



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación y propuesta del diseño geométrico de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución) Distrito de Comas,
Lima -2022

TESIS PARA LA OBTENER DEL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Janampa Bernardo, Jose Alfredo (ORCID: 0000-0002-6495-516X)

Monteza Mel, Jhoni William (ORCID: 0000-0002-2978-3374)

ASESOR:

Ms. Ing. Benavente Leon, Christhian (ORCID: 0000-0003-2416-4301)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mi esposa Rocío Calderón y a mis hijos Valeria y Piero, por todo su amor incondicional, por su apoyo y comprensión a lo largo de todos estos años de mucho esfuerzo y sacrificio.

Jhoni W, Monteza Mel

A mi amiga, cómplice y muy amada esposa Liz Aurora, a mis amados hijos Julio, Norma y Emilia por ser mi alegría y la razón de mi perseverancia en la vida.

A la eterna memoria y al infinito amor en el recuerdo de mi señora madre Norma Bernardo y de mi señora abuela Gumercinda Meza.

Jose Alfredo, Janampa Bernardo

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la fortaleza necesaria para mantenerme constante durante todos estos años de estudio, a mis padres sentar las bases de mi formación académica, a mis maestros y compañeros por todas las enseñanzas compartidas.

A mi esposa y a mis hijos, el más profundo agradecimiento, pues ellos son la razón y el motor de todo esfuerzo realizado para culminar este proyecto.

Al ingeniero Humberto Asca Carrillo, por todas las enseñanzas compartidas y por guiarme en el mundo del diseño de caminos.

Al ingeniero Luis Vera Barandiarán, por motivarme y apoyarme para volver a la universidad y así continuar y terminar satisfactoriamente esta hermosa carrera.

Jhoni W. Monteza Mel.

Al Dios de Abraham, Isaac y Jacob por ser lumbrera en mi camino. El eterno agradecimiento a mi primo Rubén Mamani Janampa por todo el apoyo y motivación que me permite seguir creciendo como persona; a la Familia Oscanoa Espinoza por dejarme ser parte de todos ustedes; a todos los colegas, los buenos amigos y familiares cercanos que nunca desistieron en dar ánimos a mis planes. A Tío Juan y a Tío Richard por inspirar el camino de los ingenieros civiles en la familia.

A mi amada esposa con quien siempre estaré orgullosamente agradecido por haber elevado el hilo de mi vida con su sonrisa, sus palabras y su amor a pesar de las dificultades que en algún momento nos ha tocado vivir. Gracias por todo mi amor.

Jose Alfredo Janampa Bernardo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| CARÁTULA | 1 |
| DEDICATORIA..... | 2 |
| AGRADECIMIENTOS | 3 |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | 4 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 5 |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS | 6 |
| RESUMEN | 9 |
| ABSTRACT | 10 |
| I. INTRODUCCIÓN | 11 |
| II. MARCO TEÓRICO | 18 |
| III. METODOLOGÍA | 28 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 28 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 29 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 30 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 30 |
| 3.5. Procedimiento | 30 |
| 3.6. Métodos de análisis de datos..... | 31 |
| 3.7. Aspectos éticos | 31 |
| IV. RESULTADOS..... | 32 |
| V. DISCUSIÓN | 69 |
| VI. CONCLUSIONES | 72 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 73 |
| REFERENCIAS..... | 74 |
| ANEXOS | 76 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabla 1. | Clasificación Orográfica del Perú..... | 24 |
| Tabla 2. | Evaluación de elementos de curva horizontal EJE PRINCIPAL N-S ... | 39 |
| Tabla 3. | Evaluación de elementos de curva horizontal EJE PRINCIPAL S-N ... | 42 |
| Tabla 4. | Evaluación de elementos de curva verticales EJE PRINCIPAL N-S.... | 48 |
| Tabla 5. | Evaluación de elementos de curva verticales EJE PRINCIPAL S-N.... | 50 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación del Tramo: Av. Naranjal – Av. Revolución | 12 |
| Figura 2. Inicio del Tramo: Intersección Av. Naranjal – Av. Tupac Amaru | 12 |
| Figura 3. Fin del Tramo: Intersección Av. Revolución – Av. Tupac Amaru | 13 |
| Figura 4. Congestión Vehicular en intersección | 14 |
| Figura 5. Deterioro en superficie de rodadura..... | 14 |
| Figura 6. Salida vehicular a vía principal en mal estado | 15 |
| Figura 7. Cruce peatonal sin señalización | 15 |
| Figura 8. Ilustración - Valores de Tramos en Tangente | 32 |
| Figura 9. Ilustración - Valores de Radio Mínimo | 33 |
| Figura 10. Esquema de Sobre ancho en curva..... | 35 |
| Figura 11. Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase..... | 36 |
| Figura 12. Rangos de velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía..... | 37 |
| Figura 13. Resultados de la evaluación de los radios de curva del eje principal N-S39 | |
| Figura 14. Porcentajes de evaluación de los radios del eje principal N-S..... | 39 |
| Figura 15. Resultados de la evaluación de longitud de tangente entre curvas horizontales eje principal N-S..... | 40 |
| Figura 16. Porcentajes de evaluación de longitud de tangente entre curvas horizontales eje principal N-S..... | 40 |
| Figura 17. Resultados de la evaluación de los radios de curva del eje principal S- N | 42 |
| Figura 18. Porcentajes de evaluación de los radios del eje principal S-N..... | 43 |
| Figura 19. Resultados de la evaluación de longitud de tangente entre curvas horizontales eje principal S-N..... | 43 |

| | |
|--|----|
| Figura 20. Porcentajes de evaluación de longitud de tangente entre curvas horizontales eje principal S-N..... | 44 |
| Figura 21. Valores del Índice de Curvatura en curva vertical convexa | 45 |
| Figura 22. Valores del Índice de Curvatura en curva vertical cóncava. | 46 |
| Figura 23. Valores de diseño geométrico para cruce de carreteras por zonas urbanas | 46 |
| Figura 24. Resultados de la evaluación de las pendientes de entrada y salida del eje principal N-S..... | 48 |
| Figura 25. Resultados de la evaluación de las longitudes de curva del eje principal N-S..... | 48 |
| Figura 26. Porcentajes de resultados evaluados de las longitudes de curva del eje principal N-S. | 49 |
| Figura 27. Resultados de la evaluación de las pendientes de entrada y salida del eje principal S-N..... | 50 |
| Figura 28. Resultados de la evaluación de longitud de curva vertical eje principal S-N50 | |
| Figura 29. Porcentajes de la evaluación de los elementos curva verticales, eje S-N | 51 |
| Figura 30. Sección A-151 | 52 |
| Figura 31. Sección A-01-A36..... | 52 |
| Figura 32. Sección A-02-A36..... | 52 |
| Figura 33. Sección A-03-A36..... | 53 |
| Figura 34. Valores de Bombeo de la calzada | 54 |
| Figura 35. Valores de Peralte máximo..... | 54 |
| Figura 36. Valores de Peralte máximo..... | 55 |
| Figura 37. Propuesta de diseño geométrico, inicio de tramo, Av. Naranjal con ciclovía proyectada en la berma central. | 56 |

| | |
|--|----|
| Figura 38. Propuesta de diseño geométrico mostrando ciclovia y rampa de acceso peatonal proyectada para el sentido norte sur y mejorando los cruces peatonales existentes..... | 57 |
| Figura 39. | 57 |
| Figura 40. Propuesta de diseño geométrico, intersección Av. El Maestro Peruano, mostrando ubicación y mejora de paraderos. | 58 |
| Figura 41. Propuesta de diseño geométrico, Final de ciclovia proyectada en berma central, Av. Revolución, distrito de Comas. | 58 |
| Figura 42. Planta y sección corte A-A', muestra ciclovia protegida con vallas y disposición de paraderos para los buses alimentadores del Metropolitano | 59 |
| Figura 43. Planta y sección corte B-B', muestra ciclovia protegida con vallas, mejoramiento de señalización existente..... | 60 |
| Figura 44. Planta y sección corte C-C', muestra ciclovia protegida con vallas, mejoramiento de paradero de transporte público y señalización existente | 61 |
| Figura 45. Planta y sección corte D-D', muestra ciclovia protegida con vallas, proyección de paradero para los buses alimentadores del Metropolitano y mejoramiento de señalización existente..... | 62 |
| Figura 46. Planta y sección corte H-H', muestra ciclovia protegida con vallas, proyección de rampas de acceso peatonal y mejoramiento de señalización existente..... | 63 |
| Figura 47. Planta y sección corte I-I', muestra ciclovia protegida con vallas y detalles de diseño geométrico propuesto | 64 |
| Figura 48. Planta y sección corte J-J', muestra ciclovia protegida con vallas y detalles de diseño geométrico propuesto. | 65 |
| Figura 49. Planta y sección corte Q-Q', muestra ciclovia protegida con vallas y detalles de diseño geométrico propuesto..... | 66 |
| Figura 50. Planta y sección corte S-S', muestra ciclovia protegida con vallas y detalles de diseño geométrico propuesto..... | 67 |
| Figura 51. Planta y sección corte T-T', muestra ciclovia protegida con vallas y tramo final de diseño geométrico propuesto..... | 68 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal la evaluación y propuesta del Diseño Geométrico para mejorar las condiciones existentes de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución), del distrito de Comas - Lima

La metodología empleada es de tipo aplicada, representa un diseño no experimental, así como también transversal descriptivo ya que se pretende medir los elementos de una vía y también indicar la influencia del diseño geométrico en la avenida Túpac Amaru del tramo en estudio.

La población comprendió el tramo de la Av. Tupac Amaru desde la Av. Naranjal hasta La Av. Revolución, en el distrito de Comas – Lima, con una longitud aproximada de 7.4 Km. Se evaluaron los radios, longitudes de tangentes entre curvas horizontales, así como los elementos de curva vertical (perfil longitudinal) y las condiciones existentes del diseño geométrico en planta

Los resultados obtenidos derivan a una propuesta de diseño geométrico que contribuye a mejorar la calidad de vida urbana de la vía, mejorando la transitabilidad vehicular y peatonal, permitiendo que la Av. Tupac Amaru en el tramo analizado sea sostenible e inclusiva.

Palabras Clave.

Diseño Geométrico, vía sostenible, ciclovía

ABSTRACT

The main objective of this research work is the evaluation and proposal of the Geometric Design to improve the existing conditions of Av. Tupac Amaru (Section: Avenida Naranjal - Revolución), in the district of Comas - Lima.

The methodology used is of an applied type, it represents a non-experimental design, as well as a cross-sectional descriptive one, since it is intended to measure the elements of a road and also indicate the influence of the geometric design on the Túpac Amaru avenue of the section under study.

The population included the section of Av. Tupac Amaru from Av. Naranjal to Av. Revolución, in the district of Comas - Lima, with an approximate length of 7.4 km. The radii, lengths of tangents between horizontal curves, as well as the elements of vertical curve (longitudinal profile) and the existing conditions of the geometric design in plan

The results obtained lead to a geometric design proposal that contributes to improving the quality of urban life of the road, improving vehicular and pedestrian traffic, allowing Av. Tupac Amaru to be sustainable and inclusive in the section anal

Keywords

Geometric design, sustainable road, bikeway

I. INTRODUCCIÓN

Es notable que toda percepción general del usuario sobre la transitabilidad vehicular incluyendo también la transitabilidad peatonal en Lima Metropolitana, es de total disconformidad en lo que a nivel de servicio se refiere, sobre todo en avenidas principales. Esta disconformidad es producto de un conjunto de problemas que siguen aumentando a través del tiempo. Entre estos problemas resaltan el incremento desmedido del parque automotor, la poca accesibilidad a las vías principales y auxiliares, el desorden e informalidad en el transporte público, los accidentes de tránsito, etc. que dificultan o en el peor de los casos impiden la fluidez en el desplazamiento ocasionando congestión vehicular.

A fin de contribuir a contrarrestar el problema del transporte en una vía específica, se realizó la presente investigación de tesis en la cual se evaluó una de las avenidas principales de la ciudad de Lima, secundada por una nueva alternativa de diseño geométrico la cual pretende medrar la situación actual de la vía y a la vez se direcciona a plantear una vía sostenible e inclusiva que garantice una infraestructura adecuada, que genere a largo plazo menores costos ambientales y que logre atender las necesidades de edad, género y condición física de los usuarios.

El proyecto de investigación a desarrollar esta localizado en el departamento de Lima, sobre la Av. Túpac Amaru en una longitud de 7.4 Km. aproximadamente. atravesando el distrito de Comas, comunicando los distritos de Independencia y Carabayllo, iniciando en el cruce con la Av. Naranjal y finalizando en el cruce con la Av. Revolución.



Figura 1. *Ubicación del Tramo: Av. Naranjal – Av. Revolución*



Figura 2. *Inicio del Tramo: Intersección Av. Naranjal – Av. Tupac Amaru*



Figura 3. *Fin del Tramo: Intersección Av. Revolución – Av. Tupac Amaru*

El tramo está conformado por cuatro (4) calzadas, que son dos (2) auxiliares de dos (2) carriles cada una y una calzada principal de dos (2) carriles por sentido separados por una línea continua amarilla y tachas o por una berma central.

El mal estado de la superficie de rodadura sobre todo en las vías auxiliares, además del desconocimiento o incumplimiento de las normas de tránsito y una mala señalización contribuyen al congestionamiento vehicular e inseguridad vial y peatonal.



Figura 4. *Congestión Vehicular en intersección*



Figura 5. *Deterioro en superficie de rodadura*

Los accesos vehiculares y peatonales existentes no permiten una adecuada articulación e integración hacia la población de los márgenes Este y Oeste de la vía.



Figura 6. Salida vehicular a vía principal en mal estado



Figura 7. Cruce peatonal sin señalización

Basados en la problemática expuesta se procede a plantear el problema general y consecuentemente los problemas específicos. En el problema general se planteó la siguiente interrogante:

¿De qué manera evaluar y proponer una alternativa de Diseño Geométrico mejora las condiciones existentes de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución)? de la cual se generan los siguientes problemas específicos:

Problema específico 1, ¿Como, la evaluación de las condiciones existentes de la vía influye en una adecuada propuesta de diseño geométrico de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución)?

Problema específico 2, ¿De qué manera la propuesta de Diseño Geométrico mejora las condiciones existentes de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución)?

Problema específico 3, ¿De qué manera la propuesta de Diseño Geométrico permite que la Av. Tupac Amaru sea sostenible e inclusiva en el tramo: Avenida Naranjal – Revolución?

El desarrollo del trabajo de investigación se **justifica teóricamente**, debido a que se buscó reconocer las condiciones existentes del tramo en mención de la Avenida Tupac Amaru, obteniendo así los parámetros de diseño requeridos para su posterior evaluación; cuya finalidad es proponer un nuevo diseño geométrico sostenible e inclusivo que vaya acorde con la normativa vigente y que interactúe eficientemente con los usuarios de la vía.

La investigación se **justifica socialmente**, puesto que pretende contrarrestar el problema del transporte con una alternativa de diseño geométrico que mejore la situación existente y a la vez garantice una infraestructura adecuada, que logre atender las necesidades de los usuarios.

Se **justifica económicamente** puesto que a largo plazo la propuesta de diseño sostenible e inclusivo reducirá el tiempo y el costo por movilidad y salud al trasladarse por la Av. Tupac Amaru en el tramo Av. Naranjal y Revolución.

Se tiene como objetivo general del trabajo de investigación: Evaluar y proponer un Diseño Geométrico que mejore las condiciones existentes de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución). Los objetivos específicos se mencionan a continuación.

Objetivo específico 1, evaluar las condiciones existentes de la vía, para desarrollar una adecuada propuesta de diseño geométrico de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución)

Objetivo específico 2, proponer una alternativa de diseño que solucione las condiciones existentes de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución)

Objetivo específico 3, proponer un Diseño Geométrico que permita que la Av. Tupac Amaru sea sostenible e inclusiva, en el tramo: Avenida Naranjal – Revolución.

Se tiene como hipótesis general del trabajo de investigación: la evaluación y propuesta del Diseño Geométrico influye satisfactoriamente en la mejora de las condiciones existentes de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución). Las hipótesis específicas son las siguientes:

Hipótesis específica 1, la evaluación de las condiciones existentes de la vía permite desarrollar una adecuada propuesta de diseño geométrico de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución)

Hipótesis específica 2, la propuesta de Diseño Geométrico mejora las condiciones existentes de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución)

Hipótesis específica 3, la propuesta de Diseño Geométrico permite que la Av. Tupac Amaru sea sostenible e inclusiva, en el tramo: Avenida Naranjal – Revolución.

II. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo contiene antecedentes importantes que aportan y se relacionan al desarrollo del tema de tesis: Evaluación y propuesta del Diseño Geométrico de la Av. Túpac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución), como antecedentes nacionales tenemos:

(Sangama & Acevedo, 2020) en su investigación: “Propuesta para la actualización del diseño geométrico del camino vecinal Nuevo Trujillo – El Mirador en el distrito de Buenos Aires para la seguridad vial en base a la Norma de Diseño Geométrico DG – 2018”. Tuvo como objetivo: " La Realización de una propuesta para actualizar el Diseño Geométrico del camino vecinal, Mirador - Nuevo Trujillo, en el distrito de Buenos Aires, Provincia de Picota, San Martín, según la normativa vigente propuesta por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018. Concluyendo como resultado lo siguiente: “Según el IMDA estudiado se definió que el ancho de la calzada será de 4 m”.

“El tramo en estudiado tiene una longitud de 17.646 km de camino vecinal, en el diseño de caminos y carreteras la topografía del lugar es un factor importante que se debe considerar, puesto que de ella dependen el costo para la ejecución del mismo”.

“La propuesta logrará los niveles de seguridad, comodidad y de estética, necesarios para que el diseño geométrico del camino vecinal, contenga los niveles de serviciabilidad adecuados para el volumen de tránsito actual, garantizando su funcionalidad a lo largo de su vida útil”

(Guerrero & Felix, 2020) en su investigación: “Propuesta de diseño geométrico en planta de la carretera Huayña-Yauyos progresiva km 2+300 al km 3+300 en el Centro Poblado Yauyos, de la Provincia de Yauyos 2020”, el objetivo fue: “Analizar si el diseño actual en Planta del tramo en estudio cumple con la norma técnica vigente, según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018”, concluye como resultado que: “El tramo analizado cuenta con 19 curvas, que no cumplen con el diseño geométrico en planta, por lo cual se requiere, mejorar la vía según los datos obtenidos.”

