

MODELO GERENCIAL PARA LA CUANTIFICACIÓN PRESUPUESTAL DE LA
PLANEACIÓN DE OBRA DE UNA VÍA DE SERVICIO: CASO DE ESTUDIO COSTADO
OCCIDENTAL DE LA AVENIDA VILLAVICENCIO UBICADA ENTRE CALLES 53 A BIS
SUR Y 56 D SUR. BARRIO OLARTE. LOCALIDAD SÉPTIMA DE BOSA. BOGOTÁ.



TRABAJO DE GRADO

ALIRIO CÁCERES BUITRAGO
LAURA ALEJANDRA FAGUA NIETO
JAVIER LEONARDO FUENTES MEJÍA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2025



MODELO GERENCIAL PARA LA CUANTIFICACIÓN PRESUPUESTAL DE LA
PLANEACIÓN DE OBRA DE UNA VÍA DE SERVICIO: CASO DE ESTUDIO COSTADO
OCCIDENTAL DE LA AVENIDA VILLAVICENCIO UBICADA ENTRE CALLES 53 A BIS
SUR Y 56 D SUR. BARRIO OLARTE. LOCALIDAD SÉPTIMA DE BOSA. BOGOTÁ.

INTEGRANTES

ALIRIO CÁCERES BUITRAGO

430068906

LAURA ALEJANDRA FAGUA NIETO

430068965

JAVIER LEONARDO FUENTES MEJÍA

430072845

DIRECTORA DE TRABAJO DE GRADO

JIMENA DEL PILAR ESPELETA DIAZ

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ

2025

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto Alternativa de pavimento rígido.	38
Tabla 2. Presupuesto Alternativa de pavimento rígido.	39
Tabla 3. Resumen Presupuestal por capítulos.	40
Tabla 4. Presupuesto Alternativa de pavimento flexible.	40
Tabla 5. Presupuesto Alternativa de pavimento flexible.	41
Tabla 6. Resumen Presupuestal por capítulos.	42
Tabla 7. Esquema Gráfico Presupuestal.	42
Tabla 8. Ensayos de Calidad.	47
Tabla 9. Determinación de Carta método INVIAS.	59
Tabla 10. Determinación de Temperatura y Precipitación. Método INVIAS.	59
Tabla 11. Determinación de Modulo Resiliente y CBR. Método: INVIAS.	59
Tabla 12. Determinación de Tránsito millones de ejes equivalentes.	60
Tabla 13. Elección de carta de diseño.	60
Tabla 14. Nivel de confiabilidad. Método AASHTOO.	61
Tabla 15. Desviación estándar. Método AASHTOO.	61
Tabla 16. Modulo Resiliente y Coeficiente Estructural. Método AASHTOO.	61
Tabla 17. Tipo de Vía. Diseño Pavimento Rígido.	68
Tabla 18. CBR y Módulo Resiliente. Diseño de Pavimento Rígido.	68
Tabla 19. Resistencia a la flexión. Diseño de Pavimento Rígido.	68
Tabla 20. Determinación de dovelas y bermas.	69
Tabla 21. Nivel de Confiabilidad.	70
Tabla 22. Desviación Estándar.	70
Tabla 23. Error Estándar.	71
Tabla 24. Coeficiente de transmisión de carga.	71
Tabla 25. Coeficiente de drenaje.	71
Tabla 26. Calidad de drenaje.	72
Tabla 27. Dimensión de esbeltez de la losa de concreto.	75
Tabla 28. Dimensión de barras de anclaje.	76

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estado de Malla Vial Localidad Bosa. Fuente SIGIDU.	8
Ilustración 2. Línea de Tiempo: Antecedentes.	14
Ilustración 3. Ubicación Geográfica Caso de Estudio. Fuente Propia.	16
Ilustración 4. Condición actual Caso de Estudio. Fuente Propia.	21
Ilustración 5. Descripción general de la Gestión de la Integración del Proyecto.	24
Ilustración 6. Cuantificación de áreas de espacio público: rampas de acceso a predios. Fuente propia.	27
Ilustración 7. Implementación del LISP Mediciones Comando SUMLP.	27
Ilustración 8. Cuantificación de áreas de Intervención de Pavimento.	28
Ilustración 9. Cuantificación de longitudes de instalación de sardinel A10.	28
Ilustración 10. Implementación del LISP Mediciones Comando SUMLP.	29
Ilustración 11. Cuantificación de longitudes de instalación de Cuneta.	29
Ilustración 12. Implementación del LISP Mediciones Comando SUMLP.	30
Ilustración 13. Cuantificación de longitudes de instalación de Bordillo.	30
Ilustración 14. Implementación del LISP Mediciones Comando SUMLP.	31
Ilustración 15. Cuantificación de longitud alcantarillado sanitario 24".	31
Ilustración 16. Cuantificación de longitud alcantarillado sanitario 28".	32

Ilustración 17. Cuantificación de longitud alcantarillado sanitario 30".	32
Ilustración 18. Cuantificación de longitud alcantarillado sanitario 32".	33
Ilustración 19. Requerimiento de diseño de alcantarillado pluvial.	33
Ilustración 20. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D400mm.	34
Ilustración 21. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D450mm.	34
Ilustración 22. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D500mm.	35
Ilustración 23. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D 24".	35
Ilustración 24. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D 27".	36
Ilustración 25. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D 30".	36
Ilustración 26. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D 33".	37
Ilustración 27. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D 36".	37
Ilustración 28. Esquema Gráfico Presupuestal.	40
Ilustración 29. Diagrama de GANTT.	44
Ilustración 30. Número Estructural. Método AASHTOO.	62
Ilustración 31. Esquema general espesores de estructura vial. Método AASHTOO.	62
Ilustración 32. Número Estructural. Método AASHTOO.	63
Ilustración 33. Esquema general espesores de estructura vial. Método AASHTOO.	63
Ilustración 34. Número Estructural. Método AASHTOO.	64
Ilustración 35. Esquema general espesores de estructura vial. Método AASHTOO.	64
Ilustración 36. Esquema general espesores de estructura vial. Método AASHTOO.	65
Ilustración 37. Esquema general espesores de estructura vial. Método AASHTOO.	65
Ilustración 38. Método racional diseño de pavimentos.	66
Ilustración 39. Software: Windepav.	66
Ilustración 40. Software: Windepav.	67
Ilustración 41. Opción 1. Diseño de Pavimento Rígido.	69
Ilustración 42. Opción 2. Diseño de Pavimento Rígido.	69
Ilustración 43. Opción 3. Diseño de Pavimento Rígido.	70
Ilustración 44. Geometría eje de rueda simple.	72
Ilustración 45. Eje simple rueda doble.	73
Ilustración 46. Eje Tándem rueda doble.	73
Ilustración 47. Eje Trídem.	74
Ilustración 48. Consumo erosión y esfuerzo.	74
Ilustración 49. Espesor de Diseño método AASHTOO.	75
Ilustración 50. Plano de Planta distribución de barras de anclaje.	76
Ilustración 51. Perfil transversal refuerzo de acero.	77
Ilustración 52. Sección individual de losa de concreto.	77
Ilustración 53. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54A Sur.	78
Ilustración 54. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53A Sur.	78
Ilustración 55. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53A Sur.	79
Ilustración 56. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53A Bis Sur.	79
Ilustración 57. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53A Bis Sur.	80
Ilustración 58. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53A Bis Sur.	80
Ilustración 59. Cámara de acceso red de acueducto Línea Villavicencio 24".	81
Ilustración 60. Avenida Villavicencio KR 71 B entre Calle 53A Bis Sur hasta Calle 53 C Sur.	82
Ilustración 61. Avenida Villavicencio KR 71 B entre Calle 53 C Sur hasta Calle 54 A Sur.	82
Ilustración 62. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53 C Sur.	83
Ilustración 63. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53 C Sur.	84

Ilustración 64. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53 C Sur.	84
Ilustración 65. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 Sur.	85
Ilustración 66. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 A Sur.	85
Ilustración 67. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 A Sur.	86
Ilustración 68. Cámara de acceso red de acueducto Línea Villavicencio 24"	86
Ilustración 69. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 B Sur.	87
Ilustración 70. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 C Bis Sur.	88
Ilustración 71. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 C Bis Sur.	89
Ilustración 72. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 56 C Sur.	89
Ilustración 73. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 56 B Sur.	90
Ilustración 74. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 56 A Sur.	90
Ilustración 75. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 55 A Bis Sur.	91
Ilustración 76. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 55 Bis Sur.	92
Ilustración 77. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 55 Bis Sur.	93
Ilustración 78. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 55 Bis Sur.	93
Ilustración 79. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 56 C Sur.	94
Ilustración 80. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 56 D Sur.	95

INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial y de alcantarillado juega un papel fundamental en la calidad de vida de los habitantes de cualquier ciudad. En el caso de Bogotá, la red de malla vial local y los sistemas de alcantarillado enfrentan un deterioro significativo debido a diversas deficiencias en la coordinación, planificación e implementación de los mantenimientos y renovaciones requeridas. Esta problemática afecta directamente la movilidad, la seguridad y el bienestar de la población, generando costos elevados en reparaciones correctivas y un impacto negativo en la sostenibilidad urbana (Rodríguez et al., 2020).

Uno de los principales factores que contribuyen a esta situación es la ausencia de un diagnóstico exhaustivo y actualizado que permita identificar las zonas críticas y priorizar intervenciones de manera eficiente. En particular, la zona adyacente a la Alameda Occidental de la Avenida Villavicencio AK 71 B, entre las calles 53A BIS Sur y 56D Sur, presenta un notable deterioro de la infraestructura vial, lo que pone en evidencia una gestión ineficiente de los recursos y la postergación de reparaciones necesarias (Gómez y Pérez, 2019). Esta situación ha generado un impacto negativo en la movilidad y seguridad de los residentes del barrio Olarte.

A pesar de la existencia de distintos tipos de intervenciones a nivel de construcción, rehabilitación y mantenimiento rutinario, la falta de una planificación estructurada y la carencia de una programación detallada han provocado retrasos, incremento de la congestión vial y una disminución en la calidad de las reparaciones ejecutadas. Además, en lo referente a la modernización del sistema de alcantarillado, la falta de revisiones periódicas con tecnologías avanzadas, como el uso de cámaras de video para inspección, ha limitado la identificación oportuna de problemas, generando daños estructurales severos y reparaciones costosas (Martínez, 2018).

La insuficiencia en la planificación y coordinación también ha derivado en la utilización de materiales inadecuados y técnicas obsoletas, reduciendo la vida útil de las intervenciones y aumentando la necesidad de mantenimientos recurrentes (Fernández, 2021). Además, la respuesta institucional a las quejas ciudadanas sobre el deterioro de la infraestructura ha sido deficiente, lo que ha generado una percepción de desatención por parte de las autoridades encargadas (López et al., 2022).

Dada la relevancia de esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo analizar las deficiencias en la coordinación, planificación e implementación de los mantenimientos y renovaciones de la malla vial local y el sistema de alcantarillado en Bogotá,

con un enfoque específico en la zona del barrio Olarte. Se busca proponer estrategias que permitan optimizar la gestión de recursos, mejorar la eficiencia de las intervenciones y contribuir al desarrollo de una infraestructura más sostenible y funcional para los habitantes de la ciudad.

En los siguientes apartados se abordarán en detalle los factores que influyen en el deterioro de la infraestructura vial y del alcantarillado, así como las posibles soluciones y estrategias de mejora que podrían implementarse para mitigar estos problemas y optimizar la gestión urbana en Bogotá. El planteamiento de un modelo gerencial basado en el manual del Project Management Institute y los requerimientos técnicos del Instituto de Desarrollo Urbano para Bogotá, determinará un punto de partida para los proyectos de infraestructura vial y la generación de nuevos estudios al respecto, al igual en este documento se abordará el estudio de caso en el que se realizará una revisión detallada en cuanto a los criterios de costo, tiempo y calidad que plantea el PMBOK y que constituyen la triple restricción para la gerencia de proyectos.

ANTECEDENTES – ESTADO DEL ARTE

Se considera esencial profundizar en la investigación mediante la identificación de referentes teóricos actuales que traten sobre la cuantificación presupuestal de proyectos de infraestructura vial. Es crucial conocer los factores que influyen en cada etapa del proceso, desde la planificación hasta la ejecución de la obra. Posteriormente, la identificación de estos factores permitirá trabajar en acuerdos que evalúen las implicaciones y retos específicos del caso de estudio en el costado occidental de la Avenida Villavicencio. De este modo, se podrá determinar la viabilidad de la ejecución presupuestal y técnica de esta vía de servicio en el contexto local, optimizando los recursos y asegurando una gestión eficiente del proyecto.

Existen bases importantes que ayudan para tratar la investigación y una de ellas es que, en Colombia, la construcción de vías de servicio es un componente clave dentro de los proyectos de movilidad y urbanismo. Según el Plan Maestro de Movilidad de Bogotá (2016), las vías de servicio juegan un papel fundamental al mejorar la accesibilidad y circulación en zonas urbanas densamente pobladas, como lo es la localidad de Bosa. En este sentido, el SIGIDU (Sistema de Información geográfica del Instituto de Desarrollo Urbano) revela que en Bosa el 12% de las vías presentan fallas, lo que refuerza la importancia de intervenir en la infraestructura vial de la zona. Este documento enfatiza la necesidad de desarrollar enfoques gerenciales que optimicen los recursos disponibles para asegurar la sostenibilidad financiera y operativa de los proyectos de infraestructura, además, el porcentaje de deterioro en las vías de Bosa es un indicador clave que justifica la necesidad de realizar un estudio exhaustivo y ejecutar obras de rehabilitación. Las vías de servicio en estas áreas no solo facilitan el tránsito vehicular, sino que también tienen un impacto directo en la movilidad de los peatones, lo cual es fundamental para el bienestar general y la calidad de vida de la población.



Ilustración 1. Estado de Malla Vial Localidad Bosa. Fuente: SIGIDU.

El Manual de Calles de Bogotá (2018) establece lineamientos para el diseño y construcción de calles en la ciudad, proponiendo estrategias que prioricen al peatón como actor fundamental en la vida activa urbana. En este contexto, las vías de servicio cumplen una función clave dentro del espacio público, ya que no solo facilitan la movilidad vehicular, sino que también mejoran la accesibilidad de los peatones a áreas de interés, contribuyendo al bienestar general. En el caso específico de la Avenida Villavicencio y otras vías prioritarias como la Carrera 71B, se debe garantizar que las intervenciones se alineen con estos principios, transformando las calles en espacios seguros, funcionales y sostenibles y del mismo modo tanto los datos técnicos como las peticiones ciudadanas refuerzan la importancia de intervenir de manera urgente en la infraestructura vial de Bosa, y mencionado anteriormente, donde el 12% de la malla vial está comprometida. La revisión de las bases de datos del FDLB (Fondo de Desarrollo Local de Bosa), junto con un análisis profundo de las condiciones actuales, será clave para ejecutar las obras necesarias de forma eficiente y sostenible, respondiendo así a las necesidades de la comunidad y mejorando la calidad de vida en esta área de Bogotá. Esto no solo mejorará la movilidad en zonas clave, sino que también contribuirá al bienestar general de la población. El manual subraya la necesidad de que las intervenciones viales, como el caso de estudio de la Avenida Villavicencio, consideren estos principios para garantizar que las calles sean espacios seguros, funcionales y sostenibles (Secretaría Distrital de Planeación, 2018).

En relación con la gestión de infraestructura vial, Santos (2016) enfatiza que esta disciplina de la ingeniería civil se enfoca en la planificación, evaluación y programación del mantenimiento de los activos viales, optimizando el uso de recursos disponibles a lo largo de la vida útil de la infraestructura. La investigación muestra que la falta de planificación y diagnóstico adecuado genera costos adicionales y alarga los tiempos de ejecución, problemas que podrían abordarse mediante la implementación de modelos gerenciales robustos que contemplen estos factores desde la fase de diseño.

