

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Seguridad vial y la consistencia de diseño de la carretera**  
**Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000, 2022**

Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil

Autora:

**Chavez Diaz, Ingrich Filea**

Asesor:

**Castañeda Gamboa, Rogelio**

Código ORCID: 0000-0002-6961-7418

Chimbote – Perú

2022

**Palabras claves:**

**Tema:** Seguridad vial, consistencia de diseño, carretera.

**Especialidad:** Transporte Vial.

**Key words:**

**Topic:** Road safety, design consistency, highway.

**Specialization:** Transport road.

**Línea de investigación:**

---

|                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| <b>Línea de investigación</b> | Trasporte                |
| <b>Área</b>                   | Ingeniería y tecnología. |
| <b>Sub área</b>               | Ingeniería civil         |
| <b>Disciplina</b>             | Ingeniería civil         |

---

## **TITULO**

Seguridad vial y la consistencia de diseño de la carretera Cajamarca –  
Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000, 2022

## RESUMEN

Al desarrollar esta investigación tuvo como propósito determinar la seguridad vial y la consistencia de diseño de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000 así también como la relación que existe. Para logra el objetivo se tomó en cuenta el tramo de la carretera Cajamarca – Bambamarca antes mencionado clasificándose como una carretera de primera clase - tipo II, pertenece a una Red Vial Nacional (PE-3N), a partir de esto se determinó que la velocidad de Diseño de la misma fue de 60 km/h; además para esta investigación se utilizó la técnica de la observación, así como instrumento una ficha técnica de observación, la metodología de la investigación es de diseño no experimental y tipo descriptivo. Con esta investigación se verifico el cumplimiento de los criterios establecidos en la norma peruana según el Manual de Diseño Geométrico DG 2018, obteniéndose que de todas las curvas analizadas, existe un 81.82% de curvas que no logran cumplir con el Radio Mínimo exigido; Se determinó también la velocidades de operación obteniendo que para vehículos en subida presenta una velocidad de operación promedio de 59.26 km/h, teniendo un máximo de 82 km/h y un mínimo de 41 km/h, para el sentido de bajada se determinó que la velocidad de operación promedio es de 59.74 km/h, con un máximo de 81 km/h y un mínimo de 38 km/h; El análisis de consistencia de diseño se realizó aplicando los criterios I, II y III de Lamm. Teniendo como resultado que la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000 presenta una condición de Regular y Malo en las curvas, arrojando un estado de inseguro y presentando tramos inconsistentes esto debido a que no cumplen en su gran mayoría con los parámetros establecidos por el Manual de Diseño Geométrico DG 2018, teniendo como lugar critico el km 20+000 al 21+000 que de un Análisis de Riesgo presenta la categoría de I, Situación Crítica (No Aceptable) ya que presenta un alto porcentaje del nivel de accidentes de tránsito.



## ABSTRAC

The purpose of developing this research was to determine the road safety and consistency of the design of the Cajamarca - Bambamarca highway section km 20+000 - km 23+000 as well as the relationship that exists. To achieve the objective, the section of the Cajamarca - Bambamarca highway mentioned above was taken into account, classifying it as a first class highway - type II, it belongs to a National Road Network (PE-3N), from this it was determined that the speed Design of it was 60 km/h; In addition, for this research the observation technique was used, as well as an observation sheet as an instrument, the research methodology is non-experimental and descriptive. With this investigation, compliance with the criteria established in the Peruvian standard was verified according to the DG 2018 Geometric Design Manual, obtaining that of all the curves analyzed there are 81.82% of curves that do not comply with the Minimum Radius required; The operating speeds were also determined, obtaining that for vehicles going uphill it has an average operating speed of 59.26 km/h, with a maximum of 82 km/h and a minimum of 41 km/h, for the downhill direction. It was determined that the average operating speed is 59.74 km/h, with a maximum of 81 km/h and a minimum of 38 km/h; The consistency analysis of the design was carried out applying the Lamm criteria I, II and III. Having as a result that the Cajamarca - Bambamarca highway section km 20+000 - km 23+000 presents a condition of Regular and Bad in the curves, throwing a state of unsafe and presenting inconsistent sections, this is due to the fact that they do not comply in their vast majority. with the parameters established by the DG 2018 Geometric Design Manual, the critical location being km 20+000 to 21+000 which, from a Risk Analysis, presents the category of I, Critical Situation (Not Acceptable) since it presents a high percentage of the level of traffic accidents.

## ÍNDICE GENERAL

|   |     |
|---|-----|
| <b>PALABRAS CLAVES</b> .....            | ii  |
| <b>TITULO</b> .....                     | iii |
| <b>RESUMEN</b> .....                    | iv  |
| <b>ABSTRAC</b> .....                    | v   |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....               | 1   |
| <b>METODOLOGIA</b> .....                | 38  |
| <b>RESULTADOS</b> .....                 | 41  |
| <b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN</b> .....       | 81  |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....               | 83  |
| <b>RECOMENDACIONES</b> .....            | 85  |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> ..... | 86  |
| <b>ANEXOS</b> .....                     | 89  |

## Índice de Tablas

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Longitudes de tramos tangentes.....  | 11 |
| <b>Tabla 2.</b> Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.....                     | 14 |
| <b>Tabla 3.</b> Pendientes máximas (%). .....  | 17 |
| <b>Tabla 4.</b> Anchos mínimos de calzada en tangente. ....  | 22 |
| <b>Tabla 5.</b> Ancho de bermas.....   | 23 |
| <b>Tabla 6.</b> Valores del bombeo de la calzada.....  | 25 |
| <b>Tabla 7.</b> Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte. ....                | 26 |
| <b>Tabla 8.</b> Valores de peralte máximo.....   | 26 |
| <b>Tabla 9.</b> Nivel de deficiencia.....  | 27 |
| <b>Tabla 10.</b> Nivel de exposición.....  | 28 |
| <b>Tabla 11.</b> Nivel de probabilidad.....  | 29 |
| <b>Tabla 12.</b> Nivel de consecuencias. ....  | 29 |
| <b>Tabla 13.</b> Nivel de riesgo. ....   | 30 |
| <b>Tabla 14.</b> Clasificación por demanda.....  | 41 |
| <b>Tabla 15.</b> Clasificación Por Orografía.....  | 41 |
| <b>Tabla 16.</b> Pendientes Transversales. ....  | 42 |
| <b>Tabla 17.</b> Volumen de tránsito promedio diario por horas de subida. ....                       | 43 |
| <b>Tabla 18.</b> Volumen de tránsito promedio diario por horas de bajada. ....                       | 43 |
| <b>Tabla 19.</b> Estudio de tránsito (IMDS) de Lunes - Domingo de subida.....                        | 44 |
| <b>Tabla 20.</b> Estudio de tránsito (IMDS) de Lunes – Domingo de bajada. ....                       | 44 |
| <b>Tabla 21.</b> Índice Medio Diario Anual (IMDA).....   | 45 |
| <b>Tabla 22.</b> Vehículos pesados.....  | 46 |
| <b>Tabla 23.</b> Verificación de las distancias de visibilidad de parada (Dp). ....                  | 47 |
| <b>Tabla 24.</b> Elementos que conforman la distancia de adelantamiento y ejemplos de cálculo..      | 48 |
| <b>Tabla 25 .</b> Verificación de las distancias de visibilidad de paso o adelantamiento (Da). ..... | 50 |
| <b>Tabla 26.</b> Verificación de tramos en tangente.....   | 51 |
| <b>Tabla 27.</b> Elementos de curvas circulares. ....  | 54 |
| <b>Tabla 28.</b> Verificación Radios mínimos de carreteras. ....                                     | 55 |
| <b>Tabla 29.</b> Verificación Sobreanchos. ....  | 56 |
| <b>Tabla 30.</b> Pendientes mínimas y máximas. ....  | 58 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 31.</b> Longitud en pendiente.....  | 59 |
| <b>Tabla 32.</b> Clasificación de curvas verticales.....   | 60 |
| <b>Tabla 33.</b> Verificación anchos de calzadas.....  | 60 |
| <b>Tabla 34.</b> Verificación anchos de bermas.....  | 61 |
| <b>Tabla 35.</b> Anchos de bermas (Elaboración propia).....  | 62 |
| <b>Tabla 36.</b> Verificación de bombeo.....   | 62 |
| <b>Tabla 37.</b> Verificación de Peraltes.....   | 63 |
| <b>Tabla 38.</b> Determinación del Nivel de deficiencia (ND).....                                  | 65 |
| <b>Tabla 39.</b> Determinación del Nivel de exposición (NE).....                                   | 65 |
| <b>Tabla 40.</b> Determinación del Nivel de probabilidad (NP).....                                 | 66 |
| <b>Tabla 41.</b> Determinación del Nivel de consecuencia (NC).....                                 | 67 |
| <b>Tabla 42.</b> Determinación del Nivel de riesgo (NR).....                                       | 68 |
| <b>Tabla 43.</b> Velocidades de percentil 85.....  | 70 |
| <b>Tabla 44.</b> Criterio Lamm I, II y III subida.....   | 73 |
| <b>Tabla 45.</b> Criterio Lamm I, II y III bajada.....   | 74 |
| <b>Tabla 46.</b> Velocidades de operación subida-bajada.....                                       | 75 |
| <b>Tabla 47.</b> Resumen de los resultados de las características geométricas de la carretera..... | 76 |
| <b>Tabla 48.</b> Resumen de resultados de niveles de riesgos de accidentes de tránsito.....        | 80 |

## Índice Figuras

|   |    |
|---|----|
| <b>Figuras 1.</b> Simbología de la curva circular. ....                                       | 13 |
| <b>Figuras 2.</b> Sobreancho en las curvas. ....  | 15 |
| <b>Figuras 3.</b> Disminución de velocidad (a) y magnitud crítica (b), en pendientes.....     | 19 |
| <b>Figuras 4.</b> Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas. ....                        | 20 |
| <b>Figuras 5.</b> Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas.....                    | 20 |
| <b>Figuras 6.</b> Casos de bombeo. ....   | 25 |
| <b>Figuras 7.</b> Pendientes Transversales. ....  | 42 |
| <b>Figuras 8.</b> Distancias de visibilidad de parada.....                                    | 47 |
| <b>Figuras 9.</b> Distancias de visibilidad de paso o adelantamiento.....                     | 50 |
| <b>Figuras 10.</b> Tramos en tangente. ....   | 52 |
| <b>Figuras 11.</b> Radios mínimos.....  | 55 |
| <b>Figuras 12.</b> Giro mínimo para ómnibus de tres ejes (B3-1) Trayectoria 30°. ....         | 56 |
| <b>Figuras 13.</b> Sobreanchos. ....  | 57 |
| <b>Figuras 14.</b> Pendientes mínimas y máximas. ....   | 58 |
| <b>Figuras 15.</b> Longitud en pendiente.....   | 59 |
| <b>Figuras 16.</b> Ancho de calzada ....  | 61 |
| <b>Figuras 17.</b> Bombeo ....  | 63 |
| <b>Figuras 18.</b> Peralte.....   | 64 |
| <b>Figuras 19.</b> Registro de accidentes de la carretera Cajamarca – Bambamarca.....         | 64 |
| <b>Figuras 20.</b> Percentil 85. ....   | 69 |
| <b>Figuras 21.</b> Porcentajes de los resultados de las características geométricas. ....     | 77 |
| <b>Figuras 22.</b> Resumen de los criterios de Lamm. ....                                     | 78 |
| <b>Figuras 23.</b> Porcentaje de criterios I de Lamm subida – bajada. ....                    | 78 |
| <b>Figuras 24.</b> Porcentaje de criterios II de Lamm subida - bajada.....                    | 79 |
| <b>Figuras 25.</b> Porcentaje de criterios III de Lamm subida - bajada. ....                  | 79 |
| <b>Figuras 26.</b> Porcentajes de los resultados del análisis de consistencia de diseño. .... | 79 |
| <b>Figuras 27.</b> Inicio del levantamiento topográfico. ....                                 | 90 |
| <b>Figuras 28.</b> Levantamiento topográfico en tramos tangente. ....                         | 90 |
| <b>Figuras 29.</b> Nivelación de la estación total. ....                                      | 91 |
| <b>Figuras 30.</b> Toma de coordenadas de punto referencial.....                              | 91 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figuras 31.</b> Cambio de estación. ....                                 | 92 |
| <b>Figuras 32.</b> Levantamiento topográfico de los anchos de bermas. ....  | 92 |
| <b>Figuras 33.</b> Levantamiento topográfico de los anchos de calzada. .... | 93 |
| <b>Figuras 34.</b> Levantamiento topográfico km 21+000. ....                | 93 |
| <b>Figuras 35.</b> Levantamiento topográfico en curvas. ....                | 94 |
| <b>Figuras 36.</b> Fin levantamiento topográfico. ....                      | 94 |
| <b>Figuras 37.</b> Toma de velocidades ....                                 | 95 |
| <b>Figuras 38.</b> Toma de velocidades en curvas. ....                      | 95 |
| <b>Figuras 39.</b> Toma de velocidades en tangentes. ....                   | 96 |
| <b>Figuras 40.</b> Conteo de vehículos. ....                                | 96 |
| <b>Figuras 41.</b> Conteo de vehiculos de bajada. ....                      | 97 |
| <b>Figuras 42.</b> Conteo de vehiculos de subida. ....                      | 97 |

## INTRODUCCIÓN

Arias & Remolina (2018). El objetivo de la tesis es comparar la velocidad de operación de vehículos livianos de las curvas en el tramo de estudio vs dos velocidades, la velocidad de diseño en la norma de Colombia y la velocidad de operación por el método de Lamm.

Este trabajo de investigación es cuantitativo, no experimental. Con esta investigación desea realizar el análisis de consistencia en un tramo vial con los criterios I y II de Lamm y saber que qué tan consistente es el diseño de una carretera en estudio, para determinar si el diseño geométrico de la carretera cumple con las expectativas del conductor, los resultados de la investigación demostraron que se e tramo analizado tiene una buena consistencia en los dos sentidos de la vía y también se pudo determinar que las curvas tienen poco consistentes esto puede generar puntos de accidentes de tránsito.

Concluyeron que el tramo en estudio tiene una buena consistencia de diseño geométrico ya que posibilita que los conductores puedan manejar con tranquilidad y visibilidad adecuada ya que no se muestra imprevistos en la carretera que obliguen a cambiar la velocidad de manera extrema, podemos evidenciar que no hay puntos de accidentes de tránsito a lo largo de 30 km.

Delgado, Medina, Ulate & García (2021). El objetivo del presente trabajo es desarrollar modelos de predicción de velocidad de operación para Costa Rica que consideren las características del trazado y las condiciones del parque vehicular. La metodología empleada en el trabajo de investigación es cuantitativa, experimental y descriptiva.

El procedimiento de investigación cuenta con una serie de etapas que empieza con el análisis de las carreteras del lugar de estudio, con el desarrollo de los modelos de predicción del perfil de velocidad y su validación. En el resultado de la investigación se recomienda aplicar los modelos de predicción de las velocidades de operación para las rutas en su país. Para los análisis de consistencia se necesita el levantamiento topográfico (planta y perfil) y obtener de la velocidad de operación de los vehículos ya que el error está en la determinación de esta.

En la investigación experimental se concluyó estadísticamente que las velocidades se deben medir desde el punto medio de la curva porque se muestra la velocidad mínima o máxima por la conducencia del efecto de la pendiente del terreno.

Gomez & Quispe (2017). El objetivo de la investigación evaluar la seguridad vial, de la carretera en estudio con la consistencia de diseño geométrico utilizando a los criterios de Lamm y el perfil de velocidades.

Desacuerdo al tipo de investigación que realizo es cuantitativa y descriptiva, exploratoria, ya que utilizaron la recolección de datos con los cálculos realizados ayudándose de las estadísticas y así comprobando sus hipótesis.

Del expediente técnico de la carretera se determinó la velocidad de diseño y esta no tiene ninguna relación con las velocidades de operación que fueron medidas en campo, esto nos quiere decir que cuando se realizó el diseño de la carretera, en los elementos geométricos no tuvieron en cuenta las expectativas del conductor.

Concluyendo que la seguridad vial dependerá de manera significativa de la evaluación del análisis de consistencia de diseño geométrico con los criterios de Lamm y el Perfil de Velocidades, obteniendo resultados son positivos y significativos para el diseño de una carretera, para así prevenir accidentes de tránsito.

Sánchez (2017). La presente tesis tiene como objetivo principal determinar la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para mejorar la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.

Según con los resultados se obtuvo que la hipótesis general de la investigación ayuda a mejorar la seguridad vial de la carretera, también se pudo ubicar los puntos críticos donde se podrían dar muchos accidentes de tránsito. Al realizar la evaluación de la consistencia de diseño pudieron saber si el trazo de la carretera es buena, regular o mala y así poder plantar un rediseño o implementar nuevas medidas de seguridad, para reducir los accidentes de tránsito.

Al realizar la evaluación de la consistencia del diseño geométrico donde se tomaron 5 subtramos y de estos se pudieron localizar 7 zonas críticas, teniendo como resultado de la evaluación de “regular” a “malas” en su mayoría y estos estuvieron relacionados con los accidentes ocurridos en el lugar de estudio. Concluyendo que con el conocimiento de este análisis de consistencia de diseño podemos minimizar los accidentes de tránsito de manera considerable y mejorar la seguridad vial en los proyectos, sin ocasionar gastos muy elevados.



Bautista (2021). La presente tesis tiene como principal objetivo el análisis del diseño geométrico proyectado al inicio bajo la implementación de medidas que permitan mejorar la seguridad.

En el análisis que se realizó al diseño geométrico de la carretera se demostró el principio de calidad. Con el análisis determinaron que los elementos geométricos permiten que el conductor no presente perspectivas ambiguas al transitar en la nueva vía. Teniendo como resultados un diseño autoexplicativo por lo que el conductor puede identificar sin ningún problema los elementos de la vía sin afectar su comportamiento.

La nueva propuesta de diseño geométrico de la carretera que se presenta en el trabajo de investigación se fundamenta en la seguridad vial. Es por esto que todos los elementos geométricos deben cumplir con las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del nuevo diseño, concluyendo es más seguro ya que ese si ha tomado en cuenta el factor humano y la implementación de nuevas medidas.

Villena (2021) El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo el análisis de la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha alta – centro poblado Porcón Bajo y su relación con la seguridad vial.

Según el tipo de investigación nivel correlacional y método descriptivo análisis comparativo inductivo estadístico.

Al evaluar la relación entre la consistencia y la seguridad vial se determinó que la mayoría de los tramos analizados son inconsistentes y por lo tanto inseguros; principalmente los tramos que presentan tangentes largas seguidos de curvas de vuelta, esto ocasiona un cambio brusco de velocidad que pone en riesgo al usuario de la vía, además las características geométricas del tramo en estudio incumplen con las indicadas por el Manual de Diseño Geométrico: DG 2018; por lo cual se debe considerar la implementación de señalizaciones y dispositivos de control para incrementar la seguridad existente, además de contemplar una posible ampliación de la vía ya que su clasificación hace a la vía deficiente en cuanto a sus parámetros geométricos.

Concluyo con la determinó la seguridad vial de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo, encontrando que algunos tramos de la carretera son inseguros.

Carrera (2019). Tiene como objetivo la evaluar la seguridad vial de la carretera La Shita – Atumpata km 00+00 – km 05+00 en función a sus elementos geométricos.

Según el tipo de investigación es aplicada y cuantitativa, ya que busco comprobar la hipótesis de su investigación con la recolección de datos de las mediciones numéricas realizadas, por lo general con ayuda de las herramientas del campo y estadística; verificando el cumplimiento de los parámetros de diseño geométrico según el manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito de la carretera la Shita – Atumpata (km 00+00 – km 05+00) para posteriormente realizar la evaluación de la consistencia geométrica.

Se evaluó la seguridad vial de la carretera la Shita – Atumpata km 00+000 – km 05+000 en función a sus elementos geométricos, comparando los elementos existentes en la vía con los parámetros que indica el manual de diseño de carreteras

Al verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño geométrico en los puntos donde ocurrieron accidentes de tránsito, se determinó que la mayoría no cumplen con lo normado, teniendo una consistencia geométrica pobre; indicando que el no cumplimiento con los parámetros de diseño geométrico y la inconsistencia geométrica de una vía, hace que ésta sea insegura e incómoda.

La importancia de la investigación actual incluye herramientas para evaluar la seguridad vial en carreteras construidas para futuras acciones correctivas mediante el análisis de consistencia geométrica, que actualmente no se incluye en la construcción. las vías y la presencia de líneas coordinadas son relevantes para reducir y evitar posibles accidentes en el futuro con consecuencias sociales positivas para los automovilistas, peatones y vecinos del barrio que tienen que circular por las vías.

Por todo lo expuesto la importancia de esta tesis radica en que, en nuestro país, especialmente en Cajamarca, no hay muchos estudios de evaluación de seguridad vial de carreteras de acuerdo a la configuración geométrica de la vía y la consistencia geométrica, pudiendo incluirse en nuevos proyectos especialmente en carreteras de la zona rural, identificando tramos inseguros, para hacer el mejoramiento de los mismos y elevar la seguridad vial de la carretera.

## **Fundamentación científica**

### **Carreteras**

Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Manual de Carreteras DG - 2018)

### **Tramos homogéneos**

Son aquellos que el diseñador identifica a lo largo de una carretera, a los que por las condiciones orográficas, se les asigna una misma velocidad de diseño. Por lo general, una carretera tiene varios tramos homogéneos. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Clasificación por demanda**

#### **Autopistas de Primera Clase**

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (Manual de Carreteras DG - 2018).

#### **Autopistas de Segunda Clase**

Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4 001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Carreteras de Primera Clase**

Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con con mayor seguridad. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Carreteras de Segunda Clase**

Son carreteras con IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Carreteras de Tercera Clase**

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Trochas Carrozables.**

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar. (Manual de Carreteras DG - 2018).

## **Clasificación por orografía**

### **Terreno plano (tipo 1)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Terreno ondulado (tipo 2)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Terreno accidentado (tipo 3)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Terreno escarpado (tipo 4)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo. (Manual de Carreteras DG - 2018).

## **Diseño geométrico**

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. (Manual de Carreteras DG - 2018).

Diseñar una carretera consiste en definir las dimensiones de cada uno de los elementos que la constituyen, en estricta concordancia con el vehículo de diseño de tal forma que todos los vehículos que circulen por dicha carretera lo hagan toda con seguridad y comodidad.

El diseño geométrico es la parte más importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues allí se determina su configuración tridimensional, es decir, la ubicación y la forma geométrica definida para los elementos de la carretera; de manera que ésta sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente. (Navarro Hudiel & Acuña, 2019).

### **Distancia de Visibilidad**

Es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. En los proyectos se consideran tres distancias de visibilidad:

- Visibilidad de parada.
- Visibilidad de paso o adelantamiento.
- Visibilidad de cruce con otra vía.

Las dos primeras influyen el diseño de la carretera en campo abierto y serán tratadas en esta sección considerando alineamiento recto y rasante de pendiente uniforme. Los casos con condicionamiento asociados a singularidades de planta o perfil se tratarán en las secciones correspondientes. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Distancia de visibilidad de parada**

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

La distancia de parada para pavimentos húmedos, se calcula mediante la siguiente fórmula:

Dónde:

$$D_p = 0.278 * V * t_p + 0.039 \frac{v^2}{a}$$

D<sub>p</sub>: Distancia de parada (m)

V: Velocidad de diseño (km/h)

t<sub>p</sub>: Tiempo de percepción + reacción (s)

a: deceleración en m/s<sup>2</sup> (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo).

Para vías con pendiente superior a 3%, tanto en ascenso como en descenso, se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$D_p = 0.278Vt_p + \frac{v^2}{254 \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)}$$

Dónde:

d: distancia de frenado en metros

V: velocidad de diseño en km/h

a: deceleración en m/s<sup>2</sup> (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo)

i: Pendiente longitudinal (tanto por uno)

+i: Subidas respecto al sentido de circulación

-i: Bajadas respecto al sentido de circulación. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento**

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Dichas condiciones de comodidad y seguridad, se dan cuando la diferencia de velocidad entre los vehículos que se desplazan en el mismo sentido es de 15 km/h y el vehículo que viaja en sentido contrario transita a la velocidad de diseño.

La distancia de visibilidad de adelantamiento debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, dónde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto. (Manual de Carreteras DG - 2018)

La distancia de visibilidad de adelantamiento se determina como la suma de cuatro distancias, así:

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

Dónde:

Da: distancia de visibilidad de adelantamiento, en metros.

D1: distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros

D2: distancia recorrida por el vehículo que adelanta durante el tiempo desde que invade el carril de sentido contrario hasta que regresa a su carril, en metros.

D3: distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en sentido contrario, en metros.

D4: distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario (estimada en 2/3 de D2), en metros.

$$D1 = 0.278t_1(V - m + \frac{at_1}{2})$$

Dónde:

t1: tiempo de maniobra, en segundos.

V: velocidad del vehículo que adelanta, en km/h.

a: promedio de aceleración que el vehículo necesita para iniciar el adelantamiento, en km/h.

m: diferencia de velocidades entre el vehículo que adelanta y el que es adelantado, igual a 15 km/h en todos los casos.

$$D2 = 0.278 V t_2$$

Dónde:

V: velocidad del vehículo que adelanta, en km/h.

D3 = distancia variable entre 30 y 90 m

t2: tiempo empleado por el vehículo en realizar la maniobra para volver a su carril en segundos.

$$D3 = \text{distancia variable entre 30 y 90 m}$$

$$D4 = \frac{2}{3} D2 \text{ (Manual de Carreteras DG - 2018).}$$



## Diseño geométrico en planta

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad. En proyectos de carreteras de calzadas separadas, se considerará la posibilidad de trazar las calzadas a distinto nivel o con ejes diferentes, adecuándose a las características del terreno.. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### Tramos en tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, serán las indicadas en la Tabla 1. (Manual de Carreteras DG - 2018).

**Tabla 1.** Longitudes de tramos 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: Longitudes de tramos tangentes (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 127).

Dónde:

L mín.s: Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

L mín.o: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

L máx : Longitud máxima deseable (m).

V : Velocidad de diseño (km/h)

Las longitudes de tramos en tangente presentada en la **Tabla 1**, están calculadas con las siguientes fórmulas:

$L_{min.s} : 1.39 V$

$L_{min.o} : 2.78 V$

$L_{m\acute{a}x} : 16.70 V$  (Manual de Carreteras DG - 2018)

### **Elementos de la curva circular**

Los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares que a continuación se indican, deben ser utilizadas sin ninguna modificación y son los siguientes:

P.C. : Punto de inicio de la curva

P.I. : Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas

P.T. : Punto de tangencia

E : Distancia a externa (m)

M : Distancia de la ordenada media (m)

R : Longitud del radio de la curva (m)

T : Longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)

L : Longitud de la curva (m)

L.C : Longitud de la cuerda (m)

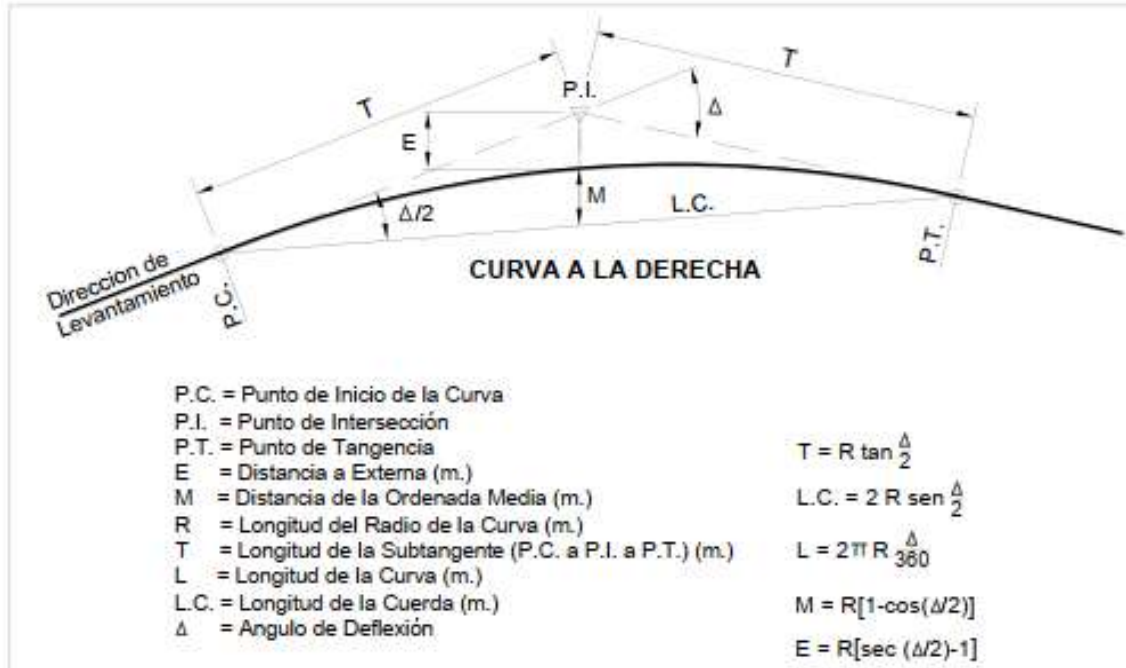
$\Delta$  : Ángulo de deflexión ( $^{\circ}$ )

p : Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)

Sa : Sobreancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m)

Nota: Las medidas angulares se expresan en grados sexagesimales.

En la Figura 1 se ilustran los indicados elementos y nomenclatura de la curva horizontal circular. (Manual de Carreteras DG - 2018)



*Figuras 1.* Simbología de la curva circular (*Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 128*).

### Radios mínimos

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente

fórmula:

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127(P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Dónde:

$R_{\text{mín}}$  : Radio Mínimo

V : Velocidad de diseño

$P_{\text{máx}}$ : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

$f_{\text{máx}}$ : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

El resultado de la aplicación de la indicada fórmula se aprecia en la Tabla 2. (*Manual de Carreteras DG - 2018*).

**Tabla 2.** *Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.*

| <i>Ubicación de la vía</i>          | <i>Velocidad de diseño</i> | <i>P máx. (%)</i> | <i>f máx.</i> | <i>Radio calculado (m)</i> | <i>Radio redondeado (m)</i> |
|-------------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|
| Área rural<br>(plano u<br>ondulada) | 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                        |                             |

Fuente: *Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras* (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 129)

### **Sobreancho**

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

### **Necesidad del sobreancho**

La necesidad de proporcionar sobreancho en una calzada, se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos. En curvas de radio pequeño y mediano, según sea el tipo de vehículos que circulan habitualmente por la carretera, ésta debe tener un sobreancho con el objeto de asegurar espacios libres adecuados (holguras), entre vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre los vehículos y los bordes de las calzadas. El sobreancho requerido equivale al aumento del espacio ocupado transversalmente por los vehículos al describir las curvas más las holguras teóricas adoptadas (valores medios). El sobreancho no podrá darse a costa de una disminución del ancho de la berma. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Valores del sobreancho**

El sobreancho variará en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de

diseño y se calculará con la siguiente figura y fórmula:

Si se asume que  $R'$  es sensiblemente igual a  $RC$ , se tiene que para una calzada de  $n$  carriles:

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

Dónde:

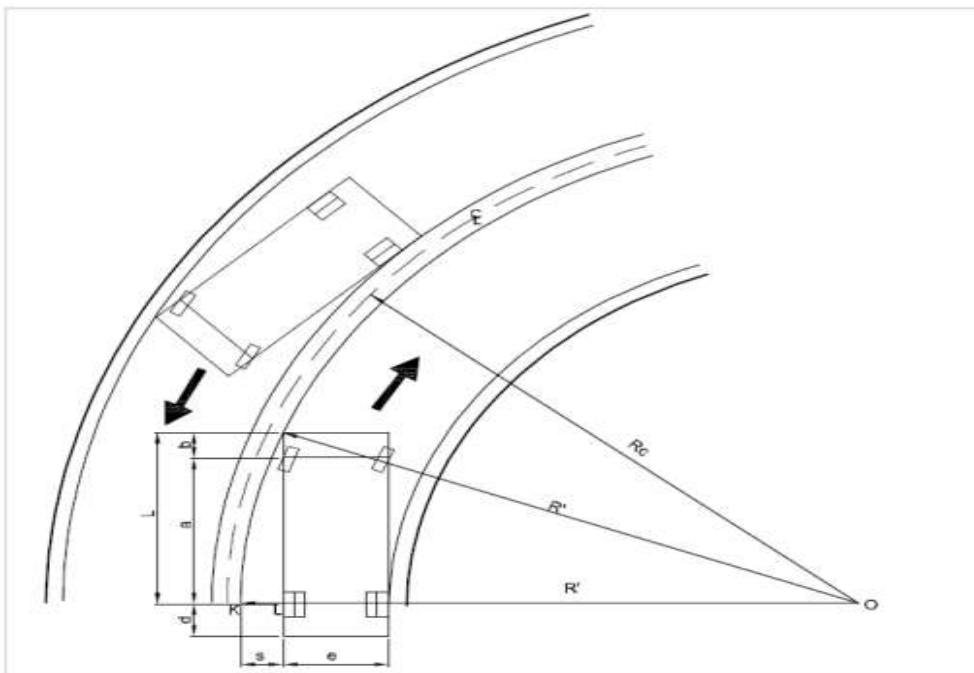
$Sa$  : Sobreebanco (m)

$n$  : Número de carriles

$RC$  : Radio de curvatura circular (m)

$L$  : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

$V$  : Velocidad de diseño (km/h) (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 161).



**Figuras 2.** Sobreebanco en las curvas (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 160).

Dónde:

$R'$ : Radio hasta el extremo del parabombas delantero.

$s$ : Sobreebanco requerido por un carril

$L$ : Distancia entre el parabombas delantero y el eje trasero del vehículo.

## **Diseño geométrico en perfil**

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas. El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales que pueden ser cóncavas o convexas, y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Pendiente mínima**

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales. Se pueden presentar los siguientes casos particulares:

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%.
- Si el bombeo es de 2.5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y la mínima excepcional de 0.35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Pendiente máxima**

Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en la Tabla 303.01, no obstante, se pueden presentar los siguientes casos particulares:

- En zonas de altitud superior a los 3.000 msnm, los valores máximos de la Tabla 3, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados.
- En autopistas, las pendientes de bajada podrán superar hasta en un 2% los máximos establecidos en la Tabla 303.01. (Manual de Carreteras DG - 2018).

**Tabla 3. 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: |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |   |   |               |   |      | 10.00 | 10.00 |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |      |      |
| 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 |      |      |      |      |      |      |  |      |      |
| 60 km/h              |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |   |   |               |   |      |       |       |      | 6.00 | 6.00  | 7.00 | 7.00 | 6.00 | 6.00 | 7.00 | 6.00 | 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 |   |   |               |   |      | 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: Tabla 303.01 Pendientes máximas (%) (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 171).

Notas:

- 1) En caso que se desee pasar de carreteras de Primera o Segunda Clase, a una autopista, las características de éstas se deberán adecuar al orden superior inmediato.
- 2) De presentarse casos no contemplados en la presente tabla, su utilización previo sustento técnico, será autorizada por el órgano competente del MTC. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### Longitud en pendiente

La Figura 6 a ilustra el efecto de las pendientes uniformes de subida, de longitudes dadas, sobre la velocidad de operación de camiones.

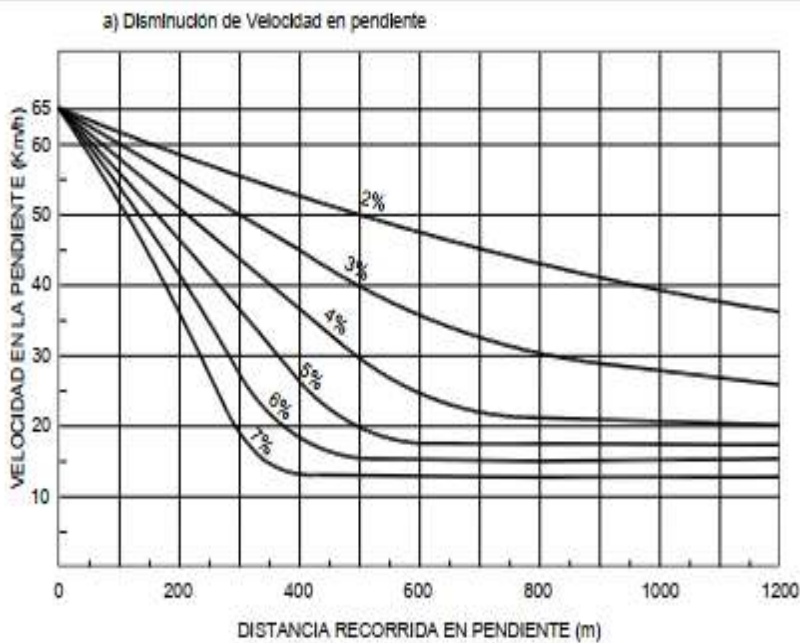
El ábaco está elaborado para camiones pesados del tipo 150 a 180 Kg/Hp ~ 203 a 244 kg/kw Neto, que representan el parque de camiones con remolque o semirremolque. Así mismo, es independiente de la velocidad de entrada a la pendiente, en tanto la rasante de aproximación sea prácticamente horizontal.

Además, el ábaco muestra la caída de velocidad para un camión con remolque o semirremolque cargado, cuya relación peso/potencia sea del orden de 150 kg/Hp ~ 203 kg/kw Neto. Se considera

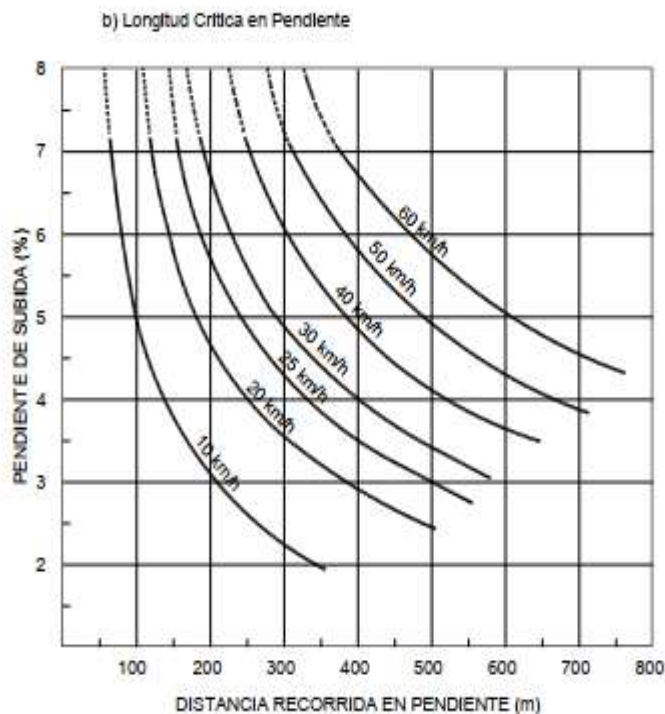
que la rasante de aproximación a la pendiente es prácticamente horizontal y la velocidad al comienzo de la pendiente de 65 km/h. La sección horizontal de las curvas indica la velocidad de régimen del camión, la que no puede ser superada en tanto no disminuya la pendiente.

La Figura 6 b ilustra el concepto de la longitud crítica en pendiente, es decir, la combinación de magnitud y longitud de pendiente que causa un descenso en la velocidad de operación del camión de “X” km/h.

El ábaco, por tanto, permite establecer la longitud máxima que puede darse a una pendiente de magnitud dada, si se desea evitar que la velocidad de operación de los camiones en horizontal disminuya en más de “X” km/h en las zonas en pendientes. Si la longitud y magnitud de una pendiente inevitable produce descensos superiores a los 25 km/h, en especial en caminos bidireccionales dónde no existe visibilidad para adelantar debe realizarse un análisis técnico económico a fin de establecer la factibilidad de proyectar carriles de ascenso. En pendiente, como norma general, es recomendable no superar los 15 km/h de caída de velocidad, para camiones. (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 172)







**Figuras 3.** Disminución de velocidad (a) y magnitud crítica (b), en pendientes. (*Manual de Carreteras DG - 2018*, pág. 173).

### Curvas verticales

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás. Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura  $K$ , que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente, así:

$$K = L/A$$

Dónde:

$K$  : Parámetro de curvatura

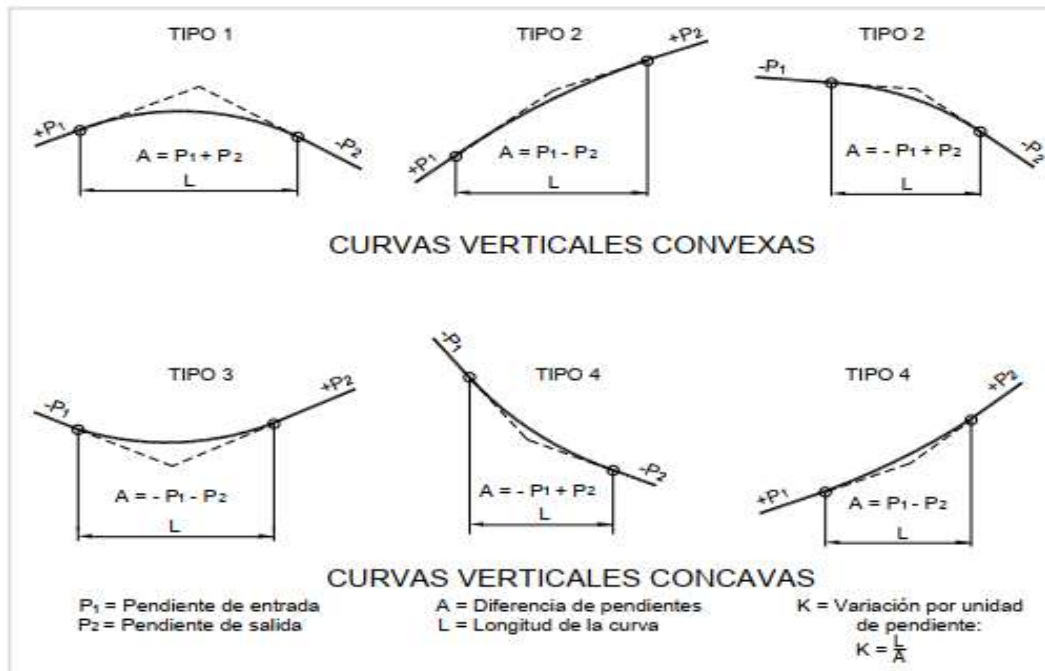
$L$  : Longitud de la curva vertical

$A$  : Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

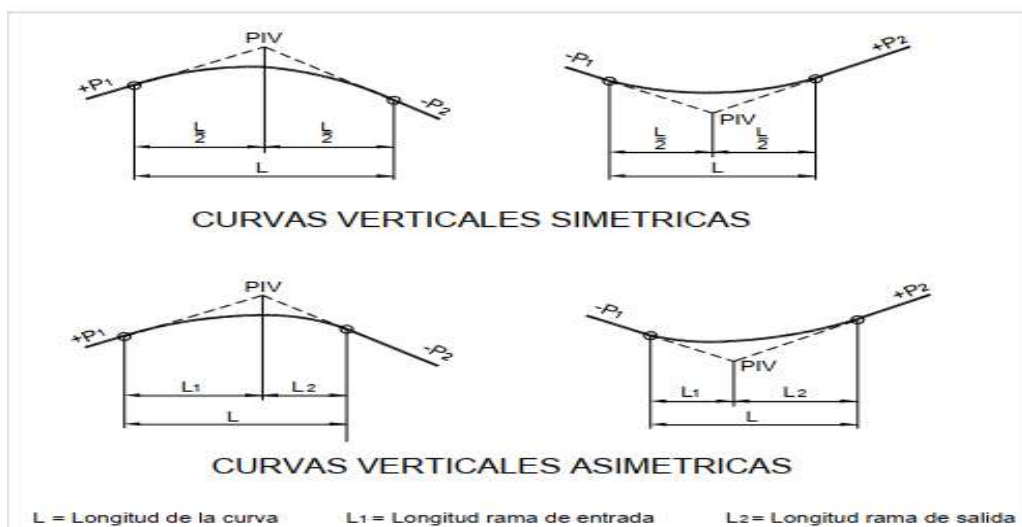
(Manual de Carreteras DG - 2018).

## Tipos de curvas verticales

Las curvas verticales se pueden clasificar por su forma como curvas verticales convexas y cóncavas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas. En la Figura 303.02 se indican las curvas verticales convexas y cóncavas y en la Figura 303.03 las curvas verticales simétricas y asimétricas. (Manual de Carreteras DG - 2018).



Figuras 4. Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas. (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 176).



Figuras 5. Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas (Manual de Carreteras DG - 2018, 2018, pág. 176).

## **Diseño geométrico de la sección transversal**

El diseño geométrico de la sección transversal, consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

La sección transversal varía de un punto a otro de la vía, ya que resulta de la combinación de los distintos elementos que la constituyen, cuyos tamaños, formas e interrelaciones dependen de las funciones que cumplan y de las características del trazado y del terreno.

El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones deben permitir el nivel de servicio previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos complementarios.

Constituyen secciones transversales singulares, las correspondientes a las intersecciones vehiculares a nivel o desnivel, los puentes vehiculares, pasos peatonales a desnivel, túneles, estaciones de peaje, pesaje y ensanches de plataforma

En zonas de concentración de personas, comercio y/o tránsito de vehículos menores, maquinaria agrícola, animales y otros, la sección transversal debe ser proyectada de tal forma que constituya una solución de carácter integral a tales situaciones extraordinarias, y así posibilitar, que el tránsito por la carretera se desarrolle con seguridad vial.. (Manual de Carreteras DG - 2018).

## **Calzada o superficie de rodadura**

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito. El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado. Los carriles de adelantamiento, no serán computables para el número de carriles. Los anchos de carril que se usen, serán de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m.

- Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:
- En autopistas: El número mínimo de carriles por calzada será de dos.

- En carreteras de calzada única: Serán dos carriles por calzada. (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 190).

### Ancho de la calzada en tangente

El ancho de la calzada en tangente, se determinará tomando como base el nivel de servicio deseado al finalizar el período de diseño. En consecuencia, el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio.

En la Tabla 4, se indican los valores del ancho de calzada para diferentes velocidades de diseño con relación a la clasificación de la carretera. (Manual de Carreteras DG - 2018).

**Tabla 4.** Anchos mínimos de calzada en tangente.

| 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              |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      | 6.00 | 6.00 |      |      |      |      |
| 40 km/h              |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.00 |      |      |
| 50 km/h              |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      | 7.20 | 7.20 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.00 |
| 60 km/h              |               |      |      |      | 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          | 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 | 6.60 | 6.60 | 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 | 6.60 | 6.60          | 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          | 7.20 | 7.20 | 7.20 | 6.60          | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60          | 6.60 |      |      |      |      |      |      |
| 100 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 | 6.60          | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60          | 6.60 |      |      |      |      |      |      |
| 110 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 | 6.60          | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60          | 6.60 |      |      |      |      |      |      |
| 120 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 | 6.60          | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60          | 6.60 |      |      |      |      |      |      |
| 130 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 | 6.60          | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60          | 6.60 |      |      |      |      |      |      |

Fuente: Anchos mínimos de calzada en tangente. (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 191).

Notas:

- Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 500 m, con el correspondiente sustento técnico y económico. (Manual de Carreteras DG - 2018).

### Ancho de tramos en curva

A los anchos mínimos de calzada en tangente indicados en la Tabla 4 se adicionarán los sobreamplios correspondientes a las curvas,

## Ancho de las bermas

En la Tabla 5, se establece el ancho de bermas en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía. (Manual de Carreteras DG - 2018).

**Tabla 5.** Ancho de bermas.

| Demanda              | Autopistas    |      |      |      | Carretera     |      |      |      | Carretera     |      |      |      | Carretera     |      |      |      |               |      |   |      |      |
|----------------------|---------------|------|------|------|---------------|------|------|------|---------------|------|------|------|---------------|------|------|------|---------------|------|---|------|------|
| 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: |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |   | 0.50 | 0.50 |
| 30 km/h              |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |   |      |      |
| 40 km/h              |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      |      |      |               |      | 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 |      | 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          |      |      |      |               |      |   |      |      |
| 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: Ancho de bermas (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 193).