(Solis, 2017) en el trabajo de tesis “Evaluación del Diseño Geométrico de la Carretera Carhuaz - Chacas, Tramo Km 0+000 Al Km 9+500, aplicando el Manual

de Diseño Geométrico DG-2014 AÑO 2017." Tuvo el objetivo de "Evaluar el Diseño Geométrico del tramo Km 0+000 al Km 9+500 de la Carretera CARHUAZ - CHACAS de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico DG-2014." Concluye entre otros puntos que: En cuanto al alineamiento horizontal, existen 99 tramos de los cuales solo el 14% presenta longitudes mínimas, respecto a las curvas circulares existen 97 curvas, de las cuales 79 son curvas circulares y de vuelta cuenta con 18. Siendo el porcentaje de curvas circulares que cumplirían el radio mínimo 14%, por otro lado, las curvas de volteo cumplen con los radios mínimos y máximos interiores y exteriores en 22%." En cuanto a los antecedentes internacionales tenemos:

(Parrado Mendez, García Home, 2017), en el trabajo de investigación "Propuesta de un Diseño Geométrico Vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá". tienen como objetivo: "Crear una propuesta de diseño geométrico vial que mejore la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá". Concluyen en sus resultados: "El diseño vial tipo variante es una solución efectiva teniendo en cuenta los problemas de movilidad presentados, ofreciendo un nivel de servicio tipo C con una velocidad a flujo libre entre 100 a 120 km/h, estableciendo condiciones óptimas de seguridad y comodidad para los conductores".

(Juan Sebastián Zuñiga Velasquez, Bogotá 2020), con el trabajo de investigación: "Diagnóstico para el mejoramiento del diseño geométrico de la vía Ubaté–Cucunubá Km 0+000.000 al Km 7+975.799, Cundinamarca". Tiene como objetivo: "Diagnosticar el trazado geométrico de la vía que une el casco urbano del municipio de Ubaté con el casco urbano del municipio de Cucunubá, de acorde con el marco de la reglamentación vigente". Concluye entre otros puntos que: "No fue posible evaluar las pendientes longitudinales y niveles de la vía en función de la cota de inundación de la zona por las restricciones sanitarias existentes".

"Realizar un análisis detallado del nivel de tránsito sobre este corredor vial, puesto que por medio de la data recolectada mediante aforos y de acuerdo a los resultados se determinar si la capacidad vehicular de esta vía, está acorde con el ancho de carril establecido por la normativa, o en su defecto debe proponerse un ancho que sea efectivo para una adecuada circulación".

“Se deben establecer programas más estrictos de mantenimiento vial en la zona de acorde a su principal actividad económica ya que pertenece al grupo de municipios mineros que conforman la denominada troncal del carbón”.

(Cardenas Acuña, Bogotá 2021), en el trabajo de investigación: “Diagnóstico para el mejoramiento geométrico del tramo de la vía terciaria Tenjo - La Cuesta”, presenta como objetivo: “Elaborar el diagnóstico del estado actual de la vía terciaria Tenjo - La cuesta que une a Subchoque con el municipio de Tenjo entre las veredas La Cuesta - Carrasquilla en el municipio de Madrid, Cundinamarca”. Concluyendo entre otros puntos que: “La vía cuenta con una longitud de 2866 metros y se encuentra actualmente deteriorada, además su compleja topografía escarpada y de alta pendiente, contribuye en épocas de lluvia a que se dé mayor escorrentía y por ende, erosione de manera más acelerada, conjuntamente la falta de elementos de canalización como cunetas, canales o alcantarillas de paso, hace que la población tenga constantemente dificultades para su desplazamiento y evidentemente ponen en riesgo su vida, especialmente para los usuarios de motos ya que esta vía en época de sequía presenta problemas de levantamiento del material afirmado, debido a la pendiente misma, lo que conlleva también indirectamente a una contaminación del aire para los habitantes del sector y principalmente a los niños”.

“Con ayuda de la alcaldía de Tenjo y la información proporcionada, se logró llevar a cabo un mejor diagnóstico del tramo de la vía y se pudieron comparar algunos aspectos que han cambiado en los años transcurridos”.

“Se logra determinar que la influencia del mejoramiento de esta vía, repercutirá en todo el departamento de manera positiva y traería beneficios a toda la comunidad en cuanto a su desarrollo económico y mejoramiento de la movilidad y, entre otros aspectos ya nombrados en el desarrollo del trabajo y aunque la inversión es alta, esta es netamente necesaria”.

En el presente capítulo se citaron conceptos teóricos básicos del trabajo de tesis los cuales están relacionados a la evaluación y propuesta del diseño geométrico.

Paraud (1998), “En comparación con la evaluación en caminos, indica que el reconocimiento tiene como objetivo seleccionar, entre las rutas más favorables para tomar el camino. En la ruta elegida, determine los puntos de cruce de montañas,

ríos, poblaciones y otras que necesiten. Finalmente, recopile los datos necesarios para definir las características y el costo aproximado. Tras los reconocimientos, se establece la línea de dirección general y el área de estudio se sitúa en la franja de terreno que se extiende entre los citados cruces”. (pág. 147)

“Los reconocimientos pueden ser de ruta o de trazo, los de ruta son los que se acaban de describir, pero, además de ellos al realizar el trazado, para fijar las soluciones más prácticas al terreno, se hacen reconocimientos cortos, dentro del alineamiento general marcado por el reconocimiento de ruta, que se llaman reconocimientos de trazo que describiremos posteriormente, y que, en realidad, forman parte de los estudios preliminares”. (Paraud, 1998, pág. 147)

Según Paraud (1998), “Se utilizan estudios preliminares para ubicar aproximadamente el eje de la vía y conocer el costo total aproximado obtenido. Durante su desarrollo, los datos necesarios deben ser realizar un plano con curvas de nivel las longitudes y tipos de terreno para la elaboración del anteproyecto de presupuesto y la determinación de la longitud de la vía. También se dejarán fijos los puntos de cruce obligatorios”. (pág. 147)

Por otra parte, Paraud (1998) “Indica también que los estudios preliminares son un paso intermedio entre los reconocimientos y los estudios finales” (pág. 147)

“Para comparar las diferentes rutas, elegir la mejor y la factibilidad económica de las obras, bastan los estudios, que son rápidos y económicos, pero si el objetivo es construir, estudios previos y finales son necesarios. Cuando los caminos sean de menor importancia, se deben suprimir los estudios previos”. (Paraud, 1998, pág. 148)

Cardenas Grisales (2013), “Indica que una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una franja de terreno denominada servidumbre de paso, con el objetivo de permitir que los vehículos circulen de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de comodidad y confort”. (pág. 1)

“Con referencia al diseño completo de una carretera, el diseño geométrico es fundamental, la configuración geométrica tridimensional se establece a través de

él, para que el camino sea funcional, seguro, cómodo, estético y amigable en la interacción con el medio ambiente”. (Cardenas Grisales, 2013, pág. 1)

Para Cardenas Grisales (2013), “Una carretera será funcional según su tipo, configuración geométrica y volumen de tráfico, para proporcionar un adecuado desplazamiento a través de velocidad de operación. La geometría de la vía tendrá la condición inicial de ser segura, gracias a un diseño uniforme simple y consistente.”. (pág. 1)

Por otra parte, Cardenas Grisales (2013), “Menciona que la ruta más adecuada entre diversas alternativas, que comuniquen dos ubicaciones inicial y final, será aquella que de acuerdo a las condiciones topográficas, geológicas y de drenaje, ofrezca el menor costo el índice de utilidad económica, sociales y estéticos más altos. Por lo tanto, será necesario para cada ruta, determinar aproximadamente los costos de construcción, operación y mantenimiento de la futura autopista a proyectar, para compararlos con los probables beneficios esperados de operación y mantenimiento en la futura autopista prevista”. (pág. 1)

“El diseño geométrico de carreteras es el proceso de entre sus elementos físicos y las características de funcionamiento de los vehículos, a través del uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, la carretera se define geométricamente dibujando su eje en planta y de perfil dibujando su sección transversal”. (Cardenas Grisales, 2013, pág. 37)

(Cardenas Grisales, 2013), “El dibujo en plano geométrico de una carretera, o plano de alineamiento, es la proyección sobre un plano horizontal del eje real o espacial. Este eje horizontal está formado por una serie de tramos llamados tangentes, unidos entre sí por curvas”. (pág. 37)

Para Cardenas Grisales (2013), “El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineación es la proyección de la línea central real o espacial de la carretera sobre una superficie vertical paralela a ella. Debido a este paralelismo, esta proyección mostrará el eje real de la pista. Este eje también es denominado subrasante o rasante”. (pág. 307)

Según Cardenas Grisales (2013), “El alineamiento tanto horizontal como vertical deben ser consistentes y balanceados, de tal que los parámetros del primero sean

congruentes con los del segundo. Es decir que es necesario que los elementos del diseño vertical y horizontal tengan la misma velocidad específica del mismo sector en estudio”. (pág. 307)

“La definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera es el diseño geométrico transversal, y se relaciona con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. De tal forma que se pueda fijar la rasante y el ancho de la faja que contiene la futura carretera, y así estimar el movimiento de tierras”. (Cardenas Grisales, 2013)

Chocontá Rojas (2011), “Establece que se conoce como diseño geométrico de la vía, al procedimiento de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno”. (pág. 19)

Por otra parte, Chocontá Rojas (2011), “Considera la topografía como un factor principal de la localización física de la vía, pues determina el alineamiento horizontal, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y sus secciones transversales”. (pág. 31)

El documento técnico normativo vigente elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones es el manual de carreteras: (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018), con el cual se viene desarrollando la ingeniería vial en el Perú mediante procedimientos técnicos establecidos para la elaboración del diseño previo a la su posterior construcción.

Para el presente trabajo de tesis el tramo en estudio analizado corresponde de acuerdo al Plan Vial Metropolitano de Lima y Callao a una vía Arterial la cual presenta intersecciones con otras vías de igual denominación y también con vías colectoras. En tal sentido para el desarrollo del diseño a proponer, no se considera la clasificación vial correspondiente a las características del Manual de Diseño Geométrico (DG – 2018), sin embargo, se ha clasificado por orografía de la siguiente manera:

Tabla 1. *Clasificación orográfica en el Perú*

| TIPO DE TERRENO | PENDIENTE TRANSVERSAL | PENDIENTE LONGITUDINAL |
|------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Terreno plano (Tipo 1) | Menores o iguales a 10% | Menores a 3% |
| Terreno ondulado (Tipo 2) | Entre 11% y 50% | Entre 3% y 6% |
| Terreno accidentado (Tipo 3) | Entre 51% y 100% | Entre 6% y 8% |
| Terreno escarpado (Tipo 4) | Superiores al 100% | Superiores al 8% |

Fuente: MTC (2018)

Por lo tanto, el tramo correspondiente al proyecto de investigación en calidad de vía urbana se clasifica en Terreno Plano (Tipo 1).

Mediante el manual DG-2018, se pueden clasificar los proyectos de carreteras para un adecuado desarrollo de la geometría vial según lo que se indica a continuación:

(MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, pág. 16). Proyecto vial de nuevo trazo, es el que permite realizar o proyectar una carretera no existente, mediante estudios definitivos, dentro de esta categoría se encuentran las variantes de longitud considerable y las vías de evitamiento.

(MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, pág. 16). Proyecto vial de mejoramiento puntual de trazo, tal como indica su nombre el mejorar una vía existente implica la rehabilitación de la misma conjuntamente con cambios específicos en la geometría que no afecte drásticamente el diseño geométrico inicial.

(MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, pág. 16). Proyecto vial de mejoramiento de trazo, comprende un mejoramiento del trazo integral en una longitud considerable de los componentes básicos horizontal y vertical del diseño como son la planta y el perfil de la vía existente. Los cambios y

modificaciones que se realicen tendrán una repercusión directa en la geometría y el drenaje de un camino con el fin de adecuarse al nuevo nivel de servicio de la vía.

Se han considerado pertinente citar criterios relevantes en el desarrollo del proyecto de tesis y para el diseño geométrico, los cuales se detallan a continuación:

Velocidad de diseño. “Esta es la velocidad de diseño en el entendido de que será la velocidad máxima que se puede tener con seguridad y comodidad, en un tramo dado, cuando las circunstancias son favorables para que el diseño prevalezca”.

“En el proceso de determinación de la Velocidad de Diseño, la prioridad más alta en seguridad se debe dar a los usuarios de la carretera. Por lo tanto, la velocidad de diseño a lo largo de la línea debe ser tal que los conductores no se sorprendan por cambios repentinos y/o muy frecuentes en la velocidad a que puedan completar el recorrido con seguridad”. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, pág. 96).

El tramo analizado de la avenida Túpac Amaru corresponde a una vía Arterial que según el Reglamento Nacional de Tránsito indicaría que se debería usar una velocidad máxima de 60 Km/h. en avenidas. Considerando además que el tramo presenta intersecciones semaforizadas con distancias muy cortas entre 400 a 1430 m. aproximadamente y a esto se suman la necesidad de proyectar cruces peatonales semaforizados distintos a la de las intersecciones semaforizadas que hacen que se tengan paradas entre 80 a 620 m. y sumado a las restricciones de espacio para encajar los elementos urbanos como paraderos, accesos de ingreso y salida se ha tenido en cuenta usar en vías auxiliares una velocidad de diseño de 30 Km/h.

Capacidad y nivel de servicio “La capacidad de una vía es el número máximo de vehículos que pueden circular por esta en ambos sentidos por un tramo uniforme”. (INVIAS, Colombia)

“Se requiere un análisis de la capacidad vial y el nivel de servicio esperado, que se llevará a cabo con base en el volumen de demanda y las condiciones reales del proyecto, la misma que se utilizará para evaluar las características del tráfico, las geometrías, el entorno, las limitaciones y la calidad del servicio que brindará la carretera al usuario, con el fin de realizar los ajustes necesarios a los parámetros

tomados en cuenta en el diseño geométrico”. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018)

Nivel de servicio. “El concepto de nivel de servicio se usa para determinar la calidad del flujo. Es una medida específica que describe las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, y de su aprehensión por los conductores o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como velocidad y tiempo de viaje, libertad de maniobra, interrupciones del tráfico, comodidad, conveniencia, seguridad vial”. (Cerquera Escobar, 2007)

Se tienen 6 niveles de servicio identificados de la A, a la F, las que representan de la mejor a las peores condiciones respectivamente.

Nivel de Servicio A. “La circulación vehicular y peatonal en este nivel de servicio es considerada excelente, genera una alta libertad de seleccionar velocidades deseadas para el tránsito, proporciona una gran comodidad de maniobra y convivencia entre motorista, pasajero o peatón.”. (Capacidad y niveles de la infraestructura vial, 2007, pág. 2)

Nivel de Servicio B, “Se considera a este nivel de servicio como flujo estable, la convivencia se ve muy poco afectada con relación al nivel de servicio A, sin embargo la presencia de otros comienza a notarse y a influir en libertad y comodidad de maniobra, haciéndolo algo inferior”. (Capacidad y niveles de la infraestructura vial, 2007, pág. 2)

Nivel de Servicio C, “Considerado también dentro del rango de flujo estable, los niveles de libertad de maniobra, selección de velocidad se ven restringida y el libre tránsito se ven afectados significativamente”. (Capacidad y niveles de la infraestructura vial, 2007, pág. 3)

Nivel de Servicio D, “En este nivel de servicio la circulación presenta una densidad elevada, los niveles de libertad de maniobra y velocidad se ven seriamente afectadas y restringidas, la convivencia entre motorista, pasajero o peatón es bajo, se presentan problemas de funcionamiento debido a los pequeños incrementos de flujo”. (Capacidad y niveles de la infraestructura vial, 2007, pág. 3)

Nivel de Servicio E, “Para este nivel de servicio el funcionamiento está muy cerca del límite de su capacidad, la libertad de maniobra y es muy difícil obligando al

vehículo o peatón a ceder el paso, en este nivel de servicio la comodidad y convivencia son altamente bajas, ocasionando frustración a los usuarios. La circulación es inestable ocasionada por los ligeros aumentos de flujo produciéndose los colapsos”. (Capacidad y niveles de la infraestructura vial, 2007, pág. 3)

Nivel de servicio F, “Este nivel de servicio las condiciones de flujo son forzadas, debido que se excede la capacidad que se puede soportar generando largas colas y un niveles de operación muy inestables. (Capacidad y niveles de la infraestructura vial, 2007, pág. 3)

DISEÑO GEOMÉTRICO

“Es el encargado de brindar las características geométricas de una vía considerando los factores de tránsito, topografía, velocidades, de tal modo que conlleve a una circulación de manera cómoda y segura.

En una carretera el diseño geométrico se compone básicamente por tres elementos bidimensionales que funcionan de forma individual, pero a su vez dependen uno del otro y que al unirse forman un diseño tridimensional que corresponde a la vía.

Estos elementos son los siguientes:

- Diseño horizontal: está compuesto de ángulos y distancias, con coordenadas que determinan el diseño en planta.
- Alineamiento vertical: se compone de distancias horizontales con pendientes y cotas que conforman el comportamiento vertical.
- Diseño transversal: se conforma de distancias horizontales y verticales que generan el comportamiento transversal de la vía con distancias y cotas.” (Agudelo Ospina, 2002)

TRANSPORTE PÚBLICO

“Se define como un sistema de transporte que opera con rutas fijas y horario predeterminados, servicio que se mantiene a cambio de un pago pre establecido como tarifa de acuerdo a las distancias de la ruta, así mismo se define el transporte

privado el cual es operado generalmente por el mismo dueño de la unidad”.
(Vásquez Guerrero, 2012)

CICLOVÍA

“Es el espacio en la vía pública, destinado para la circulación de vehículos menores no motorizados como las bicicletas, con normativas definidas por el MTC. En algunos casos la ciclovía es segregada de la calzada y/o acera”. (MTC, Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado, 2020)

CICLOCARRIL

“Es el espacio en la calzada que permite la circulación compartida de ciclos, vehículos no motorizados y automotores, debidamente señalizados respetando las normativas vigentes” (MTC, Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado, 2020)

MOVILIDAD SOSTENIBLE

“Se manifiesta como un modelo de movilidad que no genera un impacto negativo al medio ambiente, que contribuye a mejorar el bienestar y la calidad de vida de la personas, es un apuesta para aprovechar las posibilidades de movilidad sin que se sacrifiquen los recursos naturales ni el entorno, para las futuras generaciones”.
(Zuluaga Ruiz, 2017)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

“El tipo de investigación de la tesis presentada es aplicada puesto que el fin que se presenta en el estudio es evaluar y mejorar las condiciones existentes mediante la normativa vigente”. Valderrama (2015, p. 39), Afirma que: “La investigación aplicada también se denomina activa, porque se toma como referencia o punto de partida de investigaciones

previas, ya que depende tanto de ella como de sus aportes teóricos para beneficiar a la sociedad”.

Por lo tanto, el propósito del estudio es poder evaluar el diseño geométrico de la vía existente a través de los parámetros de diseño recomendados en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018

Este trabajo de investigación representa un diseño no experimental, así como también transversal descriptivo ya que se miden los elementos de esta vía y también se indica su influencia en el diseño geométrico de la avenida Túpac Amaru del tramo en estudio.

(Krick, 1973, pág. 3) indica que “el diseño de investigación en Ingeniería es la secuencia de actividades que principia al considerar un problema y determina cuando se ha especificado o determinado por completo una solución funcional, económica y satisfactoria en cualquier otro sentido. Abarca el enunciado de dispositivos, la predicción del funcionamiento, el tomar la decisión de su ejecución, la optimización, las especificaciones y, de hecho, la mayoría de las técnicas y habilidades que se consideran parte del método de la Ingeniería. Al describir el proceso de diseño se describe la esencia de la Ingeniería”.