Asimismo, el análisis de la infraestructura vial en la UPZ 97 (Chapinero) aporta información relevante sobre las inversiones designadas para proyectos viales en Bogotá. Castro y Rodríguez (2021) realizan un análisis prospectivo del período 2006-2036, señalando la evolución de la infraestructura y su impacto en la movilidad. El estudio destaca que, para lograr una correcta cuantificación presupuestal, es esencial proyectar la inversión a largo plazo y considerar el contexto social, cultural y económico de la zona de intervención. Esta metodología puede aplicarse al presente caso de estudio, ya que permite identificar las oportunidades de mejora y las dificultades que podrían surgir en la ejecución del proyecto en la localidad de Bosa.

Por otro lado, el análisis de la infraestructura vial en la UPZ 88 (El Refugio), realizado por Martínez y Pérez (2020), se enfoca en la importancia de un inventario vial detallado para evaluar el estado físico de las vías y su impacto en la movilidad urbana. Este tipo de estudios permiten identificar los daños y deficiencias en la infraestructura que pueden influir en la ejecución de proyectos, lo cual es crucial en la cuantificación presupuestal. Aplicando esta metodología al caso de la Avenida Villavicencio, se podrían prever los costos adicionales derivados de reparaciones y mantenimiento de las vías existentes, garantizando una planificación más eficiente y ajustada a la realidad.

En Boyacá, como lo menciona Pérez Fernández, la carencia de vías de comunicación adecuadas limita el acceso a mercados y aumenta los costos de transporte, afectando la competitividad de los productos de la región. Esta situación tiene similitudes con la localidad de Bosa en Bogotá, donde la falta de infraestructura adecuada también obstaculiza el desarrollo económico y social, debido a los problemas de movilidad en una zona altamente poblada.

La construcción de una vía de servicio en el costado occidental de la Avenida Villavicencio busca precisamente solucionar estas limitaciones, al mejorar la conectividad de la zona y facilitar el acceso a servicios. En este sentido, se puede aplicar el mismo enfoque propuesto por Pérez Fernández para Boyacá: invertir en la actualización de la infraestructura vial es esencial no solo para mejorar la movilidad, sino también para reducir costos de transporte y promover un desarrollo más equitativo.

Para enriquecer el análisis del "Modelo Gerencial para la cuantificación presupuestal de la construcción de una Vía de Servicio: Caso de Estudio en la Avenida Villavicencio", es importante incluir investigaciones previas sobre la gestión de la infraestructura vial en Colombia, ya que esto permitirá establecer un marco teórico robusto que facilite la toma de decisiones informadas.

Por ejemplo, en el "Diagnóstico del estado de pavimento de la UPZ-97 Chicó Lago, localidad de Chapinero", se evalúa el estado de las vías a través de un análisis cualitativo y cuantitativo de las patologías presentes en el pavimento. Este tipo de evaluación es crucial para determinar la viabilidad de las obras y asegurar una adecuada gestión de los recursos, especialmente en un entorno urbano como Bogotá, donde las necesidades de infraestructura son complejas (Biblioteca Universidad Piloto de Colombia).

Asimismo, el estudio sobre los contratos de concesión y el modelo APP (Alianza Público privada) en Colombia muestra cómo estos contratos han contribuido al desarrollo de la infraestructura vial terrestre, optimizando los recursos y mejorando la ejecución de proyectos. Esta información es de gran relevancia para proyectos de infraestructura como el de la Avenida Villavicencio, ya que los modelos de contratación público-privada podrían ser una opción viable para financiar y ejecutar las obras, al mismo tiempo que se aseguran los niveles de calidad requeridos (Universidad Militar Nueva Granada).

Por otro lado, el análisis de los contratos estatales en infraestructura vial destaca la importancia de la evolución normativa en el proceso de contratación, especialmente en la implementación de los Pliegos Tipo, que buscan combatir la corrupción y aumentar la transparencia en los procesos de adjudicación. Este tipo de normativas puede ser crucial en la implementación de proyectos en áreas densamente pobladas como Bosa, donde la inversión pública debe ser eficaz y transparente (Gestionar, 2021).

La gestión de riesgos también juega un papel esencial en los proyectos de infraestructura vial. La investigación sobre la evolución de la matriz de riesgo en contratos de infraestructura vial en Colombia subraya cómo la gestión adecuada de los riesgos reduce sobrecostos y mejora la calidad de las obras. Este enfoque es fundamental para garantizar el éxito de proyectos como la construcción de la vía de servicio en la Avenida Villavicencio, donde la planificación adecuada puede prevenir retrasos y sobrecostos significativos (Universidad Libre).

En primer lugar, los conflictos territoriales generados por los proyectos de infraestructura vial, como las vías de Cuarta Generación (4G), reflejan la complejidad del territorio colombiano. Estos conflictos no solo son de índole ambiental, sino que también involucran aspectos sociales y económicos, como el desplazamiento de comunidades y la afectación de ecosistemas locales. Un estudio reciente sobre los primeros diez proyectos 4G y otras vías concesionadas evidencia que estos desarrollos han traído consigo "impactos económicos, sociales y ambientales que han generado distintos tipos de conflictos" (SciELO.org.co, 2024).

La falta de un enfoque integrador en la planificación de estas vías ha resultado en una distribución desigual de los beneficios, concentrados principalmente en las grandes ciudades y centros de exportación, mientras que las regiones rurales han sido las más afectadas. Esto evidencia la necesidad de una planificación más inclusiva y sensible a las particularidades territoriales.

La gestión contable de estos proyectos también ha enfrentado barreras significativas, particularmente debido a las reformas impulsadas por la Nueva Gestión Pública (NGP) en Latinoamérica. En el caso de Bogotá, la armonización contable con las Normas Internacionales de Contabilidad del Sector Público (IPSAS) ha sido un paso adelante en la modernización de la contabilidad gubernamental. Sin embargo, aún existen obstáculos importantes para su implementación, especialmente en la medición y valoración de activos de infraestructura vial (Minciencias.gov.co, 2024). Esto refleja una problemática estructural en la gestión pública, donde la falta de herramientas metodológicas adecuadas ha generado ineficiencias y una falta de transparencia en la administración de los recursos invertidos en infraestructura.

Por otro lado, la planificación de los proyectos de infraestructura vial sigue siendo un reto considerable. Un análisis de la Universidad Católica de Colombia destacó las consecuencias de la mala gestión contractual en proyectos adjudicados por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) de Bogotá, donde se identificaron "consecuencias técnicas, sociales y ambientales" tras la caducidad de contratos en 2014 (Ucatolica.edu.co, 2024). La falta de planificación adecuada y el incumplimiento de plazos y presupuestos son problemáticas recurrentes, que no solo generan ineficiencias, sino también costos adicionales para el Estado y las comunidades afectadas. Esto subraya la importancia de adoptar enfoques más ágiles en la planificación de proyectos de infraestructura.

En este sentido, las metodologías ágiles, como Scrum y Kanban, han sido propuestas como una solución a la ineficiencia en la planificación de proyectos viales en Bogotá. Un estudio reciente reveló que la implementación de estas metodologías podría reducir los tiempos de planificación y mejorar la eficiencia de los proyectos, logrando una "reducción en el tiempo de búsqueda de información en un 60% y una disminución de los conflictos durante la obra en un 79%" (Correa, 2022). Esto es crucial para mejorar la respuesta de los proyectos de infraestructura a los cambios en el entorno y para reducir el impacto negativo sobre las comunidades y el medio ambiente.

El mantenimiento de la infraestructura vial es otro factor crítico para garantizar su sostenibilidad a largo plazo. En Bogotá, se ha desarrollado un sistema de gestión vial y de espacio público que permite la evaluación continua del estado de las vías y la priorización de intervenciones de mantenimiento (Dialnet, 2024). Sin embargo, aún se requiere un esfuerzo mayor en la creación de inventarios detallados, especialmente en lo que respecta a puentes vehiculares y peatonales. Esto es fundamental para asegurar la seguridad vial y la movilidad

en una ciudad como Bogotá, donde la infraestructura deteriorada puede poner en riesgo tanto a conductores como a peatones.

En el contexto de Chapinero UPZ 97 en Bogotá, el análisis de la infraestructura vial revela tanto avances significativos como áreas que aún requieren atención. Castillo Sopó y Bernal Moreno, detallan cómo, en las últimas dos décadas, la red vial de Chapinero ha experimentado mejoras importantes, pero también identifican desafíos persistentes que deben ser abordados para garantizar una infraestructura eficiente y sostenible hacia 2036.

Un aspecto crucial en la gestión de proyectos viales es el control y seguimiento adecuado, especialmente en áreas con altos volúmenes de tránsito. Según la Biblioteca Universidad Piloto de Colombia, se han desarrollado formatos específicos para la interventoría en estos contextos, lo que asegura el cumplimiento de los estándares de calidad y facilita una supervisión eficaz de los proyectos. Estos formatos son esenciales para prevenir problemas durante la ejecución de obras y para mantener la integridad de la infraestructura.

En cuanto a la constructibilidad, Correa (2022) destaca la necesidad de mejorar los procesos de planeación y ejecución en los proyectos de infraestructura vial en Bogotá. La constructibilidad, que se refiere a la facilidad con la que un diseño puede ser construido dentro de las restricciones del proyecto, es un factor crítico que afecta tanto los costos como la eficiencia de los proyectos. Correa argumenta que optimizar estos procesos no solo puede reducir costos y tiempo de construcción, sino también aumentar la durabilidad y funcionalidad de las infraestructuras.

El control de redes de infraestructura vial también enfrenta desafíos en la contabilidad. El artículo de Dialnet (2016) proporciona una visión crítica de los avances y problemas en la contabilidad de estas redes en Bogotá D.C., destacando la importancia de una gestión financiera adecuada para asegurar la correcta asignación de recursos y la resolución de problemas financieros antes de que se conviertan en obstáculos significativos.

Además, los conflictos territoriales pueden complicar la implementación de proyectos de infraestructura. El estudio de Scielo, sobre conflictos territoriales y su impacto en los proyectos viales subraya la complejidad de la gestión territorial y cómo los conflictos entre diferentes intereses pueden retrasar y aumentar los costos de los proyectos. Esta complejidad requiere una gestión eficaz para superar los desafíos asociados y asegurar la ejecución exitosa de los proyectos.

El impacto económico de las inversiones en infraestructura vial es considerable. El análisis de Scielo, sobre la inversión en infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico

en Colombia (1993-2014) demuestra que estas inversiones tienen un efecto positivo significativo en el desarrollo económico. Mejorar la infraestructura vial facilita el comercio, mejora la conectividad y contribuye al crecimiento económico general, justificando así el gasto en este sector.

Comparar la infraestructura vial entre países puede proporcionar perspectivas valiosas. El estudio disponible en EBSCOhost, ofrece una comparación entre la infraestructura vial en Colombia y Ecuador, lo que permite identificar buenas prácticas y áreas de mejora en el contexto latinoamericano. Estas comparaciones son útiles para desarrollar políticas y estrategias más efectivas en Colombia.

En efecto, el análisis de la infraestructura vial en la localidad de Chapinero UPZ 97 en Bogotá, revela tanto avances como desafíos en los últimos 20 años y su proyección hacia 2036. A pesar de las mejoras significativas en la red vial, persisten áreas que requieren atención continua.

La gestión efectiva de proyectos viales es esencial para asegurar la calidad y la eficiencia. Los formatos de interventoría diseñados para áreas con altos volúmenes de tránsito son cruciales para garantizar el cumplimiento de los estándares y prevenir problemas durante la ejecución de obras. La optimización de la constructibilidad, es decir, la facilidad con la que un diseño puede ser construido, puede reducir costos y mejorar la durabilidad de las infraestructuras.



Ilustración 2.Línea de Tiempo: Antecedentes.

La contabilidad adecuada y la gestión financiera son fundamentales para evitar sobrecostos y retrasos, mientras que los conflictos territoriales pueden complicar la implementación de proyectos. La inversión en infraestructura vial tiene un impacto positivo en el crecimiento económico al mejorar la conectividad y facilitar el comercio.

En resumen, aunque se han logrado avances importantes, es necesario abordar los desafíos identificados para lograr una infraestructura vial sostenible y eficiente. La planificación cuidadosa, la gestión financiera y territorial efectiva, y la aplicación de mejores prácticas en el control y seguimiento de proyectos son esenciales para maximizar el impacto positivo de las inversiones en infraestructura vial.

DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR

Para la ejecución del presente proyecto se definen tres etapas las cuales comprenden, la identificación de las características iniciales con las que se debe determinar la necesidad de servicio para el tramo a ejecutar y sus requerimientos técnicos; la realización del diseño preliminar del pavimento teniendo en cuenta los aspectos obtenidos en la etapa anterior; cuantificar las cantidades de obra y la programación de la obra para su correspondiente ejecución.

- ❖ Diagnóstico en la cual se analizarán todos los componentes necesarios para la realización del proyecto en el que se incluyen los parámetros básicos de estudios de tránsito y determinación de CBR de diseño.
- ❖ Diseño de Pavimento rígido en el cual se realizarán bajo los criterios y requerimientos del IDU (Instituto de desarrollo Urbano) mediante los métodos ASSHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y PCA (Portland Cement Association)
- ❖ Programación y ejecución de obra en la cual se realizará la estructura de desglose de trabajo, realización de APU (Análisis de precios unitarios) y presupuesto de obra.

1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

A partir de una revisión documental se encuentran deficiencias en la Coordinación, Planificación e Implementación de los Mantenimientos y Renovaciones requeridas para garantizar el estado de la Infraestructura de Malla Vial Local y Alcantarillados en la Ciudad de Bogotá.

El principal desafío en el deterioro de la malla vial local radica en la falta de un diagnóstico exhaustivo y actualizado que permita identificar las zonas críticas. Esto hace imprescindible priorizar las intervenciones necesarias para mejorar significativamente la calidad de vida específicamente de los habitantes en la zona adyacente a la alameda occidental de la Avenida Villavicencio AK 71 B, entre las calles 53A BIS Sur y 56D Sur.



Ilustración 3. Ubicación Geográfica Caso de Estudio. Fuente Propia.

Lo anterior conlleva a que se postergue en el tiempo las reparaciones necesarias y se ponga en evidencia la gestión ineficiente de los recursos que agravan considerablemente el deterioro de la Infraestructura del Barrio Olarte.

Aunque, se han definido distintos tipos de intervenciones a nivel de construcción, rehabilitación y mantenimiento rutinario, la ejecución de dichas actividades sin la estructuración metodológica de procedimientos técnicos es provocado por la falta de planificación y programación detallada que provoca retrasos y aumenta la congestión vial, afectando la vida cotidiana de los ciudadanos.

En lo referente a la modernización del sistema de alcantarillado, la escasez de revisiones y seguimiento constante con técnicas modernas como cámaras de video restringe la habilidad de identificar inconvenientes oportunamente, pudiendo ocasionar deterioros graves que exigen reparaciones costosas. Asimismo, el uso limitado de técnicas actuales de restauración, como el revestimiento CIPP (renovación de redes ZinZanja), y el control deficiente de las aguas lluvias aumentan el peligro de desbordamientos y el desgaste acelerado de las tuberías.

Aunque existen lineamientos técnicos bien definidos, la falta de una adecuada planificación, coordinación y aplicación de estos principios en la práctica está afectando la durabilidad, eficiencia y efectividad de la infraestructura vial y del alcantarillado en Bogotá. Esto se traduce en una gestión ineficiente de recursos, priorización incorrecta de intervenciones y riesgos incrementados de fallos estructurales y problemas relacionados con la Malla Vial Local.