Notas:

a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)

b) Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1.20 m para Autopistas de Segunda Clase

c) Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el Tópico 304.12. (Manual de Carreteras DG - 2018).

## **Inclinación de las bermas**

En las vías con pavimento superior, la inclinación de las bermas, se regirá según la Figura 304.03 para las vías a nivel de afirmado, en los tramos en tangente las bermas seguirán la inclinación del pavimento. En los tramos en curva se ejecutará el peralte, según lo indicado en el Tópico 304.06.

En el caso de que la berma se pavimente, será necesario añadir lateralmente a la misma para su adecuado confinamiento, una banda de mínimo 0,5 m de ancho sin pavimentar.

A esta banda se le denomina sobreancho de compactación (s.a.c.) y puede permitir la localización de señalización y defensas.

En el caso de las carreteras de bajo tránsito:

- En los tramos en tangentes, las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.
- La berma situada en el lado inferior del peralte, seguirá la inclinación de éste cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario, la inclinación de la berma será igual al 4%.
- La berma situada en la parte superior del peralte, tendrá en lo posible, una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7%, la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7% la berma superior quedará con una inclinación hacia la calzada, igual a la del peralte menos 7% normativo del MTC. (Manual de Carreteras DG - 2018).

## **Bombeo**

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona. La Tabla 304.03 especifica los valores de bombeo de la calzada. En los casos dónde indica rangos, el proyectista definirá el bombeo, teniendo en cuenta el tipo de superficies de rodadura y la precipitación pluvial.

**Tabla 6.** Valores del bombeo de la calzada.

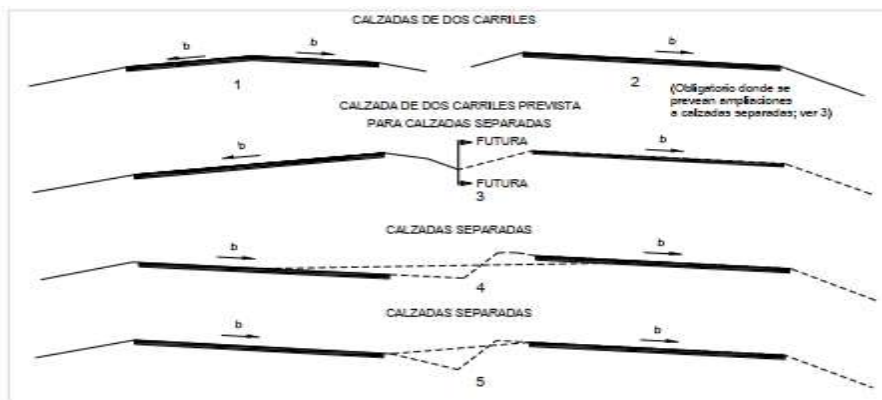
| Tipo de Superficie               | Bombeo (%)                |                           |
|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                  | Precipitación <500 mm/año | Precipitación >500 mm/año |
| Pavimento asfáltico y/o concreto | 2                         | 2.5                       |
| Portland Tratamiento superficial | 2.5                       | 2.5-3.0                   |
| Afirmado                         | 3.0-3.5                   | 3.0-4.0                   |

Fuente: Valores del bombeo de la calzada (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 195).

El bombeo puede darse de varias maneras, dependiendo del tipo de carretera y la conveniencia de evacuar adecuadamente las aguas, entre las que se indican:

- La denominada de dos aguas, cuya inclinación parte del centro de la calzada hacia los bordes.
- El bombeo de una sola agua, con uno de los bordes de la calzada por encima del otro. Esta solución es una manera de resolver las pendientes transversales mínimas, especialmente en tramos en tangente de poco desarrollo entre curvas del mismo sentido. (Manual de Carreteras DG - 2018).

Los casos antes descritos se presentan en la figura:



**Figuras 6.** Casos de bombeo (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 196).

## Peralte

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

### Valores del peralte (máximos y mínimos)

Las curvas horizontales deben ser peraltadas; con excepción de los valores establecidos fijados en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte.

| Velocidad (km/h) | 40    | 60    | 80    | ≥ 100 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Radio (m)        | 3,500 | 3,500 | 3,500 | 7,500 |

Fuente: Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte. (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 196).

En la Tabla 304.05 se indican los valores máximos del peralte, para las condiciones descritas:

**Tabla 8.** Valores de peralte máximo.

| Pueblo o ciudad                               | Peralte Máximo (p) |        | Ver Figura |
|---|--------------------|--------|------------|
|   | Absoluto           | Normal |            |
| Atravesamiento de zonas urbanas               | 6.00%              | 4.00%  | 302.02     |
| Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado) | 8.00%              | 6.00%  | 302.03     |
| Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)       | 12.0               | 8.00%  | 302.04     |
| Zona rural con peligro de hielo               | 8.0                | 6.00%  | 302.05     |

Fuente: Valores de peralte máximo (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 196).

Para calcular el peralte bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento, se utilizará la siguiente fórmula:

$$p = \frac{v^2}{127R} - f$$

Dónde:

p : Peralte máximo asociado a V.

V : Velocidad de diseño (km/h)



R : Radio mínimo absoluto (m)

f : Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V.

Generalmente, resulta justificado utilizar radios superiores al mínimo, con peraltes inferiores al máximo, por resultar más cómodos tanto para los vehículos lentos (disminuyendo la incidencia de f negativo), como para vehículos rápidos (que necesitan menores f). (Manual de Carreteras DG - 2018).

### **Accidentes de tránsito**

Evento que cause daño a personas o cosas, que se produce como consecuencia directa de la circulación de vehículos. Es también entendido como Evento súbito, involuntario e imprevisible que causa daño a personas, a la propiedad y/o al ambiente (MTC, Plan estratégico nacional de seguridad vial pensv , 2017, pág. 70).

### **Evaluación de los riesgos**

La evaluación de los riesgos corresponde al proceso de determinar la probabilidad de que ocurran eventos específicos y la magnitud de sus consecuencias, mediante el uso sistemático de la información disponible.

Para evaluar el nivel de riesgo (NR), se debería determinar lo siguiente:

$$NR = NP \times NC$$

En donde:

NC = Nivel de consecuencia y NP = Nivel de probabilidad

A su vez, para determinar el NP se requiere:

$$NP = ND \times NE$$

En donde:

NE = Nivel de exposición y ND = Nivel de deficiencia.

**Tabla 9. Nivel de deficiencia.**

| <b>Nivel de deficiencia</b> | <b>Valor de ND</b> | <b>Significado</b>  |
|-----------------------------|--------------------|---|
| Muy Alto (MA)               | 10                 | Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgos es nula o no existe o ambos.           |
| Alto (A)                    | 6                  | Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.   |
| Medio (M)                   | 2                  | Se han detectado peligros que pueden dar " lugar" a consecuencias poco significativa(s) o de menor importancia , o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.   |
| Bajo (B)                    | No se Asigna Valor | No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos.<br>El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV). |

Fuente: Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación. (INCOTEC, 2012, pág. 13).

**Tabla 10. Nivel de exposición.**

| <b>Nivel de exposición</b> | <b>Valor de N E</b> | <b>Significado</b>   |
|----------------------------|---------------------|--|
| Continua (EC)              | 4                   | La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo Prolongado durante la jornada laboral. |
| Frecuente (EF)             | 3                   | La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.                       |
| Ocasional (EO)             | 2                   | La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.           |
| Esporádica (EE)            | 1                   | La situación de exposición se presenta de manera eventual.   |

Fuente: Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación. (INCOTEC, 2012, pág. 13).

Para determinar el NP se combinan los resultados de las tablas 9 determinación del nivel de deficiencia y tabla 10 determinación del nivel de exposición, resumida en la tabla 11.

**Tabla 11.** Nivel de probabilidad.

| Niveles de Probabilidad |    | Nivel de Exposición NE |       |      |      |
|-------------------------|----|------------------------|-------|------|------|
|                         |    | 4                      | 3     | 2    | 1    |
| Nivel de                | 10 | MA-40                  | MA-30 | A-20 | A-10 |
| deficiencia             | 6  | MA-24                  | A-18  | A-12 | M-6  |
| (ND)                    | 2  | M-8                    | M-6   | B-4  | B-4  |

Fuente: Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación. (INCOTEC, 2012, pág. 13).

Donde los significados de los diferentes niveles de probabilidad son:

- MA (24 – 40): Situación deficiente con exposición continua.
- A (20 – 10): Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional.
- M (6 – 8): Situación deficiente con exposición esporádica.
- B (2 – 4): Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica.

A continuación, la tabla siguiente indica los parámetros para la determinación de nivel de consecuencia (NC), cuyos niveles se clasifican en leve, grave, muy grave y mortal. (Chilón , 2021, pág. 20)

**Tabla 12.** Nivel de consecuencias.

| Nivel de Consecuencias    | NC  | Significado  |
|---------------------------|-----|--|
|                           |     | Daños Personales   |
| Mortal o Catastrófico (M) | 100 | Muerte (s)   |
| Muy grave (MG)            | 60  | Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial invalidez) |
| Grave (G)                 | 25  | Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)                         |
| Leve (L)                  | 10  | Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad                                   |

Fuente: Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación. (INCOTEC, 2012, pág. 14).

Para determinar el NR se combinan los resultados de las tablas 11 determinación nivel de probabilidad y tabla 12 determinación del nivel de consecuencias, resumida en la tabla 13.

**Tabla 13. Nivel de riesgo.**

| Nivel de riesgo<br>NR = NP x NC |     | Nivel de probabilidad (NP) |                        |                      |                      |
|---------------------------------|-----|----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
|                                 |     | 40-24                      | 20-10                  | 8-6                  | 4-2                  |
| Nivel de consecuencias<br>(NC)  | 100 | <b>I</b><br>4000-2400      | <b>I</b><br>2000-12000 | <b>I</b><br>800-600  | <b>II</b><br>400-200 |
|                                 | 60  | <b>I</b><br>2400-1400      | <b>I</b><br>12000-600  | <b>II</b><br>480-360 | II240<br>III120      |
|                                 | 25  | <b>I</b><br>1000-600       | <b>II</b><br>500-250   | <b>II</b><br>200-150 | <b>III</b><br>100-50 |
|                                 | 10  | <b>II</b><br>500-250       | II240<br>III120        | <b>III</b><br>80-60  | III40<br>IV20        |

Fuente: Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación. (INCOTEC, 2012, pág. 14).

Donde los significados de los niveles de riesgo (NR) son:

- I (4000 – 600): Situación crítica. (No aceptable)
- II (500 – 150): Corregir y adoptar medidas de control de inmediato. (No Aceptable o aceptable con control específico)
- III (120 – 40): Mejorar si es posible. (Aceptable)
- IV (20): Mantener las medidas de control existentes, considerando mejoras.

(Aceptable) (Chilón , 2021, pág. 22)

### Seguridad vial

Se define como un conjunto de acciones orientadas a prevenir o evitar los riesgos de accidentes de tránsito de los usuarios de las vías y disminuir los impactos sociales negativos por causa de la accidentalidad. (MTC, Manual de seguridad vial, 2017, pág. 15)

Define que la seguridad vial como la implementación y ejecución de una serie de diversas estrategias, acciones y mecanismos en diversos ámbitos como el informativo, normativo, educativo, técnico, tecnológico y de investigación, las cuales permitan instaurar un sistema seguro y así producir que se reduzcan de forma práctica y efectiva los accidentes de tránsito y las lesiones que pueden llegar a provocar estas. (Guevara & Norabuena , 2019, pág. 29).

### Vehículos ligeros

La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no condicionan el proyecto, excepto que se trate de una vía por la que no circulan camiones, situación poco probable en el proyecto de carreteras. A

modo de referencia, se citan las dimensiones representativas de vehículos de origen norteamericano, en general mayores que las del resto de los fabricantes de automóviles:

Ancho: 2.10 m.

Largo: 5.80 m.

El vehículo ligero es el que más velocidad desarrolla y la altura del ojo de piloto es más baja, por tanto, estas características definirán las distancias de visibilidad de sobrepaso, parada, zona de seguridad en relación con la visibilidad en los cruces. (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 25).

### **Vehículos pesados**

Las dimensiones máximas de los vehículos a emplear en la definición geométrica son las establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

h: altura de los faros delanteros: 0.60 m.

h3: altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2.50 m.

h4: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.

h6: altura del techo del vehículo pesado: 4.10 m

El vehículo pesado tiene las características de sección y altura para determinar la sección de los carriles y su capacidad portante, radios y sobreeanchos en curvas horizontales, alturas libres mínimas permisibles, necesidad de carriles adicionales, longitudes de incorporación, longitudes y proporción de aparcamientos para vehículos pesados en zonas de estacionamiento, miraderos o áreas de descanso. (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 26).

### **Índice medio diario anual (IMDA)**

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea

cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica.

Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden ser obtenidos en forma manual o con sistemas tecnológicos. (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 92).

### **Consistencia de diseño**

La consistencia del diseño geométrico de una carretera, se entiende como la relación de homogeneidad de sus características geométricas y las condiciones de seguridad que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella. (Manual de Carreteras DG - 2018).

La consistencia en el diseño geométrico se refiere a que los cambios de velocidad de operación que se experimentan a lo largo de la carretera no sean fuertes y que dicha velocidad no difiera fuertemente de la velocidad de diseño, que se debe elegir según la función de la carretera y las expectativas del conductor. La evaluación de la consistencia en el diseño geométrico de carreteras se realiza con el fin de identificar aspectos relacionados con la seguridad de la circulación de los vehículos, con lo que se pueden plantear cambios para mejorar la circulación vehicular. ( Posada, Cadavid, & Castro , 2014, pág. 40).

### **Velocidad de operación**

Es la máxima velocidad que pueden ir los vehículos en un determinado tramo de una carretera, en función a la velocidad de diseño, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, estado del pavimento, meteorológicas y grado de relación de ésta con otras vías y con la propiedad adyacente. Si el tránsito y las interferencias son bajas, la velocidad de operación del vehículo es del orden de

la velocidad de diseño por tramo homogéneo, no debiendo sobrepasar a ésta. Un concepto utilizado para la mejor estimación de la velocidad de operación, es el denominado percentil 85 de la velocidad, que consiste en determinar la velocidad bajo la cual circula el 85% de los vehículos. (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 100).

### **Velocidad de diseño**

En su definición nos menciona que es velocidad escogida para el diseño de la carretera, comprendiéndose que será la máxima velocidad que se podrá conducir con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. Por esto, la velocidad de diseño a lo largo del trazo de la carretera, debería ser tal, que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido. (Manual de Carreteras DG - 2018, 2018, pág. 96).

### **Velocidad del percentil 85**

Para muchos estudios de trazado o de regulación de tráfico no es adecuado considerar la velocidad media como velocidad de proyecto, porque el 50 por 100 de los vehículos circulan a una velocidad superior; interesa utilizar una velocidad que sea sobrepasada por un número reducido de vehículos. Se utiliza frecuentemente la velocidad correspondiente al percentil 85 (velocidad que sólo es sobrepasada por el 15 por 100 de los vehículos) de la distribución de turismo, que son los más rápidos. Esta velocidad del percentil 85 suele ser alrededor de un 20 por 100 superior a la velocidad media (Ingeniería de Carreteras, Vol. I, 2009).

$$i = \left(\frac{P}{100}\right)n$$

### **Indicadores de consistencia bajo el enfoque de las expectativas.**

#### **Criterio I: Consistencia en Elementos Simples**

(Echaveguren & Sáez, 2001) el criterio I se aboca a lograr la armonía entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación en un elemento aislado del trazado.

Diseño “Bueno”:  $V_{85} - V_D \leq 10 \text{ Km./h}$

Diseño “Regular”:  $10 \text{ Km./h} < V_{85} - V_D < 20 \text{ Km./h}$

Diseño “Malo”:  $V_{85} - VD > 20 \text{ Km./h}$

La velocidad de percentil 85, está asociada a variables geométricas. Las formas funcionales que son de mayor uso y que han presentado mejores correlaciones son del tipo:

$$V_{85} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1/R \quad V_{85} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1/R^{1/2}$$

En donde  $\hat{a}_i$  son coeficientes de regresión, y R el radio de curvatura.

### **Criterio II: Consistencia entre Elementos Sucesivos**

Por su parte, Lamm et al (1995), propuso los siguientes umbrales de evaluación:

Diseño “Bueno”:  $\ddot{A}V_{85} < 10 \text{ Km./h}$

Diseño “Regular”:  $10 \text{ Km./h} < \ddot{A}V_{85} < 20 \text{ Km./h}$

Diseño “Malo”:  $\ddot{A}V_{85} > 20 \text{ Km./h}$

La variable  $\ddot{A}V_{85}$  se puede estimar de dos formas: Una aplicando diferencia simple entre los valores de  $V_{85}$  de segmentos sucesivos. Otra alternativa es estimar directamente las correlaciones entre  $\ddot{A}V_{85}$  y las variables geométricas del trazado. (Echaveguren & Sáez, 2001)

### **Criterio III: Estabilidad Dinámica**

Este criterio III toma como base la iniciativa que las diferencias entre la fricción lateral provista por el diseño y la fricción lateral demandada induce inconsistencia en el trazado, pues el conductor modifica su velocidad al confrontar la curva dependiendo de la trayectoria, de la existencia de otros vehículos y de la velocidad de aproximación a la curva. Para poder hacer la estabilidad, el conductor demandará una determinada cantidad de fricción en función a las características de diseño del vehículo (velocidad, trayectoria) y del pavimento (textura), la cual no precisamente es la misma que da el diseño a través de la curvatura y del peralte.

Lamm propone que, en ecuaciones, en donde  $\ddot{A}f$  es la diferencia entre la fricción lateral provista y la demandada.

Diseño “Bueno” :  $\ddot{A}f > + 0.02$

Diseño “Regular” :  $- 0.02 < \ddot{A}f < + 0.02$



Diseño “Malo”:  $f < - 0.02$

La fricción lateral provista se puede estimar mediante la expresión de equilibrio dinámico:

$$f_{ra} = VD^2 / 127R - p$$

Siendo VD la velocidad de diseño, R el Radio de curvatura y p el peralte.

La fricción lateral demandada, se estima realizando la ecuación, sustituyendo el valor de VD por el de V85. (Echaveguren & Sáez, 2001).

### **Justificación de la Investigación**

El presente trabajo de investigación permite determinar nuevos conocimientos, aumentar la información sobre la consistencia de diseño y la seguridad vial. En el lugar de estudio a menudo ahí accidentes de tránsito, esta situación puede estar relacionado a la inseguridad vial y la inconsistencia del diseño, si evaluamos la seguridad vial en carreteras ya construidas o en la fase de proyecto de nuevo trazado de carreteras se puedan tomar medidas eficaces y correctivas mediante el análisis de la consistencia del diseño que se refiere a que los cambios de velocidad de operación que se experimentan los conductores a lo largo de la carretera y que dicha velocidad difiera fuertemente de la velocidad de diseño. La investigación se puede justificar a nivel científico, porque es en basarse en teorías y normas establecidas para conocer la condición de una carretera.

El presente trabajo de investigación, beneficia directamente a los pobladores de la zona ya que contribuye al desarrollo social, en el cual los pobladores desarrollan sus actividades cotidianas. Por lo que las vías deben estar construidas adecuadamente y seguras para mejorar la calidad de vida de la población.

### **Problema:**

¿Cuál es la seguridad vial y la consistencia de diseño de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000, 2022 y qué relación existe?

## Conceptuación y operacionalización de variables

| VARIABLE                    | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIONES                               | INDICADORES                   |
|-----------------------------|---|--|---|-------------------------------|
| Características geométricas | Es la parte importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, allí se determina su configuración tridimensional, es decir, ubicación y forma geométrica definida para los elementos de la carretera.  | Para el diseño geométrico de la carretera se necesita hacer un levantamiento topográfico.                      | Planta                                    | Radios mínimos (m).           |
|                             |   |  |   | Distancia de visibilidad (m). |
|                             |   |  |   | Tramos en tangente (m).       |
|                             |   |  |   | Elementos de curvas (m).      |
|                             |   |  | Perfil                                    | Sobre anchos(m).              |
|                             |   |  |   | Pendiente máxima (%).         |
|                             |   |  |   | Pendiente mínima (%).         |
|                             |   |  | Secciones transversales                   | Curva vertical (m).           |
|                             |   |  |   | Ancho de la Calzada (m).      |
|                             |   |  |   | Bombeo (%).                   |
| Consistencia de diseño      | La consistencia en el diseño geométrico se refiere a que los cambios de velocidad de operación que se experimentan a lo largo de la carretera no sean fuertes y que dicha velocidad no difiera fuertemente de la velocidad de diseño, que se debe elegir según la función de la carretera y las expectativas del conductor. | Para analizar la consistencia determinaremos los criterios de Lamm.  | Criterios de Lamm                         | Ancho de la berma (m).        |
|                             |   |  |   | Peralte (%).                  |
| Seguridad Vial              | Conjunto de acciones orientadas a prevenir o evitar los riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos sociales negativos por causa de la accidentalidad.   | Para analizar la seguridad vial se verá accidentes ocurrido y el porcentaje de la carretera segura e insegura. | Accidentes de tránsito                    | Velocidad de Operación (km/h) |
|                             |   |  |   | Velocidad de diseño (km/h)    |
|                             |   |  | Porcentaje de carretera segura e insegura | Fricción lateral              |
|                             |   |  |   | Porcentaje (%)                |
|                             |   |  |   | Porcentaje (%)                |

## **Hipótesis:**

La hipótesis de esta investigación está implícita ya que la tesis es descriptiva.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la seguridad vial y la consistencia de diseño de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000 y relación que existe.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la velocidad de operación y velocidad de diseño de los vehículos en la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000.
- Determinar los indicadores de consistencia de diseño con los criterios de Lamm de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000.
- Identificar las características geométrico existentes de la carretera y compararlas con las del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG 2018.
- Evaluar la seguridad vial de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000.

## METODOLOGIA

### Tipo y diseño de investigación

La investigación será de tipo descriptivo y de diseño no experimental.

### Tipo de investigación

Descriptiva porque describe una realidad, sin alterarla.

### Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental ya que no se manipularán las variables mediante la observación.

Dónde:



**Mi:** La carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000, 2022

**O1:** Es la observación de los datos que generaran los resultados.

### Población y Muestra

- **Población**

Carretera Cajamarca – Bambamarca

- **Muestra:**

La carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000, 2022

### Técnicas e instrumentos de investigación

La presente investigación se utilizará la técnica de observación puesto que los datos serán obtenidos de campo por medio de guías observación esta nos ayudara con la recopilación de datos para nuestra investigación.

## **Proceso y análisis de la información**

En el presente trabajo de investigación utilizaremos los métodos descriptivos utilizando programas, tabla de datos y gráficos.

### **Métodos descriptivos**

Los datos que se obtengan en el presente proyecto de investigación serán procesados en los programas Autodesk Civil 3d y Microsoft Excel 2016, esto se realizará:

- Se procesó la información de la recolección de datos con el Autodesk Civil para obtener la topografía para obtener el inventario vial de nuestra carretera.
- Se realizó tablas de los datos obtenidos Microsoft Excel 2016.
- Los datos obtenidos en la observación se representaron en gráfico y tablas para esto se utilizará Microsoft Excel 2016.

Determinar la velocidad de operación y velocidad de diseño de los vehículos en la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000.

- Para determinar las velocidades de operación de los vehículos que circulan por la carretera se utilizó una pistola de radar medidor de velocidades.
- Se procesó la información de las fichas de observación obtenidas en campo.
- Se realizó tablas de los datos obtenidos Microsoft Excel 2016.

Determinar los indicadores de consistencia de diseño con los criterios de Lamm de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000.

- Se procesó la información de las fichas de observación obtenidas en campo del análisis de consistencia.
- Se realizó tablas de los datos obtenidos Microsoft Excel 2016.

Identificar las características geométrico existentes de la carretera y compararlas con las del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG 2018.

- Se recolecto los datos de campo del levantamiento topográfico de la carretera.
- Se procesó los datos con el Autodesk Civil para obtener la topografía de la carretera en estudio y para luego obtener el inventario vial de nuestra carretera.

- Los datos obtenidos en la observación se representarán en gráfico y tablas para esto se utilizará Microsoft Excel 2016.

Evaluar la seguridad vial de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000.

- Se procesó la información de la recolección de datos de los accidentes de tránsito obtenidos de la PNP.
- Los datos obtenidos en la observación se representaron en gráfico y tablas para esto se utilizará Microsoft Excel 2016.

## RESULTADOS

### Clasificación de la carretera

La clasificación de la carretera se hizo en función de la demanda y orografía.

### Clasificación por su demanda:

Para la clasificación por su demanda se tuvo que realizar el estudio de tránsito para obtener el Índice Medio Diario Anual (IMDA).

**Tabla 14.** *Clasificación por demanda.*

| Clase   | IMDA              | Carriles | Calzada |
|---------|-------------------|----------|---------|
| Primera | 4000-2001 veh/día | 2        | 3.6 0m  |
| Segunda | 2000-400 veh/día  | 2        | 3.30m   |
| Tercera | <400 veh/día      | 2        | 3.00m   |

Fuente: Elaboración propia.

En estudio de transito se realizó el conteo de los vehículos en ambos sentidos por una semana.

IMDA=2783 veh/día obtenido de la **tabla 21**.

2001 veh/día  $\leq$  **2783 veh/día**  $\leq$  4000 veh/día la carretera es de **Primera Clase**.

### Clasificación por su orografía:

Para la clasificación por su orografía se tiene en cuenta pendientes transversales y pendientes longitudinales.

**Tabla 15.** *Clasificación Por Orografía.*

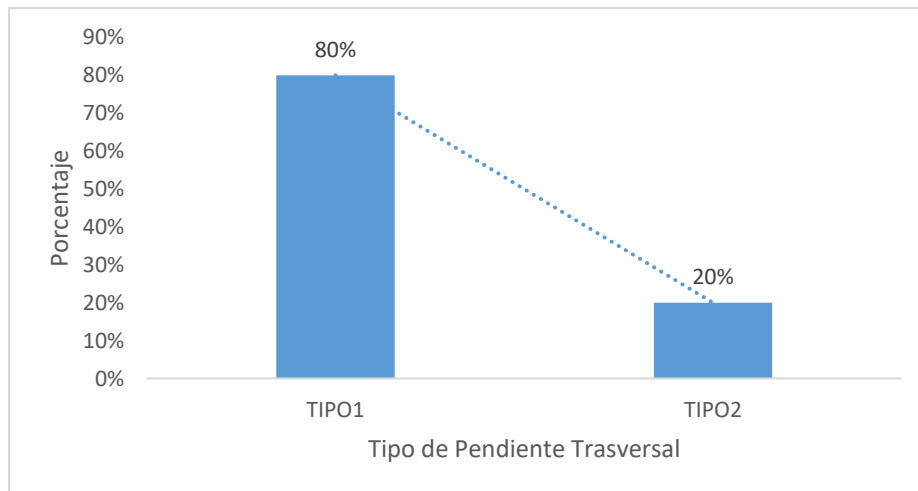
| Terreno     | Tipo  | Pendientes Transversales | Pendientes Longitudinales |
|-------------|-------|--------------------------|---------------------------|
| Plano       | Tipo1 | $\leq$ 10%               | < 3%                      |
| Ondulado    | Tipo2 | 11% - 50%                | 3% - 6%                   |
| Accidentado | Tipo3 | 51% - 100%               | 6% - 8%                   |
| Escarpado   | Tipo4 | >100%                    | >8%                       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16. Pendientes Trasversales.**

| Tramo                 | Pendientes Transversal |           | Tipo    |           |
|-----------------------|------------------------|-----------|---------|-----------|
|                       | Derecho                | Izquierdo | Derecho | Izquierdo |
| 20+000.00 - 21+000.00 | 23.61%                 | 6.37%     | Tipo2   | Tipo1     |
|                       | 46.95%                 | 45.73%    | Tipo2   | Tipo1     |
|                       | 42.87%                 | 33.48%    | Tipo2   | Tipo2     |
|                       | 7.02%                  | 34.11%    | Tipo1   | Tipo2     |
|                       | 24.79%                 | 53.01%    | Tipo2   | Tipo2     |
|                       | 31.10%                 | 41.92%    | Tipo2   | Tipo2     |
| 21+000.00 - 22+000.00 | 19.84%                 | 2625%     | Tipo2   | Tipo2     |
|                       | 34.50%                 | 37.71%    | Tipo2   | Tipo2     |
|                       | 18.48%                 | 20.19%    | Tipo2   | Tipo2     |
|                       | 3.01%                  | 9.84%     | Tipo1   | Tipo1     |
|                       | 124%                   | 4.06%     | Tipo1   | Tipo1     |
| 22+000.00 - 23+000.00 | 18.21%                 | 40.08%    | Tipo2   | Tipo2     |
|                       | 22.94%                 | 18.67%    | Tipo2   | Tipo2     |
|                       | 32.02%                 | 12.36%    | Tipo2   | Tipo2     |
|                       | 10.69%                 | 12.79%    | Tipo2   | Tipo2     |

Fuente: Elaboración propia.



**Figuras 7.** Pendientes Trasversales. (Elaboración propia)

De las pendientes trasversales obtenemos que 80 % tipo 2 y un 20 % tipo 1, también sus pendientes están dentro del rango 11% - 50% por que podemos deducir que la carretera es de **Tipo 2** (Ondulado).

**Clasificación por su jerarquía:**

Por su jerarquía la carretera es PE-3N que permanece a la Red Vial Nacional.



**Estudio de transito:**

**Tabla 17. Volumen de tránsito promedio diario por horas de subida.**

| Tramo        | 21+000    |           | Ubicacion             |       |         |       |        |       |              |       |       |       | PORCÓN ALTO |       |       |         |       |  |  |
|--------------|-----------|-----------|-----------------------|-------|---------|-------|--------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|---------|-------|--|--|
| Dia          | DOMINGO   |           | Fecha 11 DE SETIEMBRE |       |         |       |        |       |              |       |       |       | Sentido     |       |       | SUBIDA  |       |  |  |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural<br>Combi        | Micro | Omnibus |       | Camion |       | Semitraylers |       |       |       | Traylers    |       |       | TOTAL   | PORC. |  |  |
|              |           |           |                       |       | 2E      | 3E    | 2E     | 3E    | 2S2          | 2S3   | 3S2   | >=3S3 | 2T2         | 2T3   | 3T2   |         | %     |  |  |
| 06-07        | 19        | 27        | 33                    | -     | 12      | 4     | 5      | 4     | -            | -     | 1     | 4     | 1           | -     | -     | 110     | 7.8   |  |  |
| 07-08        | 23        | 31        | 28                    | 1     | 14      | 1     | 2      | 5     | -            | -     | -     | 6     | 2           | -     | -     | 113     | 8.0   |  |  |
| 08-09        | 28        | 35        | 29                    | 1     | 20      | 2     | 5      | 1     | -            | -     | 1     | 5     | 4           | -     | -     | 131     | 9.2   |  |  |
| 09-10        | 22        | 38        | 21                    | -     | 11      | 5     | 4      | 1     | 1            | -     | -     | 4     | 3           | -     | -     | 110     | 7.8   |  |  |
| 10-11        | 30        | 26        | 17                    | 1     | 13      | 2     | 8      | 4     | -            | -     | -     | 2     | 1           | -     | -     | 104     | 7.3   |  |  |
| 11-12        | 27        | 21        | 22                    | 2     | 9       | 3     | 5      | 2     | 1            | -     | -     | 3     | 2           | -     | -     | 97      | 6.8   |  |  |
| 12-13        | 30        | 20        | 28                    | 1     | 13      | 1     | 3      | 1     | -            | 1     | -     | 1     | 2           | -     | -     | 101     | 7.1   |  |  |
| 13-14        | 28        | 18        | 24                    | 1     | 15      | 3     | 4      | 1     | -            | -     | -     | 4     | 1           | -     | -     | 99      | 7.0   |  |  |
| 14-15        | 20        | 22        | 21                    | 1     | 20      | 1     | 5      | 4     | 1            | -     | -     | 3     | 1           | -     | -     | 99      | 7.0   |  |  |
| 15-16        | 22        | 23        | 25                    | -     | 14      | 3     | 4      | 2     | -            | -     | -     | 5     | 2           | -     | -     | 100     | 7.1   |  |  |
| 16-17        | 26        | 27        | 27                    | -     | 12      | 3     | 7      | 2     | -            | -     | 1     | 2     | 1           | -     | -     | 108     | 7.6   |  |  |
| 17-18        | 20        | 19        | 22                    | 1     | 18      | 1     | 3      | 1     | -            | -     | -     | 4     | -           | -     | -     | 89      | 6.3   |  |  |
| 18-19        | 24        | 20        | 20                    | 1     | 12      | 2     | 4      | 1     | -            | -     | -     | 1     | 2           | -     | -     | 87      | 6.1   |  |  |
| 19-20        | 18        | 18        | 19                    | -     | 11      | 1     | 1      | -     | -            | -     | 1     | 1     | -           | -     | -     | 70      | 4.9   |  |  |
| <b>TOTAL</b> | 337       | 345       | 336                   | 10    | 194     | 32    | 60     | 29    | 3            | 1     | 4     | 45    | 22          | 0     | 0     | 1418    | 100.0 |  |  |
| %            | 23.77%    | 24.33%    | 23.70%                | 0.71% | 13.68%  | 2.26% | 4.23%  | 2.05% | 0.21%        | 0.07% | 0.28% | 3.17% | 1.55%       | 0.00% | 0.00% | 100.00% |       |  |  |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18. Volumen de tránsito promedio diario por horas de bajada.**

| Tramo        | 21+000    |           | Ubicacion             |       |         |       |        |       |              |       |       |       | PORCÓN ALTO |       |       |         |       |  |  |
|--------------|-----------|-----------|-----------------------|-------|---------|-------|--------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|---------|-------|--|--|
| Dia          | DOMINGO   |           | Fecha 11 DE SETIEMBRE |       |         |       |        |       |              |       |       |       | Sentido     |       |       | BAJADA  |       |  |  |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural<br>Combi        | Micro | Omnibus |       | Camion |       | Semitraylers |       |       |       | Traylers    |       |       | TOTAL   | PORC. |  |  |
|              |           |           |                       |       | 2E      | 3E    | 2E     | 3E    | 2S2          | 2S3   | 3S2   | >=3S3 | 2T2         | 2T3   | 3T2   |         | %     |  |  |
| 06-07        | 24        | 30        | 29                    | 1     | 13      |       | 6      | 2     | -            | -     | -     | 5     | 3           | -     | -     | 113     | 7.8   |  |  |
| 07-08        | 26        | 28        | 29                    | -     | 16      | 1     | 4      | 3     | -            | -     | -     | 3     | 2           | -     | -     | 112     | 7.8   |  |  |
| 08-09        | 20        | 24        | 26                    | 1     | 20      | -     | 6      | 2     | -            | -     | -     | 2     | 1           | -     | -     | 102     | 7.1   |  |  |
| 09-10        | 25        | 38        | 20                    | -     | 18      | 1     | 5      | 1     | 1            | -     | -     | 2     | 3           | -     | -     | 114     | 7.9   |  |  |
| 10-11        | 37        | 30        | 21                    | 1     | 13      | -     | 7      | -     | -            | -     | 1     | 4     | 3           | -     | -     | 117     | 8.1   |  |  |
| 11-12        | 32        | 25        | 23                    | 1     | 17      | -     | 4      | 1     | 1            | -     | -     | 5     | 2           | -     | -     | 111     | 7.7   |  |  |
| 12-13        | 27        | 19        | 28                    | 1     | 12      | -     | 2      | 1     | -            | 1     | -     | 1     | 1           | -     | -     | 93      | 6.4   |  |  |
| 13-14        | 24        | 18        | 22                    | 2     | 13      | 1     | 3      | -     | -            | -     | 1     | 2     | 1           | -     | -     | 87      | 6.0   |  |  |
| 14-15        | 26        | 20        | 19                    | -     | 20      | 1     | 6      | 4     | 1            | -     | -     | 4     | 1           | -     | -     | 102     | 7.1   |  |  |
| 15-16        | 21        | 24        | 23                    | 1     | 19      | -     | 4      | 3     | -            | -     | 1     | 2     | 4           | -     | -     | 102     | 7.1   |  |  |
| 16-17        | 23        | 31        | 22                    | 1     | 21      | 1     | 8      | 2     | -            | -     | -     | 2     | 1           | -     | -     | 112     | 7.8   |  |  |
| 17-18        | 20        | 25        | 26                    | 1     | 14      | 1     | 4      | 5     | -            | -     | 1     | 4     | 3           | -     | -     | 104     | 7.2   |  |  |
| 18-19        | 25        | 23        | 20                    | 1     | 10      |       | 3      | 1     | -            | -     | -     | 3     | 1           | -     | -     | 87      | 6.0   |  |  |
| 19-20        | 30        | 21        | 20                    | -     | 11      | -     | 1      | 1     | -            | -     | -     | 1     | 1           | -     | -     | 86      | 6.0   |  |  |
| <b>TOTAL</b> | 360       | 356       | 328                   | 11    | 217     | 6     | 63     | 26    | 3            | 1     | 4     | 40    | 27          | 0     | 0     | 1442    | 100.0 |  |  |
| %            | 24.97%    | 24.69%    | 22.75%                | 0.76% | 15.05%  | 0.42% | 4.37%  | 1.80% | 0.21%        | 0.07% | 0.28% | 2.77% | 1.87%       | 0.00% | 0.00% | 100.00% |       |  |  |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 19.** Estudio de tránsito (IMDS) de Lunes - Domingo de subida.

| Tramo        | 21+000          |           |                |       |         |                          |        |       |              |       |       |          | PORCÓN ALTO |       |       |            |       |
|--------------|-----------------|-----------|----------------|-------|---------|--------------------------|--------|-------|--------------|-------|-------|----------|-------------|-------|-------|------------|-------|
| Día          | LUNES - DOMINGO |           |                |       | Fecha   | 06/09/2022 al 11/09/2022 |        |       |              |       |       |          | SUBIDA      |       |       |            |       |
| Día          | Automovil       | Camioneta | Rural<br>Combi | Micro | Omnibus |                          | Camion |       | Semitraylers |       |       | Traylers |             |       | TOTAL | PORC.<br>% |       |
|              |                 |           |                |       | 2E      | 3E                       | 2E     | 3E    | 2S2          | 2S3   | 3S2   | >=3S3    | 2T2         | 2T3   | 3T2   |            |       |
| Lunes        | 49              | 49        | 45             | 2     | 29      | 4                        | 9      | 3     | 0            | 0     | 1     | 7        | 3           | 0     | 0     | 201        | 14.5  |
| Martes       | 48              | 49        | 44             | 2     | 27      | 4                        | 9      | 4     | 1            | 0     | 0     | 5        | 3           | 0     | 0     | 196        | 14.2  |
| Miercoles    | 48              | 48        | 45             | 1     | 27      | 4                        | 8      | 3     | 1            | 0     | 0     | 5        | 2           | 0     | 0     | 193        | 14.0  |
| Jueves       | 47              | 48        | 45             | 1     | 28      | 3                        | 8      | 3     | 1            | 0     | 0     | 5        | 3           | 0     | 0     | 193        | 13.9  |
| Viernes      | 49              | 49        | 45             | 1     | 28      | 3                        | 8      | 3     | 0            | 0     | 0     | 5        | 3           | 0     | 0     | 196        | 14.2  |
| Sabado       | 48              | 49        | 47             | 1     | 28      | 4                        | 9      | 4     | 1            | 0     | 1     | 7        | 3           | 0     | 0     | 201        | 14.6  |
| Domingo      | 48              | 49        | 48             | 1     | 28      | 5                        | 9      | 4     | 0            | 0     | 1     | 6        | 3           | 0     | 0     | 203        | 14.7  |
| <b>TOTAL</b> | 338             | 341       | 319            | 10    | 194     | 27                       | 60     | 26    | 4            | 2     | 3     | 40       | 21          | 0     | 0     | 1382       | 100.0 |
| %            | 23.83%          | 24.07%    | 22.47%         | 0.72% | 13.66%  | 1.90%                    | 4.21%  | 1.80% | 0.26%        | 0.13% | 0.19% | 2.79%    | 1.46%       | 0.00% | 0.00% | 100.00%    |       |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 20.** Estudio de tránsito (IMDS) de Lunes – Domingo de bajada.

| Tramo        | 20+000          |           |                |       |         |                          |        |       |              |       |       |          | UBICACION |       |       |            |        |
|--------------|-----------------|-----------|----------------|-------|---------|--------------------------|--------|-------|--------------|-------|-------|----------|-----------|-------|-------|------------|--------|
| Día          | LUNES - DOMINGO |           |                |       | Fecha   | 06/09/2022 al 11/09/2022 |        |       |              |       |       |          | BAJADA    |       |       |            |        |
| Día          | Automovil       | Camioneta | Rural<br>Combi | Micro | Omnibus |                          | Camion |       | Semitraylers |       |       | Traylers |           |       | TOTAL | PORC.<br>% |        |
|              |                 |           |                |       | 2E      | 3E                       | 2E     | 3E    | 2S2          | 2S3   | 3S2   | >=3S3    | 2T2       | 2T3   | 3T2   |            |        |
| Lunes        | 51              | 48        | 46             | 2     | 28      | 4                        | 9      | 3     | 0            | 0     | 0     | 6        | 3         | 0     | 0     | 202        | 14.4   |
| Martes       | 50              | 49        | 45             | 1     | 28      | 4                        | 8      | 3     | 0            | 0     | 0     | 6        | 3         | 0     | 0     | 198        | 14.2   |
| Miercoles    | 49              | 48        | 45             | 1     | 28      | 4                        | 8      | 4     | 1            | 0     | 0     | 4        | 3         | 0     | 0     | 196        | 14.0   |
| Jueves       | 48              | 49        | 45             | 1     | 29      | 3                        | 8      | 3     | 1            | 0     | 0     | 4        | 3         | 0     | 0     | 195        | 13.9   |
| Viernes      | 48              | 48        | 46             | 1     | 31      | 1                        | 8      | 3     | 0            | 0     | 0     | 6        | 2         | 0     | 0     | 196        | 14.0   |
| Sabado       | 52              | 50        | 48             | 2     | 33      | 1                        | 9      | 4     | 1            | 0     | 0     | 6        | 4         | 0     | 0     | 208        | 14.9   |
| Domingo      | 51              | 51        | 47             | 2     | 31      | 1                        | 9      | 4     | 0            | 0     | 1     | 6        | 4         | 0     | 0     | 206        | 14.7   |
| <b>TOTAL</b> | 350             | 343       | 322            |       | 208     | 18                       | 59     | 24    | 4            | 1     | 3     | 38       | 21        | 0     | 0     | 1401       | 100.00 |
| %            | 24.28%          | 23.82%    | 22.34%         |       | 14.42%  | 1.22%                    | 4.08%  | 1.67% | 0.26%        | 0.09% | 0.18% | 2.63%    | 1.48%     | 0.00% | 0.00% | 100.00%    |        |

Fuente: Elaboración propia.

### Índice Medio Diario Anual (IMDA):

Para obtener Índice Medio Diario Anual (IMDA) se realizó un estudio de tránsito, con el volumen de tráfico para ello se hizo el conteo de los vehículos en ambos sentidos de la vía por una semana.

**Tabla 21.** Índice Medio Diario Anual (IMDA).

| Tramo        |            | 21+000          |             | Ubicacion                      |            |           |            |           |              |          |          |           | PORCIÓN ALTO |          |          |                |              |  |
|--------------|------------|-----------------|-------------|--------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|--------------|----------|----------|-----------|--------------|----------|----------|----------------|--------------|--|
| Dia          |            | LUNES - DOMINGO |             | Fecha 06/09/2022 al 11/09/2022 |            |           |            |           |              |          |          |           | Sentido      |          |          | Ambos sentidos |              |  |
| Día          | Automovil  | Camioneta       | Rural Combi | Micro                          | Omnibus    |           | Camion     |           | Semitraylers |          |          |           | Traylers     |          |          | TOTAL          | PORC. %      |  |
|              |            |                 |             |                                | 2E         | 3E        | 2E         | 3E        | 2S2          | 2S3      | 3S2      | >=3S3     | 2T2          | 2T3      | 3T2      |                |              |  |
| Lunes        | 100        | 97              | 91          | 3                              | 57         | 8         | 18         | 7         | 1            | 0        | 1        | 13        | 7            | 0        | 0        | 402            | 14.5         |  |
| Martes       | 99         | 98              | 90          | 3                              | 55         | 8         | 17         | 6         | 1            | 1        | 1        | 11        | 5            | 0        | 0        | 394            | 14.2         |  |
| Miercoles    | 97         | 97              | 90          | 2                              | 55         | 8         | 17         | 8         | 1            | 1        | 0        | 9         | 5            | 0        | 0        | 389            | 14.0         |  |
| Jueves       | 96         | 97              | 90          | 3                              | 56         | 6         | 16         | 7         | 1            | 1        | 1        | 9         | 5            | 0        | 0        | 388            | 13.9         |  |
| Viernes      | 97         | 97              | 91          | 3                              | 59         | 4         | 17         | 7         | 1            | 0        | 1        | 11        | 5            | 0        | 0        | 392            | 14.1         |  |
| Sabado       | 100        | 99              | 94          | 3                              | 61         | 5         | 17         | 8         | 1            | 0        | 1        | 13        | 7            | 0        | 0        | 410            | 14.7         |  |
| Domingo      | 100        | 100             | 95          | 3                              | 59         | 5         | 18         | 8         | 1            | 0        | 1        | 12        | 7            | 0        | 0        | 409            | 14.7         |  |
| <b>TOTAL</b> | <b>688</b> | <b>685</b>      | <b>641</b>  | <b>20</b>                      | <b>402</b> | <b>45</b> | <b>119</b> | <b>50</b> | <b>7</b>     | <b>3</b> | <b>5</b> | <b>77</b> | <b>42</b>    | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>2783</b>    | <b>100.0</b> |  |
| %            | 48.52%     | 48.29%          | 45.18%      | 1.42%                          | 28.33%     | 3.14%     | 8.36%      | 3.51%     | 0.52%        | 0.22%    | 0.37%    | 5.46%     | 2.96%        | 0.00%    | 0.00%    | 100.00%        |              |  |

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 21 Índice Medio Diario Anual (IMDA) pudimos obtener:

IMDA=2783 veh/día

## Vehículo de diseño:

El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG- 2018) nos menciona que debemos tomar en cuenta la composición del tráfico que se utilizara la vía. El vehículo de diseño normalmente tiene que ser vehículos comerciales rígido (camiones y/o buses) que vendrían hacer lo vehículo pesado.

**Tabla 22.** Vehículos pesados.

| TIPO DE VEHICULOS PESADOS |              | CANTIDAD | %    |
|---------------------------|--------------|----------|------|
| 2E                        | Ómnibus      | 57       | 51%  |
| 3E                        |              | 8        | 7%   |
| 2E                        | Camión       | 18       | 16%  |
| 3E                        |              | 7        | 6%   |
| 2S2                       | Semitrailers | 1        | 1%   |
| 2S3                       |              | 0        | 0%   |
| 3S2                       |              | 1        | 1%   |
| >=3S3                     |              | 13       | 11%  |
| 2T2                       | Tráiler      | 7        | 6%   |
| 2T3                       |              | 0        | 0%   |
| 3T2                       |              | 0        | 0%   |
| TOTAL                     |              | 111      | 100% |

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo como resultados un 51% de ómnibus 2E, 7% de ómnibus 3E, un 16% de camión 2E, 6% de camión 3E, un 1% de semitraileres 2S2, 1% de semitraileres 3S2, 11% de semitraileres >=3S3, un 6% de tráiler 2T2. Teniendo en cuenta la norma el vehículo de diseño será el vehículo pesado más desfavorable que es el ómnibus 3E que vendría hacer un ómnibus de tres ejes (**B3-1**).