El enfoque del trabajo de investigación es cuantitativo debido a que se presenta un proceso ya definido y establecido por parámetros de diseño que se encuentran debidamente estructuradas, continuas en todo el proceso y que pueden ser debidamente medibles. (Sampieri, 2020) indica que “Toda investigación de enfoque cuantitativo presenta un conjunto de procesos que son secuenciales y existe la manera de probarse”.

3.2. Variables y operacionalización

- **Variable Independiente:** Evaluación.
- **Variable Dependiente principal:** Propuesta de Diseño Geométrico
- **Variables Dependientes secundarias:** Vía Sostenible, vía Inclusiva

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

“Es el mayor conjunto de objetos, que tienen al menos una característica común, cuyo estudio nos interesa o sobre el que deseamos obtener información. La población puede ser finita o infinita”. (García Oré, 2011)

La población en nuestro tema de investigación estará comprendida por todo el tramo de la Av. Tupac Amaru desde la Av. Naranjal hasta La Av. Revolución, en el distrito de Comas – Lima

Muestra:

“Será imposible obtener información completa de una población infinita o numerosa, para estos casos estadísticamente se establece una técnica denominada Técnica del muestreo, la cual permite extraer y analizar una parte representativa de dicha población a la cual se le denomina MUESTRA”. (García Oré, 2011). La muestra a considerar en este proyecto de investigación será el tramo en estudio.

Muestreo:

Se conoce como muestreo a la técnica estadística que consiste en seleccionar una parte representativa denominada muestra de una población infinita o numerosa, la cual será analizada para hacer inferencias generalizadas de la población en estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se tomará la data de la topografía referencial levantada de ortofoto para la recolección respectiva de los datos, obtenida a través de un vuelo de dron con recursos propios.

3.5. Procedimiento

Los datos se procesarán en software de computadora Auto CAD Civil 3D, se evaluarán los elementos de curva del trazo existente, tomando como base comparativa el manual de Diseño Geométrico DG-2018.

Se colocarán en una tabla los valores de los radios, longitudes de tangentes para evaluar si cumplen con lo recomendado en dicho manual.

3.6. Métodos de análisis de datos

En la definición del análisis de datos, (Sampieri Hernández, 2003). Sostiene al respecto:

“Luego de que la información recolectada haya pasado por un exhaustivo proceso de codificación, se procede a transferir ésta a una matriz para seguidamente guardarlo en un archivo y realizar la limpieza de los errores que se puedan tener, seguidamente se procede a realizar el análisis. Para estos procesos ya no se utilizan herramientas manuales, más aún cuando se manipula gran cantidad de información. Por otra parte, en la mayoría de instituciones donde se realizar investigaciones de nivel medio o superior, centros de investigación, empresas y sindicatos, por lo general cuentan con un sistema de cómputo para realizar el correcto archivo y análisis de datos que corresponde al estudio. Es así que se centra en la interpretación de resultados a partir de los métodos de análisis cuantitativo y no en los procedimientos de cálculo”. (2014, p. 272). Se hará uso de hojas de cálculo para realizar el análisis estadístico correspondiente de los datos obtenidos.

3.7. Aspectos éticos

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, se citan las referencias de las fuentes utilizadas, respetando así los derechos de autor correspondientes, se respeta también la veracidad total de los resultados sin alterar la información de las fuentes citadas.

En este sentido los tesisas certificamos que son auténticos y confiables los resultados presentados y los obtenidos en campo y gabinete.

IV. RESULTADOS

Para este capítulo, consideramos evaluar los ejes de la vía principal, sin considerar los ejes de las vías auxiliares por ser prácticamente paralelos.

El diseño en planta, para el trazado de las Vías auxiliares y Vías Principales se ha planteado el inicio antes de la zona de intervención con el propósito de mantener un alineamiento adecuado que permita la correcta integración de los carriles de circulación con el inicio de proyecto.

El alineamiento horizontal se desarrolla entre tangentes y curvas circulares con un radio máximo de 210m, de tal forma que nos permita prescindir el uso de curvas de transición.

Para los tramos en tangente la longitud mínima aceptada corresponde a las indicadas en la Tabla 302.01 del Manual de Diseño Geométrico DG-2018. Se ha considerado longitud de 84 m. para tramos con curvas del mismo sentido para tramo homogéneo de velocidad de diseño de 30 Km/h y longitud de 167 m. Para tramos homogéneo de 60 Km/h. Según lo mencionado anteriormente se está considerado para la propuesta de diseño en planta las vías principales con velocidad de 60 Km/h y las vías auxiliares con velocidad de 30 Km/h.

Figura 8. Ilustración – Longitudes de tangente entre curvas

| 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: Manual DG-2018

Para el caso de radios mínimos de curvatura horizontal y peralte máximo, se puede hacer uso de la siguiente fórmula:

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

Donde:

$R_{\text{mín}}$: Radio Mínimo absoluto (m)

V : Velocidad de diseño en 30 - 60 Km/h

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

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

En el sub ítem 2.5.4 Peralte, se definió el máximo peralte para el tramo en estudio del 4%, basado en el Manual de Diseño Geométrico de Carretera (DG-2018) del MTC.

Radio s mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

| Ubicación de la vía | Velocidad de diseño | P máx. (%) | f máx. | Radio calculado (m) | Radio redondeado (m) |
|---------------------|---------------------|------------|--------|---------------------|----------------------|
| | 30 | 4.00 | 0.17 | 33.7 | 35 |
| | 40 | 4.00 | 0.17 | 60.0 | 60 |
| | 50 | 4.00 | 0.16 | 98.4 | 100 |
| | 60 | 4.00 | 0.15 | 149.2 | 150 |
| Área urbana | 70 | 4.00 | 0.14 | 214.3 | 215 |
| | 80 | 4.00 | 0.14 | 280.0 | 280 |
| | 90 | 4.00 | 0.13 | 375.2 | 375 |
| | 100 | 4.00 | 0.12 | 492.10 | 495 |
| | 110 | 4.00 | 0.11 | 635.2 | 635 |
| | 120 | 4.00 | 0.09 | 872.2 | 875 |
| | 130 | 4.00 | 0.08 | 1,108.9 | 1,110 |

Figura 9. Ilustración - Radio s Mínimos según velocidad

Fuente: Manual DG-2018

Considerando la Tabla 302.02 del Manual de Diseño Geométrico de Carretera (DG-2018), con el peralte máximo de 4% se ha considerado un radio mínimo de 35 m. para una velocidad de diseño de 30 Km/h y un radio de 150 m. para una velocidad de diseño de 60 Km/h.

El desarrollo del sobreebanco varía de acuerdo al tipo de vehículo considerado en, el radio y la velocidad de diseño. Cada curva se evaluará de manera independiente empleando el radio que corresponda; en cuanto al vehículo de diseño corresponde al Camión tipo C2 y en cuanto a la velocidad de diseño corresponderá la velocidad adoptada para el tramo donde se encuentre la curva.

Formulación para el cálculo de sobre anchos del Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018

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

| | |
|----|-------|
| Sa | 1.00 |
| n | 2.00 |
| Rc | 80.00 |
| L | 7.30 |
| V | 30.00 |

Donde:

Sa: Sobre ancho

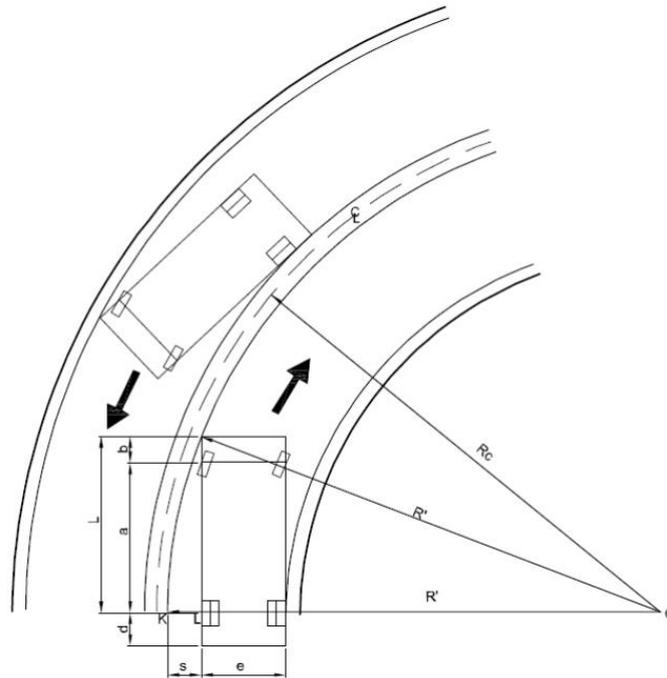
Rc: Radio de curvatura circular (m)

V: Velocidad directriz en km/h

n: número de carriles (2)

L: distancia entre ejes para Camión C2 (7.30 m.)

Figura 10. Esquema de sobre ancho en curva



Fuente: Manual DG - 2018

El término primer depende de la geometría mientras que segundo término depende de consideraciones empíricas, los cuales tienen en cuenta un valor adicional para compensar así la mayor dificultad al calcular distancias transversales en curvas.

La inclusión de dicho valor adicional, es evaluada y determinada por el diseñador, para las velocidades que éste considere bajas para el tramo en diseño.

El sobree ancho, durante la etapa de proyecto así como en la construcción, exige un incremento de costo y trabajo, que se compensa solamente por la eficacia de ese aumento en el ancho de la calzada. Por tanto, los valores muy pequeños no deben considerarse.

Se ha adoptado sobree ancho para valores calculados mayores de 0.40 m. El valor calculado y el adoptado se encuentran en el Anexo 1 Cuadro de Elementos de Curva Horizontal.

Para evitar que se presenten discontinuidades en las curvaturas del trazo se hace uso de las curvas de transición que son espirales que evitan estos casos

De acuerdo al Manual de Diseño Geométrico, en su ítem 302.05.07, indica que para el caso de carreteras de Tercera Clase se puede prescindir de las curvas de transición en el caso que el radio de la curva horizontal sea superior a la indicada en la siguiente tabla:

Figura 11. *Radios con los cuales no se considera curva de transición.*

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

Fuente: Manual DG-2018

Para nuestro caso se ha empleado radios mayores por tanto se ha prescindido de curvas de transición.

Para la evaluación de los ejes en planta de las vías principales se está considerando como velocidad de diseño 60 Km/h, según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018

Figura 12. Velocidad de Diseño según clasificación de la carretera por demanda y orografía.

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

Fuente: MTC, Manual DG-2018

Para los tramos en tangente, tomamos como referencia la tabla 304.38

Tabla 304.08

Tramos mínimos en tangente entre curvas del mismo sentido

| Velocidad (km/h) | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Longitud mín. (m) | 40 | 55 | 70 | 85 | 100 | 110 | 125 | 140 | 155 | 170 | 190 |

Fuente: MTC, Manual DG-2018

Se muestran los resultados obtenidos de la evaluación del eje principal en sentido N-S

Tabla 2.

Evaluación de elementos de curva horizontal EJE PRINCIPAL N-S

| Nº PI | SENTIDO | DELTA | RADIO | DG-2018 R>150m | LONG. TANGENTE | CUMPLE / NO CUMPLE |
|-------|---------|-----------|-------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| PI-1 | DER | 35°08'20" | 315 | CUMPLE | 6.821 | NO CUMPLE |
| PI-2 | IZQ | 32°34'30" | 580 | CUMPLE | 238.203 | CUMPLE |
| PI-3 | DER | 32°56'40" | 200 | CUMPLE | 237.261 | CUMPLE |
| PI-4 | IZQ | 12°52'50" | 300 | CUMPLE | 266.117 | CUMPLE |
| PI-5 | IZQ | 1°29'30" | 800 | CUMPLE | 388.929 | CUMPLE |
| PI-6 | DER | 29°19'50" | 255 | CUMPLE | 1185.888 | CUMPLE |
| PI-7 | IZQ | 59°54'10" | 160 | CUMPLE | 106.165 | CUMPLE |
| PI-8 | IZQ | 2°47'40" | 600 | CUMPLE | 45.320 | NO CUMPLE |
| PI-9 | IZQ | 1°54'10" | 1000 | CUMPLE | 284.301 | CUMPLE |
| PI-10 | DER | 23°48'00" | 560 | CUMPLE | 78.440 | NO CUMPLE |
| PI-11 | IZQ | 8°37'00" | 460 | CUMPLE | 78.558 | NO CUMPLE |
| PI-12 | DER | 34°22'20" | 650 | CUMPLE | 110.207 | CUMPLE |
| PI-13 | DER | 5°47'30" | 500 | CUMPLE | 475.192 | CUMPLE |
| PI-14 | IZQ | 14°15'00" | 590 | CUMPLE | 261.610 | CUMPLE |
| PI-15 | IZQ | 18°12'10" | 890 | CUMPLE | 200.491 | CUMPLE |
| PI-16 | DER | 2°54'40" | 2000 | CUMPLE | 399.272 | CUMPLE |
| PI-17 | DER | 13°39'30" | 1100 | CUMPLE | 444.343 | CUMPLE |

Fuente: Elaboración propia

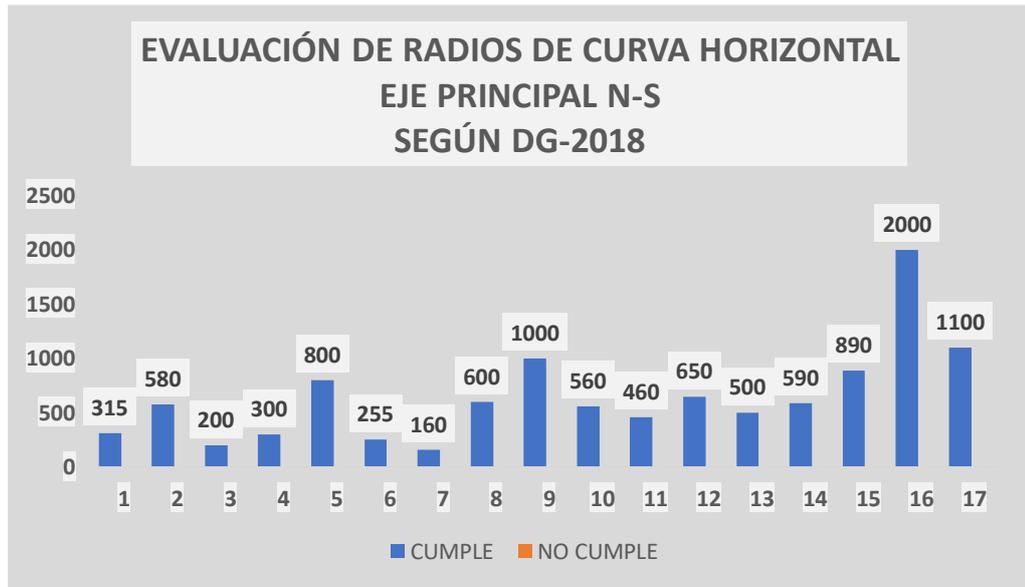


Figura 13. Resultados de la evaluación de los radios de curva del eje principal N-S.

Se observa que todos los radios cumplen con el mínimo recomendado en el manual de carreteras DG-2018

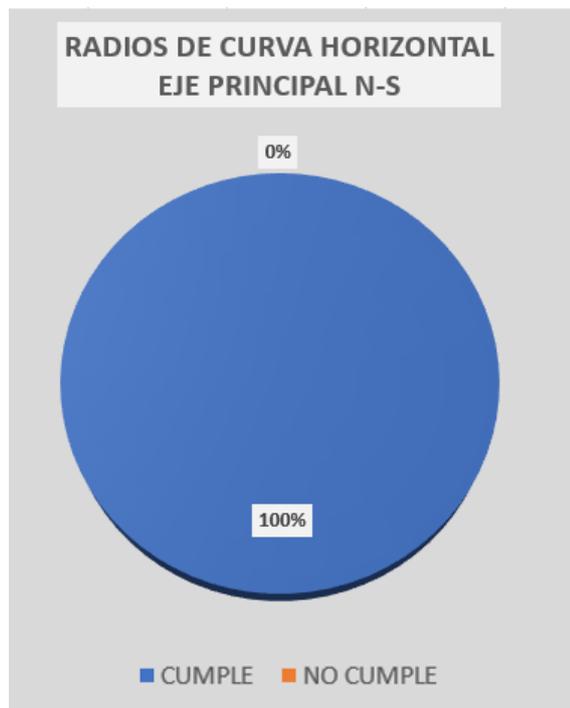


Figura 14. Porcentajes de evaluación de los radios del eje principal N-S

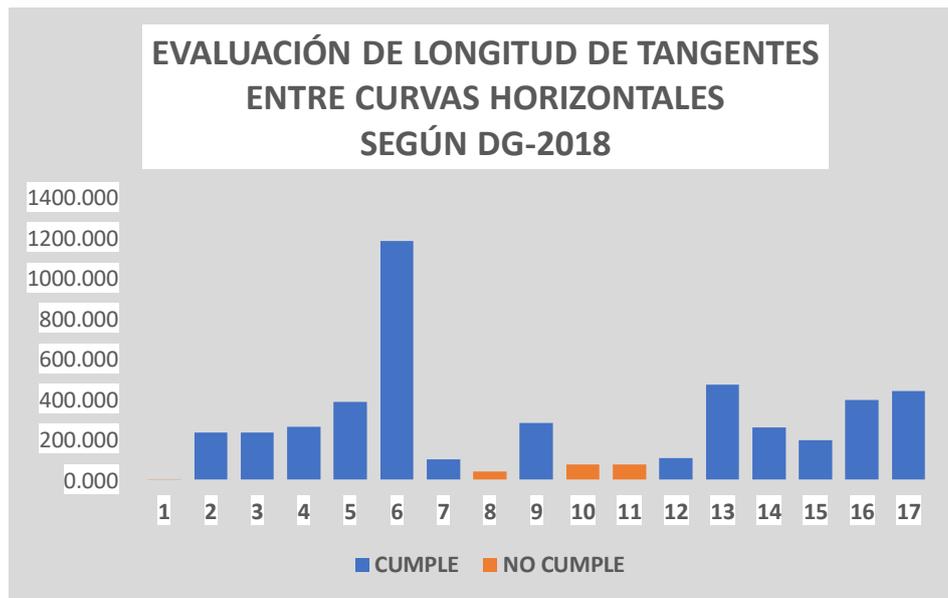


Figura 15. Resultados de la evaluación de longitud de tangente entre curvas horizontales eje principal N-S.

