



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO TRAMO VIAL PARA  
DETERMINAR TANGENTES MEJORADAS EN CURVAS – CARRETERA AYO  
ANDAMAYO – AREQUIPA, SEGÚN MANUAL DG-2018**

**Línea de investigación:**

**Seguridad vial o Infraestructura de Transporte**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Quito Bravo, Gerson Heles

**Asesor:**

Aybar Arriola, Gustavo Adolfo

ORCID: 0000-0001-8625-3989

**Jurado:**

García Urrutia-Olavarria, Roque Jesús Leonardo

Madrid Saldaña, César Karlo

Arevalo Vidal, Samir Augusto

**Lima - Perú**

**2024**



# EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO TRAMO VIAL PARA DETERMINAR TANGENTES MEJORADAS EN CURVAS - CARRETERA AYO ANDAMAYO-AREQUIPA, SEGÚN MANUAL DG-2018

## ORIGINALITY REPORT

23%

SIMILARITY INDEX

22%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

11%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet Source	4%
2	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Internet Source	3%
3	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Internet Source	2%
4	<a href="https://transparencia.mtc.gob.pe">transparencia.mtc.gob.pe</a> Internet Source	1%
5	<a href="https://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Internet Source	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	1%
7	<a href="https://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Internet Source	1%
8	<a href="https://repositorio.unasam.edu.pe">repositorio.unasam.edu.pe</a> Internet Source	1%



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO TRAMO VIAL PARA  
DETERMINAR TANGENTES MEJORADAS EN CURVAS – CARRETERA AYO  
ANDAMAYO – AREQUIPA, SEGÚN MANUAL DG-2018

Línea de Investigación:

Seguridad vial o Infraestructura de Transporte

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Quito Bravo, Gerson Heles

Asesor:

Aybar Arriola, Gustavo Adolfo

ORCID: 0000-0001-8625-3989

Jurado:

Garcia Urrutia-Olavarria, Roque Jesus Leonardo

Madrid Saldaña, Cesar Karlo

Arevalo Vidal, Samir Augusto

Lima – Perú

2024

### **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mis padres por estar presente siempre en esta etapa de mi vida y sobre todo en la etapa de mi formación como profesional, siempre demostrando que con perseverancia y esfuerzo todo es posible. A mis hermanos, porque siempre me dieron las fuerzas para seguir adelante.

### **Agradecimiento**

A mis padres Carlos Quito y Octavia Bravo, por su amor incondicional y por el apoyo brindado, este logro es para ustedes.

A mis hermanos John y Leslie, por ser darme las fuerzas de seguir adelante.

A mi querida Facultad de Ingeniería Civil, por el conocimiento brindado en sus aulas que hoy aplico en mi día a día.

A mis amigos Mauricio y Ricardo, por los buenos momentos compartidos y las experiencias maravillosas durante la etapa de formación como futuros ingenieros civiles.

Y a Dios, por ser mi consuelo y fortaleza.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	12
ABSTRACT.....	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Descripción y formulación del problema.....	15
<i>1.1.1 Problema general.....</i>	<i>16</i>
<i>1.1.2 Problemas específicos.....</i>	<i>16</i>
1.2 Antecedentes .....	17
<i>1.2.1 Antecedentes en el ámbito internacional .....</i>	<i>17</i>
<i>1.2.2 Antecedentes en el ámbito nacional.....</i>	<i>19</i>
1.3 Objetivos .....	21
<i>1.3.1 Objetivo general.....</i>	<i>21</i>
<i>1.3.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>21</i>
1.4 Justificación .....	22
1.5 Hipótesis .....	23
<i>1.5.1 Hipótesis general .....</i>	<i>23</i>
<i>1.5.1 Hipótesis específicas.....</i>	<i>23</i>
II. MARCO TEÓRICO .....	24
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación .....	24
<i>2.1.1 Seguridad vial.....</i>	<i>24</i>
<i>2.1.2 Diseño geométrico .....</i>	<i>25</i>

2.1.3 Manual de carreteras “Diseño geométrico” .....	25
2.1.4 Clasificación de acuerdo a la demanda.....	26
2.1.5 Clasificación por condiciones orográficas.....	27
2.1.6 Vehículo de diseño .....	27
2.1.7 Velocidades.....	29
2.1.8 Distancia de visibilidad .....	30
2.1.9 Diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal.....	33
2.1.10 Diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical.....	49
2.1.11 Diseño de la sección transversal .....	55
2.1.12 Consistencia de diseño geométrico.....	61
III. MÉTODO .....	62
3.1 Tipo de investigación.....	62
3.2 Ámbito temporal y espacial .....	62
3.3 Variable.....	62
3.3.1 Variable independiente .....	62
3.3.2 Variable dependiente .....	62
3.4 Población y muestra.....	63
3.4.1 Población.....	63
3.4.2 Muestra .....	63
3.5 Instrumentos.....	63
3.6 Procedimientos.....	63

3.6.1 <i>Procedimiento de recolección de datos</i> .....	63
3.6.2 <i>Procesamiento de datos</i> .....	64
3.7 <i>Análisis de datos</i> .....	64
IV. RESULTADOS .....	65
4.1. Resultado del objetivo general .....	65
4.2. Resultados obtenidos respecto al objetivo específico 1 .....	65_Toc168756113
4.3. Resultados con respecto al objetivo específico 2 .....	94
4.4. Resultados con respecto al objetivo específico 3 .....	118
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	123
VI. CONCLUSIONES .....	125
VII. RECOMENDACIONES .....	127
VIII. REFERENCIAS .....	128
IX. ANEXOS .....	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Ábaco de distancia de visibilidad de parada (<math>D_p</math>)</i> .....	31
<b>Figura 2</b> <i>Distancia de visibilidad de adelantamiento</i> .....	32
<b>Figura 3</b> <i>Distancia de visibilidad de paso</i> .....	33
<b>Figura 4</b> <i>Simbología de curva circular</i> .....	35
<b>Figura 5</b> <i>Desvanecimiento del bombeo y transición del peralte con curva de transición</i> .....	39
<b>Figura 6</b> <i>Desvanecimiento del bombeo y transición del peralte sin curva de transición</i> .....	40
<b>Figura 7</b> <i>Transición de peralte en curvas en “S” con curva de transición</i> .....	41
<b>Figura 8</b> <i>Transición de peralte en curvas en “S” sin curva de transición</i> .....	41
<b>Figura 9</b> <i>Relación de radios - Grupo 1</i> .....	42
<b>Figura 10</b> <i>Relación de radios - Grupo 2</i> .....	43
<b>Figura 11</b> <i>Configuración general de curva de vuelta</i> .....	46
<b>Figura 12</b> <i>Necesidad de un sobreancho</i> .....	47
<b>Figura 13</b> <i>Importancia del sobreancho</i> .....	47
<b>Figura 14</b> <i>Distribución del sobreancho en los sectores de transición y circular</i> .....	49
<b>Figura 15</b> <i>Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas</i> .....	53
<b>Figura 16</b> <i>Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas</i> .....	53
<b>Figura 17</b> <i>Eje expediente técnico vs propuesta tramo crítico 1</i> .....	121
<b>Figura 18</b> <i>Eje expediente técnico vs propuesta tramo crítico 2</i> .....	122
<b>Figura 19</b> <i>Eje expediente técnico vs propuesta tramo crítico 3</i> .....	122
<b>Figura 20</b> <i>Visita en conjunto con provias</i> .....	187
<b>Figura 21</b> <i>Visita con la supervisión de obra</i> .....	187
<b>Figura 22</b> <i>Visita a campo N°01</i> .....	188
<b>Figura 23</b> <i>Visita a campo N°02</i> .....	188

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Tipos de vehículos</i> .....	28
<b>Tabla 2</b> <i>Cuadro de velocidad de diseño</i> .....	29
<b>Tabla 3</b> <i>Longitud mínimas y máximas de tangentes</i> .....	34
<b>Tabla 4</b> <i>Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras</i> .....	35
<b>Tabla 5</b> <i>Valores de peralte máximo</i> .....	37
<b>Tabla 6</b> <i>Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de tercera clase</i> .....	45
<b>Tabla 7</b> <i>Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado para un ancho de calzada de 6</i> .....	46
<b>Tabla 8</b> <i>Pendientes máximas (%)</i> .....	51
<b>Tabla 9</b> <i>Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase</i> .....	54
<b>Tabla 10</b> <i>Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carretera de tercera clase</i> .....	55
<b>Tabla 11</b> <i>Anchos mínimos de calzada en tangente</i> .....	57
<b>Tabla 12</b> <i>Ancho de bermas</i> .....	59
<b>Tabla 14</b> <i>Anchos mínimos de derecho de vía</i> .....	60
<b>Tabla 15</b> <i>Evaluación de tramos en tangente</i> .....	65
<b>Tabla 16</b> <i>Resultado de la evaluación en tramos tangentes</i> .....	67
<b>Tabla 17</b> <i>Evaluación del radio mínimo</i> .....	67
<b>Tabla 18</b> <i>Resultado de la evaluación del radio mínimo</i> .....	69

<b>Tabla 19</b> <i>Evaluación de peraltes</i> .....	70
<b>Tabla 20</b> <i>Resultado de la evaluación de peraltes</i> .....	71
<b>Tabla 21</b> <i>Evaluación de la coordinación entre curvas circulares</i> .....	72
<b>Tabla 22</b> <i>Resultado de la coordinación entre curvas circulares consecutivas</i> .....	74
<b>Tabla 23</b> <i>Evaluación de radios que prescinden de curvas de transición</i> .....	74
<b>Tabla 24</b> <i>Resultado de la evaluación de radios que prescinden de curvas de transición</i> .....	76
<b>Tabla 25</b> <i>Evaluación de sobreanchos en las curvas</i> .....	76
<b>Tabla 26</b> <i>Resultado de la evaluación de los sobreanchos en las curvas</i> .....	78
<b>Tabla 27</b> <i>Evaluación de las diferencias algebraicas de las pendientes</i> .....	79
<b>Tabla 28</b> <i>Resultado de la evaluación de la diferencia algebraica de pendientes</i> .....	81
<b>Tabla 29</b> <i>Evaluación de la pendiente mínima y máxima</i> .....	81
<b>Tabla 30</b> <i>Resultado de la evaluación de pendiente mínima</i> .....	82
<b>Tabla 31</b> <i>Resultado de la evaluación de pendiente máxima</i> .....	83
<b>Tabla 32</b> <i>Evaluación del índice de curvatura controlada por la visibilidad de parada</i> .....	83
<b>Tabla 33</b> <i>Resultado de la evaluación del índice de curvatura controlada por la visibilidad de parada</i> .....	84
<b>Tabla 34</b> <i>Evaluación del índice de curvatura "K" controlada por la visibilidad de paso</i> .....	85
<b>Tabla 35</b> <i>Resultado de la evaluación del índice de curvatura "K" controlada por la visibilidad de paso</i> .....	85
<b>Tabla 36</b> <i>Evaluación del ancho de calzada</i> .....	86
<b>Tabla 37</b> <i>Resultado de la evaluación del ancho de calzada</i> .....	89

<b>Tabla 38</b> <i>Evaluación del ancho de berma</i> .....	89
<b>Tabla 39</b> <i>Resultado de la evaluación de ancho de berma</i> .....	93
<b>Tabla 40</b> <i>Porcentaje de cumplimiento de los parámetros de diseño geométrico del expediente técnico</i> .....	93
<b>Tabla 41</b> <i>Tramo en tangente en la propuesta de trazo</i> .....	94
<b>Tabla 42</b> <i>Porcentaje de cumplimiento tramo en tangente en la propuesta de trazo</i> .....	96
<b>Tabla 43</b> <i>Radio mínimo en la propuesta de trazo</i> .....	96
<b>Tabla 44</b> <i>Porcentaje de cumplimiento del radio mínimo en la propuesta de trazo</i> .....	98
<b>Tabla 45</b> <i>Peraltes en la propuesta de trazo</i> .....	98
<b>Tabla 46</b> <i>Porcentaje de cumplimiento de peralte en la propuesta de trazo</i> .....	100
<b>Tabla 47</b> <i>Coordinación entre curvas circulares en la propuesta de trazo</i> .....	100
<b>Tabla 48</b> <i>Porcentaje de cumplimiento en la coordinación de curvas circulares en la propuesta de trazo</i> .....	102
<b>Tabla 49</b> <i>Curvas de transición en la propuesta de trazo</i> .....	102
<b>Tabla 50</b> <i>Porcentaje de cumplimiento en el uso de curvas de transición</i> .....	104
<b>Tabla 51</b> <i>Sobreanchos en la propuesta de trazo</i> .....	104
<b>Tabla 52</b> <i>Porcentaje en el cumplimiento del sobreancho en la propuesta de trazo</i> .....	106
<b>Tabla 53</b> <i>Diferencias algebraicas de pendientes en la propuesta de trazo</i> .....	106
<b>Tabla 54</b> <i>Porcentaje de cumplimiento de las diferencias algebraicas en la propuesta de trazo</i> .....	107
<b>Tabla 55</b> <i>Pendiente mínima y máxima en la propuesta de trazo</i> .....	107

<b>Tabla 56</b> <i>Porcentaje de cumplimiento de la pendiente mínima en la propuesta de trazo ....</i>	108
<b>Tabla 57</b> <i>Porcentaje de cumplimiento de la pendiente máxima en la propuesta de trazo ...</i>	109
<b>Tabla 58</b> <i>Índice de curvatura controlada por la visibilidad de parada en la propuesta de trazo</i> .....	109
<b>Tabla 59</b> <i>Porcentaje de cumplimiento en el índice de curvatura controlada por la visibilidad</i> <i>de parada</i> .....	110
<b>Tabla 60</b> <i>Índice de curvatura controlada por la visibilidad de paso en la propuesta de trazo</i> .....	110
<b>Tabla 61</b> <i>Porcentaje de cumplimiento en el índice de curvatura controlada por la visibilidad</i> <i>de paso en la propuesta de trazo</i> .....	111
<b>Tabla 62</b> <i>Ancho de calzada en propuesta de trazo</i> .....	111
<b>Tabla 63</b> <i>Porcentaje de cumplimiento en ancho de calzada del trazo propuesto.....</i>	114
<b>Tabla 64</b> <i>Ancho de bermas en la propuesta de trazo</i> .....	114
<b>Tabla 65</b> <i>Porcentaje de cumplimiento de ancho de bermas en propuesta de trazo.....</i>	117
<b>Tabla 66</b> <i>Porcentaje de cumplimiento de los parámetros de diseño geométrico de la propuesta</i> .....	118
<b>Tabla 67</b> <i>Comparación entre parámetros de diseño geométrico del tramo en estudio y la</i> <i>propuesta de trazo</i> .....	119
<b>Tabla 68</b> <i>Comparación entre diseños</i> .....	121
<b>Tabla 69</b> <i>Matriz de consistencia</i> .....	134
<b>Tabla 70</b> <i>Proyección total por tráfico generado y desviado</i> .....	136

## RESUMEN

La presente investigación planteó como objetivo evaluar los parámetros del diseño geométrico de un tramo de carretera según los lineamientos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018. El caso de estudio es el tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la carretera Ayo – Andamayo, distritos de Aplao – Ayo, provincia de Castilla, Arequipa. Para la realización de la investigación, se utilizó un enfoque cuantitativo de tipo aplicada y teniendo un alcance descriptivo. Los resultados obtenidos permitieron determinar que parámetros geométricos del tramo de estudio en el expediente técnico no están cumpliendo en lo indicado en el Manual de Carreteras DG-2018, ante esto, se ha propuesto un diseño geométrico que cumple con los requisitos establecidos en dicho manual. En ese orden de ideas, luego de la comparación entre el diseño presentado en expediente técnico y la propuesta se puede establecer que se mejora significativamente el trazo en el tramo de estudio, haciendo cumplir los parámetros establecidos en el manual, mejorando la seguridad vial y utilizando los recursos de forma apropiada. Para realizar el diseño del expediente técnico y la propuesta, el investigador ha utilizado el Software Civil 3D.

*Palabras claves:* parámetros de diseño geométrico, seguridad vial, diseño geométrico, Manual de Carreteras DG-2018.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the parameters of the geometric design of a road section according to the guidelines established in the DG-2018 Road Manual. The case study is the section KM 2+500 to KM 8+040 of the Ayo – Andamayo highway, districts of Aplao – Ayo, province of Castilla, Arequipa. To carry out the research, a quantitative approach was used with an applied type and a descriptive scope. The results obtained made it possible to determine which geometric parameters of the study section in the technical file are not complying with what is indicated in the DG-2018 Highway Manual, in view of this, a geometric design that complies with the requirements established in said manual has been proposed. In this order of ideas, after the comparison between the design presented in the technical file and the proposal, it can be established that the layout in the study section is significantly improved, enforcing the parameters established in the manual, improving road safety and using resources appropriately. To design the technical dossier and the proposal, the researcher used 3D Civil Software.

*Keywords:* geometric design parameters, road safety, geometric design, DG-2018 Road Manual.

## I. INTRODUCCIÓN

### **Realidad problemática**

La obra carretera Ayo Andamayo cuenta con una extensión de 46.249 Km, unirá el distrito de Aplao y Ayo de la provincia de Castilla en Arequipa, la elaboración del expediente técnico estuvo a cargo del Consorcio Vial Castilla siendo el ente gestor la municipalidad provincial de Castilla.

El proyecto inició su ejecución en el mes de febrero del 2022, siendo la empresa ejecutora China Tiesiju Civil Engineering Group Co. sucursal del Perú, y cuya supervisión está a cargo de Acruta & Tapia Ingenieros. El investigador forma parte del equipo de la supervisión en el área de topografía y trazo.

Durante la revisión del expediente técnico, el investigador identifica que se hace mención a los parámetros que se establecen en la DG-2018 como base para el diseño geométrico de la vía, el cual no se estaría cumpliendo, y con el fin de contrastar esto, nace la presente investigación.

Teniendo en cuenta que las carreteras tienen un impacto positivo en el desarrollo económico de la población, estas deben cumplir con los parámetros establecidos (radios mínimos, tangentes mínimas, etc.) en la norma vigente, para su diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal, pues estos garantizan que la vía pueda ser segura y cómoda para el usuario. Cada parámetro ha sido establecido contemplando la reacción del conductor, por ejemplo, una tangente o tramo recto entre curvas del mismo sentido es de mayor longitud que el tramo entre curvas de sentido contrario, pues el conductor al salir de una curva espera que la siguiente curva a enfrentar sea del sentido contrario, entonces necesita de una mayor longitud y por ende mayor tiempo para la toma de decisión.

Además, según la Contraloría General de la República (CGR), en su último reporte de obras paralizadas en el territorio nacional, indica que la principal causa de las paralizaciones

es la falta de recursos financieros y liquidez, esto se debería que a la hora de ejecutar los proyectos se encuentren incompatibilidades o deficiencias en los expedientes técnicos que provocarían adicionales o adecuaciones que superen el presupuesto destinado al Proyecto.

Para el investigador es importante, determinar si el diseño geométrico de la vía cumple con lo establecido en el Manual de Carreteras DG-2018, para poder alertar y mejorar el trazo antes de su intervención, y así brindarle una carretera segura y de calidad a la población.

### **1.1 Descripción y formulación del problema**

Las carreteras son fundamentales para el transporte y las actividades diarias de las personas. Sin embargo, en el Perú, según los registros de la Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (2022), durante el año 2021 se produjeron un total de 5,687 accidentes de tránsito en carreteras nacionales y departamentales, de estos accidentes, 664 resultaron en consecuencias fatales. Estas cifras son alarmantes y muestran la importancia de seguir las normas establecidas para poder garantizar la seguridad vial en Perú.

Lamentablemente, en el país se han realizado expedientes con muchas deficiencias técnicas, omitiendo parámetros estandarizados en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, lo que ha generado problemas en el diseño geométrico y consecuentemente problemas de seguridad vial.

Cuando un conductor enfrenta un elemento u componente de una carretera (curva horizontal, tramos en tangente, curvas verticales, etc.), toma una decisión, por ejemplo, el disminuir la velocidad para tomar una curva, el no adelantar a otro vehículo u otro que garantice su seguridad y de sus acompañantes, por eso que todo diseño geométrico debe ser íntegro y debe garantizar la seguridad de todos los usuarios en la vía , esto se garantiza cuando el diseño cumple con los lineamientos establecidos en las normas.

La dificultad o problema aparece cuando no se cumplen los parámetros establecidos en la norma vigente de diseño geométrico, pues provoca que el conductor realice maniobras

inseguras o erróneas que aumenten la probabilidad de un accidente. Es importante tener en cuenta que cada parámetro ha sido establecido considerando la reacción del conductor frente a cada situación, por lo que su cumplimiento es fundamental para garantizar la seguridad de los usuarios de la vía.

Como resultado de esta problemática, la presente investigación propone evaluar los parámetros de diseño geométrico contenidos en el expediente de obra de la carretera Ayo - Andamayo en el tramo KM 2+500 al KM 8+040, con el objetivo de verificar cuales no estarían cumpliendo con lo indicado en la DG-2018, entendiéndose por evaluación a la verificación fundamentada de los parámetros de diseño.

Para lograr este objetivo se realizará una comparación entre una propuesta de trazo del tramo en estudio que cumpla con lo establecido en la DG-2018 elaborada por el investigador, y el diseño geométrico del expediente técnico de la carretera Ayo - Andamayo, en la cual, mediante la revisión de los parámetros que han sido contemplados en el diseño del expediente técnico se podrá identificar cuáles no cumplen con lo establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018.

### ***1.1.1 Problema general***

**PG.-** ¿De qué manera podemos evaluar los parámetros de diseño geométrico en el tramo KM 2+500 al 8+040 de la carretera Ayo - Andamayo considerando lo establecido en el Manual de Carreteras DG-2018 puede afectar la seguridad y eficiencia del sistema vial?

### ***1.1.2 Problemas específicos***

**PE1.-** ¿Cómo determinar los parámetros de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal del tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la carretera Ayo-Andamayo presentados en el expediente técnico cumplen con los establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018?

**PE2.-** ¿Cuál es la forma de proponer el diseño geométrico que cumpla con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018 a nivel de planta, perfil y sección transversal para el tramo de la carretera?

**PE3.-** ¿En qué medida el sistema vial será más seguro y eficiente si se cumplen con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018?

## **1.2 Antecedentes**

### ***1.2.1 Antecedentes en el ámbito internacional***

Arias y Remolina (2018), aseguran que una de las razones por la que suceden accidentes viales es la inconsistencia geométrica de carreteras y fundamentan la importancia de evaluarla para lograr una conducción continua y segura, pues para ellos, esta es entendida como la conexión entre las propiedades geométricas de la carretera y las percepciones que el conductor espera al transitar por ella, y solo si existe una correspondencia adecuada entre estos dos aspectos, el conductor puede transitar de manera más fluida, sin cambios bruscos, lo que favorece la seguridad en la circulación. Por ello, desarrollaron una metodología que considera tanto las características geométricas en planta como en alzado, con el objetivo de evaluar la consistencia del trazado en carreteras interurbanas de dos carriles, pues alegaron que en el pasado muchos ingenieros basaron su consistencia solo en los parámetros de planta causando problemas. Y aunque en su estudio detectaron un grado menor de inconsistencias en el trazado de la vía en estudio, aseguraron que la evaluación de la consistencia geométrica es crucial para lograr una conducción segura y continua, y por tanto la metodología desarrollada permite una evaluación más completa y precisa de la consistencia en carreteras interurbanas de dos carriles.

Además, Díaz García et al. (2018), aseguran que, en el diseño geométrico de carreteras, se ha observado que las rectas largas pueden fomentar la velocidad excesiva de los conductores, lo que resulta en una reducción abrupta de la velocidad en las curvas posteriores, lo que puede comprometer la seguridad vial, además, de que las rectas cortas limitan la velocidad que se

puede alcanzar en las curvas extremas, evitando una reducción excesiva de la velocidad. Por esa razón, mediante el uso experimental de la observación, ha demostrado que la variación de velocidad es producida en una longitud superior a la propia recta, lo que indica que la longitud efectiva para variar la velocidad antes y después de las rectas es de alrededor de 145 m. Además, se encontraron discrepancias entre los criterios de diseño geométrico de carreteras vigentes y los resultados de la investigación, y que particularmente, existen tres niveles de independencia de las rectas.

Es por esa razón que para Liederman (2019), la tarea del ingeniero de carreteras consiste en que el diseño geométrico que realice debe propiciar que cualquier error que cometa el usuario del camino, no produzca accidentes fatales o heridos graves. Los responsables que las carreteras ofrezcan seguridad a los conductores son los que diseñan y proyectan las carreteras, los constructores y los que mantienen las carreteras, además los usuarios de la vía deben cumplir con las normas de circulación. Por lo tanto, el diseño de una carretera debe integrar la posible falla humana y la responsabilidad debe ser compartida entre los encargados de ofrecer la seguridad y los usuarios de la vía.

Además, Rosas-López et al (2021) afirman que el diseño geométrico es clave para su seguridad vial, y que la consistencia del diseño se puede analizar mediante el estudio de la velocidad del vehículo a lo largo de la curva, pues de hecho investigaciones posteriores a su estudio sugerían que la velocidad de los conductores varía en función de la posición del vehículo antes, durante y después de la curva, lo que puede afectar la seguridad vial. Por esa razón los investigadores realizaron un esquema de análisis basado en la agrupación de perfiles de velocidad en tres tipos de estilos de conducción (cauto, moderado, y agresivo) y dos variables adicionales, encontrando que en realidad la cantidad de perfiles agrupados está relacionada con las características operacionales y geométricas de la curva, lo que indica que el diseño de la vía influye en la percepción de seguridad por parte de los usuarios.

Es por estas razones, que Carazo (2021), sostuvo que invertir en carreteras y seguridad vial salva vidas, al mejorar la movilidad de personas y mercancías; por lo tanto, ayuda a vertebrar el territorio, a luchar contra la despoblación, contribuir en el mantenimiento de empleos y de empresas locales del sector de la construcción y, además, garantiza el desplazamiento más cómodo, favoreciendo a la generación de actividades logísticas vinculadas a la ganadería, la agricultura, a la pesca y al sector industrial, así como a la llegada de turistas. Ayuda, por lo tanto, a la reactivación económica. En ese sentido las carreteras no solo deben conectar a la nación, sino que deben ser seguras para los usuarios.

Por otro lado, el uso de softwares digitales para la realización de proyectos de carreteras se ha incrementado con los años, no obstante, investigaciones como la de Cruz & Castellanos (2020), han demostrado que el uso del AutoCAD Civil 3D, es una excelente forma de construir proyectos viales adaptados a las normas nacionales, pues en su artículo los investigadores presentan una plantilla de AutoCAD Civil 3D donde representan los criterios y factores básicos para considerar el proyecto geométrico de la carretera, así como las reglas y reglas consideradas según la norma cubana, y no solo eso sino que además, proporcionan un ejemplo para demostrar el uso de los controles permitidos por el software. Lo que es un importante avance en el proceso de investigación que insta a usar este software de ingeniería haciendo de guía para la elaboración de las mismas según los estándares propuestos por otros investigadores, como es el presente caso.

### ***1.2.2 Antecedentes en el ámbito nacional***

Poma (2019), realizó la evaluación de los parámetros de diseño geométrico de la carretera 14A Casma- Huaraz del KM 126+000 al KM 133+00, usando como base el Manual de Carreteras DG-2014, de esto el investigador identificó tramos que no cumplían con lo establecido en la DG-2014, la parte más crítica para Poma fue el tramo que atraviesa la zona urbana, el investigador propuso como alternativa a esto una variante de trazo, además menciona

que ciertos tramos deben diseñarse con velocidades menores a lo que fue considerado para cumplir con lo que establece en la DG-2014, ya que la velocidad de diseño influye en la concepción de los elementos de la carretera. Para esta investigación se usó método inductivo pues se va de lo particular a lo general, el nivel fue de tipo descriptivo porque la finalidad del investigador fue describir y/o estimar los parámetros de diseño geométrico. La importancia de este estudio radica en la posibilidad de un avance cualitativo en infraestructura, y el hecho de que la zona de estudio cuente con el sistema vial más seguro y eficiente. Este estudio, al igual que el presente, se basó en el avance geométrico norma de diseño para la revisión de la documentación técnica de la obra vial, por lo que no es solo una herramienta de contextualización sino también una guía de aspectos a considerar.

Por otro lado, Huacho y Mallma (2020), realizaron un estudio de la evaluación de los parámetros de diseño en la Carretera Lircay – Secclla – Angares – Huancavelica, mencionando que el mal diseño de la infraestructura vial hace que se genere un lento crecimiento de la región o zona de influencia, además sostienen que el mal estado y la dificultad de acceso, hace que se genere costos de producción, pues el tiempo de traslado se incrementa, la dificultad del embarque y desembarque de los productos, la investigación fue de tipo aplicada y tuvo un nivel descriptivo-explicativo, pues los investigadores buscaron describir los fenómenos tal y como es en el momento, y explicar el porqué de los hechos mediante una relación de causa-efecto. Este estudio buscó dar una alternativa de diseño geométrico y señalización de la carretera Lircay - Secclla, para que esta pueda cumplir con las normas. Actualmente existe un estudio de preinversión a nivel perfil para el mejoramiento de la carretera, lo que evidencia la importancia y compromiso que se debe tener al momento de diseñar y evaluar los parámetros de las vías de tránsito.

Con un enfoque en el procesamiento de datos, Cayco (2020), realizó una evaluación de un proyecto de carretera de tercer nivel en el que compara dos programas, Autodesk Civil 3D

y el Infram BIM, en el que luego de realizar su proyecto ha determinado que mientras el software BIM es más efectivo para implementar el proyecto desde su efectividad en realizar curvas horizontales y verticales, obras de carretera, registros verticales y crear secciones transversales, pero que el Civil 3D cumplen con estos mismos objetivos solo requiriendo algo más de tiempo de trabajo. La diferencia y ventaja radica que el Autodesk Civil 3D tiene más interoperabilidad con otros programas y formatos de archivo.

En este mismo orden de ideas, Torres (2022), apoya el hecho de que el software Civil 3D hace que sea más fácil realizar un diseño dinámico, por lo que cada modificación de alineamientos, los registros y/o las piezas horizontales permiten actualizaciones inmediatas y modificación automática en el proyecto, además de que el Civil 3D nos permite presentar los planos de manera más organizada. Es en base a estas dos últimas investigaciones que se ha decidido utilizar el Civil 3D en el presente estudio.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

**OG.** -Evaluar los parámetros del diseño geométrico de un tramo de carretera según los lineamientos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018. El caso de estudio es el tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la carretera Ayo – Andamayo, distritos de Aplao -Ayo, provincia de Castilla, Arequipa.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

**OE1.**-Determinar si los parámetros de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal de un tramo de la carretera presentados en su expediente técnico cumplen los requerimientos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018.

**OE2.**-Proponer el diseño geométrico que cumpla todos los parámetros del Manual de Carreteras DG-2018 a nivel de planta, perfil y sección transversal para un tramo de carretera.

**OE3.**-Comparar las similitudes y diferencias entre el diseño presentado en el expediente técnico y el diseño propuesto para establecer en qué medida el sistema vial será más seguro y eficiente si se cumplieran todos los parámetros del Manual de Carreteras DG-2018.

#### **1.4 Justificación**

La carretera Ayo Andamayo contará con una extensión de 46.249 km, conectará a los distritos de Aplao y Ayo, de la provincial de Castilla en Arequipa, la principal actividad económica del distrito de Ayo es la agricultura y la ganadería, además de contar atractivos turísticos impresionantes como la “Laguna de Mamacocha”, considerada el manantial más grande del mundo. La construcción de la actual carretera reducirá el tiempo de viaje de un distrito a otro de 4 horas a 1 hora y media, con el proyecto se cierran ciertas brechas sociales, como el acceso a la salud “Hospital de Aplao”, a la educación “Instituto Superior Tecnológico Público Castilla”, pues estos servicios se encuentran ubicado en la capital de la provincial de Castilla “Aplao”, ya que actualmente, por la distancia y tiempo de recorrido, es muy tedioso el acceso a estos.

El Manual de Seguridad Vial (MSV) indica que toda infraestructura vial debe cumplir los lineamientos establecidos en los diferentes manuales de carreteras para poder ofrecer condiciones de mayor seguridad. En ese sentido una infraestructura vial segura, es donde sus elementos (curvas, tangentes, etc.) permitan reducir la frecuencia o la gravedad de los accidentes de tránsito.

La presente investigación permitirá conocer si los parámetros contemplados en el diseño geométrico en el tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la obra Carretera Ayo Andamayo,

distritos de Aplao – Ayo, provincial de Castilla, Arequipa cumplen con lo indicado en el Manual de Carreteras DG-2018.

Es importante determinar si el proyecto cuenta con deficiencias en su diseño geométrico, para alertar y mejorar el trazo antes de su intervención, y que esta pueda cumplir con lo establecido en la DG-2018, y de esa forma dotarle de una infraestructura vial adecuada a la población.

## **1.5 Hipótesis**

### ***1.5.1 Hipótesis general***

**HG.** -Evaluando los parámetros de diseño geométrico del tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la carretera Ayo- Andamayo según el Manual de Carreteras DG-2018 se podrá mejorar la seguridad y eficiencia del sistema vial.

### ***1.5.1 Hipótesis específicas***

**HE1.**-Determinando los parámetros de diseño geométrico presentados en el expediente técnico del tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la carretera Ayo Andamayo no cumplen con lo establecido en el Manual de Carreteras DG-2018.

**HE2.**- Realizando la propuesta del diseño geométrico que cumpla con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018, se logrará diseñar a nivel de planta, perfil y sección transversal el tramo de carretera que cumpla con los requisitos de seguridad vial.

**HE3.**-Comparando las similitudes y diferencias de los parámetros establecidos en la propuesta de diseño geométrico se logrará tener el sistema vial más seguro, eficiente y será significativamente mejor que el diseño presentado en el expediente técnico del diseño geométrico para la Carretera Ayo Andamayo.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

Se ha establecido de acuerdo con la cantidad de vehículos y velocidad directriz que le corresponde parámetros de diseño geométrico para una Carretera de Tercera Clase.

Según Kraemer (2009), la carretera es una infraestructura de transporte terrestre que consiste en una vía de comunicación, proyectada y construida sobre una franja de terreno, compuesta por una calzada destinada al tránsito vehicular y, en algunos casos, aceras para el desplazamiento de peatones. Mientras que para Cárdenas (2015) la carretera se define como una ruta física que conecta puntos en un territorio y permite la movilidad de personas y bienes, y tiene una gran influencia en la economía, la sociedad y el medio ambiente, por lo que su correcto diseño, construcción y mantenimiento son fundamentales para su seguridad y eficiencia.

A continuación, detallo definiciones acerca de diseño geométrico vial

#### 2.1.1 Seguridad vial

Según el MTC (2017), la seguridad vial es el conjunto de actividades encaminadas a prevenir o evitar el riesgo de accidentes de los usuarios de la vía y reducir las consecuencias sociales negativas de los accidentes.

Los responsables del diseño deben tomar medidas que ayuden a contrarrestar las imprudencias de los usuarios, en ese sentido para ayudar al ingeniero durante el proceso de diseño el MTC ha proporcionado diferentes manuales de tal manera que:

- ✓ Cada componente de diseño proporcione un nivel aceptable de seguridad.
- ✓ Las características que componen el diseño sean consistentes en el grado de seguridad proporcionado.
- ✓ Se pueda demostrar que los beneficios derivados del diseño resultante superen sus costos y representen el mejor uso de los fondos del programa.

**A. Relación entre las características de la carretera y la accidentalidad.** Para el MTC (2017), el impacto de las características de la carretera en los accidentes está relacionado con diferentes conjuntos de parámetros que definen un segmento de carretera y las diferencias entre estos parámetros y los parámetros de los tramos de carretera adyacentes: El análisis de seguridad de la infraestructura vial se basa en dos factores.:

**B. Seguridad activa.** Medidas adoptadas en la vía para prevenir accidentes (diseño de trazo, diseño de las intersecciones, calidad del pavimento, señalización, etc.).

Para el caso de estudio de la presente investigación la seguridad que se va a tomar en consideración es la seguridad activa.

**C. Seguridad pasiva.** Medidas adoptadas en vía para reducir la gravedad de los accidentes en el caso que se produzca (divisores centrales, sistemas de retención de vehículos, protectores laterales, etc.)

### ***2.1.2 Diseño geométrico***

El diseño geométrico de carreteras es el trazado de la vía en el terreno, lo cual se logra a través de una planificación donde se tiene consideración y relación entre características de operación de los vehículo y los elementos físicos, este, es un proceso creativo que implica la toma de decisiones importantes con el objetivo de lograr un equilibrio entre diferentes factores, como la seguridad vial, la comodidad del usuario, la capacidad de la carretera, los costos y el impacto ambiental (National Research Council, 2010).

### ***2.1.3 Manual de carreteras “Diseño geométrico”***

El Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG–2018)”, es un documento normativo incluido en los Manuales de Carreteras. Este recopila y organiza los procedimientos y técnicas necesarias para el diseño de la vía (MTC, 2018).

### **2.1.4 Clasificación de acuerdo a la demanda**

**A. Autopistas de primera clase.** Carreteras cuyo Índice Medio Diario Anual (IMDA) supera los 6,000 vehículos por diarios y cuentan con calzadas divididas por un separador central de al menos 6.00 metros de ancho. Cada una de las calzadas debe tener dos o más, y a su vez, estos deben tener un ancho mínimo de 3.60 metros (MTC, 2018).

**B. Autopistas de segunda clase.** Carreteras con un IMDA que oscila entre 6 000 y 4 001 vehículos por día. Estas vías son autopistas donde la calzada está dividida por un límite central, cuyo ancho puede variar entre 6,00 m y 1,00 m, en estas se deben instalar un sistema de bloqueo de vehículos. Además, cada carril deberá tener dos carriles o más, que tengan un ancho mínimo de 3,60 m. (MTC, 2018).

**C. Carreteras de primera clase.** Estas son carreteras con un IMDA de entre 4 000 y 2 001 vehículos por día, y cuentan con una calzada de doble carril de 3.60 m mínimo de ancho. Pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel, y en áreas urbanizadas deben tener dispositivos de seguridad vial o puentes peatonales para garantizar velocidades de viaje seguras (MTC, 2018).

**D. Carreteras de segunda clase.** Son aquellas carreteras que tienen un IMDA que oscila entre 2 000 y 400 vehículos al día y constan de una calzada con dos carriles de un mínimo de 3.30 metros de ancho. Estas pueden presentar pasos vehiculares a nivel o cruces y en áreas urbanas es aconsejable instalar dispositivos de seguridad vial o puentes peatonales alternativos para lograr velocidades más seguras (MTC, 2018).

**E. Carreteras de tercera clase.** Estas tienen un IMDA inferior a 400 vehículos por día y vías de dos carriles con un ancho de 3,00 m mínimo. En ocasiones, estas vías pueden tener carriles de hasta 2,50 m de ancho con la protección técnica adecuada. Además, operan con soluciones básicas o económicas como emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos, estabilizadores de suelos, o simplemente anclados al pavimento. Si están pavimentadas,

deberán cumplir con las configuraciones geométricas establecidas para las vías de segunda clase (MTC, 2018).

**F. Trochas carrozables.** Estas vías son transitables, pero no cumplen con los estándares geométricos de una carretera, generalmente tienen un IMDA inferior a 200 veh/día. Las calzadas tienen un ancho mínimo de 4.00 m y se deben construir ensanches llamados plazoletas de cruce al menos cada 500 m, además, la calzada puede estar afirmada o no (MTC, 2018).

### ***2.1.5 Clasificación por condiciones orográficas***

Según la norma DG–2018, emitida por el MTC (2018), indica que las carreteras en Perú son clasificadas según la orografía que predomina por donde transcurre su trazo. El terreno plano, conocido como tipo 1, tiene pendientes transversales menores o iguales al 10% y pendientes longitudinales menores al 3%, por lo que su trazo no presenta mayores dificultades. El terreno ondulado, tipo 2, cuenta con pendientes transversales entre 11% y 50%, las pendientes longitudinales de este tipo van de 3% a 6%, por lo que demanda un movimiento de tierras moderado para permitir alineamientos rectos y curvas de radios amplios. En cambio, el terreno accidentado, tipo 3, tiene pendientes transversales entre 51% y 100% y pendientes longitudinales entre 6% y 8%, requiriendo importantes movimientos de tierra. Finalmente, el terreno escarpado, tipo 4, tiene pendientes transversales superiores al 100% y pendientes longitudinales superiores al 8%, por lo que es necesario un máximo de movimiento de tierras y por lo que presenta grandes dificultades en su trazo.

### ***2.1.6 Vehículo de diseño***

Tanto la AASHTO (2011) como MTC (2018), concuerdan en que el diseño geométrico de las carreteras debe ser elaborado tomando en cuenta las características de los vehículos que circularán por ellas, entre estas características se encuentran el tamaño, peso y dimensiones de los vehículos, ya que estos factores influyen directamente en la seguridad y comodidad de los

usuarios de la vía. Para lograr esto, ambas leyes consideran necesario crear grupos de vehículos con características similares y elegir un tamaño representativo en cada grupo para utilizarlo en el diseño del proyecto de la carretera, pues de esta manera, se asegura que el diseño geométrico se adapte a las necesidades de los diferentes tipos de vehículos que transitarán por la vía.

Tal como lo estipula el MTC (2018) estos vehículos seleccionados, con características representativas, se denominan vehículos de diseño y se utilizan para establecer los lineamientos en los proyectos de las carreteras, las características de estos influyen en muchos aspectos de la estructura de una carretera y su dimensionamiento geométrico, como la calzada, el ancho de los carriles, el radio mínimo de giro, bermas y sobreecho de la sección transversal, gálibo e intersecciones, además, la relación de peso bruto total/potencia también está relacionada con el valor de las pendientes admisibles. En la Tabla 1, se pueden apreciar los datos básicos de vehículos, tal como aparece en la norma DG-2018.

**Tabla 1**

*Tipos de vehículos.*

**Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras  
Según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC o el que se encuentre vigente)**

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 / 4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 / 12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 / 2.15 / 7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 / 1.40 / 6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 / 1.40 / 2.15 / 5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00	1

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018”, (p.27), por el MTC (2018), datos básicos del vehículo de que se utilizan para determinar el tamaño de la carretera de acuerdo con el Reglamento Nacional de Vehículos.

### 2.1.7 Velocidades

**A. Velocidad de diseño.** Según el MTC (2018), la velocidad de diseño es aquella usada para establecer los parámetros del diseño de una sección de carretera, siendo la máxima que se puede mantener de forma segura y cómoda bajo circunstancias favorables que cumplan con las condiciones de diseño. Esta se utiliza en el proceso de diseño geométrico y se basa en criterios de seguridad, comodidad y eficiencia de la circulación, además de la capacidad de la vía, por lo que tiene un papel importante en la definición de los distintos elementos del diseño geométrico, como las distancias de visibilidad, los radios de curvatura, entre otros. La velocidad de diseño puede variar en función de factores tales como la orografía, el tipo de vehículo y el flujo de tráfico, entre otros. En la tabla 2 se puede apreciar el cuadro de velocidades de diseño establecido por la DG-2018.

**Tabla 2**

*Cuadro de velocidad de diseño*

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
<b>Autopista de primera clase</b>	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
<b>Autopista de segunda clase</b>	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
<b>Carretera de primera clase</b>	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
<b>Carretera de segunda clase</b>	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
<b>Carretera de tercera clase</b>	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018”, (p.97), por el MTC,2018, velocidad de diseño según de acuerdo a la demanda y orografía.

**B. Velocidad específica.** La velocidad específica se puede entender como la velocidad a la que los conductores transitan. Se suele expresar como la velocidad a la cual el 85% de los conductores recorren el tramo, ya sea a esa velocidad o a una velocidad inferior. La velocidad específica es una medida importante en el diseño de carreteras, ya que está directamente relacionada con la seguridad vial y la comodidad del usuario, por eso es necesario determinar la velocidad específica para establecer la velocidad de diseño y, a partir de ella, calcular las geometrías y características de la carretera. (Agudelo, 2002).

**C. Velocidad de marcha.** La velocidad de marcha es un factor que se obtiene al dividir la distancia recorrida entre el tiempo en el que el vehículo se ha movilizado, en función de las condiciones de la vía, el tránsito y los dispositivos de control, esta medida es utilizada para evaluar la calidad del servicio de la vía y se ve afectada a lo largo del día por los cambios en el volumen de tráfico. (MTC, 2018).

**D. Velocidad de operación.** Es la velocidad máxima a la que un vehículo puede circular en un determinado tramo de carretera, y depende de la velocidad de diseño, bajo determinadas condiciones del tráfico, el estado de la carretera, condiciones climáticas. Lo ideal en una carretera que la variación entre la velocidad de operación y la de diseño sea de 20 km/h, para guardar una relación de consistencia. (MTC,2018).

### ***2.1.8 Distancia de visibilidad***

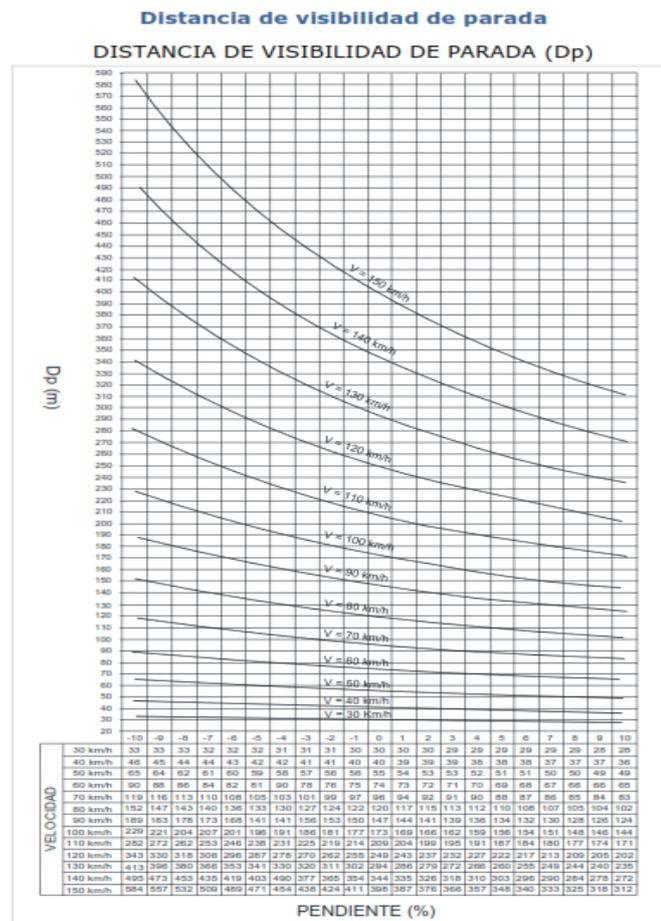
De acuerdo con el MTC (2018), la distancia de visibilidad es un factor clave en el diseño seguro de carreteras, esta medida se refiere a la longitud de carretera continua que un conductor puede ver desde su posición en el camino, y es esencial para garantizar que los conductores tengan suficiente información visual para realizar maniobras de forma segura. Debido a que estas distancias son fundamentales para asegurar que los conductores tengan una visión adecuada de la carretera y puedan tomar las decisiones necesarias para prevenir accidentes, el diseño seguro de carreteras requiere una consideración cuidadosa de las distancias de

visibilidad para garantizar que los conductores tengan la información visual necesaria para tomar decisiones seguras en la vía. Para el MTC (2018), es fundamental que se tomen en cuenta tres tipos de distancias de visibilidad para garantizar la seguridad en la vía, los cuales se especifican a continuación.

En primer lugar, está la distancia mínima que un vehículo debe tener para detenerse de forma segura antes de llegar a un objetivo fijo en su trayectoria, denominada la distancia de visibilidad de parada. Esta se calcula considerando la velocidad de diseño del vehículo y se utiliza para garantizar la seguridad de los usuarios ante posibles obstáculos en la carretera. En la figura 1, se muestra el ábaco de distancia de visibilidad de parada.

**Figura 1**

*Ábaco de distancia de visibilidad de parada (Dp)*

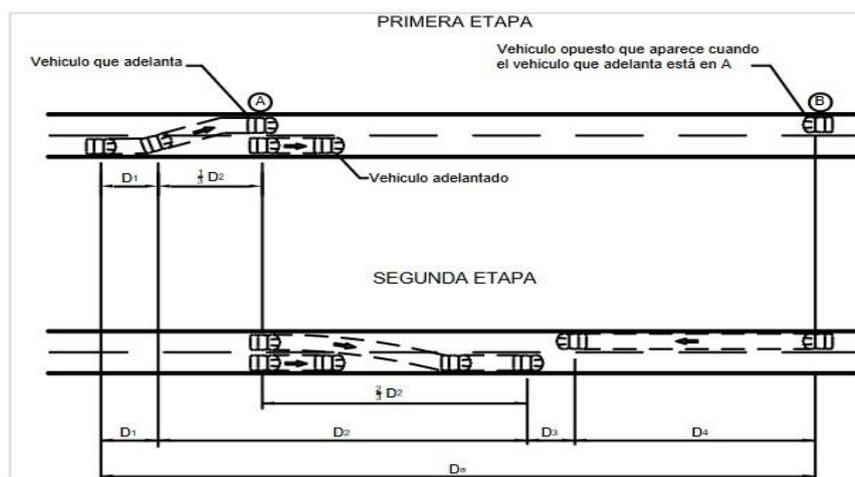


*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.106), por el MTC,2018, ábaco de distancia de visibilidad de parada ( $D_p$ ) en función de las velocidades y las pendientes.

En segundo lugar, la distancia de visibilidad de paso o adelantamiento, se refiere a la distancia mínima necesaria para que un conductor pueda adelantar a otro vehículo que viaja a una velocidad menor, sin poner en riesgo su seguridad ni la de terceros conductores. Esta distancia es calculada considerando la velocidad de ambos vehículos, así como la presencia de otros vehículos que puedan transitar en sentido contrario. Las condiciones óptimas de seguridad para efectuar un sobrepaso se presentan cuando hay una diferencia de velocidad de 15 km/h entre el vehículo que se dispone a adelantar y el que está siendo adelantado, y un tercer vehículo que circula en dirección contraria se mueve a la velocidad de diseño. En las figuras 2 y 3, se aprecian la distancia de visibilidad de adelantamiento y el ábaco de la distancia de visibilidad de paso.

## Figura 2

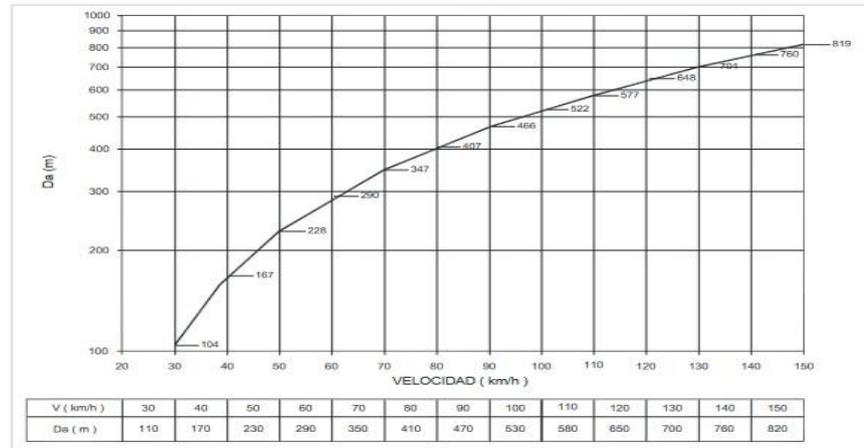
### *Distancia de visibilidad de adelantamiento*



*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.107), por el MTC, 2018, distancia de visibilidad de adelantamiento.

**Figura 3**

*Distancia de visibilidad de paso*



*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.107), por el MTC, 2018, distancia de visibilidad de paso en función de la velocidad.

Por último, la distancia de visibilidad de cruce se trata de la distancia mínima que un conductor debe tener para poder ver claramente una intersección y un tramo de la suficiente de la carretera secundaria, para reaccionar con tiempo y evitar colisiones con otros vehículos. Esta distancia se calcula considerando la velocidad de los vehículos y las distancias necesarias para la percepción, reacción y frenado. Es importante que esta distancia sea continua a lo largo de las vías que se cruzan, pues esto garantiza la seguridad de los conductores en las intersecciones a nivel.

