANCAYO, ... DE **28 NOV 2018** DE ...

**Victor Rojas Pozo**  
NOTARIO ABOGADO  
EL TAMBO - HUANCAYO

Certificado punto geodésico JUN01041



**INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL**  
DEPARTAMENTO DE GEODESIA



**CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO**

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico JUN01041 y habiendo verificado el resultado obtenido de la Persona Natural PONCE MAGRO JONATHAN VICTOR RAUL con ruc 10439916601. El Instituto Geográfico Nacional, procede a certificar la calidad del resultado obtenido el cual cumple con los requisitos mínimos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

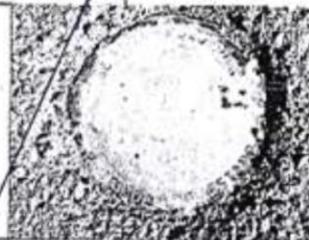


CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		JUN01041	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
NORTE	8673980.829m	LATITUD	11°59'42.31724"S
ESTE	477173.400m	LONGITUD	75°12'34.86671"O
ZONA	18 Sur	ALT.ELIPSOIDAL	3402.226 m



Datos Generales:

- ORDEN: C
- UBICACIÓN (Prov. - Dpto.): HUANCAYO-JUNIN
- ESTACIÓN GNSS BASE: EL TAMBO -(JUN01-2018)
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: NOVIEMBRE 2018
- NÚMERO CORRELATIVO: 087-2018/IGN/DGC/DG/CPG



Lima, 20 de Noviembre del 2018



*[Signature]*  
JULIO LLANCA ACOSTA  
MAYOR  
Jefe del Departamento de Geodesia

CERTIFICO: QUE LA PRESENTE COPIA FOTO ESTÁTICA  
ES EXACTAMENTE IGUAL AL DOCUMENTO ORIGINAL  
QUE HE TENIDO A LA VISTA, AL QUE ME REMITO PREVIA  
CONFRONTACION DE LEY.  
EL TAMBO - HUANCAYO, DE 28 NOV 2018 DE



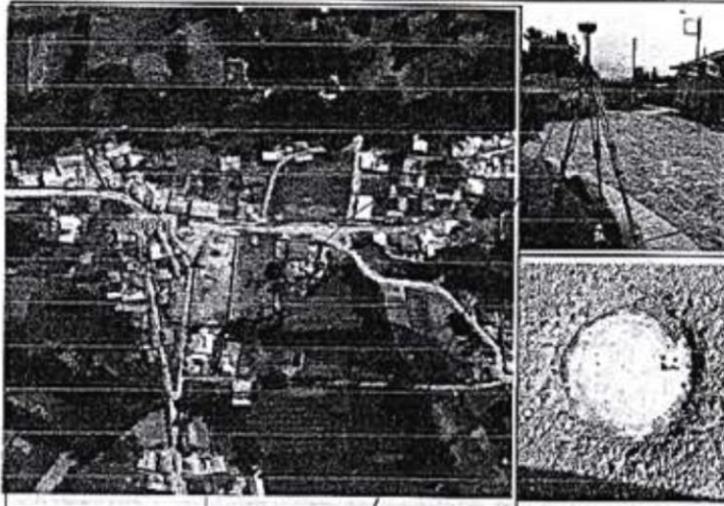
*[Signature]*  
Victor Rojas Pozo  
NOTARIO



**MEJORAMIENTO A NIVEL DE SOLUCIONES BASICAS  
- CONSERVACIÓN VIAL**

**FICHA TECNICA DE PUNTOS  
DE CONTROL**

* CODIGO DEL PUNTO:		<b>JUN01041</b>	
COORDENADAS: WGS84 - UTM - 18 South		COORDENADAS TOPOGRAFICAS	
Norte : 8673980.829	Latitud : 11°59'42.31724"S	F. Combin Grid to Grid: 1.000827936	Norte : 8673980.829
Este : 477173.400	Longitud : 75°12'34.86671"W	F. Combin Grid to Grid: 0.999072924	Este : 477173.4
Elevacion Geoidal (EGM2008): 3368.373 m	Altura (Elipsoidal) : 3402.226 m		Elevacion Geoidal : (EGM2008) 3368.371
Departamento: <b>JUNIN</b>	Provincia: <b>HUANCAYO</b>	Distrito: <b>EL TAMBO</b>	Avenida/Calle/Lugar/Carretera: <b>COSTADO DE VEREDA</b>



**DESCRIPCION:**

- El punto JUN01041, se encuentra ubicado en la plaza central, centro poblado paucha, provincia Huancayo, departamento Junin.
- El punto es un hito de concreto, con una placa de bronce, incrustado al centro. Lleva la siguiente inscripción: JUN01041

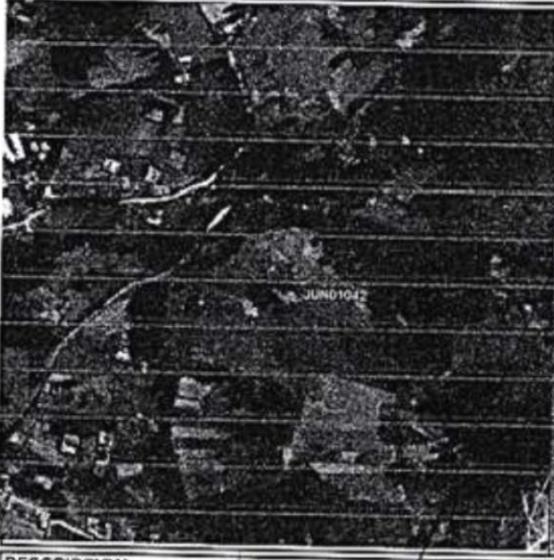
EXACTAMENTE IGUAL AL DOCUMENTO ORIGINAL  
 Descripción / Establecida por: **D. SLIDER** Revisado por: **J. SEGURA** Fecha: **10- Noviembre - 2013**  
 QUE HE TENIDO A LA VISTA, AL QUE ME REMITO PREVIA CONFIRMACION DE LEY.