De los resultados obtenidos, se logra observar que, de las 17 curvas analizadas, 4 no cumplen con la mínima longitud de tangente recomendada en el manual de carreteras DG-2018

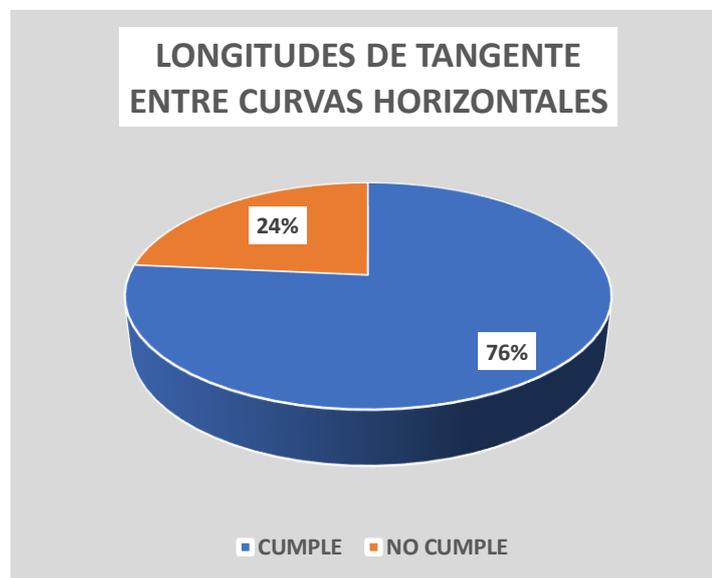


Figura 16. Porcentajes de evaluación de longitud de tangente entre curvas horizontales eje principal N-S

El gráfico de los resultados obtenidos muestran que el 76% de las longitudes de tangentes evaluadas cumplen con lo recomendado por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018

Se observa de los resultados obtenidos que existe un 24% de las longitudes de tangentes evaluadas no están cumpliendo con lo recomendado por el manual de carreteras DG-2018

Se muestran en la tabla 3 los resultados obtenidos de la evaluación del eje principal en sentido S-N

Tabla 3.

Evaluación a los elementos de curva horizontal EJE PRINCIPAL S-N

| Nº PI | SENTIDO | DELTA | RADIO | DG-2018 R>150m | LONG. TANGENTE | CUMPLE / NO CUMPLE |
|-------|---------|-----------|-------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| PI-18 | DER | 35°32'30" | 390 | SI CUMPLE | 3.205 | NO CUMPLE |
| PI-19 | IZQ | 33°17'20" | 610 | SI CUMPLE | 168.444 | CUMPLE |
| PI-20 | DER | 32°52'10" | 200 | SI CUMPLE | 230.489 | CUMPLE |
| PI-21 | IZQ | 12°06'10" | 160 | SI CUMPLE | 262.270 | CUMPLE |
| PI-22 | IZQ | 1°12'20" | 1000 | SI CUMPLE | 143.107 | CUMPLE |
| PI-23 | IZQ | 1°19'50" | 1000 | SI CUMPLE | 409.599 | CUMPLE |
| PI-24 | DER | 1°37'10" | 800 | SI CUMPLE | 55.495 | NO CUMPLE |
| PI-25 | IZQ | 2°19'30" | 500 | SI CUMPLE | 401.792 | CUMPLE |
| PI-26 | DER | 2°20'40" | 500 | SI CUMPLE | 21.326 | NO CUMPLE |
| PI-27 | DER | 2°06'40" | 500 | SI CUMPLE | 40.514 | NO CUMPLE |
| PI-28 | IZQ | 2°08'30" | 500 | SI CUMPLE | 31.437 | NO CUMPLE |
| PI-29 | DER | 29°03'30" | 210 | SI CUMPLE | 389.860 | CUMPLE |
| PI-30 | IZQ | 65°36'30" | 160 | SI CUMPLE | 118.984 | CUMPLE |
| PI-31 | DER | 3°20'40" | 300 | SI CUMPLE | 32.678 | NO CUMPLE |
| PI-32 | DER | 23°35'40" | 535 | SI CUMPLE | 407.884 | CUMPLE |
| PI-33 | IZQ | 9°00'00" | 225 | SI CUMPLE | 88.334 | CUMPLE |
| PI-34 | DER | 32°52'10" | 590 | SI CUMPLE | 156.454 | CUMPLE |
| PI-35 | DER | 2°32'50" | 1500 | SI CUMPLE | 42.970 | NO CUMPLE |
| PI-36 | IZQ | 1°32'50" | 1500 | SI CUMPLE | 55.869 | NO CUMPLE |
| PI-37 | DER | 5°48'40" | 1000 | SI CUMPLE | 264.854 | CUMPLE |
| PI-38 | IZQ | 15°15'00" | 620 | SI CUMPLE | 243.109 | CUMPLE |
| PI-39 | IZQ | 18°41'00" | 900 | SI CUMPLE | 176.656 | CUMPLE |
| PI-40 | DER | 2°52'50" | 1500 | SI CUMPLE | 415.967 | CUMPLE |
| PI-41 | DER | 14°43'10" | 800 | SI CUMPLE | 484.902 | CUMPLE |

Fuente: Elaboración propia

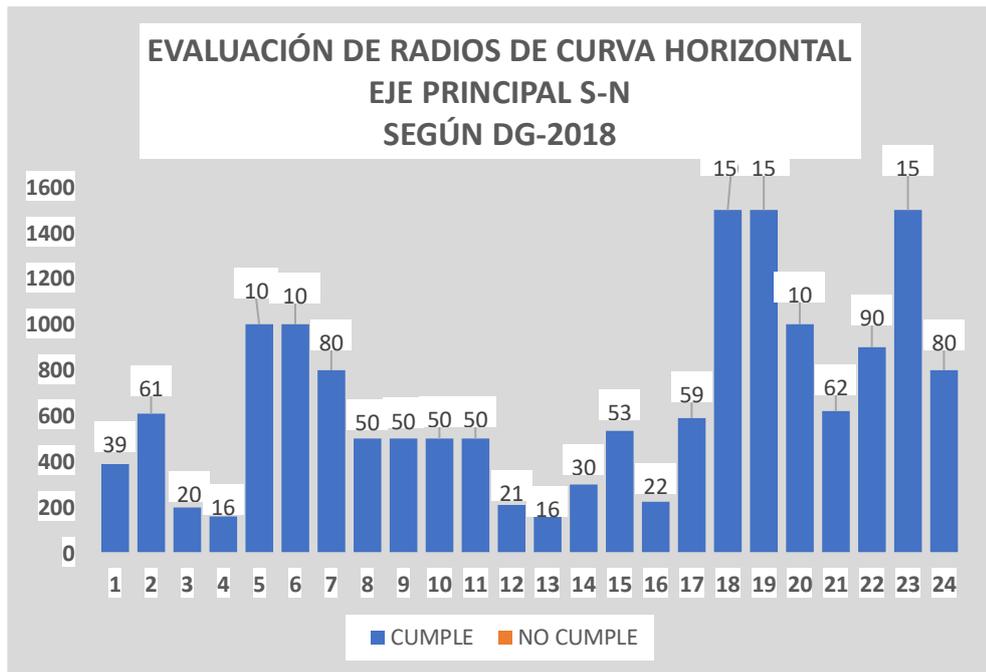


Figura 17. Resultados de la evaluación de los radios de curva del eje principal S-N

En la figura 17, se observa que todos los radios evaluados cumplen los requerimientos mínimos recomendados por el manual de carreteras DG-2018.



Figura 18. *Porcentajes de evaluación de los radios del eje principal S-N*

Los resultados muestran que el 100% de los radios cumplen con el mínimo recomendado por el manual de carreteras DG-2018.

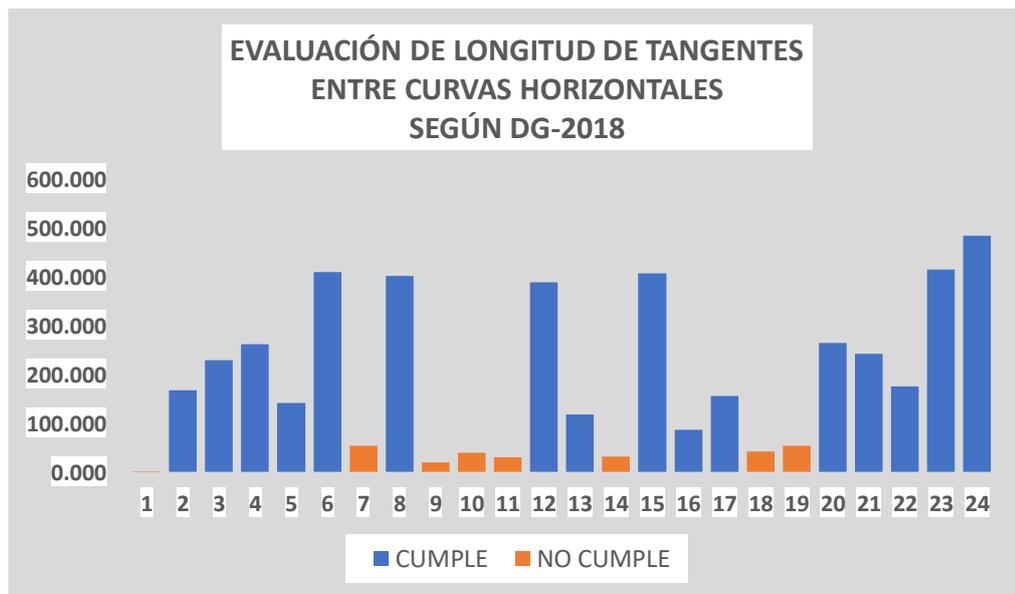


Figura 19. *Resultados de la evaluación de longitud de tangente entre curvas horizontales eje principal S-N*

En la figura 19, se logra observar que, de las 24 curvas analizadas, 8 no cumplen con la mínima longitud de tangente recomendada por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018

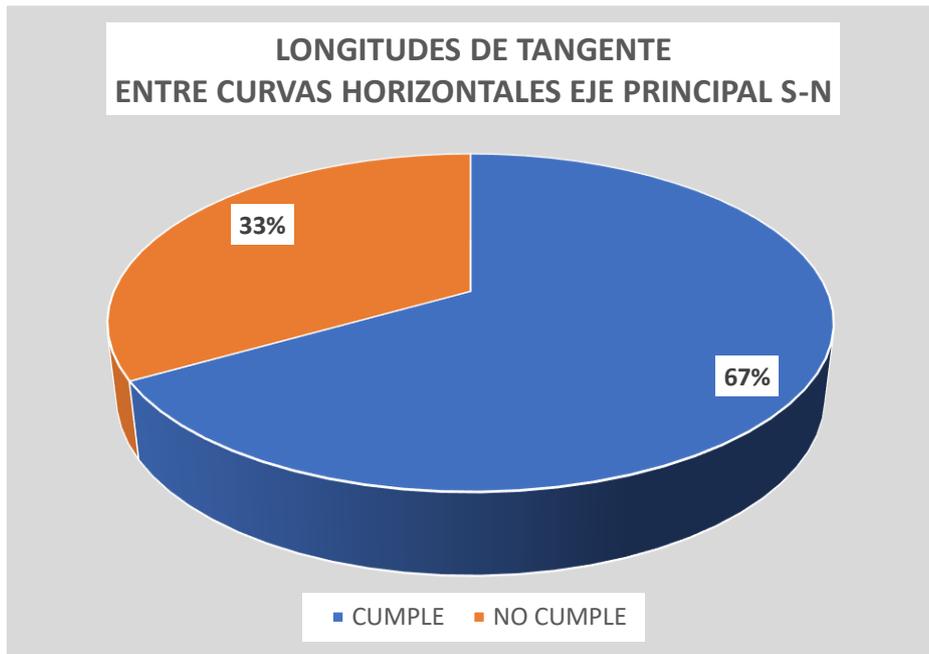


Figura 20. *Porcentajes de evaluación de longitud de tangente entre curvas horizontales eje principal S-N*

Los resultados obtenidos muestran que el 33% de las longitudes de tangentes entre curvas horizontales no cumplen con el mínimo recomendado por el manual de carreteras DG-2018.

Así mismo se observa que solo el 67% de las longitudes de tangente cumplen con el mínimo recomendado por el manual de carreteras DG-2018

Considerando nuevamente los parámetros requeridos en el manual de diseño de carreteras, se procedió a la evaluación respectiva de las curvas verticales de la vía Tupac Amaru, tramo Av. Naranjal – Av. Revolución, distrito de comas

Diseño geométrico vertical, para el diseño de los elementos de curvas verticales se ha cuidado de mantener en la mayor parte de su longitud las cotas de vía existente, tratando de no desconfigurar los niveles de accesos vehiculares y peatonales hacia el entorno adyacente.

El alineamiento vertical en Vías auxiliares procura dibujar los niveles existentes debido a la proximidad de calles y predios contiguos, asimismo el alineamiento vertical en Vías Principales mantiene los niveles existentes para no afectar la Infraestructura peatonal como paraderos, rampas peatonales y cruces a nivel, además de minimizar la afectación de las líneas de servicio.

Para la determinación de las curvas verticales se ha considerado el cumplimiento del parámetro de índice de curvatura K para curvas convexa y cóncava en carreteras de Tercera Clase, de acuerdo a la Tabla 303.02 y 303.03 respectivamente.

Figura 21. *Valores del Índice de Curvatura en curva vertical convexa*

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

Fuente: Tabla 303.02 Manual DG-2018

Figura 22. Valores del Índice de Curvatura en curva vertical cóncava.

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

Fuente: Manual de DG-2018

Evaluación del perfil longitudinal de la Av. Tupac Amaru, tramo Av. Naranjal – Av. Revolución – Comas.

Para esta evaluación se toma en cuenta los valores de propuestos en la siguiente tabla:

Figura 23. Valores de diseño geométrico para cruce de carreteras por zonas urbanas

| Descripción | Unidad | Velocidad de diseño (km/h) | | |
|---------------------------------|-------------------|----------------------------|-----|-----|
| | | 80 | 60 | 50 |
| Distancia mínima de visibilidad | De parada | 130 | 90 | 70 |
| | De paso | | | |
| Pendiente longitudinal | Máxima | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| | Mínima | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Curvas verticales | k mín. paso=L/A | | | 50 |
| | K mín. parada=L/A | 15 | 10 | 5 |
| | Longitud mínima | 45 | 35 | 25 |

Fuente: Tabla 504.01 Manual DG-2018

En este análisis para velocidad de diseño es de 60 Km/h, se consideró 7.00% como pendiente máxima a evaluar, así mismo se consideró 35m. como valor mínimo de longitud de curva vertical a evaluar. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos

Tabla 4.

Evaluación de elementos de curva verticales EJE PRINCIPAL N-S

| PIV | PROG. | COTA (m.s.n.m.) | PENDIENTE (%) | | EVALUACIÓN < 7.00 % | CURVA VERTICAL | | EVALUACIÓN L >35m |
|-----|-------|--------------------|---------------|--------|------------------------|-----------------|---------|----------------------|
| | | | ENTRADA | SALIDA | | LONGITUD (m) | TIPO | |
| 0 | 0+000 | 72.120 | | | | | | |
| 1 | 0+590 | 70.273 | -0.31 | 0.65 | CUMPLE | 200.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 2 | 1+050 | 73.249 | 0.65 | 1.26 | CUMPLE | 200.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 3 | 1+730 | 81.836 | 1.26 | 3.50 | CUMPLE | 150.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 4 | 2+070 | 93.723 | 3.50 | 0.92 | CUMPLE | 150.00 | CONVEXA | CUMPLE |
| 5 | 2+670 | 99.211 | 0.92 | 0.20 | CUMPLE | 200.00 | CONVEXA | CUMPLE |
| 6 | 3+190 | 100.222 | 0.20 | 1.07 | CUMPLE | 200.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 7 | 3+910 | 107.954 | 1.07 | 1.85 | CUMPLE | 200.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 8 | 4+270 | 114.596 | 1.85 | 0.49 | CUMPLE | 160.00 | CONVEXA | CUMPLE |
| 9 | 4+550 | 115.955 | 0.49 | 1.52 | CUMPLE | 120.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 10 | 4+910 | 121.411 | 1.52 | 0.48 | CUMPLE | 200.00 | CONVEXA | CUMPLE |
| 11 | 5+430 | 123.916 | 0.48 | 1.57 | CUMPLE | 300.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 12 | 6+130 | 134.911 | 1.57 | 2.59 | CUMPLE | 900.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 13 | 7+170 | 161.887 | 2.59 | 1.78 | CUMPLE | 180.00 | CONVEXA | CUMPLE |
| 14 | 7+390 | 165.797 | 1.78 | 0.40 | CUMPLE | 80.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 15 | 7+440 | 165.997 | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

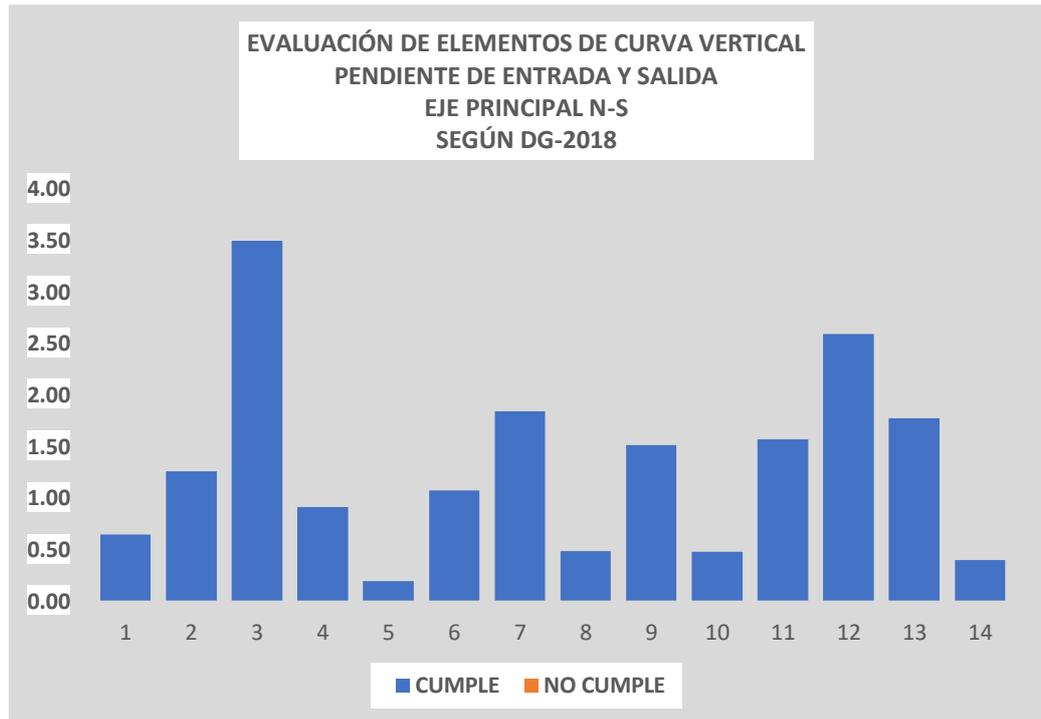


Figura 24. Resultados de la evaluación de las pendientes de entrada y salida del eje principal N-S