### **2.1.9 Diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal**

Kraemer (2009), sostiene que el diseño geométrico de planta tiene como objetivo principal establecer la alineación horizontal de la carretera, de modo que se asegure la comodidad y seguridad de los usuarios, así como la eficiencia en el tráfico vehicular. En el diseño geométrico de este proyecto en el alineamiento horizontal se evaluarán las tangentes mínimas para curvas en “o” y “s”, radio mínimo, sobreechancho, peralte máximo, longitud de curvas de transición, transición de peralte, distancia de visibilidad de parada y de adelantamiento, y las banquetas de visibilidad.

**A. Tangentes.** La DG-2018 establece longitudes mínimas y máximas para los tramos rectos denominados tangentes, las cuales están indicadas en la Tabla 3. Las tangentes mínimas tienen relación con la reacción que tiene el conductor al enfrentar las diferentes tipas de curva, por ejemplo, si un conductor sale de una curva, espera que la próxima curva a enfrentar sea de sentido opuesto (tipo s), para enfrentar una curva en el mismo sentido (tipo o) el conductor requiere del doble de tiempo para reaccionar. De igual manera las tangentes no se pueden ser muy extensas, pues causaría somnolencia y por ende podría causar accidentes.

**Tabla 3**

*Longitud mínimas y máximas de tangentes*

V (km/h)	L mín. s (m)	L mín. o (m)	L máx. (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

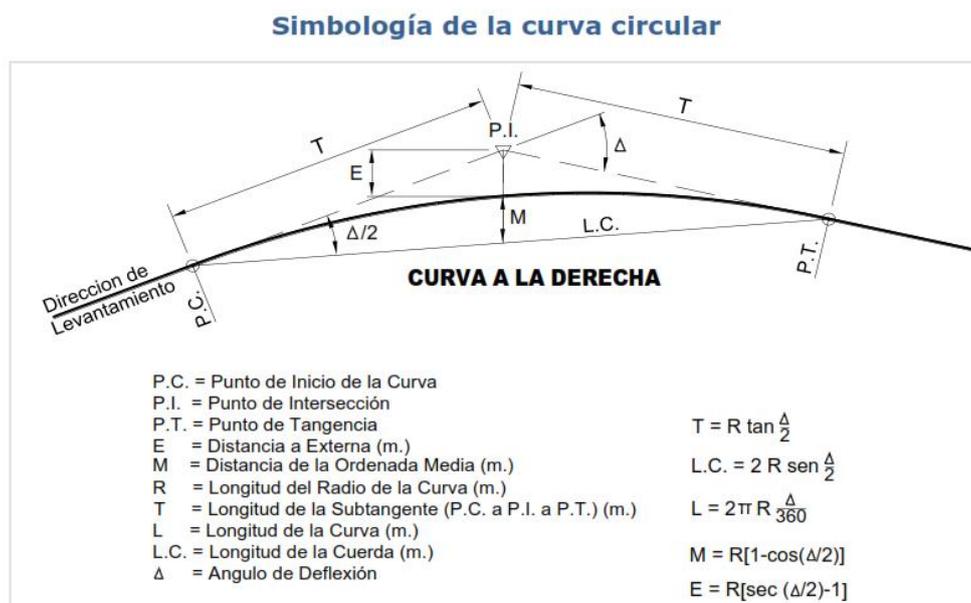
*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.127), por el MTC,2018, longitud mínima de tramos en tangente.

**B. Curvas circulares.** Según lo expuesto por Cárdenas (2015), las curvas circulares simples (horizontales) se refieren a los arcos de circunferencia que tienen un único radio y conectan dos tangentes consecutivas, estas curvas son una representación en dos dimensiones

de las curvas reales que se encuentran en el espacio, pero es importante tener en cuenta que las curvas reales no siempre tienen forma circular.

**Figura 4**

*Simbología de curva circular*



*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.128), por el MTC, 2018, elementos de curva circular.

**C. Radios mínimos.** El MTC (2018) define como radio mínimo aquellos que garantizan que se pueda transitar a la velocidad de diseño. Para facilitar el diseño la DG-2018 contienen una tabla de radios mínimos y peraltes máximos para el trazado de carreteras, como se muestra a continuación en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras*

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	p máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
<b>Área urbana</b>	30	4	0.17	33.7	35
	40	4	0.17	60	60
	50	4	0.16	98.4	100

60	4	0.15	149.2	150	
70	4	0.14	214.3	215	
80	4	0.14	280	280	
90	4	0.13	375.2	375	
100	4	0.12	492.1	495	
110	4	0.11	635.2	635	
120	4	0.09	872.2	875	
130	4	0.08	1108.9	1110	
<hr/>					
<b>Área rural (con peligro de hielo)</b>	30	6	0.17	30.8	30
	40	6	0.17	54.8	55
	50	6	0.16	89.5	90
	60	6	0.15	135	135
	70	6	0.14	192.9	195
	80	6	0.14	252.9	255
	90	6	0.13	335.9	335
	100	6	0.12	437.4	440
	110	6	0.11	560.4	560
	120	6	0.09	755.9	755
130	6	0.08	950.5	950	
<hr/>					
<b>Área rural (plano u ondulada)}</b>	30	8	0.17	28.3	30
	40	8	0.17	50.4	50
	50	8	0.16	82	85
	60	8	0.15	123.2	125
	70	8	0.14	175.4	175
	80	8	0.14	229.1	230
	90	8	0.13	303.7	305
	100	8	0.12	393.7	395
	110	8	0.11	501.5	500
	120	8	0.09	667	670
130	8	0.08	831.7	835	
<hr/>					
	30	12	0.17	24.4	25

	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105	105
	70	12	0.14	148.4	150
<b>Área rural (accidentada o escarpada)</b>	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
	130	12	0.08	665.4	665

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.129), por el MTC, 2018, radios mínimos calculados con el peralte máximos.

**D. Peralte.** El peralte es la inclinación transversal con respecto a la horizontal en tramos en curva, destinado a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo

### Tabla 5

*Valores de peralte máximo*

<b>Pueblo o ciudad</b>	<b>Peralte Máximo (p)</b>	
	<b>Absoluto</b>	<b>Normal</b>
Atravesamiento de zonas urbanas	6%	4%
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8%	6%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12%	8%
Zona rural con peligro de hielo	8%	6%

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.196), por el MTC, 2018, valores de peralte máximo.

**E. Transición de peralte.** Según la DG-2018 el peralte en una carretera curva se refiere a la inclinación transversal que se aplica en los tramos curvos para neutralizar la fuerza centrífuga que se produce cuando los vehículos circulan por ellos. Para calcularlo se ha

establecido la siguiente fórmula que toma en cuenta la máxima inclinación permitida de la calzada respecto al eje de la vía (%) y la velocidad de diseño (km/h):

$$I_p \text{ máx} = 1.8 - 0.01 V$$

La longitud mínima del tramo de transición para el peralte en una curva se define mediante la siguiente fórmula:

$$L_{\text{mín}} = \frac{pf - pi}{ip \text{ máx}} B$$

Dónde:

L: Longitud mínima del tramo de transición (m).

pf: Peralte final (%)

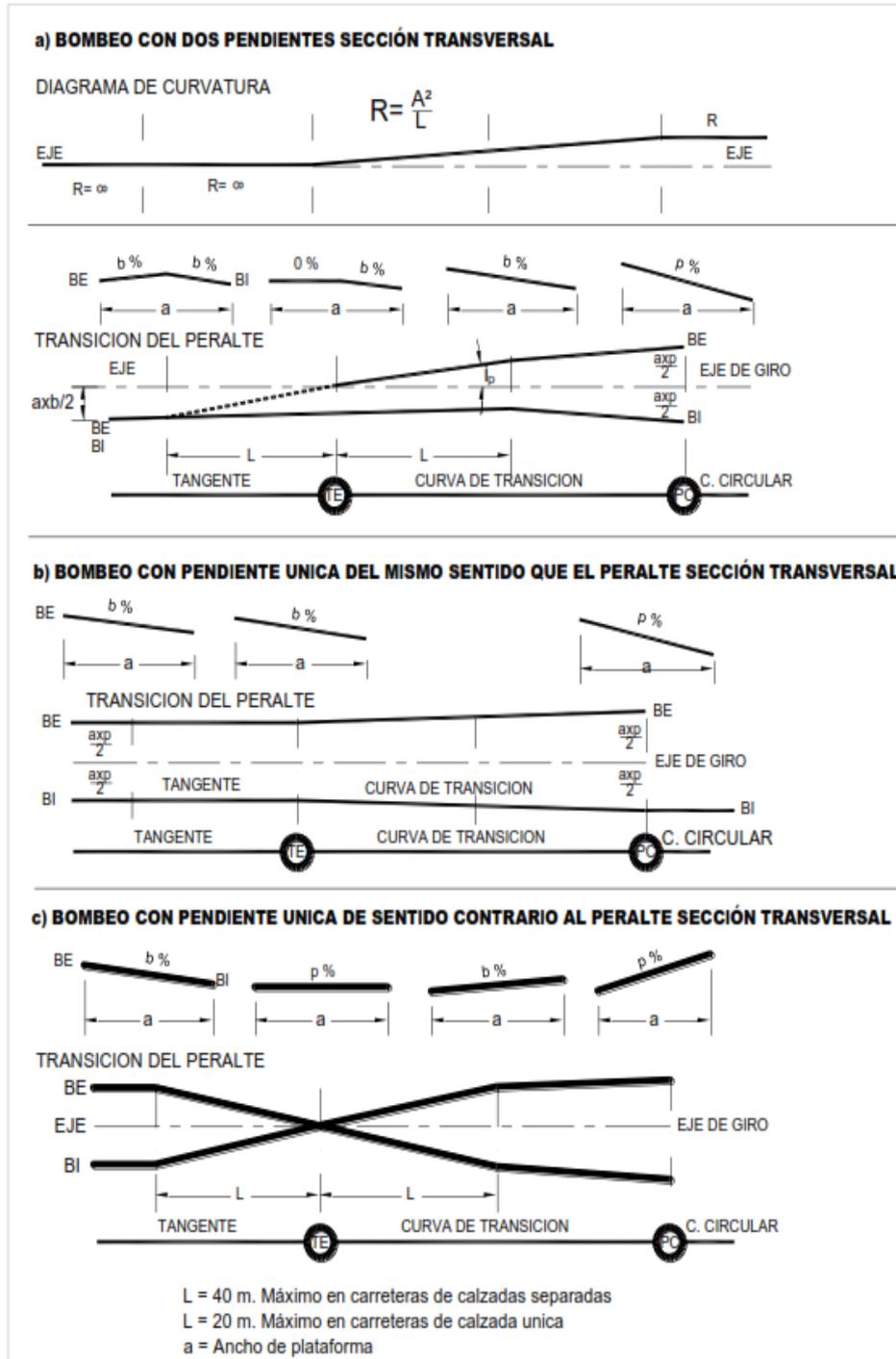
pi: Peralte inicial (%)

B: Distancia del borde de la calzada al eje de giro (m) (MTC, 2018).

En las figuras 05, 06, 07 y 08, se muestran los casos de desvanecimiento de peralte con curva y sin curva de transición y la transición de peralte en curvas en “S” con curva y sin curva de transición.

Figura 5

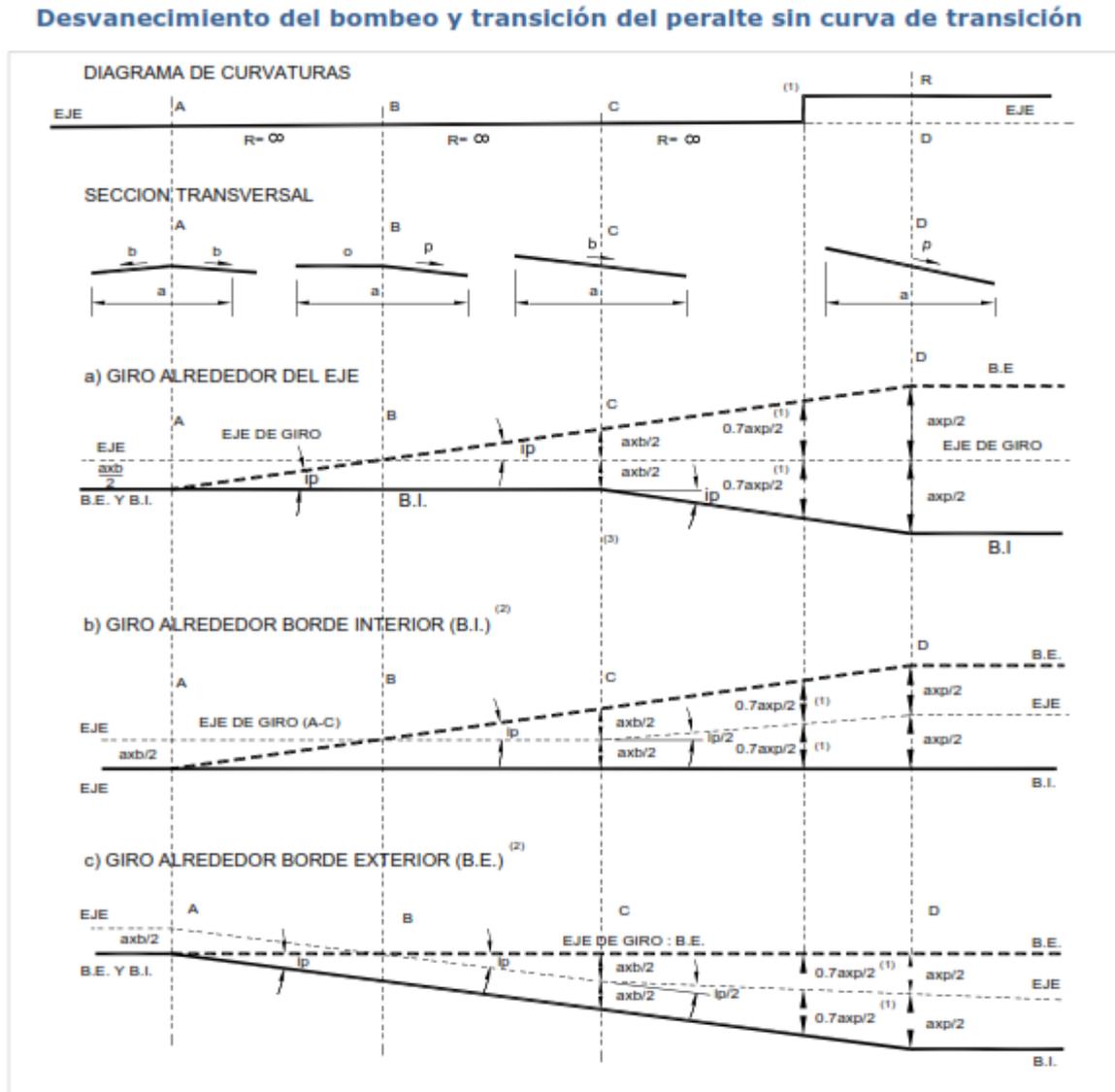
Desvanecimiento del bombeo y transición del peralte con curva de transición



Fuente. Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.156), por el MTC, 2018, casos del desvanecimiento del bombeo y peralte en curvas de transición.

Figura 6

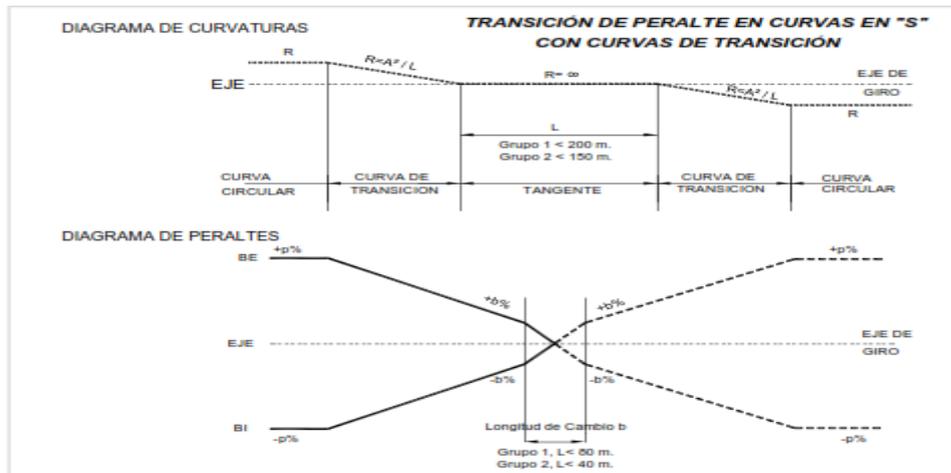
Desvanecimiento del bombeo y transición del peralte sin curva de transición



Fuente. Tomado del "Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018" (p.157), por el MTC, 2018, casos del desvanecimiento del bombeo y peralte sin curvas transición.

**Figura 7**

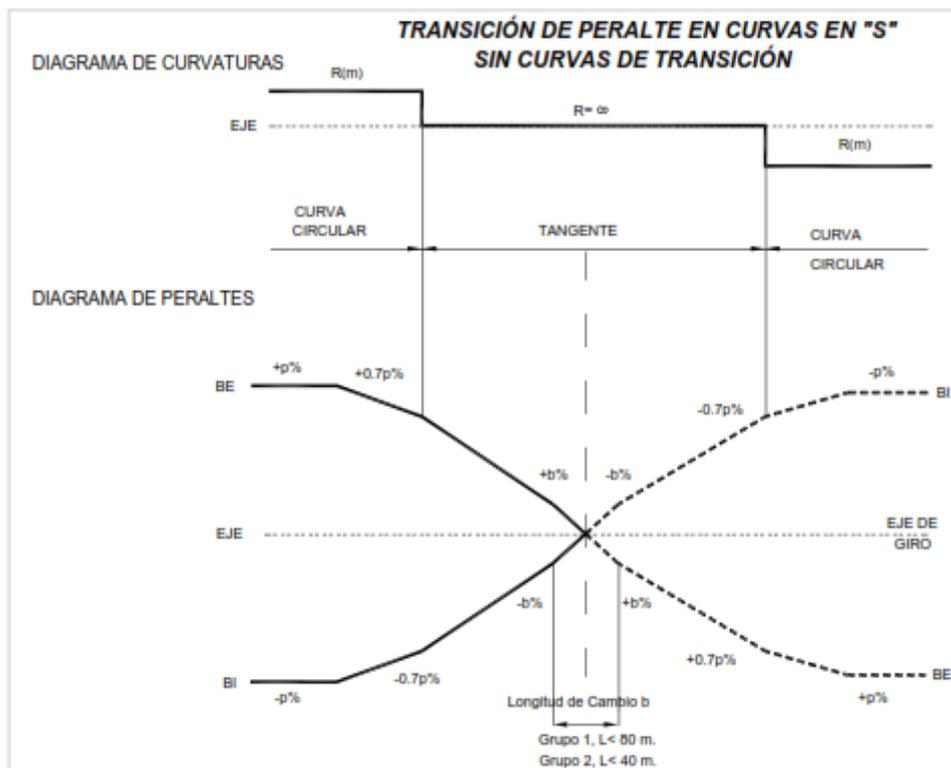
*Transición de peralte en curvas en "S" con curva de transición*



*Fuente.* Tomado del "Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018" (p.158), por el MTC, 2018, transición del peralte en curvas "S" con curva de transición.

**Figura 8**

*Transición de peralte en curvas en "S" sin curva de transición*



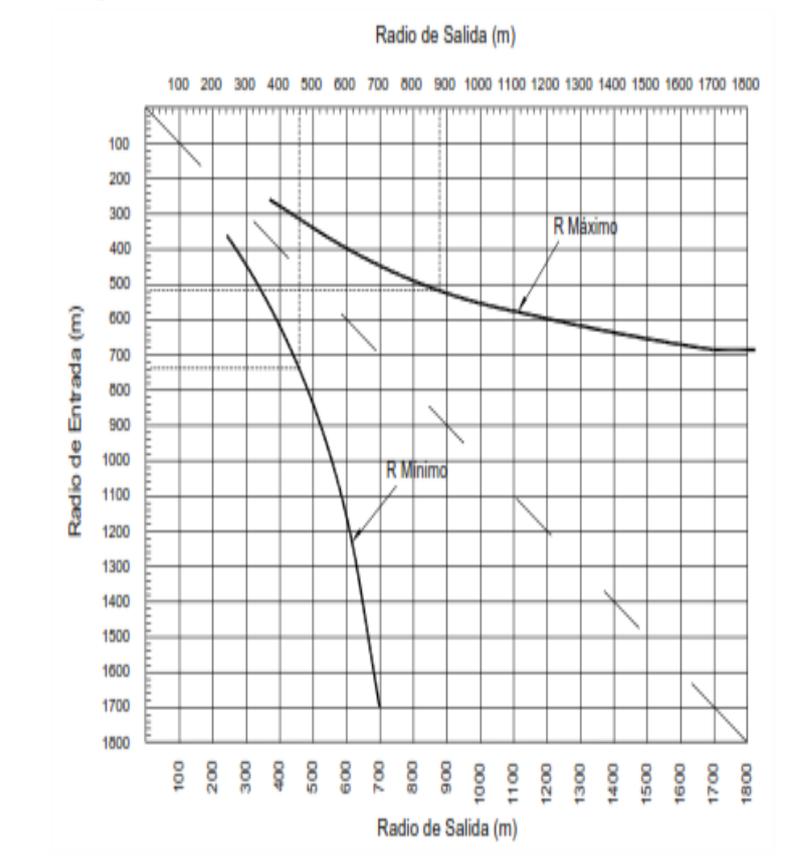
*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.158), por el MTC, 2018, transición del peralte en curvas “S” sin curva de transición.

**F. Coordinación entre curvas circulares.** De acuerdo con el MTC (2018), cuando se unan dos curvas circulares consecutivas sin una tangente intermedia, o con una tangente de longitud igual o menor a 200 metros, en cualquier tipo de carretera, se debe mantener una relación de radios que no supere los valores establecidos en la Figura 9 y Figura 10 para los grupos de carreteras, siendo el grupo 1 para carreteras y autopistas de primera clase, y el grupo 2 para carreteras de segunda y tercera clase.

Esta consideración es importante pues está relacionado al cambio que se produce en la velocidad en consecuencia de salir de una curva y enfrentar otra curva.

### Figura 9

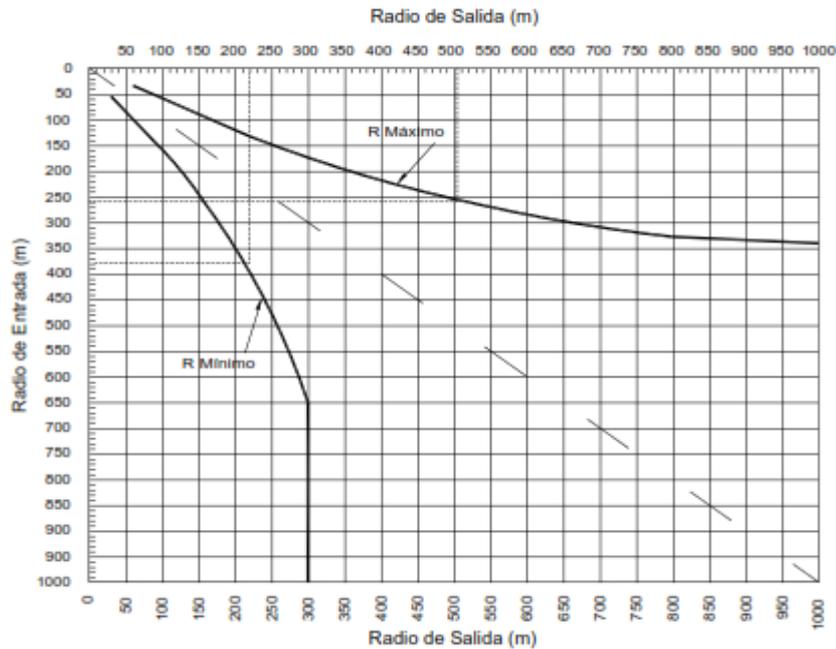
*Relación de radios - Grupo 1*



*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 (p.134), por el MTC,2018, relación entre los radios que unen curvas consecutivas sin tangente, así como con tangente de longitud menor o igual a 200 m para las líneas del grupo 1.

**Figura 10**

*Relación de radios - Grupo 2*



*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.135), por MTC, 2018, relación entre los radios que unen curvas sin tangente intermedia, así como con tangente de longitud menor o igual a 200 m para las líneas del grupo 2.

**G. Curvas de transición.** Cuando se cambia de una recta a una curva circular de radio constante, se produce un cambio brusco que provoca una variación inmediata en la fuerza centrífuga, lo que puede hacer que los conductores adopten trayectorias equivocadas en un tramo de la carretera. Para evitar esto, se emplea una curva de transición, la cual permite un cambio gradual en la curvatura, mejorando así la comodidad, la seguridad y la apariencia de la vía (Agudelo, 2002).

**G1. Ventajas de la clotoide como curva de transición.** El MTC (2018), sostiene que una curva de transición con un cambio gradual de curvatura brinda una marcha uniforme y

cómoda al usuario, ya que la fuerza centrífuga se ajusta de manera progresiva al entrar o salir de la curva sin alterar la velocidad ni la posición del vehículo en el carril. Asimismo, se puede controlar la aceleración transversal no compensada mediante un aumento gradual de su magnitud, evitando incomodidades para los ocupantes del vehículo. Además, el peralte se desarrolla de manera progresiva, lo que garantiza una pendiente transversal de la calzada acorde con la curvatura. La clotoide es flexible y se adapta al terreno sin interrupciones, mejorando la armonía y la apariencia de la carretera. La ecuación de la clotoide se muestra a continuación, donde R es el radio de la curva, L es la longitud de la curva entre su punto de inflexión y el radio, y A es el parámetro de la clotoide.

$$R L = A^2$$

**G2. Longitud de espiral para carretera de tercera clase.** De acuerdo con lo establecido por el MTC (2018), en el contexto de las carreteras de tercera clase y cuando se haga uso de una curva de transición, la longitud de espiral debe cumplir con ciertos límites que se expresan mediante las fórmulas L mín. y L máx.

$$L_{\text{mín}} = 0.0178 \frac{v^3}{R} \quad L_{\text{máx}} = (24R)^{0.5}$$

Dónde:

R: Radio de la curva horizontal.

L mín: Longitud mínima de la curva de transición.

L máx: Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V: Velocidad específica en km/h.

**H. Radios circulares que permiten prescindir de la curva de transición en carretera de tercera clase.** La DG-2018 establece radios límites para prescindir de las espirales, tal como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de tercera clase*

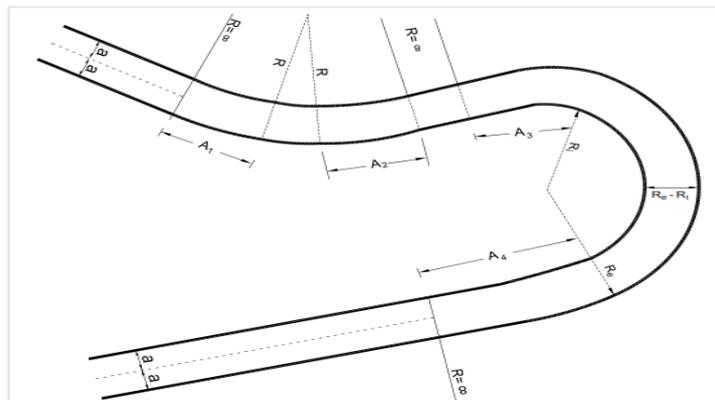
<b>Velocidad de diseño Km/h</b>	<b>Radio M</b>
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.146), por el MTC, 2018, se muestra los radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de tercera clase en función de la velocidad de diseño.

**I. Curvas de vuelta.** Las curvas de vuelta son diseñadas en terrenos accidentados para permitir al camino dar la vuelta a una pendiente y alcanzar cotas mayores. Estas curvas tienen una sola tangente entrante y una sola tangente saliente, y se utilizan para salvar una pendiente pronunciada y cambiar la dirección de la carretera (AASHTO, 2011). La figura 11 y la tabla 7, muestran la configuración general de curva de vuelta, así como los radios exteriores mínimos.

**Figura 11**

*Configuración general de curva de vuelta*



*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.151), por el MTC, 2018, configuración general de curva de volteo.

**Tabla 7**

*Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado para un ancho de calzada de 6*

Radio interior $R_i$ (m)	Radio exterior mínimo $R_e$ (m), según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6.0	14.00	15.75	17.50
7.0	15.50	16.50	18.25
8.0	15.25	17.25	19.00
10.0	16.75	18.75	20.50
12.0	18.25	20.50	22.25
15.0	21.00	23.25	24.75
20.0	26.00	28.00	29.25

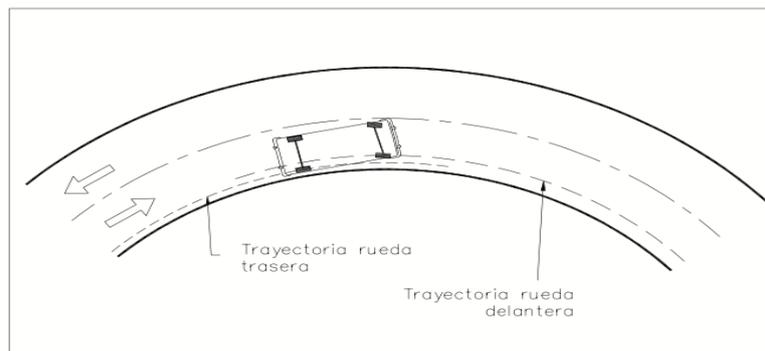
*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.151), por el MTC, 2018, radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado para una calzada de 6 m de ancho.

**J. Sobreancho.** Agudelo (2002) comenta que cuando un vehículo se desplaza sobre una curva horizontal, la trayectoria que marcan las ruedas traseras difiere de la de las ruedas

delanteras, y que por ello la rueda interna trasera tiende a salirse de la vía. Esto resulta en que la rueda interna del eje posterior se desvíe, como se muestra en la Figura 12. Por lo tanto, en algunos casos, se requiere un ancho de calzada adicional en la curva para poder evitar que los vehículos se desvíen. Este ancho varía según las condiciones de la curva y la carretera en sí. La importancia del sobreebanco es radica en que permite el giro del vehículo en los tramos en curva sin que estos salgan de la vía (ver Figura 13).

### Figura 12

Necesidad de un sobreebanco



*Fuente.* Tomado del “Diseño geométrico de vías ajustado al Manual Colombiano” (p.459), por Agudelo, 2002, muestra la necesidad del sobreebanco en curva.

### Figura 13

*Importancia del sobreebanco*



*Fuente.* Fotografía tomada por el investigador. Se aprecia la importancia del sobreancho en tramos en curva.

**J1. Desarrollo del sobreancho.** En curvas simples, la DG-2018, establece que el sobreancho debe desarrollarse de manera lineal en el lado interno de la calzada, en una longitud igual a la transición del peralte. Sin embargo, en curvas con espirales, el sobreancho se extiende a lo largo de la longitud de la espiral.

**J2. Valores del sobreancho.** Según lo establecido por la DG-2018, el sobreancho debe variar en función del tipo de vehículo, de la velocidad de diseño y del radio, y se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Sa = n \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Dónde:

Sa: Sobreancho (m)

n: Número de carriles

R: Radio de curvatura circular (m)

L: Distancia entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo (m)

V: Velocidad de diseño (km/h) (MTC, 2018, p.160)

**J3. Longitud de transición y desarrollo del sobreancho.** El MTC (2018) describe que la distribución del exceso de ancho de la carretera se realiza de manera uniforme a lo largo del lado interno de la calzada, utilizando la misma longitud de transición que se utiliza para el peralte, lo cual permite determinar el ancho adicional deseado en cualquier punto de la carretera, utilizando la fórmula proporcionada:

$$Sa_n = \frac{Sa}{L} L_n$$

Dónde:

$Sa_n$ : Sobreancho deseado en cualquier punto (m)

$Sa$ : Sobreancho calculado para la curva (m)

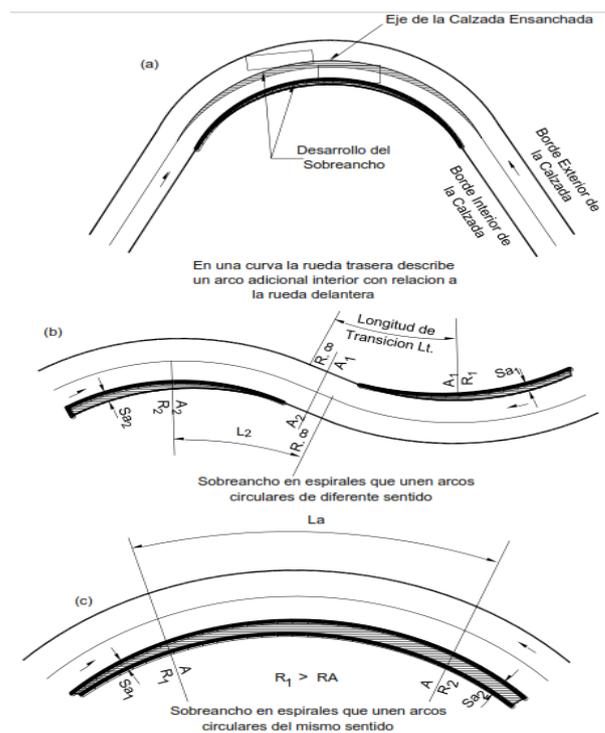
$L_n$ : Longitud a la cual se desea determinar el sobreancho (m)

$L$ : Longitud de transición de peralte (m).

La figura 13, es una representación gráfica con tres ejemplos de la distribución del sobreancho en los sectores de transición y circular.

### Figura 14

#### *Distribución del sobreancho en los sectores de transición y circular*



*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.163), por el MTC,2018, distribución del sobreancho en sectores de transición y circular.

#### **2.1.10 Diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical**

La representación en perfil del diseño geométrico implica la proyección del eje de la vía sobre un plano vertical que se mantiene paralela a ésta. La elección entre un diseño rasante o subrasante dependerá del nivel que se tome como referencia en el diseño (MTC, 2018).

**A. Diferencia algebraica de pendientes.** El Manual de Carreteras: DG-2018 indica que los tramos consecutivos de la vía que representen pendientes se conectarán mediante curvas verticales parabólicas si su diferencia algebraica de sus es superior a 1% para carreteras pavimentadas y 2% para la demás. (MTC,2018).

En ese sentido cuando para el tramo en estudio que es una carretera no pavimentada no le corresponde unir por una curva vertical parabólica cuando su diferencia algebraica sea menor a 2%, siendo unidas solo por un PIV.

**B. Pendientes.** Según Cárdenas (2015), la línea de pendiente es una línea que pasa por un punto técnicamente obligatorio del proyecto y mantiene determinada inclinación. Además, según la norma se debe ajustar la pendiente mínima y máxima en el diseño geométrico.

**B1. Pendientes mínimas.** El MTC (2018) , recomienda una pendiente mínima del 0.5% para evitar el estancamiento de las precipitaciones en la vía, sin embargo, se presentan diferentes condiciones especiales que permiten excepciones; por ejemplo, se puede adoptar pendientes de hasta 0.2% si la calzada tiene un bombeo del 2% y no hay bermas o cunetas y si el bombeo es de 2.5%, se podrán adoptar pendientes iguales a cero, pero en caso de existir bermas, se recomienda una pendiente mínima deseable de 0.5% y un valor mínimo excepcional de 0.35%, y en las zonas de transición de peralte donde la pendiente transversal se anula, se requerirá una pendiente de 0.5% como mínimo .

**B2. Pendientes máximas.** El MTC (2018) recomienda tomar en cuenta los valores máximos de pendiente indicados por la Tabla 8, sin embargo, establece que hay algunas situaciones especiales que se deben considerar: En zonas de alta altitud, más de 3.000 m.s.n.m., los valores máximos mostrados de la Tabla 8 se deben reducir en un 1% para terrenos accidentados o escarpados, y en el caso de las autopistas, se permiten pendientes de bajada que excedan en un 2% los máximos establecidos en la Tabla 8.

**Tabla 8***Pendientes máximas (%)*

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				
40 km/h																9.00	8.00	9.00	10.00	
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.171), por el MTC, 2018, pendiente máxima en función de la velocidad de diseño y el tipo de vía según la demanda.

**B3. Pendientes máximas excepcionales.** La DG-2018 establece que el aumento de la pendiente puede ser del 1%, pero es necesario justificarlo tanto técnicamente como económicamente. Para las carreteras de case III, se deben tener diversas consideraciones, como la proyección de un tramo de descanso cada tres kilómetros en ascensos continuos con una pendiente superior al 5%, con una longitud no menor de 500 m y una pendiente no mayor del 2%. También se deberá evitar que los tramos con pendientes superiores al 10% excedan los 180 m y que no se supere un 6% para el pendiente promedio máxima en tramos de longitud mayor a 2,000 m. Asimismo, se deberá evitar pendientes mayores al 8% en curvas con radios menores a 50 m para prevenir incrementos significativos en las pendientes del lado interior de la curva (MTC, 2018).

**C. Curvas verticales.** Para Cárdenas (2015), la curva vertical es un elemento del diseño en perfil usado para unir tangentes verticales consecutivas, su función es permitir un cambio gradual de las pendientes en las tangentes de entrada y de salida, lo que garantiza una operación vehicular segura y cómoda, con un drenaje adecuado y una apariencia agradable.

El MTC (2018) establece que se utilizarán curvas verticales parabólicas para conectar tramos consecutivos de rasante cuando la variación de pendiente entre ellos supere el 1% en carreteras pavimentadas y el 2% en otras. Las curvas verticales parabólicas, por su parte, se caracterizan por un parámetro de curvatura (K), el cual representa su longitud en el plano horizontal medida en metros, por cada 1% de cambio en la pendiente. La fórmula para calcular K es:

$$K=L/A$$

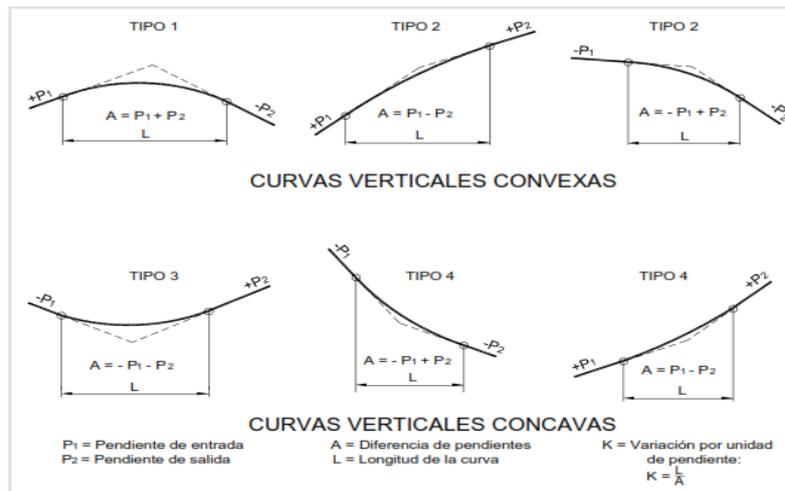
Donde L es la longitud de la curva vertical y A es el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

**CI. Tipos de curvas verticales.** Se pueden categorizar las curvas verticales en función de su forma, ya sea convexas o cóncavas, y según la proporción entre las ramas que, siendo asimétricas o simétricas (MTC, 2018). En la Figura 15 se muestran las curvas verticales cóncavas y convexas, mientras que en la Figura 16 se presentan las curvas verticales asimétricas y simétricas.

Figura 15

*Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas*

### Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas

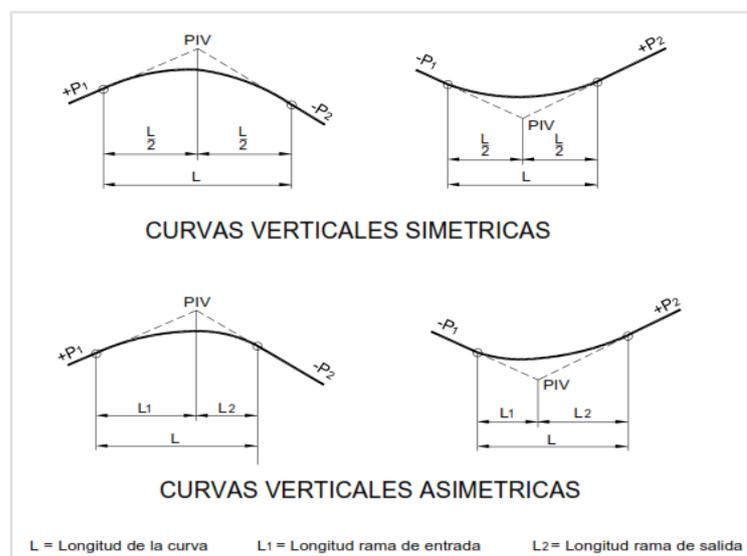


Fuente. Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.175), por el MTC,2018, curvas verticales convexas y cóncavas.

Figura 16

*Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas*

### Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas



Fuente. Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.175), por el MTC,2018, curvas verticales simétricas y asimétricas.

**D. Longitud de curvas convexas para carretera de tercera clase.** En función del Manual de Diseño Geométrico 2018, el índice de curvatura (K) determinará la longitud mínima para curvas convexas. Los valores se determinan a partir de la tabla 9.

**Tabla 9**

*Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase*

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.180), por el MTC,2018, valor de “K” para el control de visibilidad de parada y visibilidad de paso en función de la velocidad de diseño.

**E. Longitud de las curvas cóncava para carretera de tercera clase.** Según el MTC (2018), el índice de curvatura (K) determinará la longitud mínima para curvas cóncava, según lo establecido por el DG-2018. El valor del mismo será determinado con el uso de la tabla 10.

**Tabla 10**

*Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carretera de tercera clase*

<b>Velocidad de diseño (km/h)</b>	<b>Distancia de visibilidad de parada (m)</b>	<b>Índice de curvatura K</b>
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.182), por el MTC, 2018, valor de “K” para el control de distancia de visibilidad de parada en función de la velocidad de diseño.

### ***2.1.11 Diseño de la sección transversal***

Según Agudelo (2002), en el diseño de carreteras, una sección transversal es un corte vertical perpendicular al eje del horizontal del trazado. Este corte determina la ubicación y tamaño de cada elemento que conforma la vía y su relación con el terreno natural.

Estas secciones, están compuestas por varios elementos, tales como carriles, superficie de rodadura o calzada, cunetas, bermas, taludes y otros elementos adicionales que se localizan en el derecho de vía del proyecto. Además, si la circulación de bicicletas es significativa, se debe considerar la incorporación de carriles especiales para bicicletas, también conocidos como ciclovías, que deben estar separados tanto del tráfico de vehículos como de los peatones (MTC, 2018).

**A. Calzada o superficie de rodadura.** Para efectos del DG-2018, la calzada está destinada a la circulación de los vehículos, estas no incluyen las bermas. Las calzadas se dividen en carriles, se debe tomar en cuenta que los carriles de adelantamiento no son considerados para el número de carriles, y que los anchos de carril son de 3.00 m, 3.30 m y 3.60 m, excepcionalmente para carreteras de clase III se puede reducir el ancho de carril a 2.50 m , es importante respetar los anchos normados , pues un ancho menor o un ancho mayor produciría que el conductor haga maniobras peligrosas .

**A1. Ancho de calzada en tangente.** Para determinar el ancho de la calzada en tramo tangente, debe tomarse como base el nivel de servicio que se quiere dotar a la vía hasta que finalice su vida útil, utilizando la Tabla 11, donde el tipo de orografía se representa de la siguiente manera:

- Plano (1)
- Ondulado (2)
- Accidentado (3)
- Escarpado (4)

Además, el manual indica que se puede utilizar de manera excepcional calzadas de 5.00 m para carreteras de Tercera Clase, con el sustento correspondiente.

**Tabla 11***Anchos mínimos de calzada en tangente*

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera				
Tráfico vehiculos/día	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400				
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase				
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño: 30km/h																				6.00	6.00
40 km/h															6.60	6.60	6.60	6.60			
50 km/h										7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60			
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60				
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60				
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20			6.60	6.60				
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60			
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20								
110 km/h	7.20	7.20			7.20																
120 km/h	7.20	7.20			7.20																
130 km/h	7.20																				

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.191), por el MTC,2018, tabla de anchos mínimos de calzada en tangente en función de velocidad de diseño y tipo de Carretera en función a demanda y orografía.

**A2. Ancho de calzada en curva.** Según con el MTC (2018), a los anchos en tangente se le deben adicionar los sobrecanchos correspondientes a las curvas.

**B. Bermas.** Las bermas se definen como las áreas a lo largo de la calzada que se encuentran entre sus bordes y las líneas marcadas por los hombros de la carretera, ubicadas en ambos lados de ésta (Agudelo, 2002). La AASHTO (2011), las define como áreas a lo largo de la calzada que se encuentran entre sus bordes y las líneas marcadas por los hombros de la carretera, ubicadas en ambos lados de ésta, las bermas pueden tener distintos anchos y su función principal es la de proporcionar una zona de recuperación a los vehículos que se desvían involuntariamente de la carretera, y es importante que las bermas estén libres de obstáculos y que se mantengan en buen estado para que cumplan adecuadamente su función de seguridad vial.

Adicionalmente, las bermas no solo tienen el propósito de complementar la carretera, sino que también mejoran la seguridad y el funcionamiento del tráfico. Estas funciones varían en relación a su anchura, ya que permiten detenciones ocasionales, preservar la integridad del pavimento y de sus capas inferiores, y sirven como zona de seguridad para realizar maniobras de emergencia en caso de que un vehículo salga de la calzada. La zona de seguridad hace referencia a la protección que brinda en caso de emergencia, permitiendo una maniobra que evite accidentes (MTC, 2018).

**B1. Ancho de bermas.** Para determinar el ancho de berma, se debe tener en cuenta la categoría de la carretera, la velocidad proyectada y las características topográficas del terreno (MTC, 2018). Para ello se utilizará como herramienta los datos de la Tabla 12, donde el tipo de orografía se representa de la siguiente manera:

- Plano (1)
- Ondulado (2)
- Accidentado (3)
- Escarpado (4)

Además, el manual indica que se puede utilizar de manera excepcional anchos menores de berma, con la justificación técnica necesario para ello.

**Tabla 12***Ancho de bermas*

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
Tráfico vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h															1.20	1.20	1.20	0.90	0.50	
50 km/h											2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.193), por el MTC, 2018, tabla de ancho de bermas en función de la velocidad de diseño y tipo de vía en función de la demanda y orografía

**C. Bombeo.** El término "bombeo" se utiliza para referirse a la pendiente o inclinación de la superficie de la carretera, con el propósito de mejorar el escurrimiento de las aguas en la superficie. La cantidad de bombeo necesario varía según el tipo de pavimento utilizado y la cantidad de precipitaciones que se esperan en la zona (MTC, 2018). En la tabla 13, se muestra la relación de las precipitaciones y el tipo de superficie para encontrar el porcentaje de bombeo.

**Tabla 13***Valores del bombeo de la calzada*

Tipo de superficie	Bombeo	
	Precipitación <500 mm / año	Precipitación >500 mm / año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5 - 3.0
Afirmado	3.0 - 3.5	3.0 - 4.0

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.195), por el MTC, 2018, tabla de valores del bombeo correspondiente a cada tipo de superficie y función de la precipitación.

**D. Derecho de vía o faja de dominio.** La zona de derecho de vía es una franja de terreno cuyo ancho puede variar y que contiene la carretera, sus elementos complementarios, servicios públicos, áreas destinadas a futuras ampliaciones o mejoras, y zonas de seguridad (MTC, 2018). Para determinar el derecho de vía adecuado al proyecto vial es necesario conocer la clasificación de la vía, para hacer uso de la tabla 14.

**Tabla 14***Anchos mínimos de derecho de vía*

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

*Fuente.* Tomado del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” (p.199), por el MTC,2018, anchos mínimos de derecho de vía.

### ***2.1.12 Consistencia de diseño geométrico***

La consistencia del diseño se refiere a la coherencia entre todos los elementos geométricos de la carretera y lo que el conductor espera mientras transita por ella.

Según el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico DG-2018”, la consistencia del diseño geométrico se refiere a la homogeneidad de sus características geométricas y las condiciones de seguridad que el usuario espera encontrar. Un trazado con menor consistencia aumenta la probabilidad de accidentes, pues los conductores pueden verse sorprendidos por configuraciones indeseables que podría desencadenar accidentes (MTC,2018).

Los criterios de evaluación de la consistencia de diseño geométrico se basan en el cumplimiento de los parámetros exigidos en los diferentes manuales de carreteras y el criterio la velocidad de operación (percentil 85). Esta última no es aplicable para carreteras de segunda y tercera clase, pues el Manual de Carreteras DG-2018 indica que las autoridades competentes establecerán las velocidades máximas de operación, quedando como único requisito para la consistencia el cumplimiento de los parámetros de diseño geométrico.

### III. MÉTODO

#### 3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, pues el investigador usará los conocimientos de la ingeniería vial para alcanzar los objetivos propuestos, el enfoque es cuantitativo debido a que hay una medición numérica de las variables. La investigación se tendrá un alcance descriptivo porque se busca describir los parámetros de diseño geométricos de la vía en estudio y explicativo porque se busca explicar la relación entre las variables independientes (evaluar los parámetros de diseño geométrico) y las variables dependientes (determinar tangentes mejoras en curvas).

#### 3.2 Ámbito temporal y espacial

Los parámetros de diseño geométrico a evaluar en la presente investigación pertenecen a al tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la obra Carretera Ayo Andamayo, que se ubica en el distrito de Aplao de la provincia de Castilla, en el departamento de Arequipa. La obra empezó su ejecución en febrero del 2022.

#### 3.3 Variable

##### 3.3.1 Variable independiente

###### **VI.-Evaluar los parámetros de diseño geométrico**

Para resolver esta variable es necesario determinar tangentes mínimas para curvas en “o” y “s”, radio mínimo, peraltes, coordinación entre curvas, curvas de transición, sobreancho, diferencia algebraica de pendientes, pendiente mínima y máxima, índice de curvatura “K”, ancho de calzada y ancho de berma.

##### 3.3.2 Variable dependiente

###### **VD. - Determinar tangentes mejoradas en curvas**

Para resolver esta variable es necesario realizar el diseño en planta y perfil, así mismo el diseño geométrico de la sección transversal de la vía en estudio.

**Técnica.** - Para resolver la problemática de las variables se aplicará el Manual de Carreteras DG-2018.

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

El universo o población de la presente investigación está conformado por la obra Carretera Ayo Andamayo.

#### **3.4.2 Muestra**

La muestra tomada para la investigación pertenece a la obra carretera Ayo - Andamayo Km 2+500 al Km 8+040, se tomó dicho tramo por existir elementos geométricos representativos del proyecto.

### **3.5 Instrumentos**

- Normativa DG-2018 y documentos en línea como tesis, libros, manuales, revistas, entre otros, con respecto al tema de diseño geométrico.
- Una computadora con la capacidad para ejecutar el software Civil 3D.
- Software Civil 3D en versión 2020
- Los complementos del Microsoft Office necesarios para la elaboración de la investigación.
- Expediente técnico del proyecto.
- Conectividad a internet.

### **3.6 Procedimientos**

#### **3.6.1 Procedimiento de recolección de datos**

**A. En campo.** Se realizará una visita al proyecto, para solicitar a los supervisores de obra y a la empresa contratista ejecutora, las facilidades para la investigación, entre ellas, las visitas de campo, información sobre el estado actual del proyecto, y las que fuesen necesarias.

**B. En gabinete.** Se revisará el expediente técnico de la obra Carretera Ayo Andamayo, la Norma DG-2018 y bibliografía relacionada con el tema, y se organizará la información obtenida en campo. Seguidamente, el investigador realizará un diseño geométrico para la carretera Ayo - Andamayo que cumpla la norma DG-2018. Finalmente, se comparará el diseño del investigador con el del expediente de obra para comprobar cuales parámetros cumplen con la norma.

### **3.6.2 Procesamiento de datos**

**A. Procesamiento en gabinete.** Se comenzará a organizar los datos obtenidos en campo, creación de tablas en Excel, elaboración de paneles fotográficos, identificación de parámetros de diseño geométrico para el tramo en estudio, se realizará un diseño geométrico elaborado por el tesista que cumpla con los parámetros establecidos en la DG-2018, entre otros.

**B. Elaboración del trazo en planta y perfil.** De la revisión del expediente técnico se identificará los parámetros geométricos del tramo en estudio, se procederá a la elaboración de trazo en planta y perfil del diseño geométrico del expediente técnico y diseño propio del tesista.

**C. Elaboración del corredor.** Obtenidos el alineamiento horizontal y vertical, se procederá a la elaboración del corredor para obtener las secciones transversales de ambos diseños.