A continuación, se detallan los principales aspectos que caracterizan esta problemática:

- Deterioro Generalizado:

Deterioro y fisuras: Gran parte de las calles locales presenta claras señales de deterioro, como grietas y deformaciones. Este daño se debe a la ausencia de cuidados preventivos regulares y la continua exposición a climas adversos y tráfico intenso.

Falta de Intervenciones Oportunas: El descuido en las tareas de conservación y arreglos ha provocado un desgaste acelerado, generando la necesidad de acciones correctivas más complejas y de mayor costo económico

- Insuficiencia en la Planificación y Coordinación:

Diagnóstico y Priorización: Falta un análisis detallado y reciente para detectar las zonas más afectadas y priorizar acciones. Esto resulta en un manejo ineficaz de recursos y en el retraso de las intervenciones.

Falta de Coordinación Interinstitucional: Hay una carencia de sinergia y articulación entre los organismos encargados del mantenimiento vial, provocando acciones a destiempo que perjudican la circulación y la efectividad de las reparaciones de la malla vial local.

- Problemas de Calidad en las Reparaciones:

Materiales Inadecuados: Con frecuencia, las reparaciones emplean materiales poco duraderos, reduciendo la vida útil de los trabajos y provocando la necesidad de arreglos repetitivos en el futuro.

Tecnologías obsoletas: El escaso empleo de técnicas actuales en la conservación y reparación de carreteras reduce la eficacia de las obras, incrementando gastos futuros y mermando la calidad de las reparaciones ejecutadas.

- Impacto en la Movilidad y Seguridad:

Congestión Vial: Las deficientes condiciones de las carreteras agravan los atascos viales, particularmente en áreas con gran flujo de vehículos, perjudicando la circulación y prolongando los tiempos de viaje.

Accidentes de Tránsito: La existencia de irregularidades, hundimientos y otras fallas en las vías locales aumenta la probabilidad de siniestros viales, comprometiendo la integridad de automovilistas, ciclistas y transeúntes.

- Respuesta Insuficiente a las Quejas Ciudadanas:

Desatención de Reportes: Numerosos reclamos y avisos vecinales sobre el deterioro de calles quedan sin atención rápida, agravando el desgaste progresivo de la red vial urbana.

Falta de Participación Ciudadana: La intervención ciudadana en la identificación y selección de prioridades es escasa, lo que reduce la acción inmediata de los entes reguladores de infraestructura vial para atender efectivamente las demandas genuinas de la población.

En síntesis, la red vial local de Bogotá sufre un deterioro notable debido a la planificación inadecuada, la descoordinación entre entidades encargadas y la ineficacia en las reparaciones. Esta situación impacta negativamente en la movilidad, la seguridad en las vías y el bienestar de los habitantes, evidenciando la urgente necesidad de adoptar un enfoque más cohesionado y efectivo en la administración de la infraestructura vial de la capital colombiana.

1.2. Formulación del problema.

La red de malla vial local y el sistema de alcantarillado en la ciudad de Bogotá, especialmente en sectores como la zona adyacente a la Alameda Occidental de la Avenida Villavicencio (AK 71B entre calles 53A BIS Sur y 56D Sur), presenta un deterioro progresivo debido a deficiencias estructurales en la planificación, coordinación e implementación de las actividades de mantenimiento y renovación. La ausencia de diagnósticos técnicos actualizados y precisos impide una priorización adecuada de intervenciones, lo que ocasiona retrasos, uso ineficiente de los recursos públicos y una afectación directa en la movilidad, seguridad y calidad de vida de los habitantes del sector.

Además, la falta de tecnologías modernas en los procesos de revisión y rehabilitación, como el uso de cámaras de inspección y técnicas de restauración sin zanja (CIPP), agrava el deterioro del sistema de alcantarillado y eleva los riesgos de fallos estructurales, inundaciones y daños recurrentes. A pesar de existir lineamientos técnicos establecidos, la debilidad en su aplicación práctica evidencia una gestión fragmentada e ineficaz, generando impactos económicos y sociales significativos.

Frente a este escenario, se hace urgente desarrollar un enfoque integral que permita optimizar los procesos de diagnóstico, planificación y coordinación interinstitucional, con el fin de garantizar intervenciones efectivas, sostenibles y alineadas con las necesidades reales de la comunidad afectada.

1.3. Pregunta Problema.

¿Cómo mejorar la planificación, coordinación e implementación de las actividades de mantenimiento y renovación de la malla vial local y el sistema de alcantarillado en Bogotá, particularmente en la zona adyacente a la Alameda Occidental de la Avenida Villavicencio, para garantizar intervenciones efectivas que optimicen los recursos y mejoren la movilidad, seguridad y calidad de vida de los ciudadanos?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Definir un modelo gerencial que contemple parámetros y criterios técnicos específicos para la cuantificación presupuestal en la planeación de Obra de la vía de servicio aplicado al caso de estudio.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar las condiciones actuales de la vía de servicio con el fin de diagnosticar las necesidades de solucionar la causa raíz de la problemática.
- Realizar el diseño de la estructura de pavimento adecuada a los requerimientos del vehículo de diseño y velocidad de operación de la vía de servicio.
- Cuantificar cantidades de obra para la definición de la Estructura de Desglose de Trabajo correspondiente.
- Determinar la programación de obra a partir de unos rendimientos específicos que viabilicen su respectiva ejecución y construcción.
- Establecer un sistema de control de metas preestablecidas en términos de alcance, costo, tiempo y calidad, fundamentado en el modelo de la triple restricción.

3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación es relevante porque aborda una problemática estructural que afecta directamente la calidad de vida de los ciudadanos de Bogotá: el deterioro progresivo de la malla vial local y del sistema de alcantarillado. Las deficiencias en la planificación, coordinación y ejecución de las obras públicas en este ámbito no solo generan impactos económicos, sino también sociales, como la disminución de la seguridad vial, el aumento de la congestión y el deterioro ambiental.

A través del diseño de estrategias integrales basadas en diagnóstico técnico, innovación tecnológica y sinergia interinstitucional, esta investigación busca aportar soluciones concretas para optimizar la gestión de la infraestructura urbana. Su aplicación en sectores específicos como la Alameda Occidental de la Avenida Villavicencio permitirá validar su efectividad, con la posibilidad de escalar los resultados a otras zonas críticas de la ciudad, promoviendo así una Bogotá más sostenible, segura y funcional.

El proyecto incluirá dos alternativas de diseño de pavimento rígido y flexible evaluando una propuesta de valor con análisis de las redes de drenaje existentes y su mejoramiento, asegurando una planificación sostenible que contemple la separación de aguas residuales y pluviales. Actualmente, el sector cuenta únicamente con alcantarillado sanitario, lo que incrementa los niveles de contaminación del río Tunjuelito. La implementación de un sistema de drenaje adecuado permitirá mitigar este impacto ambiental y garantizar un desarrollo urbano sostenible para la comunidad.

Con la planificación de este proyecto se pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector y potenciar el crecimiento económico de la localidad, garantizando su funcionamiento y sostenibilidad.



Ilustración 4. Condición actual Caso de Estudio. Fuente Propia.

4. MARCO TEÓRICO MODELO GERENCIAL

4.1. Aplicación de técnicas.

Al emprender un proyecto vial conforme a las directrices del PMBOK, es fundamental aplicar diversas prácticas de gestión que abarcan desde la definición precisa del alcance y la planificación detallada del cronograma y los costos, hasta la identificación y mitigación de riesgos, el aseguramiento de la calidad y una comunicación eficaz entre los involucrados. La implementación adecuada de estas prácticas contribuye a que el proyecto se ejecute de manera eficiente, respetando el presupuesto asignado, cumpliendo con los plazos establecidos y alcanzando los estándares de calidad esperados.

4.2. Herramientas.

La implementación de estas herramientas y técnicas según el PMBOK asegura que un proyecto vial se gestione de manera efectiva y eficiente, permitiendo cumplir con los plazos, costos y requisitos de calidad establecidos. La planificación detallada, el seguimiento constante y la gestión de riesgos son fundamentales para asegurar el éxito del proyecto.

4.3. Procedimientos.

Los procedimientos para llevar a cabo un proyecto vial incluyen un conjunto de procesos de gestión organizados en grupos de procesos y áreas de conocimiento que guían la planificación, ejecución, monitoreo, control y cierre del proyecto. Estos procedimientos son aplicables a proyectos viales, que requieren una gestión detallada de aspectos como alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, riesgos y comunicación.

4.4. Planificación.

La ejecución de un proyecto vial implica una serie de actividades clave que deben ser gestionadas de acuerdo con las planificaciones previas realizadas en las fases de alcance, cronograma, costos, calidad, recursos, riesgos, comunicaciones, adquisiciones e interesados. Según el PMBOK, la ejecución no solo es la implementación de actividades técnicas, sino también la gestión activa de recursos, comunicaciones y control de calidad para asegurar que el proyecto avance según lo planeado. Además, la supervisión constante y la capacidad de adaptación ante cambios o imprevistos son fundamentales para alcanzar el éxito en el proyecto vial.

4.5. Aplicación del Modelo Gerencial del PMBOK en la Planificación de Obra para la Vía de Servicio

En la construcción de una vía, el modelo gerencial basado en el PMBOK se lleva a cabo de manera estructurada, asegurando la correcta ejecución de cada fase del proyecto. A continuación, se presenta una descripción detallada de cómo cada uno de los grupos de procesos y áreas de conocimiento del PMBOK se aplica específicamente en la construcción de una vía:

4.5.1. Inicio del Proyecto:

En esta fase se define el alcance general del proyecto, se identifican los interesados (como entidades gubernamentales, comunidades locales, contratistas, etc.) y se obtiene la autorización para iniciar los trabajos. Se debe elaborar un acta de constitución del proyecto que formalice el inicio de la planificación de la vía de servicio.

4.5.2. Planificación:

En esta etapa se desarrollan planes detallados que incluyen: El plan de gestión del alcance: Define los límites del proyecto y los entregables (por ejemplo, la construcción de la vía, la pavimentación, la instalación de señalización, etc.).

- ❖ El cronograma del proyecto: Se establecen los plazos para cada una de las actividades de construcción, asegurando una distribución adecuada de los tiempos.
- ❖ El presupuesto: Se elabora un presupuesto detallado que incluya costos de materiales, mano de obra, maquinaria y otros recursos necesarios.
- ❖ El plan de gestión de riesgos: Se identifican los riesgos potenciales (por ejemplo, condiciones climáticas adversas, retrasos en la entrega de materiales, etc.) y se definen estrategias de mitigación.

4.5.3. Ejecución:

En esta fase, el equipo ejecuta los planes elaborados durante la planificación.

Las actividades incluyen la contratación de personal y proveedores, la movilización de recursos, la construcción de la vía propiamente dicha (excavación, pavimentación, señalización, etc.) y la gestión de los equipos de trabajo. Se implementan procesos de gestión de calidad para asegurar que los materiales y trabajos cumplan con los estándares establecidos.

Monitoreo y Control: Durante la ejecución del proyecto, es esencial controlar el avance y realizar ajustes cuando sea necesario. Esto incluye la supervisión de los costos, el monitoreo de los tiempos de ejecución y la evaluación de la calidad del trabajo realizado. Se emplean

herramientas de seguimiento de proyectos para identificar posibles desviaciones del plan original y tomar decisiones correctivas.

Cierre: Una vez terminados los trabajos de construcción, se procede con el cierre del proyecto. Esto implica la entrega de la vía construida a los interesados, la elaboración de un informe final y la validación de que todos los requisitos fueron cumplidos. Se realiza una revisión post-implementación para aprender de los posibles problemas y mejorar procesos para proyectos futuros.



Ilustración 5. Descripción general de la Gestión de la Integración del Proyecto.

4.5.4. Dirección.

En la fase de ejecución de un proyecto vial, la dirección del proyecto implica un conjunto integral de actividades centradas en coordinar los esfuerzos del equipo de trabajo, supervisar el progreso del proyecto, gestionar los recursos y riesgos, y comunicar de manera eficiente con todos los interesados para mantener el proyecto en curso. Es un proceso de toma de decisiones constante, basado en las necesidades inmediatas del proyecto y el entorno dinámico del sitio de construcción. La correcta dirección durante la ejecución es crucial para garantizar que el proyecto vial se complete a tiempo, dentro del presupuesto y con la calidad requerida.

4.5.5. Coordinación.

La coordinación en la ejecución de un proyecto vial, es un proceso integral que involucra la gestión de actividades, recursos, comunicaciones, riesgos, calidad y contratistas para asegurar que el proyecto se ejecute de manera eficiente, cumpliendo con los objetivos establecidos de tiempo, costo y calidad. La coordinación efectiva asegura que todos los elementos del proyecto trabajen de manera sincronizada, permitiendo la correcta ejecución de cada fase y la resolución de cualquier problema que pueda surgir durante el proceso de construcción.

La coordinación de las actualizaciones es esencial para asegurar que el progreso del proyecto se registre adecuadamente y que cualquier cambio o ajuste en el cronograma, costos o alcance se comunique a todas las partes interesadas.

Acciones clave:

- Realizar reuniones de revisión: Coordinar reuniones periódicas de actualización entre el equipo del proyecto, contratistas, y partes interesadas para evaluar el estado del proyecto, identificar problemas y determinar los próximos pasos.
- Actualizar los planes y cronogramas: Si es necesario realizar ajustes en los planes del proyecto (por ejemplo, por retrasos o cambios en el alcance), coordinar la actualización de los documentos y comunicarlos a todas las partes involucradas.

4.5.6. Control de metas preestablecidas.

Es esencial para asegurarse de que el proyecto se desarrolle de acuerdo con los objetivos definidos. Involucra el monitoreo constante del alcance, cronograma, presupuesto, calidad, riesgos, adquisiciones y gestión de interesados para detectar desviaciones y tomar medidas correctivas oportunas. Utilizando herramientas y técnicas como el análisis de valor ganado (EVM), la gestión de riesgos y el control de calidad, se asegura que el proyecto vial se complete dentro de los parámetros establecidos, sin comprometer la calidad o los tiempos previstos.

4.5.7. Alcance.

El alcance del proyecto define los límites y entregables del proyecto, y en un proyecto vial, esto incluye actividades como la construcción de carreteras, puentes, señales de tráfico, drenaje, etc.

Herramientas y Técnicas:

- Descomposición: Permite dividir el trabajo en tareas más pequeñas y manejables (estructura de desglose del trabajo o WBS).
- Revisión y Análisis de Documentos: Utiliza documentos como estudios geotécnicos, planos y permisos para definir el alcance detallado.
- Técnicas de Recolección de Requisitos: Incluye encuestas a los interesados, análisis de necesidades y reuniones con autoridades locales.

El alcance en un proyecto vial incluye la cuantificación de áreas de intervención, explicadas a continuación:

4.5.9. Determinación del Alcance del Proyecto.

Teniendo en cuenta el Levantamiento Topográfico se cuantificaron áreas de intervenidas, explicadas a continuación:

- ❖ Áreas de Espacio Público: rampas de acceso a predios. 3288.87 m².



Ilustración 6. Cuantificación de áreas de espacio público: rampas de acceso a predios. Fuente propia.