EL TAMBO - HUANCAYO, DE **28 NOV 2013** DE



**Victor Rojas Pozo**  
 NOTARIO ABOGADO  
 EL TAMBO - HUANCAYO

MEJORAMIENTO A NIVEL DE SOLUCIONES BASICAS - CONSERVACION VIAL			
FICHA TECNICA DE PUNTOS DE CONTROL			
		CODIGO DEL PUNTO:	<b>JUN010042</b>
COORDENADAS: WGS84 - UTM - 18 South		COORDENADAS TOPOGRAFICAS	
Norte : 8674462.101	Latitud : 11°59'26.66660"S	F. Combin Grid to Ground: 1.000052452	Norte : 8674462.547
Este : 477981.161	Longitud : 75°12'08.14282"W	F. Combin Ground to Grid: 0.999048454	Este : 477881.91
Elevacion Geoidal (EGM2008): 3521.576 m	Altura (Elipsoidal) : 3555.494 m		Elevacion Geoidal : (EGM2008) 3521.576 m
Departamento:	Provincia:	Distrito:	Avenida/Calle/Lugar/Carretera:
JUNIN	HUANCAYO	EL TAMBO	RESERBORIO
			
			
DESCRIPCION:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El punto JUN01042, se encuentra ubicado en un reservorio centro poblado de paccha provincia Huancayo , departamento Junín .</li> <li>- El punto es un hito de concreto, con una placa de bronce, incrustado al centro. Lleva la siguiente inscripción: JUN01042.</li> </ul>			
Descrip/ Estacionada por: <b>D. SLIDER</b>		Fecha: 10- Noviembre-2018	
COPIA FOTOSTATICA LA ORIGINAL ES EXACTAMENTE IGUAL AL DOCUMENTO ORIGINAL QUE HE TENIDO A LA VISTA, AL QUE ME REMITO PREVIA CONFRONTACION DE LEY. EL TAMBO - HUANCAYO, DE ..... DE .....			
Victor Rojas Pozo NOTARIO ABOGADO EL TAMBO - HUANCAYO			

Anexo N° 06: Fotos de la aplicación del instrumento

(panel fotográfico)