## Distancia de Visibilidad

### Distancia de visibilidad de parada

La DG-2018 nos menciona que para vías superiores al 3% se toma en consideración la siguiente formula tanto en acenso como en descenso.

$$D_p = 0.278Vt_p + \frac{v^2}{254 \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)}$$

Se tiene:

$$V = 60\text{km/h, } t_p = 2.5\text{s, } a = 3.4 \text{ m/s}^2, i = +3.98\%$$

Donde:

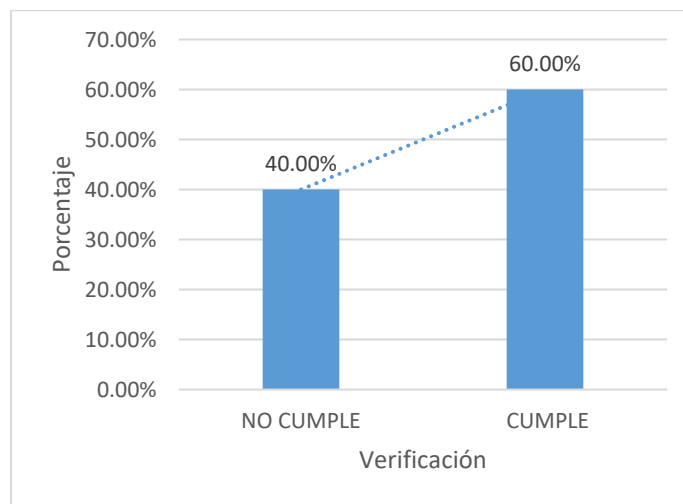
$$D_p = 0.278 * 60 * 2.5 + \frac{60^2}{254 \left( \left( \frac{3.4}{9.81} \right) \pm 0.0398 \right)}$$

$$D_p = 78$$

**Tabla 23.** Verificación de las distancias de visibilidad de parada ( $D_p$ ).

| <i>Progresiva</i> |              | <i>Distancia existente(m)</i> | <i>V</i> | <i>t<sub>p</sub></i> | <i>a</i> | <i>+i</i> | <i>D<sub>p</sub> DG-2018</i> | <i>-i</i> | <i>D<sub>p</sub> DG-2018</i> | <i>Condición de Verificación</i> |
|-------------------|--------------|-------------------------------|----------|----------------------|----------|-----------|------------------------------|-----------|------------------------------|----------------------------------|
| <i>Inicial</i>    | <i>Final</i> |                               |          |                      |          |           |                              |           |                              |                                  |
| 19+982.84         | 20+161.91    | 179.07                        | 60       | 2.5                  | 3.4      | 3.98%     | 78                           | -3.98%    | 88                           | Cumple                           |
| 20+537.34         | 20+608.30    | 70.96                         | 60       | 2.5                  | 3.4      | 3.39%     | 79                           | -3.39%    | 87                           | No Cumple                        |
| 20+841.76         | 20+958.72    | 116.96                        | 60       | 2.5                  | 3.4      | 4.05%     | 78                           | -4.05%    | 88                           | Cumple                           |
| 21+188.82         | 21+222.43    | 33.61                         | 60       | 2.5                  | 3.4      | 3.66%     | 79                           | -3.66%    | 87                           | No Cumple                        |
| 21+282.77         | 21+436.37    | 153.60                        | 60       | 2.5                  | 3.4      | 3.66%     | 79                           | -3.66%    | 87                           | Cumple                           |
| 22+037.72         | 22+172.52    | 134.80                        | 60       | 2.5                  | 3.4      | 4.77%     | 78                           | -4.77%    | 89                           | Cumple                           |
| 22+216.80         | 22+246.70    | 29.90                         | 60       | 2.5                  | 3.4      | 4.77%     | 78                           | -4.77%    | 89                           | No Cumple                        |
| 22+326.70         | 22+449.88    | 123.18                        | 60       | 2.5                  | 3.4      | 3.73%     | 79                           | -3.73%    | 88                           | Cumple                           |
| 22+551.46         | 22+594.91    | 43.45                         | 60       | 2.5                  | 3.4      | 2.11%     | 80                           | -2.11%    | 85                           | No Cumple                        |
| 22+658.20         | 22+779.46    | 121.26                        | 60       | 2.5                  | 3.4      | 3.11%     | 79                           | -3.11%    | 87                           | Cumple                           |

Fuente: Elaboración propia.



**Figuras 8.** Distancias de visibilidad de parada (Elaboración propia)

Del gráfico de distancias de visibilidad de parada podemos obtener que un 40% que no cumplen con lo requerido con el manual y un 60% que si cumplen con lo requerido en el manual DG-2018.

### Distancia de visibilidad de adelantamiento

Para determinar las distancias de visibilidad de adelantamiento utilizamos la tabla 24 obtenida de del Manual de Carreteras DG-2018.

**Tabla 24.** Elementos que conforman la distancia de adelantamiento y ejemplos de cálculo.

| COMPONENTE DE LA MANIOBRA DE<br>ADELANTAMIENTO | RANGO DE VELOCIDAD ESPECÍFICA<br>EN LA TANGENTE EN LA QUE SE<br>EFECTÚA LA<br>MANIOBRA (km/h) |       |       |        |
|--|---|-------|-------|--------|
|  | 50-65   | 66-80 | 81-95 | 96-110 |
|  | VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE<br>ADELANTA, V(km/h)   |       |       |        |
|  | 56.2  | 70    | 84.5  | 99.8   |
| <u>Maniobra inicial:</u>                       |   |       |       |        |
| a: Promedio de aceleración (Km/h/s)            | 2.25  | 2.3   | 2.37  | 2.41   |
| t1: Tiempo (s)                                 | 3.6   | 4     | 4.3   | 4.5    |
| d1: Distancia de recorrido en la maniobra (m)  | 45  | 66    | 89    | 113    |
| <u>Ocupación del carril contrario:</u>         |   |       |       |        |
| t2: Tiempo (s)                                 | 9.3   | 10    | 10.7  | 11.3   |
| d2: Distancia de recorrido en la maniobra (m)  | 145   | 195   | 251   | 314    |
| <u>Distancia de seguridad:</u>                 |   |       |       |        |
| d3: Distancia de recorrido en la maniobra (m)  | 30  | 55    | 75    | 90     |
| <u>Vehículos en sentido opuesto:</u>           |   |       |       |        |
| d4: Distancia de recorrido en la maniobra (m)  | 97  | 130   | 168   | 209    |
| Da = d1 + d2 + d3 + d4                         | 317   | 446   | 583   | 726    |

Fuente: Distancia de visibilidad de adelantamiento (Manual de Carreteras DG - 2018, pág. 108).

Se tiene:

$$t1=3.6s, V=56.2 \text{ km/h}, m= 15\text{km/h}, a= 2.25\text{m/s}^2, t2= 9.3 \text{ s}$$

Para determinar la distancia de visibilidad de adelantamiento utilizamos la siguiente fórmula obtenida de la norma:

$$\mathbf{D_a = D1 + D2 + D3 + D4}$$

Donde:

$$D1 = 0.278t1(V - m + \frac{at1}{2})$$

$$D1 = 0.278 * 3.6(56.2 - 15 + \frac{2.25 * 3.6}{2})$$

$$D1 = 45$$

Donde:

$$D2 = 0.278 V t2$$

$$D2 = 0.278 * 56.2 * 9.3$$

$$D2 = 145$$

Donde:

$$D3 = 30 \text{ m}$$

Donde:

$$D4 = \frac{2}{3} D2 \text{ (Manual de Carreteras DG - 2018).}$$

$$D4 = \frac{2}{3} 145.30$$

$$D4 = 97$$

Podemos resolver:

$$\mathbf{D_a = D1 + D2 + D3 + D4}$$

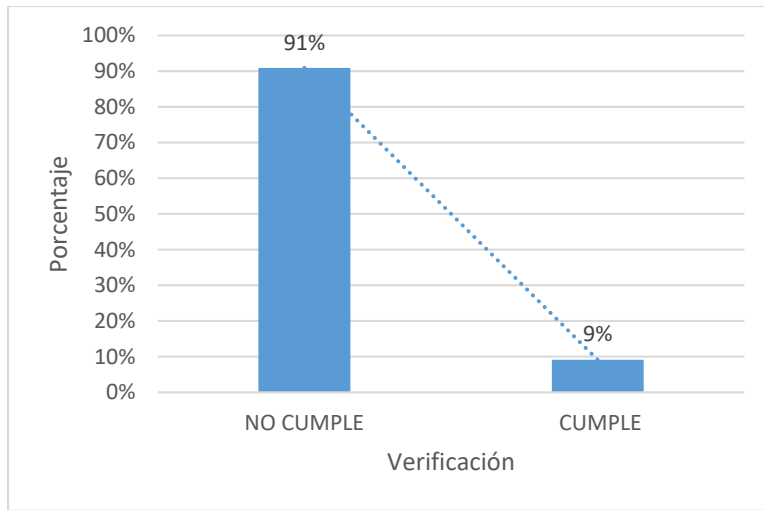
$$\mathbf{D_a = 45 + 145 + 30 + 97}$$

$$\mathbf{D_a = 317}$$

**Tabla 25 . Verificación de las distancias de visibilidad de paso o adelantamiento (Da).**

| <i>Progresiva</i> |              | <i>Distancia existente Da(m)</i> | <i>D1</i> | <i>D2</i> | <i>D3</i> | <i>D4</i> | <i>Da (m) DG-2018</i> | <i>Condición de Verificación</i> |
|-------------------|--------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|----------------------------------|
| <i>Inicial</i>    | <i>Final</i> |                                  |           |           |           |           |                       |                                  |
| 20+000.00         | 20+160.91    | 160.91                           | 45.29     | 145.3     | 30        | 96.87     | 317.46                | No Cumple                        |
| 20+272.16         | 20+387.19    | 115.03                           | 45.29     | 145.3     | 30        | 96.87     | 317.46                | No Cumple                        |
| 20+462.50         | 20+492.45    | 29.95                            | 45.29     | 145.3     | 30        | 96.87     | 317.46                | No Cumple                        |
| 20+537.34         | 20+682.24    | 144.90                           | 45.29     | 145.3     | 30        | 96.87     | 317.46                | No Cumple                        |
| 20+752.84         | 20+785.26    | 32.42                            | 45.29     | 145.3     | 30        | 96.87     | 317.46                | No Cumple                        |
| 20+841.76         | 21+073.45    | 231.69                           | 45.29     | 145.3     | 30        | 96.87     | 317.46                | No Cumple                        |
| 21+161.52         | 21+222.43    | 60.91                            | 45.29     | 145.3     | 30        | 96.87     | 317.46                | No Cumple                        |
| 21+282.77         | 21+526.41    | 243.64                           | 45.29     | 145.3     | 30        | 96.87     | 317.46                | No Cumple                        |
| 21+710.17         | 22+172.52    | 462.35                           | 45.29     | 145.3     | 30        | 96.87     | 317.46                | Cumple                           |
| 22+216.80         | 22+485.65    | 268.85                           | 45.29     | 145.3     | 30        | 96.87     | 317.46                | No Cumple                        |
| 22+551.46         | 22+819.61    | 268.15                           | 45.29     | 145.3     | 30        | 96.87     | 317.46                | No Cumple                        |

Fuente: Elaboración propia.



**Figuras 9.** Distancias de visibilidad de paso o adelantamiento (Elaboración propia)

Del gráfico distancias de visibilidad de paso o adelantamiento observamos que un 91% no cumple con las distancias de visibilidad de paso requeridas por el manual DG-2018 y un 9% que si cumple.

**Diseño geométrico de la carretera.**

**Parámetros de diseño geométrico en planta:**

**Tramos en tangente:**



Las longitudes mínimas y máximas admisibles se calcularon en función de la velocidad de diseño estipulado en la DG- 2018. Para ello hay dos tipos de cálculos uno para alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario y alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido.

- Longitud mínima (m) para trazados en “S”

$$L_{min.s} = 1.39 \times 60$$

$$L_{min.s} = 83.40m$$

- Longitud mínima para el resto de casos.

$$L_{min.o} = 2.78 \times 60$$

$$L_{min.o} = 166.80m$$

- La longitud Máxima de tramos en tangente.

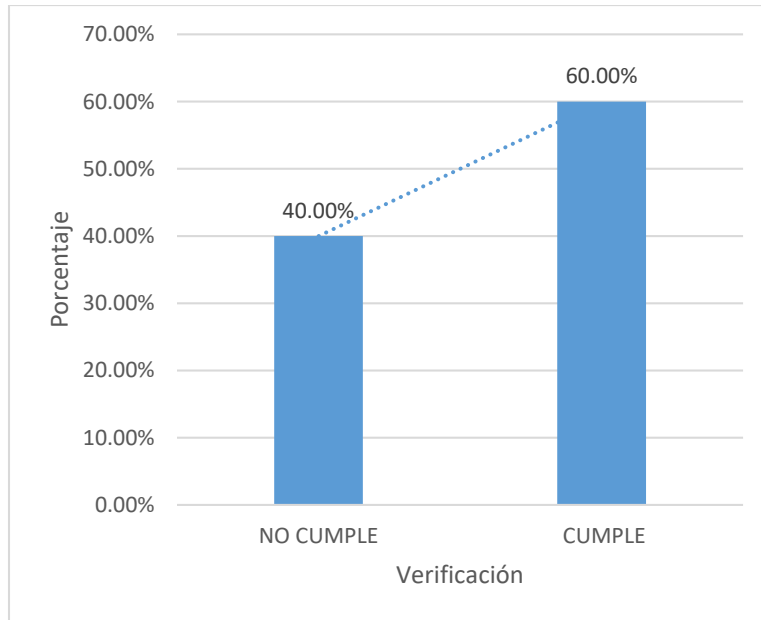
$$L_{máx} = 16.70 \times 60$$

$$L_{máx} = 1002.00m$$

**Tabla 26.** Verificación de tramos en tangente.

| <i>Progresiva</i> |              | <i>N°<br/>Tangente</i> | <i>Longitudes existentes (m)</i> |               | <i>DG-2018</i>         |                        |                  | <i>Comprobación</i> |
|-------------------|--------------|------------------------|----------------------------------|---------------|------------------------|------------------------|------------------|---------------------|
| <i>Inicial</i>    | <i>Final</i> |                        | <i>Tipo S</i>                    | <i>Tipo O</i> | <i>L mín.s<br/>(m)</i> | <i>L mín.o<br/>(m)</i> | <i>L máx (m)</i> |                     |
| 20+000.00         | 20+160.91    | T1                     |                                  | 160.91        | 83                     | 167                    | 1002             | No Cumple           |
| 20+272.16         | 20+387.19    | T2                     | 115.03                           |               | 83                     | 167                    | 1002             | No Cumple           |
| 20+462.50         | 20+492.45    | T3                     |                                  | 29.95         | 83                     | 167                    | 1002             | No Cumple           |
| 20+537.34         | 20+682.24    | T4                     |                                  | 144.9         | 83                     | 167                    | 1002             | No Cumple           |
| 20+752.84         | 20+785.26    | T5                     | 32.42                            |               | 83                     | 167                    | 1002             | No Cumple           |
| 20+841.76         | 21+073.45    | T6                     |                                  | 231.69        | 83                     | 167                    | 1002             | Cumple              |
| 21+161.52         | 21+222.43    | T7                     | 60.91                            |               | 83                     | 167                    | 1002             | No Cumple           |
| 21+282.77         | 21+526.41    | T8                     |                                  | 243.64        | 83                     | 167                    | 1002             | Cumple              |
| 21+710.17         | 22+172.52    | T9                     | 462.35                           |               | 83                     | 167                    | 1002             | Cumple              |
| 22+216.80         | 22+485.65    | T10                    | 268.85                           |               | 83                     | 167                    | 1002             | Cumple              |
| 22+551.46         | 22+819.61    | T11                    |                                  | 268.15        | 83                     | 167                    | 1002             | Cumple              |

Fuente: Elaboración propia.



**Figuras 10.**Tramos en tangente (Elaboración propia)

Del gráfico de tramos tangentes vemos que de 11 tangentes de la carretera el 55% no cumple con las tangentes mínimas tanto de tipo S como de tipo O establecidas por el Manual de Carreteras DG-2018 y un 45% cumplen con lo requerido en la norma.

### **Curvas circulares**

Calculamos los elementos de curvas horizontales circulares con las formulas obtenidas del Manual de Carreteras DG – 2018.

Donde:

#### **Longitud de la subtangente (T)**

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$T = 61 \tan \frac{104^{\circ}29'30.48''}{2}$$

$$T = 78.77$$

**Longitud de la cuerda (L.C)**

$$L.C = 2R \operatorname{sen} \frac{\Delta}{2}$$

$$L.C = 2 * 61 \operatorname{sen} \frac{104^{\circ}29'30.48''}{2}$$

$$L.C = 96.46$$

**Longitud de la curva (L)**

$$L = 2\pi R \frac{104^{\circ}29'30.48''}{360}$$

$$L = 2\pi * 61 * \frac{104^{\circ}29'30.48''}{360}$$

$$L = 111.25$$

**Distancia de la ordenada media (M)**

$$M = R \left[ 1 - \operatorname{COS} \left( \frac{\Delta}{2} \right) \right]$$

$$M = 61 * \left[ 1 - \operatorname{COS} \left( \frac{104^{\circ}29'30.48''}{2} \right) \right]$$

$$M = 23.65$$

**Distancia a externa (E)**

$$E = R \left[ \operatorname{sec} \frac{\Delta}{2} - 1 \right]$$

$$E = 61 * \left[ \operatorname{sec} \frac{104^{\circ}29'30.48''}{2} - 1 \right]$$

$$E = 38.63$$

**Tabla 27.** Elementos de curvas circulares.

| Curva | Progresiva PIV |           | R(m)   | $\Delta$      | T(m)   | L.C (m) | L (m)  | M(m)  | E(m)  |
|-------|----------------|-----------|--------|---------------|--------|---------|--------|-------|-------|
|       | Inicial        | Final     |        |               |        |         |        |       |       |
| C1    | 20+160.91      | 20+272.16 | 61.00  | 104°29'30.48" | 78.77  | 96.46   | 111.25 | 23.65 | 38.63 |
| C2    | 20+387.19      | 20+462.50 | 98.70  | 43°43'15.24"  | 39.6   | 73.5    | 75.32  | 7.1   | 7.65  |
| C3    | 20+492.45      | 20+537.34 | 91.65  | 28°4'6.96"    | 22.91  | 44.45   | 44.9   | 2.74  | 2.82  |
| C4    | 20+682.24      | 20+752.84 | 65.70  | 61°34'4.44"   | 39.14  | 67.25   | 70.6   | 9.26  | 10.78 |
| C5    | 20+785.26      | 20+841.76 | 80.80  | 40°3'43.20"   | 29.46  | 55.35   | 56.5   | 4.89  | 5.2   |
| C6    | 21+073.35      | 21+161.52 | 102.25 | 49°24'21.96"  | 47.04  | 85.46   | 88.17  | 9.36  | 10.3  |
| C7    | 21+222.43      | 21+282.77 | 59.10  | 58°29'56.40"  | 33.1   | 57.75   | 60.34  | 7.54  | 8.64  |
| C8    | 21+526.41      | 21+710.17 | 101.55 | 103°40'52.32" | 129.24 | 159.7   | 183.76 | 38.81 | 62.81 |
| C9    | 22+172.52      | 22+216.80 | 101.30 | 25°2'59.64"   | 22.5   | 43.94   | 44.29  | 2.41  | 2.47  |
| C10   | 22+485.65      | 22+551.46 | 132.60 | 28°26'23.28"  | 33.6   | 65.14   | 65.82  | 4.06  | 4.19  |
| C11   | 22+819.61      | 23+031.00 | 282.55 | 42°51'54.72"  | 110.92 | 206.49  | 211.39 | 19.54 | 20.99 |

Fuente: Elaboración propia.

### Radio mínimos:

Los radios mínimos son los menores radios por donde los vehículos circulan a la velocidad de diseño con seguridad y comodidad.

De la tabla 2 podemos obtener los siguientes datos:

$$V = 60 \text{ km/h}$$

$$P_{\text{máx}} = 8\% \text{ (Obtenidos de la tabla 2)}$$

$$f_{\text{máx}} = 0.15 \text{ m (Obtenidos de la tabla 2)}$$

Remplazando los datos en la fórmula:

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127(P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

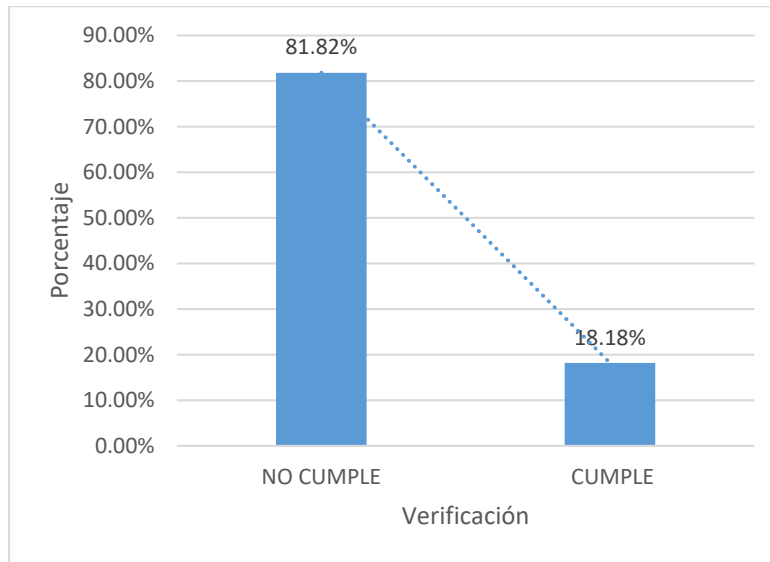
$$R_{\text{mín}} = \frac{60^2}{127(0.08 + 0.15)}$$

$$R_{\text{mín}} = 123.25$$

**Tabla 28.** Verificación Radios mínimos de carreteras.

| <i>N°<br/>Curva</i> | <i>R(m)</i> | $\Delta$      | <i>Radio<br/>calculado (m)</i> | <i>Radio<br/>redondeado (m)</i> | <i>Comprobación</i> |
|---------------------|-------------|---------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| C1                  | 61.00       | 104°29'30.48" | 123.2                          | 125                             | No Cumple           |
| C2                  | 98.70       | 43°43'15.24"  | 123.2                          | 125                             | No Cumple           |
| C3                  | 91.65       | 28°4'6.96"    | 123.2                          | 125                             | No Cumple           |
| C4                  | 65.70       | 61°34'4.44"   | 123.2                          | 125                             | No Cumple           |
| C5                  | 80.80       | 40°3'43.20"   | 123.2                          | 125                             | No Cumple           |
| C6                  | 102.25      | 49°24'21.96"  | 123.2                          | 125                             | No Cumple           |
| C7                  | 59.10       | 58°29'56.40"  | 123.2                          | 125                             | No Cumple           |
| C8                  | 101.55      | 103°40'52.32" | 123.2                          | 125                             | No Cumple           |
| C9                  | 101.30      | 25°2'59.64"   | 123.2                          | 125                             | No Cumple           |
| C10                 | 132.60      | 28°26'23.28"  | 123.2                          | 125                             | Cumple              |
| C11                 | 282.55      | 42°51'54.72"  | 123.2                          | 125                             | Cumple              |

Fuente: Elaboración propia.



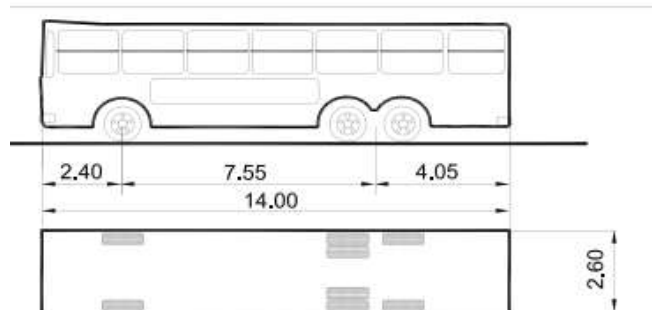
**Figuras 11.** Radios mínimos (Elaboración propia)

Del grafico podemos observar que de los radios mínimos establecidos por la norma un 18% cumple con lo establecido y un 82% no cumple con lo que la norma requiere.

### Sobreanchos

Para determinar el sobreancho se utilizará la siguiente fórmula:

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



**Figuras 12.** Giro mínimo para ómnibus de tres ejes (B3-1) Trayectoria 30° (Manual de Carreteras DG - 2018).

Datos obtenidos:

$$L=7.55+2.40$$

$$L=9.95\text{m}$$

$$n= 2,$$

$$R=61, L=9.95\text{m}, V=60 \text{ km/h}$$

Remplazamos en la fórmula:

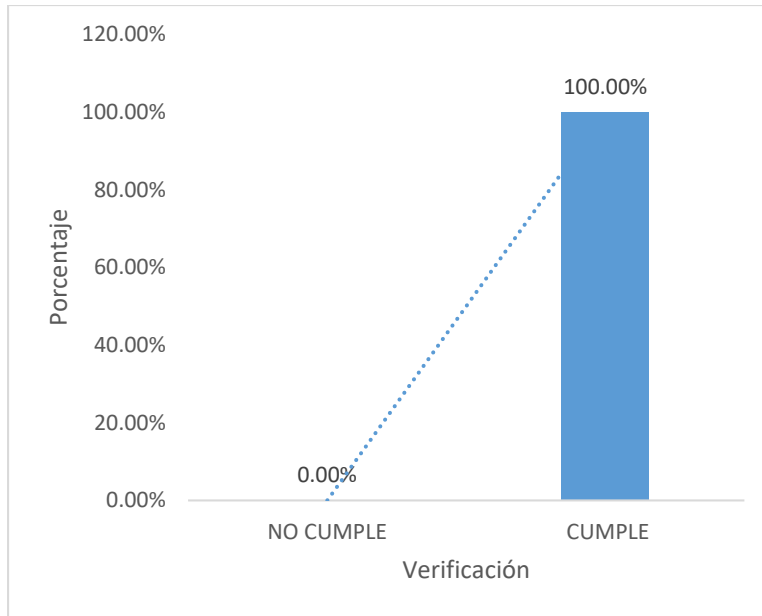
$$S_a = 2(61 - \sqrt{61^2 - 9.95^2}) + \frac{60}{10\sqrt{61}}$$

$$S_a = 2.4$$

**Tabla 29.** Verificación Sobreanchos.

| <i>Curvas</i> | $\Delta$      | <i>R(m)</i> | <i>V (km/h)</i> | <i>L (m)</i> | <i>S<sub>a</sub></i><br><i>Existente</i> | <i>S<sub>a</sub></i><br><i>DG-2018</i> | <i>Condición de</i><br><i>Verificación</i> |
|---------------|---------------|-------------|-----------------|--------------|--|--|--|
| C1            | 33°10'22.80"  | 61.00       | 60              | 9.95         | 0.44                                     | 2.40                                   | No Cumple                                  |
| C2            | 104°29'30.48" | 98.70       | 60              | 9.95         | 0.16                                     | 1.61                                   | No Cumple                                  |
| C3            | 43°43'15.24"  | 91.65       | 60              | 9.95         | 0.12                                     | 1.71                                   | No Cumple                                  |
| C4            | 28°4'6.96"    | 65.70       | 60              | 9.95         | 1.60                                     | 2.26                                   | No Cumple                                  |
| C5            | 61°34'4.44"   | 80.80       | 60              | 9.95         | 0.61                                     | 1.90                                   | No Cumple                                  |
| C6            | 40°3'43.20"   | 102.25      | 60              | 9.95         | 0.24                                     | 1.56                                   | No Cumple                                  |
| C7            | 49°24'21.96"  | 59.10       | 60              | 9.95         | 0.40                                     | 2.47                                   | No Cumple                                  |
| C8            | 58°29'56.40"  | 101.55      | 60              | 9.95         | 0.06                                     | 1.57                                   | No Cumple                                  |
| C9            | 103°40'52.32" | 101.30      | 60              | 9.95         | 0.06                                     | 1.58                                   | No Cumple                                  |
| C10           | 25°2'59.64"   | 132.60      | 60              | 9.95         | 0.30                                     | 1.27                                   | No Cumple                                  |
| C11           | 28°26'23.28"  | 282.55      | 60              | 9.95         | 0.42                                     | 0.71                                   | No Cumple                                  |

Fuente: Elaboración propia.



**Figuras 13.** Sobreanchos (Elaboración propia)

Del gráfico podemos deducir que un 100% los sobreanchos no cumplen con los que requiere el Manual de carreteras DG-20.18.

### **Parámetros de diseño geométrico en perfil**

#### **Pendientes**

Para verificar las pendientes máximas utilizamos la tabla 3 indicada en norma, donde nos menciona que para una carretera de primera clase tipo II y con una velocidad de diseño de 60km/h la pendiente máxima será de un 6.00%. Para las pendientes mínimas es de 0.5 % como se indica en la norma para ello se ha tenido en cuenta las características de la vía.

Pendiente Mínima:

$$P_{\text{mín.}} = 0.50\%$$

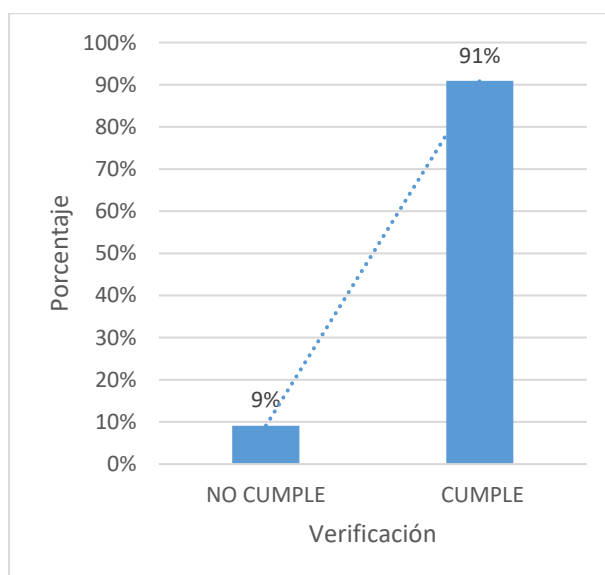
Pendiente Máxima obtenida de la tabla 3:

$$P_{\text{máx.}} = 6.00\%$$

**Tabla 30.** Pendientes mínimas y máximas.

| <i>Progresiva PIV</i> |              | <i>Dg-2018</i> |                | <i>i existente %</i> | <i>Condición de Verificación</i> |
|-----------------------|--------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------------------|
| <i>Inicial</i>        | <i>Final</i> | <i>i mín %</i> | <i>i máx %</i> |                      |                                  |
| 19+900.00             | 20+323.70    | 0.50%          | 6.00%          | 3.98%                | Cumple                           |
| 20+323.70             | 20+456.02    | 0.50%          | 6.00%          | 4.39%                | Cumple                           |
| 20+456.02             | 20+657.70    | 0.50%          | 6.00%          | 3.39%                | Cumple                           |
| 20+657.70             | 20+749.14    | 0.50%          | 6.00%          | 6.72%                | No Cumple                        |
| 20+749.14             | 21+073.77    | 0.50%          | 6.00%          | 4.05%                | Cumple                           |
| 21+073.77             | 21+737.05    | 0.50%          | 6.00%          | 3.66%                | Cumple                           |
| 21+737.05             | 22+266.70    | 0.50%          | 6.00%          | 4.77%                | Cumple                           |
| 22+266.70             | 22+488.08    | 0.50%          | 6.00%          | 3.73%                | Cumple                           |
| 22+488.08             | 22+626.55    | 0.50%          | 6.00%          | 2.11%                | Cumple                           |
| 22+626.55             | 22+834.87    | 0.50%          | 6.00%          | 3.11%                | Cumple                           |
| 22+834.87             | 23+100.00    | 0.50%          | 6.00%          | 3.07%                | Cumple                           |

Fuente: Elaboración propia.



**Figuras 14.** Pendientes mínimas y máximas (Elaboración propia)

Del grafico podemos deducir que 91% cumple con las pendientes mínimas y máximas que nos pide la norma y un 9% que no cumple con pendientes mínimas y máximas.

### Longitud en pendiente

La norma nos menciona que no se recomienda tener un cambio de velocidades en caída de 15km/h.

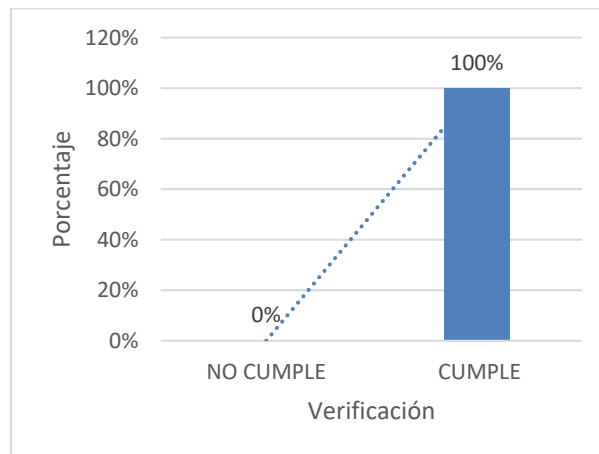


Para obtener las longitudes en pendiente analizamos lo ábacos de la norma donde podemos deducir que para pendientes menores a 4.25% se tienen longitudes mayores a 760m.

**Tabla 31.** Longitud en pendiente.

| <i>Progresiva PIV</i> |              | <i>Longitud existente (m)</i> | <i>i existente %</i> | <i>Dg-2018 Longitud máx (m)</i> | <i>Condición de Verificación</i> |
|-----------------------|--------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <i>Inicial</i>        | <i>Final</i> |                               |                      |                                 |                                  |
| 19+900.00             | 20+323.70    | 349.72                        | 3.98%                | 470                             | Cumple                           |
| 20+323.70             | 20+456.02    | 18.33                         | 4.39%                | 760                             | Cumple                           |
| 20+456.02             | 20+657.70    | 112.27                        | 3.39%                | 760                             | Cumple                           |
| 20+657.70             | 20+749.14    | 4.46                          | 6.72%                | 760                             | Cumple                           |
| 20+749.14             | 21+073.77    | 172.01                        | 4.05%                | 405                             | Cumple                           |
| 21+073.77             | 21+737.05    | 247.54                        | 3.66%                | 760                             | Cumple                           |
| 21+737.05             | 22+266.70    | 208.97                        | 4.77%                | 760                             | Cumple                           |
| 22+266.70             | 22+488.08    | 123.19                        | 3.73%                | 650                             | Cumple                           |
| 22+488.08             | 22+626.55    | 68.64                         | 2.11%                | 760                             | Cumple                           |
| 22+626.55             | 22+834.87    | 121.26                        | 3.11%                | 760                             | Cumple                           |
| 22+834.87             | 23+100.00    | 209.72                        | 3.07%                | 760                             | Cumple                           |

Fuente: Elaboración propia.



**Figuras 15.** Longitud en pendiente (Elaboración propia)

Del grafico podemos observar que todas las longitudes en pendiente un 100% cumplen con las longitudes de la norma establecidas.

### Curvas verticales

En la siguiente tabla podemos observar la clasificación de los elementos de las curvas verticales.

**Tabla 32. Clasificación de curvas verticales.**

| <i>Progresiva</i>  |                  | <i>Pendientes</i> |            | <i>A</i> | <i>Longitud<br/>CV(m)</i> | <i>DG-2018</i> | <i>Tipo</i> |        |
|--------------------|------------------|-------------------|------------|----------|---------------------------|----------------|-------------|--------|
| <i>Inicial PCV</i> | <i>Final PTV</i> | <i>P1%</i>        | <i>P2%</i> |          |                           | <i>K</i>       |             |        |
| 20+249.72          | 20+397.69        | 3.98%             | 4.39%      | 0.41%    | 147.97                    | 359.61         | Concava     | Tipo 4 |
| 20+416.02          | 20+496.02        | 4.39%             | 3.39%      | 1.00%    | 80.00                     | 79.52          | Convexas    | Tipo2  |
| 20+608.30          | 20+707.10        | 3.39%             | 6.72%      | 3.33%    | 98.80                     | 29.64          | Concava     | Tipo 4 |
| 20+711.56          | 20+786.71        | 6.72%             | 4.05%      | 2.67%    | 75.15                     | 28.14          | Convexas    | Tipo2  |
| 20+958.72          | 21+188.82        | 4.05%             | 3.66%      | 0.39%    | 230.10                    | 587.53         | Convexas    | Tipo2  |
| 21+436.37          | 22+037.72        | 3.66%             | 4.77%      | 1.11%    | 601.35                    | 541.28         | Concava     | Tipo 4 |
| 22+246.70          | 22+326.70        | 4.77%             | 3.73%      | 1.04%    | 80.00                     | 76.83          | Convexas    | Tipo2  |
| 22+449.88          | 22+526.27        | 3.73%             | 2.11%      | 1.62%    | 76.39                     | 47.06          | Convexas    | Tipo2  |
| 22+594.91          | 22+658.20        | 2.11%             | 3.11%      | 1.00%    | 63.29                     | 63.18          | Concava     | Tipo 4 |
| 22+779.46          | 22+890.28        | 3.11%             | 3.07%      | 0.04%    | 110.82                    | 3103.00        | Convexas    | Tipo2  |

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla podemos deducir que de las 10 curvas verticales 4 Son Cóncavas Tipo 4 y 6 de las curvas verticales son Convexas Tipo 2.

### Parámetros de diseño geométrico de sección transversal:

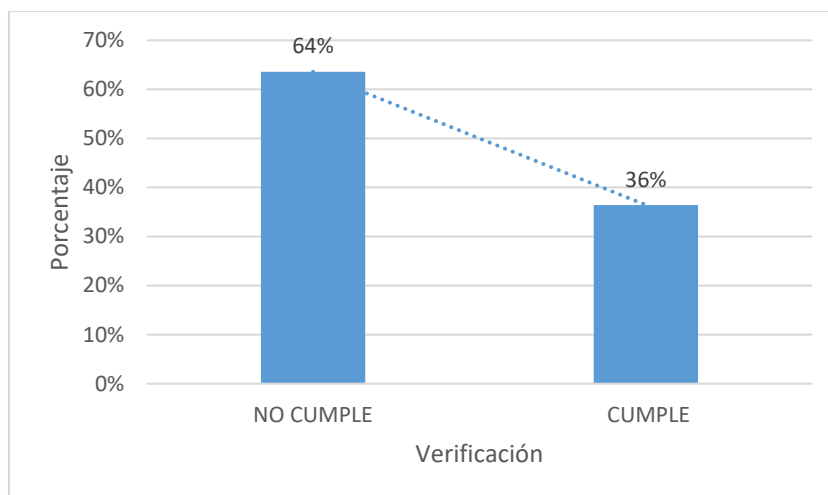
#### Anchos de calzada.

De la tabla 4 de la norma nos menciona que para una carretera de primera clase de tipo II y con una velocidad de diseño de 60 km/h el ancho de calzada no debe ser menor a 7.20m.

**Tabla 33. Verificación anchos de calzadas.**

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Ancho<br/>Calzada<br/>existente (m)</i> | <i>Dg-2018</i>                      | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                   |                          |  | <i>Ancho Calzada<br/>mínima (m)</i> |                                      |
| 20+000.00         | 0.00                     | 6.89                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+020.00         | 20.00                    | 6.74                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+040.00         | 20.00                    | 6.63                                       | 7.20                                | No Cumple                            |

Fuente: Elaboración propia.



**Figuras 16.** Ancho de calzada (Elaboración propia)

Del gráfico podemos observar que un 64% no cumple con las calzadas que la norma requiere y un 36% cumple con lo establecido.

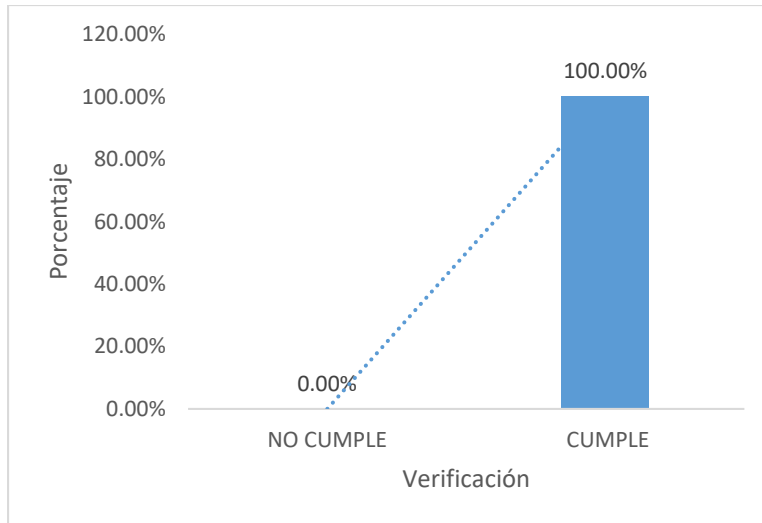
### Anchos de bermas.

De la tabla 5 de la norma nos menciona que para un carretero de primera clase de tipo II y con una velocidad de diseño de 60 km/h el ancho de bermas no debe ser menor a 3m.

**Tabla 34.** Verificación anchos de bermas.

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia (m)</i> | <i>Ancho Bermas existente</i> |                         |                        | <i>Dg-2018</i>                 | <i>Condición de Verificación</i> |
|-------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
|                   |                      | <i>Berma Izquierda(m)</i>     | <i>Berma Derecha(m)</i> | <i>Total Bermas(m)</i> | <i>Ancho Bermas mínima (m)</i> |                                  |
| 20+000.00         | 0.00                 | 0.91                          | 0.35                    | 1.26                   | 3.00                           | No Cumple                        |
| 20+020.00         | 20.00                | 0.53                          | 0.48                    | 0.53                   | 3.00                           | No Cumple                        |
| 20+040.00         | 20.00                | 0.25                          | 0.65                    | 0.23                   | 3.00                           | No Cumple                        |
| 20+060.00         | 20.00                | 0.40                          | 0.68                    | 0.40                   | 3.00                           | No Cumple                        |
| 20+080.00         | 20.00                | 0.55                          | 0.63                    | 0.57                   | 3.00                           | No Cumple                        |
| 20+100.00         | 20.00                | 0.71                          | 0.60                    | 0.71                   | 3.00                           | No Cumple                        |
| 20+120.00         | 20.00                | 0.88                          | 0.59                    | 0.86                   | 3.00                           | No Cumple                        |
| 20+140.00         | 20.00                | 0.86                          | 0.49                    | 0.86                   | 3.00                           | No Cumple                        |
| 20+160.00         | 20.00                | 0.85                          | 0.36                    | 0.87                   | 3.00                           | No Cumple                        |

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 35.** Anchos de bermas (Elaboración propia)

De la tabla y del grafica podemos deducir que un 100% las bermas no cumplen con lo establecido en norma.

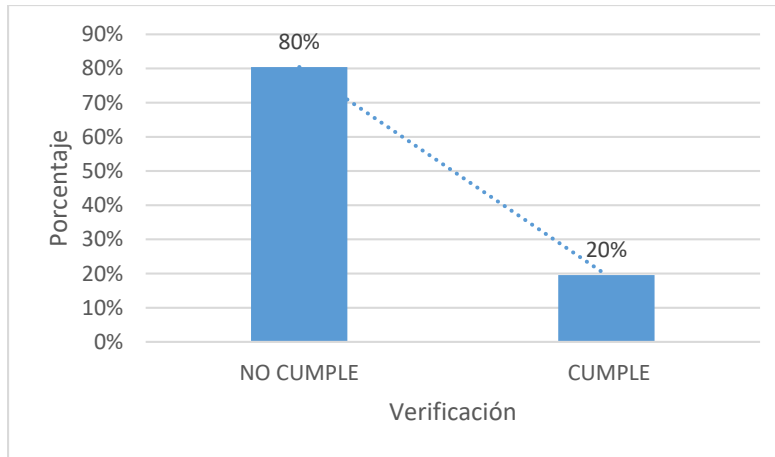
### **Bombeo**

La norma nos menciona que el bombeo depende mucho del tipo de la superficie de rodadura y las precipitaciones pluviales de la zona para nuestra carretera es de 2.50%.

**Tabla 36.** Verificación de bombeo.

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia (m)</i> | <i>Bombeo (%)</i> | <i>Dg-2018</i>    | <i>Condición de Verificación</i> |
|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|
|                   |                      |                   | <i>Bombeo (%)</i> |                                  |
| 20+000.00         | 20.00                | 1.55              | 2.50              | No Cumple                        |
| 20+020.00         | 20.00                | 1.60              | 2.50              | No Cumple                        |
| 20+040.00         | 20.00                | 2.00              | 2.50              | No Cumple                        |
| 20+060.00         | 20.00                | 2.10              | 2.50              | No Cumple                        |
| 20+080.00         | 20.00                | 2.15              | 2.50              | No Cumple                        |
| 20+100.00         | 20.00                | 1.30              | 2.50              | No Cumple                        |
| 20+120.00         | 20.00                | 2.05              | 2.50              | No Cumple                        |
| 20+140.00         | 20.00                | 0.94              | 2.50              | No Cumple                        |
| <b>C1</b>         |                      |                   |                   |                                  |
| 20+280.00         | 20.00                | 1.28              | 2.50              | No Cumple                        |

Fuente: Elaboración propia.



**Figuras 17.** Bombeo (Elaboración propia).

Del grafico podemos observar que un 80% no cumple con el bombeo de 2.5% y un 20% de no cumple con la norma.

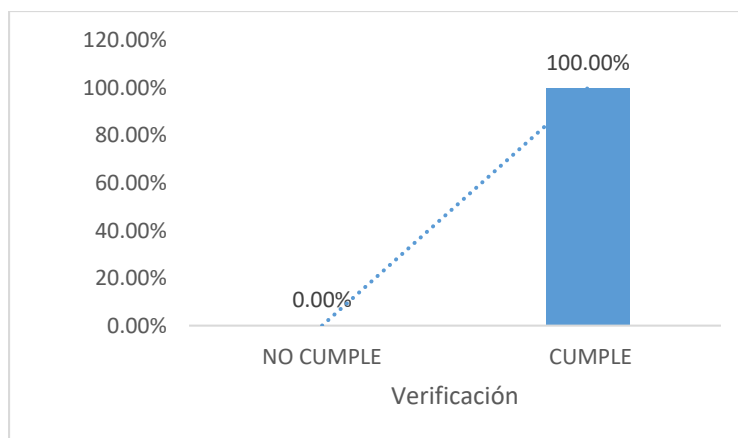
### **Peralte**

La norma nos menciona que para las curvas horizontales debe tener un peralte 8%.

**Tabla 37.** Verificación de Peraltes.

| <i>Curva</i> | <i>Progresiva</i> |              | <i>P(%)<br/>Existente</i> | <i>DG-2018<br/>Pmáx(%)</i> | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|--------------|-------------------|--------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
|              | <i>Inicial</i>    | <i>Final</i> |                           |                            |                                      |
| C1           | 19+900.00         | 20+323.70    | 6.25%                     | 8%                         | Cumple                               |
| C2           | 20+323.70         | 20+456.02    | 5.25%                     | 8%                         | Cumple                               |
| C3           | 20+456.02         | 20+657.70    | 4.80%                     | 8%                         | Cumple                               |
| C4           | 20+657.70         | 20+749.14    | 6.30%                     | 8%                         | Cumple                               |
| C5           | 20+749.14         | 21+073.77    | 5.45%                     | 8%                         | Cumple                               |
| C6           | 21+073.77         | 21+737.05    | 5.20%                     | 8%                         | Cumple                               |
| C7           | 21+737.05         | 22+266.70    | 6.10%                     | 8%                         | Cumple                               |
| C8           | 22+266.70         | 22+488.08    | 5.15%                     | 8%                         | Cumple                               |
| C9           | 22+488.08         | 22+626.55    | 5.30%                     | 8%                         | Cumple                               |
| C10          | 22+626.55         | 22+834.87    | 4.80%                     | 8%                         | Cumple                               |
| C11          | 22+834.87         | 23+100.00    | 4.80%                     | 8%                         | Cumple                               |

Fuente: Elaboración propia.



**Figuras 18.** Peralte (Elaboración propia).

Del gráfico podemos observar que el 100% cumple con lo requerido Manual de Carreteras DG-2018.