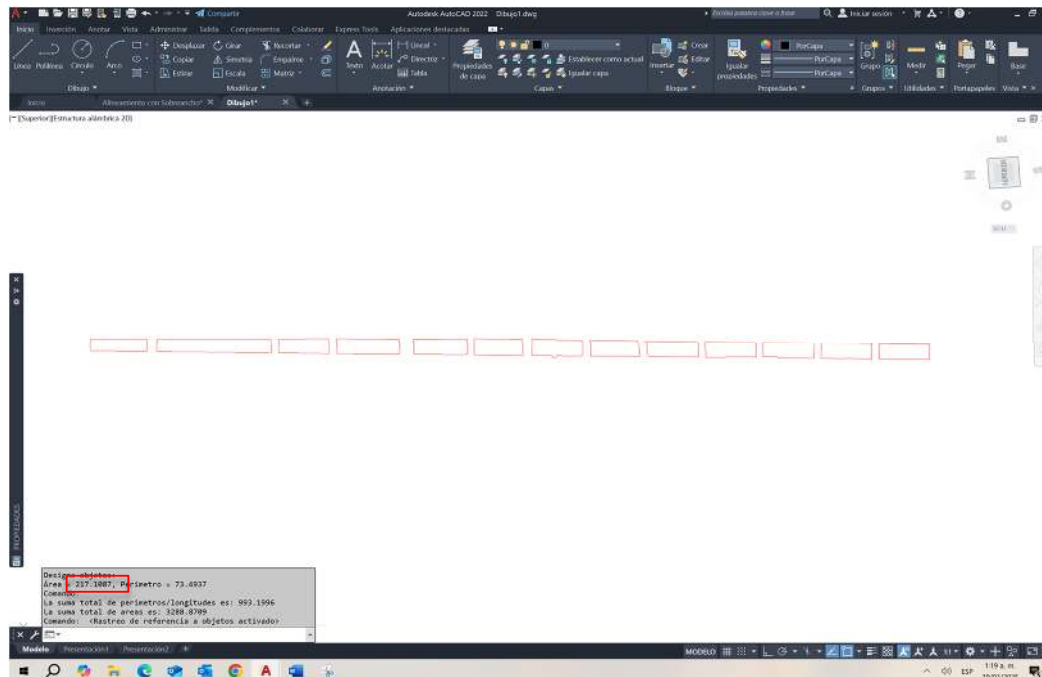


Ilustración 7. Implementación del LISP Mediciones Comando SUMLP.

❖ Áreas de Intervención de Pavimento: 5302.637 m2.

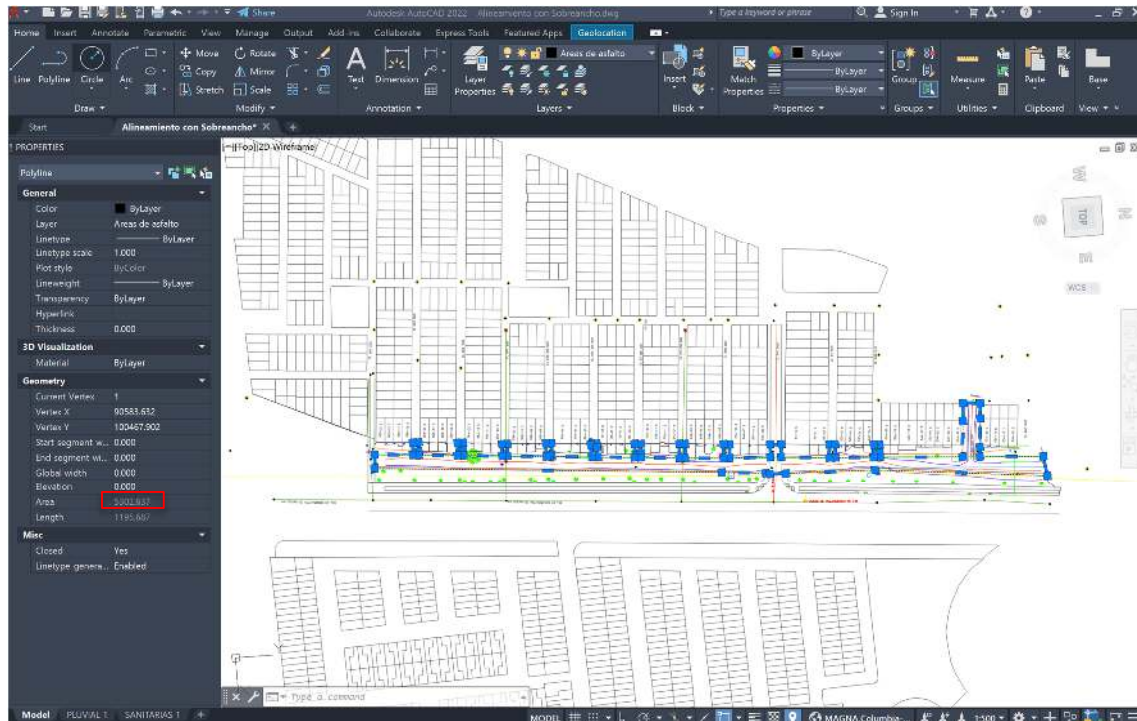


Ilustración 8. Cuantificación de áreas de Intervención de Pavimento.

❖ Sardinel A10: 734 metros.

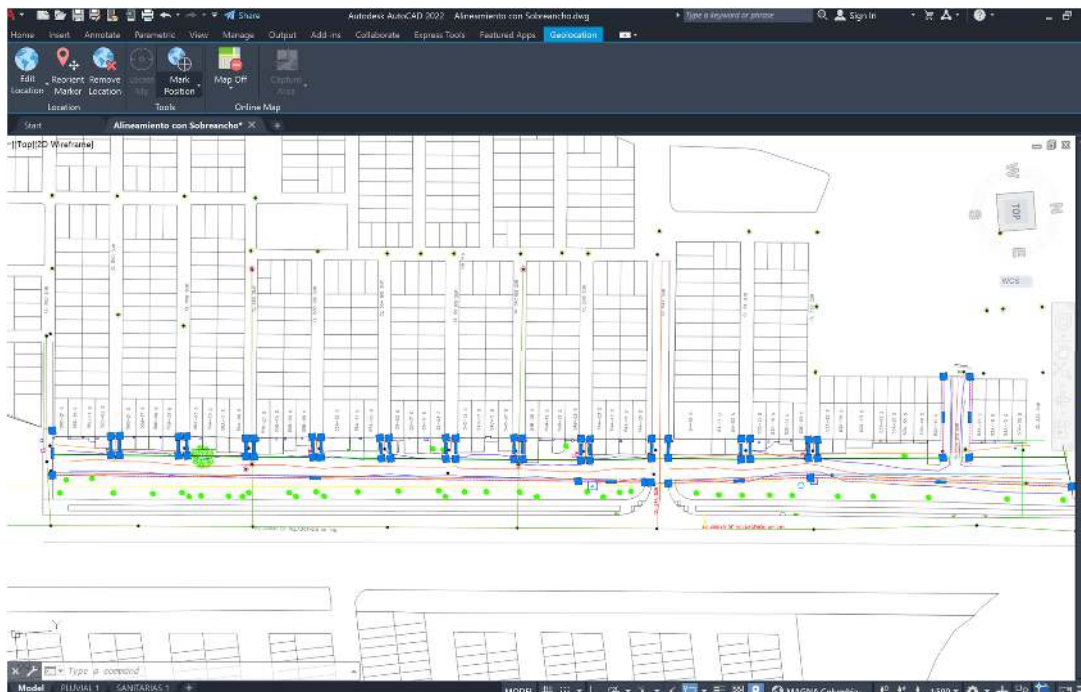


Ilustración 9. Cuantificación de longitudes de instalación de sardinel A10.

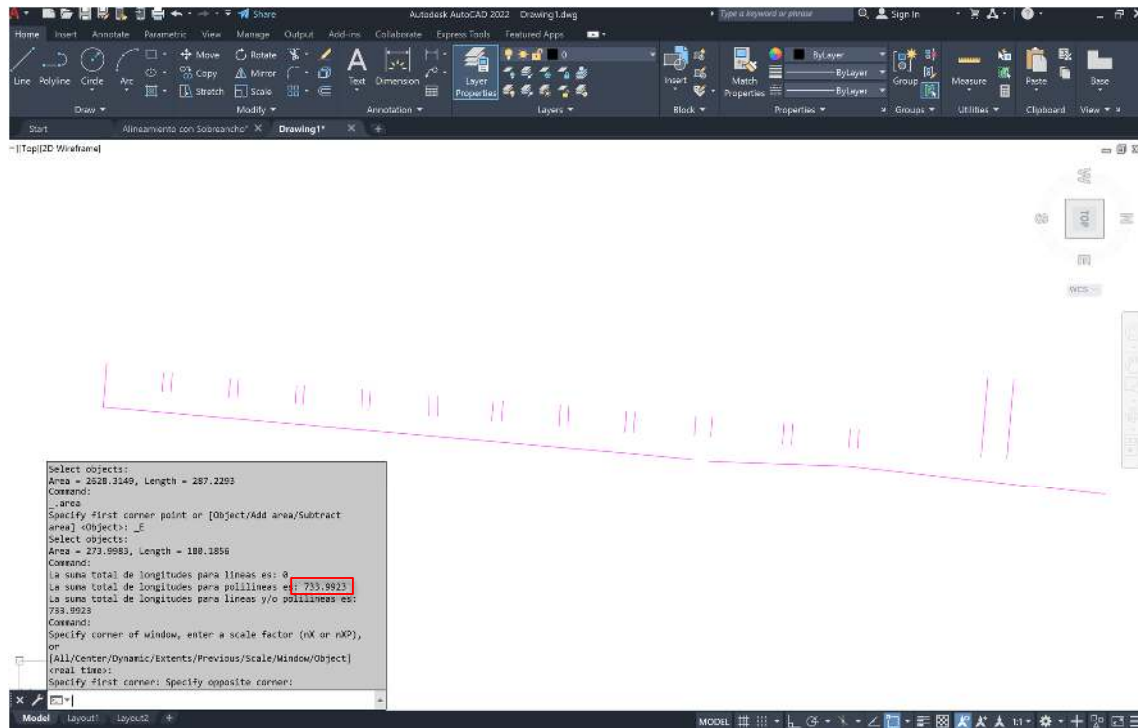


Ilustración 10. Implementación del LISP Mediciones Comando SUMPL.

❖ Cuneta: 444.72 metros.

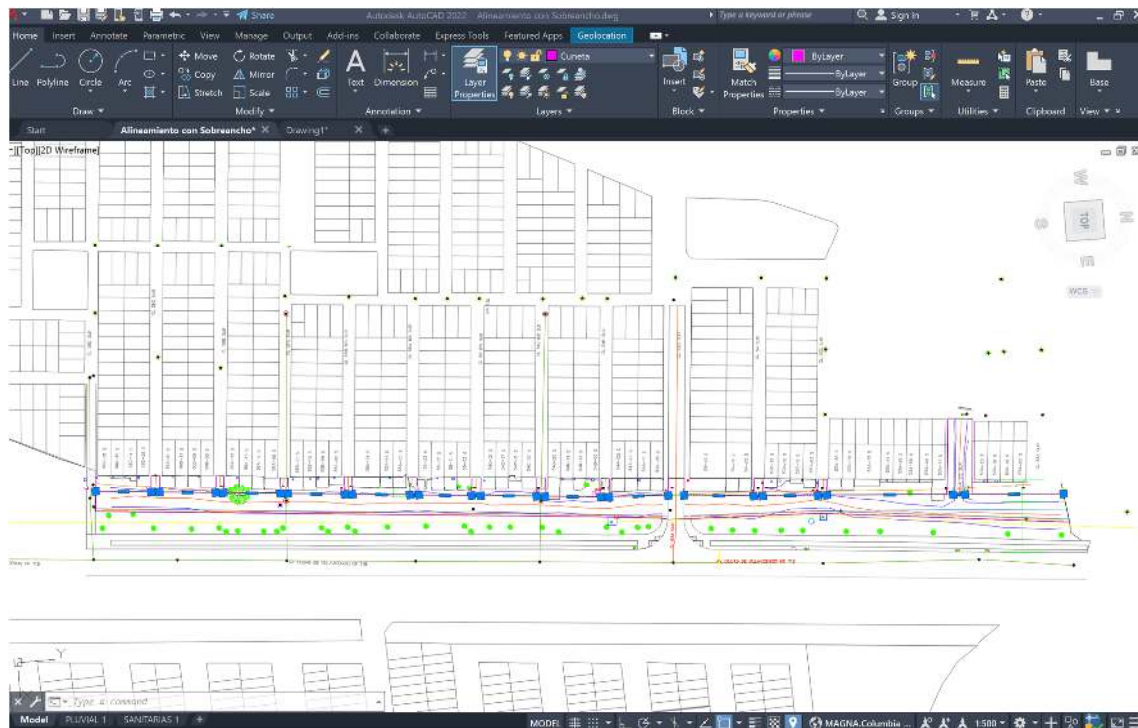


Ilustración 11. Cuantificación de longitudes de instalación de Cuneta.

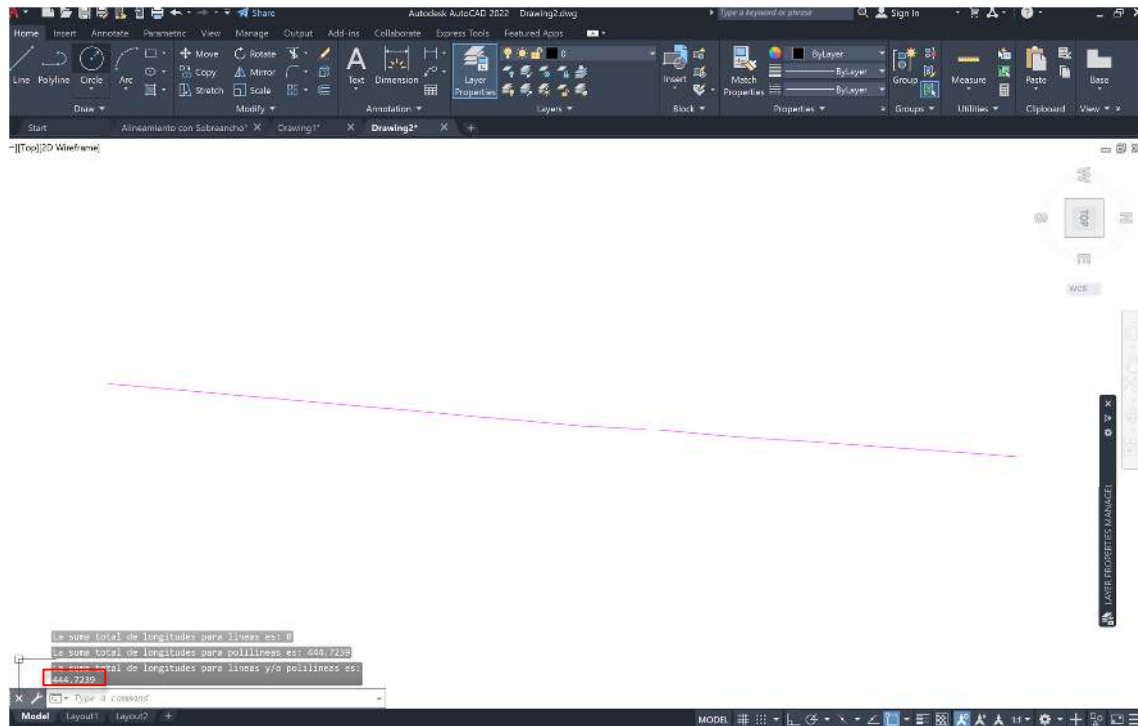


Ilustración 12. Implementación del LISP Mediciones Comando SUMLP.

❖ Bordillo: 400.765 metros.