Foto 1  
Reconocimiento de la zona Paccha



Foto 2  
Reconocimiento de la zona Paccha



Foto 3  
Preparacion de la mezcla de concreto



Foto 4  
Preparacion de la mezcla de concreto



Foto 5



Foto 6

Verificando la uniformidad de la caja

Preparacion de la mezcla de concreto en la caja



Foto 7  
Preparación de la mezcla de concreto en la caja



Foto 8  
Encofrado de mezcla de concreto en la caja



Foto 9  
Verificando con la plomada óptica



Foto 10  
Fijando el equipo GNSS en el punto monumentado  
JUN1042



Foto 11  
Configuramos en modo RTK



Foto 12  
Prendemos el equipo GNSS



Foto 13  
Instalando el punto JUN1041

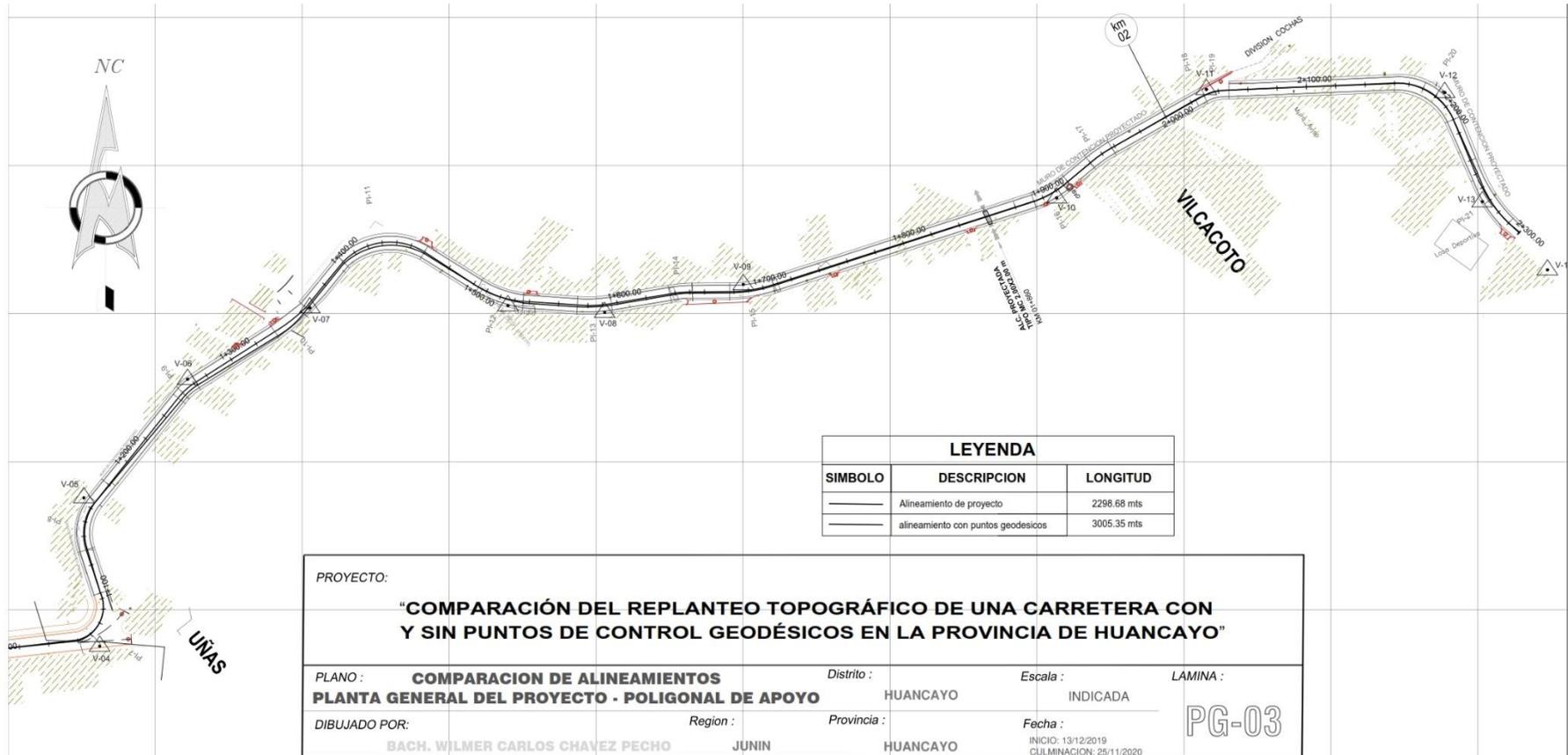


Foto 14  
Instalando el punto JUN1041

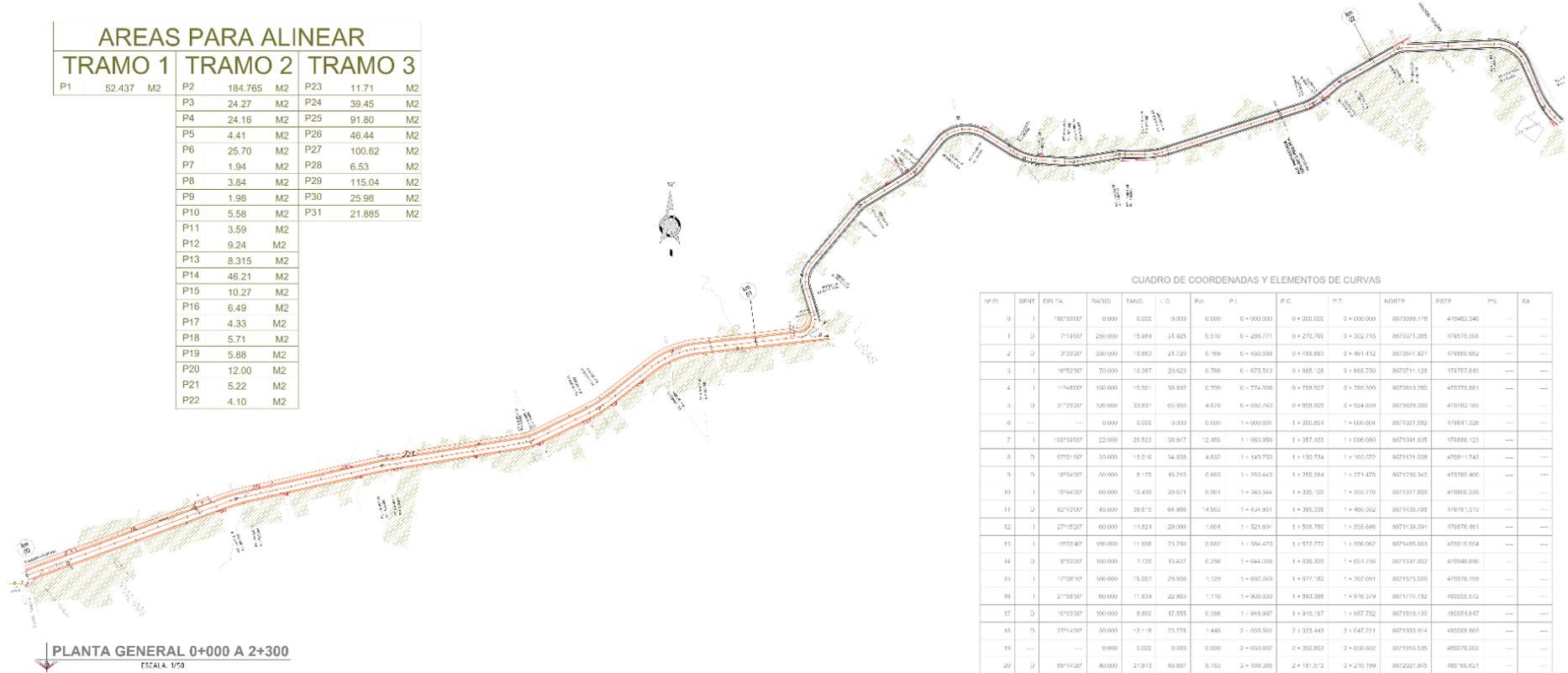
**Anexo N° 07:**

**Planos**





AREAS PARA ALINEAR					
TRAMO 1		TRAMO 2		TRAMO 3	
P1	52.437 M2	P2	184.765 M2	P23	11.71 M2
		P3	24.27 M2	P24	39.45 M2
		P4	24.16 M2	P25	91.80 M2
		P5	4.41 M2	P26	46.44 M2
		P6	25.70 M2	P27	100.62 M2
		P7	1.94 M2	P28	6.53 M2
		P8	3.84 M2	P29	115.04 M2
		P9	1.98 M2	P30	25.98 M2
		P10	5.58 M2	P31	21.885 M2
		P11	3.59 M2		
		P12	9.24 M2		
		P13	8.315 M2		
		P14	46.21 M2		
		P15	10.27 M2		
		P16	6.49 M2		
		P17	4.33 M2		
		P18	5.71 M2		
		P19	5.88 M2		
		P20	12.00 M2		
		P21	5.22 M2		
		P22	4.10 M2		