### Accidentes de tránsito de la carretera en estudio.

Registro de accidentes de suscitados en la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000.

| Fecha      | Ubicación | Hora  | Tipo de vehículo | Tipo de accidente | Daños      |         | Registro   |         |
|------------|-----------|-------|------------------|-------------------|------------|---------|------------|---------|
|            |           |       |                  |                   | Materiales | Humanos | Fallecidos | Heridos |
| 08/01/2017 | km 20+720 | 17:40 | M1, N1           | Choque            | SI         | SI      | 0          | 2       |
| 22/06/2017 | km 20+095 | 16:30 | M1               | Atropello         | SI         | SI      | 1          | 0       |
| 02/01/2018 | km 21+820 | 07:45 | M1,N2            | Choque            | SI         | SI      | 1          | 3       |
| 11/05/2018 | km 22+750 | 18:30 | N1               | Choque            | SI         | SI      | 0          | 1       |
| 17/11/2018 | km 21+240 | 18:40 | N1,N2            | Choque            | SI         | SI      | 1          | 1       |
| 28/02/2019 | km 20+960 | 16:30 | M1,M1            | Choque            | SI         | SI      | 0          | 2       |
| 01/09/2020 | km 21+500 | 06:35 | Sin identificar  | Atropello         | -          | -       | 1          | -       |
| 21/07/2021 | km 22+300 | 21:45 | M1               | Choque            | SI         | SI      | 0          | 2       |
| 10/12/2021 | km 23+040 | 11:50 | M1,N1            | Choque            | SI         | SI      | 0          | 4       |
| 17/04/2022 | km 20+460 | 09:30 | M1,M1            | Choque            | SI         | SI      | 0          | 6       |

**Figuras 19.** Registro de accidentes de la carretera Cajamarca – Bambamarca (PNP, 2022)

### Evaluación de los riesgos

Para evaluar el nivel de riesgo (NR), se debería determinar lo siguiente:

$$NR = NP \times NC$$

En donde:

NP = Nivel de probabilidad

NC = Nivel de consecuencia

A su vez, para determinar el NP se requiere:

$$NP = ND \times NE$$

En donde:

ND = Nivel de deficiencia

NE = Nivel de exposición

**Tabla 38.** *Determinación del Nivel de deficiencia (ND).*

| <i>Lugar Critico</i> | <i>Tipo de Accidente</i> | <i>N° Accidentes</i> | <i>Registro</i>       | <i>Nivel de Deficiencia</i> | <i>ND</i> |
|----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------|
| KM 20+000 al 21+000  | Choque y atropello       | 4                    | 10 Heridos y 1 muerto | Muy alto (MA)               | 10        |
| KM 21+000 al 22+000  | Choque                   | 3                    | 7 Heridos             | Alto (A)                    | 6         |
| KM 22+000 al 23+000  | Choque                   | 3                    | 4 Heridos y 3 muerto  | Muy alto (MA)               | 10        |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 39.** *Determinación del Nivel de exposición (NE).*

| <i>Lugar Critico</i> | <i>Tipo de Accidente</i> | <i>N° Accidentes</i> | <i>Registro</i>       | <i>Nivel de Exposición</i> | <i>NE</i> |
|----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|
| KM 20+000 al 21+000  | Choque y atropello       | 4                    | 10 Heridos y 1 muerto | Frecuente (EF)             | 3         |
| KM 21+000 al 22+000  | Choque                   | 3                    | 7 Heridos             | Ocasional (EO)             | 2         |
| KM 22+000 al 23+000  | Choque                   | 3                    | 4 Heridos y 3 muerto  | Ocasional (EO)             | 2         |

Fuente: Elaboración propia.

Para la determinación de nivel de probabilidad primero se determinó Nivel de deficiencia (ND) y nivel de exposición (NE), luego con los datos obtenidos de cada tabla se pudo determinar determinación de nivel de probabilidad (NP) como teniendo como resultados mostrados en la siguiente tabla:

$$NP = ND \times NE \text{ (Km 20+000 al 21+000)}$$

$$NP = 10 \times 3$$

$$NP = 30$$

$$NP = ND \times NE \text{ (Km 21+000 al 22+000)}$$

$$NP = 6 \times 2$$

$$NP = 12$$

$$NP = ND \times NE \text{ (Km 22+000 al 23+000)}$$

$$NP = 10 \times 3$$

$$NP = 30$$

Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 40.** *Determinación del Nivel de probabilidad (NP).*

| Niveles de Probabilidad   |    | Nivel de Exposición NE |       |      |   |
|---------------------------|----|------------------------|-------|------|---|
|                           |    | 4                      | 3     | 2    | 1 |
| Nivel de deficiencia (ND) | 10 |                        | MA-30 | A-20 |   |
|                           | 6  |                        |       | A-12 |   |
|                           | 2  |                        |       |      |   |

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla podemos deducir los significados de los niveles de probabilidad como el MA (24 – 40) es de situación deficiente con exposición en el km 20+000 al 21+000, A (20 – 10) es de situación deficiente con exposición frecuente u ocasional en el km 21+000 al 22+000 y MA (24 – 40) es de situación deficiente con exposición en el km 22+000 al 23+000.



**Tabla 41.** *Determinación del Nivel de consecuencia (NC).*

| <i>Lugar Critico</i> | <i>Lugar Critico</i> | <i>N° Accidentes</i> | <i>Registro</i>       | <i>Nivel de Consecuencia</i> | <i>NC</i> |
|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|-----------|
| KM 20+000 al 21+000  | Choque y atropello   | 4                    | 10 Heridos y 1 muerto | Mortal (M)                   | 100       |
| KM 21+000 al 22+000  | Choque               | 3                    | 7 Heridos             | Grave (G)                    | 25        |
| KM 22+000 al 23+000  | Choque               | 3                    | 4 Heridos y 3 muerto  | Mortal (M)                   | 100       |

Fuente: Elaboración propia.

Para la determinación de nivel de riesgo se tuvo que se determinó nivel probabilidad (NP) y Nivel de consecuencia (NC), luego con los datos obtenidos de cada tabla se pudo determinar determinación de nivel de riesgo (NR como teniendo como resultados mostrados en la siguiente tabla:

NR = NP x NC (Km 20+000 al 21+000)

NR= 30 X 100

NR= 3000

NR = NP x NC (Km 21+000 al 22+000)

NR= 12 X 25

NR= 300

NR = NP x NC (Km 22+000 al 23+000)

NR= 30 X 100

NR= 3000

Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 42.** Determinación del Nivel de riesgo (NR).

| Nivel de riesgo<br>NR = NP x NC   |     | Nivel de probabilidad (NP) |                         |     |     |
|-----------------------------------|-----|----------------------------|-------------------------|-----|-----|
|                                   |     | 40-24                      | 20-10                   | 8-6 | 4-2 |
| Nivel de<br>consecuencias<br>(NC) | 100 | <b>I<br/>4000-2400</b>     | <b>I<br/>2000-12000</b> |     |     |
|                                   | 60  |                            |                         |     |     |
|                                   | 25  |                            | <b>II<br/>500-250</b>   |     |     |
|                                   | 10  |                            |                         |     |     |

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla podemos deducir los significados de los niveles de riesgo que I (4000 – 600) situación crítica (no aceptable) en el km 20+000 al 21+000, I (500 – 150) corregir y adoptar medidas de control de inmediato (no aceptable o aceptable con control específico) en el km 21+000 al 22+000 y que I (4000 – 600) situación crítica (no aceptable) en el km 22+000 al 21+000

### Velocidad del percentil 85

Para determinar se ordenan los datos de mayor a menor y utilizamos la siguiente fórmula:

$$i = \left(\frac{P}{100}\right)n$$

Donde:

Percentil 85 (P)= 85

Numero de datos (n)=25

$$i = \left(\frac{85}{100}\right)25$$

$$i = 21.25$$

$$P_{85} = 45$$

Entonces:

$$V_{85} = 45 \text{ km/h}$$

| TANGENTE | T1        |
|----------|-----------|
| MUESTRA  | VELOCIDAD |
| 1        | 38        |
| 2        | 41        |
| 3        | 35        |
| 4        | 45        |
| 5        | 50        |
| 6        | 42        |
| 7        | 46        |
| 8        | 52        |
| 9        | 36        |
| 10       | 39        |
| 11       | 44        |
| 12       | 40        |
| 13       | 41        |
| 14       | 34        |
| 15       | 31        |
| 16       | 34        |
| 17       | 45        |
| 18       | 32        |
| 19       | 48        |
| 20       | 36        |
| 21       | 43        |
| 22       | 37        |
| 23       | 30        |
| 24       | 42        |
| 25       | 39        |

| ORDENADO |           |
|----------|-----------|
| MUESTRA  | VELOCIDAD |
| 1        | 30        |
| 2        | 31        |
| 3        | 32        |
| 4        | 34        |
| 5        | 34        |
| 6        | 35        |
| 7        | 36        |
| 8        | 36        |
| 9        | 37        |
| 10       | 38        |
| 11       | 39        |
| 12       | 39        |
| 13       | 40        |
| 14       | 41        |
| 15       | 41        |
| 16       | 42        |
| 17       | 42        |
| 18       | 43        |
| 19       | 44        |
| 20       | 45        |
| 21       | 45        |
| 22       | 46        |
| 23       | 48        |
| 24       | 50        |
| 25       | 52        |

*Figuras 20.* Percentil 85 (Elaboración propia).

**Tabla 43.** *Velocidades de percentil 85.*

| <i>VELOCIDAD DE PERCENTIL 85<br/>SUBIDA</i> |                       | <i>VELOCIDAD DE PERCENTIL 85<br/>BAJADA</i> |                       |
|---|-----------------------|---|-----------------------|
| <i>ELEMENTO</i>                             | <i>VELOCIDAD km/h</i> | <i>ELEMENTO</i>                             | <i>VELOCIDAD km/h</i> |
| C0  | 60                    | C0  | 58                    |
| T1  | 43                    | T1  | 45                    |
| C1  | 41                    | C1  | 38                    |
| T2  | 57                    | T2  | 54                    |
| C2  | 55                    | C2  | 51                    |
| T3  | 51                    | T3  | 61                    |
| C3  | 45                    | C3  | 57                    |
| T4  | 65                    | T4  | 65                    |
| C4  | 63                    | C4  | 60                    |
| T5  | 52                    | T5  | 55                    |
| C5  | 48                    | C5  | 52                    |
| T6  | 66                    | T6  | 68                    |
| C6  | 62                    | C6  | 59                    |
| T7  | 64                    | T7  | 63                    |
| C7  | 62                    | C7  | 60                    |
| T8  | 70                    | T8  | 76                    |
| C8  | 60                    | C8  | 61                    |
| T9  | 82                    | T9  | 81                    |
| C9  | 67                    | C9  | 65                    |
| T10   | 62                    | T10   | 67                    |
| C10   | 59                    | C10   | 58                    |
| T11   | 68                    | T11   | 61                    |
| C11   | 61                    | C11   | 59                    |

Fuente: Elaboración propia.

### **Indicadores de consistencia bajo el enfoque de las expectativas.**

#### **Criterios I, II Y III de Lamm.**

##### **Criterio I: Consistencia en Elementos Simples**

Para determinar el criterio I de Lamm utilizaremos velocidad de diseño (VD) y velocidad de percentil 85 (V85).

Diseño “Bueno”:  $V_{85} - V_D \leq 10 \text{ Km./h}$

Diseño “Regular”:  $10 \text{ Km./h} < V_{85} - V_D < 20 \text{ Km./h}$

Diseño “Malo”:  $V_{85} - V_D > 20 \text{ Km./h}$

Datos:

$V_{85} (C1) = 38 \text{ km/h}$

$V_D(C1) = 60 \text{ km/h}$

$V_{85} (C1) - V_D (C1) = 22 \text{ km/h}$

Según criterio I de Lamm es “Malo”.

### **Criterio II: Consistencia entre Elementos Sucesivos**

Para determinar el criterio II de Lamm utilizaremos la variable  $\ddot{A}V_{85}$ .

Diseño “Bueno”:  $\ddot{A}V_{85} < 10 \text{ Km./h}$

Diseño “Regular”:  $10 \text{ Km./h} < \ddot{A}V_{85} < 20 \text{ Km./h}$

Diseño “Malo”:  $\ddot{A}V_{85} > 20 \text{ Km./h}$

Para determinar variable  $\ddot{A}V_{85}$  es la diferencia de elementos sucesivos de  $V_{85}$ :

$V_{85} (C0) = 58 \text{ km/h}$

$V_{85} (C1) = 38 \text{ km/h}$

$V_{85} (C0) - V_{85} (C1) = 20 \text{ km/h}$

Según criterio II de Lamm es “Malo”.

### **Criterio III: Estabilidad Dinámica**

Para determinar el criterio II de Lamm utilizaremos la fricción lateral provista, la fricción lateral demandada para determinar la variable  $\ddot{A}V_{85}$ .

Diseño “Bueno” :  $\ddot{A}f > + 0.02$

Diseño “Regular” :  $- 0.02 < \ddot{A}f < + 0.02$

Diseño “Malo”:  $\ddot{A}f < - 0.02$

$$fra = VD^2 / 127R - p$$

Donde:

$$VD = 60 \text{ km/h}$$

$$R = 61 \text{ m}$$

$$p = 6.25\%$$

$$fra = 60^2 / 127 * 61 - 6.5$$

$$fra = 0.40$$

$$frd = V85^2 / 127R - p$$

Donde:

$$V85 = 38 \text{ km/h}$$

$$R = 61 \text{ m}$$

$$p = 6.25\%$$

$$frd = 38^2 / 127 * 61 - 6.25$$

$$frd = 0.12$$

$$\ddot{A}f = fra - frd$$

$$\ddot{A}f = 0.40 - 0.12$$

$$\ddot{A}f = 0.28 > + 0.02$$

Según el criterio III es “Bueno”

**Tabla 44.** Criterio Lamm I, II y III subida.

| Elemento | Progresiva |           | V85 | Vd km/h | Criterio I | ÄV85  | Criterio II | Radio (m) | Peralte (%) | fra  | frd  | Äf    | Criterio III |
|----------|------------|-----------|-----|---------|------------|-------|-------------|-----------|-------------|------|------|-------|--------------|
|          | Final      | Inicial   |     |         |            |       |             |           |             |      |      |       |              |
| T1       | 20+272.16  | 20+387.19 | 43  | 60      | Regular    | 5.60  | Bueno       |           |             |      |      |       |              |
| C1       | 20+160.91  | 20+272.16 | 41  | 60      | Bueno      | 2.00  | Bueno       | 61.00     | 6.25%       | 0.40 | 0.16 | 0.24  | Bueno        |
| T2       | 20+462.50  | 20+492.45 | 57  | 60      | Bueno      | 15.80 | Regular     |           |             |      |      |       |              |
| C2       | 20+387.19  | 20+462.50 | 55  | 60      | Bueno      | 1.80  | Bueno       | 98.70     | 5.25%       | 0.23 | 0.19 | 0.04  | Bueno        |
| T3       | 20+537.34  | 20+682.24 | 51  | 60      | Regular    | 4.00  | Bueno       |           |             |      |      |       |              |
| C3       | 20+492.45  | 20+537.34 | 45  | 60      | Bueno      | 6.20  | Bueno       | 91.65     | 4.80%       | 0.26 | 0.13 | 0.13  | Bueno        |
| T4       | 20+752.84  | 20+785.26 | 65  | 60      | Bueno      | 20.20 | Malo        |           |             |      |      |       |              |
| C4       | 20+682.24  | 20+752.84 | 63  | 60      | Bueno      | 2.60  | Bueno       | 65.70     | 6.30%       | 0.37 | 0.41 | -0.04 | Malo         |
| T5       | 20+841.76  | 21+073.45 | 52  | 60      | Regular    | 10.80 | Regular     |           |             |      |      |       |              |
| C5       | 20+785.26  | 20+841.76 | 48  | 60      | Bueno      | 3.60  | Bueno       | 80.80     | 5.45%       | 0.30 | 0.17 | 0.12  | Bueno        |
| T6       | 21+161.52  | 21+222.43 | 66  | 60      | Bueno      | 17.80 | Regular     |           |             |      |      |       |              |
| C6       | 21+073.35  | 21+161.52 | 62  | 60      | Bueno      | 4.20  | Bueno       | 102.25    | 5.20%       | 0.23 | 0.24 | -0.02 | Regular      |
| T7       | 21+282.77  | 21+526.41 | 64  | 60      | Bueno      | 1.80  | Bueno       |           |             |      |      |       |              |
| C7       | 21+222.43  | 21+282.77 | 62  | 60      | Regular    | 1.80  | Bueno       | 59.10     | 6.10%       | 0.42 | 0.45 | -0.03 | Malo         |
| T8       | 21+710.17  | 22+172.52 | 70  | 60      | Bueno      | 8.40  | Bueno       |           |             |      |      |       |              |
| C8       | 21+526.41  | 21+710.17 | 60  | 60      | Malo       | 10.40 | Regular     | 101.55    | 5.15%       | 0.23 | 0.23 | 0.00  | Regular      |
| T9       | 22+216.80  | 22+485.65 | 82  | 60      | Bueno      | 21.60 | Malo        |           |             |      |      |       |              |
| C9       | 22+172.52  | 22+216.80 | 67  | 60      | Bueno      | 14.60 | Regular     | 101.30    | 5.30%       | 0.23 | 0.30 | -0.07 | Malo         |
| T10      | 22+551.46  | 22+819.61 | 62  | 60      | Bueno      | 5.20  | Bueno       |           |             |      |      |       |              |
| C10      | 22+485.65  | 22+551.46 | 59  | 60      | Bueno      | 2.80  | Bueno       | 132.60    | 4.80%       | 0.17 | 0.16 | 0.01  | Regular      |
| T11      | 22+551.46  | 22+819.61 | 68  | 60      | Bueno      | 9.00  | Bueno       |           |             |      |      |       |              |
| C11      | 22+819.61  | 23+031.00 | 61  | 60      | Malo       | 6.60  | Bueno       | 282.55    | 4.80%       | 0.05 | 0.06 | 0.00  | Regular      |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 45.** Criterio Lamm I, II y III bajada

| <i>Elemento</i> | <i>Progresiva</i> |                | <i>V85</i> | <i>Vd<br/>km/h</i> | <i>Criterio<br/>I</i> | <i>ÄV85</i> | <i>Criterio<br/>II</i> | <i>Radio<br/>(m)</i> | <i>Peralte<br/>(%)</i> | <i>fra</i> | <i>frd</i> | <i>Äf</i> | <i>Criterio III</i> |
|-----------------|-------------------|----------------|------------|--------------------|-----------------------|-------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------|------------|-----------|---------------------|
|                 | <i>Final</i>      | <i>Inicial</i> |            |                    |                       |             |                        |                      |                        |            |            |           |                     |
| T1              | 20+000.00         | 20+160.91      | 45         | 60                 | Regular               | 12.60       | Regular                |                      |                        |            |            |           |                     |
| C1              | 20+160.91         | 20+272.16      | 38         | 60                 | Malo                  | 7.60        | Bueno                  | 61.00                | 6.25%                  | 0.40       | 0.12       | 0.28      | Bueno               |
| T2              | 20+272.16         | 20+387.19      | 54         | 60                 | Bueno                 | 16.60       | Regular                |                      |                        |            |            |           |                     |
| C2              | 20+387.19         | 20+462.50      | 51         | 60                 | Bueno                 | 3.00        | Bueno                  | 98.70                | 5.25%                  | 0.23       | 0.16       | 0.08      | Bueno               |
| T3              | 20+462.50         | 20+492.45      | 61         | 60                 | Bueno                 | 9.60        | Bueno                  |                      |                        |            |            |           |                     |
| C3              | 20+492.45         | 20+537.34      | 57         | 60                 | Bueno                 | 3.60        | Bueno                  | 91.65                | 4.80%                  | 0.26       | 0.24       | 0.03      | Bueno               |
| T4              | 20+537.34         | 20+682.24      | 65         | 60                 | Bueno                 | 8.00        | Bueno                  |                      |                        |            |            |           |                     |
| C4              | 20+682.24         | 20+752.84      | 60         | 60                 | Bueno                 | 5.60        | Bueno                  | 65.70                | 6.30%                  | 0.37       | 0.37       | 0.00      | Regular             |
| T5              | 20+752.84         | 20+785.26      | 54         | 60                 | Bueno                 | 5.80        | Bueno                  |                      |                        |            |            |           |                     |
| C5              | 20+785.26         | 20+841.76      | 52         | 60                 | Bueno                 | 1.75        | Bueno                  | 80.80                | 5.45%                  | 0.30       | 0.21       | 0.08      | Bueno               |
| T6              | 20+841.76         | 21+073.45      | 61         | 60                 | Bueno                 | 9.00        | Bueno                  |                      |                        |            |            |           |                     |
| C6              | 21+073.35         | 21+161.52      | 63         | 60                 | Bueno                 | 2.00        | Bueno                  | 102.25               | 5.20%                  | 0.23       | 0.26       | -0.03     | Malo                |
| T7              | 21+161.52         | 21+222.43      | 63         | 60                 | Bueno                 | 0.15        | Bueno                  |                      |                        |            |            |           |                     |
| C7              | 21+222.43         | 21+282.77      | 60         | 60                 | Bueno                 | 3.60        | Bueno                  | 59.10                | 6.10%                  | 0.42       | 0.42       | 0.00      | Regular             |
| T8              | 21+282.77         | 21+526.41      | 76         | 60                 | Regular               | 16.00       | Regular                |                      |                        |            |            |           |                     |
| C8              | 21+526.41         | 21+710.17      | 61         | 60                 | Bueno                 | 15.00       | Regular                | 101.55               | 5.15%                  | 0.23       | 0.24       | -0.01     | Regular             |
| T9              | 21+710.17         | 22+172.52      | 81         | 60                 | Malo                  | 20.60       | Malo                   |                      |                        |            |            |           |                     |
| C9              | 22+172.52         | 22+216.80      | 65         | 60                 | Bueno                 | 16.60       | Regular                | 101.30               | 5.30%                  | 0.23       | 0.27       | -0.05     | Malo                |
| T10             | 22+216.80         | 22+485.65      | 67         | 60                 | Bueno                 | 2.60        | Bueno                  |                      |                        |            |            |           |                     |
| C10             | 22+485.65         | 22+551.46      | 58         | 60                 | Bueno                 | 9.00        | Bueno                  | 132.60               | 4.80%                  | 0.17       | 0.15       | 0.01      | Regular             |
| T11             | 22+551.46         | 22+819.61      | 61         | 60                 | Bueno                 | 2.60        | Bueno                  |                      |                        |            |            |           |                     |
| C11             | 22+819.61         | 23+031.00      | 59         | 60                 | Bueno                 | 2.00        | Bueno                  | 282.55               | 4.80%                  | 0.05       | 0.05       | 0.00      | Regular             |

Fuente: Elaboración propia.



**Determinar la velocidad de operación y velocidad de diseño de los vehículos en la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000.**

Para determinar la velocidad de diseño se tuvo que hacer la clasificación de la carretera donde obtuvimos como resultados que la carretera es de Primera clase y de tipo II (Ondulado), el Manual de Carreteras DG-2018 nos menciona que para esta clasificación de carretera se utilizara una velocidad de diseño de 60km/h.

Para determinar las velocidades de operación de los vehículos que circulan por la carretera utilizamos una pistola de radar medidor de velocidades, para esto nos ubicamos a una determinada distancia de la vía en cada elemento de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000 para obtener 25 muestras de velocidades de cada elemento en ambos sentidos de la carretera tanto de bajada como en subida.

El resumen de las velocidades de operación se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 46.** *Velocidades de operación subida-bajada.*

| <b>VELOCIDADES DE OPERACIÓN SUBIDA - BAJADA</b> |                    |                 |                    |
|---|--------------------|-----------------|--------------------|
| <b>Elemento</b>                                 | <b>Velocidades</b> | <b>Elemento</b> | <b>Velocidades</b> |
| C0  | 58                 | C0              | 60                 |
| T1  | 45                 | T1              | 43                 |
| C1  | 38                 | C1              | 41                 |
| T2  | 54                 | T2              | 57                 |
| C2  | 51                 | C2              | 55                 |
| T3  | 61                 | T3              | 51                 |
| C3  | 57                 | C3              | 45                 |
| T4  | 65                 | T4              | 65                 |
| C4  | 60                 | C4              | 63                 |
| T5  | 55                 | T5              | 52                 |
| C5  | 52                 | C5              | 48                 |
| T6  | 68                 | T6              | 66                 |
| C6  | 59                 | C6              | 62                 |
| T7  | 63                 | T7              | 64                 |
| C7  | 60                 | C7              | 62                 |
| T8  | 76                 | T8              | 70                 |
| C8  | 61                 | C8              | 60                 |
| T9  | 81                 | T9              | 82                 |
| C9  | 65                 | C9              | 67                 |
| T10   | 67                 | T10             | 62                 |
| C10   | 58                 | C10             | 59                 |
| T11   | 61                 | T11             | 68                 |
| C11   | 59                 | C11             | 61                 |

Fuente: Elaboración propia.

**Comparación de las características geométricas de la carretera según el manual de diseño geométrico DG-2018.**

Para la comparación de las características geométricas de la carretera con la norma realizamos el análisis del diseño geométrico tanto en planta: elementos de curvas, radios mínimos, tramos en tangente, sobreebanco, y distancia visibilidad, en perfil: pendiente máxima, curvas verticales y sección transversal: ancho de calzada, peralte, bermas y bombeo.

**Tabla 47.** Resumen de los resultados de las características geométricas de la carretera.

| <i>Parámetros de DG-2018</i>      |  | <i>Verificación</i> | <i>Porcentaje (%)</i> |
|-----------------------------------|--|---------------------|-----------------------|
| Parámetros en Planta              | Distancia de visibilidad de parada         | Cumple              | 60.00%                |
|                                   |  | No Cumple           | 40.00%                |
|                                   | Distancia de visibilidad de adelantamiento | Cumple              | 9.09%                 |
|                                   |  | No Cumple           | 90.91%                |
|                                   | Tramos Tangente                            | Cumple              | 45.45%                |
|                                   |  | No Cumple           | 54.55%                |
|                                   | Radio min                                  | Cumple              | 18.18%                |
|                                   |  | No Cumple           | 81.82%                |
| Parámetros en Perfil              | Sobreebanco                                | Cumple              | 0.00%                 |
|                                   |  | No Cumple           | 100.00%               |
|                                   | Pendiente máx y min                        | Cumple              | 90.91%                |
|                                   |  | No Cumple           | 9.09%                 |
|                                   | Longitud en pendiente                      | Cumple              | 100.00%               |
|                                   |  | No Cumple           | 0.00%                 |
| Parámetros en Sección Transversal | Ancho de calzada                           | Cumple              | 36.42%                |
|                                   |  | No Cumple           | 63.58%                |
|                                   | Ancho de Berma                             | Cumple              | 0.00%                 |
|                                   |  | No Cumple           | 100.00%               |
|                                   | Peraltes                                   | Cumple              | 100.00%               |
|                                   |  | No Cumple           | 0.00%                 |
|                                   | Bombeo                                     | Cumple              | 20%                   |
|                                   | No Cumple                                  | 80%                 |                       |

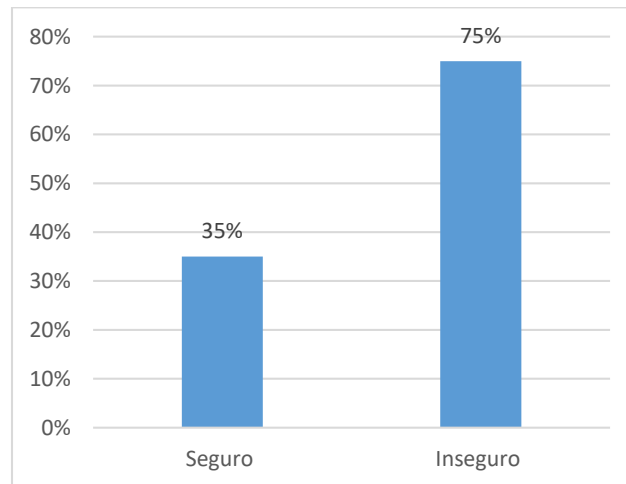
Fuente: Elaboración propia.

La carretera presenta en su distancia de visibilidad de parada existe un 40% que no cumple con la distancia visibilidad de parada mínima requerida; y en distancia de visibilidad de adelantamiento no cumple un 91.91%. Entonces podemos deducir que en las distancias de visibilidad algunos de sus tramos tangente se le considera como insegura.

Del diseño geométrico en planta se obtuvo longitudes mínimas requeridas para tramos en tangente un 54.55% que no cumple; de igual manera en las curvas circulares los radios mínimos un 81.82% no cumplen con los radios requeridos y los sobreamplios no cumplen un 100% con los requeridos.

Del diseño geométrico en perfil de la carretera si cuenta con la pendiente mínimas y máximas que se requiere, no sucede lo mismo con las longitudes en pendiente que ninguna cumplen con lo establecido en la norma con un 100% no cumplen.

Por último, en el diseño geométrico a nivel de sección transversal un 63.58% no cumple con el ancho de la calzada, un 100% no cumplen con el ancho mínimo de berma, todos los peraltes cumplen con lo requerido y en el bombeo un 80% no cumplen con lo indicado en las DG – 2018.



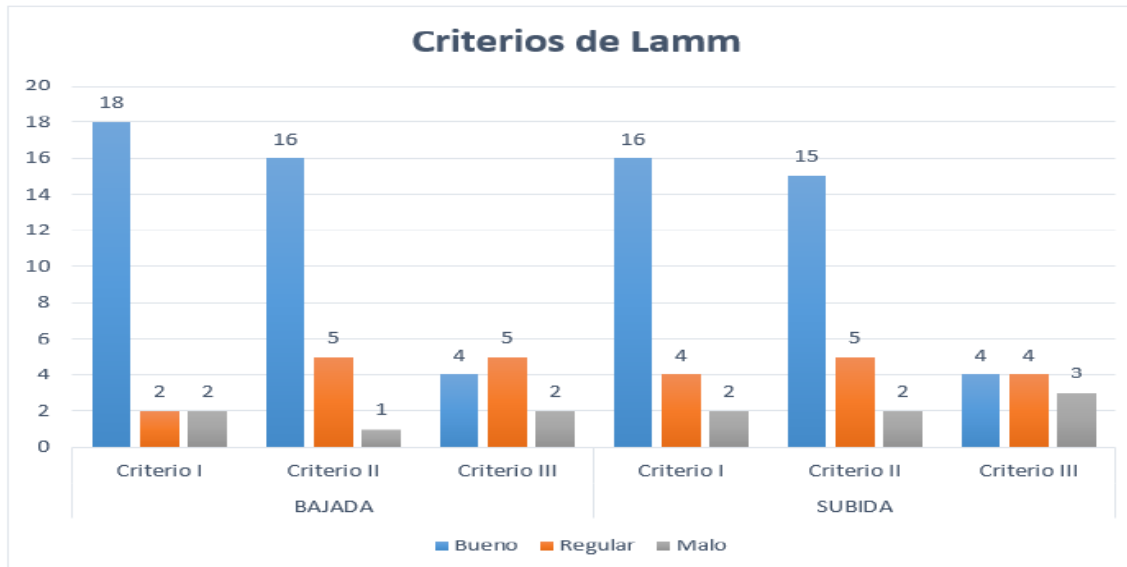
**Figuras 21.** Porcentajes de los resultados de las características geométricas (Elaboración propia).

### **Evaluación de la seguridad vial**

La seguridad vial está relacionada con la consistencia de diseño ya que el análisis de consistencia de diseño utiliza para evaluar la seguridad vial en las carreteras.

### **Análisis De Consistencia De Diseño**

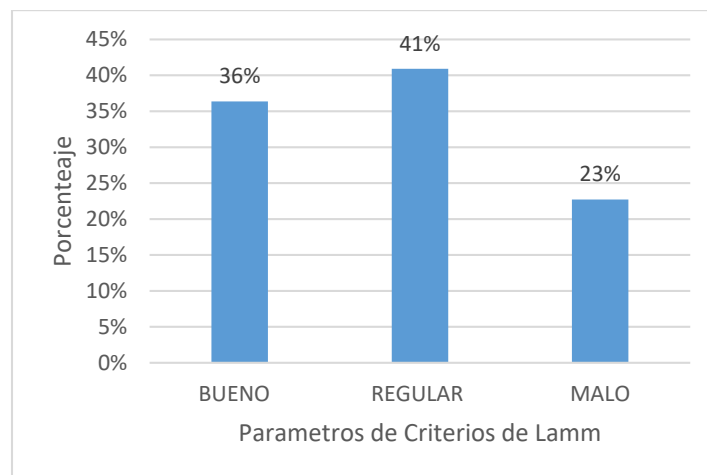
De los criterios I, II y III de Lamm nos arrojará un resultado “Bueno”, “Malo” y “Regular”.



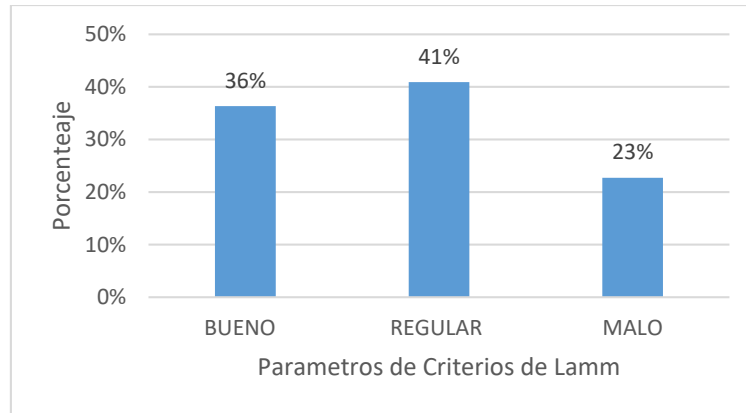
**Figuras 22.** Resumen de los criterios de Lamm (Elaboración propia).

De la figura 21 podemos observar que de 22 elemento de la carretera en estudio en el criterio I de bajada 18 son buenos, 2 son regular, 2 son malos, en el criterio II en bajada 16 son buenos, 5 regular y 1 malo, en el criterio III en bajada 4 son buenos, 5 regular y 2 malos; en el criterio I de subida 16 son buenos, 4 son regular, 2 son malos, en el criterio II en subida 15 son buenos, 5 regular y 2 malo, en el criterio III en bajada 4 son buenos, 4 regular y 3 malos

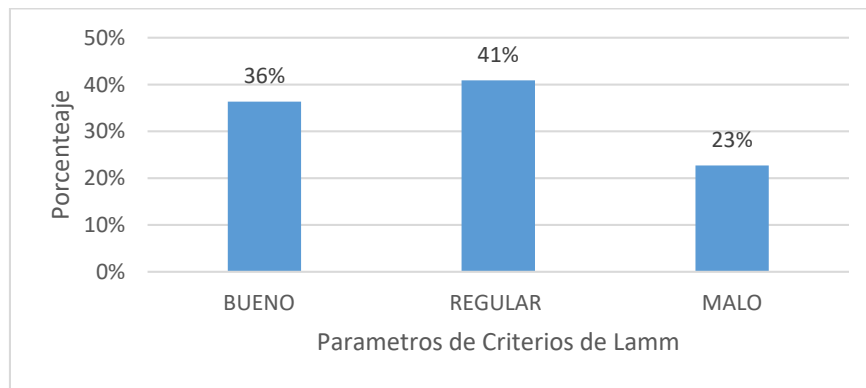
En los siguientes gráficos los resúmenes de los porcentajes de los criterios I, II y III Lamm en ambos sentidos.



**Figuras 23.** Porcentaje de criterios I de Lamm subida - bajada (Elaboración propia).

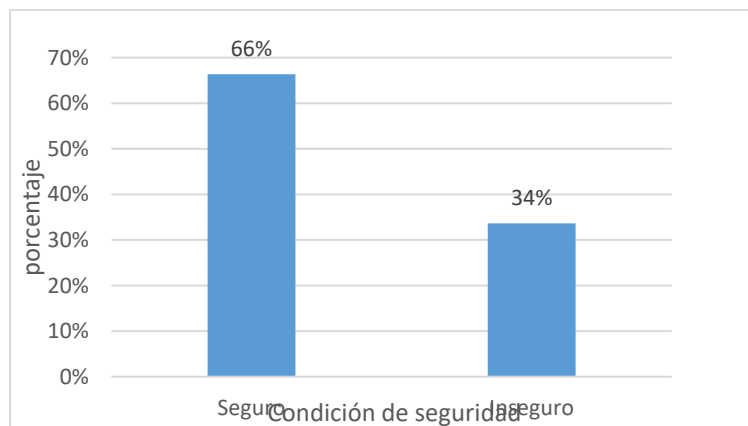


**Figuras 24.** Porcentaje de criterios II de Lamm subida - bajada (Elaboración propia).



**Figuras 25.** Porcentaje de criterios III de Lamm subida - bajada (Elaboración propia).

Al hacer el análisis de consistencia observamos que el criterio I y criterio II están en función a las velocidades de operación, velocidades de diseño y el criterio III está en función la fricción lateral provista, la fricción lateral demandada para determinar la variable  $\ddot{A}V85$ .



**Figuras 26.** Porcentajes de condición de seguridad (Elaboración propia).

### Evaluación de los riesgos de accidentes de tránsito.

Para evaluar parte de la seguridad vial se evaluó el porcentaje de los riesgos de accidentes de tránsito de la carretera tenido como resultados altos niveles de riesgos como se muestra en la tabla:

**Tabla 48.** Resumen de resultados de niveles de riesgos de accidentes de tránsito.

| <i>Lugar Crítico</i> | <i>NP</i> |           | <i>NP</i> | <i>NC</i> | <i>NR</i> | <i>Intervalo</i> | <i>Porcentaje de riesgo</i> |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------------------------|
|                      | <i>ND</i> | <i>NE</i> |           |           |           |                  |                             |
| KM 20+000 al 21+000  | 10        | 3         | 30        | 100       | 3000      | I<br>4000-600    | 75%                         |
| KM 21+000 al 22+000  | 6         | 2         | 12        | 25        | 300       | II<br>500-150    | 60%                         |
| KM 22+000 al 23+000  | 10        | 2         | 20        | 100       | 2000      | I<br>4000-600    | 50%                         |

Fuente: Elaboración propia.

Tenemos como resultados que el km 20+000 al 21+00 un nivel de riesgo es situación crítica I (no aceptable) con un porcentaje de riesgo 75%, Km 21+000 al 22+000 un nivel de riesgo de corregir y adoptar medidas de control de inmediato I (no aceptable o aceptable con control específico) y con un porcentaje de riesgo 60% y en el km 22+000 al 23+00 un nivel de riesgo es situación crítica I (no aceptable) y un porcentaje de riesgo 50%

Con la evaluación del riesgo podemos decir que la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000 es insegura ya que Nivel de Riesgo I, Situación Crítica y su porcentaje es muy elevado de 75%.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para hacer el análisis de la carretera se realizó levantamiento topográfico, luego hacer el procesamiento de los datos obtenidos en campo, para poder obtener la planta, el perfil y secciones transversales de la carretera, para la clasificación de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo km 20+000 – km 23+000 que realizo por su demanda , orografía y jerarquización, por su demanda se tuvo que hacer un estudio de tránsito que consistió en contabilizar los vehículos de ambos sentidos de la vía por una semana, por su orografía se tuvo en cuenta pendientes trasversales y pendientes longitudinales y por su jerarquización se obtuvo que la carreta es PE-3N que permanece a la Red Vial Nacional. Luego se determinó las velocidades de operación y diseño para el análisis de consistencia de diseño con los criterios de Lamm.

Arias & Remolina (2018). Menciona que el objetivo de la tesis es comparar la velocidad de operación de vehículos livianos de las curvas en el tramo de estudio vs dos velocidades, la velocidad de diseño en la norma de Colombia y la velocidad de operación por el método de Lamm.

Concluyeron que el tramo en estudio tiene una buena consistencia de diseño geométrico ya que posibilita que los conductores puedan manejar con tranquilidad y visibilidad adecuada ya que no se muestra imprevistos en la carretera que obliguen a cambiar la velocidad de manera extrema, podemos evidenciar que no hay puntos de accidentes de tránsito a lo largo de 30 km.

Al igual que nuestro antecedente identificamos las velocidades de operación y de diseño para realizar el análisis de consistencia de diseño, utilizamos los tres criterios de Lamm Criterio I: Consistencia en Elementos Simples que consiste en encontrar una armonía entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación está relacionada con la velocidad del percentil 85, Criterio II: Consistencia entre Elementos Sucesivos y Criterio que consiste en la verificación de los cambios de velocidad que hacen los conductores entre elementos continuos o sucesivos. III: Estabilidad Dinámica que vendría hacer la diferencia entre la fricción lateral provista y la fricción lateral incita a la inconsistencia de diseño en su trazo.

A diferencia del antecedente que concluyo que su carretera presenta buena consistencia, en esta tesis se concluyendo que la carretera es inconsistente ya que al verificar los criterios I nos sale como resultado 77%, el criterio II tenemos como resultados 70% bueno y el criterio III tiene como resultados 41% regular. Los criterios I y II en su análisis podemos deducir que es **Bueno** ya que

este está en función de las velocidades no pasa lo mismo con el criterio III que sale **Regular** ya que está en función de los radios y peraltes que no cumplen con la norma.

Gomez & Quispe (2017). El objetivo del trabajo es la evaluación de la seguridad vial, de la carretera estudiada con la consistencia de diseño geométrico utilizando a los criterios establecidos por Lamm y perfil de velocidades.

Concluyeron que la seguridad vial dependerá de la evaluación del análisis de consistencia de diseño geométrico con los criterios de Lamm y el Perfil de Velocidades, para así prevenir accidentes de tránsito.

Al igual que en el antecedente al hacer el análisis de consistencia podemos deducir que dependerá significativamente de la seguridad vial puesto que con el análisis de consistencia de diseño pudimos identificar tramos inconsistentes sobre todo en las curvas por lo que hacen que la carretera sea insegura.

Carrera (2019). Tiene como objetivo evaluar la seguridad vial de la carretera La Shita – Atumpata km 00+00 – km 05+00 en función a sus elementos geométricos.

Al verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño geométrico en los puntos donde ocurrieron accidentes de tránsito, obtuvieron como resultados que la mayoría de elementos geométricos no cumplen con lo normado, teniendo una consistencia geométrica pobre; indicando que el no cumplimiento con los parámetros de diseño geométrico y la inconsistencia geométrica de la vía.

En la tesis se realizó la verificación de las características geométricas que presenta la carretera comparándolas con el Manual de Carreteras en las DG – 2018 podemos concluir que la carretera es insegura ya que presenta muchos porcentajes altos que no cumplen con los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras en las DG – 2018. Tenido como resultado un 35% que la carretera es segura y un 75% que la carretera no es segura.

Haciendo la comparación con el antecedente podemos deducir que las carreteras en estudio no presentan los parámetros establecidos por la norma por lo que hacen que las carreteras sean inseguras.



## CONCLUSIONES

- Se determinó la velocidad de diseño de la carretera es de 60 Km/h y la velocidad de operación en promedio para un flujo en subida es de 59.26 km/h, teniendo como velocidad de operación máxima de 82 km/h para la tangente 9 (T9) y una velocidad de operación mínima de 41 km/h para la curva 1 (C1); para el flujo en bajada, se tiene una velocidad de operación promedio de 59.74 km/h, teniendo como velocidad de operación máxima de 81 km/h para la tangente 9 (T9) y una velocidad de operación mínima de 38 km/h para la curva 1 (C1).
- Se determinó los indicadores de consistencia de diseño con los Criterios de Lamm, teniendo como resultado para el Flujo en Bajada: Criterio I, Elementos Simples, presentó 18 elementos en condición de bueno, 2 en Regular y 2 en Malo, Para el Criterio II, Elementos Compuestos, presentó 16 elementos en condición de bueno, 5 en Regular y 1 en Malo, y para el Criterio III, Estabilidad Dinámica, presentó 4 elementos en condición de bueno, 5 en Regular y 2 en Malo; Para el Flujo en Subida: Criterio I, Elementos Simples, presentó 16 elementos en condición de bueno, 4 en Regular y 2 en Malo, Para el Criterio II, Elementos Compuestos, presentó 15 elementos en condición de bueno, 5 en Regular y 2 en Malo, y para el Criterio III, Estabilidad Dinámica, presentó 4 elementos en condición de bueno, 4 en Regular y 3 en Malo .
- Se identificó las características geométricas de la carretera en estudio y se comparó con lo exigido por la normativa vigente (DG-2018), teniendo que: Los Tramos Tangente presenta un 54.55% en condición de No Cumple, Las distancias de visibilidad de Parada y de Adelantamiento un 40% y 90.91% en condición de No Cumple, Radios Mínimos presenta un 81.82% en condición de No Cumple, Sobreanchos un 100% de incumplimiento, Pendiente Máxima y Mínima, presentan condición de no cumplimiento del 9.09%, Longitudes en pendiente un 100% no Cumple, Anchos de calzada el 63.58% no cumple Anchos de Berma un 100% presenta condición de No Cumple, Peraltes cumple el 100% y Bombeo no cumple el 80%.
- Se evaluó el nivel de riesgo de accidentes de tránsito de la carretera Cajamarca – Bambamarca tramo Km 20+000 – Km 23+000 presentando en el primer kilómetro (Km 20+00 – km 21+000) analizado un Nivel de Riesgo de 3000 categorizado como Nivel de Riesgo I con un porcentaje de riesgo de 75%, Situación Crítica (No aceptable), para el segundo kilómetro (Km 21+00 – km 22+000) analizado presenta un Nivel de Riesgo de 300 categorizado como Nivel de Riesgo

II, Corregir y adoptar medidas de control de inmediato (No Aceptable o Aceptable con Control Específico) con un porcentaje de riesgo de 60% y para tercer kilometro (Km 22+00 – km 23+000) analizado presenta un Nivel de Riesgo 2000 categorizado como Nivel de Riesgo I, Situación Crítica (No aceptable) con un porcentaje de riesgo de 50%.