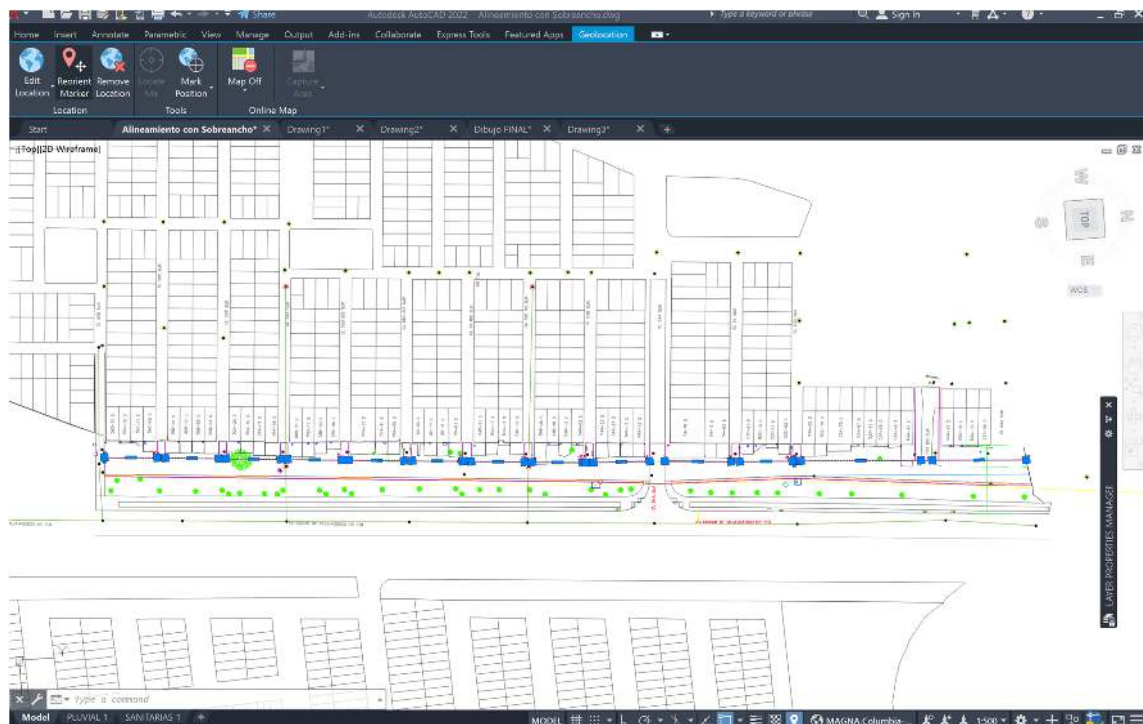


Ilustración 13. Cuantificación de longitudes de instalación de Bordillo.

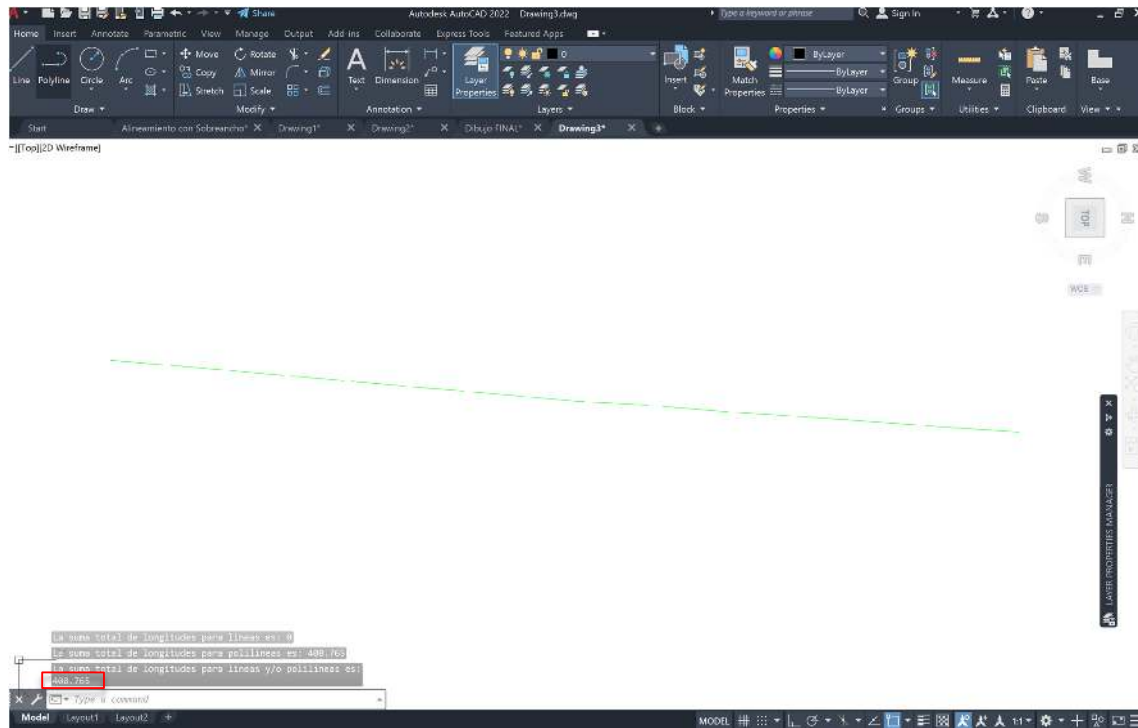


Ilustración 14. Implementación del LISP Mediciones Comando SUMPL.

- ❖ Alcantarillado Sanitario 24" Concreto reforzado existente: teniendo en cuenta la existencia de una red matriz de acueducto de 24" ubicada sobre el costado occidental del colector de alcantarillado sanitario se plantea la intervención mediante tecnología CIPP ZIN ZANJA: 85.86 metros.

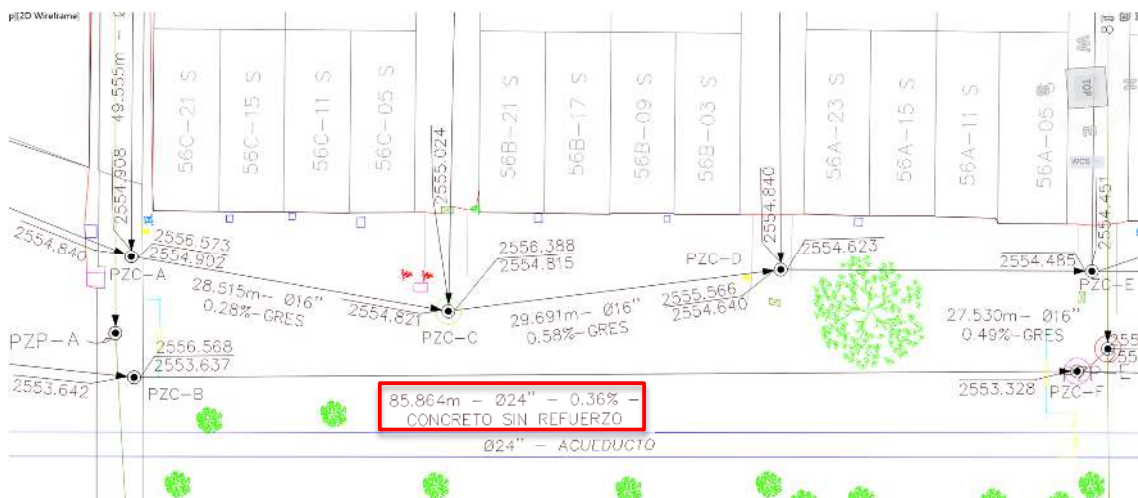


Ilustración 15. Cuantificación de longitud alcantarillado sanitario 24".

- ❖ Alcantarillado Sanitario 28" Concreto reforzado existente: intervención planteada mediante tecnología CIPP ZIN ZANJA 179.86 metros.

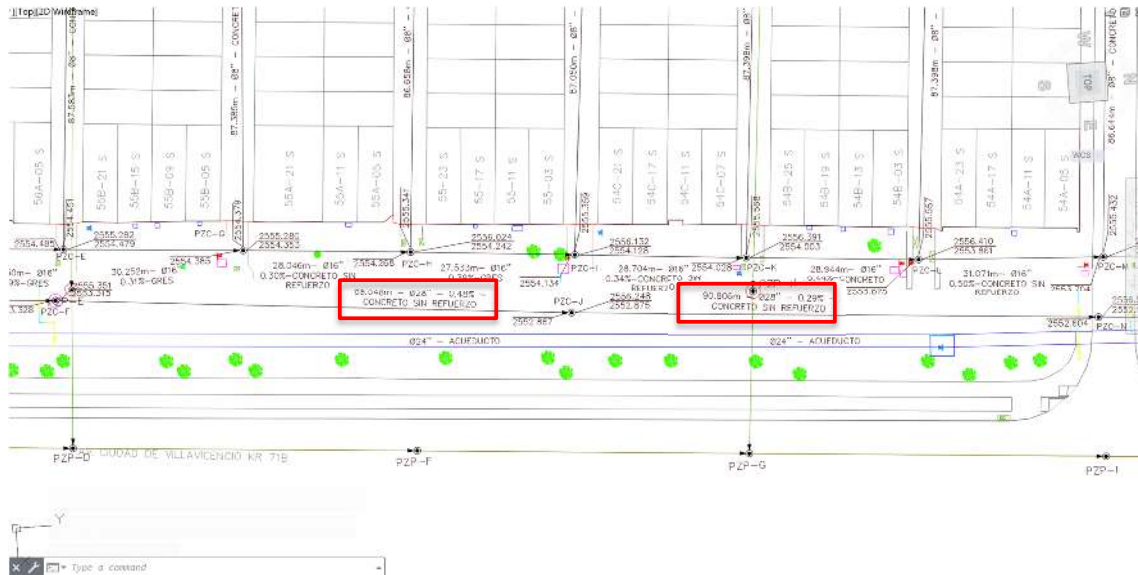


Ilustración 16. Cuantificación de longitud alcantarillado sanitario 28".

- ❖ Alcantarillado Sanitario 30" Concreto reforzado existente: intervención planteada mediante tecnología CIPP ZIN ZANJA 163.96 metros.



Ilustración 17. Cuantificación de longitud alcantarillado sanitario 30".

- ❖ Alcantarillado Sanitario 32" Concreto reforzado existente: intervención planteada mediante tecnología CIPP ZIN ZANJA 46.03 metros.



Ilustración 18. Cuantificación de longitud alcantarillado sanitario 32".

- ❖ Alcantarillado pluvial: se identificó que no existen desagües de escorrentía para sumideros a construir con la vía de servicio, motivo por el cual es necesario proyectar un alcantarillado longitudinal ubicado en el eje principal de vía.

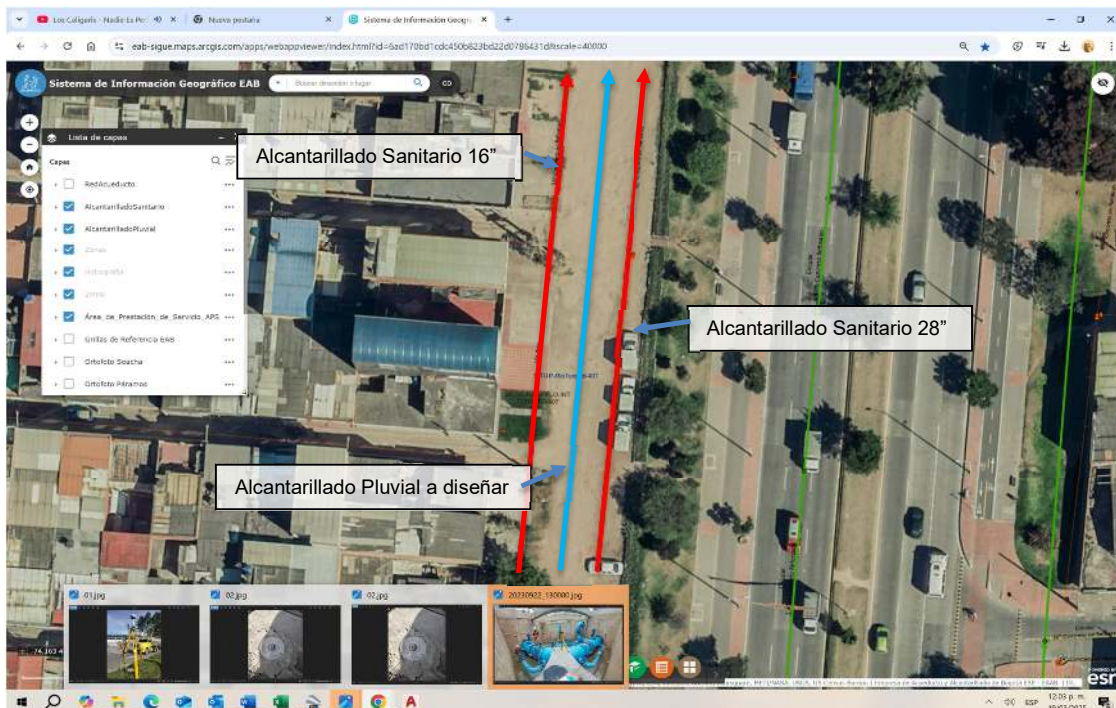


Ilustración 19. Requerimiento de diseño de alcantarillado pluvial.

- ❖ Alcantarillado pluvial Tubería PVC corrugado externa, lisa interna, PS57psi, D400mm: 58.61 metros.

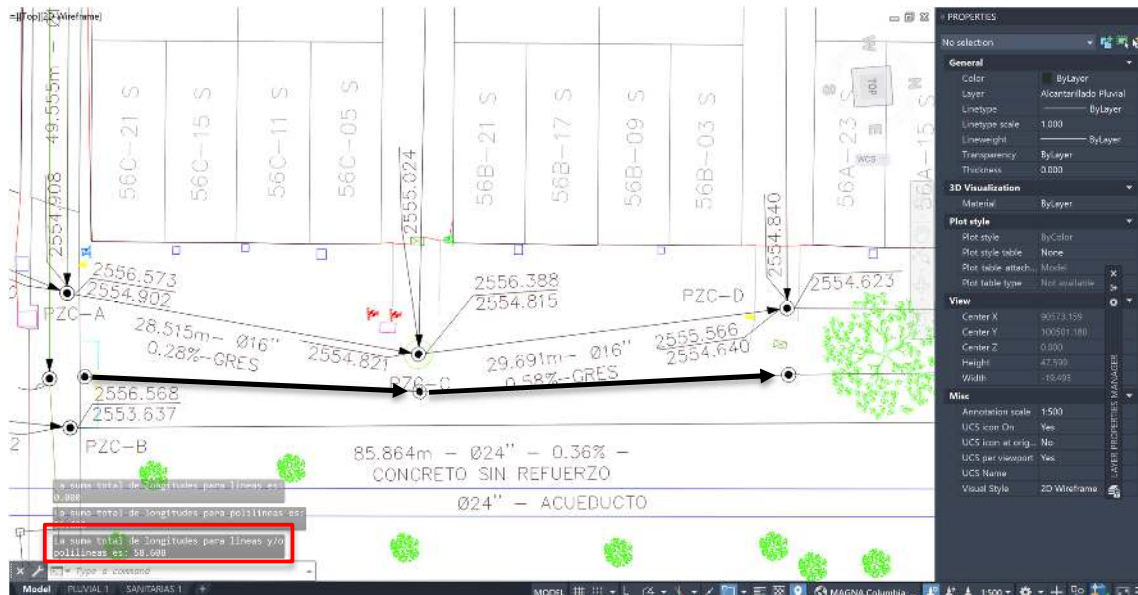


Ilustración 20. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D400mm.

- ❖ Alcantarillado pluvial Tubería PVC corrugado externa, lisa interna, PS57psi, D450mm: 60.16 metros.