PLANTA GENERAL 0+000 A 2+300  
ESCALA 1/50

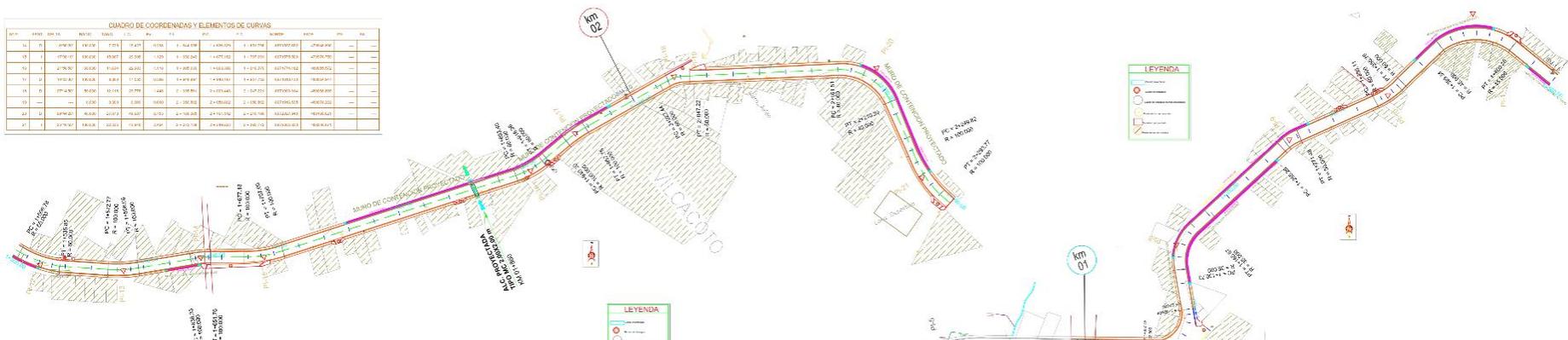
CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS

ST/PI	ST/PT	DIRTA	RADIO	TANG.	L.C.	FR.	P.I.	P.C.	P.T.	NORTE	ESTE	PS	EA
0	1	180°00'00"	0.000	0.000	0.000	0.000	0 = 000.000	0 + 300.000	0 + 000.000	0570099.778	478482.340	---	---
1	0	7°19'00"	250.000	15.984	31.925	0.570	0 = 289.774	0 + 270.780	0 + 302.715	0570071.095	478575.506	---	---
2	0	2°33'20"	380.000	12.883	21.723	0.169	0 = 480.559	0 + 188.883	0 + 491.412	0570561.927	478600.402	---	---
3	1	9°52'50"	70.000	13.387	20.623	0.766	0 = 675.513	0 + 885.126	0 + 685.750	0570716.128	478767.845	---	---
4	1	1°54'00"	150.000	15.501	30.800	0.709	0 = 774.008	0 + 758.567	0 + 769.309	0570810.280	478979.861	---	---
5	0	3°12'30"	120.000	33.851	65.900	4.678	0 = 692.743	0 + 1031.908	0570929.389	479182.190	---	---	
6	---	---	0.000	0.000	0.000	0.000	1 = 000.801	1 + 300.804	1 + 000.804	0571321.592	478881.526	---	---
7	1	10°59'00"	22.000	28.523	38.947	12.459	1 = 083.958	1 + 057.433	1 + 036.080	0571391.835	478886.123	---	---
8	0	0°01'00"	35.000	15.016	34.838	4.832	1 = 143.750	1 + 130.734	1 + 165.073	0571574.038	478811.743	---	---
9	0	9°04'00"	60.000	8.178	16.715	0.665	1 = 303.443	1 + 305.564	1 + 271.478	0571576.340	478989.460	---	---
10	1	9°44'30"	60.000	13.430	20.071	0.501	1 = 343.344	1 + 305.105	1 + 350.776	0571317.888	478800.320	---	---
11	0	0°42'00"	45.000	38.615	64.989	14.963	1 = 431.951	1 + 395.328	1 + 480.302	0571405.098	478761.313	---	---
12	1	2°19'30"	60.000	11.624	29.999	1.004	1 = 521.609	1 + 506.786	1 + 035.548	0571538.091	478876.361	---	---
13	1	19°28'40"	100.000	11.698	23.700	0.682	1 = 584.473	1 + 079.772	1 + 056.060	0571485.063	478819.854	---	---
14	0	8°50'20"	100.000	7.728	15.427	0.296	1 = 644.058	1 + 038.329	1 + 651.756	0571537.802	478848.890	---	---
15	1	1°08'00"	100.000	15.067	29.908	1.129	1 = 692.343	1 + 077.182	1 + 702.091	0571575.038	478878.159	---	---
16	1	2°58'50"	60.000	11.624	22.993	1.110	1 = 905.000	1 + 892.396	1 + 916.379	0571776.192	480055.572	---	---
17	0	10°53'20"	100.000	8.800	17.555	0.386	1 = 943.997	1 + 910.197	1 + 067.752	0571815.030	480054.947	---	---
18	0	2°04'00"	50.000	12.118	23.778	1.448	2 = 035.551	2 + 023.445	2 + 047.251	0571903.314	480068.866	---	---
19	---	---	0.000	0.000	0.000	0.000	2 = 000.802	2 + 380.802	2 + 000.802	0571916.025	480078.302	---	---
20	0	0°48'20"	40.000	27.873	49.887	0.753	2 = 199.305	2 + 181.512	2 + 270.199	0572027.815	480100.621	---	---
21	1	20°12'50"	100.000	22.235	43.949	2.464	2 = 272.130	2 + 249.820	2 + 285.772	0572092.832	480246.611	---	---