**D. Evaluación de los parámetros.** Al término de lo mencionado se procederá a la evaluación de los parámetros geométricos de la vía en estudio y compararlas con el diseño geométrico elaborado por el tesista, para realizar los cuadros comparativos.

### **3.7 Análisis de datos**

Para procesar y analizar los datos se usarán software de diseño vial (Civil 3D), estadística descriptiva e inferencial para el contraste de la hipótesis, hojas y cuadros comparativos elaborados en los utilitarios de Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint), teniendo en cuenta las variables planteadas en la investigación.

## IV. RESULTADOS

En el desarrollo de los siguientes ítems, se muestran los resultados obtenidos en la presente investigación con respecto a los objetivos específicos planteadas por el investigador.

### 4.1. Resultado del objetivo general

A continuación, se muestran los resultados de los objetivos específicos 1,2,3 del objetivo general, en las que se muestran las mejoras planteadas al expediente inicial:

### 4.2. Resultados obtenidos respecto al objetivo específico 1

Los resultados obtenidos con respecto al objetivo específico 1, corresponde a determinar los parámetros de diseño geométrico de un tramo de la carretera presentados en su expediente técnico. A continuación, se detalla:

#### *. -Evaluación de diseño geométrico en planta*

Los parámetros en planta se pueden obtener de los planos de planta y perfil correspondiente al tramo en estudio del Expediente Técnico (ver Anexo C)

#### *A. Tramo en tangente*

La Tabla 3, en la presente investigación nos muestra las longitudes mínimas exigidas en el Manual de Carreteras: DG-2018 para tangentes en tramos con curvas tipo S (curvas de sentido diferente) y curvas tipo O (curvas en el mismo sentido).

**Tabla 15**

*Evaluación de tramos en tangente*

Tramo tangente	Tipo	Longitud mínima según la DG-2018 (m)	Inicio Prog. (Km)	Fin Prog (Km)	Longitud de tramo tangente (m)	Condición
T: 01	O	84	2+564.43	2+644.81	80.38	NC
T: 02	S	42	2+693.92	2+733.77	39.85	NC
T: 03	S	42	2+784.49	2+814.92	30.43	NC
T: 04	O	84	2+867.56	2+928.93	61.37	NC
T: 05	S	42	2+985.73	2+995.90	10.17	NC

T: 06	S	42	3+048.86	3+072.81	23.95	NC
T: 07	S	42	3+110.87	3+229.88	119.01	C
T: 08	S	42	3+266.75	3+305.40	38.65	NC
T: 09	S	42	3+341.16	3+375.72	34.56	NC
T: 10	S	42	3+418.57	3+477.63	59.06	C
T: 11	S	42	3+522.72	3+778.68	255.96	C
T: 12	O	84	3+826.53	4+049.31	222.78	C
T: 13	O	84	4+093.07	4+126.92	33.85	NC
T: 14	S	42	4+164.24	4+191.21	26.97	NC
T: 15	O	84	4+233.63	4+257.90	24.27	NC
T: 16	S	42	4+296.23	4+331.31	35.08	NC
T: 17	O	84	4+374.44	4+833.23	458.79	C
T: 18	S	42	4+878.96	4+930.78	51.82	C
T: 19	O	84	4+972.70	5+054.27	81.57	NC
T: 20	S	42	5+101.33	5+326.81	225.48	C
T: 21	S	42	5+369.05	5+476.53	107.48	C
T: 22	S	42	5+521.05	5+557.82	36.77	NC
T: 23	S	42	5+602.00	5+648.19	46.19	C
T: 24	S	42	5+688.83	5+783.01	94.18	C
T: 25	S	42	5+825.74	5+912.78	87.04	C
T: 26	S	42	5+956.95	6+083.93	126.98	C
T: 27	S	42	6+130.81	6+152.91	22.1	NC
T: 28	S	42	6+194.68	6+235.96	41.28	NC
T: 29	S	42	6+273.50	6+345.85	72.35	C
T: 30	S	42	6+397.89	6+430.17	32.28	NC
T: 31	S	42	6+471.06	6+566.26	95.2	C
T: 32	O	84	6+612.50	6+829.69	217.19	C
T: 33	S	42	6+870.50	6+946.73	76.23	C
T: 34	O	84	7+022.83	7+160.81	137.98	C
T: 35	S	42	7+207.74	7+257.88	50.14	C
T: 36	O	84	7+296.93	7+330.65	33.72	NC

T: 37	S	42	7+355.04	7+388.28	33.24	NC
T: 38	S	42	7+422.51	7+464.44	41.93	NC
T: 39	O	84	7+500.17	7+500.79	0.62	NC
T: 40	O	84	7+533.97	7+607.14	73.17	NC
T: 41	S	42	7+646.23	7+663.25	17.02	NC
T: 42	O	84	7+697.93	7+754.43	56.5	NC
T: 43	S	42	7+782.47	7+797.62	15.15	NC
T: 44	S	42	7+840.14	7+857.07	16.93	NC
T: 45	S	42	7+923.62	7+959.47	35.85	NC
T: 46	S	42	8+011.01	8+053.65	42.64	C

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 16**

*Resultado de la evaluación en tramos tangentes*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	19	41.30%
No cumple (NC)	27	58.70%
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

### **B. Radio mínimo**

La revisión del radio mínimo se hizo según la Tabla 4.

**Tabla 17**

*Evaluación del radio mínimo*

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>PC</b>	<b>PI</b>	<b>PT</b>	<b>Radio</b>	<b>R mín. según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:15	2+506.22	2+536.18	2+564.43	100	25	C
PI:16	2+644.81	2+670.17	2+693.92	80	25	C
PI:17	2+733.77	2+763.18	2+784.49	40	25	C
PI:18	2+814.92	2+842.23	2+867.56	80	25	C

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>PC</b>	<b>PI</b>	<b>PT</b>	<b>Radio</b>	<b>R mín. según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:19	2+928.93	2+957.72	2+985.73	140	25	C
PI:20	2+995.90	3+022.62	3+048.86	160	25	C
PI:21	3+072.81	3+092.13	3+110.87	90	25	C
PI:22	3+229.88	3+248.75	3+266.75	70	25	C
PI:23	3+305.40	3+325.75	3+341.16	30	25	C
PI:24	3+375.72	3+397.67	3+418.57	80	25	C
PI:25	3+477.63	3+500.37	3+522.72	140	25	C
PI:26	3+778.68	3+802.81	3+826.53	150	25	C
PI:27	4+049.31	4+071.63	4+093.07	90	25	C
PI:28	4+126.92	4+148.43	4+164.24	30	25	C
PI:29	4+191.21	4+214.66	4+233.63	40	25	C
PI:30	4+257.90	4+280.18	4+296.23	30	25	C
PI:31	4+331.31	4+355.24	4+374.44	40	25	C
PI:32	4+833.23	4+856.50	4+878.96	100	25	C
PI:33	4+930.78	4+951.82	4+972.70	200	25	C
PI:34	5+054.27	5+078.10	5+101.33	120	25	C
PI:35	5+326.81	5+348.03	5+369.05	180	25	C
PI:36	5+476.53	5+499.26	5+521.05	90	25	C
PI:37	5+557.82	5+581.47	5+602.00	50	25	C
PI:38	5+648.19	5+668.86	5+688.83	90	25	C
PI:39	5+783.01	5+804.78	5+825.74	90	25	C
PI:40	5+912.78	5+935.63	5+956.95	70	25	C
PI:41	6+083.93	6+108.06	6+130.81	80	25	C
PI:42	6+152.91	6+174.28	6+194.68	80	25	C
PI:43	6+235.96	6+255.08	6+273.50	80	25	C
PI:44	6+345.85	6+376.29	6+397.89	40	25	C
PI:45	6+430.17	6+454.50	6+471.06	30	25	C
PI:46	6+566.26	6+590.60	6+612.50	60	25	C
PI:47	6+829.69	6+850.30	6+870.50	120	25	C

N° Punto de Intersección	PC	PI	PT	Radio	R mín. según la DG-2018	Condición
PI-48	6+946.73	7+458.92	7+022.83	25	25	C
PI-49	7+160.81	7+184.98	7+207.74	80	25	C
PI-50	7+257.88	7+277.66	7+296.93	100	25	C
PI-51	7+330.65	7+342.94	7+355.04	80	25	C
PI-52	7+388.28	7+406.90	7+422.51	35	25	C
PI-53	7+464.44	7+489.30	7+500.17	20	25	NC
PI-54	7+500.79	7+522.63	7+533.97	20	25	NC
PI-55	7+607.14	7+627.41	7+646.23	60	25	C
PI-56	7+663.25	7+681.09	7+697.93	60	25	C
PI-57	7+754.43	7+768.59	7+782.47	80	25	C
PI-58	7+797.62	7+819.05	7+840.14	140	25	C
PI-59	7+857.07	7+890.83	7+923.62	160	25	C
PI-60	7+959.47	7+994.25	8+011.01	30	25	C
PI-61	8+053.65	8+086.56	8+111.86	50	25	C

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 18**

*Resultado de la evaluación del radio mínimo*

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	45	95.74%
No cumple (NC)	2	4.26%
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>100%</b>

Fuente. Elaboración propia.

### **C. Peraltes**

Corresponde a cada radio en el tramo de estudio.

**Tabla 19***Evaluación de peraltes*

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>PI</b>	<b>Radio</b>	<b>Peralte actual (%)</b>	<b>Peralte mínimo (%) DG-2018</b>	<b>Peralte Absoluto (%) DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:15	2+536.18	100	5.6	3	12	C
PI:16	2+670.17	80	6.8	3	12	C
PI:17	2+763.18	40	10.4	3	12	C
PI:18	2+842.23	80	6.8	3	12	C
PI:19	2+957.72	140	4.4	3	12	C
PI:20	3+022.62	160	4.0	3	12	C
PI:21	3+092.13	90	6.2	3	12	C
PI:22	3+248.75	70	7.4	3	12	C
PI:23	3+325.75	30	11.4	3	12	C
PI:24	3+397.67	80	6.8	3	12	C
PI:25	3+500.37	140	4.4	3	12	C
PI:26	3+802.81	150	4.0	3	12	C
PI:27	4+071.63	90	6.2	3	12	C
PI:28	4+148.43	30	11.4	3	12	C
PI:29	4+214.66	40	10.4	3	12	C
PI:30	4+280.18	30	11.4	3	12	C
PI:31	4+355.24	40	10.4	3	12	C
PI:32	4+856.50	100	5.6	3	12	C
PI:33	4+951.82	200	0.4	3	12	NC
PI:34	5+078.10	120	5.0	3	12	C
PI:35	5+348.03	180	3.6	3	12	C
PI-36	5+499.26	90	6.2	3	12	C
PI-37	5+581.47	50	9.0	3	12	C
PI-38	5+668.86	90	6.2	3	12	C
PI-39	5+804.78	90	6.2	3	12	C
PI-40	5+935.63	70	7.4	3	12	C
PI-41	6+108.06	80	6.8	3	12	C

N° Punto de Intersección	PI	Radio	Peralte actual (%)	Peralte mínimo (%) DG-2018	Peralte Absoluto (%) DG-2018	Condición
PI-42	6+174.28	80	6.8	3	12	C
PI-43	6+255.08	80	6.8	3	12	C
PI-44	6+376.29	40	10.4	3	12	C
PI-45	6+454.50	30	11.4	3	12	C
PI-46	6+590.60	60	8.2	3	12	C
PI-47	6+850.30	120	5.0	3	12	C
PI-48	7+458.92	25	11.4	3	12	C
PI-49	7+184.98	80	6.8	3	12	C
PI-50	7+277.66	100	5.6	3	12	C
PI-51	7+342.94	80	6.8	3	12	C
PI-52	7+406.90	35	11.0	3	12	C
PI-53	7+489.30	20	11.4	3	12	C
PI-54	7+522.63	20	11.4	3	12	C
PI-55	7+627.41	60	8.2	3	12	C
PI-56	7+681.09	60	8.2	3	12	C
PI-57	7+768.59	80	6.8	3	12	C
PI-58	7+819.05	140	4.4	3	12	C
PI-59	7+890.83	160	4.0	3	12	C
PI-60	7+994.25	30	11.4	3	12	C
PI-61	8+086.56	50	9.0	3	12	C

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 20**

*Resultado de la evaluación de peraltes*

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	46	97.87%
No cumple (NC)	1	2.13%
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>100%</b>

Fuente. Elaboración propia.

#### **D. Coordinación entre curvas circulares.**

El Manual Carreteras, indica que cuando se conecten curvas circulares continuas sin tangentes intermedias o mediante tangentes de longitud menor o igual a 200 m, la relación de radios no debe sobrepasar los valores obtenidos a partir de la Figura 10.

**Tabla 21**

*Evaluación de la coordinación entre curvas circulares*

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>Radio de entrada o salida (m)</b>	<b>Radio de salida o entrada (m)</b>	<b>Longitud tangente (m)</b>	<b>Longitud máx. aplicable según la DG-2018 (m)</b>	<b>Aplica / No Aplica</b>	<b>Condición</b>
PI:16	100	80	80.38	200	Aplica	C
PI:17	80	40	39.85	200	Aplica	NC
PI:18	40	80	30.43	200	Aplica	NC
PI:19	80	140	61.37	200	Aplica	NC
PI:20	140	160	10.17	200	Aplica	C
PI:21	160	90	23.95	200	Aplica	NC
PI:22	90	70	119.01	200	Aplica	C
PI:23	70	30	38.65	200	Aplica	NC
PI:24	30	80	34.56	200	Aplica	NC
PI:25	80	140	59.06	200	Aplica	NC
PI:26	140	150	255.96	200	No aplica	-
PI:27	150	90	222.78	200	No aplica	-
PI:28	90	30	33.85	200	Aplica	NC
PI:29	30	40	26.97	200	Aplica	C
PI:30	40	30	24.27	200	Aplica	C
PI:31	30	40	35.08	200	Aplica	C
PI:32	40	100	458.79	200	No aplica	-
PI:33	100	200	51.82	200	Aplica	NC
PI:34	200	120	81.57	200	Aplica	NC
PI:35	120	180	225.48	200	No aplica	-

N° Punto de Intersección	Radio de entrada o salida (m)	Radio de salida o entrada (m)	Longitud tangente (m)	Longitud máx. aplicable según la DG-2018 (m)	Aplica / No Aplica	Condición
PI-36	180	90	107.48	200	Aplica	NC
PI-37	90	50	36.77	200	Aplica	NC
PI-38	50	90	46.19	200	Aplica	NC
PI-39	90	90	94.18	200	Aplica	C
PI-40	90	70	87.04	200	Aplica	C
PI-41	70	80	126.98	200	Aplica	C
PI-42	80	80	22.1	200	Aplica	C
PI-43	80	80	41.28	200	Aplica	C
PI-44	80	40	72.35	200	Aplica	NC
PI-45	40	30	32.28	200	Aplica	C
PI-46	30	60	95.2	200	Aplica	NC
PI-47	60	120	217.19	200	No aplica	-
PI-48	120	25	C. Vuelta	200	No aplica	-
PI-49	25	80	C. Vuelta	200	No aplica	-
PI-50	80	100	50.14	200	Aplica	C
PI-51	100	80	33.72	200	Aplica	C
PI-52	80	35	33.24	200	Aplica	NC
PI-53	35	20	C. Vuelta	200	No aplica	-
PI-54	20	20	C. Vuelta	200	No aplica	-
PI-55	20	60	C. Vuelta	200	No aplica	-
PI-56	60	60	17.02	200	Aplica	C
PI-57	60	80	56.5	200	Aplica	C
PI-58	80	140	15.15	200	Aplica	NC
PI-59	140	160	16.93	200	Aplica	C
PI-60	160	30	35.85	200	Aplica	NC

*Fuente.* Elaboración propia.

**Tabla 22**

*Resultado de la coordinación entre curvas circulares consecutivas*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	17	48.57%
No cumple (NC)	18	51.43%
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>100%</b>

*Fuente.* Elaboración propia.

### ***E. Curvas de transición.***

El manual especifica que, para una carretera de tercera clase, de prescinde de curvas de transición o espirales, aquellos radios mayores e iguales a 55 m. cuya velocidad de diseño sea 30 km/h (Ver Tabla 6).

**Tabla 23**

*Evaluación de radios que prescinden de curvas de transición*

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>Radio (m)</b>	<b>Radio min. Según la DG-2018 que permite prescindir curva de transición (m)</b>	<b>Aplica / No Aplica</b>	<b>Condición</b>
PI:15	100	55	No aplica	C
PI:16	80	55	No aplica	C
PI:17	40	55	Aplica	NC
PI:18	80	55	No aplica	C
PI:19	140	55	No aplica	C
PI:20	160	55	No aplica	C
PI:21	90	55	No aplica	C
PI:22	70	55	No aplica	C
PI:23	30	55	Aplica	NC
PI:24	80	55	No aplica	C
PI:25	140	55	No aplica	C
PI:26	150	55	No aplica	C
PI:27	90	55	No aplica	C

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>Radio (m)</b>	<b>Radio min. Según la DG-2018 que permite prescindir curva de transición (m)</b>	<b>Aplica / No Aplica</b>	<b>Condición</b>
PI:28	30	55	Aplica	NC
PI:29	40	55	Aplica	NC
PI:30	30	55	Aplica	NC
PI:31	40	55	Aplica	NC
PI:32	100	55	No aplica	C
PI:33	200	55	No aplica	C
PI:34	120	55	No aplica	C
PI:35	180	55	No aplica	C
PI-36	90	55	No aplica	C
PI-37	50	55	Aplica	NC
PI-38	90	55	No aplica	C
PI-39	90	55	No aplica	C
PI-40	70	55	No aplica	C
PI-41	80	55	No aplica	C
PI-42	80	55	No aplica	C
PI-43	80	55	No aplica	C
PI-44	40	55	Aplica	NC
PI-45	30	55	Aplica	NC
PI-46	60	55	No aplica	C
PI-47	120	55	No aplica	C
PI-48	25	55	Aplica	NC
PI-49	80	55	No aplica	C
PI-50	100	55	No aplica	C
PI-51	80	55	No aplica	C
PI-52	35	55	Aplica	NC
PI-53	20	55	Aplica	NC
PI-54	20	55	Aplica	NC
PI-55	60	55	No aplica	C
PI-56	60	55	No aplica	C

N° Punto de Intersección	Radio (m)	Radio min. Según la DG-2018 que permite prescindir curva de transición (m)	Aplica / No Aplica	Condición
PI-57	80	55	No aplica	C
PI-58	140	55	No aplica	C
PI-59	160	55	No aplica	C
PI-60	30	55	Aplica	NC
PI-61	50	55	Aplica	NC

*Fuente.* Elaboración propia.

#### **Tabla 24**

*Resultado de la evaluación de radios que prescinden de curvas de transición*

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	32	68.09%
No cumple (NC)	15	31.91%
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>100%</b>

*Fuente.* Elaboración propia.

#### **F. Sobreancho**

Para el cálculo de sobreancho, el expediente técnico considera como  $L=7.55$  m y una velocidad de diseño de 20 Km/h, a esta distancia le falta considerar el vuelo delantero como lo especifica el manual, siendo  $L = 9.95$  m y la velocidad para el cálculo correcto de 30 Km/h.

#### **Tabla 25**

*Evaluación de sobreanchos en las curvas*

N° Punto de Intersección	PI	Radio (m)	Sobreancho actual (m)	Sobreancho calculado según la DG-2018 (m)	Condición
PI:15	2+536.18	100	0.80	1.00	NC
PI:16	2+670.17	80	1.00	1.20	NC
PI:17	2+763.18	40	1.80	2.50	NC
PI:18	2+842.23	80	1.00	1.20	NC
PI:19	2+957.72	140	0.60	0.70	NC

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>PI</b>	<b>Radio (m)</b>	<b>Sobreeancho actual (m)</b>	<b>Sobreeancho calculado según la DG-2018 (m)</b>	<b>Condición</b>
PI:20	3+022.62	160	0.60	0.60	C
PI:21	3+092.13	90	0.90	1.10	NC
PI:22	3+248.75	70	1.10	1.40	NC
PI:23	3+325.75	30	2.30	3.40	NC
PI:24	3+397.67	80	1.00	1.20	NC
PI:25	3+500.37	140	0.60	0.70	NC
PI:26	3+802.81	150	0.60	0.70	NC
PI:27	4+071.63	90	0.90	1.10	NC
PI:28	4+148.43	30	2.30	3.40	NC
PI:29	4+214.66	40	1.80	2.50	NC
PI:30	4+280.18	30	2.30	3.40	NC
PI:31	4+355.24	40	1.80	2.50	NC
PI:32	4+856.50	100	0.80	1.00	NC
PI:33	4+951.82	200	0.50	0.50	C
PI:34	5+078.10	120	0.70	0.80	NC
PI:35	5+348.03	180	0.50	0.60	NC
PI-36	5+499.26	90	0.90	1.10	NC
PI-37	5+581.47	50	1.50	2.00	NC
PI-38	5+668.86	90	0.90	1.10	NC
PI-39	5+804.78	90	0.90	1.10	NC
PI-40	5+935.63	70	1.10	1.40	NC
PI-41	6+108.06	80	1.00	1.20	NC
PI-42	6+174.28	80	1.00	1.20	NC
PI-43	6+255.08	80	1.00	1.20	NC
PI-44	6+376.29	40	1.80	2.50	NC
PI-45	6+454.50	30	2.30	3.40	NC
PI-46	6+590.60	60	1.30	1.70	NC
PI-47	6+850.30	120	0.70	0.80	NC
PI-48	7+458.92	25	2.80	4.10	NC

N° Punto de Intersección	PI	Radio (m)	Sobreancho actual (m)	Sobreancho calculado según la DG-2018 (m)	Condición
PI-49	7+184.98	80	1.00	1.20	NC
PI-50	7+277.66	100	0.80	1.00	NC
PI-51	7+342.94	80	1.80	1.20	C
PI-52	7+406.90	35	2.00	2.90	NC
PI-53	7+489.30	20	3.00	5.30	NC
PI-54	7+522.63	20	3.00	5.30	NC
PI-55	7+627.41	60	1.30	1.70	NC
PI-56	7+681.09	60	1.30	1.70	NC
PI-57	7+768.59	80	0.80	1.20	NC
PI-58	7+819.05	140	0.50	0.70	NC
PI-59	7+890.83	160	0.50	0.60	NC
PI-60	7+994.25	30	2.80	3.40	NC
PI-61	8+086.56	50	0.40	2.00	NC

*Fuente.* Elaboración propia.

### Tabla 26

*Resultado de la evaluación de los sobreanchos en las curvas*

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	3	6.38%
No cumple (NC)	44	93.62%
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>100%</b>

*Fuente.* Elaboración propia.

*. -Evaluación de diseño geométrico en perfil*

Los parámetros a nivel perfil se obtienen en los planos de planta y perfil (Anexo C)

**A. Pendientes**

**A1. Diferencia algebraica de pendientes.** El manual, nos indica que las carreteras no pavimentadas cuando la diferencia de sus pendientes algebraicas sea mayor a 2%, deben estar conectadas por una curva vertical parabólica.

**Tabla 27**

*Evaluación de las diferencias algebraicas de las pendientes*

N° de curva	PIV Prog. (Km)	Tipo de curva vertical	Pendiente de entrada (%)	Pendiente de Salida (%)	Diferencia algebraica de pendientes (%)	Diferencia algebraica mínima según la DG-2018 para ser unido por curva vertical	Condición
1	2+632.00	Cóncava	-8.46	1.87	10.33	2.00	C
2	2+854.00	Cóncava	-6.59	2.41	9.00	2.00	C
3	3+093.00	Cóncava	2.41	7.19	4.78	2.00	C
4	3+319.00	Convexa	7.19	-8.6	15.79	2.00	C
5	3+637.00	Cóncava	-8.6	-0.74	7.86	2.00	C
6	3+899.00	Cóncava	-0.74	3.65	4.39	2.00	C
7	4+095.00	Convexa	3.65	-3.89	7.54	2.00	C
8	4+191.00	Cóncava	-3.89	0.52	4.41	2.00	C
9	4+290.00	Cóncava	0.52	5.73	5.21	2.00	C
10	4+364.00	Convexa	5.73	1.55	4.18	2.00	C
11	4+568.00	Cóncava	1.55	2.87	1.32	2.00	NC
12	4+773.00	Cóncava	2.87	5.57	2.70	2.00	C
13	4+943.00	Convexa	5.57	3.46	2.11	2.00	C
14	5+177.00	Convexa	3.46	2.27	1.19	2.00	NC
15	5+417.72	Cóncava	2.27	4.06	1.79	2.00	NC

<b>N° de curva</b>	<b>PIV Prog. (Km)</b>	<b>Tipo de curva vertical</b>	<b>Pendiente de entrada (%)</b>	<b>Pendiente de Salida (%)</b>	<b>Diferencia algebraica de pendientes (%)</b>	<b>Diferencia algebraica mínima según la DG-2018 para ser unido por curva vertical</b>	<b>Condición</b>
16	5+515.85	Convexa	4.06	0.41	3.65	2.00	C
17	5+663.82	Cóncava	0.41	3.97	3.56	2.00	C
18	5+923.87	Convexa	3.97	2.04	1.93	2.00	NC
19	6+098.35	Cóncava	2.04	5.51	3.47	2.00	C
20	6+180.66	Cóncava	5.51	9.7	4.19	2.00	C
21	6+365.75	Convexa	9.7	0.56	9.14	2.00	C
22	6+669.74	Cóncava	0.56	6.38	5.82	2.00	C
23	6+719.94	Convexa	6.38	-2.61	8.99	2.00	C
24	6+862.88	Cóncava	-2.61	7.33	9.94	2.00	C
25	7+128.84	Cóncava	7.33	9.42	2.09	2.00	C
26	7+227.40	Convexa	9.42	6.75	2.67	2.00	C
27	7+407.36	Cóncava	6.75	10	3.25	2.00	C
28	7+587.11	Convexa	10	4.53	5.47	2.00	C
29	7+720.00	Cóncava	4.53	9.93	5.40	2.00	C
30	7+880.00	Convexa	9.93	7.6	2.33	2.00	C

*Fuente.* Elaboración propia.

**Tabla 28**

*Resultado de la evaluación de la diferencia algebraica de pendientes*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	26	86.67%
No cumple (NC)	4	13.33%
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>

*Fuente.* Elaboración propia.

**A2. Pendiente mínima y máxima.** La pendiente mínima indicada en el manual es de 0.5% y la máxima 11% (ver Tabla 8).

**Tabla 29**

*Evaluación de la pendiente mínima y máxima*

<b>N° de curva</b>	<b>PIV Prog. (Km)</b>	<b>Tipo de curva vertical</b>	<b>Pendiente de entrada (%)</b>	<b>Pendiente mínima según la DG-2018</b>	<b>Pendiente máxima según la DG-2018</b>	<b>Condición de Pendiente mínima</b>	<b>Condición de Pendiente máxima</b>
1	2+632.00	Cóncava	-8.46	0.5	11	C	C
2	2+854.00	Cóncava	-6.59	0.5	11	C	C
3	3+093.00	Cóncava	2.41	0.5	11	C	C
4	3+319.00	Convexa	7.19	0.5	11	C	C
5	3+637.00	Cóncava	-8.6	0.5	11	C	C
6	3+899.00	Cóncava	-0.74	0.5	11	C	C
7	4+095.00	Convexa	3.65	0.5	11	C	C
8	4+191.00	Cóncava	-3.89	0.5	11	C	C
9	4+290.00	Cóncava	0.52	0.5	11	C	C
10	4+364.00	Convexa	5.73	0.5	11	C	C
11	4+568.00	Cóncava	1.55	0.5	11	C	C
12	4+773.00	Cóncava	2.87	0.5	11	C	C
13	4+943.00	Convexa	5.57	0.5	11	C	C

N° de curva	PIV Prog. (Km)	Tipo de curva vertical	Pendiente de entrada (%)	Pendiente mínima según la DG-2018	Pendiente máxima según la DG-2018	Condición de Pendiente mínima	Condición de Pendiente máxima
14	5+177.00	Convexa	3.46	0.5	11	C	C
15	5+417.72	Cóncava	2.27	0.5	11	C	C
16	5+515.85	Convexa	4.06	0.5	11	C	C
17	5+663.82	Cóncava	0.41	0.5	11	NC	C
18	5+923.87	Convexa	3.97	0.5	11	C	C
19	6+098.35	Cóncava	2.04	0.5	11	C	C
20	6+180.66	Cóncava	5.51	0.5	11	C	C
21	6+365.75	Convexa	9.7	0.5	11	C	C
22	6+669.74	Cóncava	0.56	0.5	11	C	C
23	6+719.94	Convexa	6.38	0.5	11	C	C
24	6+862.88	Cóncava	-2.61	0.5	11	C	C
25	7+128.84	Cóncava	7.33	0.5	11	C	C
26	7+227.40	Convexa	9.42	0.5	11	C	C
27	7+407.36	Cóncava	6.75	0.5	11	C	C
28	7+587.11	Convexa	10	0.5	11	C	C
29	7+720.00	Cóncava	4.53	0.5	11	C	C
30	7+880.00	Convexa	9.93	0.5	11	C	C

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 30**

*Resultado de la evaluación de pendiente mínima*

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	29	96.67%
No cumple (NC)	1	3.33%
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 31**

*Resultado de la evaluación de pendiente máxima*

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	30	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

**B. Índice de curvatura "K".**

**B1. Índice de curvatura controlada por la visibilidad de parada.** Para carreteras de tercera clase, el manual nos indica los valores de "K" en la Tabla 9 y Tabla 10 para cada de tipo de curva vertical.

**Tabla 32**

*Evaluación del índice de curvatura controlada por la visibilidad de parada*

N° de curva	PIV Prog. (Km)	Tipo de curva vertical	Índice de curvatura "K"	Índice de curvatura mín. "K" - Visibilidad de parada según la DG-2018	Condición
1	2+632.00	Cóncava	53.478	6	C
2	2+854.00	Cóncava	8.888	6	C
3	3+093.00	Cóncava	31.381	6	C
4	3+319.00	Convexa	9.504	1.9	C
5	3+637.00	Cóncava	19.100	6	C
6	3+899.00	Cóncava	34.152	6	C
7	4+095.00	Convexa	6.637	1.9	C
8	4+191.00	Cóncava	11.346	6	C
9	4+290.00	Cóncava	9.592	6	C
10	4+364.00	Convexa	11.958	1.9	C
11	4+568.00	Cóncava	75.981	6	C
12	4+773.00	Cóncava	37.017	6	C
13	4+943.00	Convexa	47.415	1.9	C

N° de curva	PIV Prog. (Km)	Tipo de curva vertical	Índice de curvatura "K"	Índice de curvatura mín. "K" - Visibilidad de parada según la DG-2018	Condición
14	5+177.00	Convexa	84.175	1.9	C
15	5+417.72	Cóncava	22.330	6	C
16	5+515.85	Convexa	10.949	1.9	C
17	5+663.82	Cóncava	11.220	6	C
18	5+923.87	Convexa	20.686	1.9	C
19	6+098.35	Cóncava	11.533	6	C
20	6+180.66	Cóncava	9.542	6	C
21	6+365.75	Convexa	16.405	1.9	C
22	6+669.74	Cóncava	6.867	6	C
23	6+719.94	Convexa	4.451	1.9	C
24	6+862.88	Cóncava	10.061	6	C
25	7+128.84	Cóncava	19.160	6	C
26	7+227.40	Convexa	14.203	1.9	C
27	7+407.36	Cóncava	9.220	6	C
28	7+587.11	Convexa	7.311	1.9	C
29	7+720.00	Cóncava	7.400	6	C
30	7+880.00	Convexa	17.155	1.9	C

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 33**

Resultado de la evaluación del índice de curvatura controlada por la visibilidad de parada

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	30	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>

Fuente. Elaboración propia.

**B2. Índice de curvatura controlada por la visibilidad de paso.** El índice de curvatura para curva convexa controlada por la visibilidad de paso se verifica según lo indicado en la Tabla 9.

**Tabla 34**

*Evaluación del índice de curvatura "K" controlada por la visibilidad de paso*

N° de curva	PIV Prog. (Km)	Tipo de curva vertical	Índice de curvatura "K"	Índice de curvatura mín. "K" - Visibilidad de paso según la DG-2018	Condición
1	3+319.00	Convexa	9.504	46	NC
2	4+095.00	Convexa	6.637	46	NC
3	4+364.00	Convexa	11.958	46	NC
4	4+943.00	Convexa	47.415	46	C
5	5+177.00	Convexa	84.175	46	C
6	5+515.85	Convexa	10.949	46	NC
7	5+923.87	Convexa	20.686	46	NC
8	6+365.75	Convexa	16.405	46	NC
9	6+719.94	Convexa	4.451	46	NC
10	7+227.40	Convexa	14.203	46	NC
11	7+587.11	Convexa	7.311	46	NC
12	7+880.00	Convexa	17.155	46	NC

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 35**

*Resultado de la evaluación del índice de curvatura "K" controlada por la visibilidad de paso*

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	2	16.67%
No cumple (NC)	10	83.33%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

*. -Evaluación de diseño geométrico en sección transversal*

**A. Calzada o superficie de rodadura.**

Ancho de calzada se verifica que es de 6.00 m, como lo indica en la Tabla 11

**Tabla 36**

*Evaluación del ancho de calzada*

<b>Tramo</b>	<b>Corona</b>	<b>Ancho de calzada</b>	<b>Ancho de calzada según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:15	7.80	6.80	6.00	C
T: 01	7.00	6.00	6.00	C
PI:16	8.00	7.00	6.00	C
T: 02	7.00	6.00	6.00	C
PI:17	8.80	7.80	6.00	C
T: 03	7.00	6.00	6.00	C
PI:18	8.00	7.00	6.00	C
T: 04	7.00	6.00	6.00	C
PI:19	7.60	6.60	6.00	C
T: 05	7.00	6.00	6.00	C
PI:20	7.60	6.60	6.00	C
T: 06	7.00	6.00	6.00	C
PI:21	7.90	6.90	6.00	C
T: 07	7.00	6.00	6.00	C
PI:22	8.10	7.10	6.00	C
T: 08	7.00	6.00	6.00	C
PI:23	9.30	8.30	6.00	C
T: 09	7.00	6.00	6.00	C
PI:24	8.00	7.00	6.00	C
T: 10	7.00	6.00	6.00	C
PI:25	7.60	6.60	6.00	C
T: 11	7.00	6.00	6.00	C
PI:26	7.60	6.60	6.00	C
T: 12	7.00	6.00	6.00	C

<b>Tramo</b>	<b>Corona</b>	<b>Ancho de calzada</b>	<b>Ancho de calzada según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:27	7.90	6.90	6.00	C
T: 13	7.00	6.00	6.00	C
PI:28	9.30	8.30	6.00	C
T: 14	7.00	6.00	6.00	C
PI:29	8.80	7.80	6.00	C
T: 15	7.00	6.00	6.00	C
PI:30	9.30	8.30	6.00	C
T: 16	7.00	6.00	6.00	C
PI:31	8.80	7.80	6.00	C
T: 17	7.00	6.00	6.00	C
PI:32	7.80	6.80	6.00	C
T: 18	7.00	6.00	6.00	C
PI:33	7.50	6.50	6.00	C
T: 19	7.00	6.00	6.00	C
PI:34	7.70	6.70	6.00	C
T: 20	7.00	6.00	6.00	C
PI:35	7.50	6.50	6.00	C
T: 21	7.00	6.00	6.00	C
PI-36	7.90	6.90	6.00	C
T: 22	7.00	6.00	6.00	C
PI-37	8.50	7.50	6.00	C
T: 23	7.00	6.00	6.00	C
PI-38	7.90	6.90	6.00	C
T: 24	7.00	6.00	6.00	C
PI-39	7.90	6.90	6.00	C
T: 25	7.00	6.00	6.00	C
PI-40	8.10	7.10	6.00	C
T: 26	7.00	6.00	6.00	C
PI-41	8.00	7.00	6.00	C
T: 27	7.00	6.00	6.00	C

<b>Tramo</b>	<b>Corona</b>	<b>Ancho de calzada</b>	<b>Ancho de calzada según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI-42	8.00	7.00	6.00	C
T: 28	7.00	6.00	6.00	C
PI-43	8.00	7.00	6.00	C
T: 29	7.00	6.00	6.00	C
PI-44	8.80	7.80	6.00	C
T: 30	7.00	6.00	6.00	C
PI-45	9.30	8.30	6.00	C
T: 31	7.00	6.00	6.00	C
PI-46	8.30	7.30	6.00	C
T: 32	7.00	6.00	6.00	C
PI-47	7.70	6.70	6.00	C
T: 33	7.00	6.00	6.00	C
PI-48	9.80	8.80	6.00	C
T: 34	7.00	6.00	6.00	C
PI-49	8.00	7.00	6.00	C
T: 35	7.00	6.00	6.00	C
PI-50	7.80	6.80	6.00	C
T: 36	7.00	6.00	6.00	C
PI-51	8.80	7.80	6.00	C
T: 37	7.00	6.00	6.00	C
PI-52	9.00	8.00	6.00	C
T: 38	7.00	6.00	6.00	C
PI-53	10.00	9.00	6.00	C
T: 39	7.00	6.00	6.00	C
PI-54	10.00	9.00	6.00	C
T: 40	7.00	6.00	6.00	C
PI-55	8.30	7.30	6.00	C
T: 41	7.00	6.00	6.00	C
PI-56	8.30	7.30	6.00	C
T: 42	7.00	6.00	6.00	C

Tramo	Corona	Ancho de calzada	Ancho de calzada según la DG-2018	Condición
PI-57	7.80	6.80	6.00	C
T: 43	7.00	6.00	6.00	C
PI-58	7.50	6.50	6.00	C
T: 44	7.00	6.00	6.00	C
PI-59	7.50	6.50	6.00	C
T: 45	7.00	6.00	6.00	C
PI-60	9.80	8.80	6.00	C
T: 46	7.00	6.00	6.00	C
PI-61	7.40	6.40	6.00	C

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 37**

*Resultado de la evaluación del ancho de calzada*

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	93	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>93</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

### **B. Bermas**

La berma es de 0.50 m, como lo indica en la Tabla 12

**Tabla 38**

*Evaluación del ancho de berma*

Tramo	Corona	Ancho de calzada	Ancho de berma	Ancho de berma según la DG-2018	Condición
PI:15	7.80	6.80	0.50	0.50	C
T: 01	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:16	8.00	7.00	0.50	0.50	C
T: 02	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:17	8.80	7.80	0.50	0.50	C
T: 03	7.00	6.00	0.50	0.50	C

<b>Tramo</b>	<b>Corona</b>	<b>Ancho de calzada</b>	<b>Ancho de berma</b>	<b>Ancho de berma según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:18	8.00	7.00	0.50	0.50	C
T: 04	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:19	7.60	6.60	0.50	0.50	C
T: 05	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:20	7.60	6.60	0.50	0.50	C
T: 06	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:21	7.90	6.90	0.50	0.50	C
T: 07	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:22	8.10	7.10	0.50	0.50	C
T: 08	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:23	9.30	8.30	0.50	0.50	C
T: 09	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:24	8.00	7.00	0.50	0.50	C
T: 10	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:25	7.60	6.60	0.50	0.50	C
T: 11	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:26	7.60	6.60	0.50	0.50	C
T: 12	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:27	7.90	6.90	0.50	0.50	C
T: 13	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:28	9.30	8.30	0.50	0.50	C
T: 14	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:29	8.80	7.80	0.50	0.50	C
T: 15	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:30	9.30	8.30	0.50	0.50	C
T: 16	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:31	8.80	7.80	0.50	0.50	C
T: 17	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:32	7.80	6.80	0.50	0.50	C
T: 18	7.00	6.00	0.50	0.50	C

<b>Tramo</b>	<b>Corona</b>	<b>Ancho de calzada</b>	<b>Ancho de berma</b>	<b>Ancho de berma según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:33	7.50	6.50	0.50	0.50	C
T: 19	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:34	7.70	6.70	0.50	0.50	C
T: 20	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:35	7.50	6.50	0.50	0.50	C
T: 21	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-36	7.90	6.90	0.50	0.50	C
T: 22	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-37	8.50	7.50	0.50	0.50	C
T: 23	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-38	7.90	6.90	0.50	0.50	C
T: 24	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-39	7.90	6.90	0.50	0.50	C
T: 25	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-40	8.10	7.10	0.50	0.50	C
T: 26	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-41	8.00	7.00	0.50	0.50	C
T: 27	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-42	8.00	7.00	0.50	0.50	C
T: 28	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-43	8.00	7.00	0.50	0.50	C
T: 29	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-44	8.80	7.80	0.50	0.50	C
T: 30	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-45	9.30	8.30	0.50	0.50	C
T: 31	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-46	8.30	7.30	0.50	0.50	C
T: 32	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-47	7.70	6.70	0.50	0.50	C
T: 33	7.00	6.00	0.50	0.50	C

<b>Tramo</b>	<b>Corona</b>	<b>Ancho de calzada</b>	<b>Ancho de berma</b>	<b>Ancho de berma según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI-48	9.80	8.80	0.50	0.50	C
T: 34	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-49	8.00	7.00	0.50	0.50	C
T: 35	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-50	7.80	6.80	0.50	0.50	C
T: 36	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-51	8.80	7.80	0.50	0.50	C
T: 37	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-52	9.00	8.00	0.50	0.50	C
T: 38	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-53	10.00	9.00	0.50	0.50	C
T: 39	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-54	10.00	9.00	0.50	0.50	C
T: 40	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-55	8.30	7.30	0.50	0.50	C
T: 41	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-56	8.30	7.30	0.50	0.50	C
T: 42	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-57	7.80	6.80	0.50	0.50	C
T: 43	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-58	7.50	6.50	0.50	0.50	C
T: 44	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-59	7.50	6.50	0.50	0.50	C
T: 45	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-60	9.80	8.80	0.50	0.50	C
T: 46	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI-61	7.40	6.40	0.50	0.50	C

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 39***Resultado de la evaluación de ancho de berma*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	93	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>93</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.***Tabla 40***Porcentaje de cumplimiento de los parámetros de diseño geométrico del expediente técnico*

	<b>Cumple</b>		<b>No cumple</b>	
<b>Diseño geométrico en planta</b>				
Tramos en tangentes	19	41.30%	27	58.70%
Radio mínimo	45	95.74%	2	4.26%
Peraltes	46	97.87%	1	2.13%
Coordinación entre curvas circulares	17	48.57%	18	51.43%
Curvas de transición	32	68.09%	15	31.91%
Sobreancho	3	6.38%	44	93.62%
<b>Diseño geométrico en perfil</b>				
Diferencia algebraica en pendientes	26	86.67%	4	13.33%
Pendiente mínima	29	96.67%	1	3.33%
Pendiente máxima	30	100.00%	0	0.00%
Índice de curvatura "K" controlada por la visibilidad de parada	30	100.00%	0	0.00%
Índice de curvatura "K" controlada por la visibilidad de paso	2	16.67%	10	83.33%
<b>Diseño en sección transversal</b>				
Ancho de calzada o superficie de rodadura	93	100.00%	0	0.00%
Ancho de bermas	93	100.00%	0	0.00%

*Fuente. Elaboración propia.*

### 4.3. Resultados con respecto al objetivo específico 2

Los resultados obtenidos con respecto al objetivo específico 2, corresponde a proponer diseño geométrico que cumpla con los parámetros del Manual de Carreteras DG-2018. (Ver Anexo D).

#### *. -Diseño geométrico en planta*

##### *A. Tramo en tangente*

**Tabla 41**

*Tramo en tangente en la propuesta de trazo*

<b>Tramo tangente</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud mínima según la DG-2018 (m)</b>	<b>Inicio Prog. (Km)</b>	<b>Fin Prog (Km)</b>	<b>Longitud de tramo tangente (m)</b>	<b>Condición</b>
T: 01	O	84	2+560.20	2+651.70	91.5	C
T: 02	S	42	2+687.99	2+749.12	61.1	C
T: 03	S	42	2+794.21	2+836.28	42.1	C
T: 04	O	84	2+885.25	2+970.25	85.0	C
T: 05	S	42	2+993.10	3+038.29	45.2	C
T: 06	S	42	3+067.21	3+120.41	53.2	C
T: 07	S	42	3+134.93	3+222.65	87.7	C
T: 08	S	42	3+262.50	3+322.75	60.3	C
T: 09	S	42	3+353.66	3+397.65	44.0	C
T: 10	S	42	3+443.73	3+500.08	56.3	C
T: 11	S	42	3+525.36	3+805.00	279.6	C
T: 12	O	84	3+830.58	4+008.90	178.3	C
T: 14	O	84	4+024.21	4+119.92	95.7	C
T: 15	-	-	4+176.73	4+225.32	48.6	C. inflexión
T: 16	S	42	4+289.79	4+335.49	45.7	C
T: 17	O	84	4+371.13	4+820.87	449.7	C
T: 18	S	42	4+848.31	4+922.05	73.7	C
T: 19	O	84	4+938.82	5+040.96	102.1	C
T: 20	S	42	5+072.33	5+316.37	244.0	C

T: 21	S	42	5+337.49	5+463.15	125.7	C
T: 22	S	42	5+493.15	5+535.25	42.1	C
T: 23	S	42	5+592.21	5+634.46	42.3	C
T: 24	S	42	5+666.01	5+767.64	101.6	C
T: 25	S	42	5+801.85	5+892.09	90.2	C
T: 26	S	42	5+939.41	6+070.74	131.3	C
T: 27	S	42	6+105.99	6+148.06	42.1	C
T: 28	S	42	6+185.63	6+229.18	43.6	C
T: 29	S	42	6+267.15	6+317.44	50.3	C
T: 30	-	-	6+371.72	6+415.87	44.1	C. inflexión
T: 31	S	42	6+470.27	6+545.46	75.2	C
T: 32	O	84	6+591.85	6+819.26	227.4	C
T: 33	S	42	6+839.66	6+913.52	73.9	C
T: 34	S	42	7+027.62	7+268.28	240.7	C
T: 35	S	42	7+284.37	7+342.11	57.7	C
T: 36	S	42	7+377.97	7+427.44	49.5	C
T: 37	O	84	7+536.83	7+641.72	104.9	C
T: 38	S	42	7+680.06	7+723.15	43.1	C
T: 39	S	42	7+780.22	7+823.29	43.1	C
T: 40	S	42	7+845.69	7+888.32	42.6	C
T: 41	S	42	7+915.94	7+958.41	42.5	C

---

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 42***Porcentaje de cumplimiento tramo en tangente en la propuesta de trazo*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	38	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>100%</b>
C. inflexión	2	

*Fuente. Elaboración propia.***B. Radio mínimo****Tabla 43***Radio mínimo en la propuesta de trazo*

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>PC</b>	<b>PI</b>	<b>PT</b>	<b>Radio</b>	<b>R mín. según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:1	2+510.72	2+536.18	2+560.20	85	25	C
PI:2	2+651.70	2+670.42	2+687.99	60	25	C
PI:3	2+749.12	2+773.33	2+794.21	50	25	C
PI:4	2+836.28	2+862.23	2+885.25	60	25	C
PI:5	2+970.25	2+981.82	2+993.10	60	25	C
PI:6	3+038.29	3+053.04	3+067.21	60	25	C
PI:7	3+120.41	3+127.71	3+134.93	55	25	C
PI:8	3+222.65	3+243.34	3+262.50	60	25	C
PI:9	3+322.75	3+339.02	3+353.67	40	25	C
PI:10	3+397.65	3+421.89	3+443.73	60	25	C
PI:11	3+500.08	3+512.91	3+525.36	60	25	C
PI:12	3+805.00	3+817.90	3+830.58	80	25	C
PI:14	4+143.92	4+161.09	4+176.73	60	25	C
PI:15	4+225.33	4+247.48	4+265.79	45	25	C
PI:16	4+335.49	4+353.85	4+371.13	40	25	C
PI:17	4+820.87	4+834.83	4+848.31	60	25	C

PI:18	4+922.06	4+930.47	4+938.82	60	25	C
PI:19	5+040.96	5+056.85	5+072.33	80	25	C
PI:20	5+316.37	5+326.98	5+337.49	80	25	C
PI:21	5+463.15	5+478.47	5+493.15	90	25	C
PI:22	5+535.25	5+566.08	5+592.21	60	25	C
PI:23	5+634.46	5+650.61	5+666.01	60	25	C
PI:24	5+767.64	5+785.10	5+801.85	60	25	C
PI:25	5+892.09	5+916.57	5+939.41	70	25	C
PI:26	6+070.74	6+088.89	6+105.99	75	25	C
PI:27	6+148.06	6+167.48	6+185.63	60	25	C
PI:28	6+229.18	6+248.83	6+267.15	60	25	C
PI:29	6+339.44	6+356.52	6+371.72	60	25	C
PI:30	6+415.87	6+433.02	6+448.27	40	25	C
PI:31	6+545.46	6+569.88	6+591.85	40	25	C
PI:32	6+819.26	6+829.56	6+839.66	60	25	C
PI:33	6+937.52	6+947.68	6+970.57	60	25	C
PI:33A	6+970.57	6+989.59	7+003.62	25	25	C
PI:34	7+268.28	7+276.37	7+284.37	60	25	C
PI:35	7+342.11	7+349.10	7+355.97	45	25	C
PI:36	7+449.44	7+465.53	7+493.13	30	25	C
PI:36A	7+493.13	7+515.67	7+536.83	60	25	C
PI:37	7+641.72	7+661.57	7+680.06	40	25	C
PI:38	7+745.15	7+751.74	7+758.22	60	25	C
PI:39	7+823.29	7+834.62	7+845.69	60	25	C
PI:40	7+888.32	7+902.38	7+915.94	40	25	C

---

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 44***Porcentaje de cumplimiento del radio mínimo en la propuesta de trazo*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	41	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.***C. Peraltes****Tabla 45***Peraltes en la propuesta de trazo*

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>PI</b>	<b>Radio</b>	<b>Peralte actual (%)</b>	<b>Peralte mínimo (%) DG-2018</b>	<b>Peralte Absoluto (%) DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:1	2+536.18	100	6.4	3	12	C
PI:2	2+670.42	80	8.0	3	12	C
PI:3	2+773.33	40	8.0	3	12	C
PI:4	2+862.23	80	8.0	3	12	C
PI:5	2+981.82	140	8.0	3	12	C
PI:6	3+053.04	160	8.0	3	12	C
PI:7	3+127.71	90	8.0	3	12	C
PI:8	3+243.34	70	8.0	3	12	C
PI:9	3+339.02	30	8.0	3	12	C
PI:10	3+421.89	80	8.0	3	12	C
PI:11	3+512.91	140	8.0	3	12	C
PI:12	3+817.90	150	6.8	3	12	C
PI:14	4+161.09	30	5.5	3	12	C
PI:15	4+247.48	40	8.0	3	12	C
PI:16	4+353.85	30	8.0	3	12	C
PI:17	4+834.83	40	8.0	3	12	C
PI:18	4+930.47	100	8.0	3	12	C

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>PI</b>	<b>Radio</b>	<b>Peralte actual (%)</b>	<b>Peralte mínimo (%) DG-2018</b>	<b>Peralte Absoluto (%) DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:19	5+056.85	200	6.0	3	12	C
PI:20	5+326.98	120	6.8	3	12	C
PI:21	5+478.47	180	6.0	3	12	C
PI:22	5+566.08	90	8.0	3	12	C
PI:23	5+650.61	50	8.0	3	12	C
PI:24	5+785.10	90	8.0	3	12	C
PI:25	5+916.57	90	7.4	3	12	C
PI:26	6+088.89	70	7.0	3	12	C
PI:27	6+167.48	80	8.0	3	12	C
PI:28	6+248.83	80	8.0	3	12	C
PI:29	6+356.52	80	8.0	3	12	C
PI:30	6+433.02	40	8.0	3	12	C
PI:31	6+569.88	30	8.0	3	12	C
PI:32	6+829.56	60	8.0	3	12	C
PI:33	6+947.68	120	8.0	3	12	C
PI:33A	6+989.59	25	8.0	3	12	C
PI:34	7+276.37	80	8.0	3	12	C
PI:35	7+349.10	100	8.0	3	12	C
PI:36	7+465.53	80	8.0	3	12	C
PI:36A	7+515.67	35	8.0	3	12	C
PI:37	7+661.57	20	8.0	3	12	C
PI:38	7+751.74	20	8.0	3	12	C
PI:39	7+834.62	60	8.0	3	12	C
PI:40	7+902.38	60	8.0	3	12	C

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 46***Porcentaje de cumplimiento de peralte en la propuesta de trazo*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	41	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.***D. Coordinación entre curvas circulares****Tabla 47***Coordinación entre curvas circulares en la propuesta de trazo*