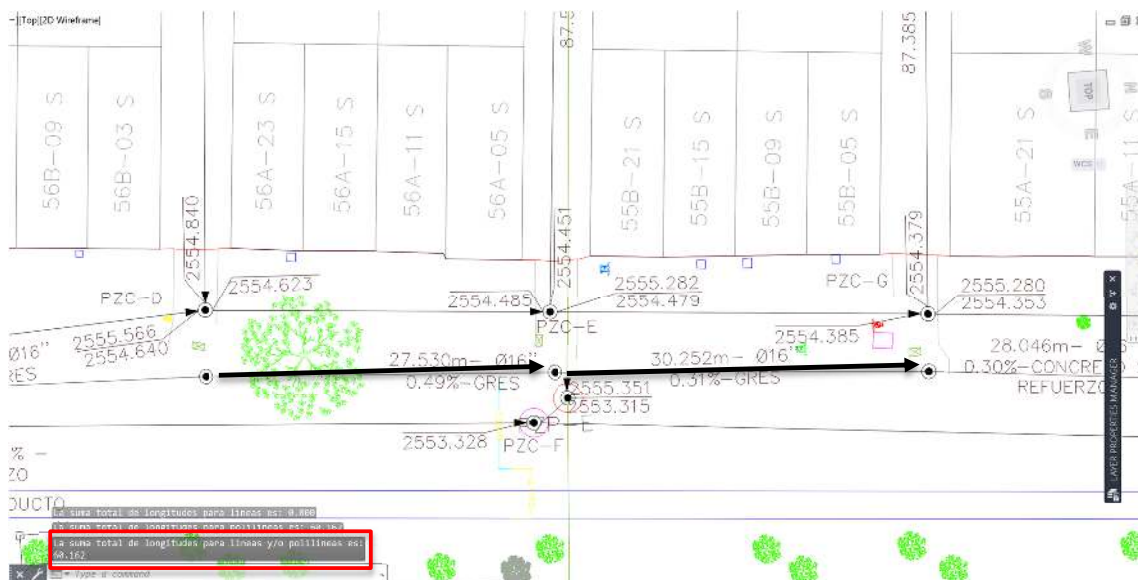


Ilustración 21. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D450mm.

- ❖ Alcantarillado pluvial Tubería PVC corrugado externa, lisa interna, PS57psi, D500mm: 58.00 metros.

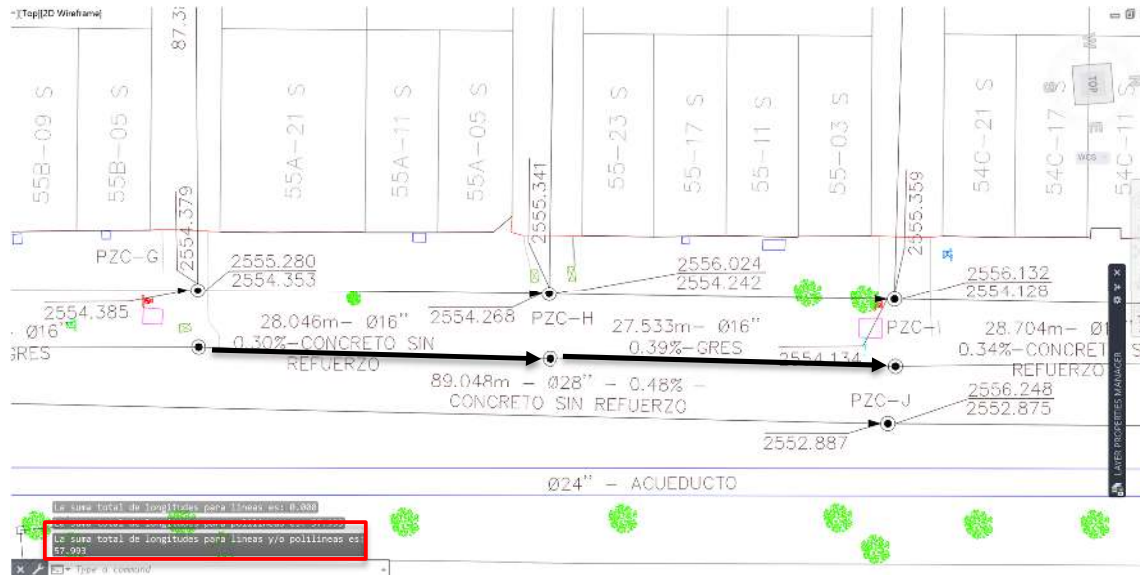


Ilustración 22. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D500mm.

- ❖ Alcantarillado pluvial Tubería PVC corrugado externa, lisa interna, PS28psi, D24": 60.49 metros.

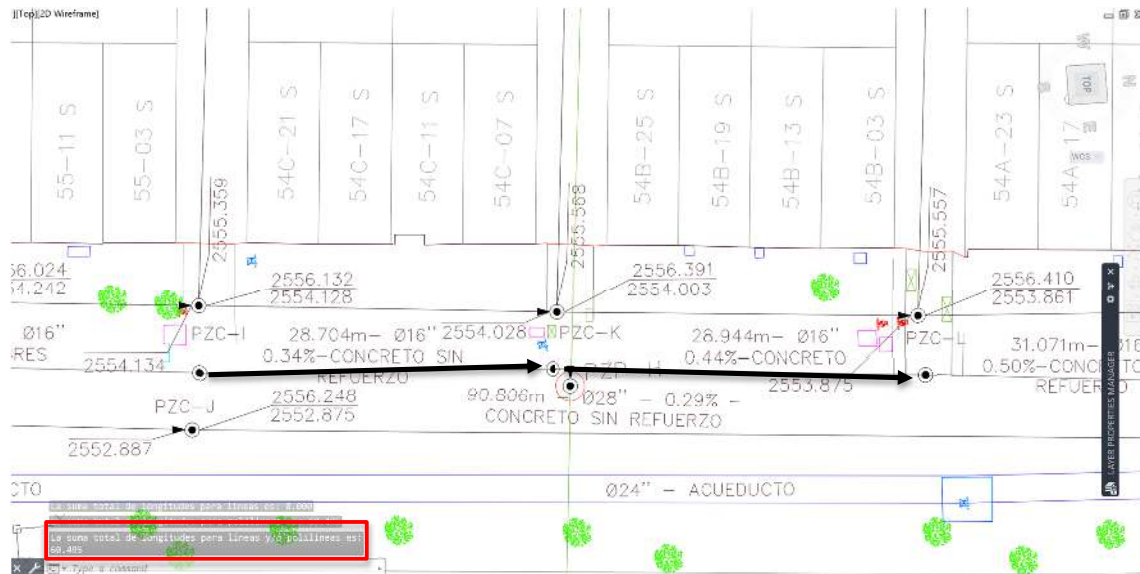


Ilustración 23. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D 24\".

- ❖ Alcantarillado pluvial Tubería PVC corrugado externa, lisa interna, PS28psi, D27":
31.59 metros.

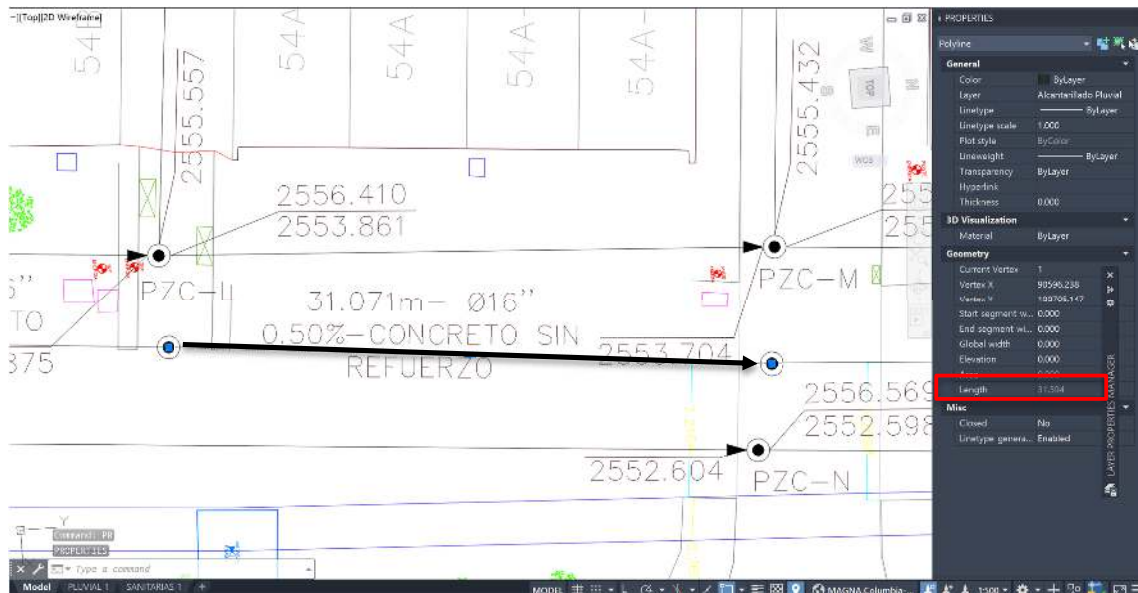


Ilustración 24. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D 27".

- ❖ Alcantarillado pluvial Tubería PVC corrugado externa, lisa interna, PS28psi, D30":
71.56 metros.



Ilustración 25. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D 30".

- ❖ Alcantarillado pluvial Tubería PVC corrugado externa, lisa interna, PS28psi, D33":
99.51 metros.

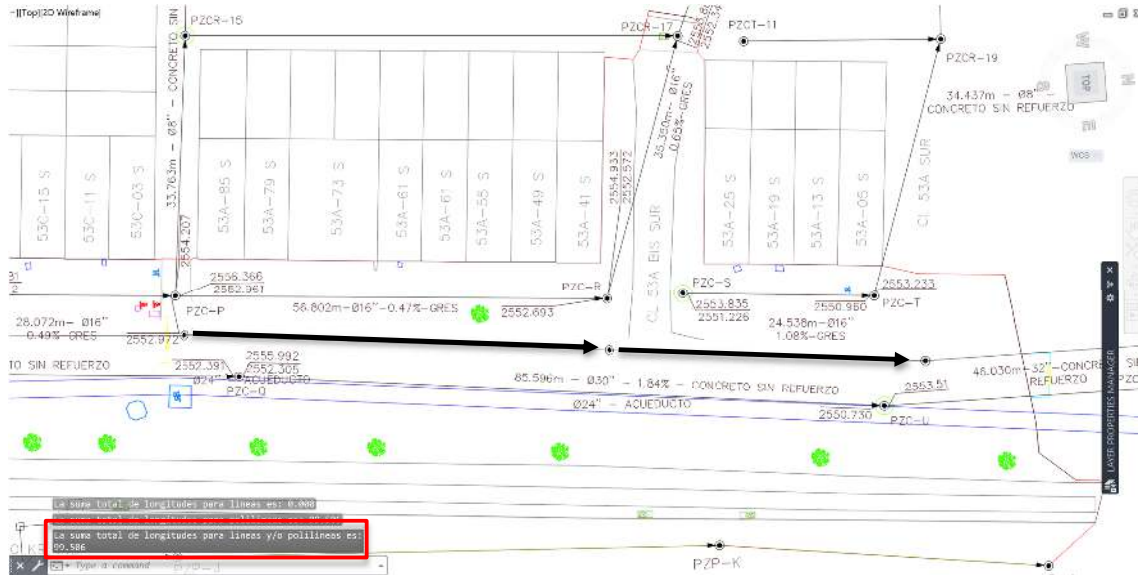


Ilustración 26. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D 33".

- ❖ Alcantarillado pluvial Tubería PVC corrugado externa, lisa interna, PS28psi, D36":
36.64 metros.

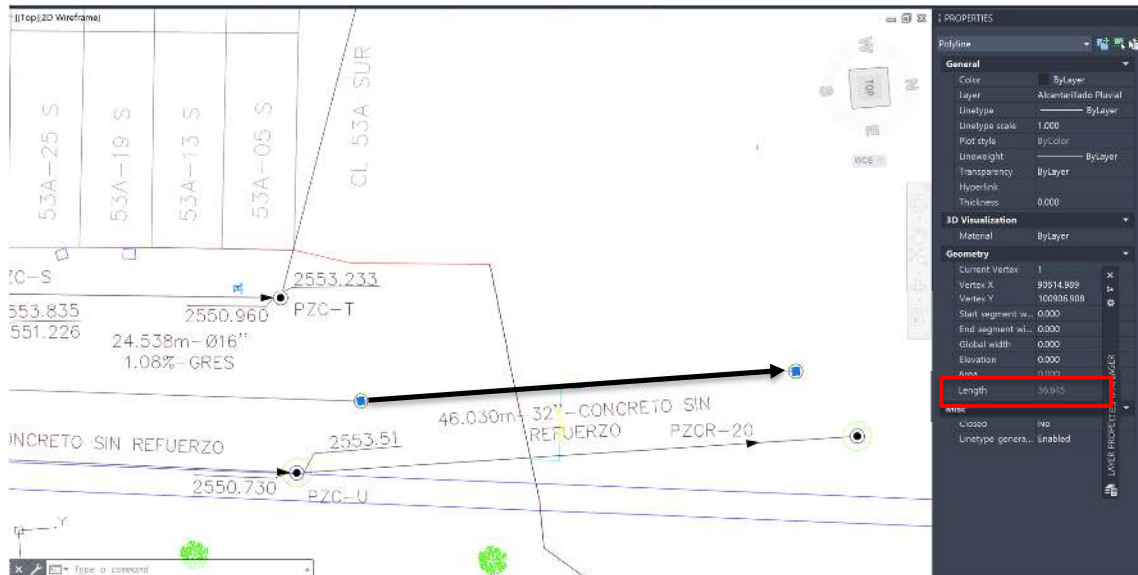


Ilustración 27. Cuantificación de longitud alcantarillado pluvial D 36".

Tabla 1. Presupuesto Alternativa de pavimento rígido.