PROYECTO:			
<b>"COMPARACIÓN DEL REPLANTEO TOPOGRÁFICO DE UNA CARRETERA CON Y SIN PUNTOS DE CONTROL GEODÉSICOS EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO"</b>			
PLANO:	ESCALA:	Órbita:	INDICADA:
ELABORADO POR:	REGION:	PROVINCIA:	FECHA:
SACH, WILNER CARLOS CHAVEZ PECHO	JUNIN	HUANCAYO	REC 19 - 10-17-16 03 MARZO 2017
			<b>PG-01</b>



STATION	PC	PT	PI	PC	STATION	PC	PT	PI	PC
14	1750.00	1800.00	17.47	1750.00	15	1800.00	1850.00	17.47	1800.00
15	1800.00	1850.00	17.47	1800.00	16	1850.00	1900.00	17.47	1850.00
16	1850.00	1900.00	17.47	1850.00	17	1900.00	1950.00	17.47	1900.00
17	1900.00	1950.00	17.47	1900.00	18	1950.00	2000.00	17.47	1950.00
18	1950.00	2000.00	17.47	1950.00	19	2000.00	2050.00	17.47	2000.00
19	2000.00	2050.00	17.47	2000.00	20	2050.00	2100.00	17.47	2050.00
20	2050.00	2100.00	17.47	2050.00	21	2100.00	2150.00	17.47	2100.00
21	2100.00	2150.00	17.47	2100.00	22	2150.00	2200.00	17.47	2150.00
22	2150.00	2200.00	17.47	2150.00	23	2200.00	2250.00	17.47	2200.00
23	2200.00	2250.00	17.47	2200.00	24	2250.00	2300.00	17.47	2250.00