<b>Nº Punto de Intersección</b>	<b>Radio de entrada o Salida (m)</b>	<b>Radio de Salida o Entrada(m)</b>	<b>Longitud tangente (m)</b>	<b>Longitud máx. aplicable según la DG-2018 (m)</b>	<b>Aplica / No Aplica</b>	<b>Condición</b>
PI:1	85	60	91.5	200	Aplica	C
PI:2	60	50	61.13	200	Aplica	C
PI:3	50	60	42.07	200	Aplica	C
PI:4	60	60	85	200	Aplica	C
PI:5	60	60	45.19	200	Aplica	C
PI:6	60	55	53.2	200	Aplica	C
PI:7	55	60	87.72	200	Aplica	C
PI:8	60	40	60.25	200	Aplica	C
PI:9	40	60	43.99	200	Aplica	C
PI:10	60	60	56.35	200	Aplica	C
PI:11	60	80	279.64	200	No aplica	-
PI:12	80	60	178.32	200	Aplica	-
PI:14	60	45	95.71	200	Aplica	C
PI:15	45	40	C. Inflexión	200	Aplica	C
PI:16	40	60	48.59	200	Aplica	C
PI:17	60	60	45.7	200	Aplica	-

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>Radio de entrada o Salida (m)</b>	<b>Radio de Salida o Entrada(m)</b>	<b>Longitud tangente (m)</b>	<b>Longitud máx. aplicable según la DG-2018 (m)</b>	<b>Aplica / No Aplica</b>	<b>Condición</b>
PI:18	60	80	449.74	200	No aplica	C
PI:19	80	80	73.74	200	Aplica	C
PI:20	80	90	102.14	200	Aplica	-
PI:21	90	60	244.04	200	No aplica	C
PI:22	60	60	125.66	200	Aplica	C
PI:23	60	60	42.1	200	Aplica	C
PI:24	60	70	42.25	200	Aplica	C
PI:25	70	75	101.63	200	Aplica	C
PI:26	75	60	90.24	200	Aplica	C
PI:27	60	60	131.33	200	Aplica	C
PI:28	60	60	42.07	200	Aplica	C
PI:29	60	40	43.55	200	Aplica	C
PI:30	40	40	C. Inflexión	200	Aplica	C
PI:31	40	60	44.15	200	Aplica	C
PI:32	60	60	75.19	200	Aplica	C
PI:33	60	25	227.41	200	No aplica	-
PI:33A	25	60	C. vuelta	200	No aplica	-
PI:34	60	45	240.66	200	No aplica	-
PI:35	45	30	C. vuelta	200	No aplica	-
PI:36	30	60	C. vuelta	200	No aplica	-
PI:36A	60	40	104.89	200	Aplica	C
PI:37	40	60	43.09	200	Aplica	C
PI:38	60	60	43.07	200	Aplica	C
PI:39	60	40	42.63	200	Aplica	C
PI:40	40	0	42.47	200	Aplica	C

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 48**

*Porcentaje de cumplimiento en la coordinación de curvas circulares en la propuesta de trazo*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	32	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

### **E. Curva de transición**

**Tabla 49**

*Curvas de transición en la propuesta de trazo*

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>Radio (m)</b>	<b>Radio min. Según la DG-2018 que permite prescindir curva de transición (m)</b>	<b>Aplica / Si</b>	<b>Longitud de curva de transición</b>	<b>Condición</b>
PI:1	85	55	No aplica		C
PI:2	60	55	No aplica		C
PI:3	50	55	SI	22	C
PI:4	60	55	No aplica		C
PI:5	60	55	No aplica		C
PI:6	60	55	No aplica		C
PI:7	55	55	No aplica	22	C
PI:8	60	55	No aplica		C
PI:9	40	55	SI	22	C
PI:10	60	55	No aplica		C
PI:11	60	55	No aplica		C
PI:12	80	55	No aplica		C
PI:14	60	55	No aplica		C
PI:15	45	55	SI	24	C
PI:16	40	55	SI	24	C
PI:17	60	55	No aplica		C
PI:18	60	55	No aplica		C

PI:19	80	55	No aplica		C
PI:20	80	55	No aplica		C
PI:21	90	55	No aplica		C
PI:22	60	55	No aplica		C
PI:23	60	55	No aplica		C
PI:24	60	55	No aplica		C
PI:25	70	55	No aplica		C
PI:26	75	55	No aplica		C
PI:27	60	55	No aplica		C
PI:28	60	55	No aplica		C
PI:29	60	55	No aplica		C
PI:30	40	55	SI	22	C
PI:31	40	55	SI	22	C
PI:32	60	55	No aplica		C
PI:33	60	55	No aplica		C
PI:33A	25	55	SI	24	C
PI:34	60	55	No aplica		C
PI:35	45	55	SI	22	C
PI:36	30	55	SI	22	C
PI:36A	60	55	No aplica		C
PI:37	40	55	SI	22	C
PI:38	60	55	No aplica		C
PI:39	60	55	No aplica		C
PI:40	40	55	SI	22	C

---

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 50***Porcentaje de cumplimiento en el uso de curvas de transición*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	41	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.***F. Sobreancho****Tabla 51***Sobreanchos en la propuesta de trazo*

<b>N° Punto de Intersección</b>	<b>PI</b>	<b>Radio (m)</b>	<b>Sobreancho actual (m)</b>	<b>Sobreancho calculado según la DG-2018 (m)</b>	<b>Condición</b>
PI:1	2536.179	85	1.20	1.20	C
PI:2	2670.421	60	1.70	1.70	C
PI:3	2773.326	50	2.00	2.00	C
PI:4	2862.225	60	1.70	1.70	C
PI:5	2981.816	60	1.70	1.70	C
PI:6	3053.04	60	1.70	1.70	C
PI:7	3127.711	55	1.80	1.80	C
PI:8	3243.342	60	1.70	1.70	C
PI:9	3339.024	40	2.50	2.50	C
PI:10	3421.891	60	1.70	1.70	C
PI:11	3512.911	60	1.70	1.70	C
PI:12	3817.903	80	1.20	1.20	C
PI:14	4161.094	60	1.70	1.70	C
PI:15	4247.481	45	2.20	2.20	C
PI:16	4353.854	40	2.50	2.50	C
PI:17	4834.832	60	1.70	1.70	C
PI:18	4930.469	60	1.70	1.70	C

PI:19	5056.848	80	1.20	1.20	C
PI:20	5326.977	80	1.20	1.20	C
PI:21	5478.472	90	1.10	1.10	C
PI:22	5566.084	60	1.70	1.70	C
PI:23	5650.608	60	1.70	1.70	C
PI:24	5785.095	60	1.70	1.70	C
PI:25	5916.568	70	1.40	1.40	C
PI:26	6088.891	75	1.30	1.30	C
PI:27	6167.483	60	1.70	1.70	C
PI:28	6248.826	60	1.70	1.70	C
PI:29	6356.518	60	1.70	1.70	C
PI:30	6433.016	40	2.50	2.50	C
PI:31	6569.883	40	2.50	2.50	C
PI:32	6829.559	60	1.70	1.70	C
PI:33	6947.68	60	1.70	1.70	C
PI:33A	6989.59	25	4.10	4.10	C
PI:34	7276.372	60	1.70	1.70	C
PI:35	7349.096	45	2.20	2.20	C
PI:36	7465.53	30	3.40	3.40	C
PI:36A	7515.67	60	1.70	1.70	C
PI:37	7661.571	40	2.50	2.50	C
PI:38	7751.742	60	1.70	1.70	C
PI:39	7834.622	60	1.70	1.70	C
PI:40	7902.381	40	2.50	2.50	C

---

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 52**

*Porcentaje en el cumplimiento del sobreancho en la propuesta de trazo*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	41	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

*. -Diseño geométrico en perfil*

*A. Diferencia algebraica de pendientes*

**Tabla 53**

*Diferencias algebraicas de pendientes en la propuesta de trazo*

<b>N° de curva</b>	<b>PIV Prog. (Km)</b>	<b>Tipo de curva vertical</b>	<b>Pendiente de entrada (%)</b>	<b>Pendiente de Salida (%)</b>	<b>Diferencia algebraica de pendientes (%)</b>	<b>Diferencia algebraica mínima según la DG-2018 para ser unido por curva vertical</b>	<b>Condición</b>
1	2+550.	cóncava	-8.20	-6.20	2.00	2.00	C
2	2+670.	convexa	-6.20	-8.82	2.62	2.00	C
3	2+865.	cóncava	-8.82	5.50	14.32	2.00	C
4	3+055.	cóncava	5.50	7.68	2.18	2.00	C
5	3+165.	convexa	7.68	2.96	4.71	2.00	C
6	3+370.	convexa	2.96	-9.25	12.21	2.00	C
7	3+650.	cóncava	-9.25	-2.68	6.57	2.00	C
8	3+865.	cóncava	-2.68	3.75	6.43	2.00	C
9	4+020.	cóncava	3.75	6.25	2.50	2.00	C
10	4+105.	convexa	6.25	-0.50	6.75	2.00	C
11	4+375.	cóncava	-0.50	1.50	2.00	2.00	C
12	4+540.	cóncava	1.50	3.50	2.00	2.00	C

13	4+810.	cóncava	3.50	5.53	2.03	2.00	C
14	5+000.	convexa	5.53	2.50	3.03	2.00	C
15	5+480	cóncava	2.50	5.15	2.65	2.00	C
16	5+685	convexa	5.15	1.23	3.92	2.00	C
17	6+000	cóncava	1.23	8.42	7.19	2.00	C
18	6+270	convexa	8.42	0.50	7.92	2.00	C
19	6+580	cóncava	0.50	2.50	2.00	2.00	C
20	6+970	cóncava	2.50	7.25	4.75	2.00	C
21	7+570	cóncava	7.25	10.00	2.75	2.00	C
22	7+790	convexa	10.00	8.00	2.00	2.00	C

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 54**

Porcentaje de cumplimiento de las diferencias algebraicas en la propuesta de trazo

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	22	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Fuente. Elaboración propia.

### B. Pendiente mínima y máxima

**Tabla 55**

Pendiente mínima y máxima en la propuesta de trazo

N° de curva	PIV Prog. (Km)	Tipo de curva vertical	Pendiente de entrada (%)	Pendiente mínima según la DG-2018	Pendiente máxima según la DG-2018	Condición de Pendiente mínima	Condición de Pendiente máxima
1	2+550.00	cóncava	-8.20	0.5	10	C	C
2	2+670.00	convexa	-6.20	0.5	10	C	C
3	2+865.00	cóncava	-8.82	0.5	10	C	C
4	3+055.00	cóncava	5.50	0.5	10	C	C
5	3+165.00	convexa	7.68	0.5	10	C	C
6	3+370.00	convexa	2.96	0.5	10	C	C

7	3+650.00	cóncava	-9.25	0.5	10	C	C
8	3+865.00	cóncava	-2.68	0.5	10	C	C
9	4+020.00	cóncava	3.75	0.5	10	C	C
10	4+105.00	convexa	6.25	0.5	10	C	C
11	4+375.00	cóncava	-0.50	0.5	10	C	C
12	4+540.00	cóncava	1.50	0.5	10	C	C
13	4+810.00	cóncava	3.50	0.5	10	C	C
14	5+000.00	convexa	5.53	0.5	10	C	C
15	5+480.00	cóncava	2.50	0.5	10	C	C
16	5+685.00	convexa	5.15	0.5	10	C	C
17	6+000.00	cóncava	1.23	0.5	10	C	C
18	6+270.00	convexa	8.42	0.5	10	C	C
19	6+585.00	cóncava	0.50	0.5	10	C	C
20	6+975.00	cóncava	2.50	0.5	10	C	C
21	7+570.00	cóncava	7.25	0.5	10	C	C
22	7+790.00	convexa	10.00	0.5	10	C	C
23	8+053.21	piv	8.00	0.5	10	C	C

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 56**

*Porcentaje de cumplimiento de la pendiente mínima en la propuesta de trazo*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	23	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 57**

*Porcentaje de cumplimiento de la pendiente máxima en la propuesta de trazo*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	23	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

### **C. Índice de curvatura "K"**

#### **C1. Índice de curvatura controlada por la visibilidad de parada.**

**Tabla 58**

*Índice de curvatura controlada por la visibilidad de parada en la propuesta de trazo*

<b>N° de curva</b>	<b>PIV Prog. (Km)</b>	<b>Tipo de curva vertical</b>	<b>Índice de curvatura "K"</b>	<b>Índice de curvatura mín. "K" - Visibilidad de parada según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
1	2+550	cóncava	15.00	6	C
2	2+670	convexa	36.25	1.9	C
3	2+865	cóncava	6.63	6	C
4	3+055	cóncava	27.57	6	C
5	3+165	convexa	10.61	1.9	C
6	3+370	convexa	6.14	1.9	C
7	3+650	cóncava	22.84	6	C
8	3+865	cóncava	12.44	6	C
9	4+020	cóncava	20.00	6	C
10	4+105	convexa	7.41	1.9	C
11	4+375	cóncava	25.00	6	C
12	4+540	cóncava	22.50	6	C
13	4+810	cóncava	24.69	6	C
14	5+000	convexa	16.53	1.9	C
15	5+480	cóncava	35.90	6	C

16	5+685	convexa	26.81	1.9	C
17	6+000	cóncava	13.91	6	C
18	6+270	convexa	7.58	1.9	C
19	6+585	cóncava	35.00	6	C
20	6+975	cóncava	25.26	6	C
21	7+570	cóncava	29.09	6	C
22	7+790	convexa	47.50	1.9	C

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 59**

Porcentaje de cumplimiento en el índice de curvatura controlada por la visibilidad de parada

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	22	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Fuente. Elaboración propia.

## C2. Índice de curvatura controlada por la visibilidad de paso.

**Tabla 60**

Índice de curvatura controlada por la visibilidad de paso en la propuesta de trazo

N° de curva	PIV Prog. (Km)	Tipo de curva vertical	Índice de curvatura "K"	Índice de curvatura mín. "K" - Visibilidad de paso según la DG-2018	Condición
1	2+670.00	convexa	36.247	46	NC
2	3+165.00	convexa	10.606	46	NC
3	3+370.00	convexa	6.142	46	NC
4	4+105.00	convexa	7.407	46	NC
5	5+000.00	convexa	16.529	46	NC
6	5+685.00	convexa	26.807	46	NC
7	6+270.00	convexa	7.576	46	NC
8	7+790.00	convexa	47.50	46	C

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 61**

*Porcentaje de cumplimiento en el índice de curvatura controlada por la visibilidad de paso en la propuesta de trazo*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	1	12.50%
No cumple (NC)	7	87.50%
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

*. -Diseño geométrico en sección transversal*

*A. Calzada o superficie de rodadura*

**Tabla 62**

*Ancho de calzada en propuesta de trazo*

<b>Tramo</b>	<b>Corona</b>	<b>Ancho calzada</b>	<b>Ancho de calzada según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:1	8.20	7.20	6.00	C
T: 01	7.00	6.00	6.00	C
PI:2	8.70	7.70	6.00	C
T: 02	7.00	6.00	6.00	C
PI:3	9.00	8.00	6.00	C
T: 03	7.00	6.00	6.00	C
PI:4	8.70	7.70	6.00	C
T: 04	7.00	6.00	6.00	C
PI:5	8.70	7.70	6.00	C
T: 05	7.00	6.00	6.00	C
PI:6	8.70	7.70	6.00	C
T: 06	7.00	6.00	6.00	C
PI:7	8.80	7.80	6.00	C
T: 07	7.00	6.00	6.00	C
PI:8	8.70	7.70	6.00	C

T: 08	7.00	6.00	6.00	C
PI:9	9.50	8.50	6.00	C
T: 09	7.00	6.00	6.00	C
PI:10	8.70	7.70	6.00	C
T: 10	7.00	6.00	6.00	C
PI:11	8.70	7.70	6.00	C
T: 11	7.00	6.00	6.00	C
PI:12	8.20	7.20	6.00	C
T: 12	7.00	6.00	6.00	C
PI:13	8.70	7.70	6.00	C
T: 13	7.00	6.00	6.00	C
PI:14	9.20	8.20	6.00	C
T: 14	7.00	6.00	6.00	C
PI:15	9.50	8.50	6.00	C
T: 15	7.00	6.00	6.00	C
PI:16	8.70	7.70	6.00	C
T: 16	7.00	6.00	6.00	C
PI:17	8.70	7.70	6.00	C
T: 17	7.00	6.00	6.00	C
PI:18	8.20	7.20	6.00	C
T: 18	7.00	6.00	6.00	C
PI:19	8.20	7.20	6.00	C
T: 19	7.00	6.00	6.00	C
PI:20	8.10	7.10	6.00	C
T: 20	7.00	6.00	6.00	C
PI:21	8.70	7.70	6.00	C
T: 21	7.00	6.00	6.00	C
PI:22	8.70	7.70	6.00	C
T: 22	7.00	6.00	6.00	C
PI:23	8.70	7.70	6.00	C
T: 23	7.00	6.00	6.00	C

PI:24	8.40	7.40	6.00	C
T: 24	7.00	6.00	6.00	C
PI:25	8.30	7.30	6.00	C
T: 25	7.00	6.00	6.00	C
PI:26	8.70	7.70	6.00	C
T: 26	7.00	6.00	6.00	C
PI:27	8.70	7.70	6.00	C
T: 27	7.00	6.00	6.00	C
PI:28	8.70	7.70	6.00	C
T: 28	7.00	6.00	6.00	C
PI:29	9.50	8.50	6.00	C
T: 29	7.00	6.00	6.00	C
PI:30	9.50	8.50	6.00	C
T: 30	7.00	6.00	6.00	C
PI:31	8.70	7.70	6.00	C
T: 31	7.00	6.00	6.00	C
PI:32	8.70	7.70	6.00	C
T: 32	7.00	6.00	6.00	C
PI:33	11.10	10.10	6.00	C
T: 33	7.00	6.00	6.00	C
PI:33A	8.70	7.70	6.00	C
T: 34	7.00	6.00	6.00	C
PI:34	9.20	8.20	6.00	C
T: 35	7.00	6.00	6.00	C
PI:35	10.40	9.40	6.00	C
T: 36	7.00	6.00	6.00	C
PI:36	8.70	7.70	6.00	C
T: 37	7.00	6.00	6.00	C
PI:36A	9.50	8.50	6.00	C
T: 38	7.00	6.00	6.00	C
PI:37	8.70	7.70	6.00	C

T: 39	7.00	6.00	6.00	C
PI:39	8.70	7.70	6.00	C
T: 40	7.00	6.00	6.00	C
PI:39	9.50	8.50	6.00	C
T: 41	7.00	6.00	6.00	C

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 63**

*Porcentaje de cumplimiento en ancho de calzada del trazo propuesto*

<b>Cumplimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Cumple (C)	82	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

## **B. Bermas**

**Tabla 64**

*Ancho de bermas en la propuesta de trazo*

<b>Tramo</b>	<b>Corona</b>	<b>Ancho calzada</b>	<b>Ancho de berma</b>	<b>Ancho de berma según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
PI:1	8.20	7.20	0.50	0.50	C
T: 01	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:2	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 02	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:3	9.00	8.00	0.50	0.50	C
T: 03	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:4	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 04	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:5	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 05	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:6	8.70	7.70	0.50	0.50	C

<b>Tramo</b>	<b>Corona</b>	<b>Ancho calzada</b>	<b>Ancho de berma</b>	<b>Ancho de berma según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
T: 06	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:7	8.80	7.80	0.50	0.50	C
T: 07	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:8	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 08	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:9	9.50	8.50	0.50	0.50	C
T: 09	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:10	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 10	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:11	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 11	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:12	8.20	7.20	0.50	0.50	C
T: 12	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:13	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 13	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:14	9.20	8.20	0.50	0.50	C
T: 14	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:15	9.50	8.50	0.50	0.50	C
T: 15	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:16	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 16	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:17	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 17	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:18	8.20	7.20	0.50	0.50	C
T: 18	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:19	8.20	7.20	0.50	0.50	C
T: 19	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:20	8.10	7.10	0.50	0.50	C
T: 20	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:21	8.70	7.70	0.50	0.50	C

<b>Tramo</b>	<b>Corona</b>	<b>Ancho calzada</b>	<b>Ancho de berma</b>	<b>Ancho de berma según la DG-2018</b>	<b>Condición</b>
T: 21	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:22	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 22	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:23	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 23	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:24	8.40	7.40	0.50	0.50	C
T: 24	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:25	8.30	7.30	0.50	0.50	C
T: 25	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:26	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 26	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:27	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 27	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:28	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 28	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:29	9.50	8.50	0.50	0.50	C
T: 29	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:30	9.50	8.50	0.50	0.50	C
T: 30	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:31	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 31	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:32	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 32	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:33	11.10	10.10	0.50	0.50	C
T: 33	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:33A	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 34	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:34	9.20	8.20	0.50	0.50	C
T: 35	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:35	10.40	9.40	0.50	0.50	C

Tramo	Corona	Ancho calzada	Ancho de berma	Ancho de berma según la DG-2018	Condición
T: 36	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:36	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 37	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:36A	9.50	8.50	0.50	0.50	C
T: 38	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:37	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 39	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:38	8.70	7.70	0.50	0.50	C
T: 40	7.00	6.00	0.50	0.50	C
PI:39	9.50	8.50	0.50	0.50	C
T: 41	7.00	6.00	0.50	0.50	C

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 65**

*Porcentaje de cumplimiento de ancho de bermas en propuesta de trazo*

Cumplimiento	Cantidad	%
Cumple (C)	82	100.00%
No cumple (NC)	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>100%</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 66**

*Porcentaje de cumplimiento de los parámetros de diseño geométrico de la propuesta*

	<b>Cumple</b>		<b>No cumple</b>	
<b>Diseño geométrico en planta</b>				
Tramos en tangentes	38	100.00%	0	0.00%
Radio mínimo	41	100.00%	0	0.00%
Peraltes	41	100.00%	0	0.00%
Coordinación entre curvas circulares	32	100.00%	0	0.00%
Curvas de transición	41	100.00%	0	0.00%
Sobreancho	41	100.00%	0	0.00%
<b>Diseño geométrico en perfil</b>				
Diferencia algebraica en pendientes	22	100.00%	0	0.00%
Pendiente mínima	23	100.00%	0	0.00%
Pendiente máxima	23	100.00%	0	0.00%
Índice de curvatura "K" controlada por la visibilidad de parada	22	100.00%	0	0.00%
Índice de curvatura "K" controlada por la visibilidad de paso	1	12.50%	7	87.50%
<b>Diseño en sección transversal</b>				
Ancho de calzada o superficie de rodadura	82	100.00%	0	0.00%
Ancho de bermas	82	100.00%	0	0.00%

*Fuente.* Elaboración propia.

#### **4.4. Resultados con respecto al objetivo específico 3**

Los resultados obtenidos con respecto al objetivo específico 3, corresponde a comparar las similitudes y diferencias entre el tramo del expediente técnico y la propuesta de diseño geométrico.

**Tabla 67**

*Comparación entre parámetros de diseño geométrico del tramo en estudio y la propuesta de trazo*

<b>Parámetro</b>	<b>Expediente</b>	<b>Propuesta trazo</b>	<b>DG-2018</b>	<b>Fuente</b>
<b>Criterios generales</b>				
Clasificación de carretera	Tercera clase / Accidentado y escarpado	Tercera clase / Accidentado y escarpado	Tercera clase / Accidentado y escarpado	Ítem 101.05, 102.03 y 102.03 DG-2018 Tabla 202.01. DG-2018
Vehículo de diseño	Bus B3-1	Bus B3-1	Bus B3-1	Tabla 204.01. DG-2018
Velocidad de diseño	30 km/h	30 km/h	30 km/h	
<b>Diseño geométrico en planta</b>				
Tangente mínima				Tabla 302.01. DG-2018
Tangente entre curvas tipo "s"	10.17 m	42.07 m	42.00 m	
Tangente entre curvas tipo "o"	0.62 m	85.00 m	84.00 m	
Radio mínimo	20.00 m	25.00 m	25.00 m	Tabla 302.02. DG-2018 Tabla 302.02 y 304.05. DG-2018
Peraltes				
Peralte mínimo	0.04%	5.50%	3.00%	
Peralte máximo	11.40%	8.00%	12.00%	
Coordinación entre curvas circulares	48.57% de los elementos 68.09% de los elementos	100.00% de los elementos 100.00% de los elementos		Figura 302.07. DG-2018
Curvas de transición				Tabla 302.11 B. DG-2018
Sobreechancho	6.38% de los elementos	100.00% de los elementos		ítem 302.09.03. DG-2018

<b>Parámetro</b>	<b>Expediente</b>	<b>Propuesta trazo</b>	<b>DG-2018</b>	<b>Fuente</b>
Distancia para cálculo de sobreancho	L= 7.55 m (Distancia entre Ejes)	L= 9.55 m (Distancia entre Ejes + Vuelo delantero)	L= 9.55 m (Distancia entre Ejes + Vuelo delantero)	ítem 302.09.03. DG-2018
<b>Diseño geométrico en perfil</b>				
Diferencia algebraica	86.67% de los elementos	100.00% de los elementos		ítem 303.04.01. DG-2018
Pendiente mínima	0.41%	0.50%	0.50%	ítem 303.03.01. DG-2018
Pendiente máxima	10.00%	10.00%	10.00%	Tabla 303.01. DG-2018
Índice de curvatura "K" controlada por la visibilidad de parada				Tabla 303.02. DG-2018
Valor de "K" min. Para curva convexa	4.451	6.142	1.9	Tabla 303.03. DG-2018
Valor de "K" min. Para curva cóncava	6.867	6.63	6	Tabla 303.03. DG-2018
Índice de curvatura "K" controlada por la visibilidad de paso				Tabla 303.02. DG-2018
Valor de "K" de paso min. Para curva convexa	47.415	47.50	46	Tabla 304.01. DG-2018
<b>Diseño geométrico en sección transversal</b>				
Ancho de calzada	6	6	6	Tabla 304.01. DG-2018
Bermas				Tabla 304.02. DG-2018
	0.5	0.5	0.5	Tabla 304.02. DG-2018

*Fuente. Elaboración propia.*

Tabla 68

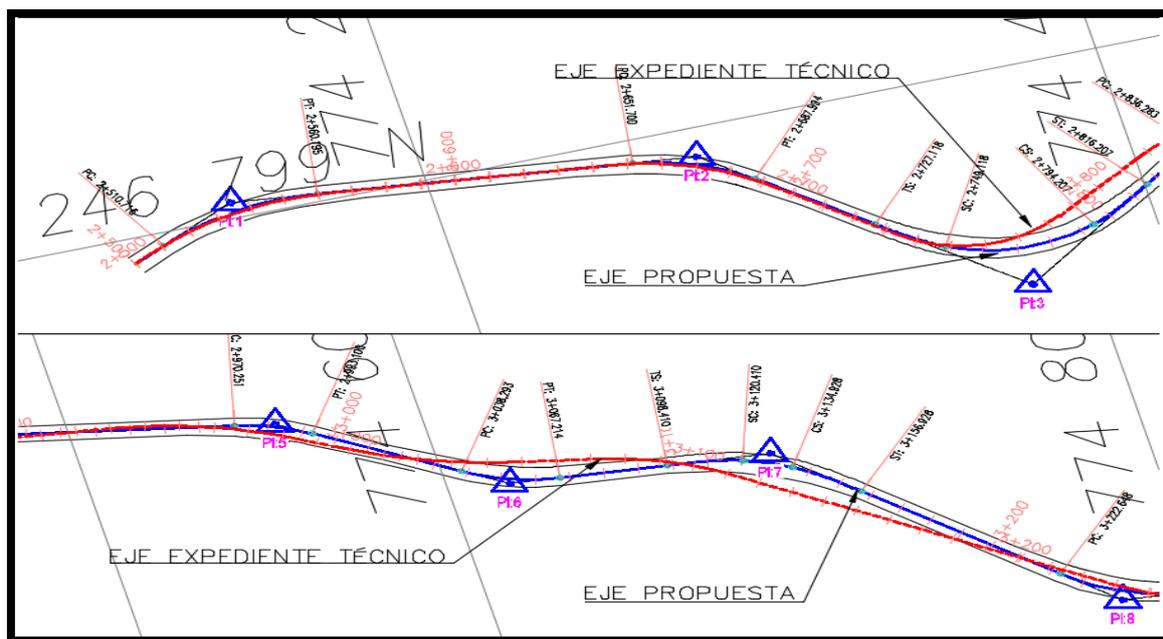
Comparación entre diseños

DESCRIPCIÓN	DISEÑO EXPEDIENTE TÉCNICO	DISEÑO PROPUESTA
Longitud	5.54 km	5.55 km
N° Curvas horizontales	47	40
N° Curvas verticales	30	22
Movimiento de tierras (m3)	306,452.25	328,264.12
Clasificación	Tercera Clase /Accidentado y Escarpado	Tercera Clase /Accidentado y Escarpado
Velocidad de diseño	30 km/h	30 km/h

Fuente. Elaboración propia.

Figura 17

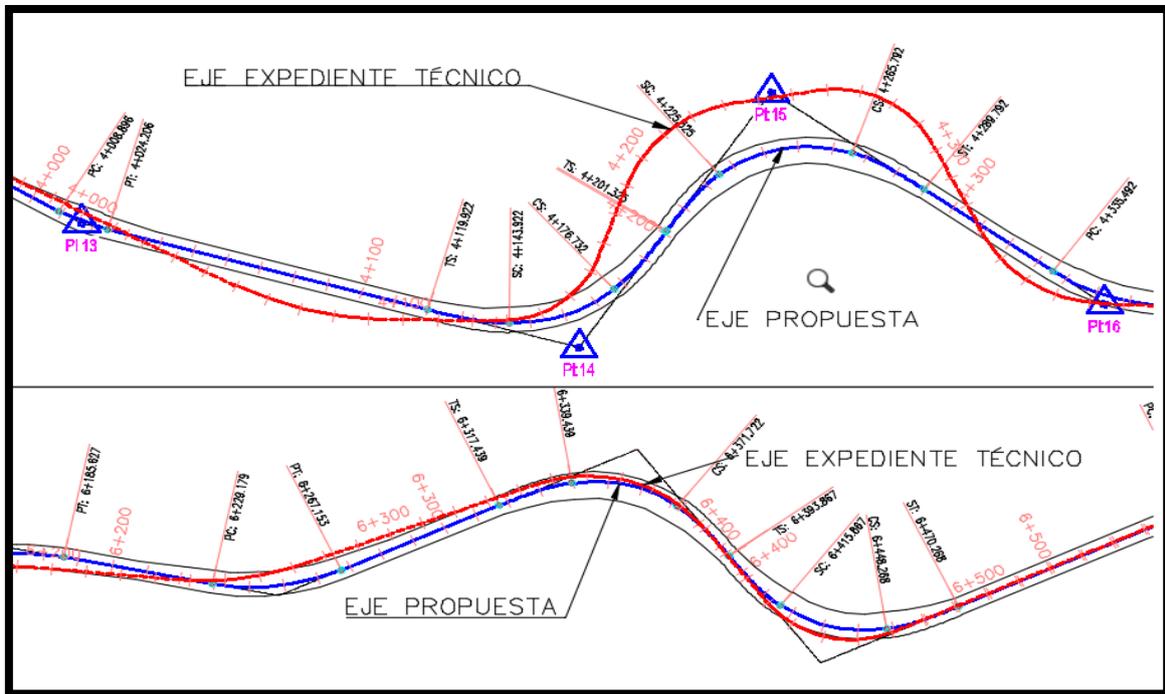
Eje expediente técnico vs propuesta tramo crítico 1



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 18**

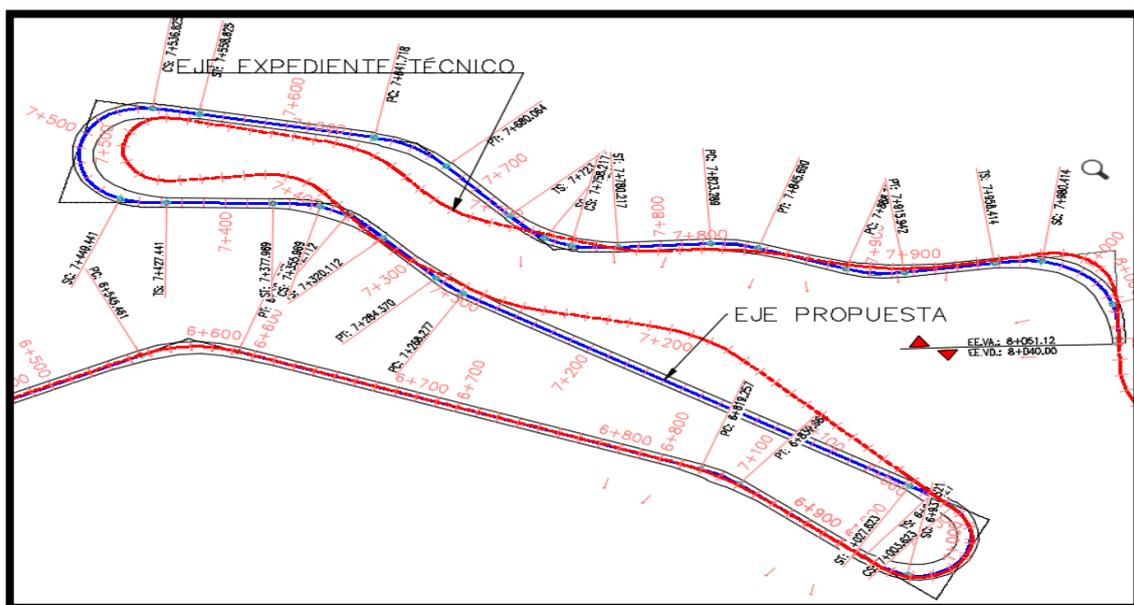
*Eje expediente técnico vs propuesta tramo crítico 2*



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 19**

*Eje expediente técnico vs propuesta tramo crítico 3*



*Fuente. Elaboración propia.*

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con lo establecido en el objetivo general, se evaluó los parámetros del diseño geométrico del expediente técnico de un tramo de la carretera según los lineamientos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018, donde se obtuvo que en el diseño geométrico en planta : el 58.70% de las tangentes no cumplen con las mínimas requeridas según la velocidad de diseño, el 4.26% de los radios son menores al radio mínimo , el 2.13% radios se les ha dotado de peraltes menores al requerido , el 51.43 % de elementos no tiene una correcta coordinación entre curvas circulares ,el 93.62% de las curvas horizontales no se le ha brindado de un correcto cálculo de sobreancho, en el diseño geométrico en perfil : que el 13.33% de las diferencias algebraicas entre pendientes no cumplen con el mínimo para ser unidos por una curva vertical, 3.33% de las tangentes verticales no cumple con la pendiente mínima y el 100% cumple con la pendiente máxima, el 100 % de curvas verticales cumplen con el índice de curvatura “K” que garantiza la visibilidad de parada y el 83.33% no garantiza la visibilidad de paso, en el diseño geométrico en sección transversal: el 100% de los elementos cumplen con el ancho de calza y bermas establecidas en el Manual (ver Tabla 40).Esto indica que el diseño del expediente técnico consta de parámetros que no cumplen con lo indicado en el Manual de Carreteras DG-2018 y en consecuencia existe una alta probabilidad de que el usuario realice maniobras erróneas que puedan desencadenar un accidente. **Se comprueba que la hipótesis específica 1 planteada por el investigador.**

Además, Poma (2019) sobre la evaluación de los parámetros de diseño geométrico de la carretera 14A Casma- Huaraz del KM 126+000 al KM 133+00, donde utilizó como base el Manual de Carreteras DG-2014, logro identificar tramos que no cumplían con los lineamientos establecidos en ella, el cual afectaría la seguridad de la vía. El investigador propuso una mejora en trazo como solución a esta problemática. Esta alternativa de solución también fue tomada en la presente investigación, donde se logró proponer un diseño que cumple con los requisitos establecidos en el

Manual de Carreteras DG-2018, y de esa forma garantizar la seguridad de la vía. **Por lo que se comprueba la hipótesis específica 2 planteada por el investigador.**

Además, para Liederman (2019), la tarea de ingeniero de carreteras consiste en que el diseño geométrico que se realice debe propiciar que cualquier error que cometa el usuario, no produzca accidentes fátales o heridos graves, de la misma manera Rosas – López et al (2021) afirmó que el diseño geométrico es la clave para la seguridad vial. En ese orden de ideas, luego de la comparación de las similitudes y diferencias entre el diseño presentado en el expediente técnico y la propuesta, se establece que se mejora el trazo del tramo en estudio, haciendo cumplir los parámetros de diseño geométrico establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018, mejorando por ende la seguridad vial y utilizando los recursos de forma apropiada. Se evitó crear un exceso de movimientos de tierras, esto se logró adecuando el eje propuesto lo más cercado posible al trazo inicial. Para el diseño geométrico se utilizó el software Civil 3D. **Por lo que se comprueba la hipótesis específica 3 planteada por el investigador.**

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1 El objetivo general del estudio fue evaluar los parámetros del diseño geométrico del expediente técnico del tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la carretera Ayo – Andamayo, distritos de Aplao – Ayo, provincia de Castilla- Arequipa, según los lineamientos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018, por lo que luego de los resultados y las discusiones de la misma, concluyo que se cumplió con lo propuesto en la investigación. Asimismo, la evaluación ha permitido determinar que el diseño del expediente técnico del tramo de estudio no cumple con los requisitos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018, para luego identificar mejoras o ajustes necesarios para que la propuesta de diseño que garantice un sistema vial seguro y eficiente.
- 6.2 Después de examinar los parámetros de diseño geométrico en el expediente técnico del tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la carretera Ayo – Andamayo, distritos de Aplao - Ayo, provincia de Castilla, Arequipa, se ha determinado que los parámetros de diseño geométrico en planta y perfil no cumplen con los requisitos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018, en consecuencia, el diseño del expediente no es seguro para los usuarios. **Es así, que se cumple con el objetivo específico 1 de la presente investigación**
- 6.3 Luego de haber determinado que el diseño del expediente técnico del tramo en estudio no cumple con los parámetros de diseño geométrico en planta y perfil requeridos en el Manual de Carreteras DG-2018, se ha propuesto un diseño geométrico para el tramo en estudio, que cumple con todos los parámetros establecidos en el manual, para mejorar la seguridad de la vía. **Es así, que se cumple con el objetivo específico 2 propuesto en la presente investigación**
- 6.4 Luego de examinar las similitudes y diferencias entre el diseño geométrico inicial del tramo de estudio y el trazo propuesto en la presente investigación, concluyo que esta

propuesta cumple con todos los parámetros del establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018, en consecuencia, el sistema vial sería más seguro y eficiente, pues se utilizarían los recursos de forma apropiada. **Es así, que se cumple con el objetivo específico 3 de la presente investigación.**

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1 A raíz de los resultados obtenidos en este estudio, se sugiere que las autoridades competentes responsables de la planificación y construcción de las carreteras en el país, sigan aplicando los lineamientos establecidos en el Manual de Carreteras DG -2018 vigente para el diseño de futuras carreteras. Esto garantizará un mejor rendimiento y seguridad en el sistema vial del país, brindando a los usuarios una experiencia de conducción más cómoda y segura.
- 7.2 Se recomienda la revisión del diseño geométrico en su totalidad de la Carretera Ayo Andamayo. Identificar las deficiencias en el trazado y establecer las medidas necesarias para corregirlos.
- 7.3 Implementar el diseño geométrico propuesto que cumple con los lineamientos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018. Esto implica seguir de cerca las directrices y especificaciones establecidos en el manual, asegurando que los parámetros sean cumplidos.
- 7.4 Se recomienda que el personal encargado del diseño y supervisión de los proyectos viales sigan las directrices establecidas en el manual de carreteras y sean personas capacitadas con el conocimiento necesario para aplicar correctamente los parámetros de diseño geométrico en la planificación y construcción de las futuras carreteras, a fin de utilizar los recursos de forma más apropiada.

## VIII. REFERENCIAS

- AASHTO. (2011). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (6th ed.). American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Agudelo, J. (2002). “*Diseño geométrico de vías ajustado al Manual Colombiano*”. [Tesis de Post grado, Universidad Nacional de Colombia]. Universidad Nacional de Colombia. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>
- Alvarado, W. y Martínez, L. (2017). “*Propuesta para la actualización del diseño geométrico de la Carretera Chancos – Vicos -Wiash según criterios de seguridad y economía*” [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Arias, J. I. & Remolina, I. C. (2018). Análisis de consistencia del diseño geométrico en una carretera de dos carriles en terreno llano desde Km 12+938 vía la Fortuna hasta el Km 19+473 vía la Lizama en ambos sentidos en el departamento de Santander. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/5622>.
- Cárdenas, J. (2015). *Diseño Geométrico de carreteras* (2d ed.), Bogotá.Ecoe ediciones.
- Cayco, K. (2020). Análisis comparativo del software AutoCAD civil 3d e Istram ispol para el diseño geométrico de carreteras de tercera clase aplicado al proyecto mejoramiento de la carretera vecinal puente chico – sancaragra –cuchicancha – mal paso – choquicocha – santa rosa –tablahuasi – milpo – quiulacocha, distrito deconchamarca – ambo – Huánuco. [Tesis de Pregrado, Universidad Hermilio Valdizan]. Repositorio Institucional UNHEVAL <https://hdl.handle.net/20.500.13080/6057>
- Consorcio Vial Castilla (2021). “*Estudio definitivo construcción de la Carretera Ayo Andamayo (Prog. Km 0+000 a Prog. Km 46+249) Distritos de Aplao y Ayo, Provincia de Castilla, Región Arequipa*”.

- Cruz, G. H., & Castellanos Paz, A. (2020). Plantilla para comprobar diseños geométricos de carreteras empleando el software autocad CIVIL 3D configurada según las normas cubanas / Template to check road geometric designs using autocad CIVIL 3D software configured according to cuban standards. *Universidad & Ciencia*, 9(2), 215–226. Recuperado a partir de <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/968>
- Díaz García, J. S., G., Camacho-Torregrosa, F. J., & García, A. (2018). Análisis de la longitud de las rectas y su influencia en la consistencia del diseño geométrico de carreteras convencionales. *Rutas: Revista de la Asociación Técnica de Carreteras*, 174, 11–19. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6396529>
- García-Ramírez, Y. D., & Aguilar-Cárdenas, D. (2021). Passengers' comfort in horizontal curves on mountain roads: a field study using lateral accelerations. *Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia*, (98), 94–103. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200578>
- Huacho, V. y Mallma, A. (2020). “*Evaluación de parámetros de diseño en la carreta Lircay – Secclla - Angares- Huancavelica*” [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Huancavelica. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3410>
- Kim, W., Svancara, A. M., & Kelley-Baker, T. (2020). Understanding the impact of road design characteristic on teen driver's fatality. *Traffic Injury Prevention*, 1–6. doi:10.1080/15389588.2020.1753038
- Kraemer, C. (2009). *Ingeniería de carreteras*. Mcgraw-Hill / Interamericana de España
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014). *Manual de seguridad vial* . [portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MA\\_NUALES\\_DE\\_CARRETERAS\\_2019/MC-10-17\\_Manual\\_de\\_Seguridad\\_Vial\\_2017.pdf](portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MA_NUALES_DE_CARRETERAS_2019/MC-10-17_Manual_de_Seguridad_Vial_2017.pdf)

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2018). *Manual de Diseño Geométrico 2018*. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
- National Research Council. (2010). Highway capacity manual 2010. Transportation Research Board.
- Poma, R. (2019). “*Evaluación de los parámetros del diseño geométrico de la Carretera 14A Casma – Huaraz, Tramo Cochac Km 126+00 al Km 133+00 con el manual de diseño geométrico 2014*” [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional UNASAM. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3652>
- Rafael, G. (2021). “*Consistencia del diseño geométrico, para mejoramiento de los factores de diseño geométricos de la vía*”. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional UNASAM <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5179>
- Rosas-López, C.-D., Gaviria-Mendoza, C.-A., & Calero-Valenzuela, C.-A. (2021). Clasificación de comportamiento de conductores en curvas horizontales de carreteras rurales de dos carriles. *Revista facultad de ingeniería*, 30(57), e13410. <https://doi.org/10.19053/01211129.v30.n57.2021.13410>
- Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías. (2022). Accidentes de tránsito ocurridos en carreteras. Reporte estadístico N° 014 – 2022. Gob.pe. Recuperado el 14 de marzo de 2023, de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2910503/Reporte%20Estad%20C3%ADstico%20N%C2%B0014-2022%20-%20Accidentes%20de%20tr%C3%A1nsito%20ocurridos%20en%20carreteras.pdf?v=1647299662>

Torres, B. (2022). Diseño geométrico de carreteras empleando software Civil-3D para optimización de transitabilidad vehicular de la ruta PU-804 del distrito de Samán, provincia de Azángaro del corredor vial N°39 de red vial vecinal empalme PE 34h-Puno. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/6029>

## **IX. ANEXOS**

## Anexo A

### Matriz de Consistencia

Tabla 69

## Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<u>Problema general</u>	<u>Objetivo general</u>	<u>Hipótesis general</u>	<u>Variable independiente</u>	<u>1. Tipo de estudio</u>
¿De qué manera podemos evaluar los parámetros de diseño geométrico en el tramo KM 2+500 al 8+040 de la carretera Ayo - Andamayo considerando los establecido en el Manual de Carreteras DG-2018 puede afectar la seguridad y eficiencia del sistema vial?	Evaluar los parámetros del diseño geométrico de un tramo de carretera según los lineamientos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018. El caso de estudio es el tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la carretera Ayo - Andamayo, distritos de Aplao -Ayo, provincia de Castilla, Arequipa.	Evaluar los parámetros de diseño geométrico del tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la carretera Ayo- Andamayo según el Manual de Carreteras DG-2018 se podrá mejorar la seguridad y eficiencia del sistema vial.	Evaluar los parámetros de diseño geométrico	La investigación es de tipo aplicada
<u>Problemas específicos</u>	<u>Objetivos específicos</u>	<u>Hipótesis específicos</u>		<u>2. Alcances de estudio</u>
¿Cómo determinar los parámetros de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal del tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la carretera Ayo- Andamayo presentados en el expediente técnico cumplen con los establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018?	Determinar si los parámetros de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal de un tramo de la carretera presentados en su expediente técnico cumplen los requerimientos establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018.	Determinando los parámetros de diseño geométrico presentados en el expediente técnico del tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la carretera Ayo Andamayo no cumplen con lo establecido en el Manual de Carreteras DG-2018.		tendrá un alcance descriptivo porque se busca describir los parámetros de diseño geométricos de la vía en estudio y explicativo porque se busca explicar la relación entre las variables independientes (evaluar los parámetros de diseño geométrico) y las variables dependientes (determinar tangentes mejoras en curvas).
¿Cuál es la forma de proponer el diseño geométrico que cumpla con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018 a nivel de planta, perfil y sección transversal para el tramo de la carretera?	Proponer el diseño geométrico que cumpla todos los parámetros del Manual de Carreteras DG-2018 a nivel de planta, perfil y sección transversal para un tramo de carretera.	Realizando la propuesta del diseño geométrico que cumpla con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018, se logrará diseñar a nivel de planta, perfil y sección transversal el tramo de carretera que cumpla con los requisitos de seguridad vial.	Variable dependiente	<u>3. Población</u>  Carretera Ayo Andamayo
¿En qué medida el sistema vial será más seguro y eficiente si se cumplen con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras DG-2018?	Comparar las similitudes y diferencias entre el diseño presentado en el expediente técnico y el diseño propuesto para establecer en qué medida el sistema vial será más seguro y eficiente si se cumplieran todos los parámetros del Manual de Carreteras DG-2018.	Comparando las similitudes y diferencias de los parámetros establecidos en la propuesta de diseño geométrico se logrará tener el sistema vial más seguro, eficiente y será significativamente mejor que el diseño presentado en el expediente técnico del diseño geométrico para la Carretera Ayo Andamayo.		<u>4. Muestra</u>  Tramo KM 2+500 al KM 8+040 de la obra Carretera Ayo Andamayo
			Determinar tangentes mejoradas en curvas	<u>5. Instrumentos</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Normativa DG-2018 y documentos en línea como tesis, libros, manuales, revistas, entre otros, con respecto al tema de diseño geométrico.</li> <li>•Una computadora con la capacidad para ejecutar el software Civil 3D.</li> <li>•Software Civil 3D en versión 2020</li> <li>•Los complementos del Microsoft Office necesarios para la elaboración de la investigación.</li> <li>•Expediente técnico del proyecto.</li> <li>•Conectividad a internet</li> </ul>

Fuente. Elaboración propia.

Anexo B

Proyección total por tráfico generado y desviado

**Tabla 70**

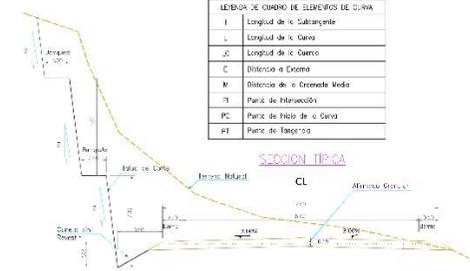
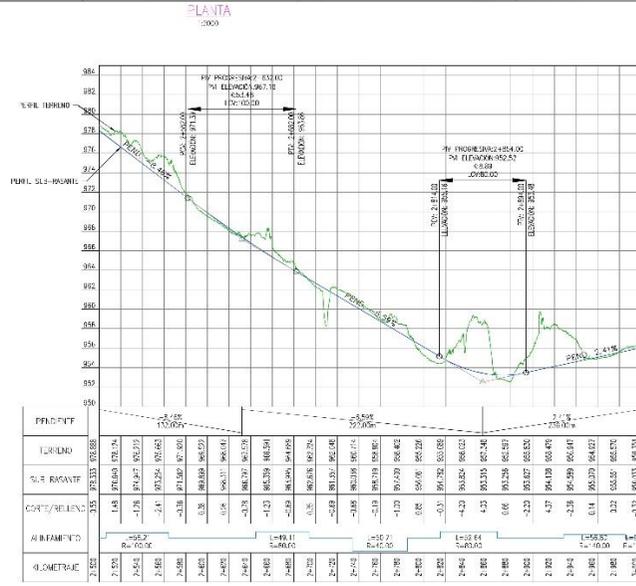
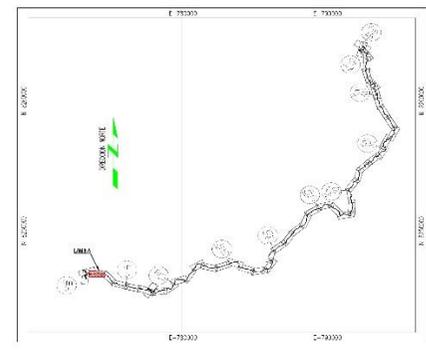
*Proyección total por tráfico generado y desviado*

AÑO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS	CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		BUS 2 E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION 4E	SEMI. T 2S1/2S2	SEMI. T 2S3	SEMI. T. 3S1 /3S	SEMI. T. >= 3S3	TRAYLER 3T2	
																
2019	20	5	35	8	13	9	7	19	4	1	0	0	0	0	0	121
2020	35	9	58	13	22	15	12	33	6	2	0	0	0	0	0	205
2021	35	9	59	13	23	16	12	34	6	2	0	0	0	0	0	209
2022	36	9	59	14	23	16	13	35	7	2	0	0	0	0	0	214
2023	36	9	62	14	23	16	13	38	7	2	0	0	0	0	0	220
2024	37	9	64	14	24	16	13	38	7	2	0	0	0	0	0	224
2025	37	9	65	14	25	17	13	39	7	2	0	0	0	1	0	229
2026	37	9	65	15	25	17	14	41	8	2	0	0	0	1	0	234
2027	39	9	66	15	25	17	14	42	8	3	0	0	0	1	0	239
2028	40	10	66	15	26	17	14	44	8	3	0	0	0	1	0	244
2029	40	10	68	16	27	18	14	45	8	3	0	0	0	1	0	250
2030	41	10	69	16	27	18	15	47	9	3	0	0	0	1	0	256

*Fuente.* Tomado del “Volumen II Estudios básicos de Ingeniería - Estudio definitivo construcción de la Carretera Ayo Andamayo (Prog. Km 0+000 a Prog. Km 46+249” (p.123), por Consorcio Vial Castilla,2021, proyección total del tráfico generado y desviado según expediente técnico.