- La evaluación la seguridad vial se determinó en función de un análisis de Riesgo de la carretera y también con un análisis de consistencia de diseño aplicando criterios de Lamm, obteniéndose un Nivel de Riesgo I, Situación Crítica con un porcentaje de 75% de riesgo haciendo que la carretera sea insegura , y una condición de bueno por Criterios de Lamm, esto debido a las cortas longitudes de desarrollo en tangente, haciendo indirectamente un control de las velocidades de operación, pero presentando deficiencias en curvas (Regular y Malo) debido a no cumplimiento con radios y perales según lo estipulado por la Norma DG-2018, dando como resultado del análisis un 34% inseguro con tramos inconsistentes. La seguridad vial también se determinó con la comparación con el manual de carreteras DG-2018 teniendo un porcentaje alto de 75% que la carretera no es segura ya que no cumple con los parámetros establecidos en la norma vigente.
- La evaluación la seguridad vial se determinó en función de un análisis de Riesgo de la carretera y también con un análisis de consistencia de diseño aplicando criterios de Lamm, obteniéndose un Nivel de Riesgo I, Situación Crítica con un porcentaje de 75% de riesgo haciendo que la carretera sea insegura , y una condición de bueno por Criterios de Lamm, esto debido a las cortas longitudes de desarrollo en tangente, haciendo indirectamente un control de las velocidades de operación, pero presentando deficiencias en curvas (Regular y Malo) debido a no cumplimiento con radios y perales según lo estipulado por la Norma DG-2018, dando como resultado del análisis un 34% inseguro con tramos inconsistentes. La seguridad vial también se determinó con la comparación con el manual de carreteras DG-2018 teniendo un porcentaje alto de 75% que la carretera no es segura ya que no cumple con los parámetros establecidos en la norma vigente y 25% que si cumple. Si existe una relación significativa entre la seguridad vial y la consistencia de diseño puesto con el análisis de consistencia de diseño pudimos identificar tramos inconsistentes sobre todo en las curvas por lo que hacen que la carretera sea insegura.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar un análisis del estado de conservación del pavimento de la carretera en estudio.
- Se recomienda utilizar el análisis de consistencia de diseño para evaluar la condición de la carretera y así poder reducir considerablemente los accidentes de tránsito y así mejorando la seguridad vial
- Se recomienda analizar la seguridad vial de toda la carretera con la comparación con el manual de diseño DG – 2018.
- Se recomienda realizar un análisis detallado de la señalización del tramo de carretera en estudio.
- Se recomienda plantear un rediseño de la carretera ya que no cumplen con los parámetros establecidos con el manual de diseño DG-2018

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, J., & Remolina, I. (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*. Obtenido de [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5622/digital\\_37579.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5622/digital_37579.pdf?sequence=1)
- Bautista Paico, J. O. (2021). *Análisis de la seguridad vial desde el diseño geométrico de la carretera Canchaque – Huancabamba*. Retrieved from [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5083/ICI\\_2111.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5083/ICI_2111.pdf?sequence=1)
- Carrera Terrones, J. W. (2019). *Evaluación de la seguridad vial de la carretera La Shita Atumpata km 00 + 00 km 05 + 00 en función a sus parámetros de diseño geométrico*. Retrieved from <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3038>
- Chilón , T. C. (2021). *Seguridad vial de la carretera del C.P. Porcón Bajo – Cruce del C.P. Porcón Alto en función sus características geométricas según el manual de carreteras dg – 2018*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4361>
- Delgado Martinez, D., Medina Garcia, L., Ulate Zárate, J., & García Depestre , R. (2021). *Modelos de velocidad de operacion de carreteras rurales en terreno llano en Costa Rica*. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/5722/572266265004/html/>
- Echaveguren, T., & Sáez, J. (2001). *Indicadores de consistencia en el diseño geometrico de carreteras*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/236345436\\_INDICADORES\\_DE\\_CONSISTENCIA\\_EN\\_EL\\_DISENO\\_GEOMETRICO\\_DE](https://www.researchgate.net/publication/236345436_INDICADORES_DE_CONSISTENCIA_EN_EL_DISENO_GEOMETRICO_DE)
- Gomez Allende, G. R., & Quispe Mejia , J. L. (2017). *Evaluación de la seguridad vial - nominal de la carretera Enaco - Abra Ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño geométrico*. Retrieved from <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/992>
- Guevara , P., & Norabuena , J. (2019). *Análisis y Propuesta de Mejora de la Seguridad Vial en la Carretera Panamericana Norte, tramo Variante de Pasamayo del km 55 al km 70*

- aplicando la Metodología del Manual de Seguridad vial*. Retrieved from [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626485/GuevaraD\\_P.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626485/GuevaraD_P.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- INCOTEC. (2012). *Guía técnica colombiana GTC 45*. Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Retrieved from <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6034/ParraCuestaDianaMarcelaVasquezVeraErikaVanessa2016-AnexoA.pdf;jsessionid=D09F9B46C51D965C0C2572E1E708A885?sequence=2>
- Ingeniería de Carreteras, Vol. I*. (2009). (C. Kraemer, J. M. Pardillo, S. Rocci, M. Romana, V. Sánchez, & M. Á. del Val, Trans.) Retrieved from [https://www.academia.edu/43389350/Ingenier%C3%ADa\\_de\\_Carreteras\\_Vol\\_I\\_Carlos\\_Kraemer\\_Jos%C3%A9\\_Mar%C3%ADa\\_Pardillo\\_Sandro\\_Rocci\\_Manuel\\_G\\_Romana\\_V%C3%ADctor\\_S%C3%A1nchez\\_Blanco\\_Miguel\\_%C3%81ngel\\_del\\_Val](https://www.academia.edu/43389350/Ingenier%C3%ADa_de_Carreteras_Vol_I_Carlos_Kraemer_Jos%C3%A9_Mar%C3%ADa_Pardillo_Sandro_Rocci_Manuel_G_Romana_V%C3%ADctor_S%C3%A1nchez_Blanco_Miguel_%C3%81ngel_del_Val)
- Manual de Carreteras DG - 2018. (2018). *MTC*. Lima: El Peruano. Retrieved from [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)
- MTC. (2017). *Manual de seguridad vial*. Retrieved from [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual\\_de\\_Seguridad\\_Vial\\_2017.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_de_Seguridad_Vial_2017.pdf)
- MTC. (2017). *Plan estratégico nacional de seguridad vial pensv*. (MTC, Trans.) Lima, Perú: Peruano. Retrieved from <https://www.mtc.gob.pe/cnsv/documentos/PlanEstrategico.PDF>
- Navarro Hudiel, S., & Acuña, J. L. (2019). *Diseño y Cálculo Geométrico de Viales*. Retrieved from <https://sjnavarro.wordpress.com/disen-y-calculo-geometrico-de-viales/>
- PNP. (2022). *Registro de accidentes de la carretera Cajamarca – Bambamarca*.
- Posada, J., Cadavid, S., & Castro, L. (2014). Consistencia en el diseño :predicción de la velocidad de operación en carreteras. *Ingeniería Solidaria*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/276257817\\_Consistencia\\_en\\_el\\_diseno\\_prediccion\\_de\\_la\\_velocidad\\_de\\_operacion\\_en\\_carreteras](https://www.researchgate.net/publication/276257817_Consistencia_en_el_diseno_prediccion_de_la_velocidad_de_operacion_en_carreteras)

Sánchez Sánchez, J. A. (2017). *Aplicación del análisis de consistencia como complemento al diseño geométrico para la seguridad vial de la carretera Conococha – Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000 Ancash*. Retrieved from [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2157/T033\\_42520688\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2157/T033_42520688_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Villena Herrera , M. F. (2021). *Análisis de la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo y su relación con la seguridad vial*. Retrieved from <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4368>

# **ANEXOS**

## **ANEXO I - FOTOS**



*Figuras 27.* Inicio del levantamiento topográfico (Elaboración propia).



*Figuras 28.* Levantamiento topográfico en tramos tangente (Elaboración propia).





**Figuras 29.** Nivelación de la estación total (Elaboración propia).



**Figuras 30.** Toma de coordenadas de punto referencial (Elaboración propia).



*Figuras 31.* Cambio de estación (Elaboración propia).



*Figuras 32.* Levantamiento topográfico de los anchos de bermas (Elaboración propia).





**Figuras 33.** Levantamiento topográfico de los anchos de calzada (Elaboración propia).



**Figuras 34.** Levantamiento topográfico km 21+000 (Elaboración propia).



**Figuras 35.** Levantamiento topográfico en curvas (Elaboración propia).



**Figuras 36.** Fin levantamiento topográfico (Elaboración propia).





*Figuras 37.* Toma de velocidades (Elaboración propia).



*Figuras 38.* Toma de velocidades en curvas (Elaboración propia).



**Figuras 39.** Toma de velocidades en tangentes (Elaboración propia).



**Figuras 40.** Conteo de vehículos (Elaboración propia).





*Figuras 41.* Conteo de vehiculos de bajada (Elaboración propia).



*Figuras 42.* Conteo de vehiculos de subida (Elaboración propia).

**ANEXO II**

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE  
RECOLECCIÓN DE DATOS**



| LUGAR: PORCÓN ALTO  |         |           |    |         |           |
|---------------------|---------|-----------|----|---------|-----------|
| FECHA: 12/09/2022   |         |           |    |         |           |
| ELEMENTO: CURVA N°0 |         |           |    |         |           |
| M                   | SENTIDO | VELOCIDAD | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1                   | Subida  | 39        | 1  | Bajada  | 32        |
| 2                   | Subida  | 37        | 2  | Bajada  | 39        |
| 3                   | Subida  | 33        | 3  | Bajada  | 44        |
| 4                   | Subida  | 30        | 4  | Bajada  | 35        |
| 5                   | Subida  | 39        | 5  | Bajada  | 31        |
| 6                   | Subida  | 31        | 6  | Bajada  | 37        |
| 7                   | Subida  | 29        | 7  | Bajada  | 42        |
| 8                   | Subida  | 42        | 8  | Bajada  | 37        |
| 9                   | Subida  | 29        | 9  | Bajada  | 35        |
| 10                  | Subida  | 36        | 10 | Bajada  | 33        |
| 11                  | Subida  | 34        | 11 | Bajada  | 41        |
| 12                  | Subida  | 32        | 12 | Bajada  | 38        |
| 13                  | Subida  | 35        | 13 | Bajada  | 30        |
| 14                  | Subida  | 32        | 14 | Bajada  | 44        |
| 15                  | Subida  | 30        | 15 | Bajada  | 32        |
| 16                  | Subida  | 35        | 16 | Bajada  | 43        |
| 17                  | Subida  | 32        | 17 | Bajada  | 39        |
| 18                  | Subida  | 29        | 18 | Bajada  | 32        |
| 19                  | Subida  | 31        | 19 | Bajada  | 34        |
| 20                  | Subida  | 28        | 20 | Bajada  | 30        |
| 21                  | Subida  | 37        | 21 | Bajada  | 41        |
| 22                  | Subida  | 33        | 22 | Bajada  | 37        |
| 23                  | Subida  | 40        | 23 | Bajada  | 38        |
| 24                  | Subida  | 31        | 24 | Bajada  | 33        |
| 25                  | Subida  | 34        | 25 | Bajada  | 40        |

| LUGAR: PORCÓN ALTO     |         |           |    |         |           |
|------------------------|---------|-----------|----|---------|-----------|
| FECHA: 12/09/2022      |         |           |    |         |           |
| ELEMENTO: TANGENTE N°1 |         |           |    |         |           |
| M                      | SENTIDO | VELOCIDAD | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1                      | Subida  | 38        | 1  | Bajada  | 45        |
| 2                      | Subida  | 41        | 2  | Bajada  | 32        |
| 3                      | Subida  | 35        | 3  | Bajada  | 36        |
| 4                      | Subida  | 45        | 4  | Bajada  | 30        |
| 5                      | Subida  | 50        | 5  | Bajada  | 44        |
| 6                      | Subida  | 42        | 6  | Bajada  | 31        |
| 7                      | Subida  | 46        | 7  | Bajada  | 34        |
| 8                      | Subida  | 52        | 8  | Bajada  | 39        |
| 9                      | Subida  | 36        | 9  | Bajada  | 40        |
| 10                     | Subida  | 39        | 10 | Bajada  | 36        |
| 11                     | Subida  | 44        | 11 | Bajada  | 41        |
| 12                     | Subida  | 40        | 12 | Bajada  | 37        |
| 13                     | Subida  | 41        | 13 | Bajada  | 33        |
| 14                     | Subida  | 34        | 14 | Bajada  | 35        |
| 15                     | Subida  | 31        | 15 | Bajada  | 43        |
| 16                     | Subida  | 34        | 16 | Bajada  | 29        |
| 17                     | Subida  | 45        | 17 | Bajada  | 40        |
| 18                     | Subida  | 32        | 18 | Bajada  | 33        |
| 19                     | Subida  | 48        | 19 | Bajada  | 46        |
| 20                     | Subida  | 36        | 20 | Bajada  | 32        |
| 21                     | Subida  | 43        | 21 | Bajada  | 38        |
| 22                     | Subida  | 37        | 22 | Bajada  | 33        |
| 23                     | Subida  | 30        | 23 | Bajada  | 36        |
| 24                     | Subida  | 42        | 24 | Bajada  | 30        |
| 25                     | Subida  | 39        | 25 | Bajada  | 44        |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nam: Socorro Mujica Alzaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 38560

  
 \_\_\_\_\_  
 Nam: Socorro Mujica Alzaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 38560

| LUGAR: PORCÓN ALTO  |         |           |    |         |           |
|---------------------|---------|-----------|----|---------|-----------|
| FECHA: 12/09/2022   |         |           |    |         |           |
| ELEMENTO: CURVA N°1 |         |           |    |         |           |
| M                   | SENTIDO | VELOCIDAD | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1                   | Subida  | 46        | 1  | Bajada  | 54        |
| 2                   | Subida  | 41        | 2  | Bajada  | 52        |
| 3                   | Subida  | 49        | 3  | Bajada  | 49        |
| 4                   | Subida  | 50        | 4  | Bajada  | 47        |
| 5                   | Subida  | 54        | 5  | Bajada  | 59        |
| 6                   | Subida  | 47        | 6  | Bajada  | 45        |
| 7                   | Subida  | 55        | 7  | Bajada  | 53        |
| 8                   | Subida  | 51        | 8  | Bajada  | 48        |
| 9                   | Subida  | 39        | 9  | Bajada  | 52        |
| 10                  | Subida  | 52        | 10 | Bajada  | 48        |
| 11                  | Subida  | 40        | 11 | Bajada  | 52        |
| 12                  | Subida  | 37        | 12 | Bajada  | 55        |
| 13                  | Subida  | 42        | 13 | Bajada  | 45        |
| 14                  | Subida  | 36        | 14 | Bajada  | 56        |
| 15                  | Subida  | 42        | 15 | Bajada  | 43        |
| 16                  | Subida  | 35        | 16 | Bajada  | 48        |
| 17                  | Subida  | 45        | 17 | Bajada  | 53        |
| 18                  | Subida  | 41        | 18 | Bajada  | 47        |
| 19                  | Subida  | 50        | 19 | Bajada  | 44        |
| 20                  | Subida  | 44        | 20 | Bajada  | 56        |
| 21                  | Subida  | 38        | 21 | Bajada  | 42        |
| 22                  | Subida  | 48        | 22 | Bajada  | 57        |
| 23                  | Subida  | 53        | 23 | Bajada  | 42        |
| 24                  | Subida  | 46        | 24 | Bajada  | 51        |
| 25                  | Subida  | 42        | 25 | Bajada  | 48        |

  
 Name: Socorro Mujica Alzaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 30560

| LUGAR: PORCÓN ALTO     |         |           |    |         |           |
|------------------------|---------|-----------|----|---------|-----------|
| FECHA: 12/09/2022      |         |           |    |         |           |
| ELEMENTO: TANGENTE N°2 |         |           |    |         |           |
| M                      | SENTIDO | VELOCIDAD | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1                      | Subida  | 45        | 1  | Bajada  | 55        |
| 2                      | Subida  | 42        | 2  | Bajada  | 51        |
| 3                      | Subida  | 51        | 3  | Bajada  | 49        |
| 4                      | Subida  | 43        | 4  | Bajada  | 65        |
| 5                      | Subida  | 50        | 5  | Bajada  | 45        |
| 6                      | Subida  | 57        | 6  | Bajada  | 55        |
| 7                      | Subida  | 54        | 7  | Bajada  | 50        |
| 8                      | Subida  | 59        | 8  | Bajada  | 50        |
| 9                      | Subida  | 44        | 9  | Bajada  | 59        |
| 10                     | Subida  | 46        | 10 | Bajada  | 41        |
| 11                     | Subida  | 42        | 11 | Bajada  | 54        |
| 12                     | Subida  | 56        | 12 | Bajada  | 47        |
| 13                     | Subida  | 43        | 13 | Bajada  | 54        |
| 14                     | Subida  | 47        | 14 | Bajada  | 52        |
| 15                     | Subida  | 41        | 15 | Bajada  | 48        |
| 16                     | Subida  | 49        | 16 | Bajada  | 40        |
| 17                     | Subida  | 40        | 17 | Bajada  | 41        |
| 18                     | Subida  | 52        | 18 | Bajada  | 63        |
| 19                     | Subida  | 48        | 19 | Bajada  | 46        |
| 20                     | Subida  | 55        | 20 | Bajada  | 55        |
| 21                     | Subida  | 50        | 21 | Bajada  | 44        |
| 22                     | Subida  | 54        | 22 | Bajada  | 51        |
| 23                     | Subida  | 41        | 23 | Bajada  | 60        |
| 24                     | Subida  | 48        | 24 | Bajada  | 46        |
| 25                     | Subida  | 44        | 25 | Bajada  | 56        |

  
 Name: Socorro Mujica Alzaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 30560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO |    |         |           |
|-----------|---------|-------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 12/09/2022  |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | CURVA N°2   |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD   | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 47          | 1  | Bajada  | 39        |
| 2         | Subida  | 51          | 2  | Bajada  | 47        |
| 3         | Subida  | 46          | 3  | Bajada  | 33        |
| 4         | Subida  | 39          | 4  | Bajada  | 37        |
| 5         | Subida  | 45          | 5  | Bajada  | 44        |
| 6         | Subida  | 61          | 6  | Bajada  | 37        |
| 7         | Subida  | 57          | 7  | Bajada  | 52        |
| 8         | Subida  | 45          | 8  | Bajada  | 41        |
| 9         | Subida  | 62          | 9  | Bajada  | 38        |
| 10        | Subida  | 41          | 10 | Bajada  | 44        |
| 11        | Subida  | 50          | 11 | Bajada  | 36        |
| 12        | Subida  | 55          | 12 | Bajada  | 41        |
| 13        | Subida  | 91          | 13 | Bajada  | 51        |
| 14        | Subida  | 46          | 14 | Bajada  | 44        |
| 15        | Subida  | 39          | 15 | Bajada  | 37        |
| 16        | Subida  | 54          | 16 | Bajada  | 50        |
| 17        | Subida  | 58          | 17 | Bajada  | 38        |
| 18        | Subida  | 53          | 18 | Bajada  | 42        |
| 19        | Subida  | 48          | 19 | Bajada  | 39        |
| 20        | Subida  | 50          | 20 | Bajada  | 36        |
| 21        | Subida  | 45          | 21 | Bajada  | 43        |
| 22        | Subida  | 54          | 22 | Bajada  | 41        |
| 23        | Subida  | 44          | 23 | Bajada  | 36        |
| 24        | Subida  | 38          | 24 | Bajada  | 39        |
| 25        | Subida  | 57          | 25 | Bajada  | 41        |

  
 Nan: Socorro Mujica Alinga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO  |    |         |           |
|-----------|---------|--------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 12/09/2022   |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | TANGENTE N°3 |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD    | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 56           | 1  | Bajada  | 45        |
| 2         | Subida  | 51           | 2  | Bajada  | 39        |
| 3         | Subida  | 47           | 3  | Bajada  | 33        |
| 4         | Subida  | 52           | 4  | Bajada  | 47        |
| 5         | Subida  | 45           | 5  | Bajada  | 54        |
| 6         | Subida  | 61           | 6  | Bajada  | 38        |
| 7         | Subida  | 46           | 7  | Bajada  | 52        |
| 8         | Subida  | 63           | 8  | Bajada  | 41        |
| 9         | Subida  | 67           | 9  | Bajada  | 39        |
| 10        | Subida  | 46           | 10 | Bajada  | 54        |
| 11        | Subida  | 44           | 11 | Bajada  | 42        |
| 12        | Subida  | 61           | 12 | Bajada  | 37        |
| 13        | Subida  | 66           | 13 | Bajada  | 44        |
| 14        | Subida  | 48           | 14 | Bajada  | 39        |
| 15        | Subida  | 41           | 15 | Bajada  | 52        |
| 16        | Subida  | 49           | 16 | Bajada  | 35        |
| 17        | Subida  | 56           | 17 | Bajada  | 48        |
| 18        | Subida  | 52           | 18 | Bajada  | 34        |
| 19        | Subida  | 55           | 19 | Bajada  | 37        |
| 20        | Subida  | 50           | 20 | Bajada  | 47        |
| 21        | Subida  | 48           | 21 | Bajada  | 38        |
| 22        | Subida  | 51           | 22 | Bajada  | 46        |
| 23        | Subida  | 52           | 23 | Bajada  | 37        |
| 24        | Subida  | 49           | 24 | Bajada  | 36        |
| 25        | Subida  | 50           | 25 | Bajada  | 51        |

  
 Nan: Socorro Mujica Alinga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560



| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO |    |         |           |
|-----------|---------|-------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 12/09/2022  |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | CURVA N°3   |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD   | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 51          | 1  | Bajada  | 55        |
| 2         | Subida  | 56          | 2  | Bajada  | 62        |
| 3         | Subida  | 50          | 3  | Bajada  | 52        |
| 4         | Subida  | 54          | 4  | Bajada  | 60        |
| 5         | Subida  | 62          | 5  | Bajada  | 48        |
| 6         | Subida  | 46          | 6  | Bajada  | 61        |
| 7         | Subida  | 61          | 7  | Bajada  | 66        |
| 8         | Subida  | 55          | 8  | Bajada  | 59        |
| 9         | Subida  | 57          | 9  | Bajada  | 62        |
| 10        | Subida  | 45          | 10 | Bajada  | 69        |
| 11        | Subida  | 59          | 11 | Bajada  | 64        |
| 12        | Subida  | 53          | 12 | Bajada  | 58        |
| 13        | Subida  | 46          | 13 | Bajada  | 43        |
| 14        | Subida  | 62          | 14 | Bajada  | 57        |
| 15        | Subida  | 56          | 15 | Bajada  | 53        |
| 16        | Subida  | 42          | 16 | Bajada  | 49        |
| 17        | Subida  | 56          | 17 | Bajada  | 45        |
| 18        | Subida  | 53          | 18 | Bajada  | 52        |
| 19        | Subida  | 51          | 19 | Bajada  | 49        |
| 20        | Subida  | 56          | 20 | Bajada  | 47        |
| 21        | Subida  | 54          | 21 | Bajada  | 67        |
| 22        | Subida  | 51          | 22 | Bajada  | 51        |
| 23        | Subida  | 61          | 23 | Bajada  | 43        |
| 24        | Subida  | 54          | 24 | Bajada  | 60        |
| 25        | Subida  | 50          | 25 | Bajada  | 54        |

  
 Nan: Socorro Mujica Allaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 32560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO  |    |         |           |
|-----------|---------|--------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 12/09/2022   |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | TANGENTE N°4 |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD    | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 55           | 1  | Bajada  | 56        |
| 2         | Subida  | 50           | 2  | Bajada  | 64        |
| 3         | Subida  | 61           | 3  | Bajada  | 68        |
| 4         | Subida  | 55           | 4  | Bajada  | 59        |
| 5         | Subida  | 67           | 5  | Bajada  | 55        |
| 6         | Subida  | 49           | 6  | Bajada  | 63        |
| 7         | Subida  | 61           | 7  | Bajada  | 54        |
| 8         | Subida  | 71           | 8  | Bajada  | 66        |
| 9         | Subida  | 65           | 9  | Bajada  | 67        |
| 10        | Subida  | 62           | 10 | Bajada  | 62        |
| 11        | Subida  | 55           | 11 | Bajada  | 58        |
| 12        | Subida  | 59           | 12 | Bajada  | 69        |
| 13        | Subida  | 52           | 13 | Bajada  | 64        |
| 14        | Subida  | 61           | 14 | Bajada  | 60        |
| 15        | Subida  | 68           | 15 | Bajada  | 55        |
| 16        | Subida  | 65           | 16 | Bajada  | 60        |
| 17        | Subida  | 53           | 17 | Bajada  | 57        |
| 18        | Subida  | 57           | 18 | Bajada  | 53        |
| 19        | Subida  | 51           | 19 | Bajada  | 62        |
| 20        | Subida  | 48           | 20 | Bajada  | 61        |
| 21        | Subida  | 66           | 21 | Bajada  | 58        |
| 22        | Subida  | 54           | 22 | Bajada  | 52        |
| 23        | Subida  | 61           | 23 | Bajada  | 61        |
| 24        | Subida  | 49           | 24 | Bajada  | 65        |
| 25        | Subida  | 55           | 25 | Bajada  | 57        |

  
 Nan: Socorro Mujica Allaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 32560

| LUGAR: PORCÓN ALTO  |         |           |    |         |           |
|---------------------|---------|-----------|----|---------|-----------|
| FECHA: 12/09/2022   |         |           |    |         |           |
| ELEMENTO: CURVA N°4 |         |           |    |         |           |
| M                   | SENTIDO | VELOCIDAD | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1                   | Subida  | 52        | 1  | Bajada  | 49        |
| 2                   | Subida  | 31        | 2  | Bajada  | 46        |
| 3                   | Subida  | 41        | 3  | Bajada  | 31        |
| 4                   | Subida  | 48        | 4  | Bajada  | 43        |
| 5                   | Subida  | 31        | 5  | Bajada  | 36        |
| 6                   | Subida  | 32        | 6  | Bajada  | 44        |
| 7                   | Subida  | 45        | 7  | Bajada  | 48        |
| 8                   | Subida  | 51        | 8  | Bajada  | 41        |
| 9                   | Subida  | 32        | 9  | Bajada  | 33        |
| 10                  | Subida  | 35        | 10 | Bajada  | 45        |
| 11                  | Subida  | 30        | 11 | Bajada  | 39        |
| 12                  | Subida  | 34        | 12 | Bajada  | 34        |
| 13                  | Subida  | 53        | 13 | Bajada  | 51        |
| 14                  | Subida  | 49        | 14 | Bajada  | 32        |
| 15                  | Subida  | 35        | 15 | Bajada  | 35        |
| 16                  | Subida  | 50        | 16 | Bajada  | 47        |
| 17                  | Subida  | 37        | 17 | Bajada  | 53        |
| 18                  | Subida  | 56        | 18 | Bajada  | 38        |
| 19                  | Subida  | 33        | 19 | Bajada  | 32        |
| 20                  | Subida  | 55        | 20 | Bajada  | 43        |
| 21                  | Subida  | 36        | 21 | Bajada  | 30        |
| 22                  | Subida  | 38        | 22 | Bajada  | 46        |
| 23                  | Subida  | 51        | 23 | Bajada  | 37        |
| 24                  | Subida  | 57        | 24 | Bajada  | 42        |
| 25                  | Subida  | 47        | 25 | Bajada  | 52        |

  
 Nan: Socorro Mujica Alunga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR: PORCÓN ALTO     |         |           |    |         |           |
|------------------------|---------|-----------|----|---------|-----------|
| FECHA: 12/09/2022      |         |           |    |         |           |
| ELEMENTO: TANGENTE N°5 |         |           |    |         |           |
| M                      | SENTIDO | VELOCIDAD | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1                      | Subida  | 35        | 1  | Bajada  | 31        |
| 2                      | Subida  | 59        | 2  | Bajada  | 36        |
| 3                      | Subida  | 45        | 3  | Bajada  | 53        |
| 4                      | Subida  | 57        | 4  | Bajada  | 42        |
| 5                      | Subida  | 42        | 5  | Bajada  | 35        |
| 6                      | Subida  | 52        | 6  | Bajada  | 55        |
| 7                      | Subida  | 49        | 7  | Bajada  | 46        |
| 8                      | Subida  | 38        | 8  | Bajada  | 43        |
| 9                      | Subida  | 41        | 9  | Bajada  | 39        |
| 10                     | Subida  | 53        | 10 | Bajada  | 52        |
| 11                     | Subida  | 34        | 11 | Bajada  | 41        |
| 12                     | Subida  | 49        | 12 | Bajada  | 48        |
| 13                     | Subida  | 57        | 13 | Bajada  | 51        |
| 14                     | Subida  | 39        | 14 | Bajada  | 38        |
| 15                     | Subida  | 43        | 15 | Bajada  | 44        |
| 16                     | Subida  | 39        | 16 | Bajada  | 34        |
| 17                     | Subida  | 53        | 17 | Bajada  | 45        |
| 18                     | Subida  | 51        | 18 | Bajada  | 50        |
| 19                     | Subida  | 36        | 19 | Bajada  | 37        |
| 20                     | Subida  | 58        | 20 | Bajada  | 52        |
| 21                     | Subida  | 52        | 21 | Bajada  | 35        |
| 22                     | Subida  | 31        | 22 | Bajada  | 49        |
| 23                     | Subida  | 37        | 23 | Bajada  | 32        |
| 24                     | Subida  | 52        | 24 | Bajada  | 47        |
| 25                     | Subida  | 39        | 25 | Bajada  | 56        |

  
 Nan: Socorro Mujica Alunga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO |    |         |           |
|-----------|---------|-------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 12/09/2022  |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | CURVA N°5   |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD   | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 59          | 1  | Bajada  | 54        |
| 2         | Subida  | 53          | 2  | Bajada  | 57        |
| 3         | Subida  | 49          | 3  | Bajada  | 50        |
| 4         | Subida  | 55          | 4  | Bajada  | 53        |
| 5         | Subida  | 62          | 5  | Bajada  | 51        |
| 6         | Subida  | 51          | 6  | Bajada  | 49        |
| 7         | Subida  | 58          | 7  | Bajada  | 55        |
| 8         | Subida  | 56          | 8  | Bajada  | 61        |
| 9         | Subida  | 49          | 9  | Bajada  | 65        |
| 10        | Subida  | 69          | 10 | Bajada  | 48        |
| 11        | Subida  | 57          | 11 | Bajada  | 57        |
| 12        | Subida  | 53          | 12 | Bajada  | 60        |
| 13        | Subida  | 47          | 13 | Bajada  | 52        |
| 14        | Subida  | 59          | 14 | Bajada  | 62        |
| 15        | Subida  | 43          | 15 | Bajada  | 56        |
| 16        | Subida  | 53          | 16 | Bajada  | 58        |
| 17        | Subida  | 59          | 17 | Bajada  | 63        |
| 18        | Subida  | 54          | 18 | Bajada  | 56        |
| 19        | Subida  | 49          | 19 | Bajada  | 47        |
| 20        | Subida  | 63          | 20 | Bajada  | 55        |
| 21        | Subida  | 52          | 21 | Bajada  | 46        |
| 22        | Subida  | 49          | 22 | Bajada  | 62        |
| 23        | Subida  | 58          | 23 | Bajada  | 59        |
| 24        | Subida  | 45          | 24 | Bajada  | 54        |
| 25        | Subida  | 55          | 25 | Bajada  | 64        |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre: Socorro Mujica Allaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO  |    |         |           |
|-----------|---------|--------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 12/09/2022   |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | TANGENTE N°6 |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD    | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 53           | 1  | Bajada  | 55        |
| 2         | Subida  | 53           | 2  | Bajada  | 52        |
| 3         | Subida  | 53           | 3  | Bajada  | 63        |
| 4         | Subida  | 53           | 4  | Bajada  | 49        |
| 5         | Subida  | 53           | 5  | Bajada  | 50        |
| 6         | Subida  | 53           | 6  | Bajada  | 69        |
| 7         | Subida  | 53           | 7  | Bajada  | 60        |
| 8         | Subida  | 53           | 8  | Bajada  | 52        |
| 9         | Subida  | 53           | 9  | Bajada  | 65        |
| 10        | Subida  | 53           | 10 | Bajada  | 54        |
| 11        | Subida  | 53           | 11 | Bajada  | 59        |
| 12        | Subida  | 53           | 12 | Bajada  | 62        |
| 13        | Subida  | 53           | 13 | Bajada  | 59        |
| 14        | Subida  | 53           | 14 | Bajada  | 63        |
| 15        | Subida  | 53           | 15 | Bajada  | 70        |
| 16        | Subida  | 53           | 16 | Bajada  | 53        |
| 17        | Subida  | 53           | 17 | Bajada  | 57        |
| 18        | Subida  | 53           | 18 | Bajada  | 50        |
| 19        | Subida  | 53           | 19 | Bajada  | 61        |
| 20        | Subida  | 53           | 20 | Bajada  | 55        |
| 21        | Subida  | 53           | 21 | Bajada  | 69        |
| 22        | Subida  | 53           | 22 | Bajada  | 56        |
| 23        | Subida  | 53           | 23 | Bajada  | 61        |
| 24        | Subida  | 53           | 24 | Bajada  | 68        |
| 25        | Subida  | 53           | 25 | Bajada  | 58        |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre: Socorro Mujica Allaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560



| LUGAR: PORCÓN ALTO  |         |           |    |         |           |
|---------------------|---------|-----------|----|---------|-----------|
| FECHA: 13/09/2022   |         |           |    |         |           |
| ELEMENTO: CURVA N°6 |         |           |    |         |           |
| M                   | SENTIDO | VELOCIDAD | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1                   | Subida  | 61        | 1  | Bajada  | 58        |
| 2                   | Subida  | 49        | 2  | Bajada  | 54        |
| 3                   | Subida  | 52        | 3  | Bajada  | 56        |
| 4                   | Subida  | 47        | 4  | Bajada  | 65        |
| 5                   | Subida  | 59        | 5  | Bajada  | 49        |
| 6                   | Subida  | 53        | 6  | Bajada  | 54        |
| 7                   | Subida  | 47        | 7  | Bajada  | 60        |
| 8                   | Subida  | 56        | 8  | Bajada  | 55        |
| 9                   | Subida  | 51        | 9  | Bajada  | 49        |
| 10                  | Subida  | 49        | 10 | Bajada  | 57        |
| 11                  | Subida  | 55        | 11 | Bajada  | 60        |
| 12                  | Subida  | 58        | 12 | Bajada  | 64        |
| 13                  | Subida  | 51        | 13 | Bajada  | 62        |
| 14                  | Subida  | 43        | 14 | Bajada  | 53        |
| 15                  | Subida  | 50        | 15 | Bajada  | 59        |
| 16                  | Subida  | 61        | 16 | Bajada  | 51        |
| 17                  | Subida  | 54        | 17 | Bajada  | 62        |
| 18                  | Subida  | 48        | 18 | Bajada  | 56        |
| 19                  | Subida  | 59        | 19 | Bajada  | 47        |
| 20                  | Subida  | 51        | 20 | Bajada  | 61        |
| 21                  | Subida  | 66        | 21 | Bajada  | 59        |
| 22                  | Subida  | 57        | 22 | Bajada  | 64        |
| 23                  | Subida  | 85        | 23 | Bajada  | 59        |
| 24                  | Subida  | 59        | 24 | Bajada  | 52        |
| 25                  | Subida  | 55        | 25 | Bajada  | 49        |

  
 Nan: Socorro Mujica Allaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR: PORCÓN ALTO     |         |           |    |         |           |
|------------------------|---------|-----------|----|---------|-----------|
| FECHA: 13/09/2022      |         |           |    |         |           |
| ELEMENTO: TANGENTE N°7 |         |           |    |         |           |
| M                      | SENTIDO | VELOCIDAD | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1                      | Subida  | 56        | 1  | Bajada  | 57        |
| 2                      | Subida  | 67        | 2  | Bajada  | 53        |
| 3                      | Subida  | 59        | 3  | Bajada  | 59        |
| 4                      | Subida  | 53        | 4  | Bajada  | 50        |
| 5                      | Subida  | 67        | 5  | Bajada  | 61        |
| 6                      | Subida  | 52        | 6  | Bajada  | 65        |
| 7                      | Subida  | 58        | 7  | Bajada  | 58        |
| 8                      | Subida  | 60        | 8  | Bajada  | 63        |
| 9                      | Subida  | 56        | 9  | Bajada  | 51        |
| 10                     | Subida  | 52        | 10 | Bajada  | 60        |
| 11                     | Subida  | 82        | 11 | Bajada  | 59        |
| 12                     | Subida  | 62        | 12 | Bajada  | 70        |
| 13                     | Subida  | 51        | 13 | Bajada  | 53        |
| 14                     | Subida  | 55        | 14 | Bajada  | 60        |
| 15                     | Subida  | 49        | 15 | Bajada  | 55        |
| 16                     | Subida  | 55        | 16 | Bajada  | 68        |
| 17                     | Subida  | 60        | 17 | Bajada  | 54        |
| 18                     | Subida  | 57        | 18 | Bajada  | 49        |
| 19                     | Subida  | 49        | 19 | Bajada  | 51        |
| 20                     | Subida  | 55        | 20 | Bajada  | 59        |
| 21                     | Subida  | 64        | 21 | Bajada  | 62        |
| 22                     | Subida  | 52        | 22 | Bajada  | 48        |
| 23                     | Subida  | 63        | 23 | Bajada  | 66        |
| 24                     | Subida  | 56        | 24 | Bajada  | 59        |
| 25                     | Subida  | 60        | 25 | Bajada  | 63        |

  
 Nan: Socorro Mujica Allaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO |    |         |           |
|-----------|---------|-------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 13/09/2022  |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | CURVA N°7   |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD   | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 56          | 1  | Bajada  | 58        |
| 2         | Subida  | 64          | 2  | Bajada  | 57        |
| 3         | Subida  | 53          | 3  | Bajada  | 61        |
| 4         | Subida  | 46          | 4  | Bajada  | 55        |
| 5         | Subida  | 50          | 5  | Bajada  | 51        |
| 6         | Subida  | 54          | 6  | Bajada  | 53        |
| 7         | Subida  | 47          | 7  | Bajada  | 62        |
| 8         | Subida  | 52          | 8  | Bajada  | 50        |
| 9         | Subida  | 67          | 9  | Bajada  | 56        |
| 10        | Subida  | 53          | 10 | Bajada  | 54        |
| 11        | Subida  | 62          | 11 | Bajada  | 57        |
| 12        | Subida  | 55          | 12 | Bajada  | 60        |
| 13        | Subida  | 49          | 13 | Bajada  | 51        |
| 14        | Subida  | 42          | 14 | Bajada  | 61        |
| 15        | Subida  | 59          | 15 | Bajada  | 52        |
| 16        | Subida  | 49          | 16 | Bajada  | 58        |
| 17        | Subida  | 56          | 17 | Bajada  | 60        |
| 18        | Subida  | 60          | 18 | Bajada  | 50        |
| 19        | Subida  | 54          | 19 | Bajada  | 56        |
| 20        | Subida  | 59          | 20 | Bajada  | 59        |
| 21        | Subida  | 49          | 21 | Bajada  | 49        |
| 22        | Subida  | 63          | 22 | Bajada  | 54        |
| 23        | Subida  | 54          | 23 | Bajada  | 55        |
| 24        | Subida  | 41          | 24 | Bajada  | 57        |
| 25        | Subida  | 57          | 25 | Bajada  | 53        |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre: Socorro Mujica Alunga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO  |    |         |           |
|-----------|---------|--------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 13/09/2022   |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | TANGENTE N°8 |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD    | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 61           | 1  | Bajada  | 56        |
| 2         | Subida  | 72           | 2  | Bajada  | 73        |
| 3         | Subida  | 60           | 3  | Bajada  | 68        |
| 4         | Subida  | 75           | 4  | Bajada  | 55        |
| 5         | Subida  | 81           | 5  | Bajada  | 62        |
| 6         | Subida  | 62           | 6  | Bajada  | 57        |
| 7         | Subida  | 55           | 7  | Bajada  | 54        |
| 8         | Subida  | 67           | 8  | Bajada  | 72        |
| 9         | Subida  | 72           | 9  | Bajada  | 59        |
| 10        | Subida  | 61           | 10 | Bajada  | 51        |
| 11        | Subida  | 65           | 11 | Bajada  | 61        |
| 12        | Subida  | 79           | 12 | Bajada  | 66        |
| 13        | Subida  | 61           | 13 | Bajada  | 52        |
| 14        | Subida  | 77           | 14 | Bajada  | 70        |
| 15        | Subida  | 55           | 15 | Bajada  | 57        |
| 16        | Subida  | 50           | 16 | Bajada  | 60        |
| 17        | Subida  | 61           | 17 | Bajada  | 58        |
| 18        | Subida  | 54           | 18 | Bajada  | 69        |
| 19        | Subida  | 68           | 19 | Bajada  | 74        |
| 20        | Subida  | 59           | 20 | Bajada  | 55        |
| 21        | Subida  | 79           | 21 | Bajada  | 60        |
| 22        | Subida  | 61           | 22 | Bajada  | 71        |
| 23        | Subida  | 72           | 23 | Bajada  | 65        |
| 24        | Subida  | 48           | 24 | Bajada  | 64        |
| 25        | Subida  | 65           | 25 | Bajada  | 51        |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre: Socorro Mujica Alunga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560



| LUGAR: PORCÓN ALTO  |         |           |    |         |           |
|---------------------|---------|-----------|----|---------|-----------|
| FECHA: 13/09/2022   |         |           |    |         |           |
| ELEMENTO: CURVA N°8 |         |           |    |         |           |
| M                   | SENTIDO | VELOCIDAD | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1                   | Subida  | 66        | 1  | Bajada  | 59        |
| 2                   | Subida  | 59        | 2  | Bajada  | 67        |
| 3                   | Subida  | 52        | 3  | Bajada  | 62        |
| 4                   | Subida  | 68        | 4  | Bajada  | 58        |
| 5                   | Subida  | 63        | 5  | Bajada  | 63        |
| 6                   | Subida  | 60        | 6  | Bajada  | 53        |
| 7                   | Subida  | 59        | 7  | Bajada  | 60        |
| 8                   | Subida  | 57        | 8  | Bajada  | 67        |
| 9                   | Subida  | 49        | 9  | Bajada  | 56        |
| 10                  | Subida  | 57        | 10 | Bajada  | 54        |
| 11                  | Subida  | 62        | 11 | Bajada  | 51        |
| 12                  | Subida  | 55        | 12 | Bajada  | 60        |
| 13                  | Subida  | 64        | 13 | Bajada  | 57        |
| 14                  | Subida  | 60        | 14 | Bajada  | 73        |
| 15                  | Subida  | 59        | 15 | Bajada  | 61        |
| 16                  | Subida  | 54        | 16 | Bajada  | 50        |
| 17                  | Subida  | 92        | 17 | Bajada  | 62        |
| 18                  | Subida  | 55        | 18 | Bajada  | 79        |
| 19                  | Subida  | 50        | 19 | Bajada  | 55        |
| 20                  | Subida  | 56        | 20 | Bajada  | 52        |
| 21                  | Subida  | 42        | 21 | Bajada  | 59        |
| 22                  | Subida  | 67        | 22 | Bajada  | 63        |
| 23                  | Subida  | 61        | 23 | Bajada  | 58        |
| 24                  | Subida  | 56        | 24 | Bajada  | 71        |
| 25                  | Subida  | 48        | 25 | Bajada  | 64        |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre: Socorro Mujica Alinga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR: PORCÓN ALTO     |         |           |    |         |           |
|------------------------|---------|-----------|----|---------|-----------|
| FECHA: 13/09/2022      |         |           |    |         |           |
| ELEMENTO: TANGENTE N°9 |         |           |    |         |           |
| M                      | SENTIDO | VELOCIDAD | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1                      | Subida  | 66        | 1  | Bajada  | 76        |
| 2                      | Subida  | 78        | 2  | Bajada  | 65        |
| 3                      | Subida  | 59        | 3  | Bajada  | 80        |
| 4                      | Subida  | 67        | 4  | Bajada  | 61        |
| 5                      | Subida  | 62        | 5  | Bajada  | 75        |
| 6                      | Subida  | 58        | 6  | Bajada  | 90        |
| 7                      | Subida  | 90        | 7  | Bajada  | 70        |
| 8                      | Subida  | 60        | 8  | Bajada  | 63        |
| 9                      | Subida  | 81        | 9  | Bajada  | 78        |
| 10                     | Subida  | 68        | 10 | Bajada  | 68        |
| 11                     | Subida  | 65        | 11 | Bajada  | 84        |
| 12                     | Subida  | 75        | 12 | Bajada  | 64        |
| 13                     | Subida  | 86        | 13 | Bajada  | 59        |
| 14                     | Subida  | 63        | 14 | Bajada  | 67        |
| 15                     | Subida  | 68        | 15 | Bajada  | 87        |
| 16                     | Subida  | 71        | 16 | Bajada  | 79        |
| 17                     | Subida  | 67        | 17 | Bajada  | 71        |
| 18                     | Subida  | 61        | 18 | Bajada  | 69        |
| 19                     | Subida  | 82        | 19 | Bajada  | 73        |
| 20                     | Subida  | 62        | 20 | Bajada  | 67        |
| 21                     | Subida  | 74        | 21 | Bajada  | 61        |
| 22                     | Subida  | 65        | 22 | Bajada  | 89        |
| 23                     | Subida  | 59        | 23 | Bajada  | 62        |
| 24                     | Subida  | 90        | 24 | Bajada  | 77        |
| 25                     | Subida  | 60        | 25 | Bajada  | 72        |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre: Socorro Mujica Alinga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO |    |         |           |
|-----------|---------|-------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 13/09/2022  |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | CURVA N°9   |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD   | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 40          | 1  | Bajada  | 49        |
| 2         | Subida  | 31          | 2  | Bajada  | 52        |
| 3         | Subida  | 52          | 3  | Bajada  | 40        |
| 4         | Subida  | 59          | 4  | Bajada  | 57        |
| 5         | Subida  | 48          | 5  | Bajada  | 59        |
| 6         | Subida  | 60          | 6  | Bajada  | 41        |
| 7         | Subida  | 48          | 7  | Bajada  | 46        |
| 8         | Subida  | 59          | 8  | Bajada  | 43        |
| 9         | Subida  | 51          | 9  | Bajada  | 60        |
| 10        | Subida  | 38          | 10 | Bajada  | 47        |
| 11        | Subida  | 46          | 11 | Bajada  | 42        |
| 12        | Subida  | 34          | 12 | Bajada  | 61        |
| 13        | Subida  | 57          | 13 | Bajada  | 36        |
| 14        | Subida  | 32          | 14 | Bajada  | 58        |
| 15        | Subida  | 41          | 15 | Bajada  | 47        |
| 16        | Subida  | 33          | 16 | Bajada  | 59        |
| 17        | Subida  | 58          | 17 | Bajada  | 45        |
| 18        | Subida  | 42          | 18 | Bajada  | 58        |
| 19        | Subida  | 53          | 19 | Bajada  | 48        |
| 20        | Subida  | 46          | 20 | Bajada  | 60        |
| 21        | Subida  | 48          | 21 | Bajada  | 53        |
| 22        | Subida  | 61          | 22 | Bajada  | 43        |
| 23        | Subida  | 45          | 23 | Bajada  | 56        |
| 24        | Subida  | 51          | 24 | Bajada  | 50        |
| 25        | Subida  | 35          | 25 | Bajada  | 38        |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nari: Socorro Mujica Alzaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO   |    |         |           |
|-----------|---------|---------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 13/09/2022    |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | TANGENTE N°10 |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD     | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 61            | 1  | Bajada  | 45        |
| 2         | Subida  | 58            | 2  | Bajada  | 39        |
| 3         | Subida  | 64            | 3  | Bajada  | 54        |
| 4         | Subida  | 59            | 4  | Bajada  | 41        |
| 5         | Subida  | 56            | 5  | Bajada  | 64        |
| 6         | Subida  | 67            | 6  | Bajada  | 40        |
| 7         | Subida  | 54            | 7  | Bajada  | 59        |
| 8         | Subida  | 50            | 8  | Bajada  | 43        |
| 9         | Subida  | 68            | 9  | Bajada  | 57        |
| 10        | Subida  | 57            | 10 | Bajada  | 47        |
| 11        | Subida  | 69            | 11 | Bajada  | 61        |
| 12        | Subida  | 56            | 12 | Bajada  | 69        |
| 13        | Subida  | 59            | 13 | Bajada  | 55        |
| 14        | Subida  | 62            | 14 | Bajada  | 64        |
| 15        | Subida  | 53            | 15 | Bajada  | 47        |
| 16        | Subida  | 79            | 16 | Bajada  | 57        |
| 17        | Subida  | 58            | 17 | Bajada  | 45        |
| 18        | Subida  | 68            | 18 | Bajada  | 52        |
| 19        | Subida  | 59            | 19 | Bajada  | 60        |
| 20        | Subida  | 52            | 20 | Bajada  | 46        |
| 21        | Subida  | 61            | 21 | Bajada  | 53        |
| 22        | Subida  | 55            | 22 | Bajada  | 56        |
| 23        | Subida  | 50            | 23 | Bajada  | 58        |
| 24        | Subida  | 53            | 24 | Bajada  | 42        |
| 25        | Subida  | 57            | 25 | Bajada  | 63        |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nari: Socorro Mujica Alzaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO |    |         |           |
|-----------|---------|-------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 13/09/2022  |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | CURVA N°10  |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD   | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 43          | 1  | Bajada  | 44        |
| 2         | Subida  | 56          | 2  | Bajada  | 62        |
| 3         | Subida  | 76          | 3  | Bajada  | 50        |
| 4         | Subida  | 68          | 4  | Bajada  | 46        |
| 5         | Subida  | 52          | 5  | Bajada  | 69        |
| 6         | Subida  | 49          | 6  | Bajada  | 58        |
| 7         | Subida  | 51          | 7  | Bajada  | 41        |
| 8         | Subida  | 54          | 8  | Bajada  | 48        |
| 9         | Subida  | 42          | 9  | Bajada  | 45        |
| 10        | Subida  | 47          | 10 | Bajada  | 57        |
| 11        | Subida  | 44          | 11 | Bajada  | 40        |
| 12        | Subida  | 58          | 12 | Bajada  | 43        |
| 13        | Subida  | 62          | 13 | Bajada  | 63        |
| 14        | Subida  | 50          | 14 | Bajada  | 59        |
| 15        | Subida  | 56          | 15 | Bajada  | 39        |
| 16        | Subida  | 53          | 16 | Bajada  | 61        |
| 17        | Subida  | 59          | 17 | Bajada  | 37        |
| 18        | Subida  | 45          | 18 | Bajada  | 42        |
| 19        | Subida  | 50          | 19 | Bajada  | 38        |
| 20        | Subida  | 42          | 20 | Bajada  | 53        |
| 21        | Subida  | 58          | 21 | Bajada  | 60        |
| 22        | Subida  | 45          | 22 | Bajada  | 49        |
| 23        | Subida  | 53          | 23 | Bajada  | 65        |
| 24        | Subida  | 41          | 24 | Bajada  | 44        |
| 25        | Subida  | 59          | 25 | Bajada  | 47        |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nam: Socorro Mujica Aliaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO   |    |         |           |
|-----------|---------|---------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 13/09/2022    |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | TANGENTE N°11 |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD     | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 60            | 1  | Bajada  | 59        |
| 2         | Subida  | 57            | 2  | Bajada  | 62        |
| 3         | Subida  | 53            | 3  | Bajada  | 56        |
| 4         | Subida  | 41            | 4  | Bajada  | 60        |
| 5         | Subida  | 62            | 5  | Bajada  | 65        |
| 6         | Subida  | 48            | 6  | Bajada  | 53        |
| 7         | Subida  | 52            | 7  | Bajada  | 62        |
| 8         | Subida  | 42            | 8  | Bajada  | 63        |
| 9         | Subida  | 47            | 9  | Bajada  | 50        |
| 10        | Subida  | 56            | 10 | Bajada  | 71        |
| 11        | Subida  | 60            | 11 | Bajada  | 69        |
| 12        | Subida  | 41            | 12 | Bajada  | 51        |
| 13        | Subida  | 53            | 13 | Bajada  | 68        |
| 14        | Subida  | 64            | 14 | Bajada  | 59        |
| 15        | Subida  | 58            | 15 | Bajada  | 54        |
| 16        | Subida  | 46            | 16 | Bajada  | 69        |
| 17        | Subida  | 43            | 17 | Bajada  | 49        |
| 18        | Subida  | 54            | 18 | Bajada  | 58        |
| 19        | Subida  | 61            | 19 | Bajada  | 64        |
| 20        | Subida  | 44            | 20 | Bajada  | 55        |
| 21        | Subida  | 59            | 21 | Bajada  | 67        |
| 22        | Subida  | 47            | 22 | Bajada  | 53        |
| 23        | Subida  | 63            | 23 | Bajada  | 61        |
| 24        | Subida  | 61            | 24 | Bajada  | 68        |
| 25        | Subida  | 50            | 25 | Bajada  | 52        |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nam: Socorro Mujica Aliaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| LUGAR:    |         | PORCÓN ALTO |    |         |           |
|-----------|---------|-------------|----|---------|-----------|
| FECHA:    |         | 12/09/2022  |    |         |           |
| ELEMENTO: |         | CURVA N°11  |    |         |           |
| M         | SENTIDO | VELOCIDAD   | M  | SENTIDO | VELOCIDAD |
| 1         | Subida  | 45          | 1  | Bajada  | 52        |
| 2         | Subida  | 56          | 2  | Bajada  | 62        |
| 3         | Subida  | 58          | 3  | Bajada  | 51        |
| 4         | Subida  | 68          | 4  | Bajada  | 45        |
| 5         | Subida  | 53          | 5  | Bajada  | 59        |
| 6         | Subida  | 47          | 6  | Bajada  | 48        |
| 7         | Subida  | 53          | 7  | Bajada  | 40        |
| 8         | Subida  | 60          | 8  | Bajada  | 63        |
| 9         | Subida  | 46          | 9  | Bajada  | 44        |
| 10        | Subida  | 43          | 10 | Bajada  | 58        |
| 11        | Subida  | 44          | 11 | Bajada  | 41        |
| 12        | Subida  | 59          | 12 | Bajada  | 44        |
| 13        | Subida  | 61          | 13 | Bajada  | 60        |
| 14        | Subida  | 51          | 14 | Bajada  | 49        |
| 15        | Subida  | 57          | 15 | Bajada  | 40        |
| 16        | Subida  | 54          | 16 | Bajada  | 51        |
| 17        | Subida  | 58          | 17 | Bajada  | 39        |
| 18        | Subida  | 46          | 18 | Bajada  | 42        |
| 19        | Subida  | 50          | 19 | Bajada  | 64        |
| 20        | Subida  | 44          | 20 | Bajada  | 53        |
| 21        | Subida  | 55          | 21 | Bajada  | 60        |
| 22        | Subida  | 48          | 22 | Bajada  | 49        |
| 23        | Subida  | 52          | 23 | Bajada  | 55        |
| 24        | Subida  | 42          | 24 | Bajada  | 59        |
| 25        | Subida  | 58          | 25 | Bajada  | 46        |