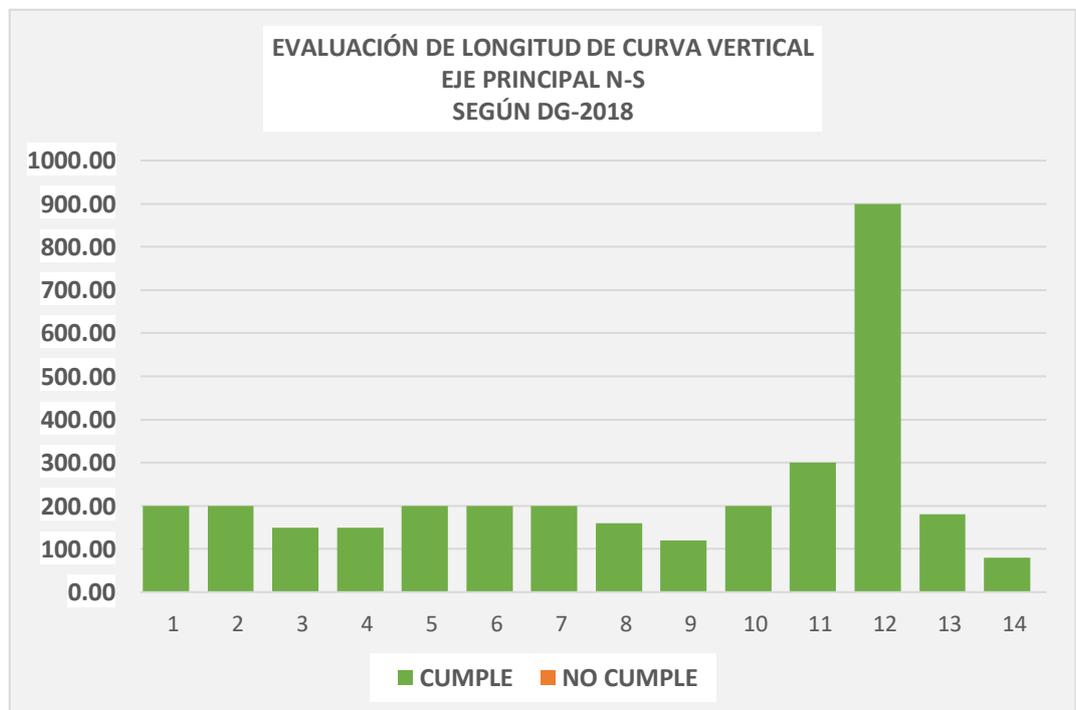


Figura 25. Resultados de la evaluación de las longitudes de curva del eje principal N-S

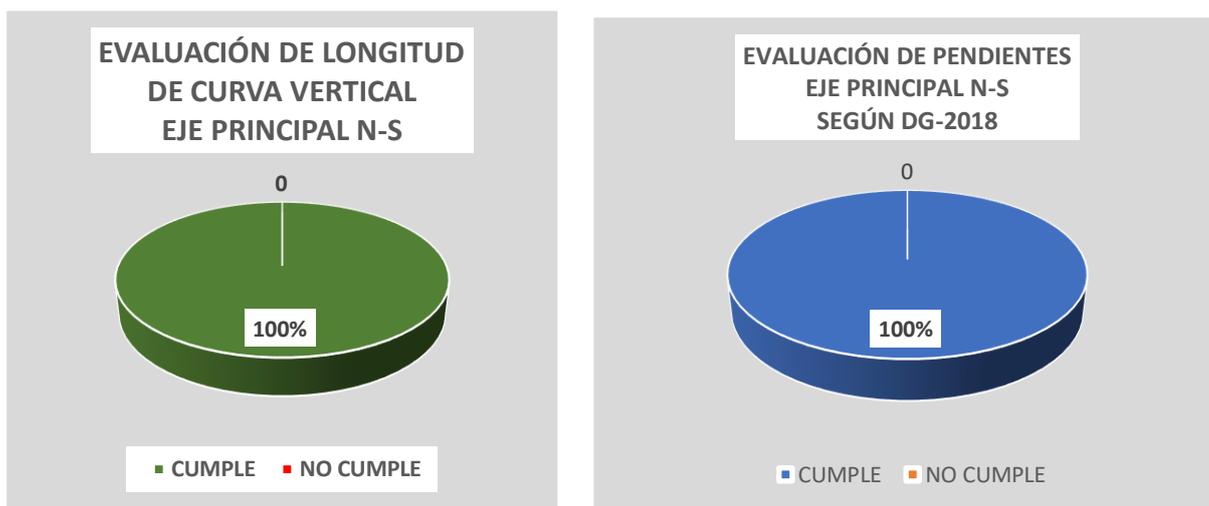


Figura 26. Porcentajes de resultados evaluados de las longitudes de curva del eje principal N-S

Los resultados muestran que el los elementos de curva vertical evaluados del eje principal N-S, cumplen en un 100% las recomendaciones indicadas en el manual de diseño de carreteras DG-2018

Tabla 5.

Evaluación de elementos de curva verticales EJE PRINCIPAL S-N

| PIV | PROG. | COTA (m.s.n.m.) | PENDIENTE (%) | | EVALUACIÓN < 7.00 % | CURVA VERTICAL | | EVALUACIÓN L >35m |
|-----|-------|--------------------|---------------|--------|------------------------|-----------------|---------|----------------------|
| | | | ENTRADA | SALIDA | | LONGITUD (m) | TIPO | |
| 0 | 0+000 | 72.106 | | -0.03 | | | | |
| 1 | 0+580 | 70.273 | 0.00 | 0.65 | CUMPLE | 200.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 2 | 1+040 | 73.249 | 0.65 | 1.26 | CUMPLE | 200.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 3 | 1+720 | 81.836 | 1.26 | 3.50 | CUMPLE | 150.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 4 | 2+060 | 93.723 | 3.50 | 0.92 | CUMPLE | 150.00 | CONVEXA | CUMPLE |
| 5 | 2+660 | 99.211 | 0.92 | 0.20 | CUMPLE | 200.00 | CONVEXA | CUMPLE |
| 6 | 3+180 | 100.222 | 0.20 | 1.07 | CUMPLE | 200.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 7 | 3+900 | 107.954 | 1.07 | 1.85 | CUMPLE | 200.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 8 | 4+260 | 114.596 | 1.85 | 0.49 | CUMPLE | 160.00 | CONVEXA | CUMPLE |
| 9 | 4+540 | 115.955 | 0.49 | 1.52 | CUMPLE | 120.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 10 | 4+900 | 121.411 | 1.52 | 0.48 | CUMPLE | 200.00 | CONVEXA | CUMPLE |
| 11 | 5+420 | 123.916 | 0.48 | 1.57 | CUMPLE | 300.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 12 | 6+120 | 134.911 | 1.57 | 2.59 | CUMPLE | 900.00 | CÓNCAVA | CUMPLE |
| 13 | 7+160 | 161.887 | 2.59 | 1.78 | CUMPLE | 200.00 | CONVEXA | CUMPLE |
| 14 | 7+380 | 165.797 | 1.78 | 0.35 | CUMPLE | 80.00 | CONVEXA | CUMPLE |
| 15 | 7+430 | 165.971 | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

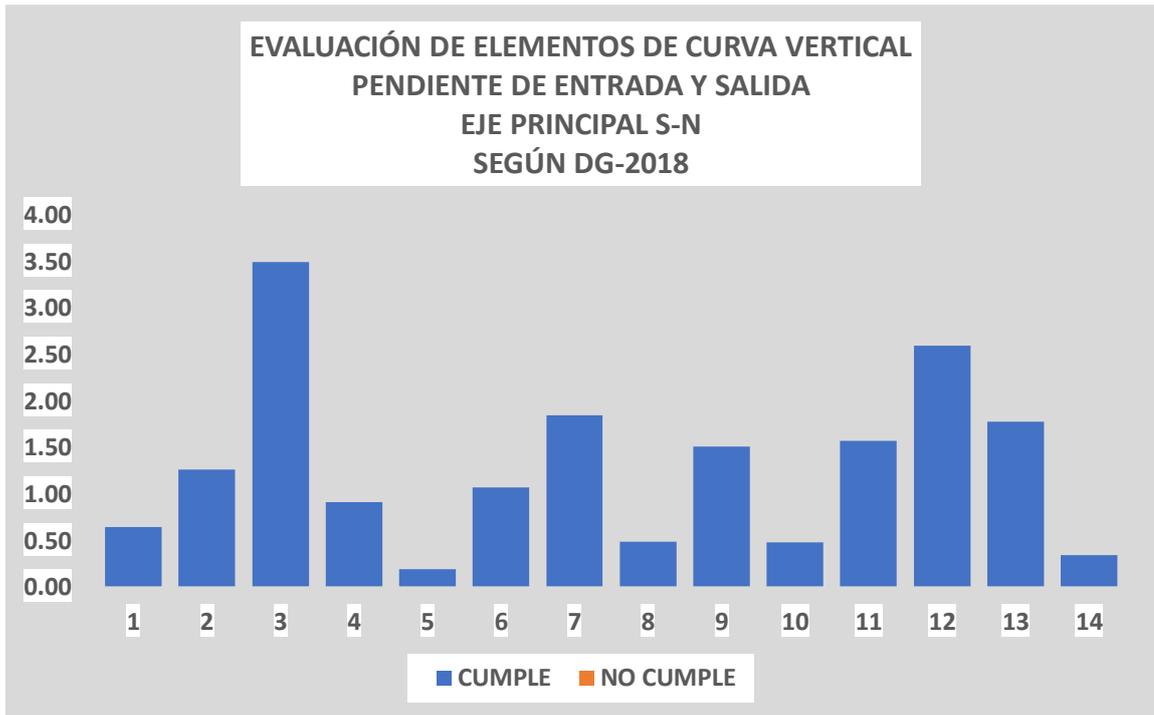


Figura 27. Resultados de la evaluación de las pendientes de entrada y salida del eje principal S-N

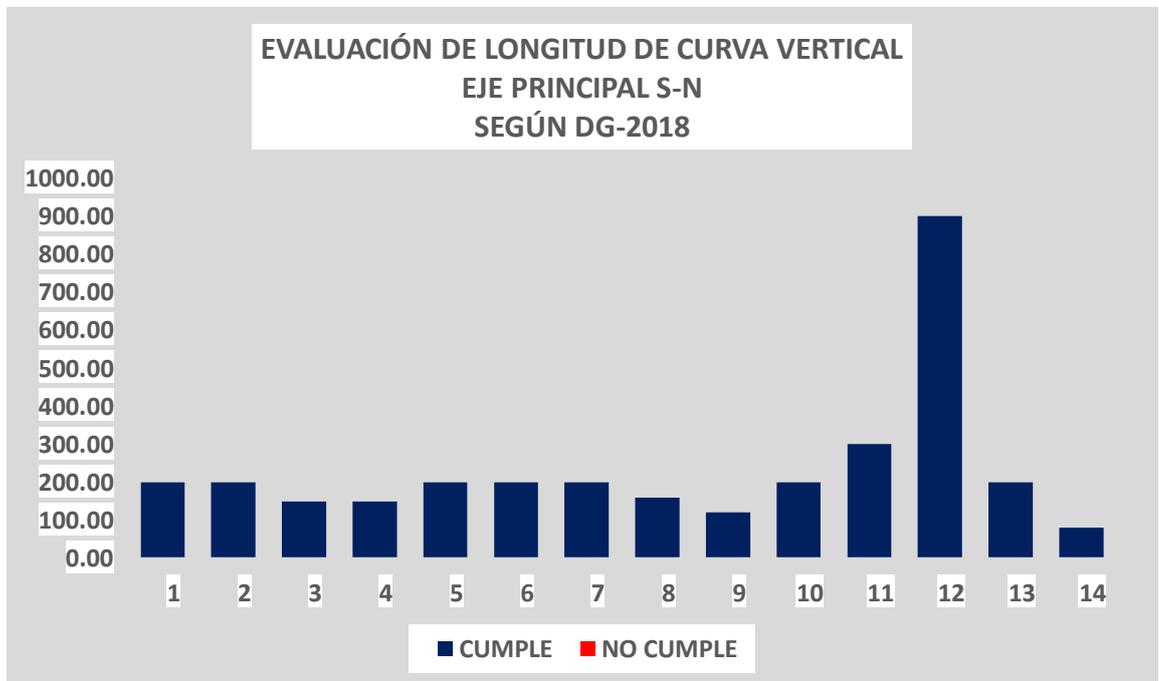


Figura 28. Resultados de la evaluación de longitud de curva vertical eje principal S-N

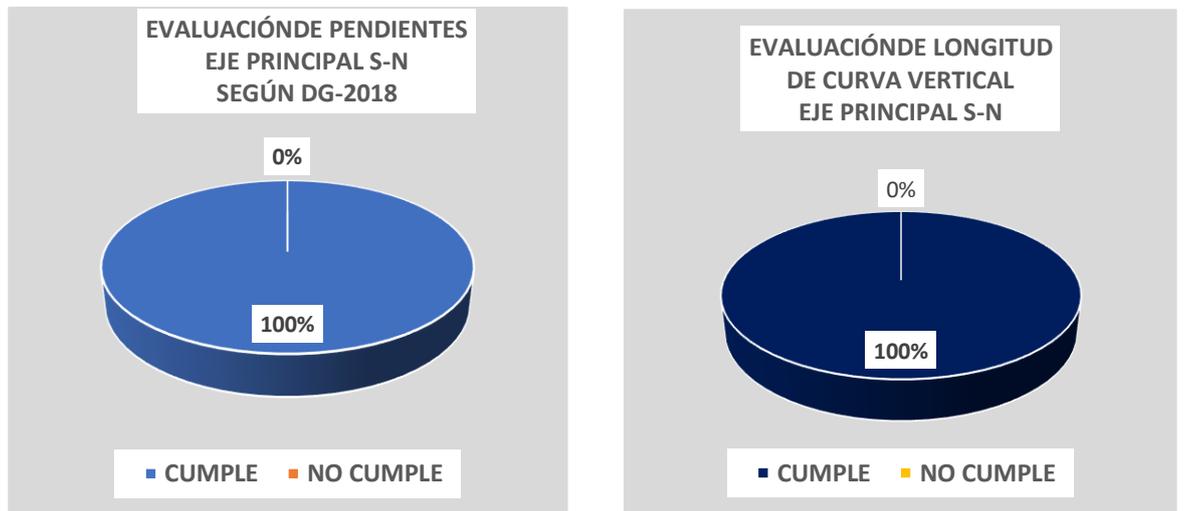
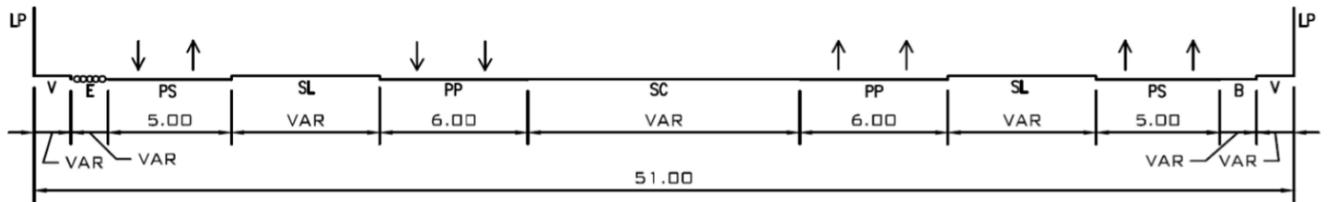


Figura 29. Porcentajes de la evaluación de los elementos curva verticales, eje S-N

Los resultados muestran que los elementos de curva vertical evaluados en el eje principal S-N, cumplen en un 100% las recomendaciones indicadas en el manual de diseño de carreteras DG-2018

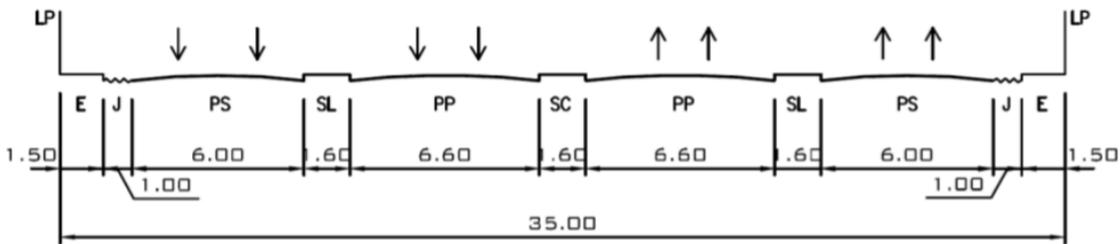
Para el diseño de la sección transversal se establecen secciones típicas por tramos las cuales muestran las disposiciones de los elementos geométricos considerados en el diseño en planta, en el punto correspondiente a cada sección y su correlación con los niveles del terreno existente.

La calzada con uno o más carriles para el tránsito de vehículos, se determina en función al Tráfico, Velocidad, Tipo y Orografía de la Vía. Para el presente trabajo de investigación, se definió el ancho de calzada tomando en cuenta la Sección Normativa de acuerdo al Sistema Vial Metropolitano.