Anexo C

Planos de Replanteo – Expediente Técnico



NUMERO DE CURVA	SECCION	CLASIFICACION	TIPO DE CURVA	LONGITUD DE LA CURVA	ALTIMETRIA EN EL PUNTO DE INICIO	ALTIMETRIA EN EL PUNTO DE FIN	ALTIMETRIA EN EL PUNTO DE INICIO	ALTIMETRIA EN EL PUNTO DE FIN	ALTIMETRIA EN EL PUNTO DE INICIO	ALTIMETRIA EN EL PUNTO DE FIN
01	VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	100.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00
02	VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	100.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00
03	VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	100.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00
04	VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	100.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00
05	VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	100.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00
06	VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	100.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00
07	VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	100.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00
08	VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	100.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00
09	VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	100.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00
10	VERTICAL	VERTICAL	VERTICAL	100.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00	2750.00

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Facultad de Ingeniería Civil

Nº 1000

Revisión

Descripción

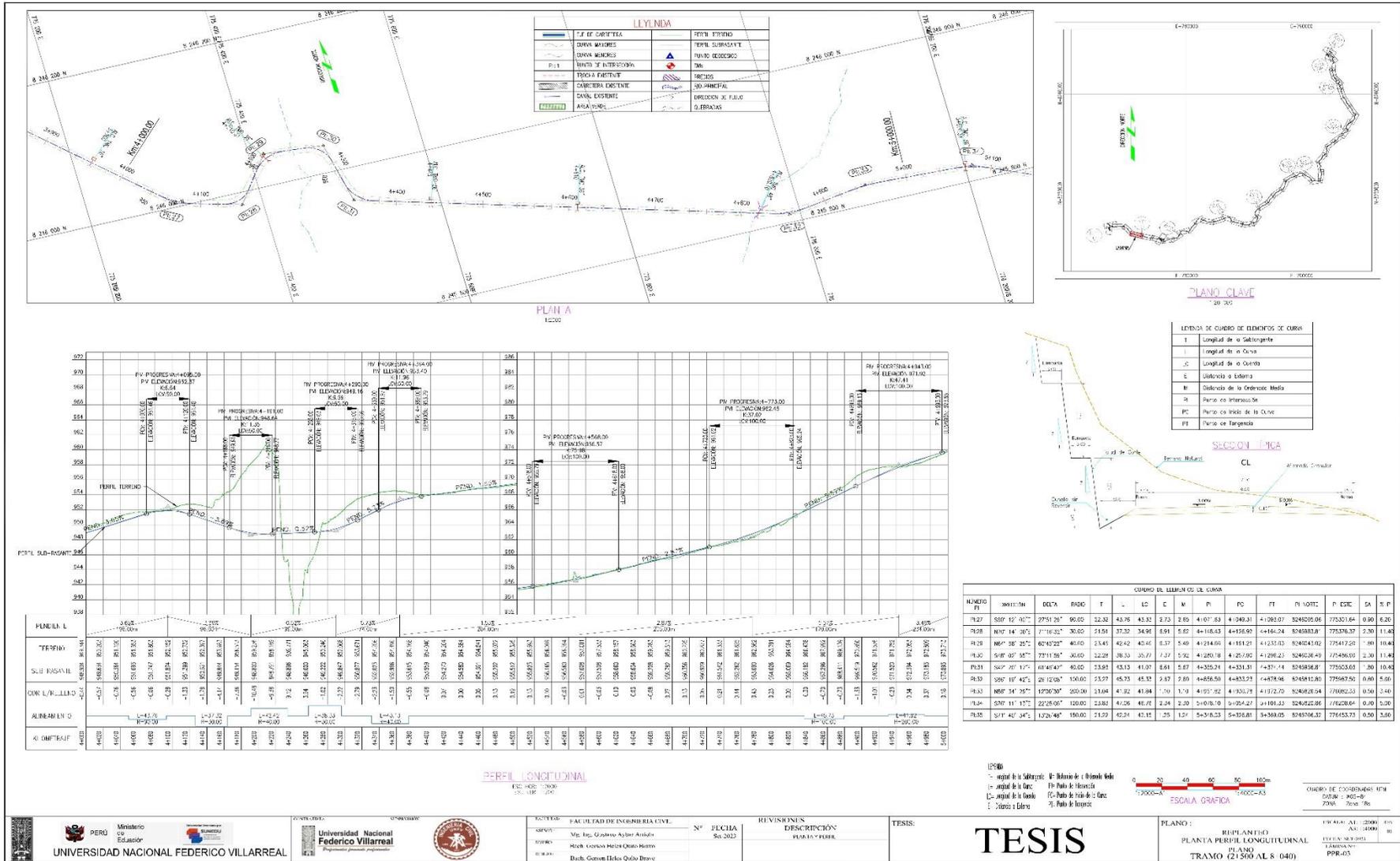
Plano

Replanteo

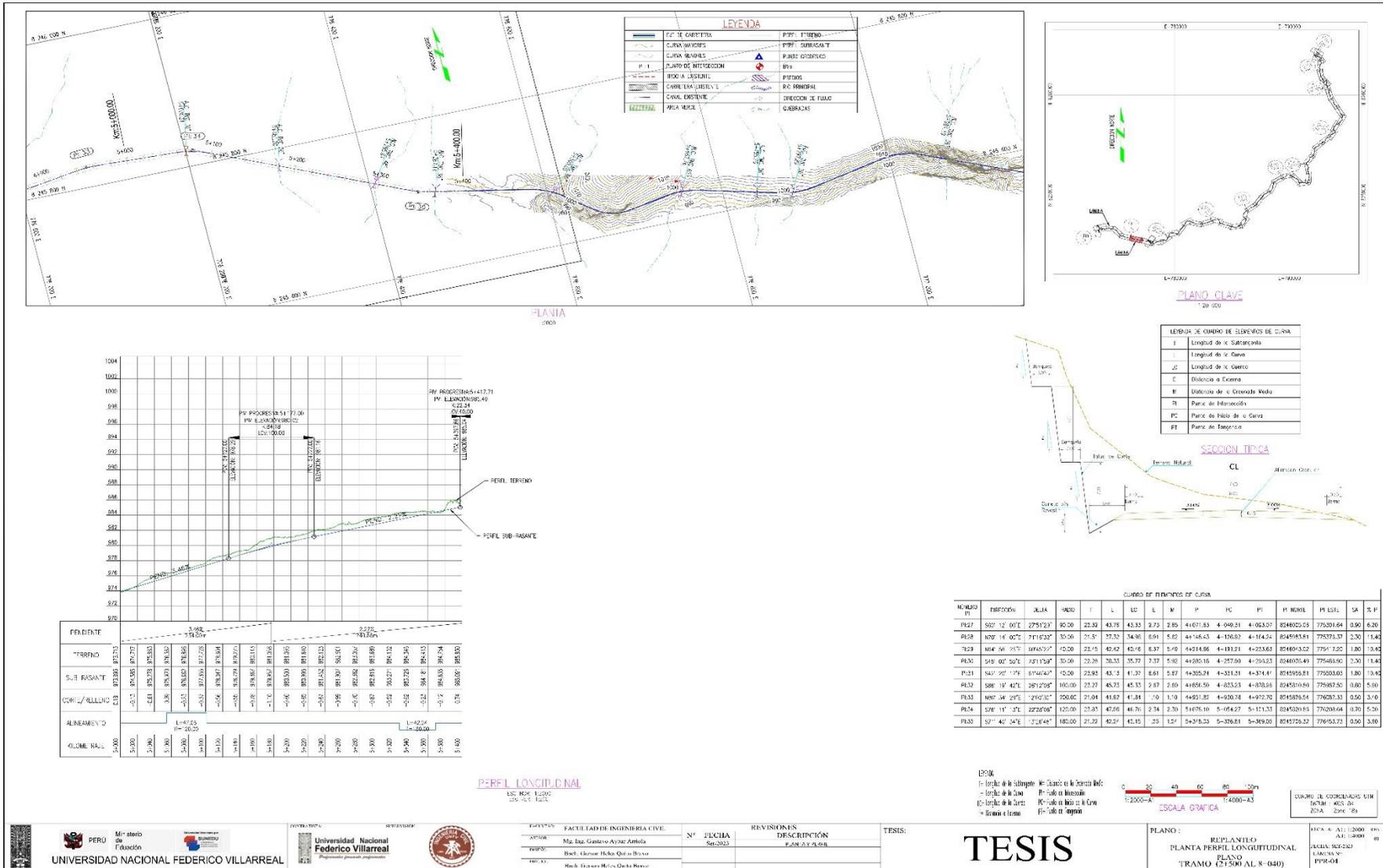
Proyecto

Replanteo

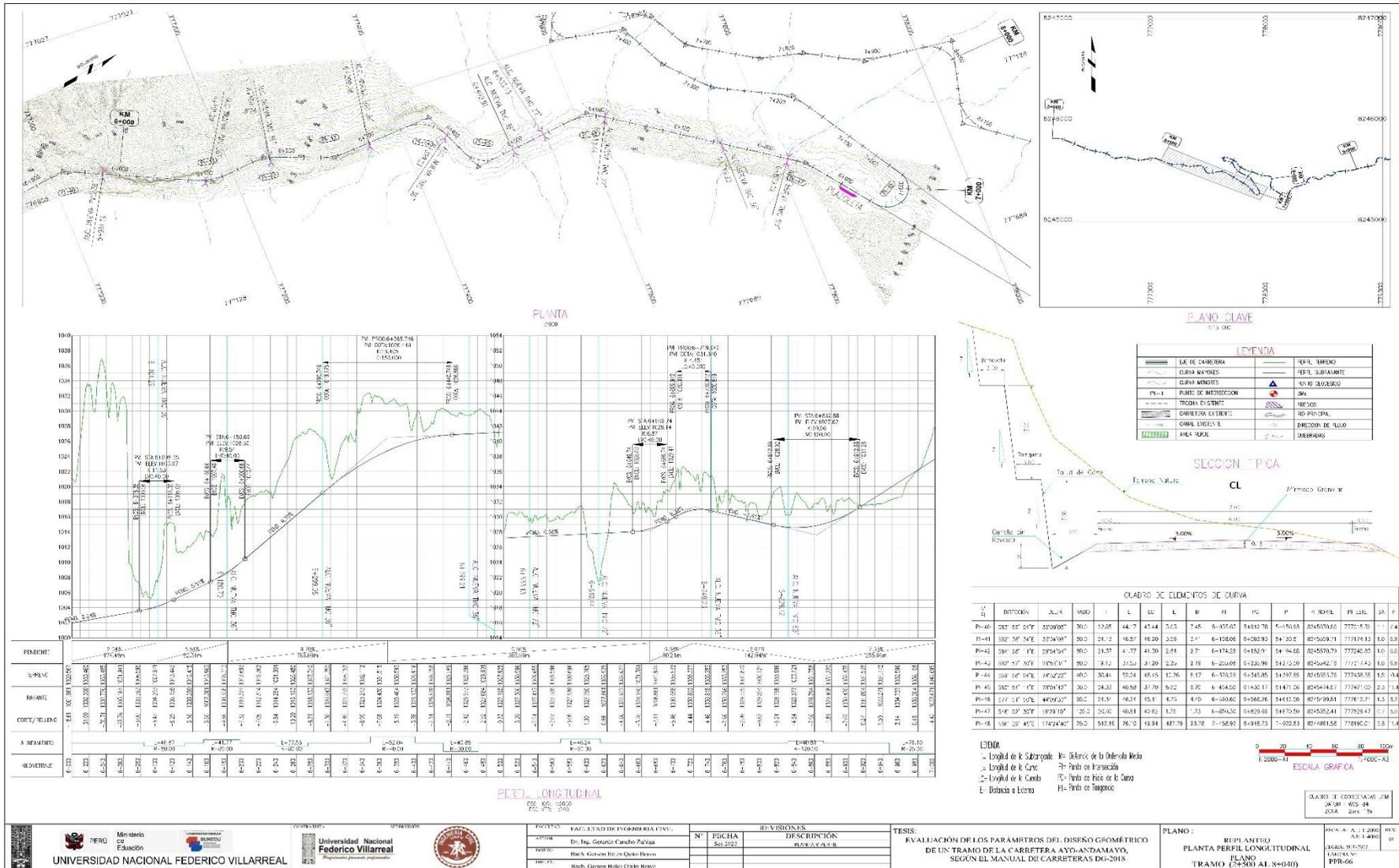




<p>UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL Federico Villarreal</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>Nº 1126</p>	<p>FECHA: 03/03/2023</p>	<p>REVISIONES DESCRIPCION</p>	<p>FECHA: 10/03/2023</p>	<p>TESIS:</p>	<p>PLANO: 1</p>	<p>REPUBLICANO PLANTA PERFIL LONGITUDINAL PLANO TRAMO (21569 AL 8 - 040)</p>	<p>PROYECTO: 120000</p>	<p>FECHA: 03/03/2023</p>	<p>PROYECTO: 120000</p>
										<p>PROYECTO: 120000</p>	<p>FECHA: 03/03/2023</p>	<p>PROYECTO: 120000</p>





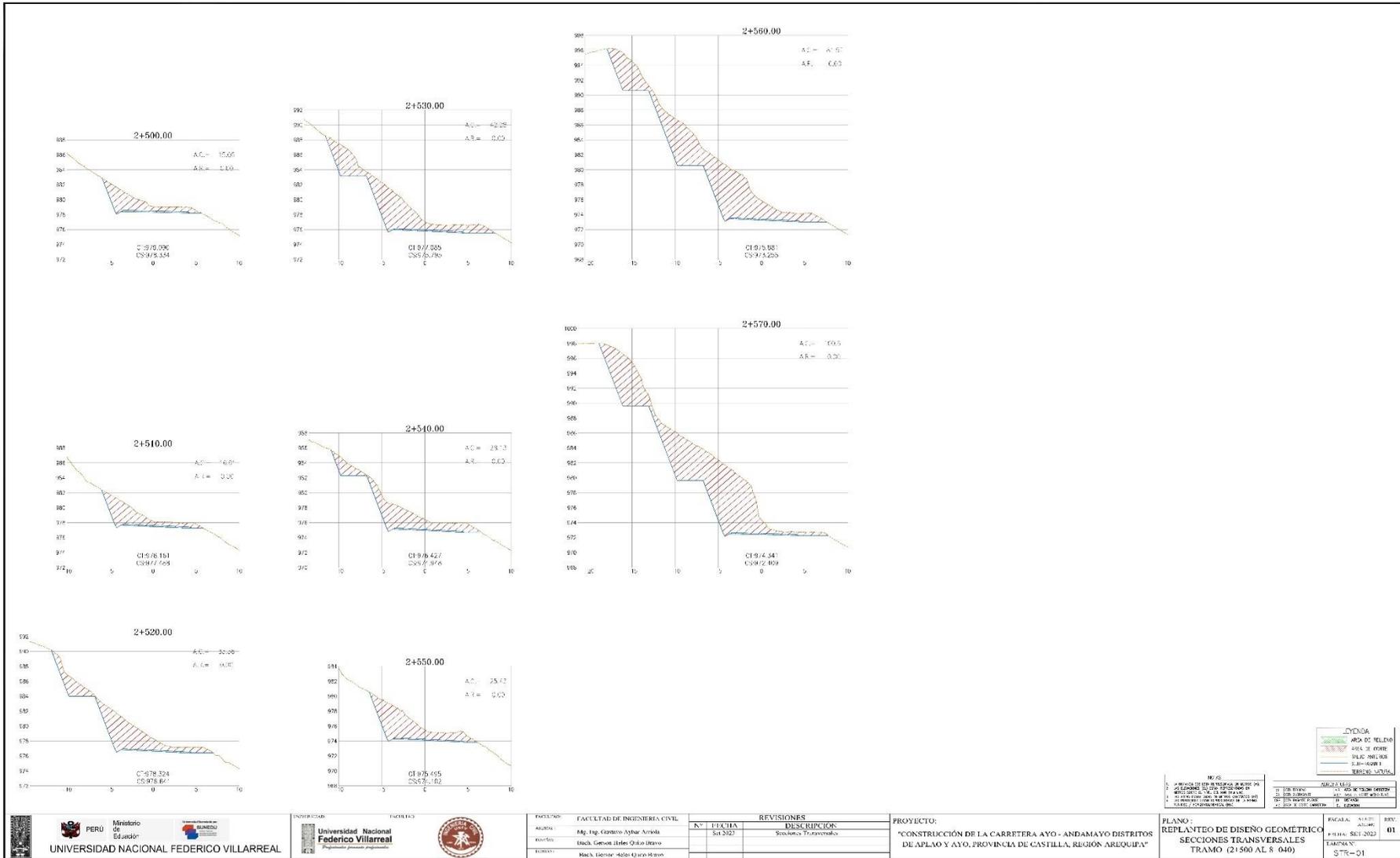


FECHA	DESCRIPCIÓN	REVISOR
2023	PLAN ALIQUIL	

**TÍTULO:** EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN TRAMO DE LA CARRETERA AYO-ANDAMAYO, SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS DG-2018.

**PLANO:** PLANTA PERIF LONGITUDINAL  
**TRAMO:** (24+00) AL (8+040)





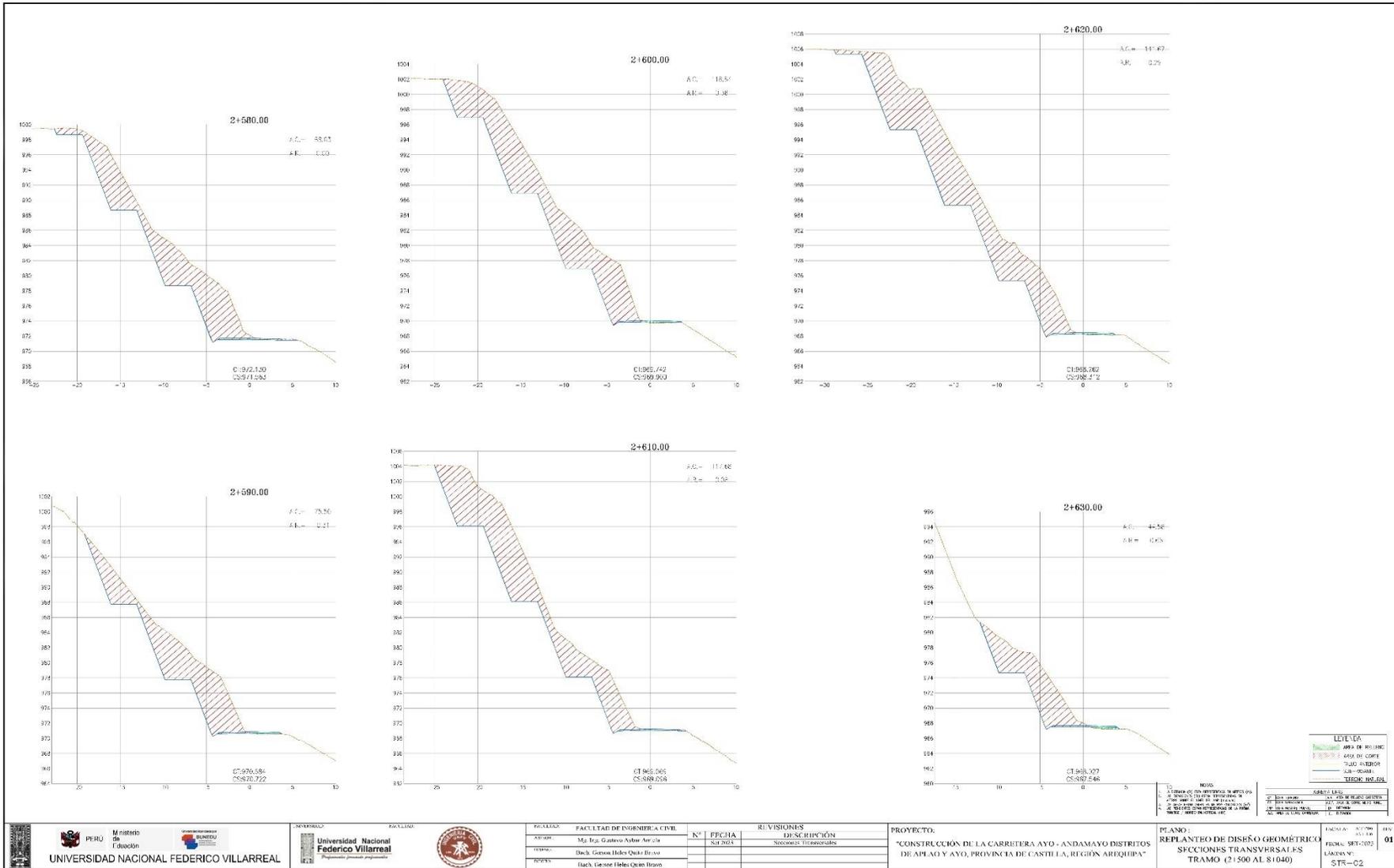
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
DEPARTAMENTO:	INGENIERÍA CIVIL
ASIGNATURA:	Mód. Ing. Geométrico Avanzado
PROFESOR:	Ing. Gerardo Jirón Quiroz Bravo
ALUMNO:	Rebeca Lucero Albaladejo Quiroz Bravo

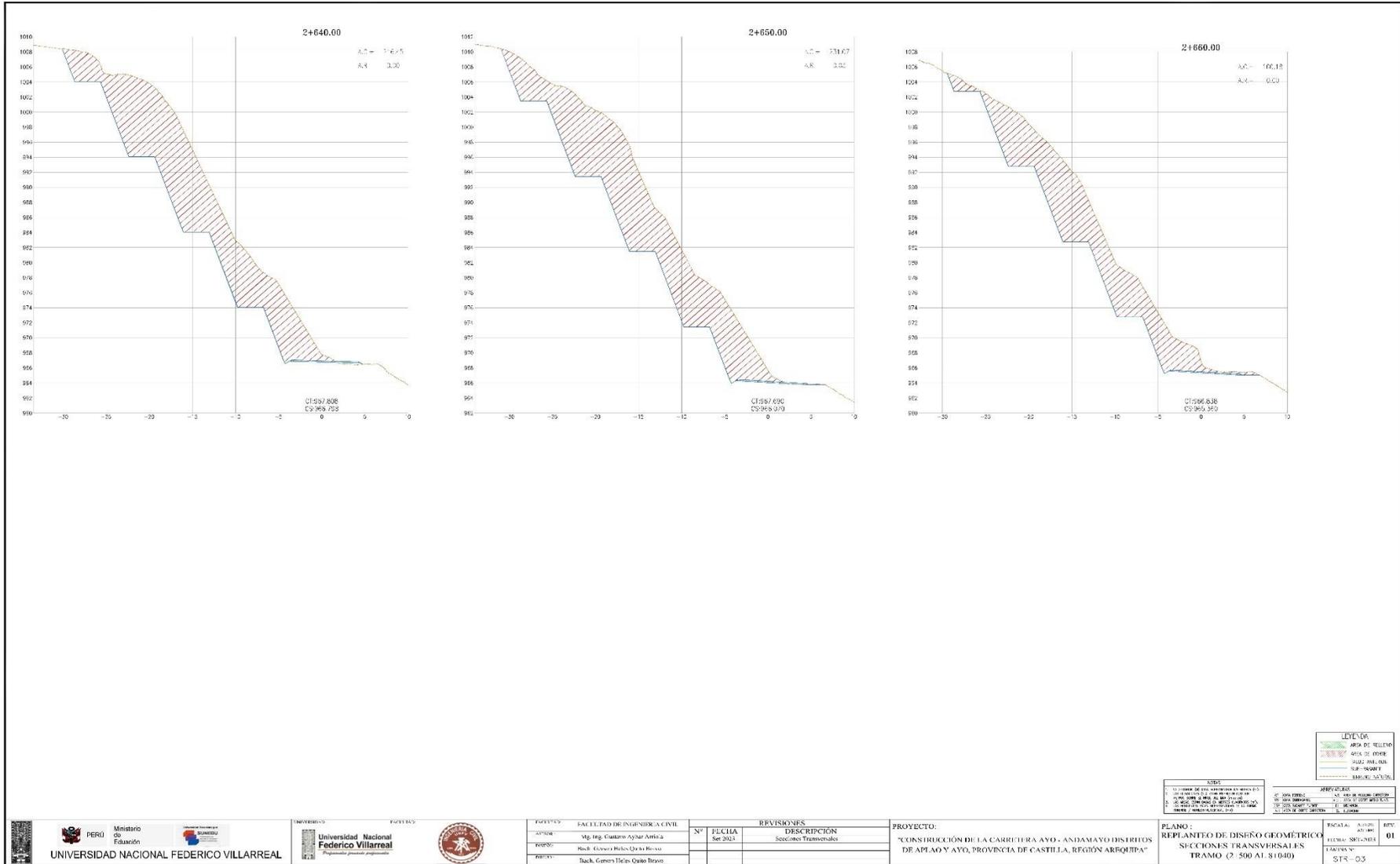
REVISIONES	
N°	DESCRIPCIÓN
1	ELABORACIÓN
2	REVISIÓN
3	APROBACIÓN

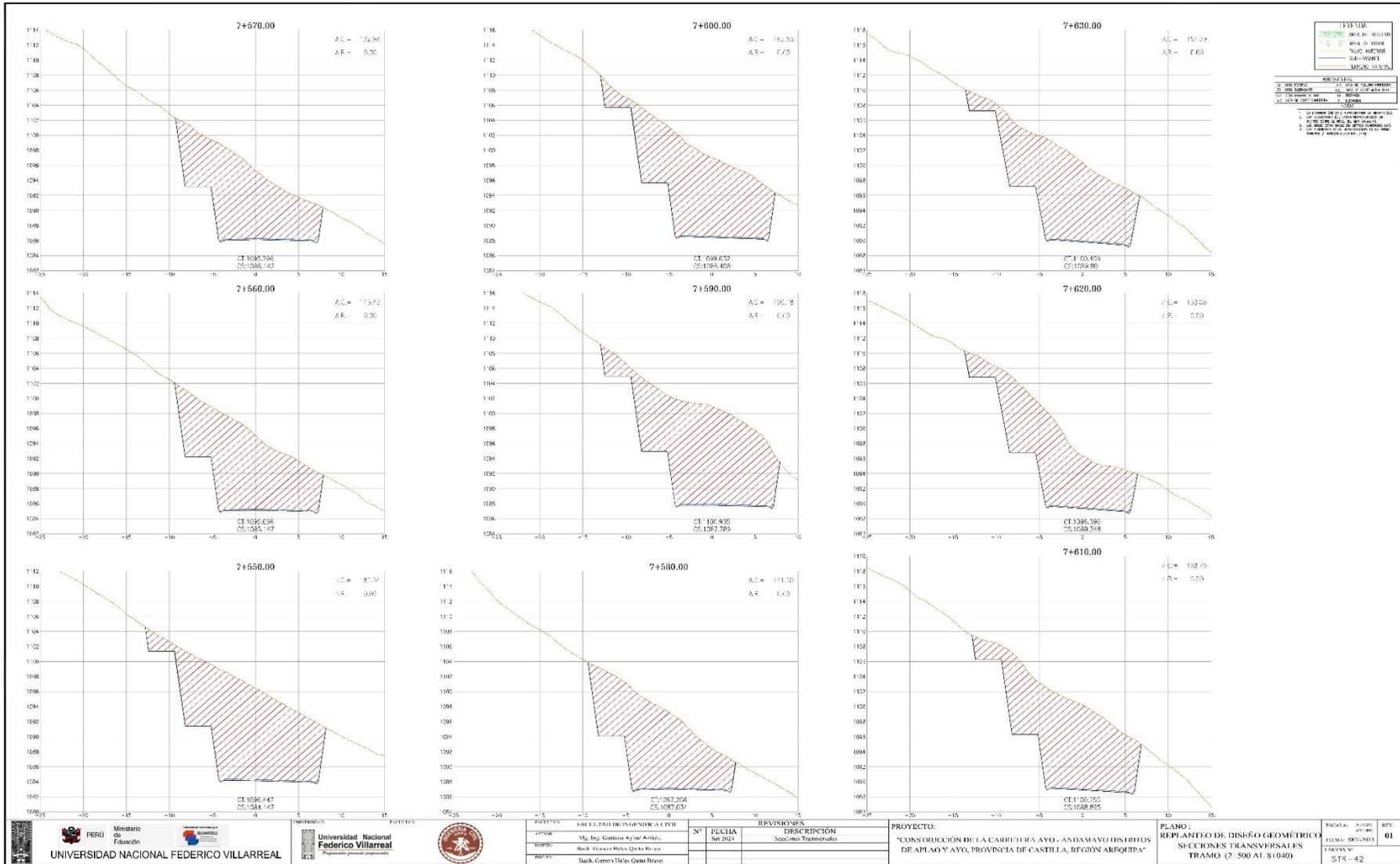
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA AYO - ANDAMAYO DISTRITOS DE APLAO Y AYO, PROVINCIA DE CASTILLA, REGIÓN AREQUIPA"

PLANO: REPLANTEO DE DISEÑO GEOMÉTRICO SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO (2+500 AL 8+640)

PÁGULA:	01	REV:	01
FECHA:	SEPT. 2022	ESCALA:	1:1000
TÍTULO:	STR-01		







**LEYENDA**

- EXISTENTE
- NOVA DE OBRAS
- PLUG ANTI-TRUQUE
- C.A.R. (NOVA)
- BARRERA DE CONCRETO

**NOTAS:**

1. LA OBRERA DEBE SER SUPERIOR A 0.05% EN TODAS LAS DIRECCIONES.
2. EL PLUG ANTI-TRUQUE DEBE SER DE 0.30 M DE ANCHO Y 0.15 M DE ALTO.
3. EL C.A.R. DEBE SER DE 0.05% EN TODAS LAS DIRECCIONES.
4. LA BARRERA DE CONCRETO DEBE SER DE 0.30 M DE ANCHO Y 0.15 M DE ALTO.

REVISIONES	
Nº	FECHA

**PROYECTO:**  
"CONSTRUCCIÓN DE LA CARRUTERA AYO - ANDAMAYO DISTRITOS DE APTAYO, PROVINCIA DE CASTILLA, REGION ARGENTINA"

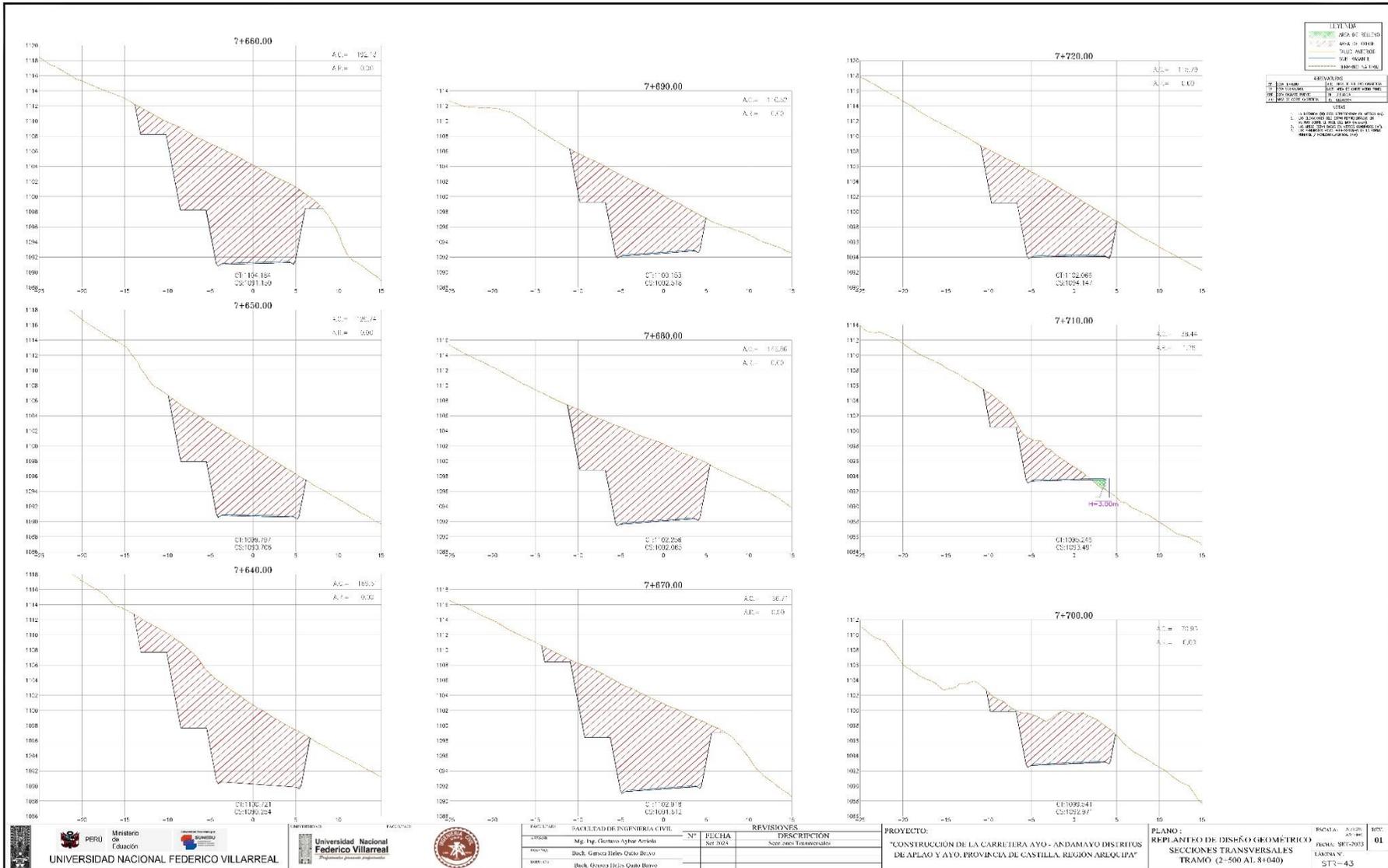
**PLANO:**  
REPLANTO DE DISEÑO GEOMÉTRICO SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO (7.500 AL 8.040)

FECHA:	01/08/2023	REV:	01
TRAMO:	STR-42		

**PERU** Ministerio de Educación  
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**

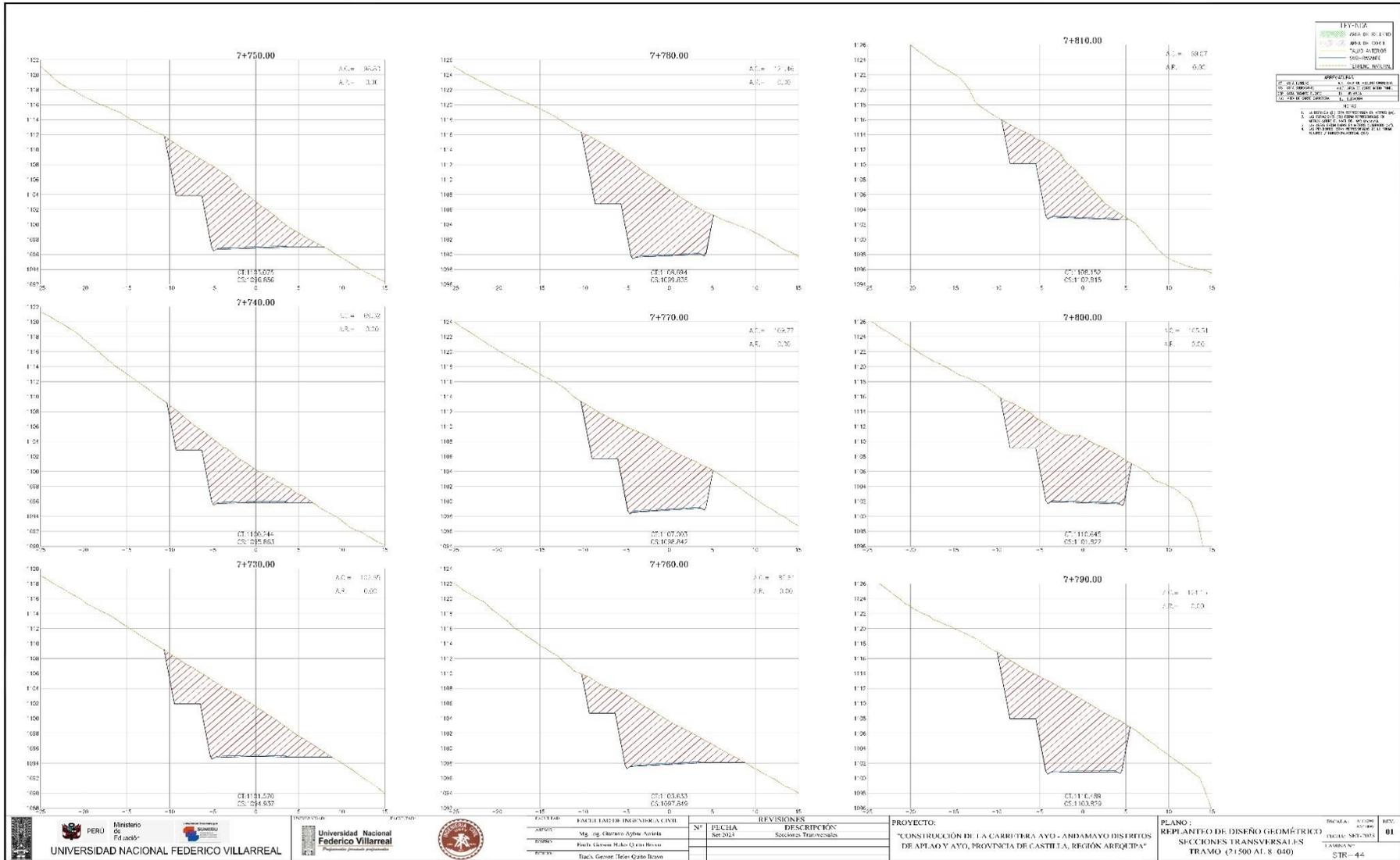
**Universidad Nacional Federico Villarreal**  
*Programa de posgrado*

EGRESOS:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PROFESOR:	Mg. Ing. Gustavo Ángel Aranda
PROFESOR:	Ing. Gustavo Prieto Dávalos
PROFESOR:	Tech. Carlos Helio Ochoa Brown

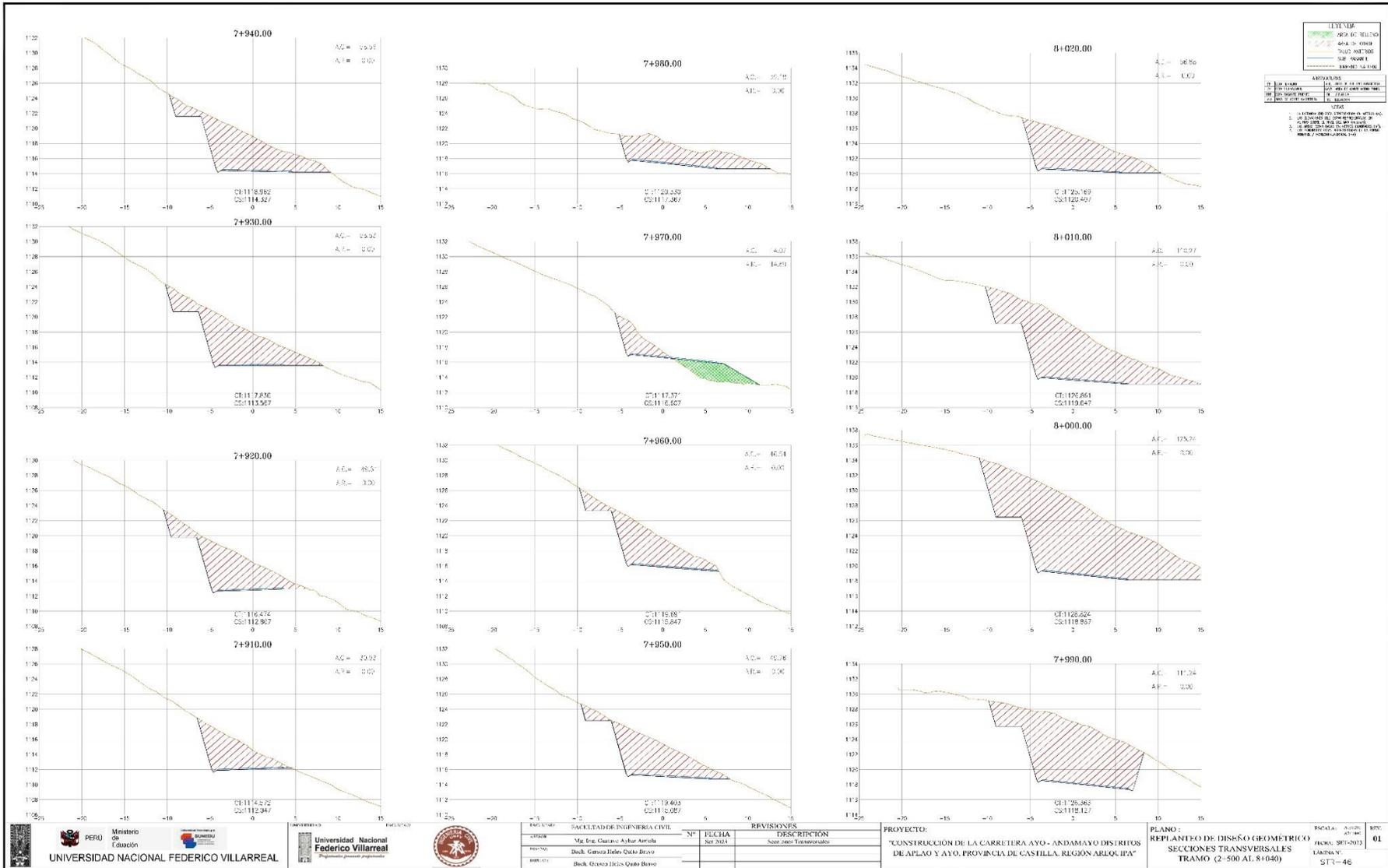


FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		REVISIONES	
FECHA	DESCRIPCION	Nº	FECHA
1999	Mg. Ing. Gustavo Aybar Arriola	1	1999
2005	Dock. Gerardo Toledo Bravo	2	2005
2007	Dock. Gerardo Toledo Bravo	3	2007

PROYECTO: "CONSTRUCCION DE LA CARRILERA AYO - ANDAMAYO DISTRITOS DE APLAY Y AYO, PROVINCIA DE CASTILLA, REGION AREQUIPA"  
 PLANO: REPLANTEO DE DISHO GEOMETRICO SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO (2-500 AL 8+040)







FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		REVISIONES	
CURSO	Mg. Dra. Carolina Aibar Arriola	Nº	FECHA
PROFESOR	Dock. Gerson Hides Ojeda Bravo	DESCRIPCION	
PROFESOR	Dock. Gerson Hides Ojeda Bravo	Nombre del Transversal	

**PROYECTO:**  
 "CONSTRUCCION DE LA CARRUTERA AYO - ANDAMAYO DISTRITOS DE APLAO Y AYO, PROVINCIA DE CASILLA, REGION ARLQUIPAY"

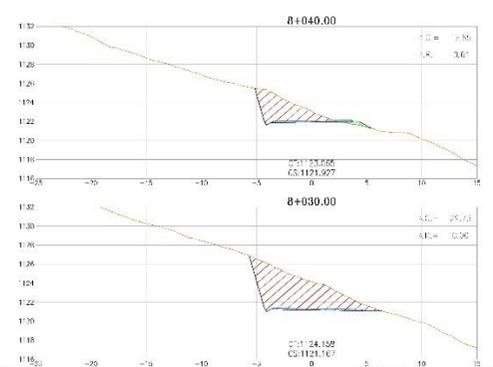
**PLANO:**  
 REPLANTEO DE DISEÑO GEOMETRICO SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO (2-500 AL 8+040)

ESCALA: A/200  
 FECHA: SET/2013  
 TERCERA: 01  
 STR-4E

LEYENDA	
[Symbol]	AREA DE PAVIMENTO
[Symbol]	AREA DE COSTA
[Symbol]	LINEA CASEROS
[Symbol]	DE PASE
[Symbol]	LINEAS DE BARRERA

AUTORIZACION	
ELABORADO	DR. ANDRÉS RIVERA
REVISADO	DR. ANDRÉS RIVERA
APROBADO	DR. ANDRÉS RIVERA
FECHA	14/09/2023

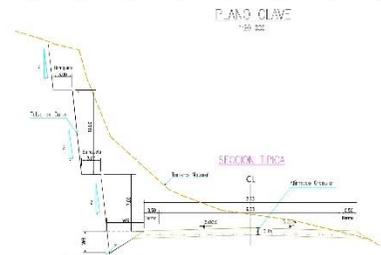
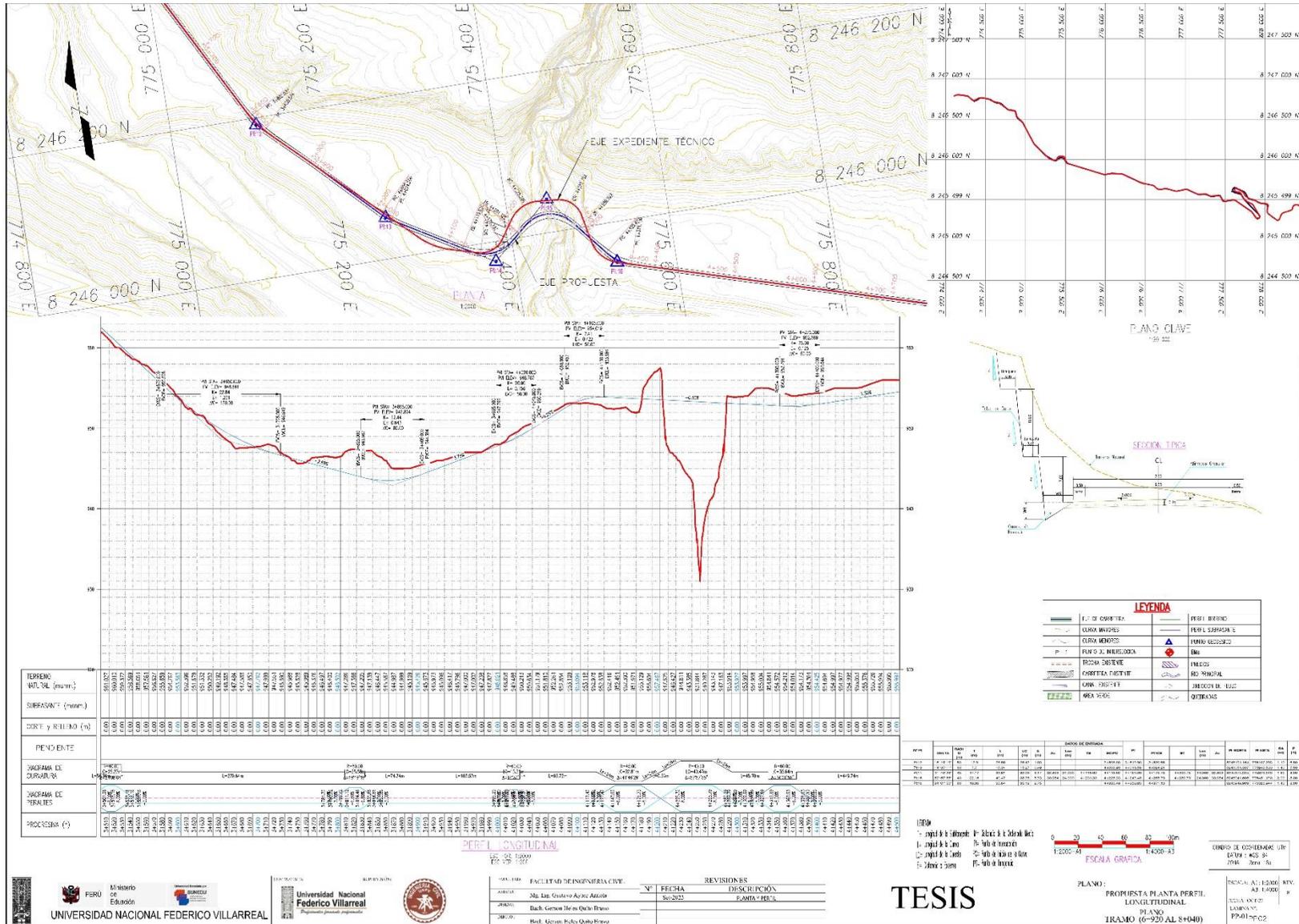
1. APROBADO POR EL COMITÉ DE CALIDAD DE SERVICIOS
2. APROBADO POR EL COMITÉ DE CALIDAD DE SERVICIOS
3. APROBADO POR EL COMITÉ DE CALIDAD DE SERVICIOS
4. APROBADO POR EL COMITÉ DE CALIDAD DE SERVICIOS
5. APROBADO POR EL COMITÉ DE CALIDAD DE SERVICIOS



	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Mg. Ing. Gustavo Ayala Anahí Doc. Carolina Hides Quiro Díaz Bach. Cristian Felipe Quiro Huan	REVISIONES N° FECHA DESCRIPCIÓN 01 14/09/2023 Sustitución de datos	PROYECTO: "CONSTRUCCION DE LA CARRETERA AYO - ANDAMAYO DISTRITOS DE APLAO Y AYO, PROVINCIA DE CASTILLA, REGION ARICA"	PLANO : REPLANTEO DE DISEÑO GEOMETRICO SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO (21.500 AL 81.040)	ESCALA: 1:500 FECHA: SET-2023 LAMINA N°: S-R-7	REV. 01
	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL					

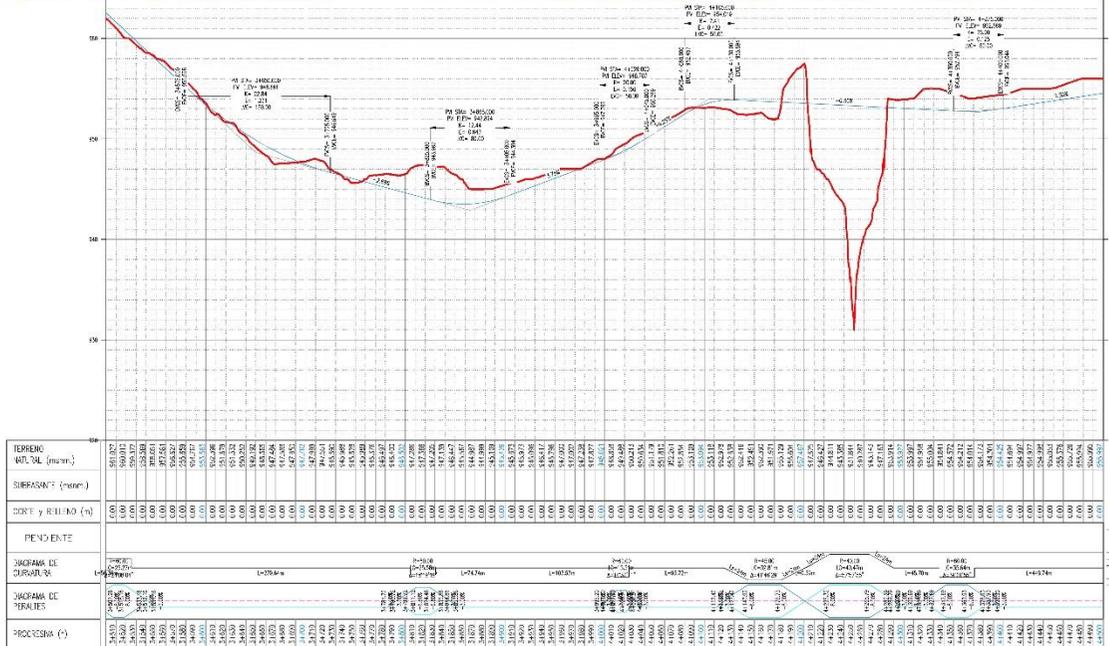
Anexo D  
Planos de Propuesta Técnica





**LEYENDA**

	EJE DE OBRERA		PERIL BARRERA
	OBRERA MAYOR		PERIL PASADIZO
	OBRERA MENOR		PERIL GEOMÉTRICO
	P+T		BMO
	RESMA BARRERA		PUNTO
	CORREDA FACILIT		BARRERA
	CANAL DREN-PT		DIRECCION DEL TRAZO
	AREA VERDE		OBRERA