  
 Nro Socorro Mujica Alangu  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 30560



**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |           | 21+000    |             |       |         | Ubicacion |                 |       |              |       |       |       |          | PORCON ALTO |       |         |         |        |  |  |  |
|--------------|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-----------|-----------------|-------|--------------|-------|-------|-------|----------|-------------|-------|---------|---------|--------|--|--|--|
| Dia          |           | LUNES     |             |       |         | Fecha     | 05 DE SETIEMBRE |       |              |       |       |       |          | Sentido     |       |         |         | SUBIDA |  |  |  |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural Combi | Micro | Omnibus |           | Camion          |       | Semitravlers |       |       |       | Travlers |             |       | TOTAL   | PORC. % |        |  |  |  |
|              |           |           |             |       | 2E      | 3E        | 2E              | 3E    | 2S2          | 2S3   | 3S2   | ≥3S3  | 2T2      | 2T3         | 3T2   |         |         |        |  |  |  |
| 06-07        | 18        | 31        | 29          | -     | 8       | 2         | 5               | 3     | -            | -     | -     | 4     | 2        | -           | -     | 102     | 7.3     |        |  |  |  |
| 07-08        | 25        | 29        | 27          | 1     | 15      | 3         | 3               | 4     | -            | -     | -     | 3     | 3        | -           | -     | 113     | 8.0     |        |  |  |  |
| 08-09        | 21        | 33        | 30          | 2     | 16      | 5         | 7               | 1     | -            | -     | 1     | 7     | 1        | -           | -     | 124     | 8.8     |        |  |  |  |
| 09-10        | 24        | 38        | 16          | 1     | 15      | 1         | 4               | -     | 1            | -     | -     | 3     | 2        | -           | -     | 105     | 7.5     |        |  |  |  |
| 10-11        | 32        | 27        | 22          | -     | 12      | 1         | 8               | -     | -            | -     | -     | 4     | 1        | -           | -     | 107     | 7.6     |        |  |  |  |
| 11-12        | 35        | 22        | 24          | 1     | 14      | -         | 5               | 2     | 1            | -     | -     | 5     | 3        | -           | -     | 112     | 8.0     |        |  |  |  |
| 12-13        | 27        | 18        | 29          | 1     | 17      | 1         | 3               | -     | -            | 1     | 1     | 1     | 1        | -           | -     | 100     | 7.1     |        |  |  |  |
| 13-14        | 23        | 19        | 20          | -     | 13      | 2         | 4               | 3     | -            | -     | -     | 2     | 1        | -           | -     | 87      | 6.2     |        |  |  |  |
| 14-15        | 27        | 28        | 18          | 2     | 15      | 1         | 5               | 5     | 1            | -     | -     | 4     | 1        | -           | -     | 107     | 7.6     |        |  |  |  |
| 15-16        | 20        | 25        | 23          | -     | 17      | 3         | 4               | 2     | -            | -     | -     | 2     | 2        | -           | -     | 98      | 7.0     |        |  |  |  |
| 16-17        | 24        | 32        | 21          | 1     | 15      | 1         | 6               | 3     | -            | -     | 1     | 6     | 3        | -           | -     | 113     | 8.0     |        |  |  |  |
| 17-18        | 19        | 12        | 20          | 1     | 19      | 4         | 3               | 1     | -            | -     | 1     | 3     | 1        | -           | -     | 84      | 6.0     |        |  |  |  |
| 18-19        | 26        | 10        | 22          | 1     | 14      | 2         | 3               | -     | -            | -     | -     | 1     | 2        | -           | -     | 81      | 5.8     |        |  |  |  |
| 19-20        | 20        | 22        | 14          | 1     | 11      | 1         | 2               | -     | -            | -     | -     | 1     | -        | -           | -     | 72      | 5.1     |        |  |  |  |
| <b>TOTAL</b> | 341       | 346       | 315         | 12    | 201     | 27        | 62              | 24    | 3            | 1     | 4     | 46    | 23       | 0           | 0     | 1405    | 100.0   |        |  |  |  |
| <b>%</b>     | 24.27%    | 24.63%    | 22.42%      | 0.85% | 14.31%  | 1.92%     | 4.41%           | 1.71% | 0.21%        | 0.07% | 0.28% | 3.27% | 1.64%    | 0.00%       | 0.00% | 100.00% |         |        |  |  |  |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nan: Socorro Mujica Allaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |           | 21+000    |             |       |         |       |                 |       |              |       |       | Ubicacion |          |       | PORCON ALTO |         |         |
|--------------|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------------|-------|--------------|-------|-------|-----------|----------|-------|-------------|---------|---------|
| Dia          |           | LUNES     |             |       |         | Fecha | 05 DE SETIEMBRE |       |              |       |       |           | Sentido  |       |             | BAJADA  |         |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural Combi | Micro | Omnibus |       | Camion          |       | Semitravlers |       |       |           | Travlers |       |             | TOTAL   | PORC. % |
|              |           |           |             |       | 2E      | 3E    | 2E              | 3E    | 2S2          | 2S3   | 3S2   | ≥3S3      | 2T2      | 2T3   | 3T2         |         |         |
| 06-07        | 24        | 33        | 31          | 1     | 10      | 2     | 6               | 2     | -            | -     | -     | 5         | 3        | -     | -           | 117     | 8.3     |
| 07-08        | 26        | 28        | 29          | 1     | 13      | 2     | 4               | 3     | -            | -     | -     | 3         | 2        | -     | -           | 111     | 7.9     |
| 08-09        | 20        | 24        | 28          | -     | 20      | 5     | 6               | 2     | -            | -     | 1     | 2         | 1        | -     | -           | 109     | 7.7     |
| 09-10        | 25        | 38        | 20          | 1     | 16      | 4     | 5               | 1     | 1            | -     | -     | 1         | 3        | -     | -           | 115     | 8.1     |
| 10-11        | 37        | 29        | 21          | 2     | 14      | 2     | 7               | -     | -            | -     | -     | 4         | 3        | -     | -           | 119     | 8.4     |
| 11-12        | 32        | 25        | 23          | 1     | 11      | 2     | 4               | 1     | 1            | -     | -     | 3         | 2        | -     | -           | 105     | 7.4     |
| 12-13        | 27        | 19        | 28          | 2     | 18      | 1     | 2               | 1     | -            | 1     | -     | 1         | 1        | -     | -           | 101     | 7.2     |
| 13-14        | 24        | 18        | 21          | 1     | 15      | 2     | 3               | -     | -            | -     | -     | 3         | 4        | -     | -           | 91      | 6.4     |
| 14-15        | 26        | 20        | 20          | -     | 12      | 1     | 6               | 4     | 1            | -     | -     | 5         | 1        | -     | -           | 96      | 6.8     |
| 15-16        | 21        | 24        | 23          | 1     | 13      | 3     | 4               | 3     | -            | -     | 1     | 2         | -        | -     | -           | 95      | 6.7     |
| 16-17        | 23        | 33        | 22          | -     | 17      | 2     | 8               | 1     | -            | -     | -     | 4         | 1        | -     | -           | 111     | 7.9     |
| 17-18        | 20        | 13        | 19          | -     | 11      | 2     | 4               | 2     | -            | -     | -     | 6         | 2        | -     | -           | 79      | 5.6     |
| 18-19        | 25        | 11        | 20          | 1     | 19      | 1     | 3               | 1     | -            | -     | -     | 1         | 1        | -     | -           | 83      | 5.9     |
| 19-20        | 30        | 21        | 14          | -     | 10      | -     | 1               | 1     | -            | -     | -     | 3         | -        | -     | -           | 80      | 5.7     |
| <b>TOTAL</b> | 360       | 336       | 319         | 11    | 199     | 29    | 63              | 22    | 3            | 1     | 2     | 43        | 24       | 0     | 0           | 1412    | 100.00  |
| <b>%</b>     | 25.50%    | 23.80%    | 22.59%      | 0.78% | 14.09%  | 2.05% | 4.46%           | 1.56% | 0.21%        | 0.07% | 0.14% | 3.05%     | 1.70%    | 0.00% | 0.00%       | 100.00% |         |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre: Socorro Mujica Abaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |               | 21+000        |               |              |               | Ubicacion             |              |              |              | PORCON ALTO  |              |              |              |              |              |                |              |
|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|
| Dia          |               | MARTES        |               |              |               | Fecha 06 DE SETIEMBRE |              |              |              | Sentido      |              |              |              | SUBIDA       |              |                |              |
| Hora         | Automovil     | Camioneta     | Rural Combi   | Micro        | Omnibus       |                       | Camion       |              | Semitravlers |              |              |              | Travlers     |              |              | TOTAL          | PORC. %      |
|              |               |               |               |              | 2E            | 3E                    | 2E           | 3E           | 2S2          | 2S3          | 3S2          | >=3S3        | 2T2          | 2T3          | 3T2          |                |              |
| 06-07        | 19            | 30            | 28            | 1            | 13            | 3                     | 3            | 2            | -            | -            | -            | 3            | 2            | -            | -            | 104            | 7.6          |
| 07-08        | 25            | 28            | 25            | 1            | 14            | 2                     | 4            | 3            | -            | -            | 1            | 6            | 1            | -            | -            | 110            | 8.0          |
| 08-09        | 23            | 35            | 28            | 2            | 15            | 4                     | 6            | 4            | 1            | 1            | -            | 4            | 1            | -            | -            | 124            | 9.1          |
| 09-10        | 24            | 38            | 16            | 1            | 14            | 2                     | 3            | 1            | 1            | -            | -            | 2            | 3            | -            | -            | 105            | 7.7          |
| 10-11        | 30            | 27            | 22            | -            | 11            | 1                     | 7            | 1            | -            | -            | -            | 4            | 1            | -            | -            | 104            | 7.6          |
| 11-12        | 32            | 22            | 25            | 1            | 15            | 1                     | 4            | -            | 1            | -            | -            | 1            | 1            | -            | -            | 103            | 7.5          |
| 12-13        | 27            | 18            | 32            | 1            | 13            | 3                     | 5            | -            | -            | -            | -            | 2            | 2            | -            | -            | 103            | 7.5          |
| 13-14        | 23            | 16            | 20            | -            | 12            | -                     | 5            | 1            | -            | -            | 1            | 1            | 3            | -            | -            | 82             | 6.0          |
| 14-15        | 27            | 20            | 25            | 1            | 14            | 5                     | 8            | 4            | 1            | -            | -            | 5            | 1            | -            | -            | 111            | 8.1          |
| 15-16        | 21            | 25            | 20            | 1            | 18            | 2                     | 5            | 5            | -            | 1            | -            | 2            | -            | -            | -            | 100            | 7.3          |
| 16-17        | 24            | 28            | 21            | -            | 16            | 4                     | 7            | 2            | -            | -            | -            | 1            | 2            | -            | -            | 105            | 7.7          |
| 17-18        | 20            | 21            | 15            | 1            | 14            | 1                     | -            | 1            | -            | -            | -            | 4            | 1            | -            | -            | 78             | 5.7          |
| 18-19        | 24            | 15            | 18            | 1            | 11            | 1                     | 2            | -            | -            | -            | -            | 1            | 1            | -            | -            | 74             | 5.4          |
| 19-20        | 20            | 20            | 15            | -            | 9             | -                     | 1            | 1            | -            | -            | -            | 1            | -            | -            | -            | 67             | 4.9          |
| <b>TOTAL</b> | <b>339</b>    | <b>343</b>    | <b>310</b>    | <b>11</b>    | <b>189</b>    | <b>29</b>             | <b>60</b>    | <b>25</b>    | <b>4</b>     | <b>2</b>     | <b>2</b>     | <b>37</b>    | <b>19</b>    | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>1370</b>    | <b>100.0</b> |
| <b>%</b>     | <b>24.74%</b> | <b>25.04%</b> | <b>22.63%</b> | <b>0.80%</b> | <b>13.80%</b> | <b>2.12%</b>          | <b>4.38%</b> | <b>1.82%</b> | <b>0.29%</b> | <b>0.15%</b> | <b>0.15%</b> | <b>2.70%</b> | <b>1.39%</b> | <b>0.00%</b> | <b>0.00%</b> | <b>100.00%</b> |              |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre: Socorro Mujica Aliaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |           | 21+000    |             |       |         |       |                 |       |              |       |       |       | PORCÓN ALTO |           |       |         |         |
|--------------|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------------|-----------|-------|---------|---------|
| Dia          |           | MARTES    |             |       |         |       |                 |       |              |       |       |       | BAJADA      |           |       |         |         |
|              |           | Fecha     |             |       |         |       | 06 DE SETIEMBRE |       |              |       |       |       |             | Ubicacion |       |         |         |
|              |           |           |             |       |         |       | Sentido         |       |              |       |       |       |             |           |       |         |         |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural Combi | Micro | Omnibus |       | Camion          |       | Semitraylers |       |       |       | Traylers    |           |       | TOTAL   | PORC. % |
|              |           |           |             |       | 2E      | 3E    | 2E              | 3E    | 2S2          | 2S3   | 3S2   | >=3S3 | 2T2         | 2T3       | 3T2   |         |         |
| 06-07        | 25        | 30        | 29          | 1     | 11      | 1     | 4               | 3     | -            | -     | -     | 4     | 2           | -         | -     | 110     | 7.9     |
| 07-08        | 17        | 28        | 31          | -     | 13      | 3     | 3               | 2     | -            | -     | -     | 5     | 1           | -         | -     | 103     | 7.4     |
| 08-09        | 20        | 24        | 26          | 1     | 19      | 4     | 8               | 1     | -            | -     | 1     | 3     | 1           | -         | -     | 108     | 7.8     |
| 09-10        | 25        | 30        | 20          | 1     | 13      | 2     | 5               | 1     | -            | -     | -     | 1     | 2           | -         | -     | 100     | 7.2     |
| 10-11        | 37        | 29        | 21          | -     | 11      | 1     | 6               | -     | -            | 1     | -     | 1     | 1           | -         | -     | 108     | 7.8     |
| 11-12        | 32        | 25        | 23          | 1     | 15      | 2     | 3               | 1     | 1            | -     | -     | 2     | 3           | -         | -     | 108     | 7.8     |
| 12-13        | 27        | 19        | 27          | 1     | 20      | 2     | 5               | -     | 1            | -     | 1     | 3     | 1           | -         | -     | 107     | 7.7     |
| 13-14        | 23        | 20        | 22          | 2     | 12      | 1     | 2               | 1     | -            | -     | -     | 2     | 1           | -         | -     | 86      | 6.2     |
| 14-15        | 26        | 16        | 20          | 1     | 15      | 2     | 5               | 3     | -            | -     | 1     | 3     | 1           | -         | -     | 93      | 6.7     |
| 15-16        | 21        | 24        | 23          | 1     | 18      | 1     | 3               | 2     | -            | -     | -     | 6     | 1           | -         | -     | 100     | 7.2     |
| 16-17        | 23        | 30        | 22          | -     | 16      | 3     | 7               | 1     | -            | -     | -     | 4     | 2           | -         | -     | 108     | 7.8     |
| 17-18        | 20        | 27        | 20          | 1     | 13      | -     | 3               | 4     | -            | 1     | -     | 3     | 1           | -         | -     | 93      | 6.7     |
| 18-19        | 25        | 23        | 18          | -     | 12      | 2     | 2               | 1     | 1            | -     | -     | 1     | 1           | -         | -     | 86      | 6.2     |
| 19-20        | 30        | 20        | 15          | -     | 10      | 1     | 1               | -     | -            | -     | -     | 1     | -           | -         | -     | 78      | 5.6     |
| <b>TOTAL</b> | 351       | 345       | 317         | 10    | 198     | 25    | 57              | 20    | 3            | 2     | 3     | 39    | 18          | 0         | 0     | 1388    | 100.00  |
| <b>%</b>     | 25.29%    | 24.86%    | 22.84%      | 0.72% | 14.27%  | 1.80% | 4.11%           | 1.44% | 0.22%        | 0.14% | 0.22% | 2.81% | 1.30%       | 0.00%     | 0.00% | 100.00% |         |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nro: Socorro Mujica Alinga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560



**VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |           | 21+000    |             |       |         |       |        | Ubicacion       |              |       |       |       |          | PORCÓN ALTO |       |         |         |        |  |  |  |
|--------------|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|--------|-----------------|--------------|-------|-------|-------|----------|-------------|-------|---------|---------|--------|--|--|--|
| Dia          |           | MIERCOLES |             |       |         | Fecha |        | 07 DE SETIEMBRE |              |       |       |       |          | Sentido     |       |         |         | SUBIDA |  |  |  |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural Combi | Micro | Omnibus |       | Camion |                 | Semitravlers |       |       |       | Travlers |             |       | TOTAL   | PORC. % |        |  |  |  |
|              |           |           |             |       | 2E      | 3E    | 2E     | 3E              | 2S2          | 2S3   | 3S2   | ≧3S3  | 2T2      | 2T3         | 3T2   |         |         |        |  |  |  |
| 06-07        | 19        | 31        | 27          | -     | 13      | 2     | 5      | 3               | -            | -     | -     | 3     | 1        | -           | -     | 104     | 7.7     |        |  |  |  |
| 07-08        | 24        | 29        | 28          | 1     | 14      | 1     | 3      | 3               | 1            | 1     | -     | 5     | 1        | -           | -     | 111     | 8.2     |        |  |  |  |
| 08-09        | 22        | 35        | 30          | 1     | 15      | 4     | 5      | 1               | -            | -     | -     | 2     | 2        | -           | -     | 117     | 8.6     |        |  |  |  |
| 09-10        | 24        | 30        | 16          | -     | 12      | 2     | 4      | 1               | -            | -     | -     | 1     | 1        | -           | -     | 91      | 6.7     |        |  |  |  |
| 10-11        | 33        | 27        | 22          | 2     | 11      | 1     | 6      | 1               | 1            | -     | -     | 3     | 2        | -           | -     | 109     | 8.1     |        |  |  |  |
| 11-12        | 31        | 22        | 24          | 1     | 15      | 2     | 5      | 2               | -            | -     | -     | 4     | 1        | -           | -     | 107     | 7.9     |        |  |  |  |
| 12-13        | 25        | 18        | 30          | -     | 16      | 3     | 3      | -               | 1            | 1     | 1     | 2     | 1        | -           | -     | 101     | 7.5     |        |  |  |  |
| 13-14        | 26        | 15        | 20          | 1     | 12      | 1     | 7      | 2               | -            | -     | -     | 4     | 2        | -           | -     | 90      | 6.6     |        |  |  |  |
| 14-15        | 24        | 20        | 18          | -     | 18      | 1     | 5      | 4               | -            | -     | -     | 1     | 1        | -           | -     | 92      | 6.8     |        |  |  |  |
| 15-16        | 21        | 25        | 23          | 1     | 16      | 4     | 4      | 3               | 1            | -     | -     | 3     | 1        | -           | -     | 102     | 7.5     |        |  |  |  |
| 16-17        | 22        | 32        | 21          | 1     | 14      | 2     | 2      | 2               | -            | -     | -     | 1     | 2        | -           | -     | 99      | 7.3     |        |  |  |  |
| 17-18        | 20        | 15        | 20          | -     | 13      | 3     | 3      | 1               | -            | 1     | -     | 2     | 1        | -           | -     | 79      | 5.8     |        |  |  |  |
| 18-19        | 25        | 17        | 18          | 1     | 11      | 1     | 5      | 1               | 1            | -     | -     | 1     | 1        | -           | -     | 82      | 6.1     |        |  |  |  |
| 19-20        | 20        | 22        | 15          | -     | 9       | 1     | 2      | -               | -            | -     | -     | 1     | -        | -           | -     | 70      | 5.2     |        |  |  |  |
| <b>TOTAL</b> | 336       | 338       | 312         | 9     | 189     | 28    | 59     | 24              | 5            | 3     | 1     | 33    | 17       | 0           | 0     | 1354    | 100.0   |        |  |  |  |
| %            | 24.82%    | 24.96%    | 23.04%      | 0.66% | 13.96%  | 2.07% | 4.36%  | 1.77%           | 0.37%        | 0.22% | 0.07% | 2.44% | 1.26%    | 0.00%       | 0.00% | 100.00% |         |        |  |  |  |

  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre: Socorro Mujica Alzaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |           | 21+000    |                |       |         |       |        | Ubicacion       |              |         |       |       |          | PORCÓN ALTO |       |         |            |
|--------------|-----------|-----------|----------------|-------|---------|-------|--------|-----------------|--------------|---------|-------|-------|----------|-------------|-------|---------|------------|
| Dia          |           | MIERCOLES |                |       |         | Fecha |        | 07 DE SETIEMBRE |              | Sentido |       |       |          | BAJADA      |       |         |            |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural<br>Combi | Micro | Omnibus |       | Camion |                 | Semitraylers |         |       |       | Traylers |             |       | TOTAL   | PORC.<br>% |
|              |           |           |                |       | 2E      | 3E    | 2E     | 3E              | 2S2          | 2S3     | 3S2   | ≥3S3  | 2T2      | 2T3         | 3T2   |         |            |
| 06-07        | 23        | 28        | 30             | -     | 14      | 2     | 4      | 3               | -            | -       | -     | 5     | 3        | -           | -     | 112     | 8.2        |
| 07-08        | 24        | 29        | 27             | 1     | 11      | 3     | 5      | 4               | 1            | -       | -     | 2     | 2        | -           | -     | 109     | 8.0        |
| 08-09        | 27        | 25        | 25             | -     | 12      | 4     | 4      | 2               | -            | -       | -     | 1     | 1        | -           | -     | 101     | 7.4        |
| 09-10        | 23        | 35        | 22             | -     | 19      | 2     | 4      | 3               | -            | -       | -     | 1     | 3        | -           | -     | 112     | 8.2        |
| 10-11        | 31        | 30        | 21             | 1     | 16      | 1     | 8      | -               | 1            | 1       | -     | 1     | 3        | -           | -     | 114     | 8.3        |
| 11-12        | 28        | 25        | 23             | -     | 20      | 2     | 5      | 1               | -            | -       | -     | 1     | 2        | -           | -     | 107     | 7.8        |
| 12-13        | 25        | 22        | 28             | 1     | 10      | 1     | 3      | 1               | 1            | -       | -     | 3     | 1        | -           | -     | 96      | 7.0        |
| 13-14        | 23        | 20        | 21             | 2     | 11      | 3     | 2      | 2               | -            | -       | -     | 2     | 1        | -           | -     | 87      | 6.4        |
| 14-15        | 27        | 22        | 20             | 1     | 15      | 1     | 4      | 5               | 1            | -       | 1     | 1     | 1        | -           | -     | 99      | 7.2        |
| 15-16        | 24        | 23        | 23             | -     | 12      | 2     | 2      | 3               | -            | -       | -     | 1     | -        | -           | -     | 90      | 6.6        |
| 16-17        | 22        | 31        | 22             | 1     | 18      | 3     | 6      | 3               | 1            | 1       | -     | 5     | 1        | -           | -     | 114     | 8.3        |
| 17-18        | 26        | 19        | 19             | -     | 14      | 1     | 5      | 2               | -            | -       | -     | 4     | -        | -           | -     | 90      | 6.6        |
| 18-19        | 20        | 16        | 20             | 1     | 11      | 1     | 4      | 1               | -            | -       | -     | 2     | 1        | -           | -     | 77      | 5.6        |
| 19-20        | 19        | 14        | 14             | -     | 10      | 1     | 1      | 1               | -            | -       | -     | 1     | -        | -           | -     | 61      | 4.5        |
| <b>TOTAL</b> | 342       | 339       | 315            | 8     | 193     | 27    | 57     | 31              | 5            | 2       | 1     | 30    | 19       | 0           | 0     | 1369    | 100.00     |
| <b>%</b>     | 24.98%    | 24.76%    | 23.01%         | 0.58% | 14.10%  | 1.97% | 4.16%  | 2.26%           | 0.37%        | 0.15%   | 0.07% | 2.19% | 1.39%    | 0.00%       | 0.00% | 100.00% |            |

  
 Nan: Socorro Mujica Allaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |           | 21+000    |                |       |         |       |                 |       |             |       |         | Ubicacion |         |        | PORCÓN ALTO |         |            |
|--------------|-----------|-----------|----------------|-------|---------|-------|-----------------|-------|-------------|-------|---------|-----------|---------|--------|-------------|---------|------------|
| Dia          |           | JUEVES    |                |       |         | Fecha | 08 DE SETIEMBRE |       |             |       | Sentido |           |         | SUBIDA |             |         |            |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural<br>Combi | Micro | Omnibus |       | Camion          |       | Semitrayers |       |         |           | Trayers |        |             | TOTAL   | PORC.<br>% |
|              |           |           |                |       | 2E      | 3E    | 2E              | 3E    | 2S2         | 2S3   | 3S2     | >=3S3     | 2T2     | 2T3    | 3T2         |         |            |
| 06-07        | 19        | 24        | 28             | 1     | 13      | 1     | 4               | 3     | -           | -     | -       | 3         | 1       | -      | -           | 97      | 7.2        |
| 07-08        | 23        | 27        | 30             | -     | 14      | 1     | 3               | 4     | -           | 1     | -       | 5         | 3       | -      | -           | 111     | 8.2        |
| 08-09        | 22        | 31        | 28             | 1     | 11      | 4     | 7               | 1     | -           | -     | -       | 2         | 2       | -      | -           | 109     | 8.1        |
| 09-10        | 25        | 28        | 23             | -     | 13      | 2     | 4               | -     | 1           | -     | -       | 3         | 1       | -      | -           | 100     | 7.4        |
| 10-11        | 29        | 25        | 21             | 1     | 12      | 1     | 8               | -     | -           | -     | -       | 4         | 1       | -      | -           | 102     | 7.6        |
| 11-12        | 27        | 23        | 20             | 1     | 16      | 2     | 4               | 2     | -           | -     | -       | 1         | 4       | -      | -           | 100     | 7.4        |
| 12-13        | 30        | 21        | 29             | 1     | 12      | 1     | 3               | -     | 1           | 1     | -       | 1         | 1       | -      | -           | 101     | 7.5        |
| 13-14        | 22        | 23        | 25             | 2     | 13      | 1     | 2               | 3     | -           | -     | -       | 2         | 1       | -      | -           | 94      | 7.0        |
| 14-15        | 26        | 19        | 22             | 1     | 17      | 3     | 5               | 5     | 1           | -     | -       | 1         | 1       | -      | -           | 101     | 7.5        |
| 15-16        | 25        | 27        | 19             | -     | 20      | 2     | 4               | 2     | -           | -     | -       | 2         | 2       | -      | -           | 103     | 7.6        |
| 16-17        | 23        | 24        | 15             | -     | 17      | 1     | 6               | 3     | -           | 1     | 1       | 4         | 1       | -      | -           | 96      | 7.1        |
| 17-18        | 20        | 23        | 18             | 1     | 14      | 2     | 4               | 1     | -           | -     | -       | 1         | -       | -      | -           | 84      | 6.2        |
| 18-19        | 22        | 21        | 20             | 1     | 11      | 1     | 2               | -     | 1           | -     | -       | 2         | 2       | -      | -           | 83      | 6.2        |
| 19-20        | 18        | 19        | 16             | -     | 10      | -     | 2               | -     | -           | -     | 1       | 1         | -       | -      | -           | 67      | 5.0        |
| <b>TOTAL</b> | 331       | 335       | 314            | 10    | 193     | 22    | 58              | 24    | 4           | 3     | 2       | 32        | 20      | 0      | 0           | 1348    | 100.0      |
| <b>%</b>     | 24.55%    | 24.85%    | 23.29%         | 0.74% | 14.32%  | 1.63% | 4.30%           | 1.78% | 0.30%       | 0.22% | 0.15%   | 2.37%     | 1.48%   | 0.00%  | 0.00%       | 100.00% |            |

  
 Name: Socorro Mujica Alunga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |               | 21+000        |               |              |               |              |                 |              |              |              |              |              | Ubicacion    |              |              | PORCÓN ALTO    |               |
|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| Dia          |               | JUEVES        |               |              |               | Fecha        | 08 DE SETIEMBRE |              |              |              |              |              | Sentido      |              |              | BAJADA         |               |
| Hora         | Automovil     | Camioneta     | Rural Combi   | Micro        | Omnibus       |              | Camion          |              | Semitravlers |              |              |              | Travlers     |              |              | TOTAL          | PORC. %       |
|              |               |               |               |              | 2E            | 3E           | 2E              | 3E           | 2S2          | 2S3          | 3S2          | >=3S3        | 2T2          | 2T3          | 3T2          |                |               |
| 06-07        | 25            | 29            | 19            | -            | 11            | 1            | 3               | 2            | -            | -            | -            | 3            | 1            | -            | -            | 94             | 6.9           |
| 07-08        | 28            | 30            | 29            | 1            | 12            | 3            | 5               | 3            | 1            | -            | -            | 2            | 3            | -            | -            | 117            | 8.6           |
| 08-09        | 25            | 33            | 26            | -            | 17            | 2            | 3               | 2            | -            | -            | -            | 5            | -            | -            | -            | 113            | 8.3           |
| 09-10        | 20            | 28            | 18            | 1            | 20            | 2            | 4               | 1            | -            | -            | 1            | 3            | 2            | -            | -            | 100            | 7.3           |
| 10-11        | 32            | 21            | 23            | -            | 11            | 2            | 6               | -            | 1            | -            | -            | 1            | 2            | -            | -            | 99             | 7.3           |
| 11-12        | 30            | 18            | 20            | 1            | 15            | 1            | 3               | 1            | -            | -            | -            | 2            | 3            | -            | -            | 94             | 6.9           |
| 12-13        | 22            | 21            | 26            | 2            | 18            | 1            | 1               | 1            | 1            | -            | -            | 1            | 1            | -            | -            | 95             | 7.0           |
| 13-14        | 25            | 25            | 21            | -            | 15            | 1            | 5               | -            | -            | 1            | -            | 4            | 1            | -            | -            | 98             | 7.2           |
| 14-15        | 28            | 19            | 25            | 1            | 14            | 1            | 3               | 4            | -            | -            | -            | 1            | 1            | -            | -            | 97             | 7.1           |
| 15-16        | 20            | 24            | 20            | 1            | 19            | 2            | 4               | 3            | 1            | -            | 1            | 3            | 2            | -            | -            | 100            | 7.3           |
| 16-17        | 18            | 22            | 19            | -            | 16            | 1            | 6               | 1            | -            | -            | -            | 1            | -            | -            | -            | 84             | 6.2           |
| 17-18        | 24            | 30            | 24            | -            | 15            | 3            | 7               | 2            | -            | -            | 1            | 2            | 1            | -            | -            | 109            | 8.0           |
| 18-19        | 22            | 25            | 27            | 1            | 10            | 2            | 2               | 1            | 1            | -            | -            | 1            | 1            | -            | -            | 93             | 6.8           |
| 19-20        | 20            | 19            | 21            | -            | 9             | 1            | 1               | 1            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 72             | 5.3           |
| <b>TOTAL</b> | <b>339</b>    | <b>344</b>    | <b>318</b>    | <b>8</b>     | <b>202</b>    | <b>23</b>    | <b>53</b>       | <b>22</b>    | <b>5</b>     | <b>1</b>     | <b>3</b>     | <b>29</b>    | <b>18</b>    | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>1365</b>    | <b>100.00</b> |
| <b>%</b>     | <b>24.84%</b> | <b>25.20%</b> | <b>23.30%</b> | <b>0.59%</b> | <b>14.80%</b> | <b>1.68%</b> | <b>3.88%</b>    | <b>1.61%</b> | <b>0.37%</b> | <b>0.07%</b> | <b>0.22%</b> | <b>2.12%</b> | <b>1.32%</b> | <b>0.00%</b> | <b>0.00%</b> | <b>100.00%</b> |               |

  
 \_\_\_\_\_  
 Name: Socorro Mujica Aluga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |           | 21+000    |             |       |         |       |        |                 |              |       |       | PORCÓN ALTO |          |        |       |         |         |
|--------------|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|--------|-----------------|--------------|-------|-------|-------------|----------|--------|-------|---------|---------|
| Día          |           | VIERNES   |             |       |         | Fecha |        | 09 DE SETIEMBRE |              |       |       |             |          | SUBIDA |       |         |         |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural Combi | Micro | Omnibus |       | Camion |                 | Semitraylers |       |       |             | Traylers |        |       | TOTAL   | PORC. % |
|              |           |           |             |       | 2E      | 3E    | 2E     | 3E              | 2S2          | 2S3   | 3S2   | ≥3S3        | 2T2      | 2T3    | 3T2   |         |         |
| 06-07        | 20        | 31        | 30          | 1     | 16      | 1     | 5      | 3               | -            | -     | -     | 4           | 2        | -      | -     | 113     | 8.2     |
| 07-08        | 25        | 29        | 28          | -     | 14      | 4     | 3      | 4               | 1            | -     | -     | 2           | 2        | -      | -     | 112     | 8.2     |
| 08-09        | 21        | 37        | 30          | 2     | 12      | 1     | 7      | 1               | -            | -     | -     | 6           | 1        | -      | -     | 118     | 8.6     |
| 09-10        | 24        | 40        | 16          | 1     | 12      | 2     | 2      | -               | -            | -     | 1     | 3           | 1        | -      | -     | 102     | 7.4     |
| 10-11        | 32        | 27        | 22          | 1     | 15      | 1     | 8      | -               | -            | -     | -     | 4           | 2        | -      | -     | 112     | 8.2     |
| 11-12        | 35        | 22        | 24          | -     | 12      | 1     | 4      | 2               | 1            | -     | -     | 1           | 1        | -      | -     | 103     | 7.5     |
| 12-13        | 27        | 18        | 30          | 1     | 14      | 2     | 1      | -               | -            | 1     | -     | 6           | 1        | -      | -     | 101     | 7.4     |
| 13-14        | 25        | 15        | 20          | -     | 11      | 1     | 7      | 3               | -            | -     | -     | 2           | 4        | -      | -     | 88      | 6.4     |
| 14-15        | 23        | 20        | 18          | -     | 20      | 1     | 5      | 5               | -            | -     | -     | 1           | 2        | -      | -     | 95      | 6.9     |
| 15-16        | 26        | 25        | 23          | 1     | 13      | 2     | 2      | 2               | 1            | -     | -     | 3           | 2        | -      | -     | 100     | 7.3     |
| 16-17        | 20        | 32        | 21          | -     | 15      | 1     | 6      | 3               | -            | -     | -     | 1           | 1        | -      | -     | 100     | 7.3     |
| 17-18        | 23        | 12        | 20          | 1     | 17      | 4     | 3      | 1               | -            | -     | 1     | 2           | 1        | -      | -     | 85      | 6.2     |
| 18-19        | 25        | 10        | 18          | 1     | 12      | 3     | 2      | -               | -            | -     | -     | 1           | 1        | -      | -     | 73      | 5.3     |
| 19-20        | 19        | 22        | 15          | -     | 11      | -     | 2      | -               | -            | -     | -     | 1           | -        | -      | -     | 70      | 5.1     |
| <b>TOTAL</b> | 345       | 340       | 315         | 9     | 194     | 24    | 57     | 24              | 3            | 1     | 2     | 37          | 21       | 0      | 0     | 1372    | 100.0   |
| <b>%</b>     | 25.15%    | 24.78%    | 22.96%      | 0.66% | 14.14%  | 1.75% | 4.15%  | 1.75%           | 0.22%        | 0.07% | 0.15% | 2.70%       | 1.53%    | 0.00%  | 0.00% | 100.00% |         |

  
 \_\_\_\_\_  
 Name: Socorro Mujica Abaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560



**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |           | 21+000    |             |       |         |       |                  | Ubicacion |              |       |       |         |          | PORCON ALTO |        |         |         |  |
|--------------|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|------------------|-----------|--------------|-------|-------|---------|----------|-------------|--------|---------|---------|--|
| Dia          |           | VIERNES   |             |       |         | Fecha | 09 DE SEPTIEMBRE |           |              |       |       | Sentido |          |             | BAJADA |         |         |  |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural Combi | Micro | Omnibus |       | Camion           |           | Semitrailers |       |       |         | Trailers |             |        | TOTAL   | PORC. % |  |
|              |           |           |             |       | 2E      | 3E    | 2E               | 3E        | 2S2          | 2S3   | 3S2   | >=3S3   | 2T2      | 2T3         | 3T2    |         |         |  |
| 06-07        | 24        | 33        | 31          | 1     | 17      | -     | 5                | 4         | -            | -     | -     | 3       | 1        | -           | -      | 119     | 8.7     |  |
| 07-08        | 14        | 28        | 30          | -     | 12      | 1     | 2                | 3         | -            | -     | 1     | 2       | 3        | -           | -      | 96      | 7.0     |  |
| 08-09        | 20        | 24        | 27          | 1     | 20      | -     | 6                | 2         | -            | -     | -     | 1       | 1        | -           | -      | 102     | 7.4     |  |
| 09-10        | 25        | 38        | 19          | 1     | 15      | 1     | 5                | 1         | 1            | -     | -     | 3       | 1        | -           | -      | 110     | 8.0     |  |
| 10-11        | 37        | 29        | 22          | -     | 12      | -     | 6                | 1         | -            | -     | -     | 5       | 1        | -           | -      | 113     | 8.2     |  |
| 11-12        | 32        | 25        | 27          | 1     | 16      | -     | 4                | -         | 1            | -     | -     | 2       | -        | -           | -      | 108     | 7.9     |  |
| 12-13        | 27        | 19        | 21          | 2     | 13      | -     | 2                | 1         | -            | 1     | -     | 6       | 2        | -           | -      | 94      | 6.8     |  |
| 13-14        | 24        | 18        | 23          | 1     | 17      | 1     | 1                | 1         | -            | -     | -     | 3       | 1        | -           | -      | 90      | 6.6     |  |
| 14-15        | 26        | 20        | 18          | 1     | 19      | 1     | 6                | 2         | 1            | -     | -     | 2       | 1        | -           | -      | 97      | 7.1     |  |
| 15-16        | 21        | 24        | 21          | -     | 21      | -     | 4                | 3         | -            | -     | -     | 1       | -        | -           | -      | 95      | 6.9     |  |
| 16-17        | 23        | 33        | 20          | -     | 13      | 1     | 7                | -         | -            | -     | -     | 5       | 1        | -           | -      | 103     | 7.5     |  |
| 17-18        | 20        | 13        | 24          | 1     | 16      | 1     | 5                | 2         | -            | -     | 1     | 4       | 2        | -           | -      | 89      | 6.5     |  |
| 18-19        | 25        | 11        | 26          | 1     | 14      | 1     | 4                | 1         | -            | -     | -     | 1       | 1        | -           | -      | 85      | 6.2     |  |
| 19-20        | 18        | 21        | 16          | -     | 12      | -     | 2                | 1         | -            | -     | -     | 1       | 1        | -           | -      | 72      | 5.2     |  |
| <b>TOTAL</b> | 336       | 336       | 325         | 10    | 217     | 7     | 59               | 22        | 3            | 1     | 2     | 39      | 16       | 0           | 0      | 1373    | 100.00  |  |
| <b>%</b>     | 24.47%    | 24.47%    | 23.67%      | 0.73% | 15.80%  | 0.51% | 4.30%            | 1.60%     | 0.22%        | 0.07% | 0.15% | 2.84%   | 1.17%    | 0.00%       | 0.00%  | 100.00% |         |  |

  
 \_\_\_\_\_  
 Name: Socorro Mujica Aliaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

| VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO |           |           |             |       |         |       |        |                 |              |       |       |         |          |             |       |         |         |
|------------------------------------|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|--------|-----------------|--------------|-------|-------|---------|----------|-------------|-------|---------|---------|
| Tramo                              |           | 21+000    |             |       |         |       |        | Ubicacion       |              |       |       |         |          | PORCÓN ALTO |       |         |         |
| Dia                                |           | SABADO    |             |       |         | Fecha |        | 10 DE SETIEMBRE |              |       |       | Sentido |          | SUBIDA      |       |         |         |
| Hora                               | Automovil | Camioneta | Rural Combi | Micro | Omnibus |       | Camion |                 | Semitraylers |       |       |         | Traylers |             |       | TOTAL   | PORC. % |
|                                    |           |           |             |       | 2E      | 3E    | 2E     | 3E              | 2S2          | 2S3   | 3S2   | >=3S3   | 2T2      | 2T3         | 3T2   |         |         |
| 06-07                              | 20        | 28        | 33          | 1     | 13      | 1     | 7      | 3               | -            | -     | -     | 3       | 3        | -           | -     | 112     | 7.9     |
| 07-08                              | 24        | 30        | 30          | 1     | 15      | 1     | 4      | 4               | -            | -     | 1     | 4       | 1        | -           | -     | 115     | 8.2     |
| 08-09                              | 30        | 32        | 29          | -     | 17      | 4     | 5      | 1               | -            | -     | -     | 5       | 4        | -           | -     | 127     | 9.0     |
| 09-10                              | 28        | 35        | 20          | -     | 14      | 2     | 8      | 5               | 1            | -     | -     | 3       | 1        | -           | -     | 117     | 8.3     |
| 10-11                              | 24        | 28        | 21          | 1     | 16      | 1     | 5      | -               | -            | -     | -     | 2       | 2        | -           | -     | 100     | 7.1     |
| 11-12                              | 32        | 23        | 25          | 1     | 11      | 3     | 3      | 2               | 1            | -     | 1     | 4       | 1        | -           | -     | 107     | 7.6     |
| 12-13                              | 28        | 20        | 32          | 2     | 15      | 2     | 4      | -               | -            | 1     | -     | 3       | 2        | -           | -     | 109     | 7.7     |
| 13-14                              | 24        | 19        | 21          | 1     | 13      | 2     | 2      | 3               | -            | -     | -     | 6       | 1        | -           | -     | 92      | 6.5     |
| 14-15                              | 23        | 22        | 17          | -     | 19      | 1     | 6      | 5               | 1            | -     | -     | 2       | 1        | -           | -     | 97      | 6.9     |
| 15-16                              | 22        | 23        | 21          | 1     | 11      | 1     | 5      | 2               | -            | -     | -     | 5       | 3        | -           | -     | 94      | 6.7     |
| 16-17                              | 19        | 28        | 23          | -     | 10      | 5     | 2      | 3               | -            | 1     | 1     | 3       | 2        | -           | -     | 97      | 6.9     |
| 17-18                              | 20        | 16        | 21          | 1     | 17      | 3     | 8      | 1               | -            | -     | -     | 4       | 1        | -           | -     | 92      | 6.5     |
| 18-19                              | 22        | 20        | 19          | 1     | 15      | 1     | 2      | -               | 1            | -     | -     | 2       | 1        | -           | -     | 84      | 6.0     |
| 19-20                              | 20        | 18        | 16          | -     | 10      | -     | 1      | -               | -            | -     | 1     | 1       | -        | -           | -     | 67      | 4.8     |
| <b>TOTAL</b>                       | 336       | 342       | 328         | 10    | 196     | 27    | 62     | 29              | 4            | 2     | 4     | 47      | 23       | 0           | 0     | 1410    | 100.0   |
| %                                  | 23.83%    | 24.26%    | 23.26%      | 0.71% | 13.90%  | 1.91% | 4.40%  | 2.06%           | 0.28%        | 0.14% | 0.28% | 3.33%   | 1.63%    | 0.00%       | 0.00% | 100.00% |         |