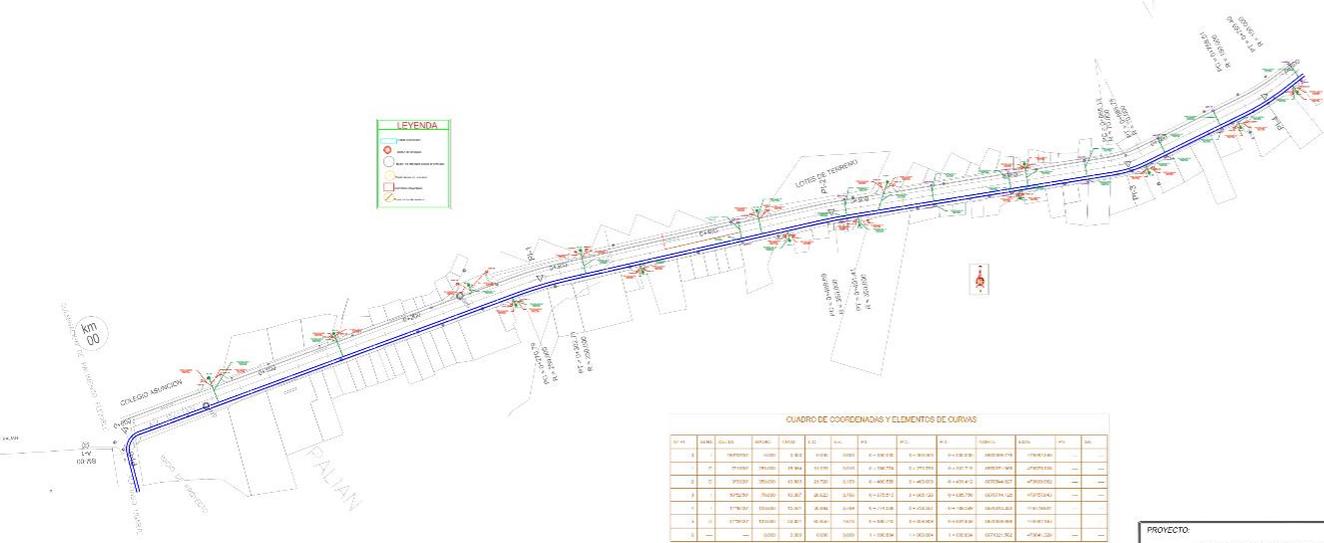
**PLANTA GENERAL 1+650 A 2+300**

ESCALA: 1/50

**PLANTA GENERAL 0+800 A 1+500**

ESCALA: 1/50

STATION	PC	PT	PI	PC	STATION	PC	PT	PI	PC
1	1000.00	1050.00	17.47	1000.00	2	1050.00	1100.00	17.47	1050.00
2	1050.00	1100.00	17.47	1050.00	3	1100.00	1150.00	17.47	1100.00
3	1100.00	1150.00	17.47	1100.00	4	1150.00	1200.00	17.47	1150.00
4	1150.00	1200.00	17.47	1150.00	5	1200.00	1250.00	17.47	1200.00
5	1200.00	1250.00	17.47	1200.00	6	1250.00	1300.00	17.47	1250.00
6	1250.00	1300.00	17.47	1250.00	7	1300.00	1350.00	17.47	1300.00
7	1300.00	1350.00	17.47	1300.00	8	1350.00	1400.00	17.47	1350.00
8	1350.00	1400.00	17.47	1350.00	9	1400.00	1450.00	17.47	1400.00
9	1400.00	1450.00	17.47	1400.00	10	1450.00	1500.00	17.47	1450.00
10	1450.00	1500.00	17.47	1450.00	11	1500.00	1550.00	17.47	1500.00
11	1500.00	1550.00	17.47	1500.00	12	1550.00	1600.00	17.47	1550.00
12	1550.00	1600.00	17.47	1550.00	13	1600.00	1650.00	17.47	1600.00
13	1600.00	1650.00	17.47	1600.00	14	1650.00	1700.00	17.47	1650.00
14	1650.00	1700.00	17.47	1650.00	15	1700.00	1750.00	17.47	1700.00
15	1700.00	1750.00	17.47	1700.00	16	1750.00	1800.00	17.47	1750.00
16	1750.00	1800.00	17.47	1750.00	17	1800.00	1850.00	17.47	1800.00
17	1800.00	1850.00	17.47	1800.00	18	1850.00	1900.00	17.47	1850.00
18	1850.00	1900.00	17.47	1850.00	19	1900.00	1950.00	17.47	1900.00
19	1900.00	1950.00	17.47	1900.00	20	1950.00	2000.00	17.47	1950.00



STATION	PC	PT	PI	PC	STATION	PC	PT	PI	PC
1	1000.00	1050.00	17.47	1000.00	2	1050.00	1100.00	17.47	1050.00
2	1050.00	1100.00	17.47	1050.00	3	1100.00	1150.00	17.47	1100.00
3	1100.00	1150.00	17.47	1100.00	4	1150.00	1200.00	17.47	1150.00
4	1150.00	1200.00	17.47	1150.00	5	1200.00	1250.00	17.47	1200.00
5	1200.00	1250.00	17.47	1200.00	6	1250.00	1300.00	17.47	1250.00
6	1250.00	1300.00	17.47	1250.00	7	1300.00	1350.00	17.47	1300.00
7	1300.00	1350.00	17.47	1300.00	8	1350.00	1400.00	17.47	1350.00
8	1350.00	1400.00	17.47	1350.00	9	1400.00	1450.00	17.47	1400.00
9	1400.00	1450.00	17.47	1400.00	10	1450.00	1500.00	17.47	1450.00
10	1450.00	1500.00	17.47	1450.00	11	1500.00	1550.00	17.47	1500.00
11	1500.00	1550.00	17.47	1500.00	12	1550.00	1600.00	17.47	1550.00
12	1550.00	1600.00	17.47	1550.00	13	1600.00	1650.00	17.47	1600.00
13	1600.00	1650.00	17.47	1600.00	14	1650.00	1700.00	17.47	1650.00
14	1650.00	1700.00	17.47	1650.00	15	1700.00	1750.00	17.47	1700.00
15	1700.00	1750.00	17.47	1700.00	16	1750.00	1800.00	17.47	1750.00
16	1750.00	1800.00	17.47	1750.00	17	1800.00	1850.00	17.47	1800.00
17	1800.00	1850.00	17.47	1800.00	18	1850.00	1900.00	17.47	1850.00
18	1850.00	1900.00	17.47	1850.00	19	1900.00	1950.00	17.47	1900.00
19	1900.00	1950.00	17.47	1900.00	20	1950.00	2000.00	17.47	1950.00

**PLANTA GENERAL 0+000 A 0+800**

ESCALA: 1/50

**PROYECTO:** COMPARACION DEL REPLANTEO TOPOGRAFICO DE UNA CARRETERA CON Y SIN PUNTOS DE CONTROL GEODESICOS EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO

**PLANO:** PLANTA **DISTrito:** HUANCAYO **Escala:** INDICADA **LAMINA:** PL-01

**DIBUJADO POR:** BACH. WILMER CARLOS CHAVEZ PECHO **Region:** JUNIN **Provincia:** HUANCAYO **Fecha:** 25/09/2024

**Logo:** [Logo of the organization]

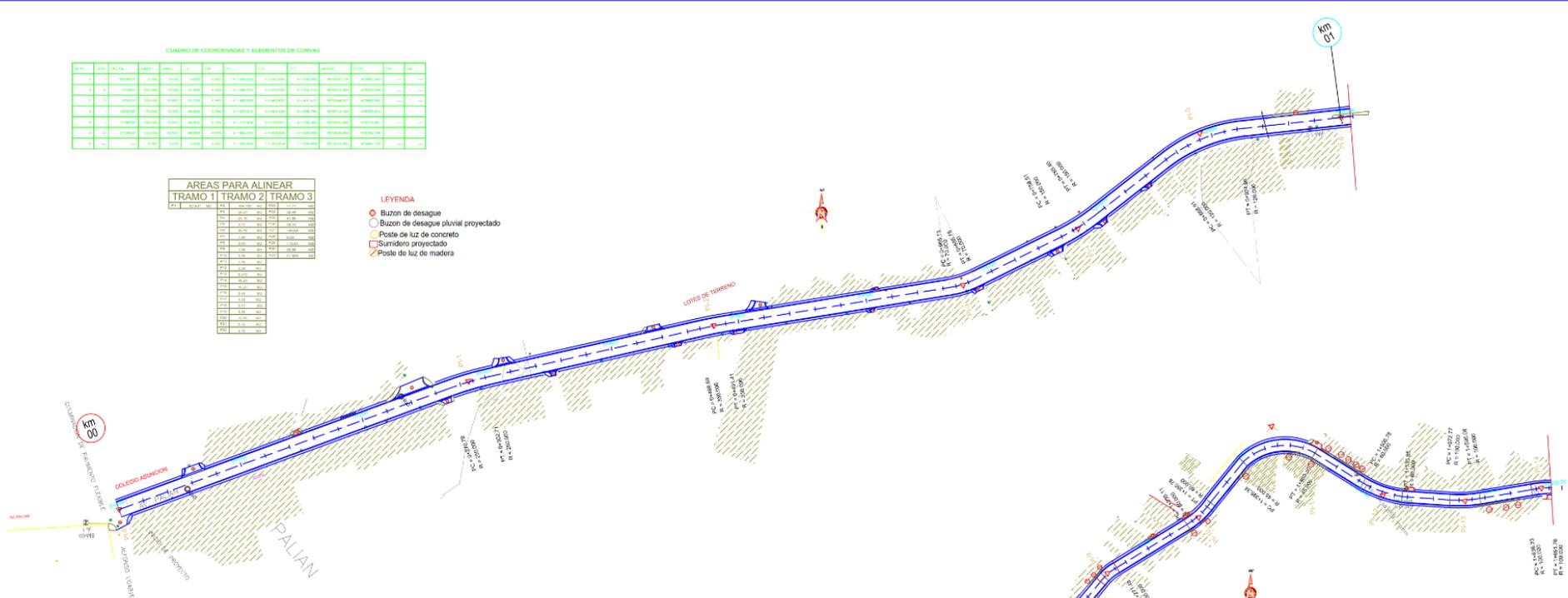
CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS

ST	EST	DELTA	RADIO	TANG	LC	SEC	PC	PT	PC										
1	1	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
2	2	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
3	3	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
4	4	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
5	5	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
6	6	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
7	7	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
8	8	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
9	9	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
10	10	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111

AREAS PARA ALINEAR

TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	28
29	29	29
30	30	30
31	31	31
32	32	32
33	33	33
34	34	34
35	35	35
36	36	36
37	37	37
38	38	38
39	39	39
40	40	40
41	41	41
42	42	42
43	43	43
44	44	44
45	45	45
46	46	46
47	47	47
48	48	48
49	49	49
50	50	50

- LEYENDA
- Buzon de desague
  - Buzon de desague pluvial proyectado
  - Poste de luz de concreto
  - Sumidero proyectado
  - Poste de luz de madera



PLANTA GENERAL 0+000 A 1+000

ESCALA: 1/50

AREAS PARA ALINEAR

TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	28
29	29	29
30	30	30
31	31	31
32	32	32
33	33	33
34	34	34
35	35	35
36	36	36
37	37	37
38	38	38
39	39	39
40	40	40
41	41	41
42	42	42
43	43	43
44	44	44
45	45	45
46	46	46
47	47	47
48	48	48
49	49	49
50	50	50

- LEYENDA
- Buzon de desague
  - Buzon de desague pluvial proyectado
  - Poste de luz de concreto
  - Sumidero proyectado
  - Poste de luz de madera



PLANTA GENERAL 1+650 A 2+300

ESCALA: 1/50

CUADRO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS DE CURVAS

ST	EST	DELTA	RADIO	TANG	LC	SEC	PC	PT	PC										
1	1	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
2	2	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
3	3	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
4	4	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
5	5	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
6	6	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
7	7	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
8	8	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
9	9	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111
10	10	180.000	10000	0.000	0.000	0.000	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111	111111.111

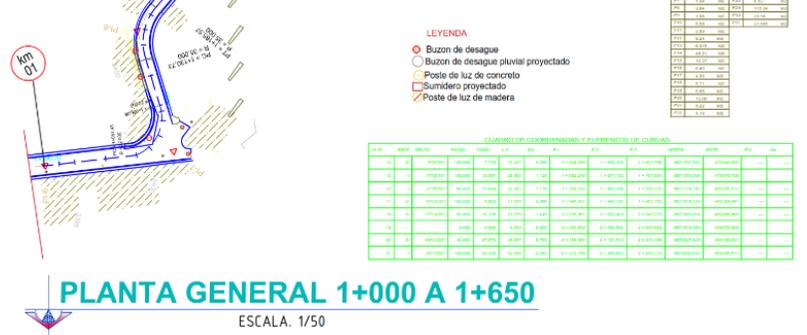
PLANTA GENERAL 1+000 A 1+650

ESCALA: 1/50

AREAS PARA ALINEAR

TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	28
29	29	29
30	30	30
31	31	31
32	32	32
33	33	33
34	34	34
35	35	35
36	36	36
37	37	37
38	38	38
39	39	39
40	40	40
41	41	41
42	42	42
43	43	43
44	44	44
45	45	45
46	46	46
47	47	47
48	48	48
49	49	49
50	50	50

- LEYENDA
- Buzon de desague
  - Buzon de desague pluvial proyectado
  - Poste de luz de concreto
  - Sumidero proyectado
  - Poste de luz de madera



PROYECTO: COMPARACION DEL REPLANTEO TOPOGRAFICO DE UNA CARRETERA CON Y SIN PUNTOS DE CONTROL GEODESICOS EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO

PLANO: PREDIOS PARA ALINEAR

DIBUJADO POR: BACH. WILMER CARLOS CHAVEZ PECHO

REGION: JUNIN

DEPARTO: HUANCAYO

PROVINCIA: HUANCAYO

ESCALA: INDICADA

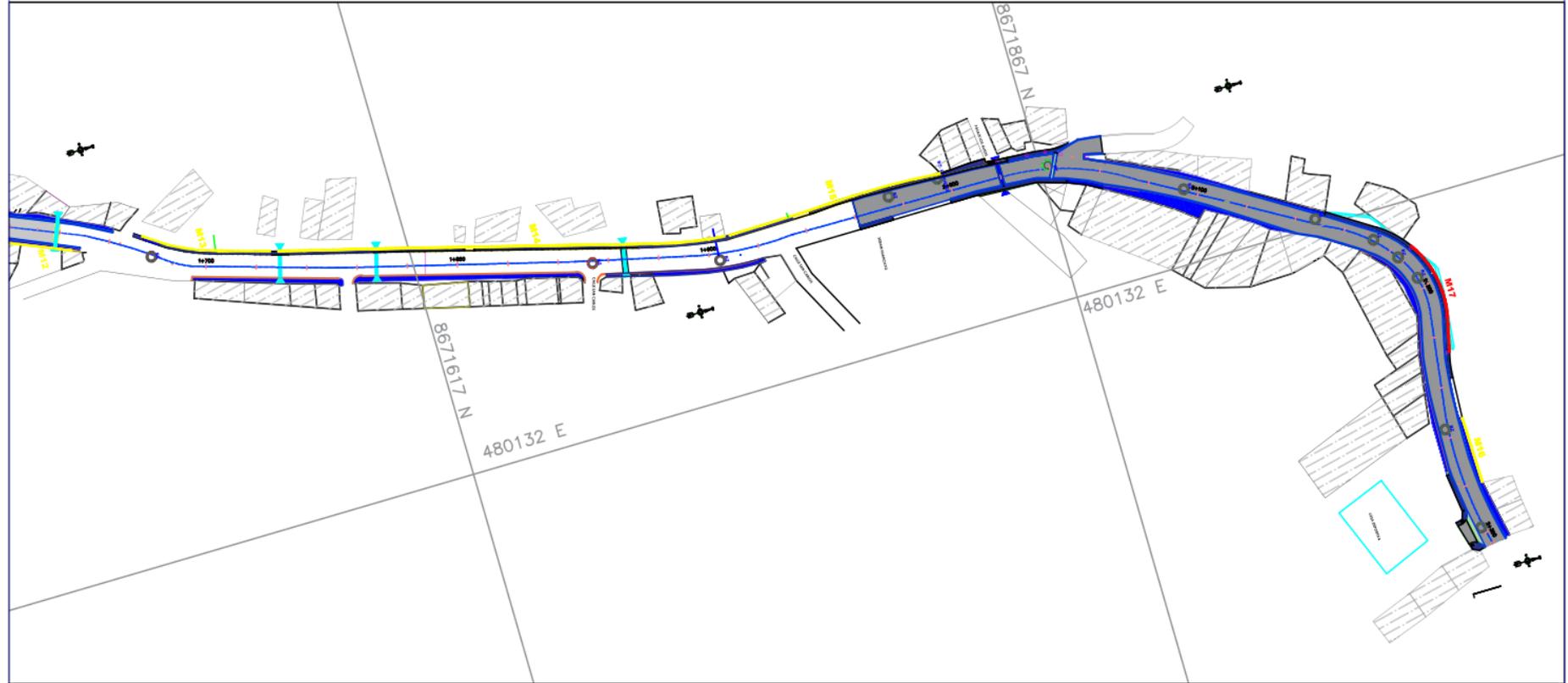
FECHA: MARZO 10 2020

LAMINA: PP-01

INSTITUCION: DIB. GEOMATICA S.A. I. C. S. C.



# PLANO SEGUNDO TRAMO KM 1+640 - KM 2+300



CUADRO DE MUROS DE CONTENCIÓN								
DESC.	DISTANCIA	ALT. PROM	DESC.	DISTANCIA	ALT. PROM	DESC.	DISTANCIA	ALT. PROM
M1	14.00 M	1.70 M	M7	16.20 M	2.85 M	M13	51.70 M	2.90 M
M2	22.15 M	1.80 M	M8	9.00 M	2.80 M	M14	178.44 M	2.55 M
M3	31.30 M	2.78 M	M9	7.50 M	2.00 M	M15	58.30 M	2.50 M
M4	9.30 M	2.20 M	M10	11.00 M	2.40 M	M16	27.00 M	3.70 M
M5	15.60 M	2.60 M	M11	7.80 M	2.40 M	M17	45.00 M	1.80 M
M6	5.90 M	3.05 M	M12	25.20 M	2.30 M			

LEYENDA					
DESCRIPCIÓN	CONTRASTE	CONTRASTE	DESCRIPCIÓN	CONTRASTE	CONTRASTE
1. BARRIO DE DRAINAJE	BL	BL	4. PISTA	GR	11. ALBERDIA
2. MURO DE LÍNEA Y TOLERANCIA	GR		5. ALICATADO	BL	12. MANTENIMIENTO
3. MANTENIMIENTO	SUM		6. VEREDALES A DISEÑO COMPLETO	GR	13. CUNETA
4. MURO A BARRIO DE	BL		7. BARRIO DE LÍNEA EXISTENTE	GR	14. MURO DE CONTENCIÓN
5. ALBERDIA	BL		8. BARRIO DE DRAINAJE DE BARRIO	BL	15. BARRIO

**PROYECTO:** "COMPARACIÓN DEL REPLANTEO TOPOGRÁFICO DE UNA CARRETERA CON Y SIN PUNTOS DE CONTROL GEODÉSICOS EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO"

<b>PLANO:</b> LEVANTAMIENTO FÍSICO DE LA OBRA	<b>Districto:</b> HUANCAYO	<b>Escala:</b> INDICADA	<b>LAMINA:</b> LFO-02
<b>DIBUJADO POR:</b> BACH. WILMER CARLOS CHAVEZ PECHO	<b>Region:</b> JUNIN	<b>Provincia:</b> HUANCAYO	<b>Fecha:</b> INICIO: 13/12/2019 CULMINACIÓN: 25/11/2020