TIPO DE TERRENO	ANCHO (m)	PROFUNDIDAD (m)	PENDIENTE (%)	TIPO DE SUELO	TIPO DE VEGETACION	TIPO DE CULTIVO	TIPO DE USO DEL SUELO
1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
2	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
3	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
4	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
5	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
6	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
7	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
8	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
9	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
10	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
11	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
12	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
13	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
14	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
15	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
16	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
17	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
18	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
19	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
20	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
21	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
22	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
23	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
24	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
25	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
26	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
27	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
28	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
29	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
30	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
31	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
32	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
33	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
34	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
35	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
36	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
37	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
38	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
39	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
40	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
41	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
42	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
43	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
44	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
45	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
46	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
47	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
48	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
49	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
50	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
51	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
52	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
53	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
54	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
55	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
56	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
57	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
58	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
59	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
60	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
61	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
62	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
63	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
64	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
65	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
66	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
67	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
68	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
69	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
70	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
71	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
72	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
73	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
74	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
75	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
76	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
77	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
78	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
79	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
80	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
81	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
82	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
83	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
84	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
85	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
86	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
87	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
88	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
89	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
90	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
91	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
92	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
93	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
94	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
95	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
96	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
97	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
98	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
99	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
100	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1

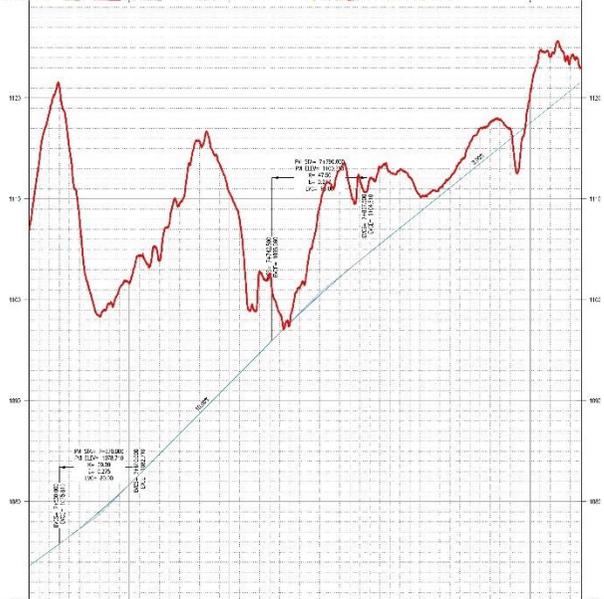
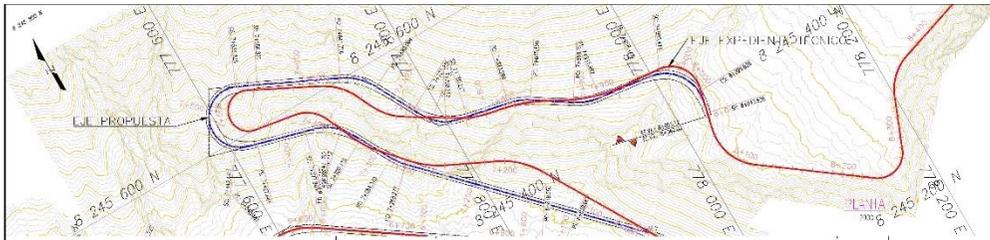
**CUADRO DE ESTACIONES**

ESTACION	ALTIMETRIA (m)	TIPO DE TERRENO	ANCHO (m)	PROFUNDIDAD (m)	PENDIENTE (%)	TIPO DE SUELO	TIPO DE VEGETACION	TIPO DE CULTIVO	TIPO DE USO DEL SUELO
0+00	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
0+10	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
0+20	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
0+30	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
0+40	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
0+50	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
0+60	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
0+70	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
0+80	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
0+90	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
1+00	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
1+10	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
1+20	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
1+30	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
1+40	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
1+50	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
1+60	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
1+70	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
1+80	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
1+90	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
2+00	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
2+10	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
2+20	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
2+30	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
2+40	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
2+50	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
2+60	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
2+70	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
2+80	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
2+90	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
3+00	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
3+10	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
3+20	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
3+30	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
3+40	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
3+50	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
3+60	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
3+70	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
3+80	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
3+90	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
4+00	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
4+10	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
4+20	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
4+30	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
4+40	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
4+50	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
4+60	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
4+70	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
4+80	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
4+90	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
5+00	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
5+10	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
5+20	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
5+30	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
5+40	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
5+50	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
5+60	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1
5+70	100.00	1	10.00	0.50	0.00	1	1	1	1

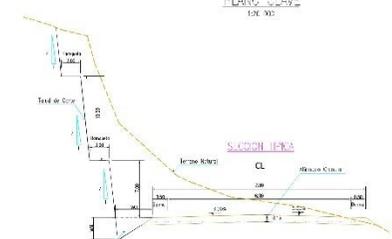
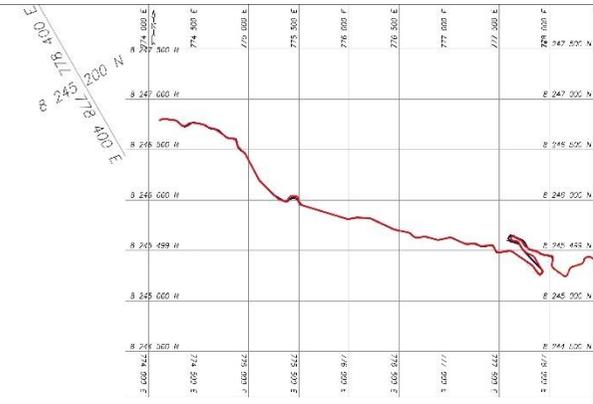








ESTACION	ALTIMETRIA (m)	TIPO DE TERRENO	TIPO DE OBRAS
0+00	95.00	TIPO 1	TIPO 1
0+10	96.00	TIPO 1	TIPO 1
0+20	97.00	TIPO 1	TIPO 1
0+30	98.00	TIPO 1	TIPO 1
0+40	99.00	TIPO 1	TIPO 1
0+50	100.00	TIPO 1	TIPO 1
0+60	101.00	TIPO 1	TIPO 1
0+70	102.00	TIPO 1	TIPO 1
0+80	103.00	TIPO 1	TIPO 1
0+90	104.00	TIPO 1	TIPO 1
1+00	105.00	TIPO 1	TIPO 1

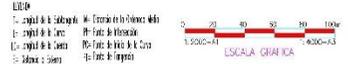


**LEYENDA**

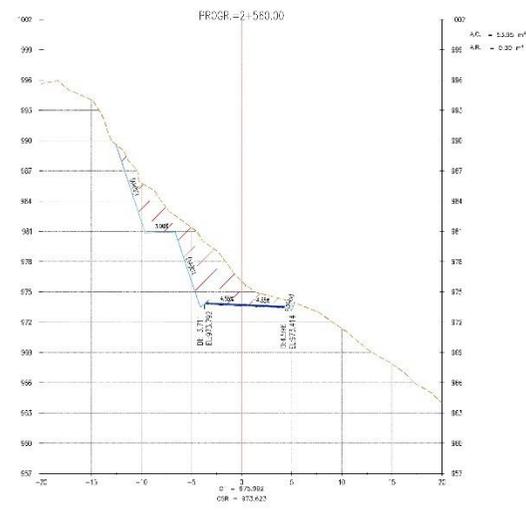
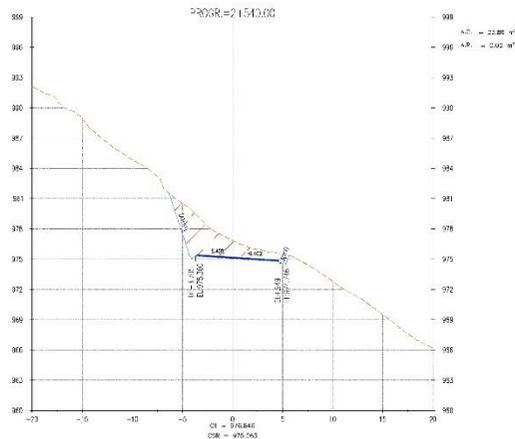
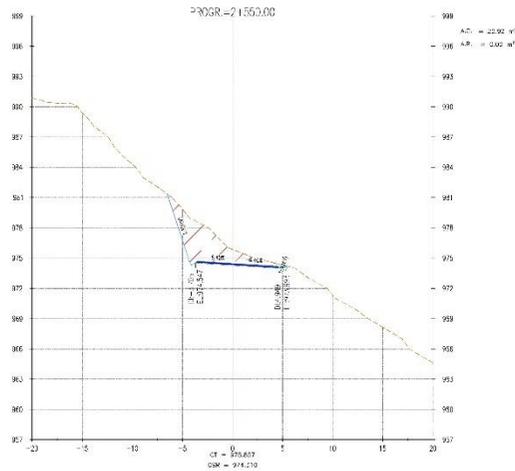
[Symbol]	EJE DE CARRETERA	[Symbol]	PERFIL REFERIDO
[Symbol]	ALINEAMIENTO	[Symbol]	ESTR. SUBSISTENTE
[Symbol]	ALINEAMIENTO	[Symbol]	ESTR. SUBSISTENTE
[Symbol]	PUNTO DE INTERSECCION	[Symbol]	FIN
[Symbol]	SECCION TRANSVERSAL	[Symbol]	SECCION TRANSVERSAL
[Symbol]	SECCION TRANSVERSAL	[Symbol]	SECCION TRANSVERSAL
[Symbol]	SECCION TRANSVERSAL	[Symbol]	SECCION TRANSVERSAL
[Symbol]	SECCION TRANSVERSAL	[Symbol]	SECCION TRANSVERSAL

**DATOS DE ENTRADA**

Nº PI	SENYA	RADI (m)	T (m)	L (m)	LC (m)	E (m)	AN (m)	TS (m)	SOBRO (m)	PI	PIPOS	BT	Long (m)	AN	PI NORTE	PIESTE	BA (m)	PI SUR
1+00	95.00	20	20.00	40.00	50.00	1.00				7.45813	7.15195	7.15000	7.15000	28.000	84499.019	77913.000	6.90	7.200
1+10	96.00	20	20.00	40.00	50.00	1.00				7.45813	7.15195	7.15000	7.15000	28.000	84499.019	77913.000	6.90	7.200
1+20	97.00	20	20.00	40.00	50.00	1.00				7.45813	7.15195	7.15000	7.15000	28.000	84499.019	77913.000	6.90	7.200
1+30	98.00	20	20.00	40.00	50.00	1.00				7.45813	7.15195	7.15000	7.15000	28.000	84499.019	77913.000	6.90	7.200
1+40	99.00	20	20.00	40.00	50.00	1.00				7.45813	7.15195	7.15000	7.15000	28.000	84499.019	77913.000	6.90	7.200







LEYENDA	
[Green Shaded Area]	ÁREA DE SELENO
[Yellow Shaded Area]	ÁREA DE SOTAVENTO
[Blue Shaded Area]	ÁREA DE SOTAVIENTO
[Red Shaded Area]	ÁREA DE SOTAVIENTO
[Black Shaded Area]	ÁREA DE SOTAVIENTO













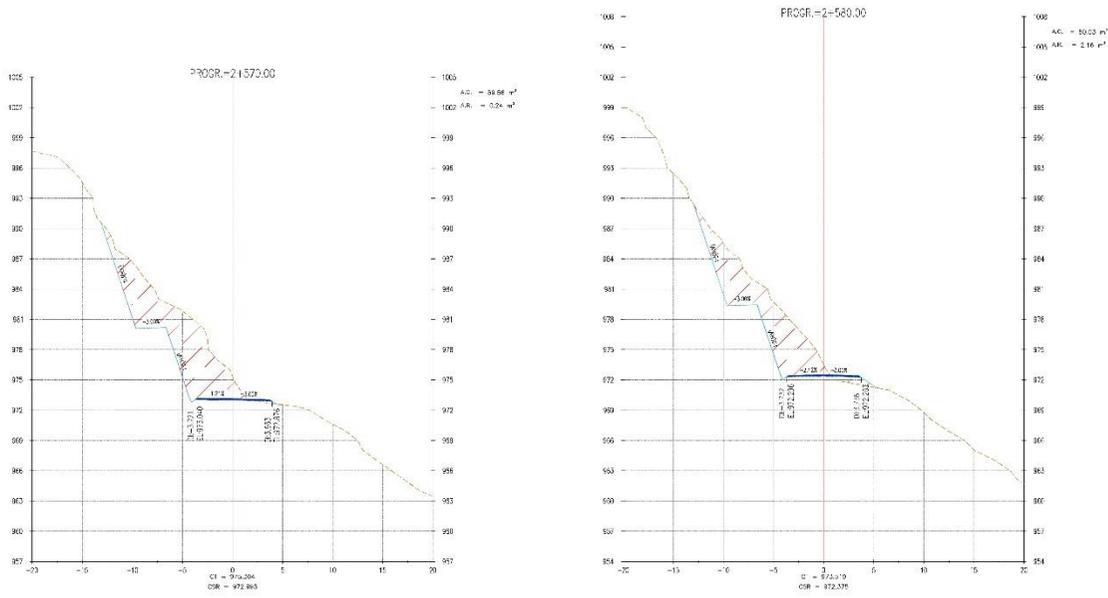


FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		REVISIONES	
Nº	FECHA	Nº	DESCRIPCIÓN
01	2023	01	Sección Transversales
02	2023	02	Sección Transversales
03	2023	03	Sección Transversales
04	2023	04	Sección Transversales

# TESIS

PLAN: PROPIETA DE DISEÑO GEOMÉTRICO  
 SECCIONES TRANSVERSALES  
 TRAMO (2+1500 AL 8+040)

TFM/A 411 241  
 FICHA: 8272323  
 LAMBRAN.  
 01



LEGENDA		REVISIONES	
[Symbol]	AREA DE SELECCION	Nº	FECHA
[Symbol]	AREA DE SELECCION	1	2023
[Symbol]	AREA DE SELECCION	2	2023
[Symbol]	AREA DE SELECCION	3	2023
[Symbol]	AREA DE SELECCION	4	2023
[Symbol]	AREA DE SELECCION	5	2023
[Symbol]	AREA DE SELECCION	6	2023
[Symbol]	AREA DE SELECCION	7	2023
[Symbol]	AREA DE SELECCION	8	2023
[Symbol]	AREA DE SELECCION	9	2023
[Symbol]	AREA DE SELECCION	10	2023

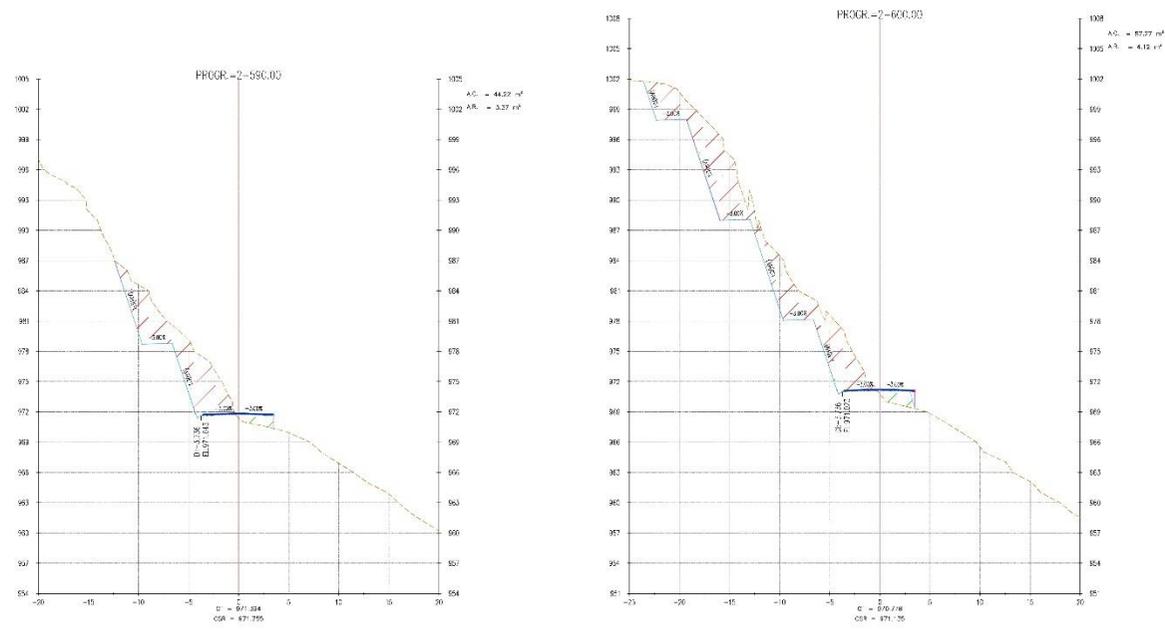
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Civil

TITULO		REVISIONES	
FECHA	DESCRIPCION	Nº	FECHA
2023	Propuesta de Diseño Geométrico	1	2023
2023	Propuesta de Diseño Geométrico	2	2023
2023	Propuesta de Diseño Geométrico	3	2023
2023	Propuesta de Diseño Geométrico	4	2023
2023	Propuesta de Diseño Geométrico	5	2023
2023	Propuesta de Diseño Geométrico	6	2023
2023	Propuesta de Diseño Geométrico	7	2023
2023	Propuesta de Diseño Geométrico	8	2023
2023	Propuesta de Diseño Geométrico	9	2023
2023	Propuesta de Diseño Geométrico	10	2023

# TESIS

**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO**  
**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 TRAMO (21500 AL 81040)

TFM/A 411-04  
 FICHA: 8272321  
 LAMBRAN.  
 01  
 3



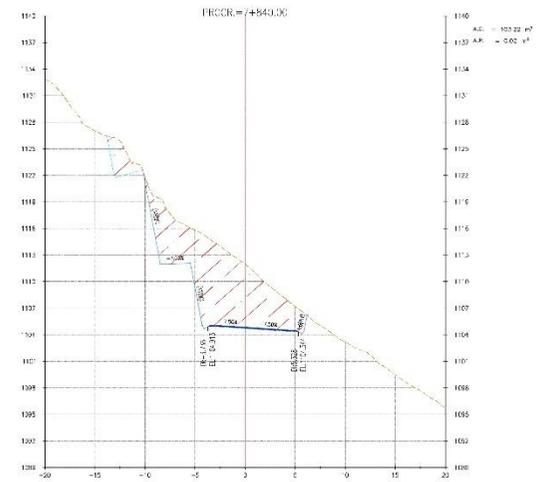
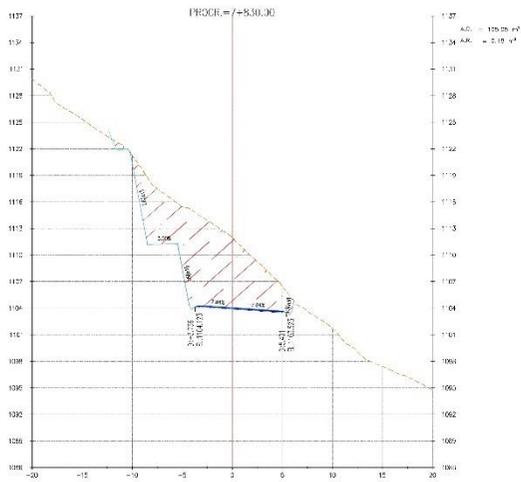
LEGENDA		REVISIONES	
[Symbol]	ÁREA DE SELENO	Nº	FECHA
[Symbol]	ÁREA DE CORTO	DESCRIPCIÓN	
[Symbol]	ÁREA DE PASADIZO		
[Symbol]	ÁREA DE PASADIZO		
[Symbol]	ÁREA DE PASADIZO		

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		REVISIONES	
Alumno:	Mc Ing. Gerardo Aybar Azaola	Nº	FECHA
Profesor:	Ing. Gerardo Flores Quispe	DESCRIPCIÓN	
Asesor:	Ing. Gerardo Flores Quispe		

# TESIS

**PLANO:**  
**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO**  
**SECCIONES TRANSVERSALES**  
**TRAMO (2+500 AL 8+040)**

TSPMA: 411.241  
 FICPA: 8272323  
 LMBRAN: 01  
 1/4" = 1'



LEYENDA	
[Hatched Area]	AREA DE RELLENO
[Blue Line]	AREA DE CORTA
[Dashed Line]	LINEA DE CORTA
[Dotted Line]	LINEA DE RELLENO

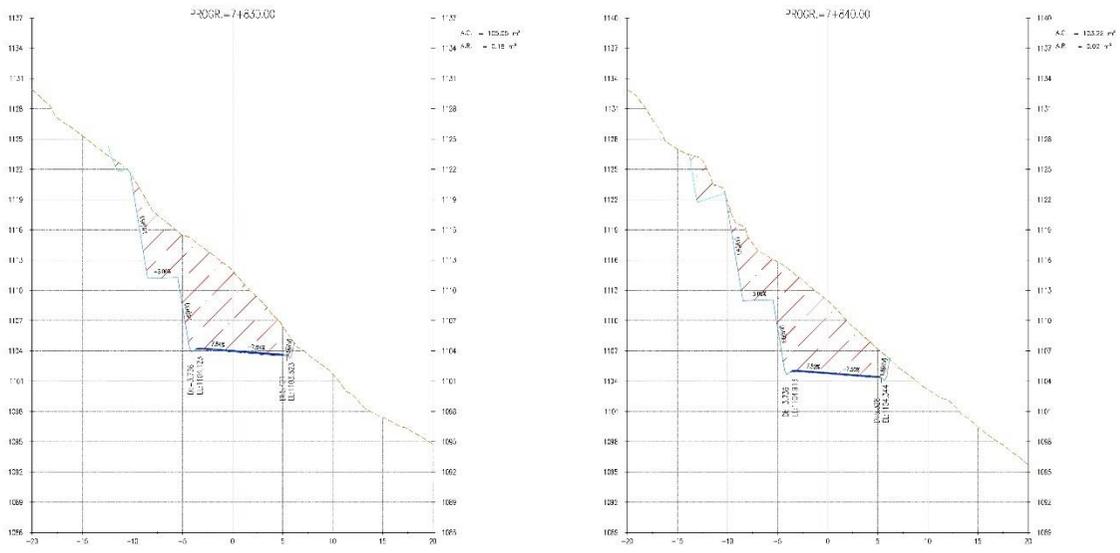
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Civil

REVISIONES		
Nº	FECHA	DESCRIPCION

# TESIS

PLANOS:  
 PROPUESTA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO  
 SECCIONES TRANSVERSALES  
 TRAMO (2+500 AL 2+010)

ESCALA: 1:100  
 ESTAD. 01  
 LÁMINAS: 01  
 ST - (130)



LEGENDA		ESCALAS	
[Shaded Area]	AREA DE SELENO	1:500	1:500
[Hatched Area]	AREA DE SELENO	1:500	1:500
[Dotted Area]	AREA DE SELENO	1:500	1:500
[Cross-hatched Area]	AREA DE SELENO	1:500	1:500
[Diagonal Lines]	AREA DE SELENO	1:500	1:500
[Horizontal Lines]	AREA DE SELENO	1:500	1:500
[Vertical Lines]	AREA DE SELENO	1:500	1:500

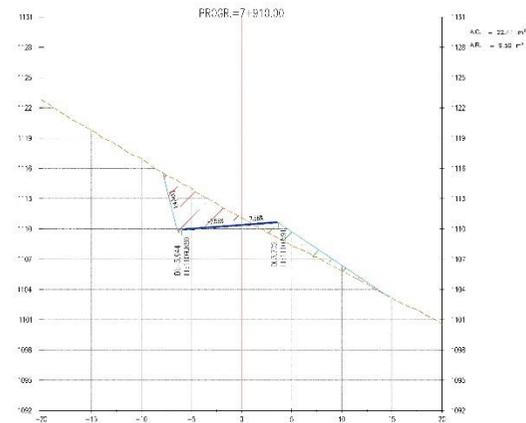
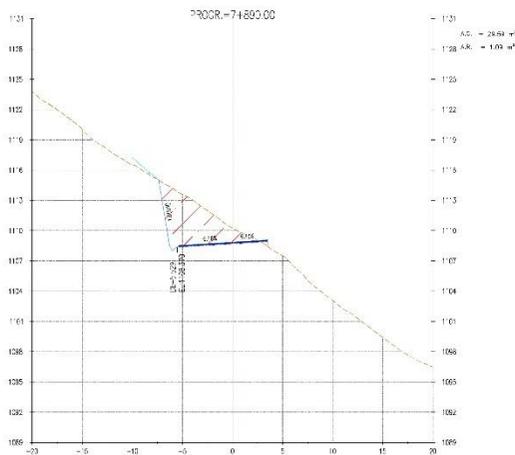
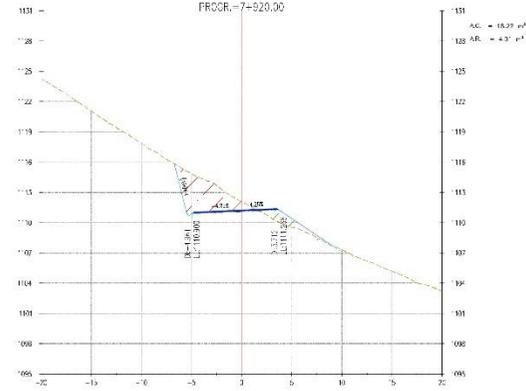
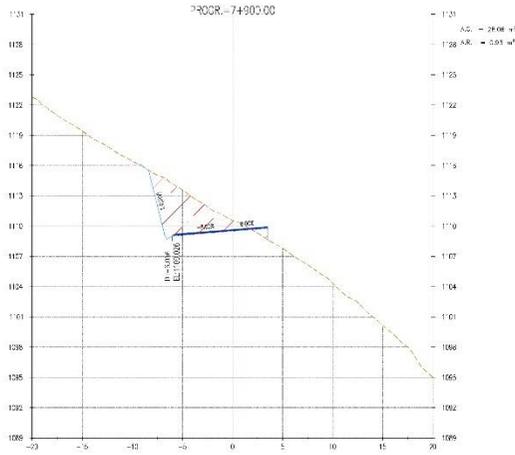
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Civil

TITULO		FECHA	
1	Propuesta de Diseño Geométrico	2015	2015
2	Revisión	2015	2015
3	Revisión	2015	2015

# TESIS

**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO**  
**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 TRAMO (2+500 AL 8+040)





LEGENDA		ESCALAS	
[Symbol]	ÁREA DE SELECCIÓN	1:500	1:100
[Symbol]	ÁREA DE SELECCIÓN	1:500	1:100
[Symbol]	ÁREA DE SELECCIÓN	1:500	1:100
[Symbol]	ÁREA DE SELECCIÓN	1:500	1:100

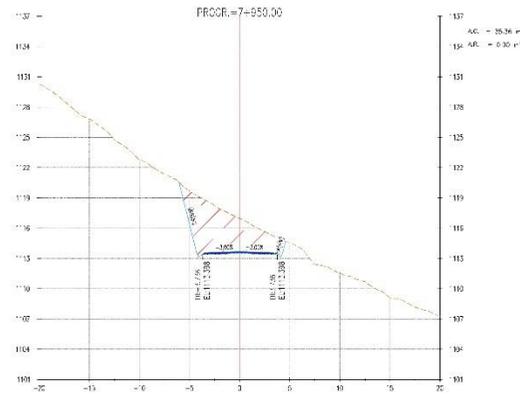
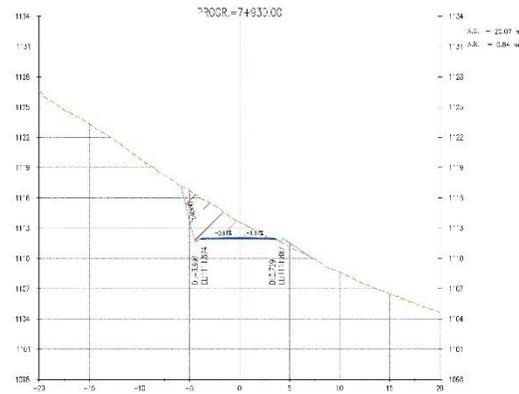
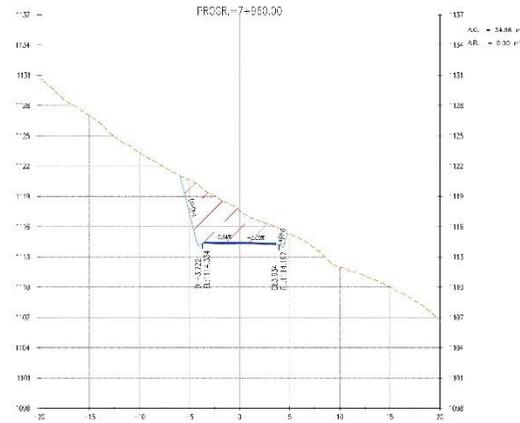
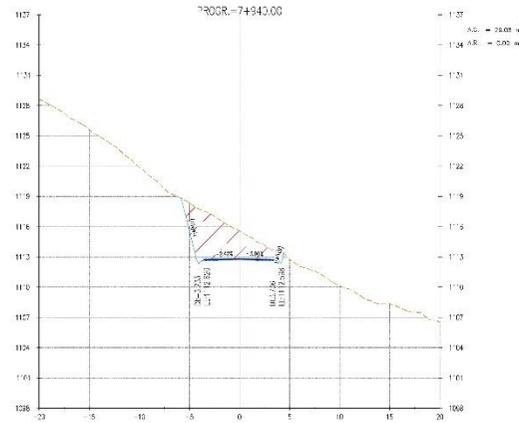
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Civil

REVISIONES	
N°	DESCRIPCIÓN
1	Sección Transversales

# TESIS

**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO**  
**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 TRAMO (2+500 AL 8+040)

PÁGINA: 411 DE 411  
 FECHA: 2023-12-21  
 ESCALA: 1:100



LEYENDA		ESCALAS	
[Green Box]	ÁREA DE RELEVO	1:500	1:500
[Hatched Box]	ÁREA DE OBRAS	1:500	1:500
[Dashed Box]	ÁREA DE SUBGRUPO	1:500	1:500
[Red Box]	ÁREA DE OBRAS DE OBRAS	1:500	1:500

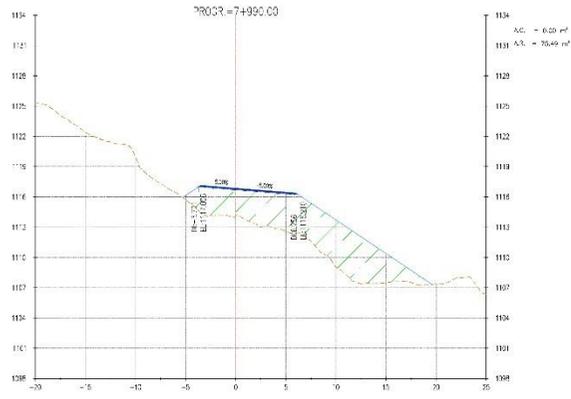
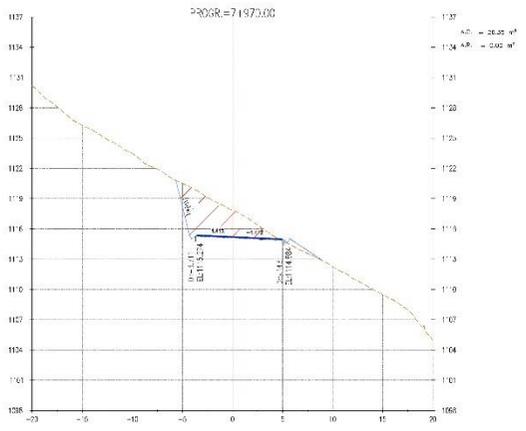
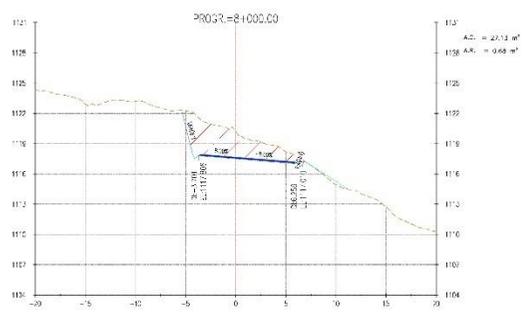
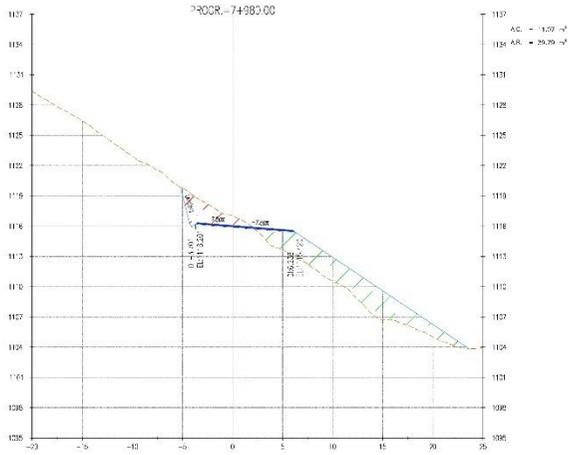
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Civil

TÍTULO		FECHA	
1	PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE SECCIONES TRANSVERSALES	2013	2013
2	REVISIÓN		
3	REVISIÓN		

# TESIS

**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE SECCIONES TRANSVERSALES**  
 TRAMO (2+500 AL 8+040)

PÁGINA: 411 DE 440  
 FECHA: 2013/12/21  
 LÍNEA: 01



LEYENDA	
[Hatched Area]	ÁREA DE SELECCIÓN
[Dotted Area]	ÁREA DE SELECCIÓN
[Solid Area]	ÁREA DE SELECCIÓN
[Line]	SEÑALAMIENTO

NOTAS	
1. APLICAR LAS NORMAS VIGENTES.	2. VERIFICAR LOS DATOS DE TERRENO.
3. ELABORAR EL DISEÑO DESENGAÑADO.	4. VERIFICAR EL DISEÑO DESENGAÑADO.
5. APLICAR LAS NORMAS VIGENTES.	6. VERIFICAR LOS DATOS DE TERRENO.

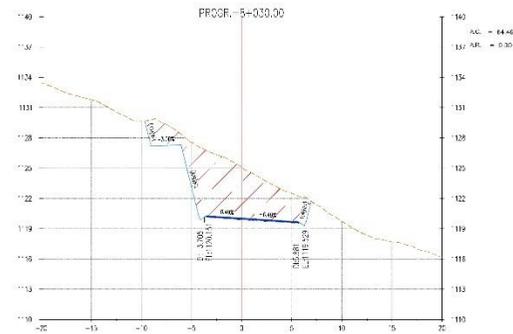
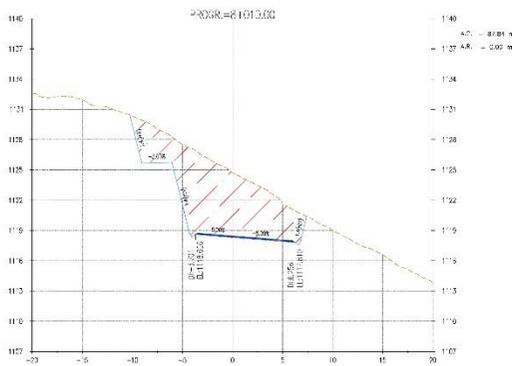
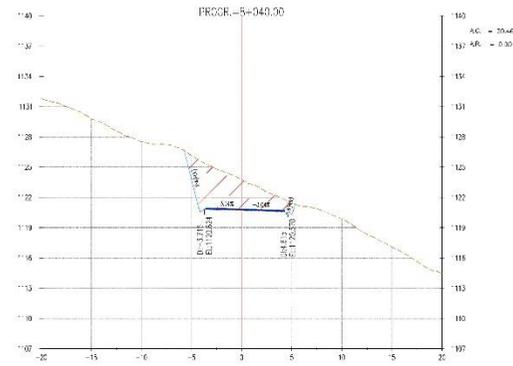
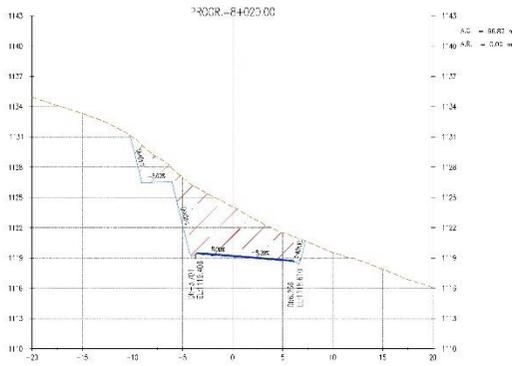
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Civil

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		REVISIÓN	
Nº	FECHA	Nº	FECHA
01	2013		
02			
03			

# TESIS

**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO**  
 SECCIONES TRANSVERSALES  
 TRAMO (2+500 AL 8+040)

FECHA:	2013
PROYECTO:	PROYECTO DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA NACIONAL N° 1000
TRAMO:	TRAMO (2+500 AL 8+040)
ESCALA:	1:100
PROYECTANTE:	ING. CARLOS ALBERTO GARCÍA
REVISOR:	ING. CARLOS ALBERTO GARCÍA
APROBADO:	ING. CARLOS ALBERTO GARCÍA



**LEYENDA**

[Green hatched]	ÁREA DE SELECCIÓN
[Red hatched]	ÁREA DE RECUBRIMIENTO
[Blue hatched]	ÁREA DE PAVIMENTO
[Yellow hatched]	ÁREA DE CIMENTACIÓN

**ESPECIFICACIONES**

1. TITULO DE DISEÑO GEOMÉTRICO	2. CANTONAMIENTO
3. ANCHO DE CARRETERA	4. ANCHO DE CARRILES
5. ANCHO DE VERTEDEROS	6. ANCHO DE PASADIZOS
7. ANCHO DE BARRANCO	8. ANCHO DE CIMENTACIÓN

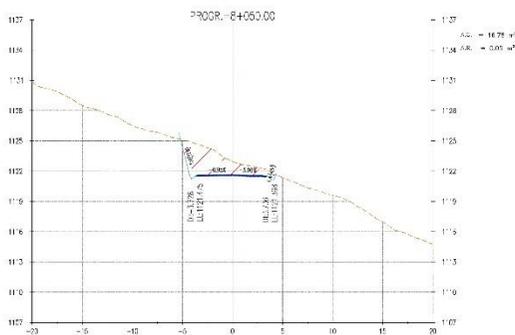
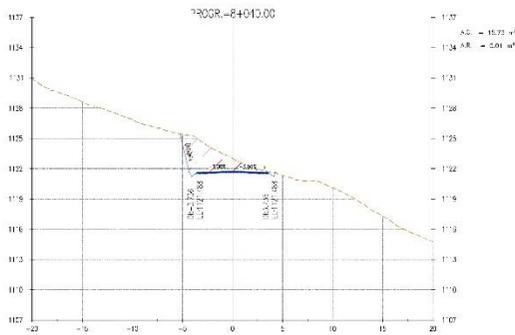
**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Civil

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		REVISIONES	
Nº	FECHA	Nº	DESCRIPCIÓN
01	2013		Seccións Transversales

# TESIS

**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO**  
 SECCIONES TRANSVERSALES  
 TRAMO (+2+500 AL +8+040)

TFM/A 411-04  
 FICHA: 8272323  
 L.MIRAN,  
 01



LEYENDA		ESCALAS	
[Green Box]	ÁREA DE RELEVO	1:500	1:500
[Yellow Box]	ÁREA DE CORTA	1:500	1:500
[Blue Box]	PROF. PROPUESTA	1:500	1:500
[Red Box]	PROF. EXISTENTE	1:500	1:500






**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
 Facultad de Ingeniería Civil

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		REVISIONES	
Nº	FECHA	Nº	DESCRIPCIÓN
01	2013	01	Sección Transversal
02		02	
03		03	

# TESIS

**PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO**  
**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 TRAMO (+2+500 AL +4+040)

TFM/A 411-041  
 FTM/A 827-2321  
 LMBRAN. 01  
 1:145

Anexo E

Metrados Replanteo & Propuesta

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg. Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**PLANILLA DE METRADOS REPLANTEO- EXPEDIENTE TÉCNICO**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m2)	Area Relleno (m2)	Volumen de Corte (m3)	CLASIFICACION DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m3)	Excavación en Roca Suelta (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Conformación de Terraplenes (m3)
					MS	RS	RF				
2+500.00	10.00	15.06	-	-	100	0.00	0.00	-	-	-	-
2+510.00	10.00	16.01	-	155.95	100	0.00	0.00	155.95	0.00	0.00	-
2+520.00	10.00	33.96	-	246.85	100	0.00	0.00	246.85	0.00	0.00	-
2+530.00	10.00	42.28	-	378.2	100	0.00	0.00	378.20	0.00	0.00	-
2+540.00	10.00	28.13	-	352.05	100	0.00	0.00	352.05	0.00	0.00	-
2+550.00	10.00	25.43	-	267.8	100	0.00	0.00	267.80	0.00	0.00	-
2+560.00	10.00	81.57	-	535	100	0.00	0.00	535.00	0.00	0.00	-
2+570.00	10.00	100.61	-	910.9	100	0.00	0.00	910.90	0.00	0.00	-
2+580.00	10.00	88.63	-	946.2	100	0.00	0.00	946.20	0.00	0.00	-
2+590.00	10.00	75.5	0.31	820.65	100	0.00	0.00	820.65	0.00	0.00	1.55
2+600.00	10.00	118.84	0.38	971.7	100	0.00	0.00	971.70	0.00	0.00	3.45
2+610.00	10.00	117.68	0.08	1182.6	100	0.00	0.00	1182.60	0.00	0.00	2.90
2+620.00	10.00	141.67	0.28	1286.75	100	0.00	0.00	1286.75	0.00	0.00	1.85
2+630.00	10.00	44.58	0.66	931.25	100	0.00	0.00	931.25	0.00	0.00	4.75
2+640.00	10.00	216.45	-	1305.15	100	0.00	0.00	1305.15	0.00	0.00	3.30
2+650.00	10.00	231.07	0.03	2237.6	100	0.00	0.00	2237.60	0.00	0.00	0.15
2+660.00	10.00	160.18	-	1956.75	100	0.00	0.00	1956.75	0.00	0.00	0.15
2+670.00	10.00	34.62	-	974	100	0.00	0.00	974.00	0.00	0.00	-
2+680.00	10.00	34.97	-	347.95	100	0.00	0.00	347.95	0.00	0.00	-
2+690.00	10.00	14.82	-	248.95	100	0.00	0.00	248.95	0.00	0.00	-
2+700.00	10.00	2.97	1.12	88.95	100	0.00	0.00	88.95	0.00	0.00	5.60
2+710.00	10.00	1.3	53.58	21.35	100	0.00	0.00	21.35	0.00	0.00	275.50
2+720.00	10.00	8.65	3.02	49.75	100	0.00	0.00	49.75	0.00	0.00	283.00
2+730.00	10.00	35.63	-	221.4	100	0.00	0.00	221.40	0.00	0.00	15.10
2+740.00	10.00	23.74	-	296.85	100	0.00	0.00	296.85	0.00	0.00	-
2+750.00	10.00	43.4	-	335.7	100	0.00	0.00	335.70	0.00	0.00	-
2+760.00	10.00	20.21	0.02	318.05	100	0.00	0.00	318.05	0.00	0.00	0.10
2+770.00	10.00	22.07	1.25	211.4	100	0.00	0.00	211.40	0.00	0.00	6.35
2+780.00	10.00	19.4	2.34	207.35	100	0.00	0.00	207.35	0.00	0.00	17.95
2+790.00	10.00	13.08	3.16	162.4	100	0.00	0.00	162.40	0.00	0.00	27.50
2+800.00	10.00	10.85	3.69	119.65	100	0.00	0.00	119.65	0.00	0.00	34.25
2+810.00	10.00	2.86	7.13	67.55	100	0.00	0.00	67.55	0.00	0.00	54.10
2+820.00	10.00	13.74	0.97	82	100	0.00	0.00	82.00	0.00	0.00	40.50
2+830.00	10.00	22.26	0.44	180	100	0.00	0.00	180.00	0.00	0.00	7.05
2+840.00	10.00	52.13	-	371.95	100	0.00	0.00	371.95	0.00	0.00	2.20
2+850.00	10.00	79.23	-	656.8	100	0.00	0.00	656.80	0.00	0.00	-
2+860.00	10.00	34.55	-	568.9	100	0.00	0.00	568.90	0.00	0.00	-
2+870.00	10.00	7.46	1.47	185.05	100	0.00	0.00	185.05	0.00	0.00	7.35
2+880.00	10.00	12.32	2.76	73.9	100	0.00	0.00	73.90	0.00	0.00	21.15
2+890.00	10.00	29.99	0.82	211.55	100	0.00	0.00	211.55	0.00	0.00	17.90
2+900.00	10.00	44.05	0.07	370.2	100	0.00	0.00	370.20	0.00	0.00	4.45
2+910.00	10.00	86.48	-	652.65	100	0.00	0.00	652.65	0.00	0.00	0.35
2+920.00	10.00	79.39	-	829.35	100	0.00	0.00	829.35	0.00	0.00	-
2+930.00	10.00	79.56	-	794.75	100	0.00	0.00	794.75	0.00	0.00	-
2+940.00	10.00	34.71	-	571.35	100	0.00	0.00	571.35	0.00	0.00	-
2+950.00	10.00	5.25	-	199.8	100	0.00	0.00	199.80	0.00	0.00	-
2+960.00	10.00	5.57	-	54.1	100	0.00	0.00	54.10	0.00	0.00	-
2+970.00	10.00	8.85	0.01	72.1	100	0.00	0.00	72.10	0.00	0.00	0.05
2+980.00	10.00	13.77	-	113.1	100	0.00	0.00	113.10	0.00	0.00	0.05
2+990.00	10.00	22.11	-	179.4	100	0.00	0.00	179.40	0.00	0.00	-
3+000.00	10.00	22.59	-	223.5	100	0.00	0.00	223.50	0.00	0.00	-
3+010.00	10.00	23.61	-	231	100	0.00	0.00	231.00	0.00	0.00	-
3+020.00	10.00	20.51	-	220.6	100	0.00	0.00	220.60	0.00	0.00	-
3+030.00	10.00	17.93	-	192.2	100	0.00	0.00	192.20	0.00	0.00	-
3+040.00	10.00	13.02	-	154.75	100	0.00	0.00	154.75	0.00	0.00	-
3+050.00	10.00	10.59	-	118.05	100	0.00	0.00	118.05	0.00	0.00	-
3+060.00	10.00	5.12	0.17	78.55	100	0.00	0.00	78.55	0.00	0.00	0.85
3+070.00	10.00	3.28	2.69	42	100	0.00	0.00	42.00	0.00	0.00	14.30
3+080.00	10.00	10.49	-	68.85	100	0.00	0.00	68.85	0.00	0.00	13.45
3+090.00	10.00	20.65	-	155.7	100	0.00	0.00	155.70	0.00	0.00	-
3+100.00	10.00	10.9	-	157.75	100	0.00	0.00	157.75	0.00	0.00	-
3+110.00	10.00	9.75	-	103.25	100	0.00	0.00	103.25	0.00	0.00	-
3+120.00	10.00	14.87	-	123.1	100	0.00	0.00	123.10	0.00	0.00	-
3+130.00	10.00	25.43	-	201.5	100	0.00	0.00	201.50	0.00	0.00	-
3+140.00	10.00	23.33	0.03	243.8	100	0.00	0.00	243.80	0.00	0.00	0.15
3+150.00	10.00	10.76	0.01	170.45	100	0.00	0.00	170.45	0.00	0.00	0.20
3+160.00	10.00	9.3	-	100.3	100	0.00	0.00	100.30	0.00	0.00	0.05
3+170.00	10.00	32.28	-	207.9	100	0.00	0.00	207.90	0.00	0.00	0.00
3+180.00	10.00	24.78	0.17	263.3	100	0.00	0.00	263.30	0.00	0.00	0.85
3+190.00	10.00	26.77	0.31	257.75	100	0.00	0.00	257.75	0.00	0.00	2.40
3+200.00	10.00	25.35	0.43	260.6	100	0.00	0.00	260.60	0.00	0.00	3.70
3+210.00	10.00	11.89	0.16	186.2	100	0.00	0.00	186.20	0.00	0.00	2.95
3+220.00	10.00	2.44	13.67	71.65	100	0.00	0.00	71.65	0.00	0.00	69.15
3+230.00	10.00	0.41	14.95	14.25	100	0.00	0.00	14.25	0.00	0.00	143.10
3+240.00	10.00	2.61	1.83	15.1	100	0.00	0.00	15.10	0.00	0.00	83.90
3+250.00	10.00	6.97	0.1	47.9	100	0.00	0.00	47.90	0.00	0.00	9.65
3+260.00	10.00	3.59	-	52.8	100	0.00	0.00	52.80	0.00	0.00	0.50
3+270.00	10.00	3.33	-	34.6	100	0.00	0.00	34.60	0.00	0.00	-
3+280.00	10.00	9.14	-	62.85	100	0.00	0.00	62.85	0.00	0.00	-
3+290.00	10.00	8.76	-	89.5	100	0.00	0.00	89.50	0.00	0.00	-
3+300.00	10.00	36.82	-	227.9	100	0.00	0.00	227.90	0.00	0.00	-
3+310.00	10.00	81.15	-	589.85	100	0.00	0.00	589.85	0.00	0.00	-
3+320.00	10.00	7.42	53.82	417.85	100	0.00	0.00	417.85	0.00	0.00	269.10
3+330.00	10.00	16.34	2.34	93.8	100	0.00	0.00	93.80	0.00	0.00	280.80
3+340.00	10.00	128.77	0.35	725.55	100	0.00	0.00	725.55	0.00	0.00	13.45
3+350.00	10.00	127.97	-	1283.7	100	0.00	0.00	1283.70	0.00	0.00	1.75
3+360.00	10.00	92.24	-	1101.05	100	0.00	0.00	1101.05	0.00	0.00	-
3+370.00	10.00	87.34	-	897.9	100	0.00	0.00	897.90	0.00	0.00	-
3+380.00	10.00	57.23	-	722.85	100	0.00	0.00	722.85	0.00	0.00	-
3+390.00	10.00	46.34	-	517.85	100	0.00	0.00	517.85	0.00	0.00	-
3+400.00	10.00	40.08	-	432.1	100	0.00	0.00	432.10	0.00	0.00	-
3+410.00	10.00	27.78	-	339.3	100	0.00	0.00	339.30	0.00	0.00	-
3+420.00	10.00	28.09	-	279.35	100	0.00	0.00	279.35	0.00	0.00	-
3+430.00	10.00	28.87	-	284.8	100	0.00	0.00	284.80	0.00	0.00	-