  
 Name: Socorro Mujica Aluga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |           | 21+000          |        |       |         |       | Ubicacion |       |             |       |       |       |         | PORCON ALTO |       |         |            |
|--------------|-----------|-----------------|--------|-------|---------|-------|-----------|-------|-------------|-------|-------|-------|---------|-------------|-------|---------|------------|
| Dia          |           | SABADO          |        |       |         |       | Fecha     |       |             |       |       |       |         | Sentido     |       |         |            |
|              |           | 10 DE SETIEMBRE |        |       |         |       | BAJADA    |       |             |       |       |       |         |             |       |         |            |
| Hora         | Automovil | Camioneta       | Rural  | Micro | Omnibus |       | Camion    |       | Semitrayers |       |       |       | Trayers |             |       | TOTAL   | PORC.<br>% |
|              |           |                 | Combi  |       | 2E      | 3E    | 2E        | 3E    | 2S2         | 2S3   | 3S2   | >=3S3 | 2T2     | 2T3         | 3T2   |         |            |
| 06-07        | 30        | 29              | 33     | 1     | 15      |       | 4         | 1     | -           | -     | -     | 3     | 3       | -           | -     | 119     | 8.2        |
| 07-08        | 28        | 28              | 30     | 1     | 17      | 1     | 7         | 4     | -           | -     | -     | 5     | 4       | -           | -     | 125     | 8.6        |
| 08-09        | 33        | 24              | 27     | -     | 19      | -     | 5         | 3     | -           | 1     | -     | 6     | 1       | -           | -     | 119     | 8.2        |
| 09-10        | 25        | 38              | 25     | -     | 20      | 1     | 8         | 1     | 1           | -     | 1     | 3     | 3       | -           | -     | 126     | 8.6        |
| 10-11        | 28        | 29              | 20     | 1     | 15      | -     | 4         | 1     | -           | -     | -     | 3     | 3       | -           | -     | 104     | 7.1        |
| 11-12        | 33        | 25              | 22     | 2     | 16      | -     | 3         | -     | 1           | -     | -     | 2     | 2       | -           | -     | 106     | 7.3        |
| 12-13        | 22        | 19              | 18     | 1     | 13      | -     | 2         | 2     | -           | -     | 1     | 5     | 1       | -           | -     | 84      | 5.8        |
| 13-14        | 25        | 18              | 25     | 1     | 11      | 1     | 1         | -     | -           | -     | -     | 1     | 1       | -           | -     | 84      | 5.8        |
| 14-15        | 19        | 20              | 23     | -     | 18      | 1     | 5         | 2     | 1           | -     | -     | 1     | 1       | -           | -     | 91      | 6.2        |
| 15-16        | 22        | 24              | 27     | 1     | 31      | -     | 6         | 5     | -           | -     | -     | 4     | 3       | -           | -     | 123     | 8.4        |
| 16-17        | 23        | 33              | 23     | 2     | 18      | 1     | 5         | 2     | -           | -     | 1     | 2     | 1       | -           | -     | 111     | 7.6        |
| 17-18        | 20        | 15              | 20     | 1     | 15      | 1     | 7         | 3     | -           | -     | -     | 5     | 2       | -           | -     | 89      | 6.1        |
| 18-19        | 30        | 25              | 24     | 1     | 13      |       | 2         | 1     | 1           | -     | -     | 3     | 1       | -           | -     | 101     | 6.9        |
| 19-20        | 25        | 21              | 16     | -     | 9       | -     | 1         | 1     | -           | -     | -     | 2     | 1       | -           | -     | 76      | 5.2        |
| <b>TOTAL</b> | 363       | 348             | 333    | 12    | 230     | 6     | 60        | 26    | 4           | 1     | 3     | 45    | 27      | 0           | 0     | 1458    | 100.00     |
| <b>%</b>     | 24.90%    | 23.87%          | 22.84% | 0.82% | 15.78%  | 0.41% | 4.12%     | 1.78% | 0.27%       | 0.07% | 0.21% | 3.09% | 1.85%   | 0.00%       | 0.00% | 100.00% |            |

  
 Socorro Mujica Aliaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560



**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |           | 21+000    |             |       |         |       |                 | Ubicacion |             |       |       |         |          | PORCÓN ALTO |        |         |         |  |
|--------------|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|-----------------|-----------|-------------|-------|-------|---------|----------|-------------|--------|---------|---------|--|
| Dia          |           | DOMINGO   |             |       |         | Fecha | 11 DE SETIEMBRE |           |             |       |       | Sentido |          |             | SUBIDA |         |         |  |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural Combi | Micro | Omnibus |       | Camion          |           | Semitrayers |       |       |         | Traylers |             |        | TOTAL   | PORC. % |  |
|              |           |           |             |       | 2E      | 3E    | 2E              | 3E        | 2S2         | 2S3   | 3S2   | >=3S3   | 2T2      | 2T3         | 3T2    |         |         |  |
| 06-07        | 19        | 27        | 33          | -     | 12      | 4     | 5               | 4         | -           | -     | 1     | 4       | 1        | -           | -      | 110     | 7.8     |  |
| 07-08        | 23        | 31        | 28          | 1     | 14      | 1     | 2               | 5         | -           | -     | -     | 6       | 2        | -           | -      | 113     | 8.0     |  |
| 08-09        | 28        | 35        | 29          | 1     | 20      | 2     | 5               | 1         | -           | -     | 1     | 5       | 4        | -           | -      | 131     | 9.2     |  |
| 09-10        | 22        | 38        | 21          | -     | 11      | 5     | 4               | 1         | 1           | -     | -     | 4       | 3        | -           | -      | 110     | 7.8     |  |
| 10-11        | 30        | 26        | 17          | 1     | 13      | 2     | 8               | 4         | -           | -     | -     | 2       | 1        | -           | -      | 104     | 7.3     |  |
| 11-12        | 27        | 21        | 22          | 2     | 9       | 3     | 5               | 2         | 1           | -     | -     | 3       | 2        | -           | -      | 97      | 6.8     |  |
| 12-13        | 30        | 20        | 28          | 1     | 13      | 1     | 3               | 1         | -           | 1     | -     | 1       | 2        | -           | -      | 101     | 7.1     |  |
| 13-14        | 28        | 18        | 24          | 1     | 15      | 3     | 4               | 1         | -           | -     | -     | 4       | 1        | -           | -      | 99      | 7.0     |  |
| 14-15        | 20        | 22        | 21          | 1     | 20      | 1     | 5               | 4         | 1           | -     | -     | 3       | 1        | -           | -      | 99      | 7.0     |  |
| 15-16        | 22        | 23        | 25          | -     | 14      | 3     | 4               | 2         | -           | -     | -     | 5       | 2        | -           | -      | 100     | 7.1     |  |
| 16-17        | 26        | 27        | 27          | -     | 12      | 3     | 7               | 2         | -           | -     | 1     | 2       | 1        | -           | -      | 108     | 7.6     |  |
| 17-18        | 20        | 19        | 22          | 1     | 18      | 1     | 3               | 1         | -           | -     | -     | 4       | -        | -           | -      | 89      | 6.3     |  |
| 18-19        | 24        | 20        | 20          | 1     | 12      | 2     | 4               | 1         | -           | -     | -     | 1       | 2        | -           | -      | 87      | 6.1     |  |
| 19-20        | 18        | 18        | 19          | -     | 11      | 1     | 1               | -         | -           | -     | 1     | 1       | -        | -           | -      | 70      | 4.9     |  |
| <b>TOTAL</b> | 337       | 345       | 336         | 10    | 194     | 32    | 60              | 29        | 3           | 1     | 4     | 45      | 22       | 0           | 0      | 1418    | 100.0   |  |
| <b>%</b>     | 23.77%    | 24.33%    | 23.70%      | 0.71% | 13.68%  | 2.26% | 4.23%           | 2.05%     | 0.21%       | 0.07% | 0.28% | 3.17%   | 1.55%    | 0.00%       | 0.00%  | 100.00% |         |  |

  
 \_\_\_\_\_  
 Name: Socorro Mujica Alunga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

**VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO**

| Tramo        |           | 21+000    |             |       |         |                 | Ubicacion |       |             |       |         |       | PORCÓN ALTO |        |       |         |         |
|--------------|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-----------------|-----------|-------|-------------|-------|---------|-------|-------------|--------|-------|---------|---------|
| Dia          |           | DOMINGO   |             |       | Fecha   | 11 DE SETIEMBRE |           |       |             |       | Sentido |       |             | SUBIDA |       |         |         |
| Hora         | Automovil | Camioneta | Rural Combi | Micro | Omnibus |                 | Camion    |       | Semitrayers |       |         |       | Trayers     |        |       | TOTAL   | PORC. % |
|              |           |           |             |       | 2E      | 3E              | 2E        | 3E    | 2S2         | 2S3   | 3S2     | >=3S3 | 2T2         | 2T3    | 3T2   |         |         |
| 06-07        | 19        | 27        | 33          | -     | 12      | 4               | 5         | 4     | -           | -     | 1       | 4     | 1           | -      | -     | 110     | 7.8     |
| 07-08        | 23        | 31        | 28          | 1     | 14      | 1               | 2         | 5     | -           | -     | -       | 6     | 2           | -      | -     | 113     | 8.0     |
| 08-09        | 28        | 35        | 29          | 1     | 20      | 2               | 5         | 1     | -           | -     | 1       | 5     | 4           | -      | -     | 131     | 9.2     |
| 09-10        | 22        | 38        | 21          | -     | 11      | 5               | 4         | 1     | 1           | -     | -       | 4     | 3           | -      | -     | 110     | 7.8     |
| 10-11        | 30        | 26        | 17          | 1     | 13      | 2               | 8         | 4     | -           | -     | -       | 2     | 1           | -      | -     | 104     | 7.3     |
| 11-12        | 27        | 21        | 22          | 2     | 9       | 3               | 5         | 2     | 1           | -     | -       | 3     | 2           | -      | -     | 97      | 6.8     |
| 12-13        | 30        | 20        | 28          | 1     | 13      | 1               | 3         | 1     | -           | 1     | -       | 1     | 2           | -      | -     | 101     | 7.1     |
| 13-14        | 28        | 18        | 24          | 1     | 15      | 3               | 4         | 1     | -           | -     | -       | 4     | 1           | -      | -     | 99      | 7.0     |
| 14-15        | 20        | 22        | 21          | 1     | 20      | 1               | 5         | 4     | 1           | -     | -       | 3     | 1           | -      | -     | 99      | 7.0     |
| 15-16        | 22        | 23        | 25          | -     | 14      | 3               | 4         | 2     | -           | -     | -       | 5     | 2           | -      | -     | 100     | 7.1     |
| 16-17        | 26        | 27        | 27          | -     | 12      | 3               | 7         | 2     | -           | -     | 1       | 2     | 1           | -      | -     | 108     | 7.6     |
| 17-18        | 20        | 19        | 22          | 1     | 18      | 1               | 3         | 1     | -           | -     | -       | 4     | -           | -      | -     | 89      | 6.3     |
| 18-19        | 24        | 20        | 20          | 1     | 12      | 2               | 4         | 1     | -           | -     | -       | 1     | 2           | -      | -     | 87      | 6.1     |
| 19-20        | 18        | 18        | 19          | -     | 11      | 1               | 1         | -     | -           | -     | 1       | 1     | -           | -      | -     | 70      | 4.9     |
| <b>TOTAL</b> | 337       | 345       | 336         | 10    | 194     | 32              | 60        | 29    | 3           | 1     | 4       | 45    | 22          | 0      | 0     | 1418    | 100.0   |
| <b>%</b>     | 23.77%    | 24.33%    | 23.70%      | 0.71% | 13.68%  | 2.26%           | 4.23%     | 2.05% | 0.21%       | 0.07% | 0.28%   | 3.17% | 1.55%       | 0.00%  | 0.00% | 100.00% |         |

  
 \_\_\_\_\_  
 Name: Socorro Mujica Alzaga  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 35560

Verificación de ancho de calzada.

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Ancho<br/>Calzada<br/>existente (m)</i> | <i>Dg-2018</i>                      | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                   |                          |  | <i>Ancho Calzada<br/>mínima (m)</i> |                                      |
| 20+000.00         | 0.00                     | 6.89                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+020.00         | 20.00                    | 6.74                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+040.00         | 20.00                    | 6.63                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+060.00         | 20.00                    | 6.90                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+080.00         | 20.00                    | 6.71                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+100.00         | 20.00                    | 6.58                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+120.00         | 20.00                    | 6.61                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+140.00         | 20.00                    | 6.76                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+160.00         | 20.00                    | 6.59                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+180.00         | 20.00                    | 6.58                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+200.00         | 20.00                    | 7.73                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+220.00         | 20.00                    | 7.93                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+240.00         | 20.00                    | 7.90                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+260.00         | 20.00                    | 7.74                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+280.00         | 20.00                    | 7.90                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+300.00         | 20.00                    | 6.84                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+320.00         | 20.00                    | 6.90                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+340.00         | 20.00                    | 6.94                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+360.00         | 20.00                    | 6.85                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+380.00         | 20.00                    | 6.87                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+400.00         | 20.00                    | 7.10                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+420.00         | 20.00                    | 7.37                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+440.00         | 20.00                    | 7.47                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+460.00         | 20.00                    | 7.11                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+480.00         | 20.00                    | 7.34                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+500.00         | 20.00                    | 7.74                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+520.00         | 20.00                    | 7.65                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+540.00         | 20.00                    | 7.41                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+560.00         | 20.00                    | 7.75                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+580.00         | 20.00                    | 7.62                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+600.00         | 20.00                    | 6.74                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+620.00         | 20.00                    | 6.76                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+640.00         | 20.00                    | 6.79                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+660.00         | 20.00                    | 6.75                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 20+680.00         | 20.00                    | 6.73                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+700.00         | 20.00                    | 8.70                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+720.00         | 20.00                    | 9.21                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 20+740.00         | 20.00                    | 8.63                                       | 7.20                                | Cumple                               |

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Ancho<br/>Calzada<br/>existente (m)</i> | <i>Dg-2018<br/>Ancho Calzada<br/>minima (m)</i> | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|--|---|--------------------------------------|
| 20+760.00         | 20.00                    | 8.71                                       | 7.20  | Cumple                               |
| 20+780.00         | 20.00                    | 9.18                                       | 7.20  | Cumple                               |
| 20+800.00         | 20.00                    | 8.28                                       | 7.20  | Cumple                               |
| 20+820.00         | 20.00                    | 8.29                                       | 7.20  | Cumple                               |
| 20+840.00         | 20.00                    | 7.15                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 20+860.00         | 20.00                    | 8.29                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 20+880.00         | 20.00                    | 8.26                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 20+900.00         | 20.00                    | 6.61                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 20+920.00         | 20.00                    | 6.58                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 20+940.00         | 20.00                    | 6.52                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 20+960.00         | 20.00                    | 6.62                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 20+980.00         | 20.00                    | 6.55                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+000.00         | 20.00                    | 6.40                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+020.00         | 20.00                    | 6.46                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+040.00         | 20.00                    | 6.52                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+060.00         | 20.00                    | 6.41                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+080.00         | 20.00                    | 6.43                                       | 7.20  | Cumple                               |
| 21+100.00         | 20.00                    | 7.85                                       | 7.20  | Cumple                               |
| 21+120.00         | 20.00                    | 7.68                                       | 7.20  | Cumple                               |
| 21+140.00         | 20.00                    | 7.46                                       | 7.20  | Cumple                               |
| 21+160.00         | 20.00                    | 7.86                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+180.00         | 20.00                    | 7.65                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+200.00         | 20.00                    | 7.06                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+220.00         | 20.00                    | 7.11                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+240.00         | 20.00                    | 7.23                                       | 7.20  | Cumple                               |
| 21+260.00         | 20.00                    | 7.07                                       | 7.20  | Cumple                               |
| 21+280.00         | 20.00                    | 7.08                                       | 7.20  | Cumple                               |
| 21+300.00         | 20.00                    | 6.97                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+320.00         | 20.00                    | 6.87                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+340.00         | 20.00                    | 6.93                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+360.00         | 20.00                    | 6.98                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+380.00         | 20.00                    | 6.84                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+400.00         | 20.00                    | 6.62                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+420.00         | 20.00                    | 6.68                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+440.00         | 20.00                    | 6.70                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+460.00         | 20.00                    | 6.63                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+480.00         | 20.00                    | 6.65                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+500.00         | 20.00                    | 6.62                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+520.00         | 20.00                    | 6.71                                       | 7.20  | No Cumple                            |
| 21+540.00         | 20.00                    | 6.98                                       | 7.20  | No Cumple                            |

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Ancho<br/>Calzada<br/>existente (m)</i> | <i>Dg-2018</i>                      | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                   |                          |  | <i>Ancho Calzada<br/>mínima (m)</i> |                                      |
| 21+560.00         | 20.00                    | 6.63                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+580.00         | 20.00                    | 6.68                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+600.00         | 20.00                    | 7.03                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+620.00         | 20.00                    | 7.24                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 21+640.00         | 20.00                    | 7.20                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+660.00         | 20.00                    | 7.04                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+680.00         | 20.00                    | 7.21                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+700.00         | 20.00                    | 6.74                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+720.00         | 20.00                    | 6.47                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+740.00         | 20.00                    | 6.50                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+760.00         | 20.00                    | 6.75                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+780.00         | 20.00                    | 6.44                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+800.00         | 20.00                    | 6.80                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+820.00         | 20.00                    | 7.16                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+840.00         | 20.00                    | 7.26                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 21+860.00         | 20.00                    | 6.81                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 21+880.00         | 20.00                    | 7.13                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+900.00         | 20.00                    | 7.04                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+920.00         | 20.00                    | 6.92                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+940.00         | 20.00                    | 6.78                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+960.00         | 20.00                    | 7.05                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 21+980.00         | 20.00                    | 6.89                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+000.00         | 20.00                    | 6.81                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+020.00         | 20.00                    | 6.84                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+040.00         | 20.00                    | 6.84                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+060.00         | 20.00                    | 6.82                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+080.00         | 20.00                    | 6.81                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+100.00         | 20.00                    | 6.82                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+120.00         | 20.00                    | 6.84                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+140.00         | 20.00                    | 6.90                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+160.00         | 20.00                    | 6.83                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+180.00         | 20.00                    | 6.81                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+200.00         | 20.00                    | 7.36                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+220.00         | 20.00                    | 7.18                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+240.00         | 20.00                    | 7.13                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+260.00         | 20.00                    | 7.37                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+280.00         | 20.00                    | 7.15                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+300.00         | 20.00                    | 6.93                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+320.00         | 20.00                    | 6.88                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+340.00         | 20.00                    | 6.84                                       | 7.20                                | No Cumple                            |

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Ancho<br/>Calzada<br/>existente (m)</i> | <i>Dg-2018</i>                      | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                   |                          |  | <i>Ancho Calzada<br/>mínima (m)</i> |                                      |
| 22+360.00         | 20.00                    | 6.94                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+380.00         | 20.00                    | 6.85                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+400.00         | 20.00                    | 7.05                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+420.00         | 20.00                    | 7.16                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+440.00         | 20.00                    | 7.25                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+460.00         | 20.00                    | 7.06                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+480.00         | 20.00                    | 7.13                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+500.00         | 20.00                    | 8.01                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+520.00         | 20.00                    | 7.75                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+540.00         | 20.00                    | 8.10                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+560.00         | 20.00                    | 8.02                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+580.00         | 20.00                    | 7.72                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+600.00         | 20.00                    | 7.26                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+620.00         | 20.00                    | 7.16                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+640.00         | 20.00                    | 7.12                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+660.00         | 20.00                    | 7.27                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+680.00         | 20.00                    | 7.13                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+700.00         | 20.00                    | 7.30                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+720.00         | 20.00                    | 7.39                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+740.00         | 20.00                    | 7.46                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+760.00         | 20.00                    | 7.31                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+780.00         | 20.00                    | 7.36                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+800.00         | 20.00                    | 7.56                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+820.00         | 20.00                    | 7.18                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+840.00         | 20.00                    | 6.95                                       | 7.20                                | No Cumple                            |
| 22+860.00         | 20.00                    | 7.57                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+880.00         | 20.00                    | 7.15                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+900.00         | 20.00                    | 7.68                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+920.00         | 20.00                    | 8.05                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+940.00         | 20.00                    | 8.02                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+960.00         | 20.00                    | 7.69                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 22+980.00         | 20.00                    | 8.02                                       | 7.20                                | Cumple                               |
| 23+000.00         | 20.00                    | 7.79                                       | 7.20                                | Cumple                               |



Verificación de bermas.

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Ancho Bermas existente</i> |                             |                            | <i>Dg-2018</i>                     | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
|                   |                          | <i>Berma<br/>Izquierda(m)</i> | <i>Berma<br/>Derecha(m)</i> | <i>Total<br/>Bermas(m)</i> | <i>Ancho Bermas<br/>mínima (m)</i> |                                      |
| 20+000.00         | 0.00                     | 0.91                          | 0.35                        | 1.26                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+020.00         | 20.00                    | 0.53                          | 0.48                        | 0.53                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+040.00         | 20.00                    | 0.25                          | 0.65                        | 0.23                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+060.00         | 20.00                    | 0.40                          | 0.68                        | 0.40                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+080.00         | 20.00                    | 0.55                          | 0.63                        | 0.57                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+100.00         | 20.00                    | 0.71                          | 0.60                        | 0.71                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+120.00         | 20.00                    | 0.88                          | 0.59                        | 0.86                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+140.00         | 20.00                    | 0.86                          | 0.49                        | 0.86                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+160.00         | 20.00                    | 0.85                          | 0.36                        | 0.87                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+180.00         | 20.00                    | 1.16                          | 0.46                        | 1.16                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+200.00         | 20.00                    | 0.93                          | 0.45                        | 0.91                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+220.00         | 20.00                    | 0.84                          | 0.45                        | 0.84                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+240.00         | 20.00                    | 1.41                          | 0.47                        | 1.43                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+260.00         | 20.00                    | 0.81                          | 0.48                        | 0.81                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+280.00         | 20.00                    | 0.42                          | 0.30                        | 0.40                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+300.00         | 20.00                    | 0.23                          | 0.18                        | 0.23                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+320.00         | 20.00                    | 0.27                          | 0.21                        | 0.29                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+340.00         | 20.00                    | 0.33                          | 0.27                        | 0.00                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+360.00         | 20.00                    | 0.34                          | 0.29                        | 0.32                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+380.00         | 20.00                    | 0.49                          | 0.37                        | 0.49                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+400.00         | 20.00                    | 0.57                          | 0.52                        | 0.59                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+420.00         | 20.00                    | 0.56                          | 0.46                        | 0.56                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+440.00         | 20.00                    | 0.47                          | 0.44                        | 0.45                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+460.00         | 20.00                    | 0.51                          | 0.33                        | 0.51                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+480.00         | 20.00                    | 0.71                          | 0.33                        | 0.73                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+500.00         | 20.00                    | 0.75                          | 0.45                        | 0.75                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+520.00         | 20.00                    | 0.48                          | 0.48                        | 0.46                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+540.00         | 20.00                    | 0.46                          | 0.46                        | 0.46                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+560.00         | 20.00                    | 0.45                          | 0.40                        | 0.47                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+580.00         | 20.00                    | 0.37                          | 0.42                        | 0.37                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+600.00         | 20.00                    | 0.28                          | 0.40                        | 0.26                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+620.00         | 20.00                    | 0.18                          | 0.37                        | 0.18                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+640.00         | 20.00                    | 0.29                          | 0.40                        | 0.31                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+660.00         | 20.00                    | 0.54                          | 0.57                        | 0.54                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+680.00         | 20.00                    | 0.78                          | 0.57                        | 0.76                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+700.00         | 20.00                    | 0.52                          | 0.79                        | 0.52                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+720.00         | 20.00                    | 0.30                          | 0.87                        | 0.32                       | 3.00                               | No Cumple                            |

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Ancho Bermas existente</i> |                             |                            | <i>Dg-2018</i>                     | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
|                   |                          | <i>Berma<br/>Izquierda(m)</i> | <i>Berma<br/>Derecha(m)</i> | <i>Total<br/>Bermas(m)</i> | <i>Ancho Bermas<br/>minima (m)</i> |                                      |
| 20+740.00         | 20.00                    | 0.43                          | 0.58                        | 0.43                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+760.00         | 20.00                    | 0.60                          | 0.65                        | 0.58                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+780.00         | 20.00                    | 0.42                          | 0.41                        | 0.42                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+800.00         | 20.00                    | 0.41                          | 0.64                        | 0.43                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+820.00         | 20.00                    | 1.01                          | 0.41                        | 1.01                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+840.00         | 20.00                    | 0.83                          | 0.60                        | 0.81                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+860.00         | 20.00                    | 0.97                          | 0.60                        | 0.97                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+880.00         | 20.00                    | 1.04                          | 0.68                        | 1.06                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+900.00         | 20.00                    | 1.13                          | 0.79                        | 1.13                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+920.00         | 20.00                    | 1.18                          | 0.85                        | 1.16                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+940.00         | 20.00                    | 1.20                          | 0.90                        | 1.20                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+960.00         | 20.00                    | 1.20                          | 0.87                        | 1.22                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 20+980.00         | 20.00                    | 1.19                          | 0.82                        | 1.19                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+000.00         | 20.00                    | 1.13                          | 0.74                        | 1.11                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+020.00         | 20.00                    | 1.04                          | 0.68                        | 1.04                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+040.00         | 20.00                    | 0.98                          | 0.67                        | 1.00                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+060.00         | 20.00                    | 1.07                          | 0.91                        | 1.07                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+080.00         | 20.00                    | 0.94                          | 0.78                        | 0.92                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+100.00         | 20.00                    | 0.91                          | 0.52                        | 0.91                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+120.00         | 20.00                    | 0.91                          | 0.38                        | 0.93                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+140.00         | 20.00                    | 0.73                          | 0.43                        | 0.73                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+160.00         | 20.00                    | 0.76                          | 0.52                        | 0.74                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+180.00         | 20.00                    | 0.60                          | 0.57                        | 0.60                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+200.00         | 20.00                    | 0.46                          | 0.73                        | 0.48                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+220.00         | 20.00                    | 0.58                          | 0.70                        | 0.58                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+240.00         | 20.00                    | 0.62                          | 0.82                        | 0.60                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+260.00         | 20.00                    | 0.46                          | 0.87                        | 0.46                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+280.00         | 20.00                    | 0.61                          | 0.94                        | 0.63                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+300.00         | 20.00                    | 0.68                          | 0.61                        | 0.68                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+320.00         | 20.00                    | 0.66                          | 0.53                        | 0.64                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+340.00         | 20.00                    | 0.73                          | 0.24                        | 0.73                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+360.00         | 20.00                    | 0.60                          | 0.32                        | 0.62                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+380.00         | 20.00                    | 0.54                          | 0.42                        | 0.54                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+400.00         | 20.00                    | 0.46                          | 0.55                        | 0.44                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+420.00         | 20.00                    | 0.42                          | 0.52                        | 0.42                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+440.00         | 20.00                    | 0.42                          | 0.53                        | 0.44                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+460.00         | 20.00                    | 0.48                          | 0.55                        | 0.48                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+480.00         | 20.00                    | 0.50                          | 0.53                        | 0.48                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+500.00         | 20.00                    | 0.51                          | 0.49                        | 0.51                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+520.00         | 20.00                    | 0.42                          | 0.35                        | 0.44                       | 3.00                               | No Cumple                            |



| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Ancho Bermas existente</i> |                             |                            | <i>Dg-2018</i>                     | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
|                   |                          | <i>Berma<br/>Izquierda(m)</i> | <i>Berma<br/>Derecha(m)</i> | <i>Total<br/>Bermas(m)</i> | <i>Ancho Bermas<br/>minima (m)</i> |                                      |
| 21+540.00         | 20.00                    | 0.65                          | 0.55                        | 0.65                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+560.00         | 20.00                    | 0.81                          | 0.50                        | 0.79                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+580.00         | 20.00                    | 0.68                          | 1.13                        | 0.68                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+600.00         | 20.00                    | 0.65                          | 1.08                        | 0.67                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+620.00         | 20.00                    | 0.86                          | 0.96                        | 0.86                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+640.00         | 20.00                    | 0.73                          | 0.98                        | 0.71                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+660.00         | 20.00                    | 0.78                          | 0.72                        | 0.78                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+680.00         | 20.00                    | 0.63                          | 0.92                        | 0.65                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+700.00         | 20.00                    | 0.73                          | 0.70                        | 0.73                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+720.00         | 20.00                    | 0.49                          | 0.54                        | 0.47                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+740.00         | 20.00                    | 0.54                          | 0.47                        | 0.54                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+760.00         | 20.00                    | 0.61                          | 0.49                        | 0.63                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+780.00         | 20.00                    | 0.67                          | 0.55                        | 0.67                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+800.00         | 20.00                    | 0.75                          | 0.30                        | 0.73                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+820.00         | 20.00                    | 0.80                          | 0.01                        | 0.80                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+840.00         | 20.00                    | 0.90                          | 0.22                        | 0.92                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+860.00         | 20.00                    | 0.91                          | 0.08                        | 0.91                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+880.00         | 20.00                    | 0.88                          | 0.12                        | 0.86                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+900.00         | 20.00                    | 0.82                          | 0.26                        | 0.82                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+920.00         | 20.00                    | 0.81                          | 0.43                        | 0.83                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+940.00         | 20.00                    | 0.82                          | 0.63                        | 0.82                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+960.00         | 20.00                    | 0.77                          | 0.72                        | 0.75                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 21+980.00         | 20.00                    | 0.70                          | 0.75                        | 0.70                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+000.00         | 20.00                    | 0.67                          | 0.82                        | 0.69                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+020.00         | 20.00                    | 0.71                          | 0.88                        | 0.71                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+040.00         | 20.00                    | 0.75                          | 0.87                        | 0.73                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+060.00         | 20.00                    | 0.77                          | 0.85                        | 0.77                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+080.00         | 20.00                    | 0.82                          | 0.86                        | 0.84                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+100.00         | 20.00                    | 0.90                          | 0.90                        | 0.90                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+120.00         | 20.00                    | 0.94                          | 0.90                        | 0.92                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+140.00         | 20.00                    | 0.88                          | 0.80                        | 0.88                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+160.00         | 20.00                    | 0.77                          | 0.77                        | 0.79                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+180.00         | 20.00                    | 0.76                          | 0.69                        | 0.76                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+200.00         | 20.00                    | 0.89                          | 0.66                        | 0.87                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+220.00         | 20.00                    | 1.09                          | 0.83                        | 1.09                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+240.00         | 20.00                    | 1.05                          | 0.92                        | 1.07                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+260.00         | 20.00                    | 0.93                          | 0.92                        | 0.93                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+280.00         | 20.00                    | 0.78                          | 0.86                        | 0.76                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+300.00         | 20.00                    | 0.62                          | 0.70                        | 0.62                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+320.00         | 20.00                    | 0.70                          | 0.70                        | 0.72                       | 3.00                               | No Cumple                            |

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Ancho Bermas existente</i> |                             |                            | <i>Dg-2018</i>                     | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
|                   |                          | <i>Berma<br/>Izquierda(m)</i> | <i>Berma<br/>Derecha(m)</i> | <i>Total<br/>Bermas(m)</i> | <i>Ancho Bermas<br/>minima (m)</i> |                                      |
| 22+340.00         | 20.00                    | 0.78                          | 0.74                        | 0.78                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+360.00         | 20.00                    | 0.76                          | 0.78                        | 0.74                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+380.00         | 20.00                    | 0.72                          | 0.75                        | 0.72                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+400.00         | 20.00                    | 0.73                          | 0.76                        | 0.75                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+420.00         | 20.00                    | 0.76                          | 0.79                        | 0.76                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+440.00         | 20.00                    | 0.74                          | 0.78                        | 0.72                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+460.00         | 20.00                    | 0.63                          | 0.79                        | 0.63                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+480.00         | 20.00                    | 0.66                          | 0.78                        | 0.68                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+500.00         | 20.00                    | 0.53                          | 0.62                        | 0.53                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+520.00         | 20.00                    | 0.50                          | 0.66                        | 0.48                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+540.00         | 20.00                    | 0.51                          | 0.43                        | 0.51                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+560.00         | 20.00                    | 0.64                          | 0.33                        | 0.66                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+580.00         | 20.00                    | 0.64                          | 0.39                        | 0.64                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+600.00         | 20.00                    | 0.66                          | 0.36                        | 0.64                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+620.00         | 20.00                    | 0.67                          | 0.31                        | 0.67                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+640.00         | 20.00                    | 0.70                          | 0.34                        | 0.72                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+660.00         | 20.00                    | 0.74                          | 0.45                        | 0.74                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+680.00         | 20.00                    | 0.74                          | 0.52                        | 0.72                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+700.00         | 20.00                    | 0.72                          | 0.56                        | 0.72                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+720.00         | 20.00                    | 0.74                          | 0.65                        | 0.76                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+740.00         | 20.00                    | 0.78                          | 0.75                        | 0.78                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+760.00         | 20.00                    | 0.62                          | 0.62                        | 0.60                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+780.00         | 20.00                    | 0.60                          | 0.39                        | 0.60                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+800.00         | 20.00                    | 0.71                          | 0.41                        | 0.73                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+820.00         | 20.00                    | 0.83                          | 0.28                        | 0.83                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+840.00         | 20.00                    | 0.65                          | 0.21                        | 0.63                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+860.00         | 20.00                    | 0.45                          | 0.21                        | 0.45                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+880.00         | 20.00                    | 0.47                          | 0.35                        | 0.49                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+900.00         | 20.00                    | 0.52                          | 0.37                        | 0.52                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+920.00         | 20.00                    | 0.62                          | 0.44                        | 0.60                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+940.00         | 20.00                    | 0.43                          | 0.25                        | 0.43                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+960.00         | 20.00                    | 0.53                          | 0.25                        | 0.55                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 22+980.00         | 20.00                    | 0.53                          | 0.83                        | 0.53                       | 3.00                               | No Cumple                            |
| 23+000.00         | 20.00                    | 0.51                          | 0.79                        | 0.49                       | 3.00                               | No Cumple                            |

Verificación de berma.

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Bombeo (%)</i> | <i>Dg-2018</i>    | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
|                   |                          |                   | <i>Bombeo (%)</i> |                                      |
| 20+000.00         | 20.00                    | 1.55              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+020.00         | 20.00                    | 1.60              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+040.00         | 20.00                    | 2.00              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+060.00         | 20.00                    | 2.10              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+080.00         | 20.00                    | 2.15              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+100.00         | 20.00                    | 1.30              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+120.00         | 20.00                    | 2.05              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+140.00         | 20.00                    | 0.94              | 2.50              | No Cumple                            |
| C1                |                          |                   |                   |                                      |
| 20+280.00         | 20.00                    | 1.28              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+300.00         | 20.00                    | 2.74              | 2.50              | Cumple                               |
| 20+320.00         | 20.00                    | 3.12              | 2.50              | Cumple                               |
| 20+340.00         | 20.00                    | 3.20              | 2.50              | Cumple                               |
| 20+360.00         | 20.00                    |                   | 2.50              | No Cumple                            |
| C2                |                          |                   |                   |                                      |
| 20+480.00         | 20.00                    | 2.78              | 2.50              | Cumple                               |
| C3                |                          |                   |                   |                                      |
| 20+560.00         | 20.00                    | 1.56              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+580.00         | 20.00                    | 1.67              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+600.00         | 20.00                    | 1.42              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+620.00         | 20.00                    | 3.45              | 2.50              | Cumple                               |
| 20+640.00         | 20.00                    | 3.45              | 2.50              | Cumple                               |
| 20+660.00         | 20.00                    | 2.61              | 2.50              | Cumple                               |
| C4                |                          |                   |                   |                                      |
| 20+760.00         | 20.00                    | 1.50              | 2.50              | No Cumple                            |
| C5                |                          |                   |                   |                                      |
| 20+860.00         | 20.00                    | 1.53              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+880.00         | 20.00                    | 1.82              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+900.00         | 20.00                    | 1.77              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+920.00         | 20.00                    | 3.82              | 2.50              | Cumple                               |
| 20+940.00         | 20.00                    | 2.18              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+960.00         | 20.00                    | 2.17              | 2.50              | No Cumple                            |
| 20+980.00         | 20.00                    | 2.14              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+000.00         | 20.00                    | 3.02              | 2.50              | Cumple                               |
| 21+020.00         | 20.00                    | 2.11              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+040.00         | 20.00                    | 2.84              | 2.50              | Cumple                               |
| 21+060.00         | 20.00                    | 2.89              | 2.50              | Cumple                               |
| C6                |                          |                   |                   |                                      |

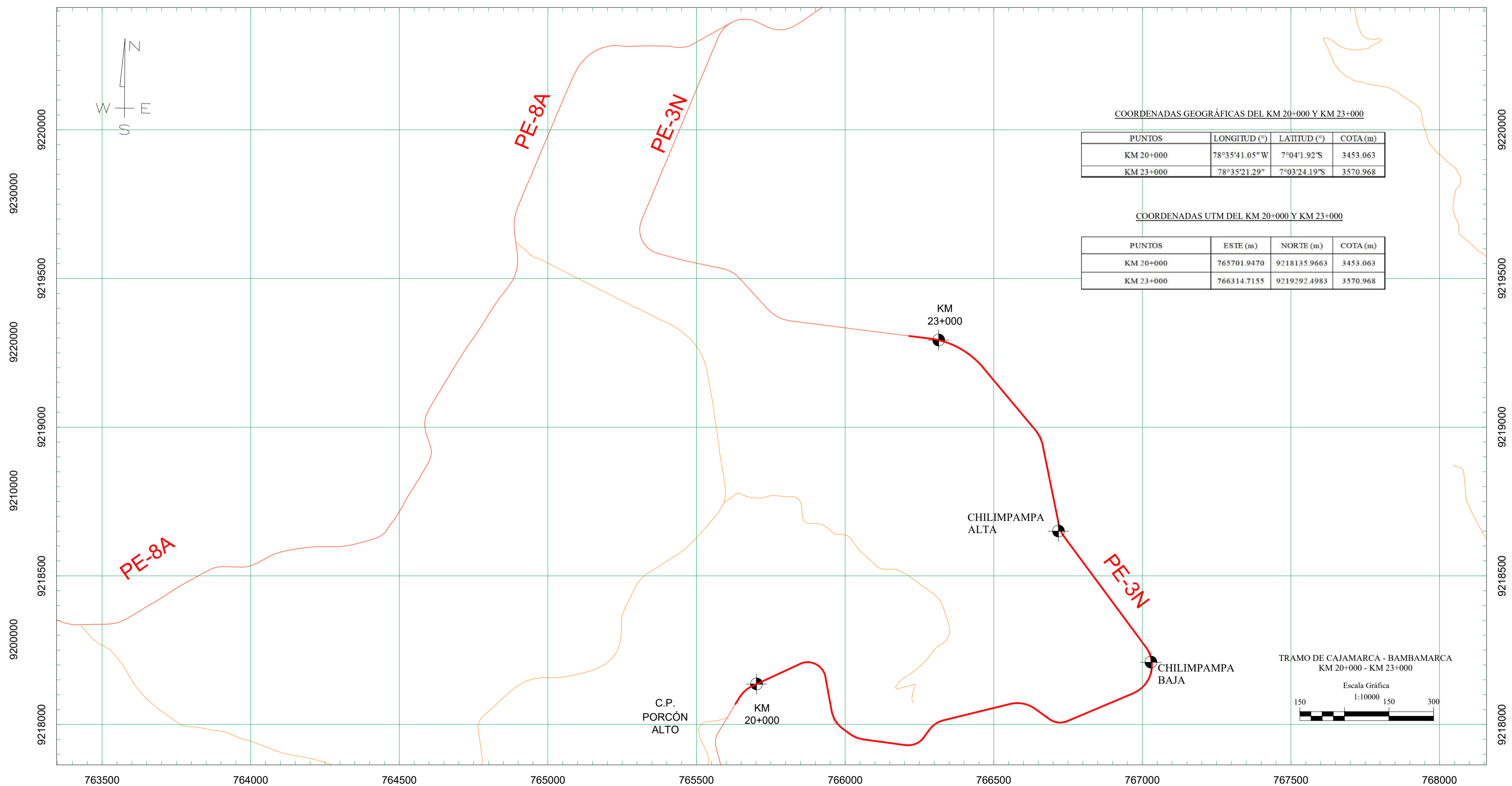
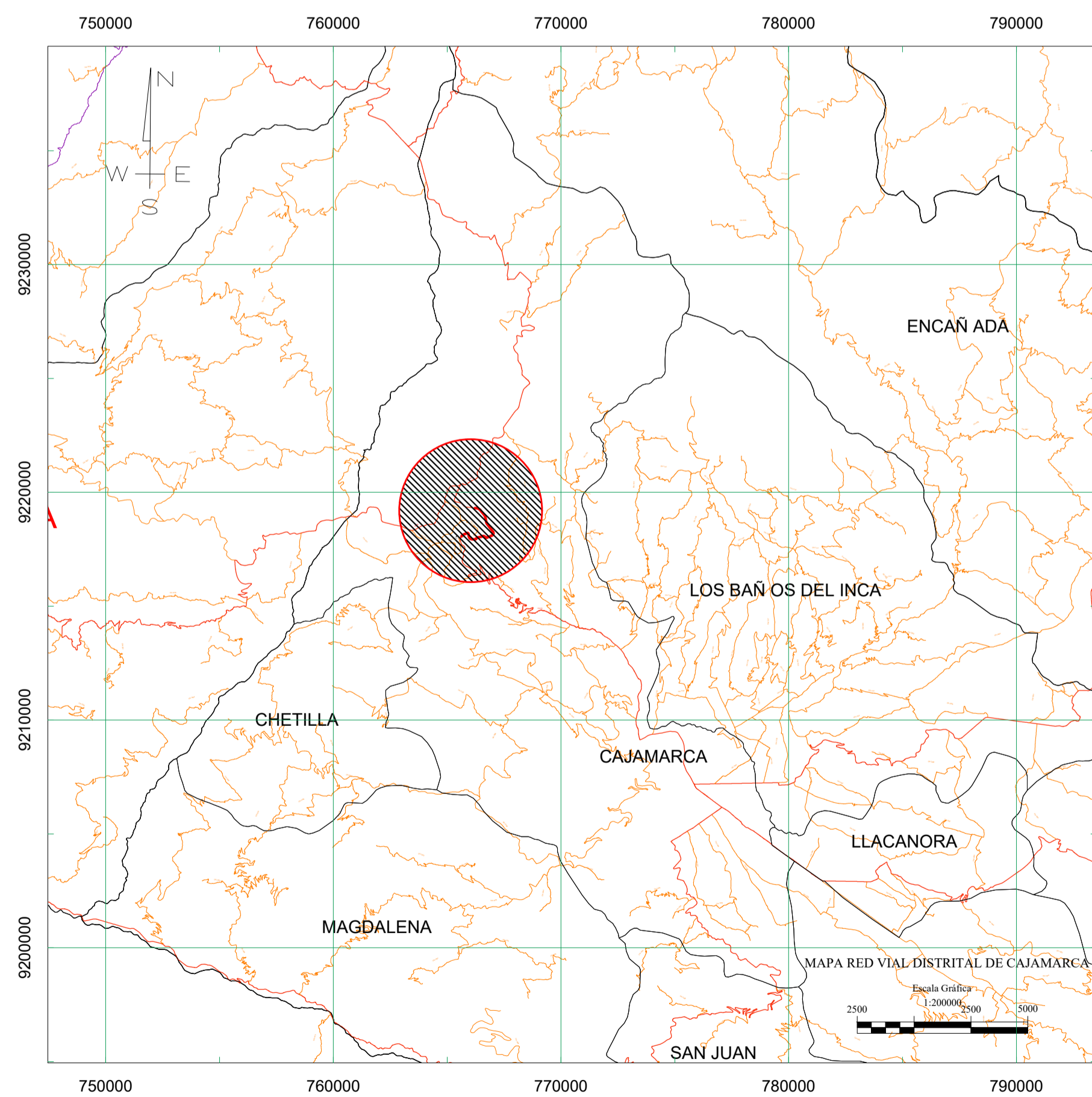
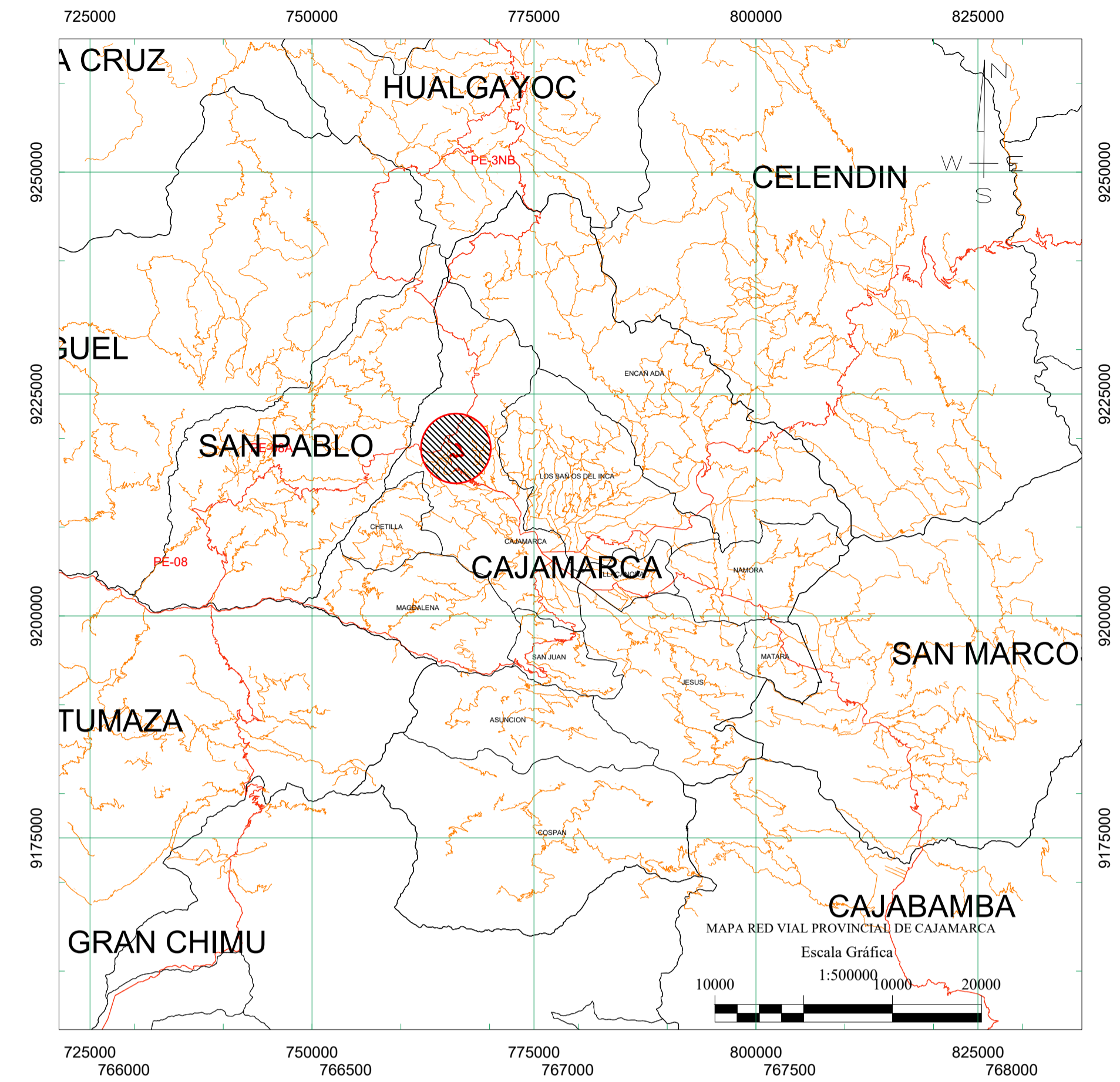
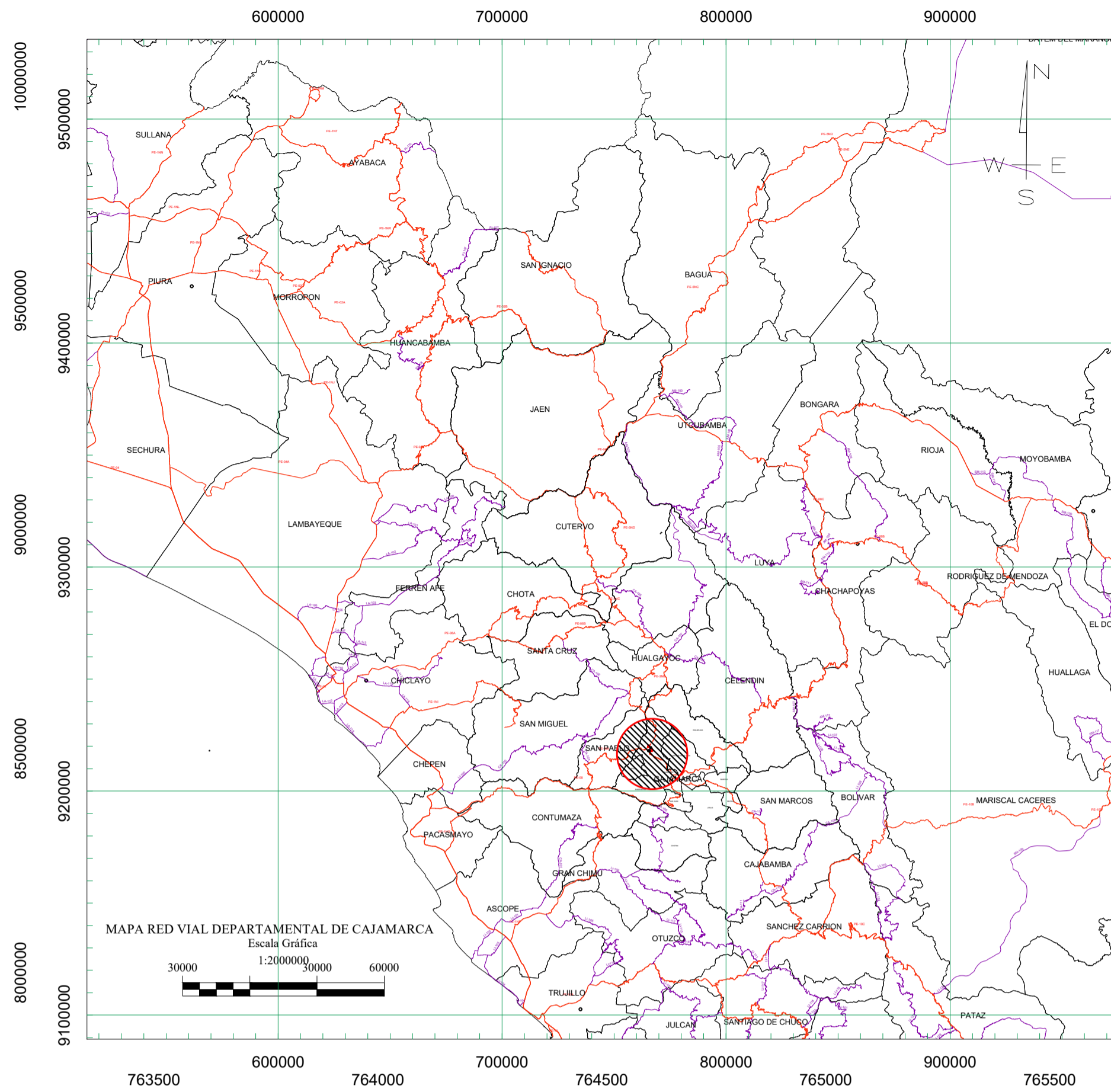
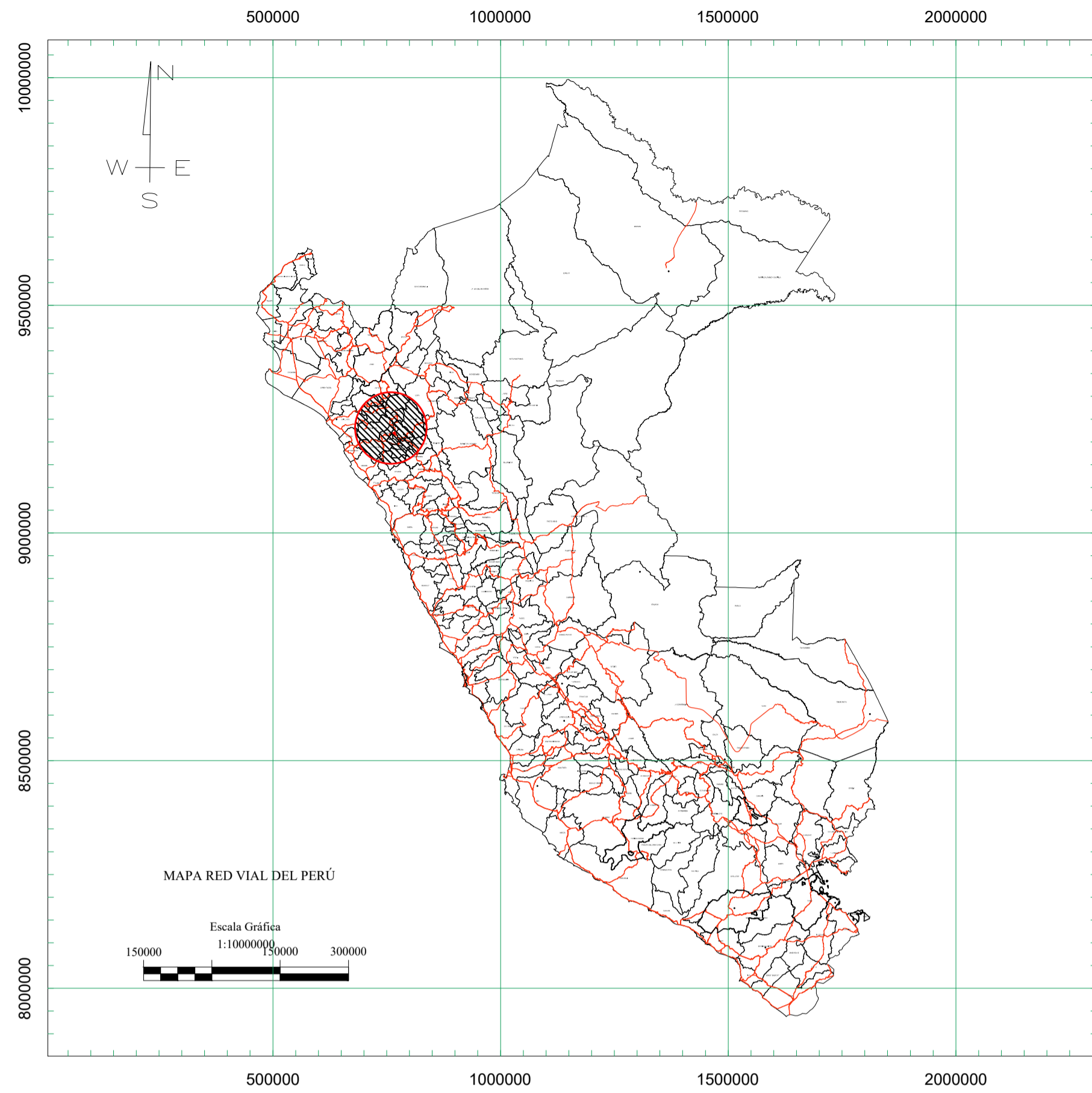
| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Bombeo (%)</i> | <i>Dg-2018</i>    | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
|                   |                          |                   | <i>Bombeo (%)</i> |                                      |
| 21+180.00         | 20.00                    | 2.54              | 2.50              | Cumple                               |
| 21+200.00         | 20.00                    | 2.56              | 2.50              | Cumple                               |
| C7                |                          |                   |                   |                                      |
| 21+300.00         | 20.00                    | 2.43              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+320.00         | 20.00                    | 1.81              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+340.00         | 20.00                    | 1.45              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+360.00         | 20.00                    | 1.38              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+380.00         | 20.00                    | 2.03              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+400.00         | 20.00                    | 2.04              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+420.00         | 20.00                    | 1.83              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+440.00         | 20.00                    | 1.83              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+460.00         | 20.00                    | 1.84              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+480.00         | 20.00                    | 2.22              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+500.00         | 20.00                    | 1.66              | 2.50              | No Cumple                            |
| C8                |                          |                   |                   |                                      |
| 21+720.00         | 20.00                    | 2.44              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+740.00         | 20.00                    | 2.30              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+760.00         | 20.00                    | 2.29              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+780.00         | 20.00                    | 1.42              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+800.00         | 20.00                    | 1.23              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+820.00         | 20.00                    | 2.03              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+840.00         | 20.00                    | 2.01              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+860.00         | 20.00                    | 1.65              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+880.00         | 20.00                    | 2.53              | 2.50              | Cumple                               |
| 21+900.00         | 20.00                    | 1.02              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+920.00         | 20.00                    | 1.54              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+940.00         | 20.00                    | 1.45              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+960.00         | 20.00                    | 1.65              | 2.50              | No Cumple                            |
| 21+980.00         | 20.00                    | 1.99              | 2.50              | No Cumple                            |
| 22+000.00         | 20.00                    | 2.00              | 2.50              | No Cumple                            |
| 22+020.00         | 20.00                    | 2.47              | 2.50              | No Cumple                            |
| 22+040.00         | 20.00                    | 2.34              | 2.50              | No Cumple                            |
| 22+060.00         | 20.00                    | 2.66              | 2.50              | Cumple                               |
| 22+080.00         | 20.00                    | 1.98              | 2.50              | No Cumple                            |
| 22+100.00         | 20.00                    | 1.65              | 2.50              | No Cumple                            |
| 22+120.00         | 20.00                    | 1.66              | 2.50              | No Cumple                            |
| 22+140.00         | 20.00                    | 2.34              | 2.50              | No Cumple                            |
| C9                |                          |                   |                   |                                      |
| 22+240.00         | 20.00                    | 1.78              | 2.50              | No Cumple                            |
| 22+280.00         | 20.00                    | 0.95              | 2.50              | No Cumple                            |
| 22+300.00         | 20.00                    | 1.88              | 2.50              | No Cumple                            |