Nombre de Actividad a Ejecutar	Unidad	Área	Espesor	Espesor relleno	Longitud (m)	Volumen (m3)	Cantidad	Valor Unitario IDU 2025	Valor a ejecutar
CAPITULOS DE ACTIVIDADES									VALOR A EJECUTAR
Demoliciones de concreto reforzado con uso de compresor	M3	3288.97	0.1			328.897		\$ 235,930	\$ 77,596,669
Excavación En Zanja a mano en material conglomerado h <2 m	M3	3289.97	0.45			1480.487		\$ 53,307	\$ 78,920,294
Subbase Granular Clase C - Gr1 (SBGC GR1)	M3	3289.97		0.3		986.991		\$ 74,137	\$ 73,172,552
Bordillo Prefabricado A80 (800x200x350mm)	UN				400.765	500.9563		\$ 40,004	\$ 20,040,254
Sardinel especial A100 - Rampa A (600x200x500mm)	UN				506.9	844.8333		\$ 42,280	\$ 35,719,553
Malla Electrosoldada S=150x150mm, ϕ = 5x5mm	KG						7087.73	\$ 6,069	\$ 43,015,433
Concreto Grava Común 4000 PSI 28 Mpa (280 Kg/cm2)	M3	3288.97	0.15			493.3455		\$ 610,583	\$ 301,228,375
ACCESO A VIVIENDAS									\$ 629,693,131
Estructura de Vía Pavimento Rígido									
Excavación En Zanja a mano en material conglomerado 2 <= h	M3	5302.64	1.02			5408.69		\$ 58,446	\$ 316,116,281
Geocelda de Polietileno de alta densidad (PEAD-HOPE) con altura de 150 mm	M2	5302.64						\$ 55,145	\$ 292,413,917
Subbase Granular Clase A - Gr1 (SBGA GR1)	M3	5302.64		0.4		2121.055		\$ 80,920	\$ 171,635,754
Base Granular Clase A - Gr1 (SBGA GR1)	M3	5302.64		0.4		2121.055		\$ 93,265	\$ 197,820,176
Concreto MR43	M3	5302.64	0.25			1325.659		\$ 716,425	\$ 949,735,428
Sardinel Prefabricado A10 (800x200x500mm)	UN				734	917.5		\$ 48,991	\$ 44,949,243
PAVIMENTO RIGIDO									\$ 1,972,670,799
Alcantarillado Sanitario Existente									
Acero Figurado No. 2 (1/4") Fy=6000 PSI	KG						9377	\$ 5,569	\$ 52,220,513
Tub PVCcorrú ext,lisa int,PS57psi,D400mm	M				472.67			\$ 234,949	\$ 111,053,344
Sum Placa cubierta pref concreto reforzado para pozos sin cono dereduc D=1,20 m	UN					39		\$ 1,314,759	\$ 51,275,601
Suministro tapa CR alcantarillado, D=0,70m	UN					39		\$ 245,071	\$ 9,557,769
Sum placa fondo o base pref con pestañaspi go pozos cilindro concretopref D1,2m	UN					39		\$ 2,069,570	\$ 80,713,230
Acero Figurado No. 2 (1/4") Fy=6000 PSI	KG						8000	\$ 5,569	\$ 44,552,000
Const Cilindro pozo inspección en mampostería D=1.20 m	M				117			\$ 1,169,964	\$ 136,885,788
Sum pasos de escalera de acceso polipropileno con refuerzo interno	M				117			\$ 89,250	\$ 10,442,250
Caja para conexión domiciliaria alcantarillado en mampostería	UN						53	\$ 458,293	\$ 24,289,529
Silla yee PVC alcantarillado, D=400 x 200 mm	UN						53	\$ 339,548	\$ 17,996,044
Instalación de domiciliaria de alcantarillado diámetro 8"	M				599.43			\$ 15,934	\$ 9,551,318
Instalación tuberías rígidas acueducto, Dn8, 10 y 12	M				623.43			\$ 18,534	\$ 11,554,652
DOMICILIARIAS									\$ 560,092,037
Instalación tubería alcantarillado fabricado en sitio CIPP, D 24", incl. sum. t = 11,5 mm, E = 10000 Mpa	M				85.86			\$ 6,181,900	\$ 530,777,934
Instalación tubería alcantarillado fabricado en sitio CIPP, D 28", incl. sum. t = 11,0 mm, E = 10000 Mpa	M				179.86			\$ 7,291,500	\$ 1,311,449,190
Instalación tubería alcantarillado fabricado en sitio CIPP, D 30", incl. sum. t = 11,0 mm, E = 10000 Mpa	M				163.96			\$ 8,073,000	\$ 1,323,649,080
Instalación tubería alcantarillado fabricado en sitio CIPP, D 32", incl. sum. t = 11,0 mm, E = 10000 Mpa	M				46.03			\$ 7,933,700	\$ 365,188,211
CIPP ZIN ZANJA									\$ 3,531,064,415

Tabla 2. Presupuesto Alternativa de pavimento rígido.

Nombre de Actividad a Ejecutar	Unidad	Longitud (m)	Volumen (m3)	Cantidad	Valor Unitario IDU 2025	Valor a ejecutar
CAPITULOS DE ACTIVIDADES						VALOR A EJECUTAR
Pozos de Alcantarillado						
Sum Placa cubierta pref concreto reforzado para pozos sin cono dereduc D=1,20 m	UN		39		\$ 1,314,759	\$ 51,275,601
Suministro tapa CR alcantarillado, D=0,70m	UN		39		\$ 245,071	\$ 9,557,769
Sum placa fondo o base pref con pestañas espigo pozos cilindro concretopref D1,2m	UN		39		\$ 2,069,570	\$ 80,713,230
Acero Figurado No. 2 (1/4") Fy=6000 PSI	KG			8000	\$ 5,569	\$ 44,552,000
Const Cilindro pozo inspección en mampostería D=1.20 m	M	117			\$ 1,169,964	\$ 136,885,788
Sum pasos de escalera de acceso polipropileno con refuerzo interno	M	117			\$ 89,250	\$ 10,442,250
Sum Placa cubierta pref concreto reforzado para pozos sin cono	UN		18		\$ 1,314,759	\$ 23,665,662
Suministro tapa CR alcantarillado, D=0,70m	UN		18		\$ 245,071	\$ 4,411,278
Sum placa fondo o base pref con pestañas espigo pozos cilindro concretopref D1,2m	UN		18		\$ 2,069,570	\$ 37,252,260
Acero Figurado No. 2 (1/4") Fy=6000 PSI	KG			4500	\$ 5,569	\$ 25,060,500
Const Cilindro pozo inspección en mampostería D=1.20 m e=0.33m, hilada doble	M	54			\$ 1,169,964	\$ 63,178,056
Sum pasos de escalera de acceso polipropileno con refuerzo interno		90			\$ 89,250	\$ 8,032,500
POZOS DE ALCANTARILLADO						\$ 495,026,894
Alcantarillado Pluvial Nuevo						
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS57psi, D400mm	M	58.61			\$ 234,949	\$ 13,770,361
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS57psi, D450mm	M	60.16			\$ 303,436	\$ 18,254,710
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS57psi, D500mm	M	58			\$ 395,592	\$ 22,944,336
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS28psi, D24"	M	60.49			\$ 542,140	\$ 32,794,049
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS28psi, D27"	M	31.59			\$ 649,145	\$ 20,506,491
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS28psi, D30"	M	71.56			\$ 810,070	\$ 57,968,609
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS28psi, D33"	M	99.51			\$ 1,077,873	\$ 107,259,142
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS28psi, D36"	M	36.64			\$ 1,503,591	\$ 55,091,574
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS57psi, D315mm	M	144			\$ 219,724	\$ 31,640,256
Suministro Sumidero mixto prefabricado para vías angostas de 83,5 x 45 cm	UN			24	\$ 2,882,060	\$ 69,169,440
Marco rejilla 83,5 x 45,5, con viga de apoyo en CR	UN			24	\$ 345,534	\$ 8,292,816
Rejilla sumidero Modular transv Ancho orificio 3 cm Polipropileno alto impacto	UN			24	\$ 850,850	\$ 20,420,400
Tapa rectangular con marco para sumidero en polyconcreto de 0,80 x 0,40 m	UN			24	\$ 793,719	\$ 19,049,256
Sobretapa para sumidero CR. 990 mm x 1210 mm	UN			24	\$ 1,710,617	\$ 41,054,808
ALCANTARILLADO SANITARIO						\$ 518,216,247
MONITOREO DE CALIDAD						\$ 125,624,073
SUBTOTAL						\$ 7,832,387,596
ADMINISTRACIÓN 21%						\$ 1,644,801,395
IMPREVISTOS 4%						\$ 313,295,504
UTILIDAD 5%						\$ 391,619,380
VALOR TOTAL DEL CONTRATO						\$ 10,182,103,875

Tabla 3. Resumen Presupuestal por capítulos.

ACTIVIDAD	VALOR A EJECUTAR
ACCESO A VIVIENDAS	\$ 629,693,131
PAVIMENTO RÍGIDO	\$ 1,972,670,799
DOMICILIARIAS	\$ 560,092,037
CIPP ZIN ZANJA	\$ 3,531,064,415
POZOS DE ALCANTARILLADO	\$ 495,026,894
ALCANTARILLADO SANITARIO	\$ 518,216,247
MONITOREO DE CALIDAD	\$ 125,624,073
SUBTOTAL	\$ 7,832,387,596
ADMINISTRACIÓN 21%	\$ 1,644,801,395.20
IMPREVISTOS 4%	\$ 313,295,503.85
UTILIDAD 5%	\$ 391,619,379.81
VALOR TOTAL DEL CONTRATO	\$ 10,182,103,875



Ilustración 28. Esquema Gráfico Presupuestal.

Tabla 4. Presupuesto Alternativa de pavimento flexible.

Nombre de Actividad a Ejecutar	Unidad	Área	Espesor	Espesor relleno	Longitud (m)	Volumen (m3)	Cantidad	Valor Unitario IDU 2025	Valor a ejecutar
Demoliciones de concreto reforzado con uso de compresor	M3	3288.97	0.1			328.90		\$ 235,930	\$ 77,596,669
Excavación En Zanja a mano en material conglomerado h <2 m	M3	3289.97	0.45			1480.49		\$ 53,307	\$ 78,920,294
Subbase Granular Clase C - Gr1 (SBGC_Gr1)	M3	3289.97		0.3		986.99		\$ 74,137	\$ 73,172,552
Bordillo Prefabricado A80 (800x200x350mm)	UN				400.765	500.96		\$ 40,004	\$ 20,040,254
Sardinel especial A100 - Rampa A (600x200x500mm)	UN				506.9	844.83		\$ 42,280	\$ 35,719,553
Malla Electrosoldada S=150x150mm, e = 5x5mm	KG						7087.73	\$ 6,069	\$ 43,015,433
Concreto Grava Común 4000 PSI 28 Mpa (280 Kg/cm2)	M3	3288.97	0.15			493.35		\$ 610,583	\$ 301,228,375
ACCESO A VIVIENDAS									\$ 629,693,131
Estructura de Vía Pavimento Flexible									
Excavación En Zanja a mano en material conglomerado 2 <= h	M3	5302.64	1.02			5408.69		\$ 58,446	\$ 316,116,281
Geocelda de Polietileno de alta densidad (PEAD-HOPE) con altura de 150 mm	M2	5302.64						\$ 55,145	\$ 292,413,917
Subbase Granular Clase A - Gr1 (SBGA_Gr1)	M3	5302.64		0.4		2121.05		\$ 80,920	\$ 171,635,754
Base Granular Clase A - Gr1 (SBGA_Gr1)	M3	5302.64		0.4		2121.05		\$ 93,265	\$ 197,820,176
Mezcla Asfáltica en caliente con asfalto modificado con grano de caucho reciclado (GCR)	M3	5302.64	0.22			1166.58		\$ 1,167,963	\$ 1,362,522,440
Sardinel Prefabricado A10 (800x200x500mm)	UN				734	917.50		\$ 48,991	\$ 44,949,243
PAVIMENTO FLEXIBLE									\$ 2,385,457,811

Tabla 5. Presupuesto Alternativa de pavimento flexible.

Nombre de Actividad a Ejecutar	Unidad	Longitud (m)	Unidad (m3)	Cantidad	Valor Unitario IDU 2025	Valor a ejecutar
Alcantarillado Sanitario Existente						
Acero Figurado No. 2 (1/4") Fy=6000 PSI	KG			9377	\$ 5,569	\$ 52,220,513
Tub PVCcorr ext,lisa int,PS57psi,D400mm	M	472.67			\$ 234,949	\$ 111,053,344
Sum Placa cubierta pref concreto reforzado para pozos sin cono dereduc D=1,20 m	UN		39.00		\$ 1,314,759	\$ 51,275,601
Suministro tapa CR alcantarillado, D=0,70m	UN		39.00		\$ 245,071	\$ 9,557,769
Sum placa fondo o base pref con pestañasespigo pozos cilindro concretopref D1,2m	UN		39.00		\$ 2,069,570	\$ 80,713,230
Acero Figurado No. 2 (1/4") Fy=6000 PSI	KG			8000	\$ 5,569	\$ 44,552,000
Const Cilindro pozo inspección en mampostería D=1.20 m	M	117			\$ 1,169,964	\$ 136,885,788
Sum pasos de escalera de acceso polipropileno con refuerzo	M	117			\$ 89,250	\$ 10,442,250
Caja para conexión domiciliaria alcantarillado en	UN			53	\$ 458,293	\$ 24,289,529
Silla yee PVC alcantarillado, D=400 x 200 mm	UN			53	\$ 339,548	\$ 17,996,044
Instalación de domiciliaria de alcantarillado diámetro 8"	M	599.43			\$ 15,934	\$ 9,551,318
Instalación tuberías rígidas acueducto, Dn8, 10 y 12	M	623.43			\$ 18,534	\$ 11,554,652
DOMICILIARIAS						\$ 560,092,037
Instalación tubería alcantarillado fabricado en sitio CIPP, D 24", incl. sum. t = 11,5 mm, E = 10000 Mpa	M	85.86			\$ 6,181,900	\$ 530,777,934
Instalación tubería alcantarillado fabricado en sitio CIPP, D 28", incl. sum. t = 11,0 mm, E = 10000 Mpa	M	179.86			\$ 7,291,500	\$ 1,311,449,190
Instalación tubería alcantarillado fabricado en sitio CIPP, D 30", incl. sum. t = 11,0 mm, E = 10000 Mpa	M	163.96			\$ 8,073,000	\$ 1,323,649,080
Instalación tubería alcantarillado fabricado en sitio CIPP, D 32", incl. sum. t = 11,0 mm, E = 10000 Mpa	M	46.03			\$ 7,933,700	\$ 365,188,211
CIPP ZIN ZANJA						\$ 3,531,064,415
Pozos de Alcantarillado						
Sum Placa cubierta pref concreto reforzado para pozos sin cono dereduc D=1,20 m	UN		39.00		\$ 1,314,759	\$ 51,275,601
Suministro tapa CR alcantarillado, D=0,70m	UN		39.00		\$ 245,071	\$ 9,557,769
Sum placa fondo o base pref con pestañasespigo pozos cilindro concretopref D1,2m	UN		39.00		\$ 2,069,570	\$ 80,713,230
Acero Figurado No. 2 (1/4") Fy=6000 PSI	KG			8000	\$ 5,569	\$ 44,552,000
Const Cilindro pozo inspección en mampostería D=1.20 m	M	117			\$ 1,169,964	\$ 136,885,788
Sum pasos de escalera de acceso polipropileno con refuerzo	M	117			\$ 89,250	\$ 10,442,250
			18.00			
Sum Placa cubierta pref concreto reforzado para pozos sin	UN		18.00		\$ 1,314,759	\$ 23,665,662
Suministro tapa CR alcantarillado, D=0,70m	UN		18.00		\$ 245,071	\$ 4,411,278
Sum placa fondo o base pref con pestañasespigo pozos cilindro concretopref D1,2m	UN		18.00		\$ 2,069,570	\$ 37,252,260
Acero Figurado No. 2 (1/4") Fy=6000 PSI	KG			4500	\$ 5,569	\$ 25,060,500
Const Cilindro pozo inspección en mampostería D=1.20 m e=0.33m, hilada doble	M	54			\$ 1,169,964	\$ 63,178,056
Sum pasos de escalera de acceso polipropileno con refuerzo		90			\$ 89,250	\$ 8,032,500
POZOS DE ALCANTARILLADO						\$ 495,026,894
Alcantarillado Pluvial Nuevo						
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS57psi, D400mm	M	58.61			\$ 234,949	\$ 13,770,361
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS57psi, D450mm	M	60.16			\$ 303,436	\$ 18,254,710
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS57psi, D500mm	M	58			\$ 395,592	\$ 22,944,336
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS28psi, D24"	M	60.49			\$ 542,140	\$ 32,794,049
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS28psi, D27"	M	31.59			\$ 649,145	\$ 20,506,491
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS28psi, D30"	M	71.56			\$ 810,070	\$ 57,968,609
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS28psi, D33"	M	99.51			\$ 1,077,873	\$ 107,259,142
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS28psi, D36"	M	36.64			\$ 1,503,591	\$ 55,091,574
Tubería PVC corrugada externa, lisa interna, PS57psi, D315mm	M	144			\$ 219,724	\$ 31,640,256
Suministro Sumidero mixto prefabricado para vías angostas de 83,5 x 45 cm	UN			24	\$ 2,882,060	\$ 69,169,440
Marco rejilla 83,5 x 45,5, con viga de apoyo en CR	UN			24	\$ 345,534	\$ 8,292,816
Rejilla sumidero Modular transv Ancho orificio 3 cm Polipropileno alto impacto	UN			24	\$ 850,850	\$ 20,420,400
Tapa rectangular con marco para sumidero en policoncreto de 80 x 40 cm	UN			24	\$ 793,719	\$ 19,049,256
Sobretapa para sumidero CR. 990 mm x 1210 mm	UN			24	\$ 1,710,617	\$ 41,054,808
ALCANTARILLADO SANITARIO						\$ 518,216,247
MONITOREO DE CALIDAD PROCESO CONSTRUCTIVO						\$ 125,624,073
SUBTOTAL						\$ 8,245,174,608
ADMINISTRACIÓN 21%						\$ 1,731,486,668
IMPREVISTOS 4%						\$ 329,806,984
UTILIDAD 5%						\$ 412,258,730
VALOR TOTAL DEL CONTRATO						\$ 10,718,726,991

Tabla 6. Resumen Presupuestal por capítulos.