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg.Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**PLANILLA DE METRADOS REPLANTEO- EXPEDIENTE TÉCNICO**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m2)	Area Relleno (m2)	Volumen de Corte (m3)	CLASIFICACION DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Conformación de Terraplenes (m3)
					MS	RS	RF				
3+440.00	10.00	28.88	-	288.75	100	0.00	0.00	288.75	0.00	0.00	-
3+450.00	10.00	25.85	-	273.65	100	0.00	0.00	273.65	0.00	0.00	-
3+460.00	10.00	23.62	-	247.35	100	0.00	0.00	247.35	0.00	0.00	-
3+470.00	10.00	20.98	-	223	100	0.00	0.00	223.00	0.00	0.00	-
3+480.00	10.00	19.01	-	199.95	100	0.00	0.00	199.95	0.00	0.00	-
3+490.00	10.00	18.73	-	188.7	100	0.00	0.00	188.70	0.00	0.00	-
3+500.00	10.00	17.39	-	180.6	100	0.00	0.00	180.60	0.00	0.00	-
3+510.00	10.00	17.05	-	172.2	100	0.00	0.00	172.20	0.00	0.00	-
3+520.00	10.00	18.53	-	177.9	100	0.00	0.00	177.90	0.00	0.00	-
3+530.00	10.00	21.41	-	199.7	100	0.00	0.00	199.70	0.00	0.00	-
3+540.00	10.00	25.51	-	234.6	100	0.00	0.00	234.60	0.00	0.00	-
3+550.00	10.00	24.99	-	252.5	100	0.00	0.00	252.50	0.00	0.00	-
3+560.00	10.00	24.16	-	245.75	100	0.00	0.00	245.75	0.00	0.00	-
3+570.00	10.00	26.45	-	253.05	100	0.00	0.00	253.05	0.00	0.00	-
3+580.00	10.00	22.05	-	242.5	100	0.00	0.00	242.50	0.00	0.00	-
3+590.00	10.00	15.77	-	189.1	100	0.00	0.00	189.10	0.00	0.00	-
3+600.00	10.00	17.5	-	166.35	100	0.00	0.00	166.35	0.00	0.00	-
3+610.00	10.00	18.97	-	182.35	100	0.00	0.00	182.35	0.00	0.00	-
3+620.00	10.00	11.99	-	154.8	100	0.00	0.00	154.80	0.00	0.00	-
3+630.00	10.00	8.3	-	101.45	100	0.00	0.00	101.45	0.00	0.00	-
3+640.00	10.00	3.55	0.02	59.25	100	0.00	0.00	59.25	0.00	0.00	0.10
3+650.00	10.00	0.86	4.58	22.05	100	0.00	0.00	22.05	0.00	0.00	23.00
3+660.00	10.00	1.7	4.87	12.8	100	0.00	0.00	12.80	0.00	0.00	47.25
3+670.00	10.00	7.14	3.52	44.2	100	0.00	0.00	44.20	0.00	0.00	41.95
3+680.00	10.00	12.49	0.36	98.15	100	0.00	0.00	98.15	0.00	0.00	19.40
3+690.00	10.00	16.93	-	147.1	100	0.00	0.00	147.10	0.00	0.00	1.80
3+700.00	10.00	13.66	-	152.95	100	0.00	0.00	152.95	0.00	0.00	-
3+710.00	10.00	6.75	-	102.05	100	0.00	0.00	102.05	0.00	0.00	-
3+720.00	10.00	0.54	1.97	36.45	100	0.00	0.00	36.45	0.00	0.00	9.85
3+730.00	10.00	0.09	7.61	3.15	100	0.00	0.00	3.15	0.00	0.00	47.90
3+740.00	10.00	0.33	5.67	2.1	100	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	66.40
3+750.00	10.00	0.46	2.22	3.95	100	0.00	0.00	3.95	0.00	0.00	39.45
3+760.00	10.00	2.51	1.27	44.85	100	0.00	0.00	44.85	0.00	0.00	17.45
3+770.00	10.00	5.54	0.81	40.25	100	0.00	0.00	40.25	0.00	0.00	10.40
3+780.00	10.00	4.78	7.79	51.6	100	0.00	0.00	51.60	0.00	0.00	43.00
3+790.00	10.00	11.55	-	81.65	100	0.00	0.00	81.65	0.00	0.00	38.95
3+800.00	10.00	17.79	-	146.7	100	0.00	0.00	146.70	0.00	0.00	-
3+810.00	10.00	15.81	-	168	100	0.00	0.00	168.00	0.00	0.00	-
3+820.00	10.00	13.92	-	148.65	100	0.00	0.00	148.65	0.00	0.00	-
3+830.00	10.00	12.25	-	130.85	100	0.00	0.00	130.85	0.00	0.00	-
3+840.00	10.00	4.06	0.07	81.55	100	0.00	0.00	81.55	0.00	0.00	0.35
3+850.00	10.00	-	6.39	20.3	100	0.00	0.00	20.30	0.00	0.00	32.30
3+860.00	10.00	-	7.43	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	69.10
3+870.00	10.00	-	5.42	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.25
3+880.00	10.00	-	3.35	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.85
3+890.00	10.00	0.06	2.48	0.3	100	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	29.15
3+900.00	10.00	0.11	1.33	0.85	100	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	19.05
3+910.00	10.00	0.24	0.46	1.75	100	0.00	0.00	1.75	0.00	0.00	8.95
3+920.00	10.00	0.2	0.82	2.2	100	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	6.40
3+930.00	10.00	0.55	1.29	3.75	100	0.00	0.00	3.75	0.00	0.00	10.55
3+940.00	10.00	1.46	0.66	10.05	100	0.00	0.00	10.05	0.00	0.00	9.75
3+950.00	10.00	0.55	0.93	10.05	100	0.00	0.00	10.05	0.00	0.00	7.95
3+960.00	10.00	0.6	2.06	5.75	100	0.00	0.00	5.75	0.00	0.00	14.95
3+970.00	10.00	0.02	2.21	3.1	100	0.00	0.00	3.10	0.00	0.00	21.35
3+980.00	10.00	0.55	0.94	2.85	100	0.00	0.00	2.85	0.00	0.00	15.75
3+990.00	10.00	2.57	0.31	15.6	100	0.00	0.00	15.60	0.00	0.00	6.25
4+000.00	10.00	6.84	-	47.05	100	0.00	0.00	47.05	0.00	0.00	1.55
4+010.00	10.00	8.05	-	74.45	100	0.00	0.00	74.45	0.00	0.00	-
4+020.00	10.00	7.8	-	79.25	100	0.00	0.00	79.25	0.00	0.00	-
4+030.00	10.00	7.89	-	78.45	100	0.00	0.00	78.45	0.00	0.00	-
4+040.00	10.00	9.91	-	89	100	0.00	0.00	89.00	0.00	0.00	-
4+050.00	10.00	10.43	-	101.7	100	0.00	0.00	101.70	0.00	0.00	-
4+060.00	10.00	9.63	-	100.3	100	0.00	0.00	100.30	0.00	0.00	-
4+070.00	10.00	8.16	-	88.95	100	0.00	0.00	88.95	0.00	0.00	-
4+080.00	10.00	5.29	0.12	67.25	100	0.00	0.00	67.25	0.00	0.00	0.60
4+090.00	10.00	4.91	0.17	51	100	0.00	0.00	51.00	0.00	0.00	1.45
4+100.00	10.00	9.06	-	69.85	100	0.00	0.00	69.85	0.00	0.00	0.85
4+110.00	10.00	16.63	-	128.45	100	0.00	0.00	128.45	0.00	0.00	0.00
4+120.00	10.00	18.89	0.01	176.6	100	0.00	0.00	176.60	0.00	0.00	0.05
4+130.00	10.00	27.38	-	230.35	100	0.00	0.00	230.35	0.00	0.00	0.05
4+140.00	10.00	34.19	-	307.85	100	0.00	0.00	307.85	0.00	0.00	-
4+150.00	10.00	43.88	-	390.35	100	0.00	0.00	390.35	0.00	0.00	-
4+160.00	10.00	63.5	-	536.9	100	0.00	0.00	536.90	0.00	0.00	-
4+170.00	10.00	79.53	-	715.15	100	0.00	0.00	715.15	0.00	0.00	-
4+180.00	10.00	115.57	-	975.5	100	0.00	0.00	975.50	0.00	0.00	-
4+190.00	10.00	148.71	1.93	1321.4	100	0.00	0.00	1321.40	0.00	0.00	9.65
4+200.00	10.00	164.15	-	1564.3	100	0.00	0.00	1564.30	0.00	0.00	9.65
4+210.00	10.00	163.64	-	1638.95	100	0.00	0.00	1638.95	0.00	0.00	-
4+220.00	10.00	106.84	-	1352.4	100	0.00	0.00	1352.40	0.00	0.00	-
4+230.00	10.00	0	48.53	534.2	100	0.00	0.00	534.20	0.00	0.00	242.65
4+240.00	10.00	0	-	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	242.65
4+250.00	10.00	0	-	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4+260.00	10.00	0	72.3	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	361.50
4+270.00	10.00	0.03	13.89	0.15	100	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	430.25
4+280.00	10.00	16.03	-	80.3	100	0.00	0.00	80.30	0.00	0.00	69.45
4+290.00	10.00	46.52	-	312.75	100	0.00	0.00	312.75	0.00	0.00	-
4+300.00	10.00	92.66	-	695.9	100	0.00	0.00	695.90	0.00	0.00	-
4+310.00	10.00	78.2	-	854.3	100	0.00	0.00	854.30	0.00	0.00	-
4+320.00	10.00	52.4	-	653	100	0.00	0.00	653.00	0.00	0.00	-
4+330.00	10.00	38.73	-	455.65	100	0.00	0.00	455.65	0.00	0.00	-
4+340.00	10.00	33.15	-	359.4	100	0.00	0.00	359.40	0.00	0.00	-
4+350.00	10.00	27.99	-	305.7	100	0.00	0.00	305.70	0.00	0.00	-
4+360.00	10.00	21.81	-	249	100	0.00	0.00	249.00	0.00	0.00	-
4+370.00	10.00	15.62	-	187.15	100	0.00	0.00	187.15	0.00	0.00	-

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg. Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**PLANILLA DE METRADOS REPLANTEO- EXPEDIENTE TÉCNICO**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m2)	Area Relleno (m2)	Volumen de Corte (m3)	CLASIFICACION DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m3)	Excavación en Roca Suelta (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Conformación de Terraplenes (m3)
					MS	RS	RF				
4+380.00	10.00	8.73	-	121.75	100	0.00	0.00	121.75	0.00	0.00	-
4+390.00	10.00	2.61	0.07	56.7	100	0.00	0.00	56.70	0.00	0.00	0.35
4+400.00	10.00	3.25	-	29.3	100	0.00	0.00	29.30	0.00	0.00	0.35
4+410.00	10.00	2.26	-	27.55	100	0.00	0.00	27.55	0.00	0.00	-
4+420.00	10.00	1.85	-	20.55	100	0.00	0.00	20.55	0.00	0.00	-
4+430.00	10.00	0	0.01	9.25	100	0.00	0.00	9.25	0.00	0.00	0.05
4+440.00	10.00	2.28	-	11.4	100	0.00	0.00	11.40	0.00	0.00	0.05
4+450.00	10.00	2.85	-	25.65	100	0.00	0.00	25.65	0.00	0.00	0.00
4+460.00	10.00	1.74	-	22.95	100	0.00	0.00	22.95	0.00	0.00	-
4+470.00	10.00	1.63	-	16.85	100	0.00	0.00	16.85	0.00	0.00	-
4+480.00	10.00	1.12	-	13.75	100	0.00	0.00	13.75	0.00	0.00	-
4+490.00	10.00	0.91	0.01	10.15	100	0.00	0.00	10.15	0.00	0.00	0.05
4+500.00	10.00	1.13	0.01	10.2	100	0.00	0.00	10.20	0.00	0.00	0.10
4+510.00	10.00	1.11	0.01	11.2	100	0.00	0.00	11.20	0.00	0.00	0.10
4+520.00	10.00	1.4	-	12.55	100	0.00	0.00	12.55	0.00	0.00	0.05
4+530.00	10.00	1.8	-	16	100	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	-
4+540.00	10.00	2.3	-	20.5	100	0.00	0.00	20.50	0.00	0.00	-
4+550.00	10.00	2.22	-	22.6	100	0.00	0.00	22.60	0.00	0.00	-
4+560.00	10.00	3.78	-	30	100	0.00	0.00	30.00	0.00	0.00	-
4+570.00	10.00	4.81	-	42.95	100	0.00	0.00	42.95	0.00	0.00	-
4+580.00	10.00	3.7	-	42.55	100	0.00	0.00	42.55	0.00	0.00	-
4+590.00	10.00	3.32	-	35.1	100	0.00	0.00	35.10	0.00	0.00	-
4+600.00	10.00	3.32	-	33.2	100	0.00	0.00	33.20	0.00	0.00	-
4+610.00	10.00	4.22	-	37.7	100	0.00	0.00	37.70	0.00	0.00	-
4+620.00	10.00	4.48	-	43.5	100	0.00	0.00	43.50	0.00	0.00	-
4+630.00	10.00	0	-	22.4	100	0.00	0.00	22.40	0.00	0.00	-
4+640.00	10.00	3.55	-	17.75	100	0.00	0.00	17.75	0.00	0.00	-
4+650.00	10.00	3.59	-	35.7	100	0.00	0.00	35.70	0.00	0.00	-
4+660.00	10.00	3.98	-	37.85	100	0.00	0.00	37.85	0.00	0.00	-
4+670.00	10.00	1.85	-	29.15	100	0.00	0.00	29.15	0.00	0.00	-
4+680.00	10.00	0.98	0.28	14.15	100	0.00	0.00	14.15	0.00	0.00	1.40
4+690.00	10.00	1.91	0.62	14.45	100	0.00	0.00	14.45	0.00	0.00	4.50
4+700.00	10.00	2.26	0.28	20.85	100	0.00	0.00	20.85	0.00	0.00	4.50
4+710.00	10.00	2.01	0.05	21.35	100	0.00	0.00	21.35	0.00	0.00	1.65
4+720.00	10.00	3.03	0.01	25.2	100	0.00	0.00	25.20	0.00	0.00	0.30
4+730.00	10.00	2.7	0.03	28.65	100	0.00	0.00	28.65	0.00	0.00	0.20
4+740.00	10.00	0.66	0.1	16.8	100	0.00	0.00	16.80	0.00	0.00	0.65
4+750.00	10.00	0.24	0.41	4.5	100	0.00	0.00	4.50	0.00	0.00	2.55
4+760.00	10.00	0.85	1.1	5.45	100	0.00	0.00	5.45	0.00	0.00	7.55
4+770.00	10.00	0.13	2.01	4.9	100	0.00	0.00	4.90	0.00	0.00	15.55
4+780.00	10.00	0.17	1.81	1.5	100	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	19.10
4+790.00	10.00	0.24	1.9	2.05	100	0.00	0.00	2.05	0.00	0.00	18.55
4+800.00	10.00	1.3	0.71	7.7	100	0.00	0.00	7.70	0.00	0.00	13.05
4+810.00	10.00	0.14	1.85	7.2	100	0.00	0.00	7.20	0.00	0.00	12.90
4+820.00	10.00	3.52	-	18.3	100	0.00	0.00	18.30	0.00	0.00	9.25
4+830.00	10.00	2.58	0.53	30.5	100	0.00	0.00	30.50	0.00	0.00	2.65
4+840.00	10.00	6.34	0.09	44.6	100	0.00	0.00	44.60	0.00	0.00	3.10
4+850.00	10.00	11.53	-	89.35	100	0.00	0.00	89.35	0.00	0.00	0.45
4+860.00	10.00	13.94	-	122.85	100	0.00	0.00	122.85	0.00	0.00	-
4+870.00	10.00	10.1	-	115.7	100	0.00	0.00	115.70	0.00	0.00	-
4+880.00	10.00	9.91	-	100.05	100	0.00	0.00	100.05	0.00	0.00	-
4+890.00	10.00	15.96	-	129.35	100	0.00	0.00	129.35	0.00	0.00	-
4+900.00	10.00	18.86	-	174.1	100	0.00	0.00	174.10	0.00	0.00	-
4+910.00	10.00	18.7	-	187.8	100	0.00	0.00	187.80	0.00	0.00	-
4+920.00	10.00	14.65	-	166.75	100	0.00	0.00	166.75	0.00	0.00	-
4+930.00	10.00	9.06	-	118.55	100	0.00	0.00	118.55	0.00	0.00	-
4+940.00	10.00	3.53	0.05	62.95	100	0.00	0.00	62.95	0.00	0.00	0.25
4+950.00	10.00	0.14	0.87	18.35	100	0.00	0.00	18.35	0.00	0.00	4.60
4+960.00	10.00	0.2	2.02	1.7	100	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	14.45
4+970.00	10.00	0.14	2.12	1.7	100	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	20.70
4+980.00	10.00	0.83	1.12	4.85	100	0.00	0.00	4.85	0.00	0.00	16.20
4+990.00	10.00	0.55	0.76	6.9	100	0.00	0.00	6.90	0.00	0.00	9.40
5+000.00	10.00	1.03	-	7.9	100	0.00	0.00	7.90	0.00	0.00	3.80
5+010.00	10.00	1.44	-	12.35	100	0.00	0.00	12.35	0.00	0.00	-
5+020.00	10.00	4.12	-	27.8	100	0.00	0.00	27.80	0.00	0.00	-
5+030.00	10.00	7.11	-	56.15	100	0.00	0.00	56.15	0.00	0.00	-
5+040.00	10.00	9.09	-	81	100	0.00	0.00	81.00	0.00	0.00	-
5+050.00	10.00	7.2	-	81.45	100	0.00	0.00	81.45	0.00	0.00	-
5+060.00	10.00	6.77	-	69.85	100	0.00	0.00	69.85	0.00	0.00	-
5+070.00	10.00	5.11	-	59.4	100	0.00	0.00	59.40	0.00	0.00	-
5+080.00	10.00	4.56	-	48.35	100	0.00	0.00	48.35	0.00	0.00	-
5+090.00	10.00	5.22	-	48.9	100	0.00	0.00	48.90	0.00	0.00	-
5+100.00	10.00	6.46	-	58.4	100	0.00	0.00	58.40	0.00	0.00	-
5+110.00	10.00	8.38	-	74.2	100	0.00	0.00	74.20	0.00	0.00	-
5+120.00	10.00	8.54	-	84.6	100	0.00	0.00	84.60	0.00	0.00	-
5+130.00	10.00	8.85	-	86.95	100	0.00	0.00	86.95	0.00	0.00	-
5+140.00	10.00	8.72	-	87.85	100	0.00	0.00	87.85	0.00	0.00	-
5+150.00	10.00	5.79	-	72.55	100	0.00	0.00	72.55	0.00	0.00	-
5+160.00	10.00	10.98	-	83.85	100	0.00	0.00	83.85	0.00	0.00	-
5+170.00	10.00	13.83	-	124.05	100	0.00	0.00	124.05	0.00	0.00	-
5+180.00	10.00	14.66	-	142.45	100	0.00	0.00	142.45	0.00	0.00	-
5+190.00	10.00	9.83	-	122.45	100	0.00	0.00	122.45	0.00	0.00	-
5+200.00	10.00	7.27	-	85.5	100	0.00	0.00	85.50	0.00	0.00	-
5+210.00	10.00	8.13	-	77	100	0.00	0.00	77.00	0.00	0.00	-
5+220.00	10.00	10.24	-	91.85	100	0.00	0.00	91.85	0.00	0.00	-
5+230.00	10.00	10.69	-	104.65	100	0.00	0.00	104.65	0.00	0.00	-
5+240.00	10.00	10.08	-	103.85	100	0.00	0.00	103.85	0.00	0.00	-
5+250.00	10.00	8.4	0.02	92.4	100	0.00	0.00	92.40	0.00	0.00	0.10
5+260.00	10.00	10.4	0.98	94	100	0.00	0.00	94.00	0.00	0.00	5.00
5+270.00	10.00	9.75	0.88	100.75	100	0.00	0.00	100.75	0.00	0.00	9.30
5+280.00	10.00	11.44	-	105.95	100	0.00	0.00	105.95	0.00	0.00	4.40
5+290.00	10.00	17.02	-	142.3	100	0.00	0.00	142.30	0.00	0.00	-
5+300.00	10.00	13.2	-	151.1	100	0.00	0.00	151.10	0.00	0.00	-
5+310.00	10.00	12.25	-	127.25	100	0.00	0.00	127.25	0.00	0.00	-

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg.Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



**PLANILLA DE METRADOS REPLANTEO- EXPEDIENTE TÉCNICO**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m2)	Area Relleno (m2)	Volumen de Corte (m3)	CLASIFICACION DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m3)	Excavación en Roca Suelta (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Conformación de Terraplenes (m3)
					MS	RS	RF				
5+320.00	10.00	15.75	-	140	100	0.00	0.00	140.00	0.00	0.00	-
5+330.00	10.00	16.34	-	160.45	100	0.00	0.00	160.45	0.00	0.00	-
5+340.00	10.00	10.59	-	134.65	100	0.00	0.00	134.65	0.00	0.00	-
5+350.00	10.00	12.73	-	116.6	100	0.00	0.00	116.60	0.00	0.00	-
5+360.00	10.00	9.63	-	111.8	100	0.00	0.00	111.80	0.00	0.00	-
5+370.00	10.00	7.27	0.01	84.5	100	0.00	0.00	84.50	0.00	0.00	0.05
5+380.00	10.00	6.1	0.02	66.85	100	0.00	0.00	66.85	0.00	0.00	0.15
5+390.00	10.00	10.68	-	83.9	100	0.00	0.00	83.90	0.00	0.00	0.10
5+400.00	10.00	13.86	-	122.7	100	0.00	0.00	122.70	0.00	0.00	0.00
5+410.00	10.00	13.87	-	138.65	100			138.65	0.00	0.00	0.00
5+420.00	10.00	18.23	-	160.5	100			160.50	0.00	0.00	0.00
5+430.00	10.00	20.36	-	192.95	100			192.95	0.00	0.00	0.00
5+440.00	10.00	40.43	-	303.95	100			303.95	0.00	0.00	0.00
5+450.00	10.00	50.16	-	452.95	100			452.95	0.00	0.00	0.00
5+460.00	10.00	51.43	-	507.95	100			507.95	0.00	0.00	0.00
5+470.00	10.00	30.83	-	411.3	100			411.30	0.00	0.00	0.00
5+480.00	10.00	18.35	-	245.9	100			245.90	0.00	0.00	0.00
5+490.00	10.00	13	-	156.75	100			156.75	0.00	0.00	0.00
5+500.00	10.00	20.14	8.9	165.7	98	15.00		140.85	24.86	0.00	44.50
5+510.00	10.00	49.15	-	346.45	85	15.00		294.48	51.97	0.00	44.50
5+520.00	10.00	130.72	-	899.35	25	60.00	15.00	224.84	539.61	134.90	0.00
5+530.00	10.00	173.04	-	1518.8	25	60.00	15.00	379.70	911.28	227.82	0.00
5+540.00	10.00	222.44	-	1977.4	25	60.00	15.00	494.35	1186.44	296.61	0.00
5+550.00	10.00	160.9	-	1936.7	25	60.00	15.00	479.18	1150.02	289.51	0.00
5+560.00	10.00	243.13	-	2020.15	25	60.00	15.00	505.04	1212.09	303.02	0.00
5+570.00	10.00	155.14	-	1991.35	25	60.00	15.00	497.84	1194.81	298.70	0.00
5+580.00	10.00	146.14	-	1506.4	25	60.00	15.00	376.60	903.84	225.96	0.00
5+590.00	10.00	186.27	-	1662.05	25	60.00	15.00	415.51	997.23	249.31	0.00
5+600.00	10.00	129.46	-	1578.65	45	40.00	15.00	710.39	632.46	236.80	0.00
5+610.00	10.00	126.67	-	1280.65	45	40.00	15.00	576.29	512.26	192.10	0.00
5+620.00	10.00	103.97	-	1153.2	100			1153.20	0.00	0.00	0.00
5+630.00	10.00	78.6	-	912.85	100			912.85	0.00	0.00	0.00
5+640.00	10.00	77.38	-	779.9	100			779.90	0.00	0.00	0.00
5+650.00	10.00	71.04	-	742.1	100			742.10	0.00	0.00	0.00
5+660.00	10.00	42.35	-	566.95	100			566.95	0.00	0.00	0.00
5+670.00	10.00	82.64	-	624.95	100			624.95	0.00	0.00	0.00
5+680.00	10.00	61.68	-	721.6	100			721.60	0.00	0.00	0.00
5+690.00	10.00	32.83	-	472.55	100			472.55	0.00	0.00	0.00
5+700.00	10.00	45.65	-	392.4	100			392.40	0.00	0.00	0.00
5+710.00	10.00	31.4	-	385.25	100			385.25	0.00	0.00	0.00
5+720.00	10.00	28.6	-	300	100			300.00	0.00	0.00	0.00
5+730.00	10.00	30.19	-	293.95	100			293.95	0.00	0.00	0.00
5+740.00	10.00	37.73	-	339.6	100			339.60	0.00	0.00	0.00
5+750.00	10.00	40.16	-	389.45	100			389.45	0.00	0.00	0.00
5+760.00	10.00	36.59	-	383.75	100			383.75	0.00	0.00	0.00
5+770.00	10.00	34.72	-	356.55	100			356.55	0.00	0.00	0.00
5+780.00	10.00	25.22	-	299.7	100			299.70	0.00	0.00	0.00
5+790.00	10.00	33.73	-	294.75	100			294.75	0.00	0.00	0.00
5+800.00	10.00	47.19	-	404.6	100			404.60	0.00	0.00	0.00
5+810.00	10.00	62.4	-	547.95	100			547.95	0.00	0.00	0.00
5+820.00	10.00	94.83	-	786.15	85	15.00		668.23	117.92	0.00	0.00
5+830.00	10.00	80.24	-	875.35	85	15.00		744.05	131.30	0.00	0.00
5+840.00	10.00	44.66	-	624.5	85	15.00		530.83	93.68	0.00	0.00
5+850.00	10.00	46.92	0.88	457.9	85	15.00		389.22	68.69	0.00	4.40
5+860.00	10.00	60.84	-	538.8	85	15.00		457.98	80.82	0.00	4.40
5+870.00	10.00	28.52	-	446.8	85	15.00		379.78	67.02	0.00	0.00
5+880.00	10.00	44.28	-	364	100			364.00	0.00	0.00	0.00
5+890.00	10.00	46.52	-	454	100			454.00	0.00	0.00	0.00
5+900.00	10.00	30.15	-	383.35	100			383.35	0.00	0.00	0.00
5+910.00	10.00	51.57	-	408.6	100			408.60	0.00	0.00	0.00
5+920.00	10.00	96.51	-	740.4	100			740.40	0.00	0.00	0.00
5+930.00	10.00	83.15	-	898.3	100			898.30	0.00	0.00	0.00
5+940.00	10.00	68.17	-	756.6	10	60.00	30.00	75.66	453.96	226.98	0.00
5+950.00	10.00	80.23	-	742	10	60.00	30.00	74.20	445.20	222.60	0.00
5+960.00	10.00	124.02	-	1021.25	10	60.00	30.00	102.13	612.75	306.38	0.00
5+970.00	10.00	107.32	-	1156.7	10	60.00	30.00	115.67	694.02	347.01	0.00
5+980.00	10.00	19.46	14.09	633.9	10	85.00	5.00	63.39	538.82	31.70	70.45
5+990.00	10.00	41.52	2.08	304.9	10	85.00	5.00	30.49	259.17	15.25	80.85
6+000.00	10.00	103.81	-	726.65	10	75.00	15.00	72.67	544.99	109.00	10.40
6+010.00	10.00	155	-	1294.05	10	75.00	15.00	129.41	970.54	194.11	0.00
6+020.00	10.00	246.86	-	2009.3	75.00	25.00	0.00	1506.98	502.33	0.00	0.00
6+030.00	10.00	200.12	-	2234.9	75.00	25.00	0.00	1676.18	558.73	0.00	0.00
6+040.00	10.00	230.77	-	2154.45	55.00	45.00	0.00	1184.95	969.50	0.00	0.00
6+050.00	10.00	148.27	1.47	1895.2	55.00	45.00	0.00	1042.36	852.84	7.35	0.00
6+060.00	10.00	150.94	-	1496.05	0	75.00	25.00	0.00	1122.04	374.01	7.35
6+070.00	10.00	63.46	-	1072	75.00	25.00	0.00	804.00	268.00	0.00	0.00
6+080.00	10.00	34.45	-	489.55	20	65.00	15.00	97.91	318.21	73.43	0.00
6+090.00	10.00	18.16	1.42	263.05	20	65.00	15.00	52.61	170.98	39.46	7.10
6+100.00	10.00	44.78	-	314.7	20	65.00	15.00	62.94	204.56	47.21	7.10
6+110.00	10.00	129.33	-	870.55	20	65.00	15.00	174.11	565.86	130.58	0.00
6+120.00	10.00	108.69	-	1190.1	15	65.00	20.00	178.52	773.57	238.02	0.00
6+130.00	10.00	80.58	-	946.35	15	65.00	20.00	141.95	615.13	189.27	0.00
6+140.00	10.00	83.17	-	818.75	65	35.00		532.19	286.56	0.00	0.00
6+150.00	10.00	94.93	-	890.5	65	35.00		578.83	311.68	0.00	0.00
6+160.00	10.00	107.33	-	1011.3	65	35.00		657.35	353.96	0.00	0.00
6+170.00	10.00	122.06	-	1146.95	65	35.00		745.52	401.43	0.00	0.00
6+180.00	10.00	94.21	-	1081.35	20	60.00	20.00	216.27	648.81	216.27	0.00
6+190.00	10.00	89.5	-	918.55	20	60.00	20.00	183.71	551.13	183.71	0.00
6+200.00	10.00	134.67	-	1120.85	20	60.00	20.00	224.17	672.51	224.17	0.00
6+210.00	10.00	129.04	-	1318.55	20	60.00	20.00	263.71	791.13	263.71	0.00
6+220.00	10.00	122.54	-	1257.9	95	5.00		1195.01	62.90	0.00	0.00
6+230.00	10.00	90.02	-	1062.8	95	5.00		1009.66	53.14	0.00	0.00
6+240.00	10.00	76.92	-	834.7	85	15.00		709.50	125.21	0.00	0.00
6+250.00	10.00	97.77	-	873.45	85	15.00		742.43	131.02	0.00	0.00

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg. Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**PLANILLA DE METRADOS REPLANTEO- EXPEDIENTE TÉCNICO**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m2)	Area Relleno (m2)	Volumen de Corte (m3)	CLASIFICACION DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m3)	Excavación en Roca Suelta (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Conformación de Terraplenes (m3)
					MS	RS	RF				
6+260.00	10.00	102.46		1001.15	35	50.00	15.00	350.40	500.58	150.17	0.00
6+270.00	10.00	80.56		915.1	35	50.00	15.00	320.29	457.55	137.27	0.00
6+280.00	10.00	79.23		798.95	35	50.00	15.00	279.63	399.48	119.84	0.00
6+290.00	10.00	78.82		790.25	35	50.00	15.00	276.59	395.13	118.54	0.00
6+300.00	10.00	13.4	11.3	461.1	100			461.10	0.00	0.00	56.50
6+310.00	10.00	39.58		264.9	100			264.90	0.00	0.00	56.50
6+320.00	10.00	118.48		790.3	100			790.30	0.00	0.00	0.00
6+330.00	10.00	180.42		1494.5	100			1494.50	0.00	0.00	0.00
6+340.00	10.00	208.87		1946.45	100			1946.45	0.00	0.00	0.00
6+350.00	10.00	132.53		1707	100			1707.00	0.00	0.00	0.00
6+360.00	10.00	105.71		1191.2	100			1191.20	0.00	0.00	0.00
6+370.00	10.00	84.88		952.95	100			952.95	0.00	0.00	0.00
6+380.00	10.00	67.39		761.35	100			761.35	0.00	0.00	0.00
6+390.00	10.00	45.5		564.45	100			564.45	0.00	0.00	0.00
6+400.00	10.00	41.68		435.9	100			435.90	0.00	0.00	0.00
6+410.00	10.00	14.97		283.25	100			283.25	0.00	0.00	0.00
6+420.00	10.00	28.68		218.25	100			218.25	0.00	0.00	0.00
6+430.00	10.00	56.07		423.75	100			423.75	0.00	0.00	0.00
6+440.00	10.00	43.54		498.05	100			498.05	0.00	0.00	0.00
6+450.00	10.00	44.37		439.55	100			439.55	0.00	0.00	0.00
6+460.00	10.00	36.63		405	100			405.00	0.00	0.00	0.00
6+470.00	10.00	46.87		417.5	100			417.50	0.00	0.00	0.00
6+480.00	10.00	35.78		413.25	100			413.25	0.00	0.00	0.00
6+490.00	10.00	4.78	8.25	202.8	100			202.80	0.00	0.00	41.25
6+500.00	10.00	9.28	1.54	70.3	100			70.30	0.00	0.00	48.95
6+510.00	10.00	37.33		233.05	100			233.05	0.00	0.00	7.70
6+520.00	10.00	40.88		391.05	100			391.05	0.00	0.00	0.00
6+530.00	10.00	26.36		336.2	100			336.20	0.00	0.00	0.00
6+540.00	10.00	27.98		271.7	100			271.70	0.00	0.00	0.00
6+550.00	10.00	31.11		295.45	100			295.45	0.00	0.00	0.00
6+560.00	10.00	24.48		277.95	100			277.95	0.00	0.00	0.00
6+570.00	10.00	31		277.4	100			277.40	0.00	0.00	0.00
6+580.00	10.00	46.74		388.7	100			388.70	0.00	0.00	0.00
6+590.00	10.00	47.19		469.65	100			469.65	0.00	0.00	0.00
6+600.00	10.00	0	39.29	235.95	100			235.95	0.00	0.00	196.45
6+610.00	10.00	0	165.76	0	100			0.00	0.00	0.00	1025.25
6+620.00	10.00	0.47	37.39	2.35	100			2.35	0.00	0.00	1015.75
6+630.00	10.00	86.99		437.3	100			437.30	0.00	0.00	186.95
6+640.00	10.00	58.52		727.55	100			727.55	0.00	0.00	0.00
6+650.00	10.00	25.71		421.15	100			421.15	0.00	0.00	0.00
6+660.00	10.00	33.04		293.75	100			293.75	0.00	0.00	0.00
6+670.00	10.00	29.14		310.9	100			310.90	0.00	0.00	0.00
6+680.00	10.00	29.89	3.96	295.15	100			295.15	0.00	0.00	19.80
6+690.00	10.00	54.05		419.7	100			419.70	0.00	0.00	19.80
6+700.00	10.00	64.42		592.35	100			592.35	0.00	0.00	0.00
6+710.00	10.00	77.97		711.95	100			711.95	0.00	0.00	0.00
6+720.00	10.00	53.49		657.3	100			657.30	0.00	0.00	0.00
6+730.00	10.00	39.37		464.3	100			464.30	0.00	0.00	0.00
6+740.00	10.00	56.63		480	100			480.00	0.00	0.00	0.00
6+750.00	10.00	20.52	0.79	385.75	100			385.75	0.00	0.00	3.95
6+760.00	10.00	26.09		233.05	100			233.05	0.00	0.00	3.95
6+770.00	10.00	20.18		231.35	100			231.35	0.00	0.00	0.00
6+780.00	10.00	16.02	1.78	181	100			181.00	0.00	0.00	8.90
6+790.00	10.00	21.09		185.55	100			185.55	0.00	0.00	8.90
6+800.00	10.00	14.68		178.85	100			178.85	0.00	0.00	0.00
6+810.00	10.00	54.72		347	100			347.00	0.00	0.00	0.00
6+820.00	10.00	66.7		607.1	100			607.10	0.00	0.00	0.00
6+830.00	10.00	17.01		418.55	100			418.55	0.00	0.00	0.00
6+840.00	10.00	49.37		331.9	100			331.90	0.00	0.00	0.00
6+850.00	10.00	34.28		418.25	100			418.25	0.00	0.00	0.00
6+860.00	10.00	30.48		323.80	100			323.80	0.00	0.00	0.00
6+870.00	10.00	29.22		298.5	100			298.50	0.00	0.00	0.00
6+880.00	10.00	18.39		238.05	100			238.05	0.00	0.00	0.00
6+890.00	10.00	35.27		268.3	100			268.30	0.00	0.00	0.00
6+900.00	10.00	29.52		323.95	100			323.95	0.00	0.00	0.00
6+910.00	10.00	7.64		185.8	100			185.80	0.00	0.00	0.00
6+920.00	10.00	1.74	1.79	46.9	100			46.90	0.00	0.00	8.95
6+930.00	10.00	0	9.45	8.7	100			8.70	0.00	0.00	56.20
6+940.00	10.00	0	18.39	0	100			0.00	0.00	0.00	139.20
6+950.00	10.00	0	32.04	0	100			0.00	0.00	0.00	252.15
6+960.00	10.00	0	24.16	0	100			0.00	0.00	0.00	281.00
6+970.00	10.00	0	10.97	0	100			0.00	0.00	0.00	175.65
6+980.00	10.00	4.08	12.39	20.4	100			20.40	0.00	0.00	116.80
6+990.00	10.00	13.92		120	100			120.00	0.00	0.00	61.95
7+000.00	10.00	59.09	0	315.85	100	0.00	0.00	315.85	0.00	0.00	0.00
7+010.00	10.00	106.65	0	828.7	100			828.70	0.00	0.00	0.00
7+020.00	10.00	145.92	0	1262.85	100			1262.85	0.00	0.00	0.00
7+030.00	10.00	147.18	0	1465.5	100			1465.50	0.00	0.00	0.00
7+040.00	10.00	140.5	0	1438.4	100			1438.40	0.00	0.00	0.00
7+050.00	10.00	138.8	0	1396.5	100			1396.50	0.00	0.00	0.00
7+060.00	10.00	149.31	0	1440.55	100			1440.55	0.00	0.00	0.00
7+070.00	10.00	121.81	0	1355.60	100			1355.60	0.00	0.00	0.00
7+080.00	10.00	97.2	0	1095.05	100			1095.05	0.00	0.00	0.00
7+090.00	10.00	48.79	0	729.95	100			729.95	0.00	0.00	0.00
7+100.00	10.00	29.15	0	389.7	100			389.70	0.00	0.00	0.00
7+110.00	10.00	38.07	0	336.1	100			336.10	0.00	0.00	0.00
7+120.00	10.00	19.85	0	289.6	100			289.60	0.00	0.00	0.00
7+130.00	10.00	13.45	1.46	166.4	100			166.40	0.00	0.00	7.30
7+140.00	10.00	35.97	0	247	100			247.00	0.00	0.00	0.00
7+150.00	10.00	72.03	0	540	100			540.00	0.00	0.00	0.00
7+160.00	10.00	113.31	0	926.70	100			926.70	0.00	0.00	0.00
7+170.00	10.00	157.56	0	1354.35	100			1354.35	0.00	0.00	0.00
7+180.00	10.00	182.19	0	1698.75	100			1698.75	0.00	0.00	0.00
7+190.00	10.00	192.86	0	1875.25	100			1875.25	0.00	0.00	0.00

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg.Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**PLANILLA DE METRADOS REPLANTEO- EXPEDIENTE TÉCNICO**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m2)	Area Relleno (m2)	Volumen de Corte (m3)	CLASIFICACION DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m3)	Excavación en Roca Suelta (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Conformación de Terrapienes (m3)
					MS	RS	RF				
7+200.00	10.00	156.06	0	1744.6	90	10.00		1570.14	174.46	0.00	0.00
7+210.00	10.00	96.98	0	1265.2	90	10.00		1138.68	126.52	0.00	0.00
7+220.00	10.00	173.36	0	1351.7	90	10.00		1216.53	135.17	0.00	0.00
7+230.00	10.00	255.65	0	2145.05	90	10.00		1930.55	214.51	0.00	0.00
7+240.00	10.00	245.16	0	2504.05	90	10.00		2253.65	250.41	0.00	0.00
7+250.00	10.00	193.31	0	2192.35	100			2192.35	0.00	0.00	0.00
7+260.00	10.00	148.41	0	1708.6	100			1708.60	0.00	0.00	0.00
7+270.00	10.00	111.75	0	1300.8	100			1300.80	0.00	0.00	0.00
7+280.00	10.00	57.55	0	846.7	100			846.70	0.00	0.00	0.00
7+290.00	10.00	73.95	0	657.7	100			657.70	0.00	0.00	0.00
7+300.00	10.00	82.49	0	782.2	100			782.20	0.00	0.00	0.00
7+310.00	10.00	53.79	0	681.4	100			681.40	0.00	0.00	0.00
7+320.00	10.00	69.98	0	618.85	100			618.85	0.00	0.00	0.00
7+330.00	10.00	114.67	0	923.25	100			923.25	0.00	0.00	0.00
7+340.00	10.00	172.12	0	1433.95	100			1433.95	0.00	0.00	0.00
7+350.00	10.00	141.34	0	1567.3	100			1567.30	0.00	0.00	0.00
7+360.00	10.00	124.98	0	1331.6	100			1331.60	0.00	0.00	0.00
7+370.00	10.00	126.78	0	1258.8	100			1258.80	0.00	0.00	0.00
7+380.00	10.00	164.22	0	1455	100			1455.00	0.00	0.00	0.00
7+390.00	10.00	78.65	0	1214.35	100			1214.35	0.00	0.00	0.00
7+400.00	10.00	132.65	0	1056.5	100			1056.50	0.00	0.00	0.00
7+410.00	10.00	150.7	0.01	1416.75	100			1416.75	0.00	0.00	0.05
7+420.00	10.00	93.74	0	1222.2	100			1222.20	0.00	0.00	0.05
7+430.00	10.00	22.16	20.4	579.5	100			579.50	0.00	0.00	102.00
7+440.00	10.00	26.12	0	241.4	100			241.40	0.00	0.00	102.00
7+450.00	10.00	116.27	0	711.95	100			711.95	0.00	0.00	0.00
7+460.00	10.00	233.64	0	1749.55	100			1749.55	0.00	0.00	0.00
7+470.00	10.00	251.54	0	2425.9	100			2425.90	0.00	0.00	0.00
7+480.00	10.00	263.44	0	2574.9	100			2574.90	0.00	0.00	0.00
7+490.00	10.00	360.15	0	3117.95	100			3117.95	0.00	0.00	0.00
7+500.00	10.00	496.94	0	4285.45	40	40.00	20.00	1714.18	1714.18	857.09	0.00
7+510.00	10.00	665.94	0	5814.4	40	40.00	20.00	2325.76	2325.76	1162.88	0.00
7+520.00	10.00	833.45	0	7496.95	40	40.00	20.00	2998.78	2998.78	1499.39	0.00
7+530.00	10.00	613.98	0	7267.15	40	40.00	20.00	2906.86	2906.86	1453.43	0.00
7+540.00	10.00	346.81	0	4833.95	40	40.00	20.00	1933.58	1933.58	966.79	0.00
7+550.00	10.00	185.34	0	2660.75	45	50.00	5.00	1197.34	1330.38	133.04	0.00
7+560.00	10.00	143.45	0	1643.95	45	50.00	5.00	739.78	821.98	82.20	0.00
7+570.00	10.00	132.98	0	1382.15	45	50.00	5.00	621.97	691.08	69.11	0.00
7+580.00	10.00	141.5	0	1372.4	45	50.00	5.00	617.58	686.20	68.62	0.00
7+590.00	10.00	190.18	0	1658.4	45	50.00	5.00	746.28	829.20	82.92	0.00
7+600.00	10.00	162.63	0	1764.05	85	15.00		1499.44	264.61	0.00	0.00
7+610.00	10.00	162.76	0	1626.95	85	15.00		1382.91	244.04	0.00	0.00
7+620.00	10.00	133.08	0	1479.2	100			1479.20	0.00	0.00	0.00
7+630.00	10.00	154.59	0	1438.35	100			1438.35	0.00	0.00	0.00
7+640.00	10.00	169.61	0	1621	100			1621.00	0.00	0.00	0.00
7+650.00	10.00	120.74	0	1451.75	100			1451.75	0.00	0.00	0.00
7+660.00	10.00	192.13	0	1564.35	100			1564.35	0.00	0.00	0.00
7+670.00	10.00	166.71	0	1794.2	100			1794.20	0.00	0.00	0.00
7+680.00	10.00	146.86	0	1567.85	100			1567.85	0.00	0.00	0.00
7+690.00	10.00	110.52	0	1286.9	100			1286.90	0.00	0.00	0.00
7+700.00	10.00	70.93	0	907.25	100			907.25	0.00	0.00	0.00
7+710.00	10.00	38.44	1.28	546.85	100			546.85	0.00	0.00	6.40
7+720.00	10.00	115.79	0	771.15	100			771.15	0.00	0.00	6.40
7+730.00	10.00	102.65	0	1092.2	80	20.00		873.76	218.44	0.00	0.00
7+740.00	10.00	69.32	0	859.85	80	20.00		687.88	171.97	0.00	0.00
7+750.00	10.00	98.8	0	840.6	80	20.00		672.48	168.12	0.00	0.00
7+760.00	10.00	85.61	0	922.05	80	20.00		737.64	184.41	0.00	0.00
7+770.00	10.00	109.77	0	976.9	80	20.00		781.52	195.38	0.00	0.00
7+780.00	10.00	111.46	0	1156.15	80	20.00		904.92	231.23	0.00	0.00
7+790.00	10.00	124.15	0	1228.05	80	20.00		982.44	245.61	0.00	0.00
7+800.00	10.00	105.51	0	1148.3	80	20.00		918.64	229.66	0.00	0.00
7+810.00	10.00	69.07	0	872.9	80	20.00		698.32	174.58	0.00	0.00
7+820.00	10.00	66.08	0	675.75	80	20.00		540.60	135.15	0.00	0.00
7+830.00	10.00	91.76	0	789.2	80	20.00		631.36	157.84	0.00	0.00
7+840.00	10.00	89.9	0	908.3	80	20.00		726.64	181.66	0.00	0.00
7+850.00	10.00	89.02	0	894.6	80	20.00		715.68	178.92	0.00	0.00
7+860.00	10.00	74.57	0	817.95	90	10.00		736.16	81.80	0.00	0.00
7+870.00	10.00	42.17	0	583.7	90	10.00		525.33	58.37	0.00	0.00
7+880.00	10.00	35.56	0	388.65	90	10.00		349.79	38.87	0.00	0.00
7+890.00	10.00	29.67	0	326.15	90	10.00		293.54	32.62	0.00	0.00
7+900.00	10.00	25.81	0.56	277.4	90	10.00		249.66	27.74	0.00	2.80
7+910.00	10.00	30.93	0	283.7	90	10.00		255.33	28.37	0.00	2.80
7+920.00	10.00	49.61	0	402.7	90	10.00		362.43	40.27	0.00	0.00
7+930.00	10.00	58.53	0	540.7	90	10.00		486.63	54.07	0.00	0.00
7+940.00	10.00	58.56	0	585.45	90	10.00		526.91	58.55	0.00	0.00
7+950.00	10.00	49.76	0	541.6	100			541.60	0.00	0.00	0.00
7+960.00	10.00	46.54	0	481.5	100			481.50	0.00	0.00	0.00
7+970.00	10.00	14.07	14.89	303.05	100			303.05	0.00	0.00	74.45
7+980.00	10.00	39.18	0	266.35	100			266.35	0.00	0.00	74.45
7+990.00	10.00	111.24	0	752.1	100			752.10	0.00	0.00	0.00
8+000.00	10.00	175.24	0	1432.4	100			1432.40	0.00	0.00	0.00
8+010.00	10.00	110.27	0	1427.55	100			1427.55	0.00	0.00	0.00
8+020.00	10.00	56.88	0	835.75	100			835.75	0.00	0.00	0.00
8+030.00	10.00	29.73	0	433.05	100			433.05	0.00	0.00	0.00
8+040.00	10.00	12.65	0.61	211.9	100			211.90	0.00	0.00	3.05
<b>TOTAL (M3)</b>				<b>306,452.25</b>				<b>239,451.00</b>	<b>51,063.01</b>	<b>15,938.25</b>	<b>8,561.55</b>

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg. Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



**PLANILLA DE METRADOS PROPUESTA**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m2)	Area Relleno (m2)	Volumen de Corte (m3)	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m3)	Excavación en Roca Suelta (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Conformación de Terrapienes (m3)
					MS	RS	RF				
2+500.00	-	15.03	0.05	0	100	0.00	0.00	-	-	-	0.00
2+510.00	10.00	17.88	0.02	164.55	100	0.00	0.00	164.55	0.00	0.00	0.35
2+520.00	10.00	26.94	0	224.1	100	0.00	0.00	224.10	0.00	0.00	0.05
2+530.00	10.00	40.95	0	339.45	100	0.00	0.00	339.45	0.00	0.00	0.00
2+540.00	10.00	23.86	0	324.05	100	0.00	0.00	324.05	0.00	0.00	0.00
2+550.00	10.00	22.92	0	233.9	100	0.00	0.00	233.90	0.00	0.00	0.00
2+560.00	10.00	53.95	0	384.35	100	0.00	0.00	384.35	0.00	0.00	0.00
2+570.00	10.00	59.56	0.24	567.55	100	0.00	0.00	567.55	0.00	0.00	0.60
2+580.00	10.00	50.03	2.16	547.95	100	0.00	0.00	547.95	0.00	0.00	12.00
2+590.00	10.00	44.22	3.37	471.25	100	0.00	0.00	471.25	0.00	0.00	27.65
2+600.00	10.00	87.27	4.17	657.45	100	0.00	0.00	657.45	0.00	0.00	37.45
2+610.00	10.00	96.23	6.96	917.5	100	0.00	0.00	917.50	0.00	0.00	181.35
2+620.00	10.00	113.77	5.61	1050	100	0.00	0.00	1050.00	0.00	0.00	62.85
2+630.00	10.00	29.18	5.61	714.75	100	0.00	0.00	714.75	0.00	0.00	56.10
2+640.00	10.00	160.68	5.13	949.3	100	0.00	0.00	949.30	0.00	0.00	53.70
2+650.00	10.00	187.87	23.24	1742.75	100	0.00	0.00	1742.75	0.00	0.00	141.85
2+660.00	10.00	138.02	13.03	1629.4	100	0.00	0.00	1629.40	0.00	0.00	181.35
2+670.00	10.00	27.45	12.63	827.3	100	0.00	0.00	827.30	0.00	0.00	128.30
2+680.00	10.00	11.58	8.25	195.15	100	0.00	0.00	195.15	0.00	0.00	104.40
2+690.00	10.00	5.35	7.42	84.65	100	0.00	0.00	84.65	0.00	0.00	78.35
2+700.00	10.00	0.32	11.02	28.35	100	0.00	0.00	28.35	0.00	0.00	92.20
2+710.00	10.00	0	54.53	1.6	100	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00	327.75
2+720.00	10.00	0.93	14.99	4.6	100	0.00	0.00	4.60	0.00	0.00	347.60
2+730.00	10.00	9.06	0	49.9	100	0.00	0.00	49.90	0.00	0.00	37.48
2+740.00	10.00	12.46	0	107.6	100	0.00	0.00	107.60	0.00	0.00	0.00
2+750.00	10.00	27.81	0	201.35	100	0.00	0.00	201.35	0.00	0.00	0.00
2+760.00	10.00	10.86	0.29	193.35	100	0.00	0.00	193.35	0.00	0.00	6.73
2+770.00	10.00	6.94	2.45	89	100	0.00	0.00	89.00	0.00	0.00	13.70
2+780.00	10.00	3.51	4.97	52.25	100	0.00	0.00	52.25	0.00	0.00	37.10
2+790.00	10.00	1.76	16.26	26.35	100	0.00	0.00	26.35	0.00	0.00	106.15
2+800.00	10.00	0.13	30.33	9.45	100	0.00	0.00	9.45	0.00	0.00	232.95
2+810.00	10.00	0	39.05	0.65	100	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	346.90
2+820.00	10.00	0.72	16.93	3.6	100	0.00	0.00	3.60	0.00	0.00	279.90
2+830.00	10.00	5.95	6.11	33.35	100	0.00	0.00	33.35	0.00	0.00	115.20
2+840.00	10.00	18.86	0	124.05	100	0.00	0.00	124.05	0.00	0.00	30.55
2+850.00	10.00	84.78	0	518.2	100	0.00	0.00	518.20	0.00	0.00	0.00
2+860.00	10.00	106.59	0	956.85	100	0.00	0.00	956.85	0.00	0.00	0.00
2+870.00	10.00	34.92	0	707.55	100	0.00	0.00	707.55	0.00	0.00	0.00
2+880.00	10.00	66.57	0	507.45	100	0.00	0.00	507.45	0.00	0.00	0.00
2+890.00	10.00	77.82	0	721.95	100	0.00	0.00	721.95	0.00	0.00	0.00
2+900.00	10.00	87.89	0	828.55	100	0.00	0.00	828.55	0.00	0.00	0.00
2+910.00	10.00	126.29	0	1070.9	100	0.00	0.00	1070.90	0.00	0.00	0.00
2+920.00	10.00	113.42	0	1198.55	100	0.00	0.00	1198.55	0.00	0.00	0.00
2+930.00	10.00	87.42	0	1004.2	100	0.00	0.00	1004.20	0.00	0.00	0.00
2+940.00	10.00	55.5	0	714.6	100	0.00	0.00	714.60	0.00	0.00	0.00
2+950.00	10.00	14.72	0	351.1	100	0.00	0.00	351.10	0.00	0.00	0.00
2+960.00	10.00	6.16	0.08	104.4	100	0.00	0.00	104.40	0.00	0.00	6.20
2+970.00	10.00	12.55	0.05	93.45	100	0.00	0.00	93.45	0.00	0.00	0.55
2+980.00	10.00	18.67	0.07	156	100	0.00	0.00	156.00	0.00	0.00	0.50
2+990.00	10.00	23.47	0.39	210.7	100	0.00	0.00	210.70	0.00	0.00	2.30
3+000.00	10.00	22.43	0.22	229.5	100	0.00	0.00	229.50	0.00	0.00	3.05
3+010.00	10.00	11.1	2.85	167.65	100	0.00	0.00	167.65	0.00	0.00	15.35
3+020.00	10.00	7.21	4.49	91.55	100	0.00	0.00	91.55	0.00	0.00	36.70
3+030.00	10.00	0.32	14.63	37.65	100	0.00	0.00	37.65	0.00	0.00	95.60
3+040.00	10.00	0	63.79	0.8	100	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	392.10
3+050.00	10.00	0	71.99	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	678.60
3+060.00	10.00	0	158.31	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1151.20
3+070.00	10.00	0	191.52	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1749.15
3+080.00	10.00	0	79.89	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1357.05
3+090.00	10.00	0	51.54	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	657.15
3+100.00	10.00	0	59.75	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	556.45
3+110.00	10.00	0	50	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	546.75
3+120.00	10.00	9.17	21.18	22.99	100	0.00	0.00	22.99	0.00	0.00	355.90
3+130.00	10.00	19.35	8.73	142.6	100	0.00	0.00	142.60	0.00	0.00	149.55
3+140.00	10.00	37.24	6.33	282.95	100	0.00	0.00	282.95	0.00	0.00	75.30
3+150.00	10.00	26.74	10.04	319.9	100	0.00	0.00	319.90	0.00	0.00	81.85
3+160.00	10.00	6.12	28.54	164.3	100	0.00	0.00	164.30	0.00	0.00	192.90
3+170.00	10.00	8.4	41.55	72.6	100	0.00	0.00	72.60	0.00	0.00	350.45
3+180.00	10.00	14.49	6.74	114.45	100	0.00	0.00	114.45	0.00	0.00	241.45
3+190.00	10.00	5.73	10.52	101.1	100	0.00	0.00	101.10	0.00	0.00	86.30
3+200.00	10.00	3.78	14.58	47.55	100	0.00	0.00	47.55	0.00	0.00	125.50
3+210.00	10.00	0.83	18.83	10.53	100	0.00	0.00	10.53	0.00	0.00	167.05
3+220.00	10.00	0	26.99	2.15	100	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	238.80
3+230.00	10.00	0	34.66	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	307.95
3+240.00	10.00	0	76.04	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	553.50
3+250.00	10.00	0	25.82	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	509.30
3+260.00	10.00	3.46	10.37	17.3	100	0.00	0.00	17.30	0.00	0.00	180.95
3+270.00	10.00	3.11	8.45	32.85	100	0.00	0.00	32.85	0.00	0.00	94.10
3+280.00	10.00	3.64	4.52	33.75	100	0.00	0.00	33.75	0.00	0.00	64.85
3+290.00	10.00	9.39	0.85	65.15	100	0.00	0.00	65.15	0.00	0.00	26.85
3+300.00	10.00	16.13	0.69	63.8	100	0.00	0.00	63.80	0.00	0.00	7.70
3+310.00	10.00	67.04	0.01	415.85	100	0.00	0.00	415.85	0.00	0.00	3.50
3+320.00	10.00	72.49	0.56	697.65	100	0.00	0.00	697.65	0.00	0.00	2.85
3+330.00	10.00	0	37.11	181.23	100	0.00	0.00	181.23	0.00	0.00	188.35
3+340.00	10.00	0.39	2.64	1.95	100	0.00	0.00	1.95	0.00	0.00	198.75
3+350.00	10.00	159.88	0	400.68	100	0.00	0.00	400.68	0.00	0.00	6.60
3+360.00	10.00	106.55	0	1332.15	100	0.00	0.00	1332.15	0.00	0.00	0.00
3+370.00	10.00	72.53	0	895.4	100	0.00	0.00	895.40	0.00	0.00	0.00
3+380.00	10.00	47.05	0	597.0	100	0.00	0.00	597.00	0.00	0.00	0.00
3+390.00	10.00	19.28	0	331.65	100	0.00	0.00	331.65	0.00	0.00	0.00
3+400.00	10.00	9.8	0	145.4	100	0.00	0.00	145.40	0.00	0.00	0.00
3+410.00	10.00	7.22	0	85.1	100	0.00	0.00	85.10	0.00	0.00	0.00
3+420.00	10.00	0.81	16.31	40.15	100	0.00	0.00	40.15	0.00	0.00	40.78