| <i>Progresiva</i> | <i>Distancia<br/>(m)</i> | <i>Bombeo (%)</i> | <i>Dg-2018<br/>Bombeo (%)</i> | <i>Condición de<br/>Verificación</i> |
|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| 22+320.00         | 20.00                    | 2.54              | 2.50                          | Cumple                               |
| 22+340.00         | 20.00                    | 2.55              | 2.50                          | Cumple                               |
| 22+360.00         | 20.00                    | 1.76              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+380.00         | 20.00                    | 1.75              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+400.00         | 20.00                    | 1.75              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+420.00         | 20.00                    | 1.79              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+440.00         | 20.00                    | 1.75              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+460.00         | 20.00                    | 1.80              | 2.50                          | No Cumple                            |
| C10               |                          |                   |                               |                                      |
| 22+560.00         | 20.00                    | 2.26              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+580.00         | 20.00                    | 2.27              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+600.00         | 20.00                    | 2.46              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+620.00         | 20.00                    | 1.84              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+640.00         | 20.00                    | 2.20              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+660.00         | 20.00                    | 2.01              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+680.00         | 20.00                    | 1.66              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+700.00         | 20.00                    | 1.42              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+720.00         | 20.00                    | 1.54              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+740.00         | 20.00                    | 1.92              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+760.00         | 20.00                    | 2.51              | 2.50                          | Cumple                               |
| 22+780.00         | 20.00                    | 2.04              | 2.50                          | No Cumple                            |
| 22+800.00         | 20.00                    | 1.62              | 2.50                          | No Cumple                            |

## **ANEXO III**

# **PLANOS**





UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS:  
SEGURIDAD VIAL Y LA CONSISTENCIA DE DISEÑO  
DE LA CARRETERA CAJAMARCA - BAMBAMARCA  
KM 20+000 - KM 23+000, 2022

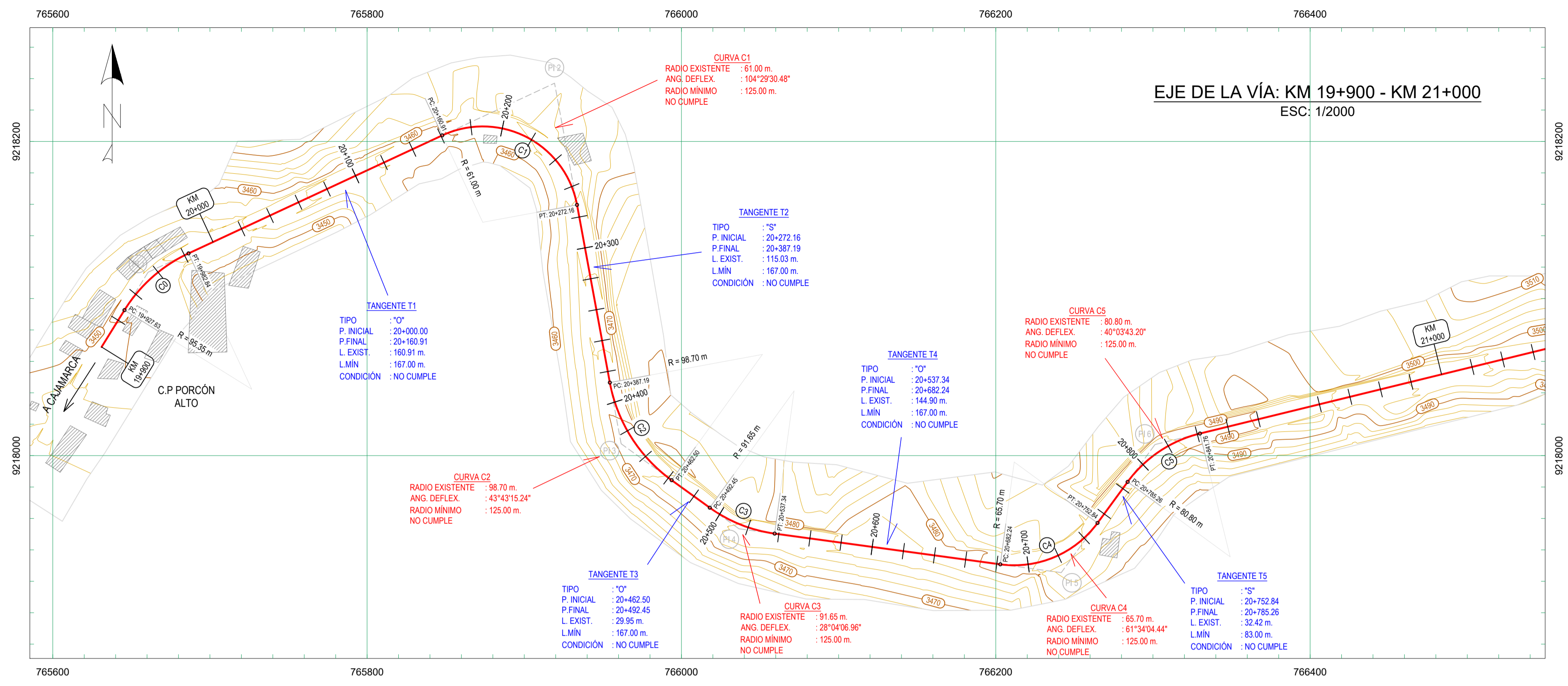
AUTORA: CHÁVEZ DIAZ, INGRICH FILEA  
ASESOR: ING. CASTAÑEDA GAMBOA, ROGELIO

PLANO:  
PLANO DE UBICACIÓN

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
PROVINCIA: CAJAMARCA  
DISTRITO: CAJAMARCA  
CENTRO POBLADO: PORCÓN ALTO  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2022

PLANO N°:  
U-01





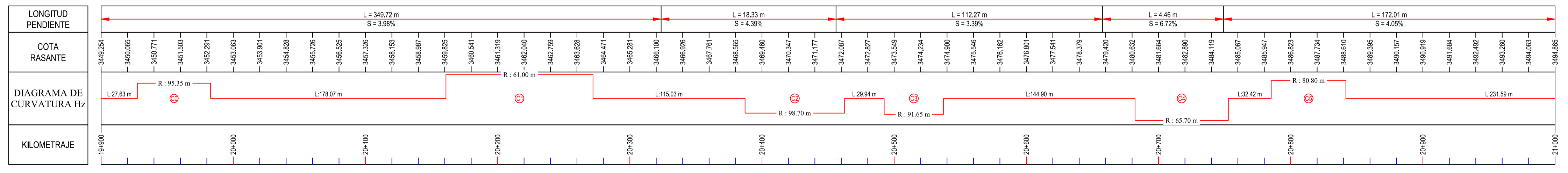
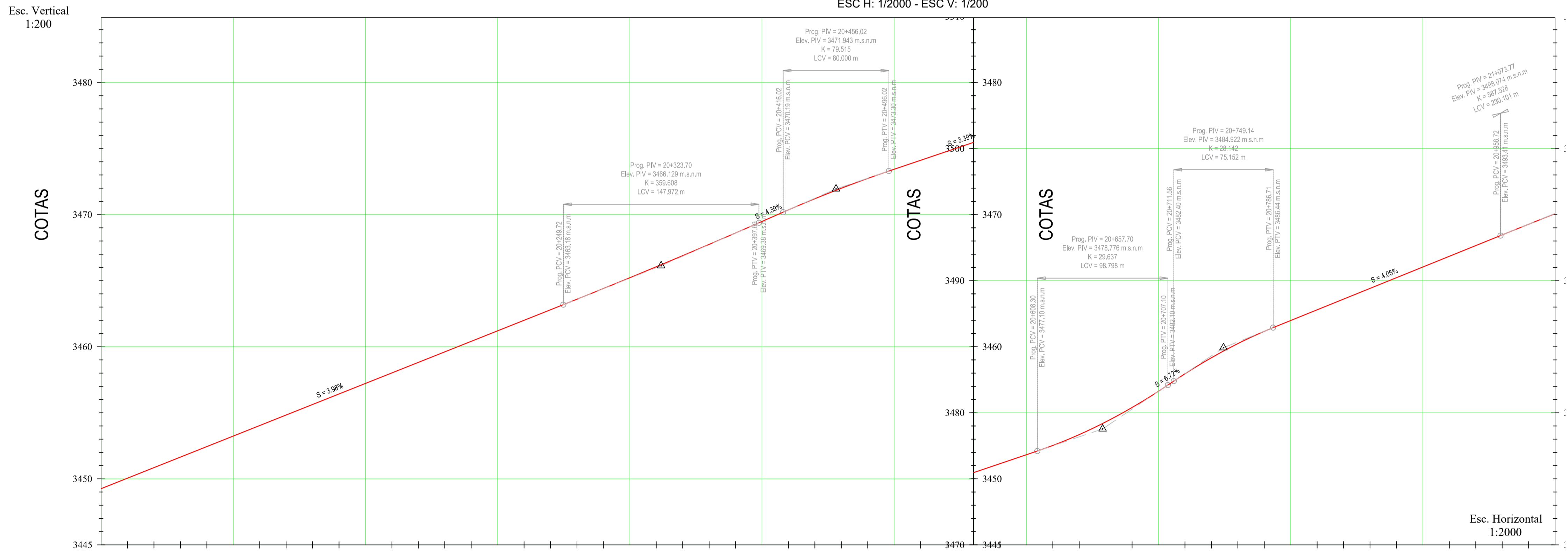
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA EXISTENTES EN LA CARRETERA EN ESTUDIO

| CURVA | Progresiva |           | CARACTERÍSTICAS EXISTENTES EN LA CARRETERA |        |        |         |        |       |       |       |                  |
|-------|------------|-----------|--|--------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|------------------|
|       | Inicial    | Final     | Δ (°)                                      | R (m)  | T (m)  | L.C (m) | L (m)  | M (m) | E (m) | P(%)  | Sa (m) Existente |
| C0    | 19+927.63  | 19+982.84 | 33°10'22.80"                               | 95.35  | 28.40  | 54.44   | 55.21  | 3.97  | 4.14  | 5.90% | 0.00             |
| C1    | 20+160.91  | 20+272.16 | 104°29'30.48"                              | 61.00  | 78.77  | 96.46   | 111.25 | 23.65 | 38.63 | 6.25% | 0.44             |
| C2    | 20+387.19  | 20+462.50 | 43°43'15.24"                               | 98.70  | 39.60  | 73.50   | 75.32  | 7.10  | 7.65  | 5.25% | 0.15             |
| C3    | 20+492.45  | 20+537.34 | 28°44'06.96"                               | 91.65  | 22.91  | 44.45   | 44.90  | 2.74  | 2.82  | 4.80% | 0.10             |
| C4    | 20+682.24  | 20+752.84 | 61°34'44.44"                               | 65.70  | 39.14  | 67.25   | 70.60  | 9.26  | 10.78 | 6.30% | 1.20             |
| C5    | 20+785.26  | 20+841.76 | 40°34'43.20"                               | 80.80  | 29.46  | 55.35   | 56.50  | 4.89  | 5.20  | 5.45% | 0.61             |
| C6    | 21+073.35  | 21+161.52 | 49°24'21.96"                               | 102.25 | 47.04  | 85.46   | 88.17  | 9.36  | 10.30 | 5.20% | 0.24             |
| C7    | 21+222.43  | 21+282.77 | 58°29'56.40"                               | 59.10  | 33.10  | 57.75   | 60.34  | 7.54  | 8.64  | 6.10% | 0.39             |
| C8    | 21+526.41  | 21+710.17 | 103°40'52.32"                              | 101.55 | 129.24 | 159.70  | 183.76 | 38.81 | 62.81 | 5.15% | 0.04             |
| C9    | 22+172.52  | 22+216.80 | 25°25'59.64"                               | 101.30 | 22.50  | 43.94   | 44.29  | 2.41  | 2.47  | 5.30% | 0.04             |
| C10   | 22+485.65  | 22+551.46 | 28°26'23.28"                               | 132.60 | 33.60  | 65.14   | 65.82  | 4.06  | 4.19  | 4.80% | 0.29             |
| C11   | 22+819.61  | 23+031.00 | 42°51'54.72"                               | 282.55 | 110.92 | 206.49  | 211.39 | 19.54 | 20.99 | 4.80% | 0.42             |

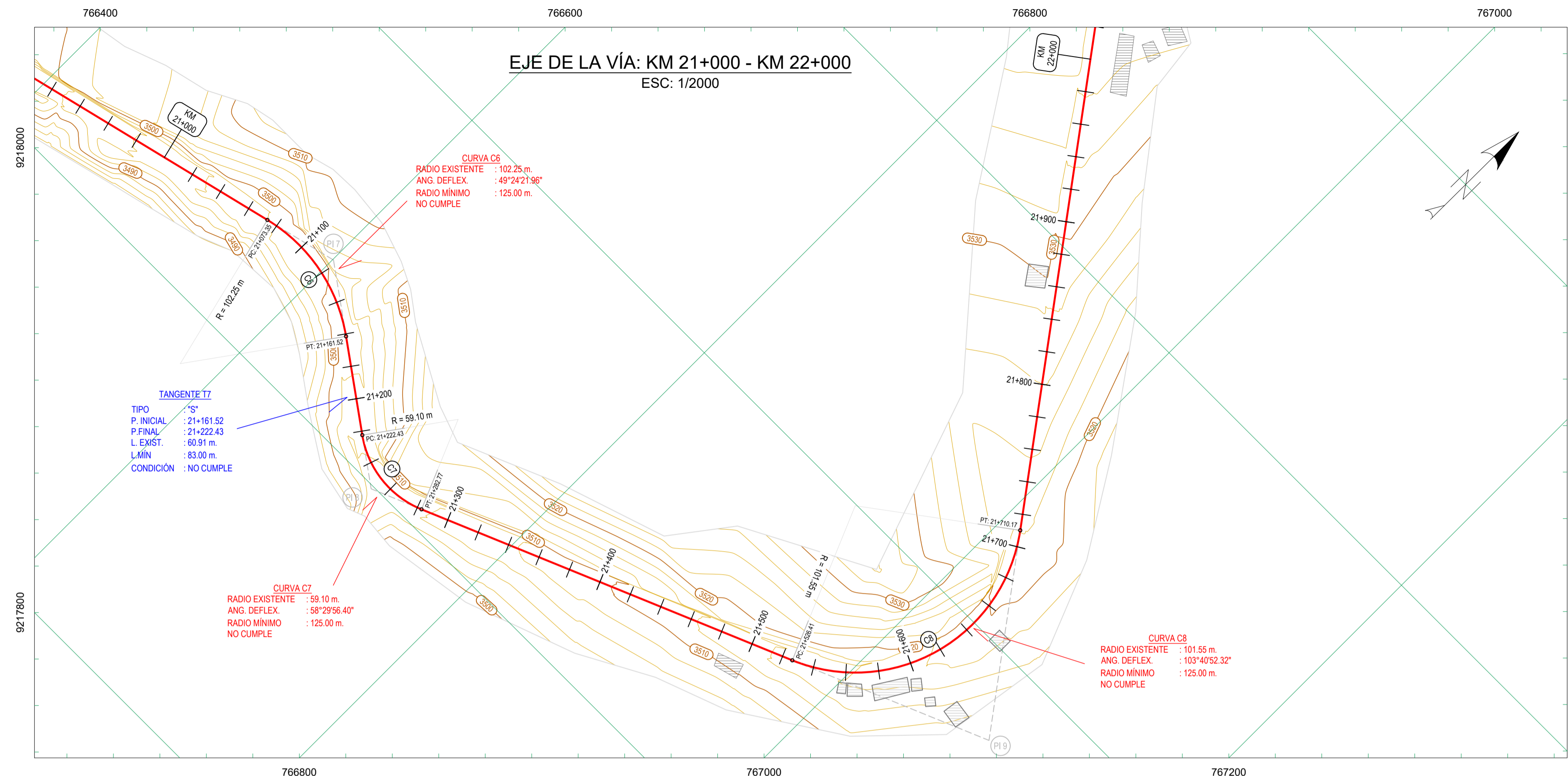
PROGRESIVAS Y COORDENADAS

| Nº DE CURVA | PC        | PI        | PT        | PC                                  | PI                                  | PT                                  |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| C0          | 19+927.63 | 19+956.03 | 19+982.84 | E = 765645.6365<br>N = 9218092.6273 | E = 765660.6344<br>N = 9218116.7449 | E = 765686.3844<br>N = 9218128.7255 |
| C1          | 20+160.91 | 20+239.68 | 20+272.16 | E = 765847.8378<br>N = 9218203.8442 | E = 765919.2570<br>N = 9218237.0731 | E = 765933.5566<br>N = 9218159.6109 |
| C2          | 20+387.19 | 20+426.79 | 20+462.50 | E = 765954.4387<br>N = 9218046.4902 | E = 765961.6271<br>N = 9218007.5501 | E = 765993.7356<br>N = 9217984.3757 |
| C3          | 20+492.45 | 20+515.35 | 20+537.34 | E = 766018.0144<br>N = 9217966.8523 | E = 766036.5906<br>N = 9217953.4449 | E = 766059.2905<br>N = 9217950.3551 |
| C4          | 20+682.24 | 20+721.38 | 20+752.84 | E = 766202.8654<br>N = 9217930.8118 | E = 766241.6479<br>N = 9217925.5328 | E = 766264.7551<br>N = 9217957.1239 |
| C5          | 20+785.26 | 20+814.72 | 20+841.76 | E = 766283.8949<br>N = 9217983.2909 | E = 766301.2863<br>N = 9218007.0675 | E = 766329.8999<br>N = 9218014.0716 |
| C6          | 21+073.35 | 21+120.39 | 21+161.52 | E = 766554.8507<br>N = 9218069.1353 | E = 766600.5382<br>N = 9218080.3187 | E = 766638.7588<br>N = 9218052.9033 |
| C7          | 21+222.43 | 21+255.53 | 21+282.77 | E = 766688.2561<br>N = 9218017.3992 | E = 766715.1498<br>N = 9217998.1085 | E = 766745.6500<br>N = 9218010.9593 |
| C8          | 21+526.41 | 21+655.64 | 21+710.17 | E = 766970.1671<br>N = 9218105.5560 | E = 767089.2631<br>N = 9218155.7352 | E = 767012.3391<br>N = 9218259.5836 |
| C9          | 22+172.52 | 22+195.02 | 22+216.80 | E = 766737.1399<br>N = 9218631.1064 | E = 766723.7450<br>N = 9218649.1897 | E = 766719.2667<br>N = 9218671.2436 |
| C10         | 22+485.65 | 22+519.25 | 22+551.46 | E = 766665.7663<br>N = 9218934.7082 | E = 766659.0794<br>N = 9218967.6380 | E = 766637.5172<br>N = 9218993.4093 |
| C11         | 22+819.61 | 22+930.53 | 23+031.00 | E = 766465.4460<br>N = 9219199.0698 | E = 766394.2718<br>N = 9219284.1375 | E = 766284.2348<br>N = 9219298.0704 |

PERFIL LONGITUDINAL: KM 19+900 - KM 21+000  
ESC H: 1/2000 - ESC V: 1/200





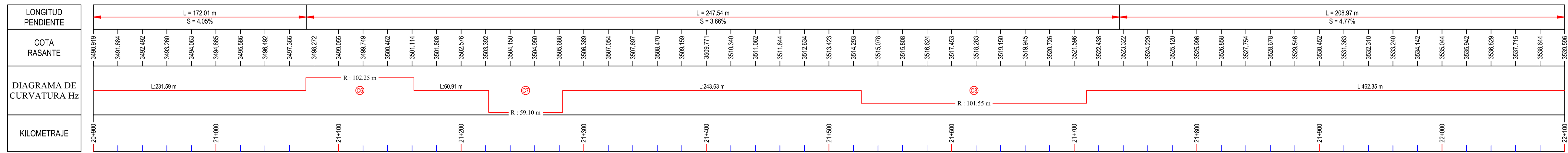
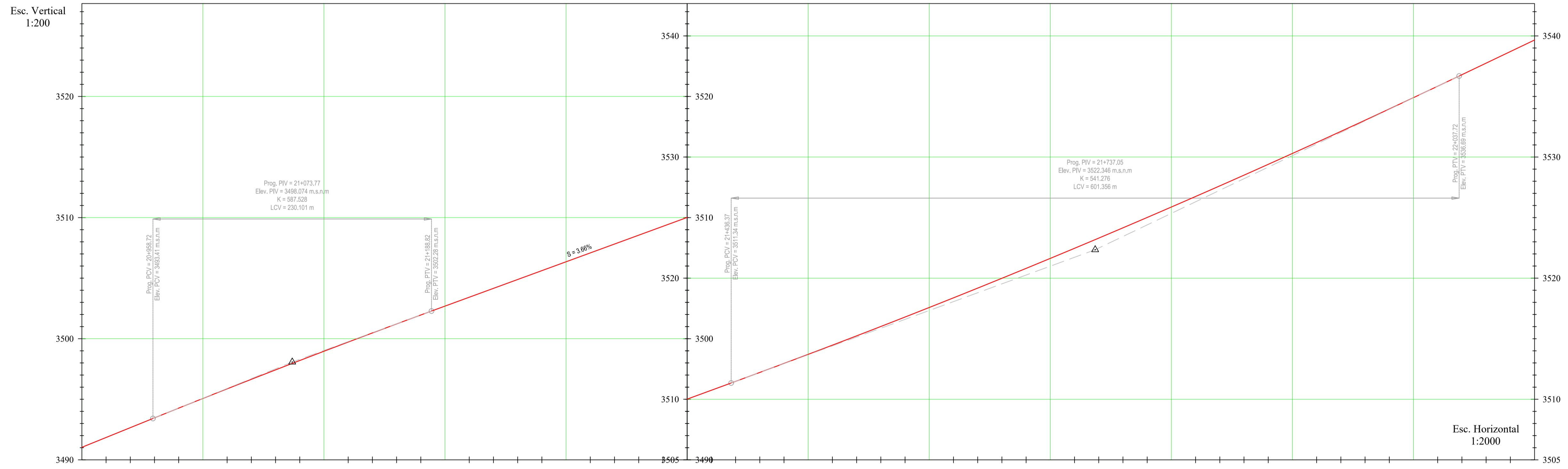


CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA EXISTENTES EN LA CARRETERA EN ESTUDIO

| CURVA | Progresiva |           | CARACTERÍSTICAS EXISTENTES EN LA CARRETERA |        |        |         |        |       |       |       |                  |
|-------|------------|-----------|--|--------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|------------------|
|       | Inicial    | Final     | $\Delta$ (°)                               | R (m)  | T (m)  | L.C (m) | L (m)  | M (m) | E (m) | P(%)  | Sa (m) Existente |
| C0    | 19+927.63  | 19+982.84 | 33°10'22.80"                               | 95.35  | 28.40  | 54.44   | 55.21  | 3.97  | 4.14  | 5.90% | 0.00             |
| C1    | 20+160.91  | 20+272.16 | 104°29'30.48"                              | 61.00  | 78.77  | 96.46   | 111.25 | 23.65 | 38.63 | 6.25% | 0.44             |
| C2    | 20+387.19  | 20+462.50 | 43°43'15.24"                               | 98.70  | 39.60  | 73.50   | 75.32  | 7.10  | 7.65  | 5.25% | 0.15             |
| C3    | 20+492.45  | 20+537.34 | 28°46'9.96"                                | 91.65  | 22.91  | 44.45   | 44.90  | 2.74  | 2.82  | 4.80% | 0.10             |
| C4    | 20+682.24  | 20+752.84 | 61°34'4.44"                                | 65.70  | 39.14  | 67.25   | 70.60  | 9.26  | 10.78 | 6.30% | 1.20             |
| C5    | 20+785.26  | 20+841.76 | 40°34'3.20"                                | 80.80  | 29.46  | 55.35   | 56.50  | 4.89  | 5.20  | 5.45% | 0.61             |
| C6    | 21+073.35  | 21+161.52 | 49°24'21.96"                               | 102.25 | 47.04  | 85.46   | 88.17  | 9.36  | 10.30 | 5.20% | 0.24             |
| C7    | 21+222.43  | 21+282.77 | 58°29'56.40"                               | 59.10  | 33.10  | 57.75   | 60.34  | 7.54  | 8.64  | 6.10% | 0.39             |
| C8    | 21+526.41  | 21+710.17 | 103°40'52.32"                              | 101.55 | 129.24 | 159.70  | 183.76 | 38.81 | 62.81 | 5.15% | 0.04             |
| C9    | 22+172.52  | 22+216.80 | 25°2'59.64"                                | 101.30 | 22.50  | 43.94   | 44.29  | 2.41  | 2.47  | 5.30% | 0.04             |
| C10   | 22+485.65  | 22+551.46 | 28°26'23.28"                               | 132.60 | 33.60  | 65.14   | 65.82  | 4.06  | 4.19  | 4.80% | 0.29             |
| C11   | 22+819.61  | 23+031.00 | 42°51'54.72"                               | 282.55 | 110.92 | 206.49  | 211.39 | 19.54 | 20.99 | 4.80% | 0.42             |

| N° DE CURVA | PROGRESIVAS Y COORDENADAS |           |           |                                     |                                     |                                     |
|-------------|---------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|             | PC                        | PI        | PT        | PC                                  | PI                                  | PT                                  |
| C0          | 19+927.63                 | 19+956.03 | 19+982.84 | E = 765645.6365<br>N = 9218092.6273 | E = 765660.6344<br>N = 9218116.7449 | E = 765686.3844<br>N = 9218128.7255 |
| C1          | 20+160.91                 | 20+239.68 | 20+272.16 | E = 765847.8378<br>N = 9218203.8442 | E = 765919.2570<br>N = 9218237.0731 | E = 765933.5566<br>N = 9218159.6109 |
| C2          | 20+387.19                 | 20+426.79 | 20+462.50 | E = 765954.4387<br>N = 9218046.4902 | E = 765961.6271<br>N = 9217984.3757 | E = 765993.7356<br>N = 9217984.3757 |
| C3          | 20+492.45                 | 20+515.35 | 20+537.34 | E = 766018.0144<br>N = 9217966.8523 | E = 766036.5906<br>N = 9217953.4449 | E = 766059.2905<br>N = 9217953.4449 |
| C4          | 20+682.24                 | 20+721.38 | 20+752.84 | E = 766202.8654<br>N = 9217930.8118 | E = 766241.6479<br>N = 9217925.5328 | E = 766264.7551<br>N = 9217957.1239 |
| C5          | 20+785.26                 | 20+814.72 | 20+841.76 | E = 766283.8949<br>N = 9217983.2909 | E = 766301.2863<br>N = 9218007.0675 | E = 766329.8999<br>N = 9218014.0716 |
| C6          | 21+073.35                 | 21+120.39 | 21+161.52 | E = 766554.8507<br>N = 9218069.1353 | E = 766600.5382<br>N = 9218080.3187 | E = 766638.7388<br>N = 9218052.9033 |
| C7          | 21+222.43                 | 21+255.53 | 21+282.77 | E = 766688.2561<br>N = 9218017.3992 | E = 766715.1498<br>N = 9217998.1085 | E = 766745.6500<br>N = 9218010.9593 |
| C8          | 21+526.41                 | 21+655.64 | 21+710.17 | E = 766970.1671<br>N = 9218105.5560 | E = 767089.2631<br>N = 9218155.7352 | E = 767101.3391<br>N = 9218259.5836 |
| C9          | 22+172.52                 | 22+195.02 | 22+216.80 | E = 766737.1399<br>N = 9218631.1064 | E = 766723.7450<br>N = 9218649.1897 | E = 766719.2667<br>N = 9218671.2436 |
| C10         | 22+485.65                 | 22+519.25 | 22+551.46 | E = 766665.7663<br>N = 9218934.7082 | E = 766659.0794<br>N = 9218967.6380 | E = 766637.5172<br>N = 9218993.4093 |
| C11         | 22+819.61                 | 22+930.53 | 23+031.00 | E = 766465.4460<br>N = 9219199.0698 | E = 766394.2718<br>N = 9219284.1375 | E = 766284.2348<br>N = 9219298.0704 |

PERFIL LONGITUDINAL: KM 21+000 - KM 22+000  
ESC H: 1/2000 - ESC V: 1/200



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TESIS:  
SEGURIDAD VIAL Y LA CONSISTENCIA DE DISEÑO DE LA  
CARRETERA CAJAMARCA - BAMBAMARCA KM 20+000 - KM 23+000,  
2022

AUTORA: CHÁVEZ DIAZ, INGRICH FILEA  
ASESOR: ING. CASTAÑEDA GAMBOA, ROGELIO

PLANO:  
PLANTA PERFIL  
KM 21+000 - 22+000

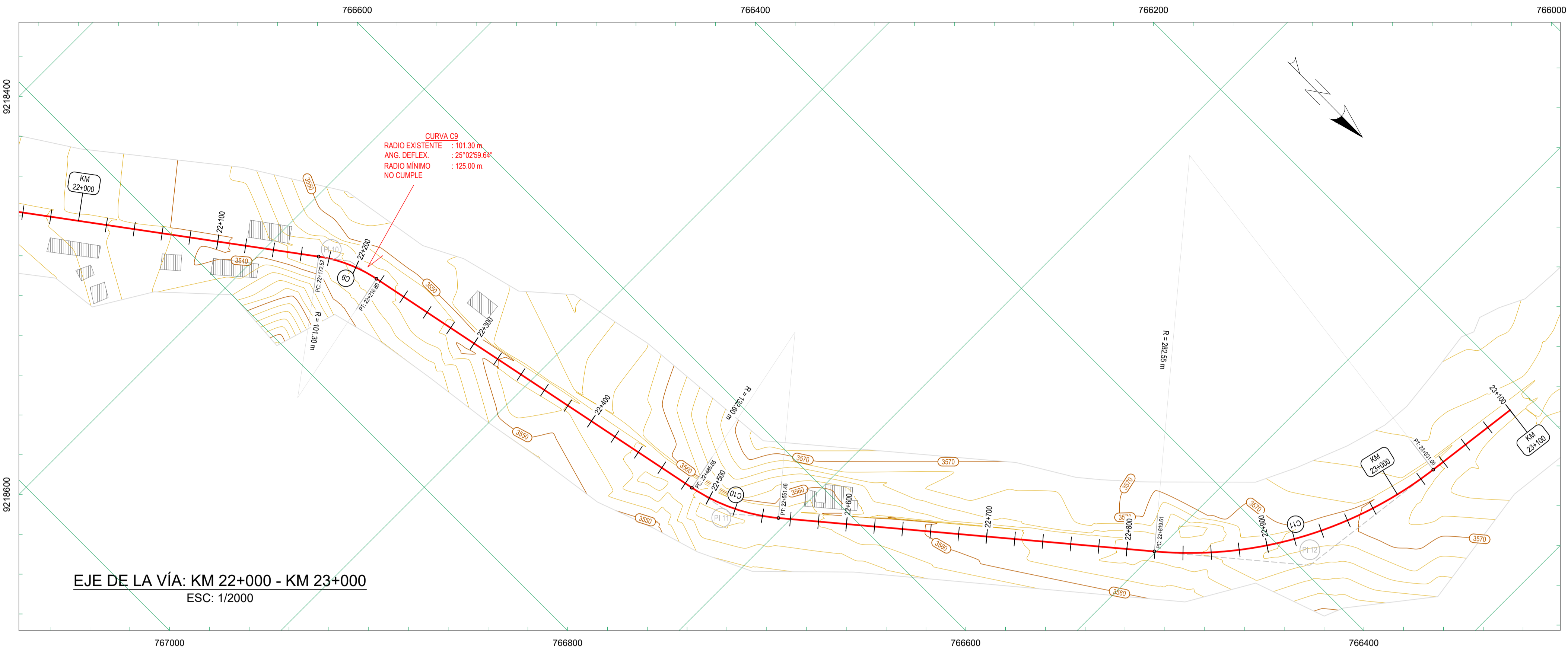
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
PROVINCIA: CAJAMARCA

DISTRITO: CAJAMARCA  
CENTRO POBLADO: PORCÓN ALTO

ESCALA: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2022

PLANO N°:  
PP-02





CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA EXISTENTES EN LA CARRETERA EN ESTUDIO

| CURVA | Progresiva |           | CARACTERÍSTICAS EXISTENTES EN LA CARRETERA |        |        |         |        |       |       |       |                  |  |
|-------|------------|-----------|--|--------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|------------------|--|
|       | Inicial    | Final     | $\Delta$ (°)                               | R (m)  | T (m)  | L.C (m) | L (m)  | M (m) | E (m) | P (%) | Sa (m) Existente |  |
| C0    | 19+927.63  | 19+982.84 | 33°10'22.80"                               | 95.35  | 28.40  | 54.44   | 55.21  | 3.97  | 4.14  | 5.90% | 0.00             |  |
| C1    | 20+160.91  | 20+272.16 | 104°29'30.48"                              | 61.00  | 78.77  | 96.46   | 111.25 | 23.65 | 38.63 | 6.25% | 0.44             |  |
| C2    | 20+387.19  | 20+462.50 | 43°43'15.24"                               | 98.70  | 39.60  | 73.50   | 75.32  | 7.10  | 7.65  | 5.25% | 0.15             |  |
| C3    | 20+492.45  | 20+537.34 | 28°46'9.6"                                 | 91.65  | 22.91  | 44.45   | 44.90  | 2.74  | 2.82  | 4.80% | 0.10             |  |
| C4    | 20+682.24  | 20+752.84 | 61°34'4.44"                                | 65.70  | 39.14  | 67.25   | 70.60  | 9.26  | 10.78 | 6.30% | 1.20             |  |
| C5    | 20+785.26  | 20+841.76 | 40°3'43.20"                                | 80.80  | 29.46  | 55.35   | 56.50  | 4.89  | 5.20  | 5.45% | 0.61             |  |
| C6    | 21+073.35  | 21+161.52 | 49°24'21.96"                               | 102.25 | 47.04  | 85.46   | 88.17  | 9.36  | 10.30 | 5.20% | 0.24             |  |
| C7    | 21+222.43  | 21+282.77 | 58°29'56.40"                               | 59.10  | 33.10  | 57.75   | 60.34  | 7.54  | 8.64  | 6.10% | 0.39             |  |
| C8    | 21+526.41  | 21+710.17 | 103°40'52.32"                              | 101.55 | 129.24 | 159.70  | 183.76 | 38.81 | 62.81 | 5.15% | 0.04             |  |
| C9    | 22+172.52  | 22+216.80 | 25°2'59.64"                                | 101.30 | 22.50  | 43.94   | 44.29  | 2.41  | 2.47  | 5.30% | 0.04             |  |
| C10   | 22+485.65  | 22+551.46 | 28°26'23.28"                               | 132.60 | 33.60  | 65.14   | 65.82  | 4.06  | 4.19  | 4.80% | 0.29             |  |
| C11   | 22+819.61  | 23+031.00 | 42°51'54.72"                               | 282.55 | 110.92 | 206.49  | 211.39 | 19.54 | 20.99 | 4.80% | 0.42             |  |

PROGRESIVAS Y COORDENADAS

| Nº DE CURVA | PC        | PI        | PT        | PC                                  | PI                                  | PT                                  |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| C0          | 19+927.63 | 19+956.03 | 19+982.84 | E = 765645.6365<br>N = 9218092.6273 | E = 765660.6344<br>N = 9218116.7449 | E = 765686.3844<br>N = 9218128.7255 |
| C1          | 20+160.91 | 20+239.68 | 20+272.16 | E = 765847.8378<br>N = 9218046.4902 | E = 765919.2570<br>N = 9218007.5501 | E = 765933.5566<br>N = 9217984.3757 |
| C2          | 20+387.19 | 20+426.79 | 20+462.50 | E = 766018.0144<br>N = 9217966.8523 | E = 766036.5906<br>N = 9217953.4449 | E = 766059.2905<br>N = 9217950.3551 |
| C3          | 20+492.45 | 20+515.35 | 20+537.34 | E = 766202.8654<br>N = 9217930.8118 | E = 766241.6479<br>N = 9217925.5328 | E = 766264.7551<br>N = 9217957.1239 |
| C4          | 20+682.24 | 20+721.38 | 20+752.84 | E = 766283.8949<br>N = 9217983.2909 | E = 766301.2863<br>N = 9218007.0675 | E = 766329.8999<br>N = 9218014.0716 |
| C5          | 20+785.26 | 20+814.72 | 20+841.76 | E = 766554.8307<br>N = 9218069.1353 | E = 766600.5382<br>N = 9218080.3187 | E = 766638.7588<br>N = 9218052.9033 |
| C6          | 21+073.35 | 21+120.39 | 21+161.52 | E = 766688.2561<br>N = 9218017.3992 | E = 766715.1498<br>N = 9217998.1085 | E = 766745.6500<br>N = 9218010.9593 |
| C7          | 21+222.43 | 21+255.53 | 21+282.77 | E = 766970.1671<br>N = 9218105.5560 | E = 766723.7450<br>N = 9218155.7352 | E = 766719.2667<br>N = 9218259.5836 |
| C8          | 21+526.41 | 21+655.64 | 21+710.17 | E = 766737.1399<br>N = 9218631.1064 | E = 766737.7450<br>N = 9218649.1897 | E = 766737.1399<br>N = 9218671.2436 |
| C9          | 22+172.52 | 22+195.02 | 22+216.80 | E = 766665.7663<br>N = 9218934.7082 | E = 766659.0794<br>N = 9218967.6380 | E = 766637.5172<br>N = 9218993.4093 |
| C10         | 22+485.65 | 22+519.25 | 22+551.46 | E = 766465.4460<br>N = 9219199.0698 | E = 766394.2718<br>N = 9219284.1375 | E = 766384.2348<br>N = 9219298.0704 |
| C11         | 22+819.61 | 22+930.53 | 23+031.00 | E = 766465.4460<br>N = 9219199.0698 | E = 766394.2718<br>N = 9219284.1375 | E = 766384.2348<br>N = 9219298.0704 |