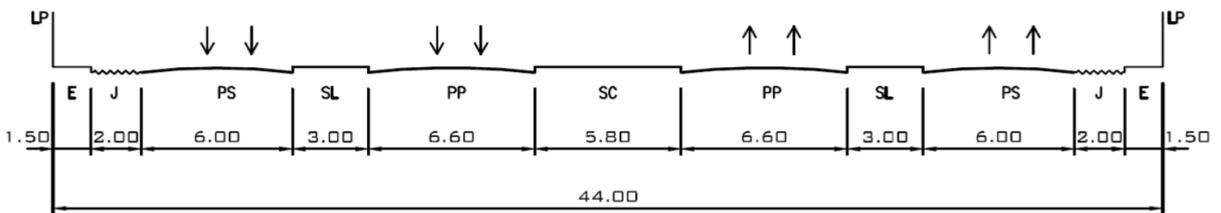
SECCION : A - 151
 CLASIFICACION : ARTERIAL
 NOMBRE : TUPAC AMARU - F
 DISTRITO(S) : COM
 TRAMO : NARANJAL - MAESTRO

Figura 30. Sección A-151
 Fuente: Municipalidad de Lima



SECCION : A-01-A36
 CLASIFICACION : ARTERIAL
 NOMBRE : TUPAC AMARU
 DISTRITO(S) : COM
 TRAMO : MAESTRO - SAN MARTIN
 (TRAZO ADECUADO POR ORDENANZA N°1849-MML)

Figura 31. Sección A-01-A36
 Fuente: Municipalidad de Lima



SECCION : A-02-A36
 CLASIFICACION : ARTERIAL
 NOMBRE : TUPAC AMARU
 DISTRITO(S) : COM
 TRAMO : SAN MARTIN - JAMAICA
 RETAMAS - SAN PEDRO DE CARABAYLLO
 (TRAZO ADECUADO POR ORDENANZA N°1849-MML)

Figura 32. Sección A-02-A36
 Fuente: Municipalidad de Lima

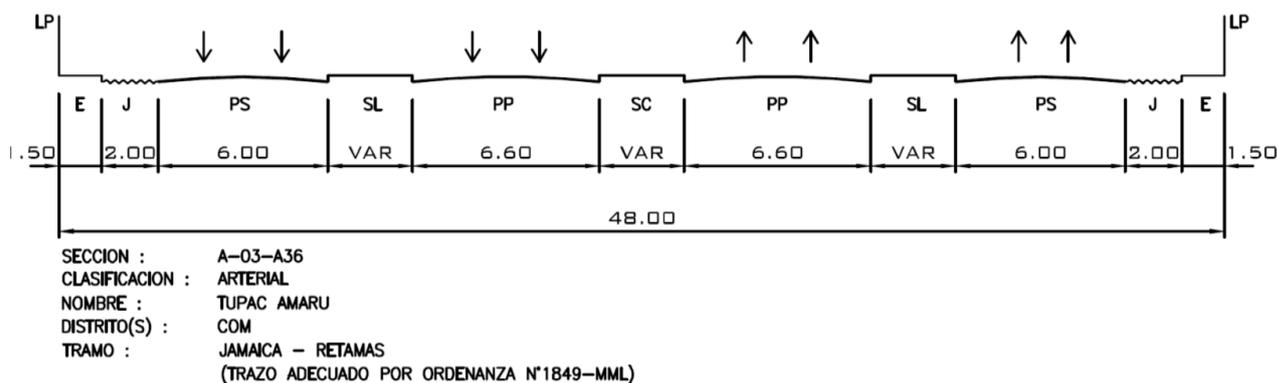


Figura 33. Sección A-03-A36
 Fuente: Municipalidad de Lima

Las condiciones que presenta el tramo en estudio condicionan el diseño para proyectar una adecuada infraestructura vial, el criterio fundamental es evitar la afectación de áreas privadas, siendo esta la premisa, se acude a lo dispuesto en la sección normativa que dispone en Vías Auxiliares 2 carriles de 6.00m y en Vías Principales 2 carriles de 6.60m

Así también se plantearán ingresos y salidas a vías principales y secundarias tomando en consideración los desniveles que existen entre ellas, con adecuadas pendientes de las rampas sobre los separadores laterales.

Se ha de considerar para calzada con achos mínimos, los sobrecargos en curva, debido a que se deberá de mantener el vehículo dentro del carril cuando se recorre un tramo curvo.

La Berma se proyectó en función al Tráfico, Velocidad, Tipo y Orografía de la Vía. Sin embargo, siendo el espacio físico el principal condicionante para su desarrollo, el criterio fundamental ha sido evitar la afectación de áreas privadas, por ello en Vías auxiliares se ha tratado de no desconfigurar y mantener el ancho existente. Asimismo, en la Vía Principal donde el espacio lo permita se ha proyectado un ancho de 2.00m.

El bombeo se determinó haciendo uso de la tabla indicada en la figura 34 que determina el porcentaje de bombeo para las calzadas

Figura 34. Porcentaje para bombeo en calzada

| Tipo de Superficie | Bombeo (%) | |
|---|---------------------------|---------------------------|
| | Precipitación <500 mm/año | Precipitación >500 mm/año |
| Pavimento asfáltico y/o concreto Portland | 2,0 | 2,5 |
| Tratamiento superficial | 2,5 | 2,5-3,0 |
| Afirmado | 3,0-3,5 | 3,0-4,0 |

Fuente: Manual DG-2018

El tramo analizado presenta precipitaciones menores a los 500 mm/año por lo que corresponde un Bombeo de -2.0%, el cual será fijado para todo el tramo.

La determinación de peraltes se realiza según el manual DG 2018, el cual recomienda porcentajes mínimos y máximos de peraltes. Por considerarse zona urbana se ha tomado como valor de peralte máximo el 4%, de acuerdo a la Ilustración siguiente.

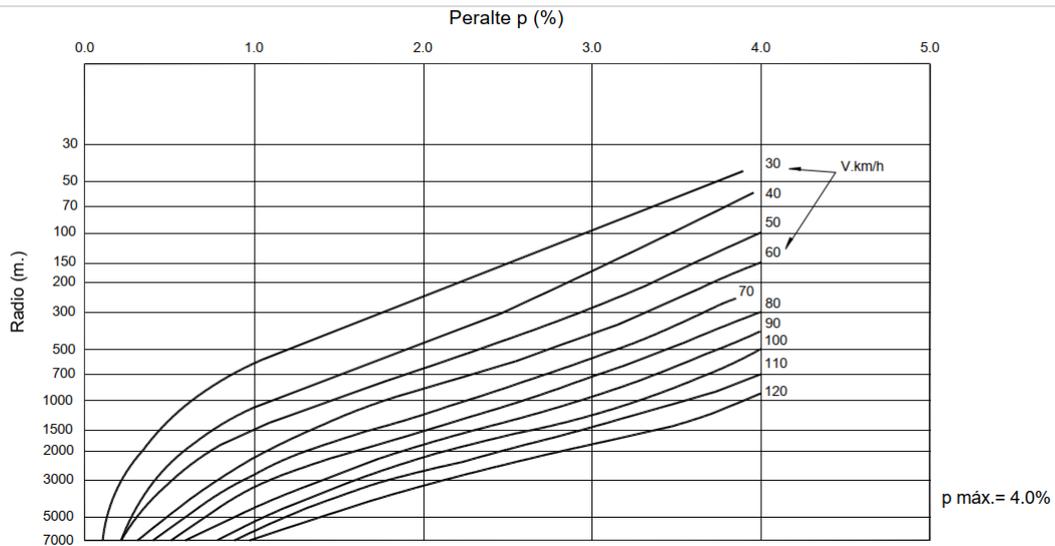
Figura 35. Valores de Peralte máximo

| Pueblo o ciudad | Peralte Máximo (p) | | Ver Figura |
|---|--------------------|--------|------------|
| | Absoluto | Normal | |
| Atravesamiento de zonas urbanas | 6.0% | 4.0% | 302.02 |
| Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado) | 8.0% | 6.0% | 302.03 |
| Zona rural (T. Accidentado o Escarpado) | 12.0 | 8.0% | 302.04 |
| Zona rural con peligro de hielo | 8.0 | 6.0% | 302.05 |

Fuente: Manual DG-2018

Figura 36. Porcentaje máximo de peralte

Peralte en cruce de áreas urbanas



Fuente: Manual DG-2018

Formulación para cálculo de peralte bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento:

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

Donde:

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

PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO.

La multitud de vehículos que circulan en nuestras vías contaminan el medio ambiente creando un gran desafío que debemos enfrentar, en tal sentido y siguiendo el objetivo general de la presente investigación, se propone un nuevo rediseño de la geometría en la vía Tupac Amaru, tramo Av. Naranjal – Av. Revolución, del distrito de Comas – Lima, dirigido a mejorar la calidad de vida urbana de la vía, estableciendo un diseño con movilidad sostenible que al incorporar en todo el tramo carriles exclusivos de ciclovía para el uso de bicicletas a pedal, eléctricas y tipo scooter, que garantizan la reducción de la contaminación ambiental producida por los vehículos a combustible, así mismo se incorporan rampas peatonales para facilitar el acceso a las personas con discapacidad que se movilizan en sillas de rueda, garantizando así que nuestra propuesta de diseño sea sostenible e inclusiva.

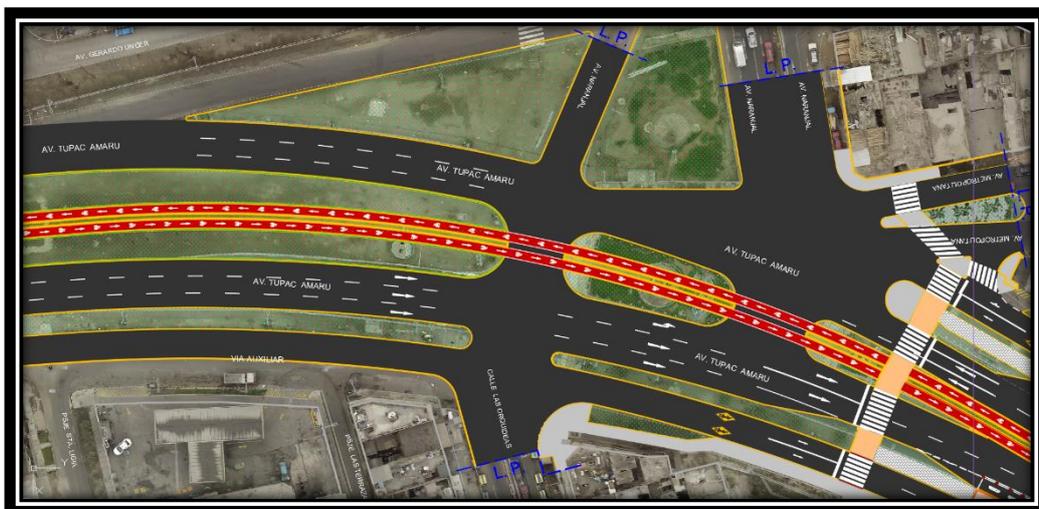


Figura 37. Propuesta de diseño geométrico, inicio de tramo, Av. Naranjal con ciclovía proyectada en la berma central.
Fuente: Elaboración propia

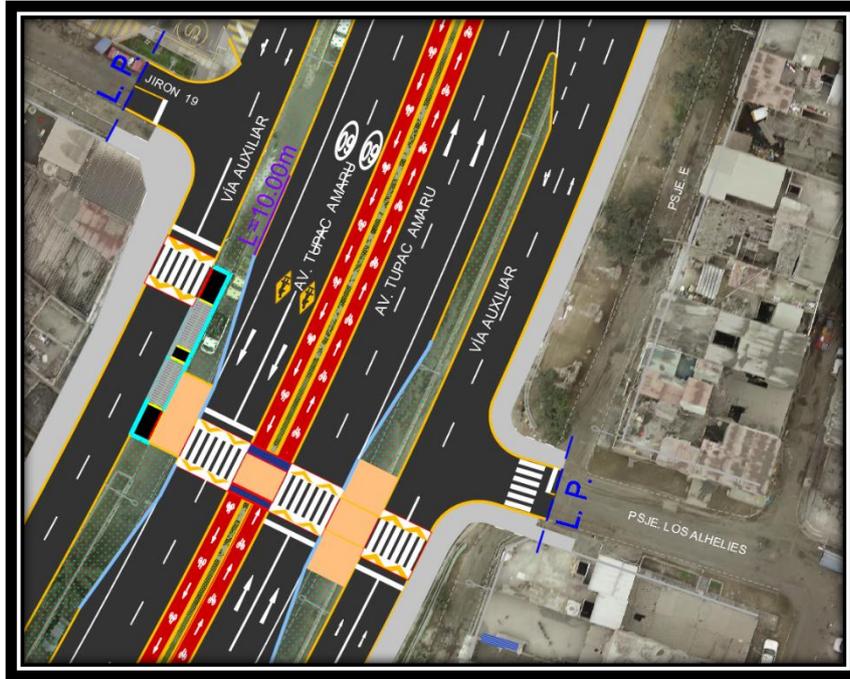


Figura 38. Propuesta de diseño geométrico mostrando ciclovía y rampa de acceso peatonal proyectada para el sentido norte sur y mejorando los cruces peatonales existentes.
Fuente: Elaboración propia

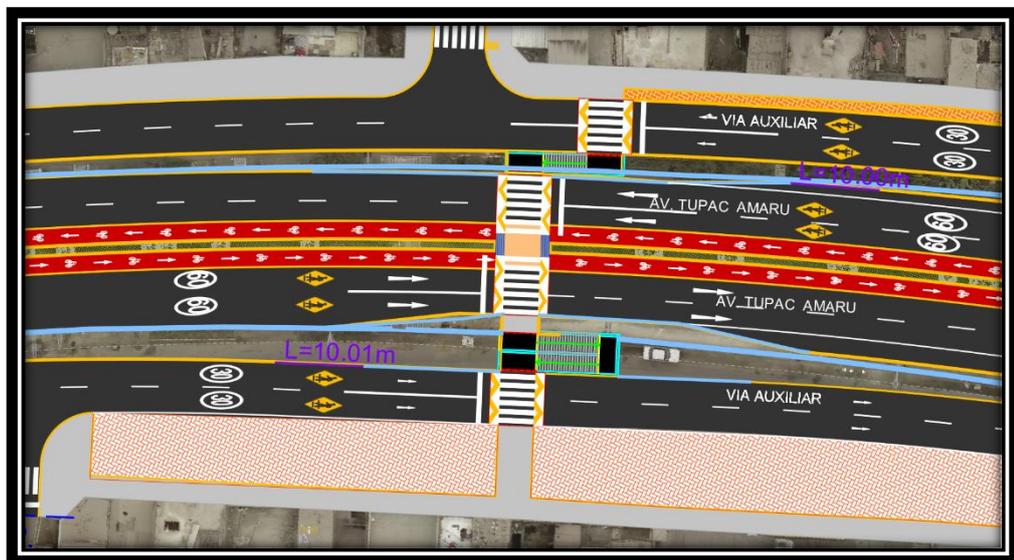


Figura 39. Propuesta de diseño geométrico mostrando ciclovía y rampas de acceso peatonal en ambos sentidos de la vía, mejorando también los cruces peatonales existentes.

Fuente: Elaboración propia



Figura 40. Propuesta de diseño geométrico, intersección Av. El Maestro Peruano, mostrando ubicación y mejora de paraderos.
Fuente: Elaboración propia

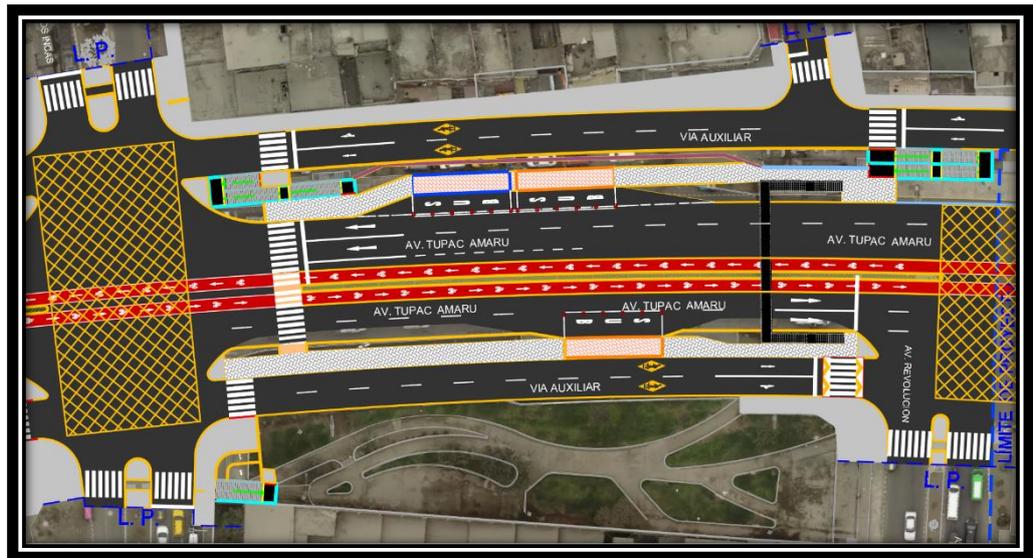


Figura 41. Propuesta de diseño geométrico, Final de ciclovía proyectada en berma central, Av. Revolución, distrito de Comas.
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran las mejoras del diseño propuesto mostrando la propuesta en planta y su respectiva sección transversal correspondiente

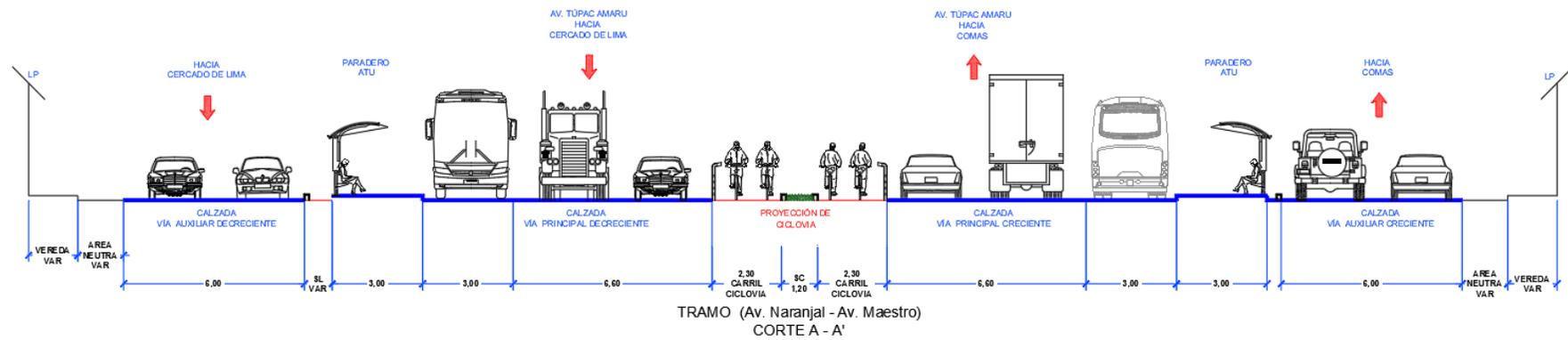


Figura 42.Planta y sección corte A-A', muestra ciclovia protegida con vallas y disposición de paraderos para los buses alimentadores del Metropolitano
Fuente: Elaboración propia

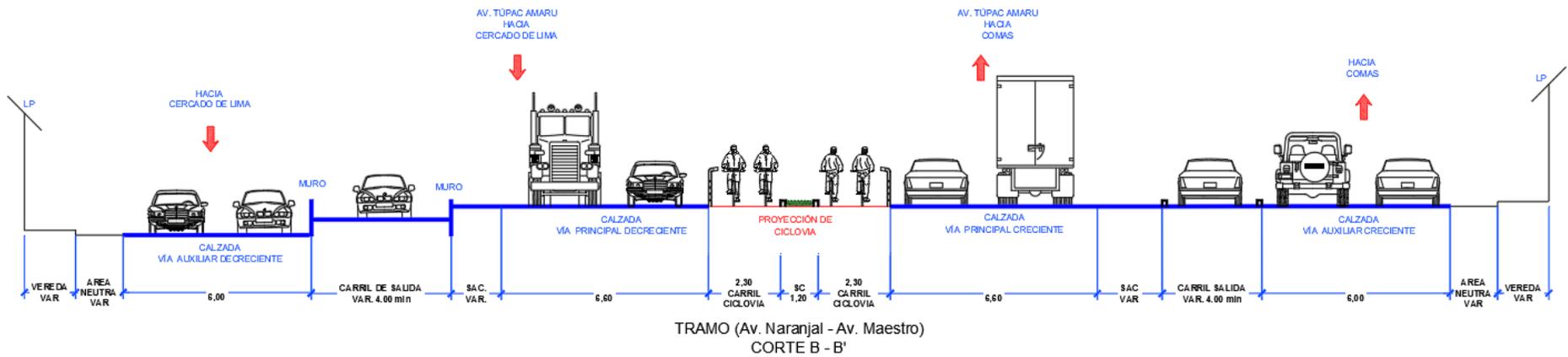
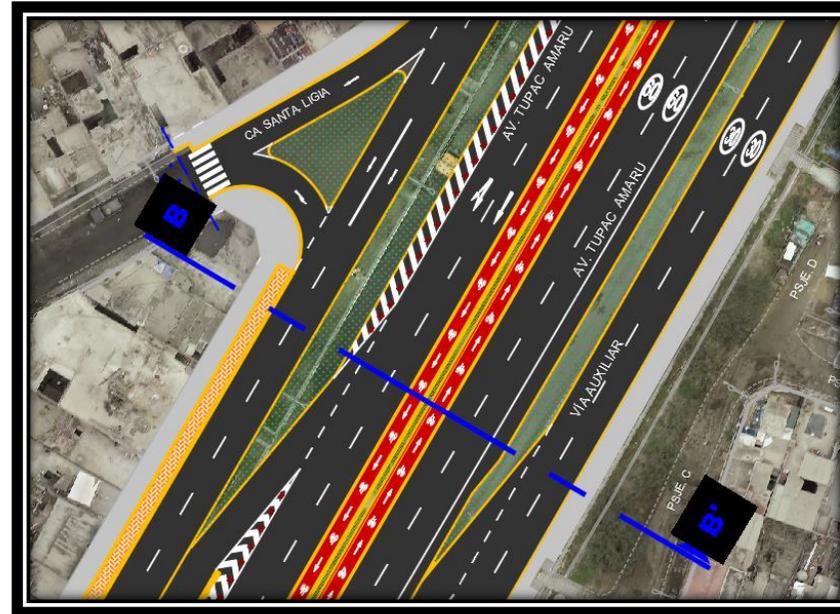


Figura 43. Planta y sección corte B-B', muestra ciclovia protegida con vallas, mejoramiento de señalización existente
Fuente: Elaboración propia.