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg. Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



**PLANILLA DE METRADOS PROPUESTA**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m2)	Area Relleno (m2)	Volumen de Corte (m3)	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m3)	Excavación en Roca Suelta (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Conformación de Terraplenes (m3)
					MS	RS	RF				
3+430.00	10.00	0	27.87	4.05	100	0.00	0.00	4.05	0.00	0.00	220.90
3+440.00	10.00	0	18.33	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	231.00
3+450.00	10.00	0	18.33	0	100	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	123.15
3+460.00	10.00	0.04	4.24	1.1	100	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	52.70
3+470.00	10.00	0	2.14	0.2	100	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	31.90
3+480.00	10.00	0	6.89	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.15
3+490.00	10.00	0	7.32	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.05
3+500.00	10.00	0	5.5	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.10
3+510.00	10.00	0	6.23	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.65
3+520.00	10.00	0	6.68	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.55
3+530.00	10.00	0	3.95	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.15
3+540.00	10.00	0.01	2.12	0.05	100	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	30.35
3+550.00	10.00	2.96	0.19	7.43	100	0.00	0.00	7.43	0.00	0.00	11.55
3+560.00	10.00	6.51	0	47.35	100	0.00	0.00	47.35	0.00	0.00	0.95
3+570.00	10.00	6.25	0	63.8	100	0.00	0.00	63.80	0.00	0.00	0.00
3+580.00	10.00	6.8	0	65.25	100	0.00	0.00	65.25	0.00	0.00	0.00
3+590.00	10.00	7.21	0	70.05	100	0.00	0.00	70.05	0.00	0.00	0.00
3+600.00	10.00	2.86	0.07	25.18	100	0.00	0.00	25.18	0.00	0.00	0.95
3+610.00	10.00	1.03	3.87	19.45	100	0.00	0.00	19.45	0.00	0.00	19.70
3+620.00	10.00	3.4	2.22	11.08	100	0.00	0.00	11.08	0.00	0.00	30.45
3+630.00	10.00	3.96	1.81	36.8	100	0.00	0.00	36.80	0.00	0.00	20.15
3+640.00	10.00	0.53	4.08	11.23	100	0.00	0.00	11.23	0.00	0.00	29.50
3+650.00	10.00	0.01	6.28	2.7	100	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	51.85
3+660.00	10.00	0	9.89	0.05	100	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	80.85
3+670.00	10.00	0	14.02	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	119.55
3+680.00	10.00	0.96	8.25	4.8	100	0.00	0.00	4.80	0.00	0.00	111.35
3+690.00	10.00	4.34	3.03	13.25	100	0.00	0.00	13.25	0.00	0.00	96.40
3+700.00	10.00	9.31	0.14	68.25	100	0.00	0.00	68.25	0.00	0.00	15.85
3+710.00	10.00	10.96	0	101.35	100	0.00	0.00	101.35	0.00	0.00	0.70
3+720.00	10.00	9.06	0	100.1	100	0.00	0.00	100.10	0.00	0.00	0.00
3+730.00	10.00	3.08	0.1	30.35	100	0.00	0.00	30.35	0.00	0.00	0.50
3+740.00	10.00	0.8	1.69	18.4	100	0.00	0.00	18.40	0.00	0.00	8.95
3+750.00	10.00	0.78	2.93	6.9	100	0.00	0.00	6.90	0.00	0.00	23.10
3+760.00	10.00	4.27	0.18	12.63	100	0.00	0.00	12.63	0.00	0.00	15.55
3+770.00	10.00	8.88	0	65.75	100	0.00	0.00	65.75	0.00	0.00	0.90
3+780.00	10.00	12.93	0	109.05	100	0.00	0.00	109.05	0.00	0.00	0.00
3+790.00	10.00	13.87	0	133.75	100	0.00	0.00	133.75	0.00	0.00	0.00
3+800.00	10.00	19.08	0	164.5	100	0.00	0.00	164.50	0.00	0.00	0.00
3+810.00	10.00	32.42	0	257.5	100	0.00	0.00	257.50	0.00	0.00	0.00
3+820.00	10.00	37.03	0	347.25	100	0.00	0.00	347.25	0.00	0.00	0.00
3+830.00	10.00	35.86	0	364.45	100	0.00	0.00	364.45	0.00	0.00	0.00
3+840.00	10.00	34.97	0	354.15	100	0.00	0.00	354.15	0.00	0.00	0.00
3+850.00	10.00	28.2	0	315.85	100	0.00	0.00	315.85	0.00	0.00	0.00
3+860.00	10.00	19.33	0	237.65	100	0.00	0.00	237.65	0.00	0.00	0.00
3+870.00	10.00	13.42	0	163.75	100	0.00	0.00	163.75	0.00	0.00	0.00
3+880.00	10.00	12.27	0	128.45	100	0.00	0.00	128.45	0.00	0.00	0.00
3+890.00	10.00	11.3	0	117.85	100	0.00	0.00	117.85	0.00	0.00	0.00
3+900.00	10.00	11.5	0	114	100	0.00	0.00	114.00	0.00	0.00	0.00
3+910.00	10.00	10.4	0	109.5	100	0.00	0.00	109.50	0.00	0.00	0.00
3+920.00	10.00	9.46	0	99.3	100	0.00	0.00	99.30	0.00	0.00	0.00
3+930.00	10.00	7.34	0	84	100	0.00	0.00	84.00	0.00	0.00	0.00
3+940.00	10.00	6.93	0	71.35	100	0.00	0.00	71.35	0.00	0.00	0.00
3+950.00	10.00	6.99	0	69.6	100	0.00	0.00	69.60	0.00	0.00	0.00
3+960.00	10.00	5.38	0	61.85	100	0.00	0.00	61.85	0.00	0.00	0.00
3+970.00	10.00	2.11	0	37.45	100	0.00	0.00	37.45	0.00	0.00	0.00
3+980.00	10.00	0.73	0	14.2	100	0.00	0.00	14.20	0.00	0.00	0.00
3+990.00	10.00	2.4	0	15.65	100	0.00	0.00	15.65	0.00	0.00	0.00
4+000.00	10.00	1.7	0.27	20.5	100	0.00	0.00	20.50	0.00	0.00	1.35
4+010.00	10.00	5.95	0.61	38.25	100	0.00	0.00	38.25	0.00	0.00	4.40
4+020.00	10.00	8.05	0	70	100	0.00	0.00	70.00	0.00	0.00	1.53
4+030.00	10.00	8.51	0	82.8	100	0.00	0.00	82.80	0.00	0.00	0.00
4+040.00	10.00	6.6	0	75.55	100	0.00	0.00	75.55	0.00	0.00	0.00
4+050.00	10.00	6.11	0	63.55	100	0.00	0.00	63.55	0.00	0.00	0.00
4+060.00	10.00	5.93	0	60.2	100	0.00	0.00	60.20	0.00	0.00	0.00
4+070.00	10.00	4.39	0	51.6	100	0.00	0.00	51.60	0.00	0.00	0.00
4+080.00	10.00	3.91	0.01	41.5	100	0.00	0.00	41.50	0.00	0.00	0.05
4+090.00	10.00	1.83	0.39	28.7	100	0.00	0.00	28.70	0.00	0.00	2.00
4+100.00	10.00	0.06	2.95	9.45	100	0.00	0.00	9.45	0.00	0.00	8.35
4+110.00	10.00	0	4.97	0.15	100	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	39.60
4+120.00	10.00	0	7.47	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.20
4+130.00	10.00	0	13.05	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	102.60
4+140.00	10.00	0	18.7	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	158.75
4+150.00	10.00	0	13.92	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	163.10
4+160.00	10.00	0	14.21	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	140.65
4+170.00	10.00	0.64	13.87	3.3	100	0.00	0.00	3.30	0.00	0.00	140.40
4+180.00	10.00	13.27	9.36	69.55	100	0.00	0.00	69.55	0.00	0.00	116.15
4+190.00	10.00	30.68	0	109.88	100	0.00	0.00	109.88	0.00	0.00	46.80
4+200.00	10.00	30.65	12.67	306.65	100	0.00	0.00	306.65	0.00	0.00	63.35
4+210.00	10.00	0	75.53	76.63	100	0.00	0.00	76.63	0.00	0.00	441.00
4+220.00	10.00	0	157.72	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1166.25
4+230.00	10.00	0	0	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	788.60
4+240.00	10.00	0	0	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4+250.00	10.00	0	0	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4+260.00	10.00	0	0	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4+270.00	10.00	0	129.89	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	649.45
4+280.00	10.00	0	48.22	0	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	850.55
4+290.00	10.00	7.74	0	38.7	100	0.00	0.00	38.70	0.00	0.00	241.10
4+300.00	10.00	6.25	0	79.95	100	0.00	0.00	79.95	0.00	0.00	0.00
4+310.00	10.00	11.42	0	49.18	100	0.00	0.00	49.18	0.00	0.00	0.00
4+320.00	10.00	19.69	0	155.55	100	0.00	0.00	155.55	0.00	0.00	0.00
4+330.00	10.00	21.83	0	207.6	100	0.00	0.00	207.60	0.00	0.00	0.00
4+340.00	10.00	22.4	0	221.15	100	0.00	0.00	221.15	0.00	0.00	0.00
4+350.00	10.00	20.39	0	213.95	100	0.00	0.00	213.95	0.00	0.00	0.00

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg. Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



**PLANILLA DE METRADOS PROPUESTA**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m2)	Area Relleno (m2)	Volumen de Corte (m3)	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m3)	Excavación en Roca Suelta (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Conformación de Terraplenes (m3)
					MS	RS	RF				
4+360.00	10.00	16.61	0	185	100	0.00	0.00	185.00	0.00	0.00	0.00
4+370.00	10.00	13.14	0	148.75	100	0.00	0.00	148.75	0.00	0.00	0.00
4+380.00	10.00	13.15	0	131.45	100	0.00	0.00	131.45	0.00	0.00	0.00
4+390.00	10.00	12.96	0	130.55	100	0.00	0.00	130.55	0.00	0.00	0.00
4+400.00	10.00	13.12	0	130.4	100	0.00	0.00	130.40	0.00	0.00	0.00
4+410.00	10.00	14.27	0	136.95	100	0.00	0.00	136.95	0.00	0.00	0.00
4+420.00	10.00	15.69	0	149.8	100	0.00	0.00	149.80	0.00	0.00	0.00
4+430.00	10.00	14.1	0	148.95	100	0.00	0.00	148.95	0.00	0.00	0.00
4+440.00	10.00	12.89	0	134.95	100	0.00	0.00	134.95	0.00	0.00	0.00
4+450.00	10.00	11.96	0	124.25	100	0.00	0.00	124.25	0.00	0.00	0.00
4+460.00	10.00	13.58	0	127.7	100	0.00	0.00	127.70	0.00	0.00	0.00
4+470.00	10.00	15.52	0	145.5	100	0.00	0.00	145.50	0.00	0.00	0.00
4+480.00	10.00	16.47	0	160.95	100	0.00	0.00	160.95	0.00	0.00	0.00
4+490.00	10.00	15.23	0	159.5	100	0.00	0.00	159.50	0.00	0.00	0.00
4+500.00	10.00	13.82	0	145.25	100	0.00	0.00	145.25	0.00	0.00	0.00
4+510.00	10.00	13.26	0	135.4	100	0.00	0.00	135.40	0.00	0.00	0.00
4+520.00	10.00	16.35	0	148.05	100	0.00	0.00	148.05	0.00	0.00	0.00
4+530.00	10.00	18.66	0	175.05	100	0.00	0.00	175.05	0.00	0.00	0.00
4+540.00	10.00	16.56	0	176.1	100	0.00	0.00	176.10	0.00	0.00	0.00
4+550.00	10.00	14.05	0	153.05	100	0.00	0.00	153.05	0.00	0.00	0.00
4+560.00	10.00	14.25	0	141.5	100	0.00	0.00	141.50	0.00	0.00	0.00
4+570.00	10.00	16.52	0	153.85	100	0.00	0.00	153.85	0.00	0.00	0.00
4+580.00	10.00	13.77	0	151.45	100	0.00	0.00	151.45	0.00	0.00	0.00
4+590.00	10.00	10.56	0	121.65	100	0.00	0.00	121.65	0.00	0.00	0.00
4+600.00	10.00	10.15	0	103.55	100	0.00	0.00	103.55	0.00	0.00	0.00
4+610.00	10.00	9.81	0	99.8	100	0.00	0.00	99.80	0.00	0.00	0.00
4+620.00	10.00	9.99	0	99	100	0.00	0.00	99.00	0.00	0.00	0.00
4+630.00	10.00	8.92	0	90	100	0.00	0.00	90.00	0.00	0.00	0.00
4+640.00	10.00	8.61	0	83.1	100	0.00	0.00	83.10	0.00	0.00	0.00
4+650.00	10.00	6.56	0	75.85	100	0.00	0.00	75.85	0.00	0.00	0.00
4+660.00	10.00	3.76	0	51.6	100	0.00	0.00	51.60	0.00	0.00	0.00
4+670.00	10.00	4.85	0	43.05	100	0.00	0.00	43.05	0.00	0.00	0.00
4+680.00	10.00	5	0	42.25	100	0.00	0.00	42.25	0.00	0.00	0.00
4+690.00	10.00	4.41	0	47.05	100	0.00	0.00	47.05	0.00	0.00	0.00
4+700.00	10.00	4.65	0	45.3	100	0.00	0.00	45.30	0.00	0.00	0.00
4+710.00	10.00	3.8	0	42.25	100	0.00	0.00	42.25	0.00	0.00	0.00
4+720.00	10.00	7	0.21	79	100	0.00	0.00	79.00	0.00	0.00	1.05
4+730.00	10.00	1.78	0	18.85	100	0.00	0.00	18.85	0.00	0.00	1.05
4+740.00	10.00	0.91	0.4	13.45	100	0.00	0.00	13.45	0.00	0.00	1.00
4+750.00	10.00	0.47	1.07	3.45	100	0.00	0.00	3.45	0.00	0.00	7.35
4+760.00	10.00	0.99	0.6	7.3	100	0.00	0.00	7.30	0.00	0.00	8.35
4+770.00	10.00	2.31	0.09	16.5	100	0.00	0.00	16.50	0.00	0.00	3.45
4+780.00	10.00	5.19	0	37.5	100	0.00	0.00	37.50	0.00	0.00	0.45
4+790.00	10.00	5.49	0	53.4	100	0.00	0.00	53.40	0.00	0.00	0.00
4+800.00	10.00	10.58	0	40.18	100	0.00	0.00	40.18	0.00	0.00	0.00
4+810.00	10.00	11.88	0	112.3	100	0.00	0.00	112.30	0.00	0.00	0.00
4+820.00	10.00	17.53	0	147.05	100	0.00	0.00	147.05	0.00	0.00	0.00
4+830.00	10.00	25.95	0	217.6	100	0.00	0.00	217.60	0.00	0.00	0.00
4+840.00	10.00	26.94	0	264.65	100	0.00	0.00	264.65	0.00	0.00	0.00
4+850.00	10.00	19.53	0	232.35	100	0.00	0.00	232.35	0.00	0.00	0.00
4+860.00	10.00	20.92	0	202.25	100	0.00	0.00	202.25	0.00	0.00	0.00
4+870.00	10.00	26.34	0	236.3	100	0.00	0.00	236.30	0.00	0.00	0.00
4+880.00	10.00	28.83	0	275.85	100	0.00	0.00	275.85	0.00	0.00	0.00
4+890.00	10.00	26.93	0	278.8	100	0.00	0.00	278.80	0.00	0.00	0.00
4+900.00	10.00	21.83	0	243.8	100	0.00	0.00	243.80	0.00	0.00	0.00
4+910.00	10.00	15.87	0	188.5	100	0.00	0.00	188.50	0.00	0.00	0.00
4+920.00	10.00	10.22	0	130.45	100	0.00	0.00	130.45	0.00	0.00	0.00
4+930.00	10.00	5.99	0	81.05	100	0.00	0.00	81.05	0.00	0.00	0.00
4+940.00	10.00	4.84	0	54.15	100	0.00	0.00	54.15	0.00	0.00	0.00
4+950.00	10.00	3.84	0	43.4	100	0.00	0.00	43.40	0.00	0.00	0.00
4+960.00	10.00	2.9	0	33.7	100	0.00	0.00	33.70	0.00	0.00	0.00
4+970.00	10.00	2.64	0	27.7	100	0.00	0.00	27.70	0.00	0.00	0.00
4+980.00	10.00	0.96	0.25	18	100	0.00	0.00	18.00	0.00	0.00	1.25
4+990.00	10.00	1.04	0.47	10	100	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	3.60
5+000.00	10.00	1.62	0	13.3	100	0.00	0.00	13.30	0.00	0.00	2.35
5+010.00	10.00	3.45	0	25.35	100	0.00	0.00	25.35	0.00	0.00	0.00
5+020.00	10.00	6.75	0	51	100	0.00	0.00	51.00	0.00	0.00	0.00
5+030.00	10.00	6.44	0	65.95	100	0.00	0.00	65.95	0.00	0.00	0.00
5+040.00	10.00	5.88	0	61.6	100	0.00	0.00	61.60	0.00	0.00	0.00
5+050.00	10.00	6.38	0	61.3	100	0.00	0.00	61.30	0.00	0.00	0.00
5+060.00	10.00	5.88	0	61.3	100	0.00	0.00	61.30	0.00	0.00	0.00
5+070.00	10.00	8.15	0	70.15	100	0.00	0.00	70.15	0.00	0.00	0.00
5+080.00	10.00	8.67	0	84.1	100	0.00	0.00	84.10	0.00	0.00	0.00
5+090.00	10.00	11.14	0	99.05	100	0.00	0.00	99.05	0.00	0.00	0.00
5+100.00	10.00	12.52	0	118.3	100	0.00	0.00	118.30	0.00	0.00	0.00
5+110.00	10.00	13.15	0	128.35	100	0.00	0.00	128.35	0.00	0.00	0.00
5+120.00	10.00	15.38	0	142.65	100	0.00	0.00	142.65	0.00	0.00	0.00
5+130.00	10.00	14.47	0	143.25	100	0.00	0.00	143.25	0.00	0.00	0.00
5+140.00	10.00	19.31	0	168.9	100	0.00	0.00	168.90	0.00	0.00	0.00
5+150.00	10.00	21.16	0	202.35	100	0.00	0.00	202.35	0.00	0.00	0.00
5+160.00	10.00	22.03	0	215.95	100	0.00	0.00	215.95	0.00	0.00	0.00
5+170.00	10.00	19	0	205.15	100	0.00	0.00	205.15	0.00	0.00	0.00
5+180.00	10.00	16.47	0	177.35	100	0.00	0.00	177.35	0.00	0.00	0.00
5+190.00	10.00	16.24	0	163.55	100	0.00	0.00	163.55	0.00	0.00	0.00
5+200.00	10.00	17.17	0	167.05	100	0.00	0.00	167.05	0.00	0.00	0.00
5+210.00	10.00	18.27	0	177.2	100	0.00	0.00	177.20	0.00	0.00	0.00
5+220.00	10.00	17.7	0	179.85	100	0.00	0.00	179.85	0.00	0.00	0.00
5+230.00	10.00	15.43	0	165.65	100	0.00	0.00	165.65	0.00	0.00	0.00
5+240.00	10.00	16.49	0	159.6	100	0.00	0.00	159.60	0.00	0.00	0.00
5+250.00	10.00	14.97	0	157.3	100	0.00	0.00	157.30	0.00	0.00	0.00
5+260.00	10.00	19.01	0	169.9	100	0.00	0.00	169.90	0.00	0.00	0.00
5+270.00	10.00	20.76	0	198.85	100	0.00	0.00	198.85	0.00	0.00	0.00
5+280.00	10.00	18.94	0	198.5	100	0.00	0.00	198.50	0.00	0.00	0.00

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg. Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



**PLANILLA DE METRADOS PROPUESTA**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m2)	Area Relleno (m2)	Volumen de Corte (m3)	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m3)	Excavación en Roca Suelta (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Conformación de Terraplenes (m3)
					MS	RS	RF				
5+290.00	10.00	18.4	0	186.7	100	0.00	0.00	186.70	0.00	0.00	0.00
5+300.00	10.00	20.97	0	196.85	100	0.00	0.00	196.85	0.00	0.00	0.00
5+310.00	10.00	21.7	0	213.35	100	0.00	0.00	213.35	0.00	0.00	0.00
5+320.00	10.00	16.56	0	191.3	100	0.00	0.00	191.30	0.00	0.00	0.00
5+330.00	10.00	18.81	0	176.85	100	0.00	0.00	176.85	0.00	0.00	0.00
5+340.00	10.00	13.54	0	161.75	100	0.00	0.00	161.75	0.00	0.00	0.00
5+350.00	10.00	10.7	0	121.7	100	0.00	0.00	121.70	0.00	0.00	0.00
5+360.00	10.00	11.24	0	109.7	100	0.00	0.00	109.70	0.00	0.00	0.00
5+370.00	10.00	16	0	136.2	100	0.00	0.00	136.20	0.00	0.00	0.00
5+380.00	10.00	15.75	0	158.75	100	0.00	0.00	158.75	0.00	0.00	0.00
5+390.00	10.00	21.52	0	186.35	100	0.00	0.00	186.35	0.00	0.00	0.00
5+400.00	10.00	22.57	0	255.45	100	0.00	0.00	255.45	0.00	0.00	0.00
5+410.00	10.00	45.25	0	374	100			374.00	0.00	0.00	0.00
5+420.00	10.00	50.03	0	476.3	100			476.30	0.00	0.00	0.00
5+430.00	10.00	51.07	0	505.5	100			505.50	0.00	0.00	0.00
5+440.00	10.00	30.94	0	410.05	100			410.05	0.00	0.00	0.00
5+450.00	10.00	23.68	0	273.1	100			273.10	0.00	0.00	0.00
5+460.00	10.00	24.72	0	242	100			242.00	0.00	0.00	0.00
5+470.00	10.00	28.12	20.84	264.2	100			264.20	0.00	0.00	52.10
5+480.00	10.00	38.73	61.38	334.25	100			334.25	0.00	0.00	411.10
5+490.00	10.00	78.2	0	584.65	100			584.65	0.00	0.00	153.45
5+500.00	10.00	141.95	0	1100.75	85	15.00		935.64	165.11	0.00	0.00
5+510.00	10.00	175.61	0	1587.8	85	15.00		1349.63	238.17	0.00	0.00
5+520.00	10.00	188.15	0	1818.8	25	60.00	15.00	454.70	1091.28	272.82	0.00
5+530.00	10.00	149.24	0	1686.95	25	60.00	15.00	421.74	1012.17	253.04	0.00
5+540.00	10.00	191.68	0	1704.6	25	60.00	15.00	426.15	1022.76	255.69	0.00
5+550.00	10.00	118.96	0	1553.2	25	60.00	15.00	388.30	931.92	232.98	0.00
5+560.00	10.00	124.26	23.6	1216.1	25	60.00	15.00	304.03	729.66	182.42	59.00
5+570.00	10.00	120.92	68.97	1225.9	25	60.00	15.00	306.48	735.54	183.89	462.85
5+580.00	10.00	20.94	49.73	709.3	25	60.00	15.00	177.33	425.58	106.40	593.50
5+590.00	10.00	37.55	0	292.45	25	60.00	15.00	73.11	175.47	43.87	124.33
5+600.00	10.00	29.58	0.5	335.65	45	40.00	15.00	151.04	134.26	50.35	7.50
5+610.00	10.00	15.43	15.49	225.05	45	40.00	15.00	101.77	90.03	31.76	49.98
5+620.00	10.00	12.23	14.96	138.3	100			138.30	0.00	0.00	172.25
5+630.00	10.00	10.57	20.58	114	100			114.00	0.00	0.00	177.70
5+640.00	10.00	3.83	28.37	72	100			72.00	0.00	0.00	244.75
5+650.00	10.00	8.76	7	67.95	100			67.95	0.00	0.00	73.43
5+660.00	10.00	4.29	9.77	65.35	100			65.35	0.00	0.00	53.85
5+670.00	10.00	0.24	35.31	11.33	100			11.33	0.00	0.00	112.70
5+680.00	10.00	3.65	27.73	9.73	100			9.73	0.00	0.00	315.20
5+690.00	10.00	0.25	36.83	19.5	100			19.50	0.00	0.00	322.80
5+700.00	10.00	0	40.01	1.25	100			1.25	0.00	0.00	384.20
5+710.00	10.00	0.07	35.53	0.35	100			0.35	0.00	0.00	377.70
5+720.00	10.00	1.09	23.4	5.8	100			5.80	0.00	0.00	294.65
5+730.00	10.00	2.24	19.35	16.65	100			16.65	0.00	0.00	213.75
5+740.00	10.00	3.09	4.67	26.65	100			26.65	0.00	0.00	120.10
5+750.00	10.00	2.74	5.15	29.15	100			29.15	0.00	0.00	49.10
5+760.00	10.00	0.11	11.31	14.25	100			14.25	0.00	0.00	82.30
5+770.00	10.00	4.13	5.84	21.7	100			21.20	0.00	0.00	85.75
5+780.00	10.00	10.78	1.96	74.55	100			74.55	0.00	0.00	19.50
5+790.00	10.00	21	0.01	158.9	100			158.90	0.00	0.00	9.85
5+800.00	10.00	38.03	0	295.15	100			295.15	0.00	0.00	0.05
5+810.00	10.00	36.78	0.09	371.55	100			371.55	0.00	0.00	0.45
5+820.00	10.00	16.95	0.55	266.15	85	15.00		226.23	39.92	0.00	3.20
5+830.00	10.00	21.79	1.69	193.7	85	15.00		164.65	29.06	0.00	5.60
5+840.00	10.00	40.14	0.24	309.65	85	15.00		263.20	46.45	0.00	4.83
5+850.00	10.00	17.42	0.79	287.8	85	15.00		244.63	43.17	0.00	5.15
5+860.00	10.00	25.25	0	213.25	85	15.00		181.26	31.99	0.00	3.95
5+870.00	10.00	29.99	0	276.1	85	15.00		234.69	41.42	0.00	0.00
5+880.00	10.00	23.05	0.02	265.2	100			265.20	0.00	0.00	0.10
5+890.00	10.00	38.21	0	306.3	100			306.30	0.00	0.00	0.10
5+900.00	10.00	77.79	0	580	100			580.00	0.00	0.00	0.00
5+910.00	10.00	76.02	0	769.05	100			769.05	0.00	0.00	0.00
5+920.00	10.00	152.77	0	1143.95	100			1143.95	0.00	0.00	0.00
5+930.00	10.00	265.98	0	2093.75	100			2093.75	0.00	0.00	0.00
5+940.00	10.00	109.15	0	1875.65	10	60.00	30.00	187.57	1125.39	562.70	0.00
5+950.00	10.00	104.8	0	1065.75	10	60.00	30.00	106.98	641.85	320.93	0.00
5+960.00	10.00	22.23	0	635.15	10	60.00	30.00	63.52	381.09	190.55	0.00
5+970.00	10.00	37.76	1.94	299.95	10	60.00	30.00	30.00	179.97	89.99	4.85
5+980.00	10.00	103.35	0	705.55	10	85.00	5.00	70.56	599.72	35.28	4.85
5+990.00	10.00	148.45	0	1259	10	85.00	5.00	125.90	1070.15	62.95	0.00
6+000.00	10.00	234.87	0	1916.6	10	75.00	15.00	191.66	1437.45	287.49	0.00
6+010.00	10.00	186.53	0	2107	10	75.00	15.00	210.70	1580.25	316.05	0.00
6+020.00	10.00	231.5	0	2090.15	0	75.00	25.00	0.00	1567.61	522.54	0.00
6+030.00	10.00	150.44	0.18	1909.7	75.00	25.00	0.00	1432.28	477.43	0.90	0.00
6+040.00	10.00	137.17	0	1438.05	55.00	45.00	0.00	790.93	647.12	0.45	0.00
6+050.00	10.00	36.18	0	866.75	55.00	45.00	0.00	476.71	390.04	0.00	0.00
6+060.00	10.00	5.17	1.71	206.75	0	75.00	25.00	0.00	155.06	51.69	4.28
6+070.00	10.00	0.04	45.63	21.05	75.00	25.00	0.00	19.54	6.51	236.70	0.00
6+080.00	10.00	7.87	68.59	39.55	20	65.00	15.00	7.91	25.71	5.93	571.10
6+090.00	10.00	56.02	0	319.45	20	65.00	15.00	63.89	207.64	47.92	171.48
6+100.00	10.00	49.01	0	525.15	20	65.00	15.00	105.03	341.35	78.77	0.00
6+110.00	10.00	14.84	2.84	319.25	20	65.00	15.00	63.85	207.51	47.89	7.10
6+120.00	10.00	12.82	2.34	138.3	15	65.00	20.00	20.75	89.90	27.66	25.90
6+130.00	10.00	15.47	0.47	141.45	15	65.00	20.00	21.22	91.94	28.29	14.05
6+140.00	10.00	11.56	2.66	135.15	65	35.00		87.85	47.30	0.00	15.65
6+150.00	10.00	65.45	6.75	385.05	65	35.00		250.28	134.77	0.00	47.05
6+160.00	10.00	55.37	2.75	624.1	85	35.00		392.67	211.44	0.00	47.50
6+170.00	10.00	41.04	22.58	482.05	65	35.00		313.93	168.72	0.00	126.65
6+180.00	10.00	30.97	0	360.05	20	60.00	20.00	72.01	216.03	72.01	56.45
6+190.00	10.00	30.56	0	307.65	20	60.00	20.00	61.53	184.59	61.53	0.00
6+200.00	10.00	20	0.15	252.8	20	60.00	20.00	50.56	151.68	50.56	0.38
6+210.00	10.00	10.83	2.24	154.15	20	60.00	20.00	30.83	92.49	30.83	11.95

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg. Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



**PLANILLA DE METRADOS PROPUESTA**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m <sup>2</sup> )	Area Relleno (m <sup>2</sup> )	Volumen de Corte (m <sup>3</sup> )	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m <sup>3</sup> )	Excavación en Roca Fija (m <sup>3</sup> )	Excavación en Roca Fija (m <sup>3</sup> )	Conformación de Terraplenes (m <sup>3</sup> )
					M5	R5	RF				
6+220.00	10.00	12.24	2.54	115.35	95	5.00		109.58	5.77	0.00	23.90
6+230.00	10.00	20.71	1.58	164.75	95	5.00		156.51	8.24	0.00	20.60
6+240.00	10.00	30.85	3.6	257.8	85	15.00		219.13	38.67	0.00	25.90
6+250.00	10.00	20.7	27.71	257.75	85	15.00		219.09	38.66	0.00	156.55
6+260.00	10.00	15.51	36.96	181.05	35	50.00	15.00	63.37	90.53	27.16	323.35
6+270.00	10.00	5.9	37.41	107.05	35	50.00	15.00	37.47	53.53	16.06	371.85
6+280.00	10.00	0	43.6	14.75	35	50.00	15.00	5.16	7.38	2.21	465.05
6+290.00	10.00	0	25.78	0	35	50.00	15.00	0.00	0.00	0.00	346.90
6+300.00	10.00	4.75	4.02	11.88	100			11.88	0.00	0.00	149.00
6+310.00	10.00	8.44	1.07	65.95	100			65.95	0.00	0.00	25.45
6+320.00	10.00	87.57	0	480.05	100			480.05	0.00	0.00	2.68
6+330.00	10.00	89.5	0	887.35	100			887.35	0.00	0.00	0.00
6+340.00	10.00	93.84	0	918.7	100			918.70	0.00	0.00	0.00
6+350.00	10.00	79.21	0	865.25	100			865.25	0.00	0.00	0.00
6+360.00	10.00	71.64	0	754.25	100			754.25	0.00	0.00	0.00
6+370.00	10.00	65.93	0	687.85	100			687.85	0.00	0.00	0.00
6+380.00	10.00	46.11	0	560.2	100			560.20	0.00	0.00	0.00
6+390.00	10.00	34.57	0	403.4	100			403.40	0.00	0.00	0.00
6+400.00	10.00	42.45	0	385.1	100			385.10	0.00	0.00	0.00
6+410.00	10.00	86.61	0	645.3	100			645.30	0.00	0.00	0.00
6+420.00	10.00	90.29	0	884.5	100			884.50	0.00	0.00	0.00
6+430.00	10.00	89.03	0	896.6	100			896.60	0.00	0.00	0.00
6+440.00	10.00	79.72	0	843.75	100			843.75	0.00	0.00	0.00
6+450.00	10.00	84.22	0	819.7	100			819.70	0.00	0.00	0.00
6+460.00	10.00	54.14	0	691.8	100			691.80	0.00	0.00	0.00
6+470.00	10.00	8.74	3.27	314.4	100			314.40	0.00	0.00	8.18
6+480.00	10.00	27.86	0	185	100			183.00	0.00	0.00	8.18
6+490.00	10.00	54.98	0	409.7	100			409.70	0.00	0.00	0.00
6+500.00	10.00	55.89	0	549.85	100			549.85	0.00	0.00	0.00
6+510.00	10.00	42.91	0	494	100			494.00	0.00	0.00	0.00
6+520.00	10.00	43.17	0	430.4	100			430.40	0.00	0.00	0.00
6+530.00	10.00	42.96	0	429.15	100			429.15	0.00	0.00	0.00
6+540.00	10.00	43.76	0	432.1	100			432.10	0.00	0.00	0.00
6+550.00	10.00	49.31	0	465.35	100			465.35	0.00	0.00	0.00
6+560.00	10.00	56.89	0	531	100			531.00	0.00	0.00	0.00
6+570.00	10.00	65.27	0	610.8	100			610.80	0.00	0.00	0.00
6+580.00	10.00	1.02	7.89	331.45	100			331.45	0.00	0.00	19.70
6+590.00	10.00	0	103.44	2.55	100			2.55	0.00	0.00	556.60
6+600.00	10.00	14.62	1.99	36.55	100			36.55	0.00	0.00	527.15
6+610.00	10.00	98.08	0	563.5	100			563.50	0.00	0.00	4.98
6+620.00	10.00	59.46	0	787.7	100			787.70	0.00	0.00	0.00
6+630.00	10.00	35.48	0	474.7	100			474.70	0.00	0.00	0.00
6+640.00	10.00	49.56	0	409.2	100			409.20	0.00	0.00	0.00
6+650.00	10.00	37.6	0	415.8	100			415.80	0.00	0.00	0.00
6+660.00	10.00	47.06	0	398.3	100			398.30	0.00	0.00	0.00
6+670.00	10.00	56.67	0	493.65	100			493.65	0.00	0.00	0.00
6+680.00	10.00	86.73	0	717	100			717.00	0.00	0.00	0.00
6+690.00	10.00	103.85	0	942.9	100			942.90	0.00	0.00	0.00
6+700.00	10.00	75.44	0	886.45	100			886.45	0.00	0.00	0.00
6+710.00	10.00	69.88	0	726.6	100			726.60	0.00	0.00	0.00
6+720.00	10.00	60.67	0	652.75	100			652.75	0.00	0.00	0.00
6+730.00	10.00	27.95	0	443.1	100			443.10	0.00	0.00	0.00
6+740.00	10.00	28.71	4.93	283.3	100			283.30	0.00	0.00	12.13
6+750.00	10.00	19.43	0	240.7	100			240.70	0.00	0.00	24.65
6+760.00	10.00	7.39	4.46	134.1	100			134.10	0.00	0.00	22.30
6+770.00	10.00	11.17	0.61	92.8	100			92.80	0.00	0.00	25.35
6+780.00	10.00	4.11	4.19	76.4	100			76.40	0.00	0.00	24.00
6+790.00	10.00	16.99	0	101	100			101.00	0.00	0.00	10.48
6+800.00	10.00	25.05	0	205.7	100			205.70	0.00	0.00	0.00
6+810.00	10.00	0	5.42	62.63	100			62.63	0.00	0.00	23.55
6+820.00	10.00	17.95	3.46	44.88	100			44.88	0.00	0.00	64.40
6+830.00	10.00	8.18	9.06	130.65	100			130.65	0.00	0.00	62.60
6+840.00	10.00	5.7	9.75	69.4	100			69.40	0.00	0.00	94.05
6+850.00	10.00	-1	3.5	33.5	100			33.50	0.00	0.00	66.25
6+860.00	10.00	0	19.76	5	100			5.00	0.00	0.00	116.30
6+870.00	10.00	0.04	4.69	0.2	100			0.20	0.00	0.00	122.25
6+880.00	10.00	0	6.76	0.1	100			0.10	0.00	0.00	57.25
6+890.00	10.00	0	17.08	0	100			0.00	0.00	0.00	119.20
6+900.00	10.00	0	19.63	0	100			0.00	0.00	0.00	183.45
6+910.00	10.00	0	23.27	0	100			0.00	0.00	0.00	214.40
6+920.00	10.00	0	27.77	0	100			0.00	0.00	0.00	255.20
6+930.00	10.00	0	30.45	0	100			0.00	0.00	0.00	291.10
6+940.00	10.00	0	25.5	0	100			0.00	0.00	0.00	279.75
6+950.00	10.00	0.35	2.24	0.88	100			0.88	0.00	0.00	138.70
6+960.00	10.00	12.8	1.75	65.75	100			65.75	0.00	0.00	19.95
6+970.00	10.00	46.44	0	296.2	100			296.20	0.00	0.00	4.38
6+980.00	10.00	101.66	0	740.5	100			740.50	0.00	0.00	0.00
6+990.00	10.00	173.94	0	1378	100			1378.00	0.00	0.00	0.00
7+000.00	10.00	235.96	0	1688.1	100	0.00	0.00	1688.10	0.00	0.00	0.00
7+010.00	10.00	220.08	0	2280.2	100			2280.20	0.00	0.00	0.00
7+020.00	10.00	144.42	0	1822.5	100			1822.50	0.00	0.00	0.00
7+030.00	10.00	118.95	0	1316.85	100			1316.85	0.00	0.00	0.00
7+040.00	10.00	93.94	0	1059.45	100			1059.45	0.00	0.00	0.00
7+050.00	10.00	34.04	0	634.9	100			634.90	0.00	0.00	0.00
7+060.00	10.00	6.87	5.93	204.55	100			204.55	0.00	0.00	14.83
7+070.00	10.00	0	15.49	17.18	100			17.18	0.00	0.00	107.10
7+080.00	10.00	7.06	2.65	5.15	100			5.15	0.00	0.00	90.70
7+090.00	10.00	2.43	9.4	22.45	100			22.45	0.00	0.00	60.25
7+100.00	10.00	0.13	15.43	12.8	100			12.80	0.00	0.00	124.15
7+110.00	10.00	0	55.35	0.33	100			0.33	0.00	0.00	353.90
7+120.00	10.00	0	90.5	0	100			0.00	0.00	0.00	729.25
7+130.00	10.00	0	97.44	0	100			0.00	0.00	0.00	939.70
7+140.00	10.00	0.33	124.49	0.83	100			0.83	0.00	0.00	1109.65

**TESIS:** Evaluación de parámetros del diseño geométrico tramo vial para determinar tangentes mejoradas en curvas- Carretera Ayo Andamayo- Arequipa, según manual DG-2018  
**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional Federico Villarreal  
**FACULTAD:** Ingeniería Civil  
**ASESOR:** Mg. Ing. Gustavo Aybar Arriola  
**TESISTA:** Bach. Gerson Heles Quito Bravo



**PLANILLA DE METRADOS PROPUESTA**

PROGRESIVA (km)	Distancia (m)	Area Corte (m2)	Area Relleno (m2)	Volumen de Corte (m3)	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES (%)			Excavación en Material Suelto (m3)	Excavación en Roca Suelta (m3)	Excavación en Roca Fija (m3)	Conformación de Terraplenes (m3)
					M5	R5	RF				
7+150.00	10.00	0.4	169.11	3.65	100			3.65	0.00	0.00	1468.00
7+160.00	10.00	0	187.39	1	100			1.00	0.00	0.00	1782.50
7+170.00	10.00	0	143.93	0	100			0.00	0.00	0.00	1656.60
7+180.00	10.00	0	126.05	0	100			0.00	0.00	0.00	1349.90
7+190.00	10.00	0	159.31	0	100			0.00	0.00	0.00	1426.80
7+200.00	10.00	0	153.25	0	90	10.00		0.00	0.00	0.00	1562.80
7+210.00	10.00	0.08	116.75	0.2	90	10.00		0.18	0.02	0.00	1350.00
7+220.00	10.00	48.94	54.98	245.1	90	10.00		220.99	24.51	0.00	858.65
7+230.00	10.00	101.26	0	751	90	10.00		675.90	75.10	0.00	137.45
7+240.00	10.00	114.94	0	1081	90	10.00		972.90	108.10	0.00	0.00
7+250.00	10.00	80.8	0.1	978.7	100			978.70	0.00	0.00	0.25
7+260.00	10.00	130.85	1.26	1058.25	100			1058.25	0.00	0.00	6.80
7+270.00	10.00	143.16	0	1370.05	100			1370.05	0.00	0.00	3.15
7+280.00	10.00	118.75	0	1309.55	100			1309.55	0.00	0.00	0.00
7+290.00	10.00	155.21	0	1369.80	100			1369.80	0.00	0.00	0.00
7+300.00	10.00	190.41	0	1728.10	100			1728.10	0.00	0.00	0.00
7+310.00	10.00	291.7	0	2410.55	100			2410.55	0.00	0.00	0.00
7+320.00	10.00	280.8	0	2862.5	100			2862.50	0.00	0.00	0.00
7+330.00	10.00	260.04	0	2704.2	100			2704.20	0.00	0.00	0.00
7+340.00	10.00	257.33	0	2586.85	100			2586.85	0.00	0.00	0.00
7+350.00	10.00	243.54	0	2504.35	100			2504.35	0.00	0.00	0.00
7+360.00	10.00	63.9	0	1537.20	100			1537.20	0.00	0.00	0.00
7+370.00	10.00	18.6	33.96	412.5	100			412.50	0.00	0.00	84.90
7+380.00	10.00	0.5	115.07	95.5	100			95.50	0.00	0.00	745.15
7+390.00	10.00	0.99	39.86	7.45	100			7.45	0.00	0.00	774.65
7+400.00	10.00	19.85	0.23	104.2	100			104.20	0.00	0.00	200.45
7+410.00	10.00	96.65	0	582.5	100			582.50	0.00	0.00	0.58
7+420.00	10.00	138.24	0	1174.45	100			1174.45	0.00	0.00	0.00
7+430.00	10.00	129.89	0	1340.65	100			1340.65	0.00	0.00	0.00
7+440.00	10.00	133.32	0	1316.05	100			1316.05	0.00	0.00	0.00
7+450.00	10.00	172.86	0	1530.90	100			1530.90	0.00	0.00	0.00
7+460.00	10.00	265.88	0	2193.7	100			2193.70	0.00	0.00	0.00
7+470.00	10.00	397.44	0	3316.6	100			3316.60	0.00	0.00	0.00
7+480.00	10.00	499.14	0	4482.9	100			4482.90	0.00	0.00	0.00
7+490.00	10.00	639.21	0	5691.75	100			5691.75	0.00	0.00	0.00
7+500.00	10.00	792.49	0	7158.5	40	40.00	20.00	2863.40	2863.40	1431.70	0.00
7+510.00	10.00	999.65	0	8960.7	40	40.00	20.00	3584.28	3584.28	1792.14	0.00
7+520.00	10.00	1206.65	0	11093.5	40	40.00	20.00	4412.60	4412.60	2206.30	0.00
7+530.00	10.00	1342.91	0	12747.8	40	40.00	20.00	5099.12	5099.12	2549.56	0.00
7+540.00	10.00	1040.52	0	11917.15	40	40.00	20.00	4766.86	4766.86	2383.43	0.00
7+550.00	10.00	669.38	0	8549.5	45	50.00	5.00	3847.28	4274.75	427.48	0.00
7+560.00	10.00	424.94	0	5471.6	45	50.00	5.00	2462.22	2735.80	273.58	0.00
7+570.00	10.00	347.63	0	3862.85	45	50.00	5.00	1738.28	1931.43	193.14	0.00
7+580.00	10.00	345.18	0	3464.05	45	50.00	5.00	1558.82	1732.03	173.20	0.00
7+590.00	10.00	358.67	0	3519.25	45	50.00	5.00	1583.66	1759.63	175.96	0.00
7+600.00	10.00	377.51	0	3680.9	85	15.00		3128.77	552.14	0.00	0.00
7+610.00	10.00	403.78	0.55	3906.45	85	15.00		3320.48	585.97	0.00	1.38
7+620.00	10.00	414.74	0	4093.6	100			4093.60	0.00	0.00	1.38
7+630.00	10.00	363.28	0.13	3890.1	100			3890.10	0.00	0.00	0.33
7+640.00	10.00	434.91	0.45	3990.95	100			3990.95	0.00	0.00	2.90
7+650.00	10.00	457.75	0	4463.3	100			4463.30	0.00	0.00	1.13
7+660.00	10.00	559.25	0	5085	100			5085.00	0.00	0.00	0.00
7+670.00	10.00	583.31	0	5712.8	100			5712.80	0.00	0.00	0.00
7+680.00	10.00	560.42	0	5718.65	100			5718.65	0.00	0.00	0.00
7+690.00	10.00	447.98	0	5042	100			5042.00	0.00	0.00	0.00
7+700.00	10.00	308.98	0	3784.8	100			3784.80	0.00	0.00	0.00
7+710.00	10.00	182.18	1.26	2455.8	100			2455.80	0.00	0.00	3.15
7+720.00	10.00	81.32	0.45	1317.5	100			1317.50	0.00	0.00	8.55
7+730.00	10.00	102.26	0	917.9	80	20.00		734.52	183.38	0.00	1.13
7+740.00	10.00	104.62	0	1034.4	80	20.00		827.52	206.88	0.00	0.00
7+750.00	10.00	39.33	0.59	719.75	80	20.00		575.80	143.95	0.00	1.48
7+760.00	10.00	20.36	4.72	298.45	80	20.00		238.76	59.69	0.00	26.55
7+770.00	10.00	49.07	5.14	347.15	80	20.00		277.72	69.43	0.00	49.30
7+780.00	10.00	48.17	0	486.2	80	20.00		388.56	97.24	0.00	12.85
7+790.00	10.00	109.49	0	788.3	80	20.00		630.64	157.66	0.00	0.00
7+800.00	10.00	137.05	0	1232.7	80	20.00		986.16	246.54	0.00	0.00
7+810.00	10.00	142.36	0	1397.05	80	20.00		1117.64	279.41	0.00	0.00
7+820.00	10.00	106.79	1.35	1145.75	80	20.00		996.60	249.15	0.00	3.38
7+830.00	10.00	105.05	0.21	1059.2	80	20.00		847.56	211.84	0.00	7.80
7+840.00	10.00	103.22	0.02	1041.35	80	20.00		833.08	208.27	0.00	1.15
7+850.00	10.00	93.82	3.3	985.2	80	20.00		788.16	197.04	0.00	16.60
7+860.00	10.00	82.97	1.81	883.95	90	10.00		795.56	88.40	0.00	25.55
7+870.00	10.00	67.49	0.32	752.3	90	10.00		677.07	75.23	0.00	10.65
7+880.00	10.00	56.24	0	618.65	90	10.00		556.79	61.87	0.00	0.80
7+890.00	10.00	29.59	1.28	429.15	90	10.00		386.24	42.92	0.00	3.20
7+900.00	10.00	28.06	0.93	288.25	90	10.00		259.43	28.83	0.00	11.05
7+910.00	10.00	22.41	9.59	252.35	90	10.00		227.12	25.24	0.00	52.80
7+920.00	10.00	18.22	4.01	203.15	90	10.00		182.84	20.32	0.00	68.00
7+930.00	10.00	20.07	1.25	191.45	90	10.00		172.31	19.15	0.00	26.30
7+940.00	10.00	29.08	0	245.75	90	10.00		221.18	24.58	0.00	3.13
7+950.00	10.00	35.36	0	322.2	100			322.20	0.00	0.00	0.00
7+960.00	10.00	34.66	0	350.1	100			350.10	0.00	0.00	0.00
7+970.00	10.00	26.35	1.57	305.05	100			305.05	0.00	0.00	3.93
7+980.00	10.00	11.07	39.79	187.1	100			187.10	0.00	0.00	206.80
7+990.00	10.00	0	75.49	27.68	100			27.68	0.00	0.00	576.40
8+000.00	10.00	27.13	0.45	67.83	100			67.83	0.00	0.00	379.70
8+010.00	10.00	87.84	0	574.85	100			574.85	0.00	0.00	1.13
8+020.00	10.00	66.83	0	773.55	100			773.55	0.00	0.00	0.00
8+030.00	10.00	64.49	0	656.6	100			656.60	0.00	0.00	0.00
8+040.00	10.00	30.46	0	474.75	100			474.75	0.00	0.00	0.00
8+050.00	10.00	16.78	0.05	236.2	100			236.20	0.00	0.00	0.13
8+051.12	1.12	15.73	0.04	18.21	100			18.21	0.00	0.00	0.05
<b>TOTAL (M3)</b>				<b>928,264.12</b>				<b>252,525.72</b>	<b>58,058.66</b>	<b>17,679.75</b>	<b>51,340.85</b>

Anexo F

Panel Fotográfico

**Figura 20**

*Visita en conjunto con Provias*



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 21**

*Visita con la supervisión de obra*



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 22***Visita a campo N°01**Fuente. Elaboración propia.***Figura 23***Visita a campo N°02**Fuente. Elaboración propia.*