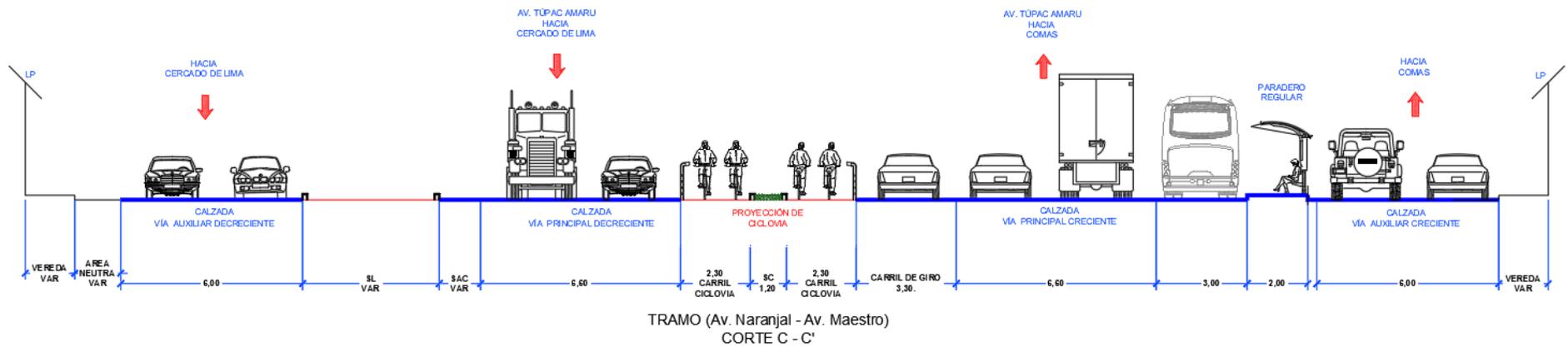


Figura 44. Planta y sección corte C-C', muestra ciclovía protegida con vallas, mejoramiento de paradero de transporte público y señalización existente
Fuente: Elaboración propia

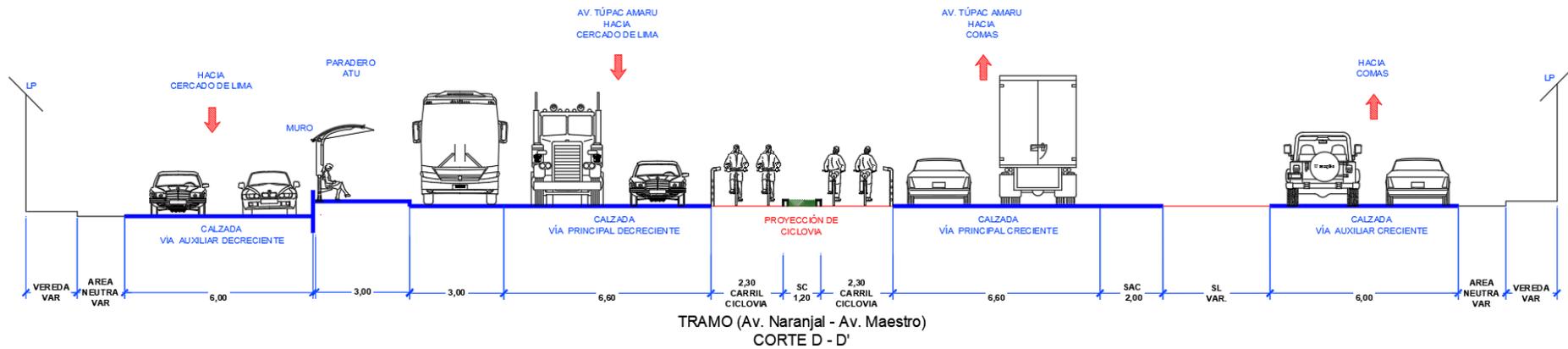
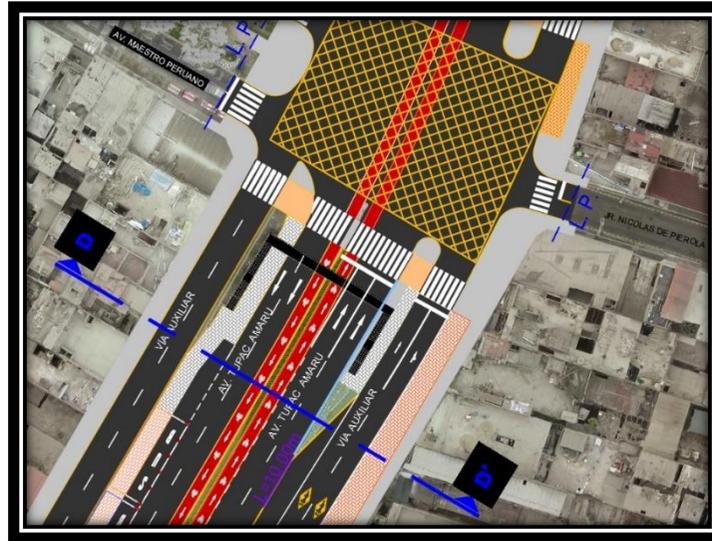


Figura 45.Planta y sección corte D-D', muestra ciclovia protegida con vallas, proyección de paradero para los buses alimentadores del Metropolitano y mejoramiento de señalización existente.
Fuente: Elaboración propia.

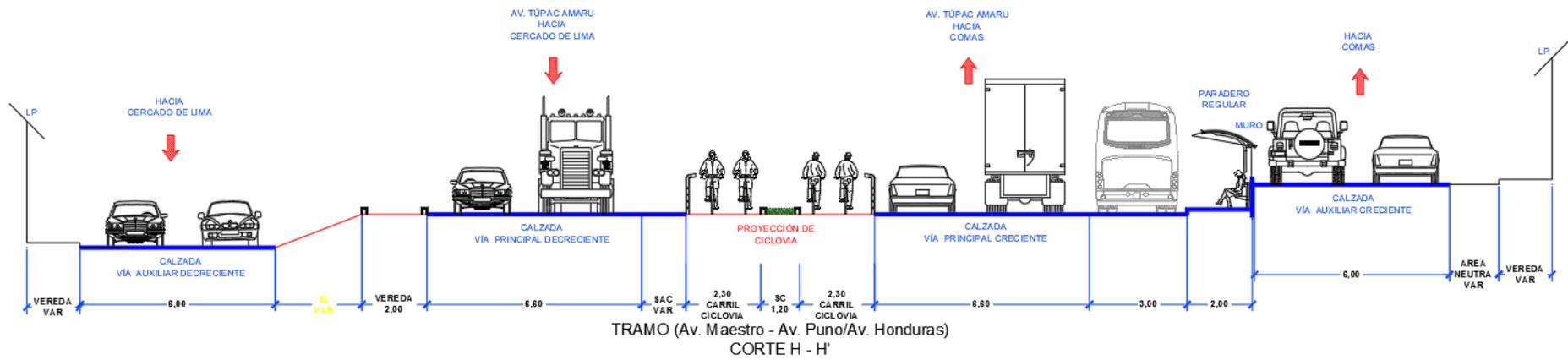
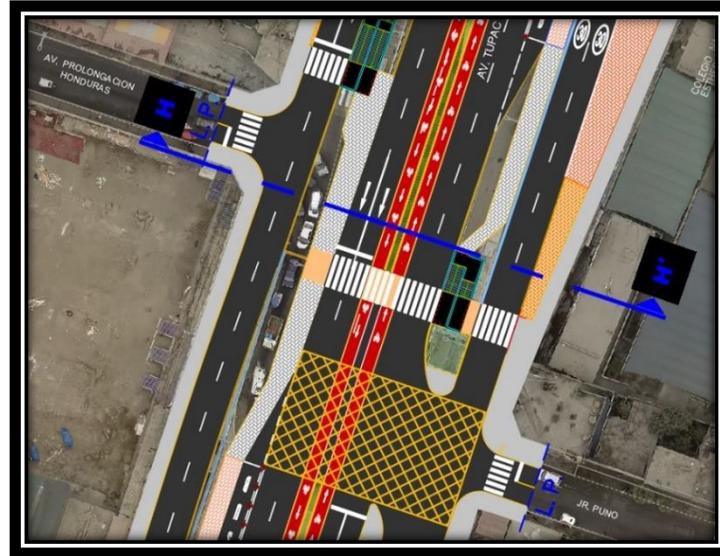


Figura 46.Planta y sección corte H-H', muestra ciclovia protegida con vallas, proyección de rampas de acceso peatonal y mejoramiento de señalización existente.
Fuente: Elaboración propia.

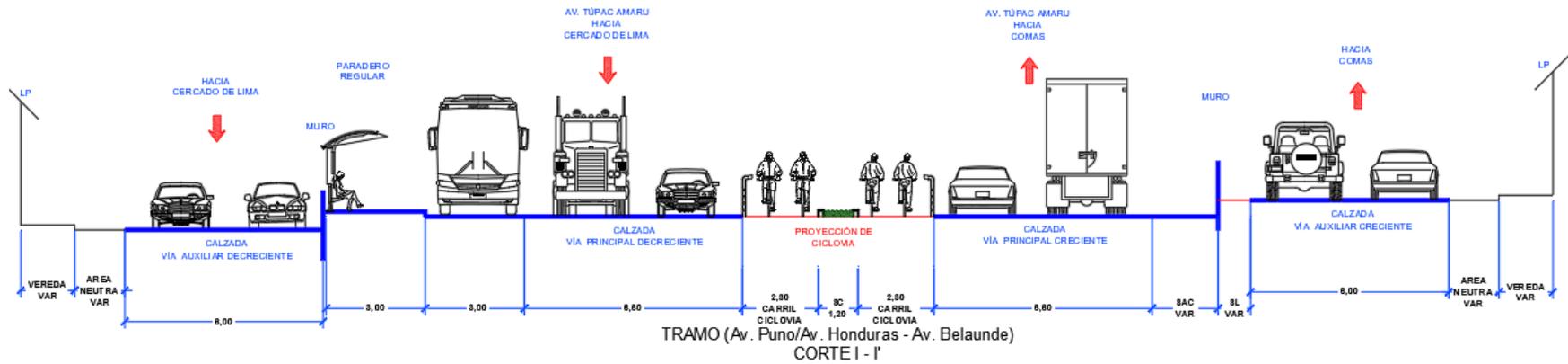
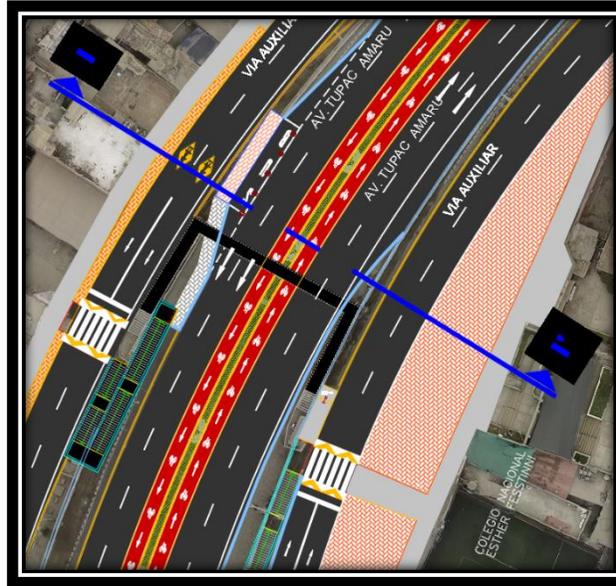


Figura 47.Planta y sección corte I-I', muestra ciclovía protegida con vallas y detalles de diseño geométrico propuesto
 Fuente: Elaboración propia.

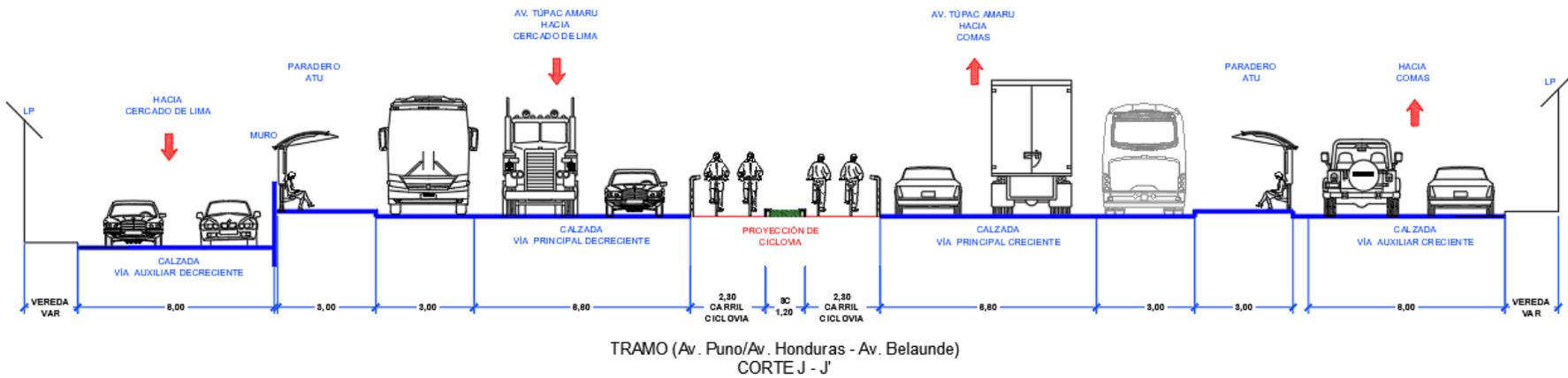


Figura 48. Planta y sección corte J-J', muestra ciclovía protegida con vallas y detalles de diseño geométrico propuesto.
Fuente: Elaboración propia.

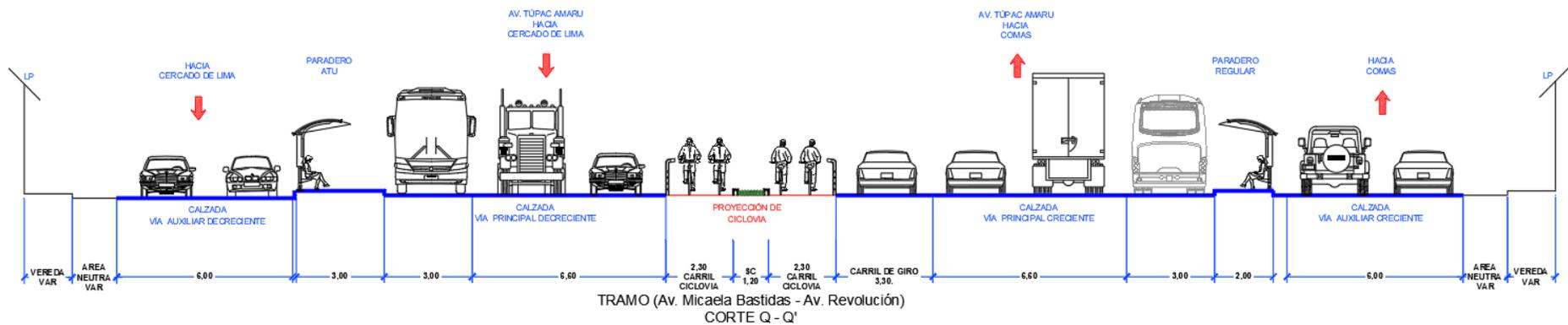
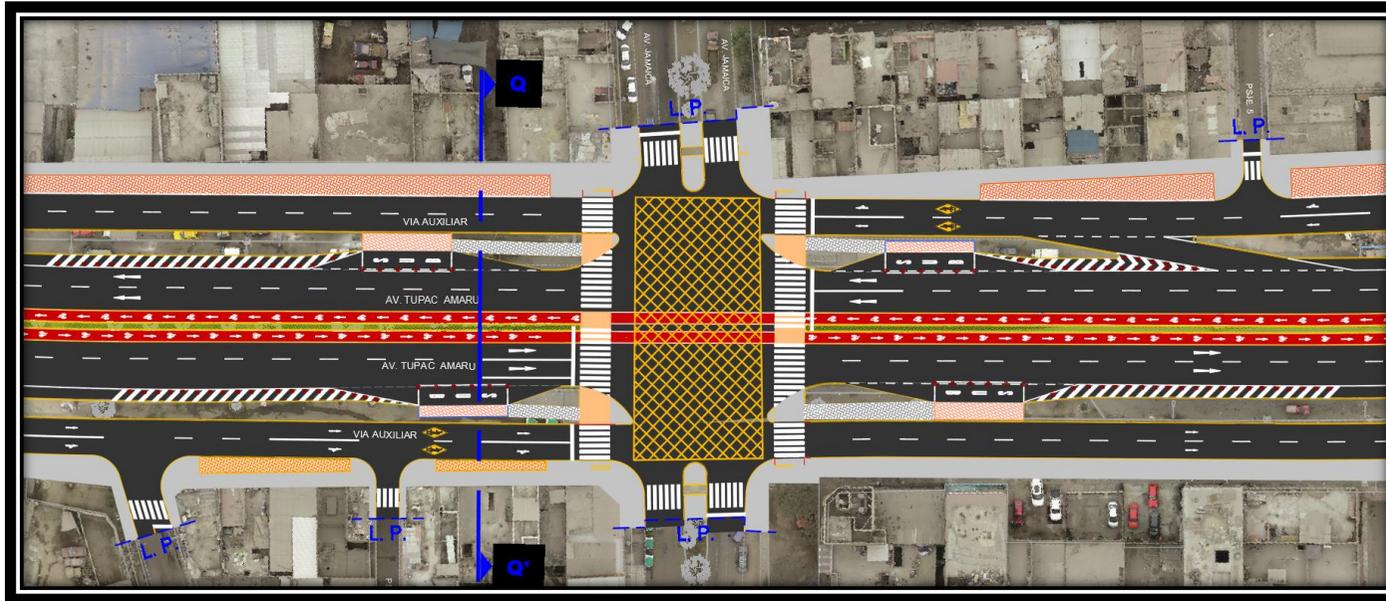


Figura 49. Planta y sección corte Q-Q', muestra ciclovía protegida con vallas y detalles de diseño geométrico propuesto.
Fuente: Elaboración propia.

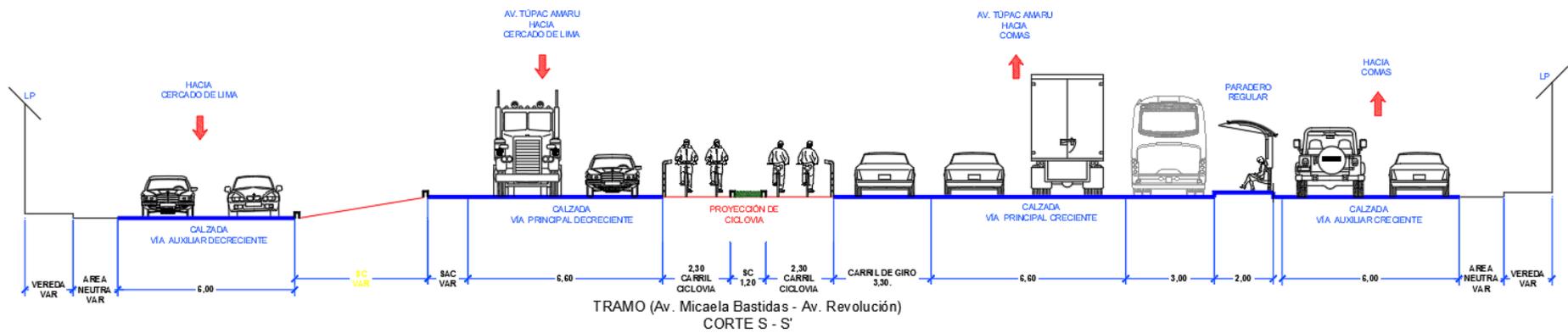
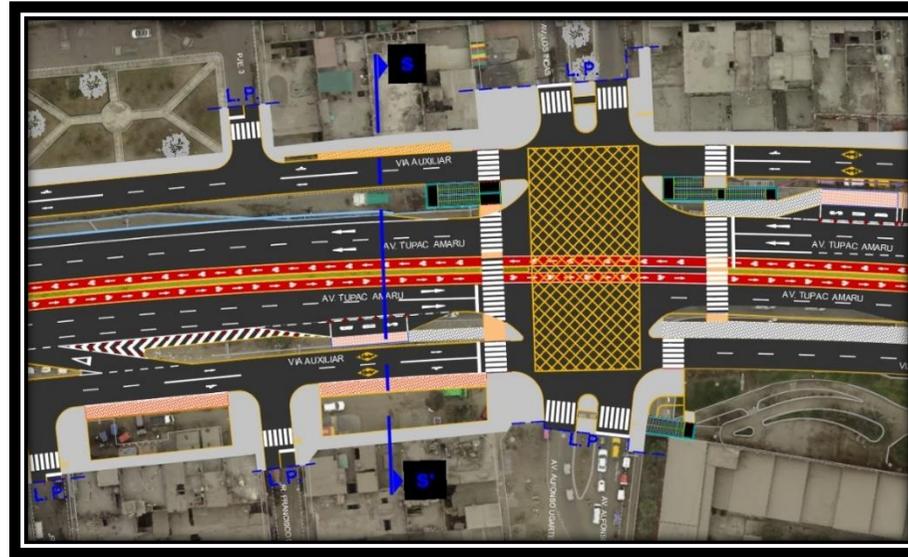


Figura 50.Planta y sección corte S-S', muestra ciclovia protegida con vallas, mejoramiento de señalización existente y detalles de diseño geométrico propuesto.
Fuente: Elaboración propia.

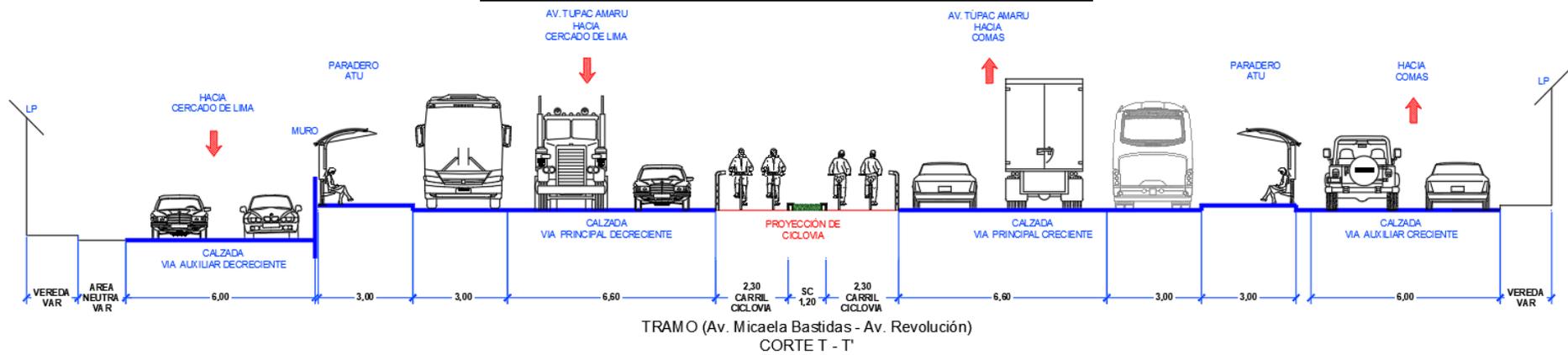
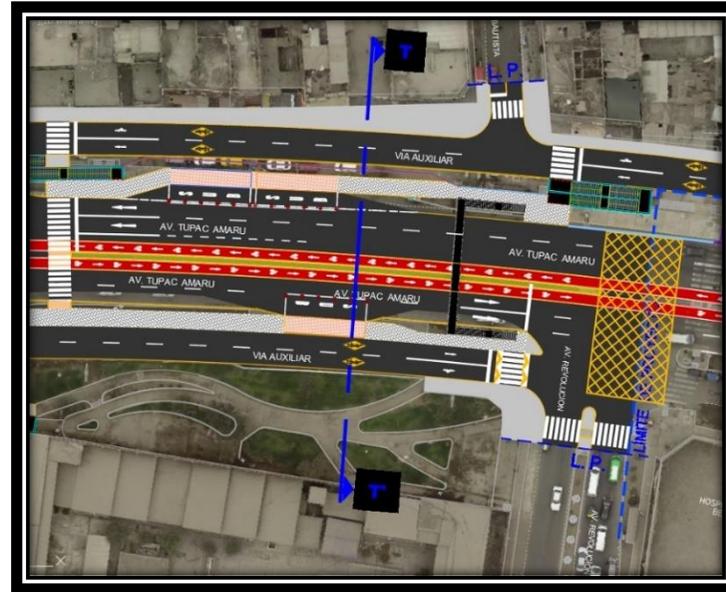


Figura 51.Planta y sección corte T-T', muestra ciclovia protegida con vallas y tramo final de diseño geométrico propuesto.
Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de tesis se ha tenido como principal objetivo realizar la evaluación para así lograr una posterior propuesta con un Diseño dirigido a mejorar las condiciones existentes de la Av. Tupac Amaru, Tramo: Avenida Naranjal – Av. Revolución. Del distrito de Comas – Lima. Luego de realizar la evaluación del trazo de los ejes existentes de las vías principales, se obtuvo como resultado que, en ambos sentidos de la vía, el 100% de los radios existentes superan los valores mínimos recomendados en la normativa vial vigente para diseño geométrico de carreteras DG-2018. Una vez realizada la evaluación a la longitud de tangentes mínimas entre curvas horizontales, se obtuvo como resultado que el 33% en la vía principal en sentido sur norte, el 24% en la vía principal norte sur, no cumple con los parámetros mínimos recomendados por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018. Se encontró también que el 67% en la vía principal sur norte y el 76% en la vía principal norte sur, si cumple con los requerimientos mínimos del manual. Resultados que, en promedio, indican que el camino bajo consideración cumple con los parámetros de diseño requeridos, los mismos que difieren a los obtenidos por Edgardo Díaz Sangama y Jorge Luis Castillo Acevedo, en la tesis “Propuesta para la actualización del diseño geométrico del camino vecinal Nuevo Trujillo – El Mirador en el distrito de Buenos Aires para la seguridad vial en base a la Norma de Diseño Geométrico DG–2018”, quienes propusieron como objetivo general “Realizar la propuesta para la actualización del Diseño Geométrico del camino vecinal, Mirador - Nuevo Trujillo, en el distrito de Buenos Aires, Provincia de Picota, San Martín, de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.” Concluyendo como resultado que “ciertos parámetros y Características del diseño geométrico no cumplen con la norma actual del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018).”

Así mismo los resultados obtenidos no concuerdan con lo propuesto por (Guerrero & Felix, 2020) en su investigación: “Propuesta de diseño

geométrico en planta de la carretera Huayña-Yauyos progresiva km 2+300 a km 3+300 en el Centro Poblado Yauyos, de la Provincia de Yauyos 2020". tuvieron como objetivo: "Indicar si el diseño geométrico en Planta del tramo indicado cumple satisfactoriamente con la norma técnica vigente. De acuerdo al Manual Diseño Geométrico de Carreteras G-18 (2018)". Presentando como resultado que: "La vía analizada cuenta con 19 curvas las cuales no cumplen con los requerimientos mínimos de diseño en planta del DG-2018, es así que se requiere, mejorar la vía con los datos obtenidos".

Por otro lado, los resultados no guardarán concordancia con otras investigaciones debido a las condiciones existentes de la vía, la clasificación de la misma y la ubicación geográfica que tiene incidencia directa con la topografía. Como es en el caso del estudio para la tesis hecha por (Solis, 2017) que lleva como título "Evaluación del Diseño Geométrico de la Carretera Carhuaz - Chacas, Tramo Km 0+000 Al Km 9+500, aplicando el Manual DG-2014 AÑO 2017." Tuvo el objetivo de "evaluar el Diseño Geométrico de la Vía CARHUAZ - CHACAS tramo Km 0+000 al Km 9+500 con el Manual de Diseño Geométrico DG-2014." En la cual se concluye lo siguiente: "En cuanto al alineamiento horizontal, existen 99 tramos de los cuales solo el 14% presenta longitudes mínimas, respecto a las curvas circulares existen 97 curvas, de las cuales 79 son curvas circulares y de vuelta cuenta con 18. Siendo el porcentaje de curvas circulares que cumplirían el radio mínimo 14%, por otro lado, las curvas superpuestas que respetan el radio mínimo interior y la máxima exterior son del 22%."

En referencia a las tesis internacionales nuestros resultados contrastan con lo planteado por "Albert Fabián Parrado Méndez y Andrés Mauricio García Home", en su trabajo de investigación: "Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá", quienes presentan como objetivo principal "Proponer un diseño geométrico vial que contribuya en el mejoramiento de la movilidad de un sector periférico del occidente de Bogotá". Concluyendo entre sus resultados que: "Los parámetros del

diseño geométrico de la vía cumplen con las normas establecidas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras propuesto por el INVIAS, lo cual garantiza la funcionalidad, seguridad y demás requisitos establecidos”.

Así mismo María Cardenas Acuña, en su trabajo de tesis “Diagnóstico para el mejoramiento geométrico del tramo de la vía terciaria “tenjo - la cuesta” ubicado en el municipio de Madrid-, Cundinamarca”. El objetivo general es “Elaborar un diagnóstico de las condiciones existentes del tramo total de la vía terciaria “Tenjo - La cuesta” que interconecta a Subachoque con el municipio de Tenjo entre las veredas “La Cuesta - Carrasquilla” en el municipio de Madrid, Cundinamarca, para proponer una propuesta de mejora”. Concluyendo entre sus resultados, que “El diseño geométrico debe hacerse con las diferencias que presenta la sección de estudio, para respetar el nivel en las casas, para que no quede como un camino completamente nuevo”.

Luego de analizar los elementos de curva horizontal del tramo en estudio se concluye que en su mayoría si cumplen las recomendaciones mínimas de la normativa vigente. Los resultados de la evaluación no concuerdan con (Juan Sebastián Zuñiga Velasquez, Bogotá 2020), en su trabajo de investigación “Diagnóstico para el mejoramiento del diseño geométrico de la vía Ubaté – Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799) Cundinamarca”. Tiene como objetivo: “Ejecutar el diagnóstico del eje de la vía que une el casco urbano del municipio de Ubaté y Cucunubá, del departamento de Cundinamarca, en conformidad con la reglamentación vigente”. Es preciso realizar un análisis detallado del nivel de tránsito de este corredor vial, puesto que la información que se recolecte mediante aforos, y de acuerdo a los resultados se determinará si el diseño geométrico está acorde con lo establecido por la normativa, o se debe proponer una nueva solución.

VI. CONCLUSIONES

- Luego de la evaluación realizada a los ejes de la vía principal, se concluyó que los radios de curva horizontal son adecuados según los requerimientos mínimos recomendados por el “Manual Normativo DG-2018”.
- Del resultado a la evaluación de las longitudes de tangente entre curvas horizontales a los ejes de la vía principal se concluyó que no todas cumplen lo mínimo recomendado por el “Manual Normativo DG-2018”.
- En la evaluación de los elementos de curva vertical se encontró como resultado que el 100% de los parámetros cumplen satisfactoriamente con lo recomendado por el “Manual Normativo DG-2018”.
- Los resultados de la evaluación al diseño geométrico existente en planta concluyen que la vía, no presenta rampas de acceso para las personas con alguna discapacidad, así mismo denota que el libre tránsito de vehículos y peatones se trunca también por el mal uso de las vías auxiliares.
- Del objetivo general de esta investigación: Evaluación y Propuesta de Diseño Geométrico para mejorar las condiciones existentes de la Av. Tupac Amaru (Tramo: Avenida Naranjal – Revolución). Se concluye que, aunque la mayoría de los parámetros analizados la vía cumple con lo recomendado en el manual de diseño, esta no permite una libre circulación tanto vehicular como peatonal, y no presenta las condiciones de accesibilidad y seguridad para vehículos menores como bicicletas a pedal o eléctricas y tipo scooter, como tampoco presenta condiciones seguras y accesibles a las personas que hacen uso de sillas de ruedas.

VII. RECOMENDACIONES

Luego de haber evaluado la situación actual del tramo en estudio se considerará las siguientes recomendaciones:

- Con el objetivo del diseño inclusivo, es recomendable la incorporación de pisos podotáctiles en la señalización horizontal y así promover el acceso seguro a las personas con alguna discapacidad visual.
- Contribuyendo a facilitar las condiciones de accesibilidad para las personas con alguna discapacidad que se movilizan haciendo uso de sillas de ruedas, es recomendable la implementación de rampas peatonales con una pendiente no mayor al 6%, sobre todo para facilitar el acceso de los paraderos a las vías auxiliares que se encuentran a desnivel en la mayoría del tramo analizado.
- Es importante considerar el rediseño de los paraderos tanto de transporte público como el de los buses alimentadores del metropolitano.
- De acuerdo con la propuesta de diseño y con el afán de contribuir a la reducción de la contaminación producida por los vehículos que emiten gases tóxicos por la quema de combustible, se recomienda la implementación de ciclovías, permitiendo así un diseño sostenible e inclusivo de la vía
- Para preservar la seguridad del usuario de la ciclovía se recomienda la implementación de vallas de seguridad tipo enrejado en todo el tramo, que además contribuye a la seguridad del peatón la cual obligará a este a cruzar exclusivamente por el cruce peatonal.
- Se recomienda concientizar al usuario de la vía tanto a conductores de los vehículos, usuarios de la ciclovía y peatones sobre la importancia vital de la seguridad vial

REFERENCIAS

- Agudelo Ospina, J. J. (2002). Diseño Geométrico de vías ajustado al manual Colombiano. (*Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Vías y Transporte*). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Cardenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Cardenas, A. (2021). Diagnóstico para el mejoramiento geométrico del tramo de la vía terciaria Tenjo - La Cuesta. (*Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniería Civil*). Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Cerquera Escobar, F. A. (2007). *Capacidad y niveles de la infraestructura vial*. Tunja-Boyaca: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Chocontá Rojas, P. (2011). *Diseño geométrico de Vías*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- García Oré, C. (2011). *Estadística Descriptiva y Probabilidades para Ingenieros*. Lima: Empresa Editora Macro E.I.R.L.
- Guerrero, & Felix. (2020). Propuesta de diseño geométrico en planta de la carretera Huayña-Yauyos progresiva km 2+300 a km 3+300 en el Centro Poblado Yauyos, de la Provincia de Yauyos 2020. (*Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil*). Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Krick, E. (1973). *Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería*. México: Limusa.
- MTC. (2018). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018*. Lima: Ministerio de Transportes y comunicaciones. Obtenido de <https://portal.mtc.gob.pe>
- MTC. (2020). *Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/>
- Paraud, R. (1998). *Caminos I-II*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Parrado, & García. (2017). Propuesta de un Diseño Geométrico Vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá. (*Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil*). Universidad Católica de Colombia, Bogotá.

Sampieri Hernández, R. (2003). *Metodología de la Investigación*. Mexico, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Sangama, D., & Acevedo, C. (2020). Propuesta para la actualización del diseño geométrico del camino vecinal Nuevo Trujillo – El Mirador en el distrito de Buenos Aires para la seguridad vial en base a la Norma de Diseño Geométrico DG – 2018. (*Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Nacional de San Martín, San Martín.

Solis, A. (2017). Evaluación del Diseño Geométrico de la Carretera Carhuaz - Chacas, Tramo Km 0+000 Al Km 9+500, aplicando el Manual de Diseño Geométrico DG-2014. (*Para optar el título de Ingeniero Civil*). Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Huaraz-Ancash-Peru.

Vásquez Guerrero, M. (2012). *Diseño de paraderos en transporte público*. Mexico: Centro Universitario Queretaro.

Zuluaga Ruiz, J. F. (22 de Octubre de 2017). *www.segurossura.com*. Obtenido de <https://segurossura.com/co/blog/movilidad/que-es-movilidad-sostenible-y-por-que-es-importante/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20movilidad%20sostenible,armon%C3%ADa%20con%20el%20planeta%20Tierra>.