ACTIVIDAD	VALOR A EJECUTAR
ACCESO A VIVIENDAS	\$ 629,693,131
PAVIMENTO FLEXIBLE	\$ 2,385,457,811
DOMICILIARIAS	\$ 560,092,037
CIPP ZIN ZANJA	\$ 3,531,064,415
POZOS DE ALCANTARILLADO	\$ 495,026,894
ALCANTARILLADO SANITARIO	\$ 518,216,247
MONITOREO DE CALIDAD PROCESO CONSTRUCTIVO	\$ 125,624,073
SUBTOTAL	\$ 8,245,174,608
ADMINISTRACIÓN 21%	\$ 1,731,486,667.70
IMPREVISTOS 4%	\$ 329,806,984.32
UTILIDAD 5%	\$ 412,258,730.40
VALOR TOTAL DEL CONTRATO	\$ 10,718,726,991

Tabla 7. Esquema Gráfico Presupuestal.



Procedimientos:

- Planificar la Gestión del Alcance: Establece cómo se definirá, validará y controlará el alcance del proyecto vial. Este procedimiento puede incluir la creación de un plan para la verificación del alcance con los interesados.
- Definir el Alcance: Este proceso implica la creación de una declaración clara del alcance que describa los entregables, los límites del proyecto y las restricciones.
- Crear la Estructura de Desglose del Trabajo (WBS): Se descompone el trabajo del proyecto en partes más pequeñas y manejables. En un proyecto vial, esto incluiría actividades como excavación, asfaltado, instalación de señales, etc.
- Validar el Alcance: Implica la revisión y aceptación formal de los entregables por parte de los interesados para garantizar que el trabajo cumple con los requisitos.
- Controlar el Alcance: Asegura que cualquier cambio en el alcance sea debidamente controlado y aprobado para evitar desviaciones y "scope creep" (expansión descontrolada del alcance).

4.5.8. Costo.

Controlar el presupuesto del proyecto es fundamental para evitar sobrecostos. En proyectos viales, los costos suelen incluir la compra de materiales, el alquiler de maquinaria, el pago a trabajadores, entre otros.

Herramientas y Técnicas:

- Estimación de costos: Técnicas como la estimación análoga, paramétrica y de tres puntos se utilizan para prever el costo de las diferentes actividades.
- Análisis de Valor Ganado (EVM): Permite controlar el desempeño en términos de costos, comparando el costo real frente al planificado.
- Control de Costos: Seguimiento de los costos a través de informes regulares y ajustes en los presupuestos si es necesario.

Controlar los costos es clave para evitar sobrecostos en un proyecto vial, que puede involucrar materiales costosos y maquinaria pesada.

Procedimientos:

- Planificar la Gestión de los Costos: Establece cómo se estimarán, controlarán y gestionarán los costos durante todo el proyecto.
- Estimar los Costos: Se desarrollan estimaciones detalladas de los costos de las actividades, incluyendo materiales, mano de obra, equipos, permisos y otros gastos asociados al proyecto vial.
- Determinar el Presupuesto: Se establece un presupuesto total, que incluye los costos de todas las actividades, contingencias y reservas.
- Controlar los Costos: Se monitorean los costos en tiempo real, utilizando herramientas como el Análisis de Valor Ganado (EVM) para detectar cualquier desviación del presupuesto.

4.5.10. Tiempo.

El cronograma del proyecto es esencial para asegurar que el proyecto vial se complete a tiempo, dada la magnitud de las actividades y el tiempo limitado para su ejecución.

Herramientas y Técnicas:

- Descomposición: Al igual que en la gestión del alcance, se utiliza para dividir las actividades en tareas más pequeñas.

- Método de la Ruta Crítica (CPM - Critical Path Method): Ayuda a identificar las tareas clave que determinan el tiempo total del proyecto.
- Gráfico de Gantt: Una representación visual que permite seguir el progreso de las actividades a lo largo del tiempo.

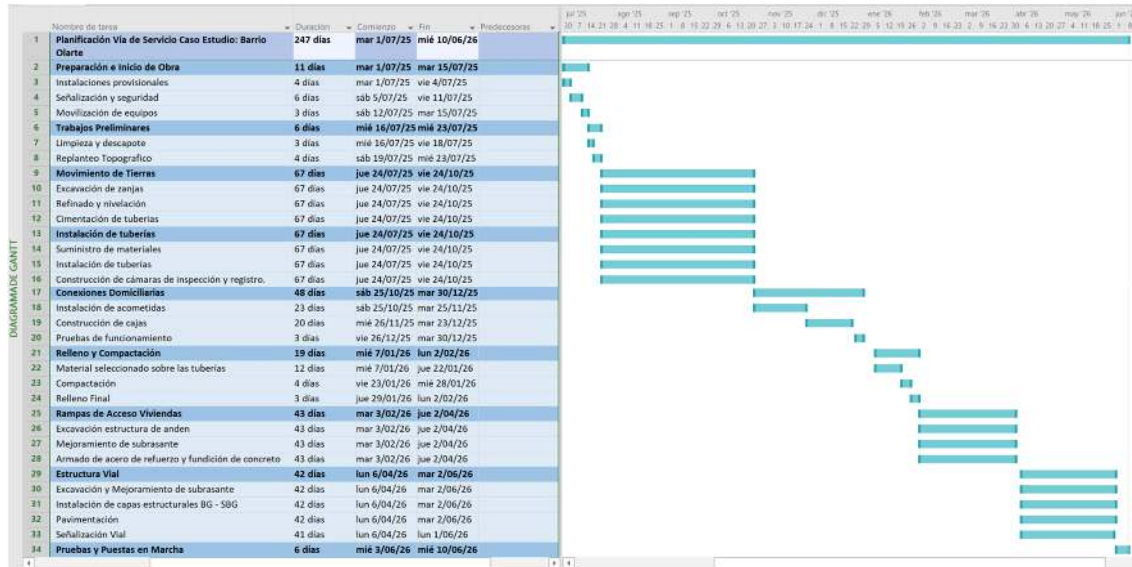


Ilustración 29. Diagrama de GANTT.

- Programación de Recursos: Herramientas para asignar recursos humanos y materiales a las tareas en el cronograma.

El cronograma es crítico en un proyecto vial, ya que las actividades de construcción y las condiciones climáticas pueden afectar la programación.

Procedimientos:

- Planificar la Gestión del Cronograma: Establece cómo se gestionará y controlará el cronograma. Esto puede incluir el uso de herramientas como Microsoft Project o primavera para el seguimiento.
- Definir las Actividades: Se identifican todas las actividades necesarias para completar el proyecto vial, como la preparación del terreno, la pavimentación, la instalación de señales, etc.
- Secuenciar las Actividades: Determina el orden en que se realizarán las actividades, teniendo en cuenta las dependencias entre ellas.
- Estimar los Recursos y Duración de las Actividades: Estima cuántos recursos (materiales, equipos, mano de obra) y tiempo se necesitarán para completar cada actividad.

- Desarrollar el Cronograma: Elabora el cronograma definitivo, considerando las actividades, la duración, las dependencias y los recursos.
- Controlar el Cronograma: Monitorea el progreso de las actividades y ajusta el cronograma si es necesario, gestionando los retrasos o adelantos de tareas.

4.5.11. Calidad del Proyecto.

La calidad en la construcción vial es esencial para garantizar la seguridad, durabilidad y funcionalidad de las infraestructuras.

Herramientas y Técnicas:

- Gráficas de Control: Se utilizan para monitorear la variabilidad en los procesos de construcción, como el control del concreto, asfalto o componentes de la infraestructura vial.
- Inspección y Auditorías: Se realizan inspecciones periódicas para asegurar que el trabajo cumpla con los estándares de calidad.
- Técnicas de Mejora Continua: Técnicas como Kaizen o Lean Construction pueden utilizarse para optimizar los procesos y reducir desperdicios durante la construcción.

La calidad es esencial en un proyecto vial para asegurar la durabilidad, seguridad y funcionalidad de la infraestructura construida.

Procedimientos:

- Planificar la Gestión de la Calidad: Define cómo se garantizará la calidad en todos los aspectos del proyecto, desde los materiales hasta las técnicas de construcción.
- Gestionar la Calidad: Asegura que los procesos se realicen de acuerdo con los estándares y políticas de calidad. Esto incluye inspecciones periódicas, auditorías y el uso de herramientas de control de calidad (como gráficas de control).
- Controlar la Calidad: Monitorea el trabajo y realiza ajustes para asegurar que los entregables cumplan con los estándares de calidad establecidos.

La calidad en la construcción vial es esencial para garantizar la seguridad, durabilidad y funcionalidad de las infraestructuras.

Herramientas y Técnicas:

- Gráficas de Control: Se utilizan para monitorear la variabilidad en los procesos de construcción, como el control del concreto, asfalto o componentes de la infraestructura vial.
- Inspección y Auditorías: Se realizan inspecciones periódicas para asegurar que el trabajo cumpla con los estándares de calidad.
- Técnicas de Mejora Continua: Técnicas como Kaizen o Lean Construction pueden utilizarse para optimizar los procesos y reducir desperdicios durante la construcción.

Tabla 8. Ensayos de Calidad.

Tipo de Ensayo	Norma INVIAS	Norma IDU
Materiales asfálticos		
Ensayo punto de ablandamiento de anillo y bola	INV 72 - 2013	
Ensayo de penetración	INV 706 - 2013	
Ensayo de ductibilidad	INV 712 - 2013	
Envejecimiento a largo plazo	INV 720 - 2013	
Emulsiones		
Riego de liga	INV 421 - 2022	IDU 611 - 2018
Riego de imprimación	INV 420 - 2020	IDU 610 - 2018
Riego de curado	INV 422 - 2021	IDU 612 - 2018
Tratamientos superficiales	INV 430 - 2022	
Riego en negro sello de grietas	INV 466 - 2022	
Cabricación de mezclas asfálticas en frío	INV 440 - 2022	IDU 628,629 - 2018
Agregados pétreos		
Ensayo de granulometría		
Desgaste a la abrasión en máquina de los ángeles	INV E 218 - 2013	
Resistencia a la desfragmentación Microdeval	INV E 238 - 2013	
Determinación del valor del 10% de finos	INVE 224 - 2013	
Solidez de los agregados frente a la acción de soluciones de sulfato de sodio y magnesio	INV E 220 - 2013	
Índice de alargamiento y aplanamiento	INV E 230 - 2013	
Caras fracturadas	INV E 227 - 2013	
Angulosidad de agregado fino	INV E 239 - 2013	
Valor de azul de metileno en agregados finos	INV E 235 - 2013	
Equivalente de arena	INV E 133 - 2013	
Relaciones de peso y volumen agregado grueso	INV E 223 - 2013	
Relaciones de peso y volumen agregado fino	INV E 222 - 2013	
Densidad bulking del llenado mineral	INV E 307 - 2013	
Mezclas asfálticas		
Mezclas asfálticas en caliente	INV ART 450 - 2013	
Módulo resiliente	INV E 749 - 2013	
Módulo dinámico	AASHTTO 378 - 2017	
Resistencia a la deformación permanente mediante la pista de ensayo de laboratorio	INV 756 - 2013	
Ensayo Marshall	INV E 748 - 2013	
Resistencia a la tracción indirecta	INV E 725 - 2013	INV E 786 - 2013
Módulo resiliente	INV E 749 - 2013	
Vida a fatiga	INV E 784 - 2013	
Creep estático	INV E 752 - 2013	
Resistencia a la deformación plástica de las mezclas asfálticas mediante la pista de ensayo de laboratorio	INV E 756 - 2013	
Bases y Subbase a granulares		
Energía normal	INV E 141 - 2013	
Energía modificada	INV E 142 - 2013	
Ensayo CBR California Bearing Ratio	INV E 148 - 2013	
Módulo resiliente	INV E 156 - 2013	
Ensayo CBR sobre suelos compactados en laboratorio o sobre muestra inalterada	INV E 148 - 2013	
Subrasante		
Límite líquido	INV E 125 - 2013	
Límite de plasticidad	INV E 126 - 2013	
Límite concentración	INV E 127 - 2013	
Potencial de expansión del suelo	INV E 132 - 2013	
Cambio volumétrico potencial	INV E 120 - 2013	
Penetrometro dinámico de cono	INV E 172 - 2013	
Placa ASTM D placa de carga	INV E 168 - 2013	

4.5.12. Integración del Proyecto.

Este procedimiento asegura que todos los componentes del proyecto estén alineados y sean gestionados de forma coherente.

Procedimientos:

- Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto: Este documento autoriza el inicio del proyecto vial y define los objetivos, los recursos disponibles, las restricciones y los interesados principales.
- Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto: Este plan incluye todas las políticas, procedimientos y documentación necesaria para gestionar el proyecto vial. Se incluye un plan específico para el alcance, el cronograma, el costo, los riesgos, los recursos y la calidad.
- Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto: Asegura que las actividades del proyecto se mantengan alineadas con el plan aprobado, y permite tomar acciones correctivas cuando sea necesario.
- Cerrar el Proyecto o Fase: Este procedimiento incluye la finalización formal del proyecto vial, asegurando que todos los entregables sean aceptados por los interesados y el proyecto se cierre adecuadamente.

4.5.13. Recursos humanos del Proyecto.

Los proyectos viales requieren una gestión eficiente de recursos materiales y humanos, ya que las actividades de construcción pueden requerir maquinaria especializada y un gran número de trabajadores.

Herramientas y Técnicas:

- Matriz de Asignación de Responsabilidades (RAM): Ayuda a definir quién es responsable de cada tarea en el proyecto.
- Planificación de Recursos: Herramientas como Microsoft Project o Primavera pueden ayudar a asignar y rastrear la disponibilidad de recursos, incluidos materiales y mano de obra.
- Análisis de Capacidad: Para asegurarse de que los recursos estén disponibles en el momento adecuado y en la cantidad necesaria.

Este procedimiento se enfoca en la planificación y utilización eficiente de los recursos humanos, materiales y equipos necesarios para el proyecto vial.

Procedimientos:

- Planificar la Gestión de los Recursos: Define cómo se gestionan los recursos en el proyecto, incluyendo la asignación de tareas, la contratación de personal y la adquisición de equipos y materiales.
- Estimar los Recursos: Determina los tipos y cantidades de recursos necesarios para cada actividad del proyecto.
- Adquirir los Recursos: Se realizan adquisiciones de materiales y equipos, y se asegura la disponibilidad de personal.
- Desarrollar el Equipo: Fomenta la formación, motivación y desarrollo de las habilidades del equipo para lograr un rendimiento óptimo.
- Gestionar el Equipo: Se supervisa el desempeño de los miembros del equipo, gestionando su trabajo, conflictos y comunicación.
- Controlar los Recursos: Monitorea el uso de recursos y realiza ajustes según sea necesario.

4.5.14. Comunicaciones del Proyecto.

La comunicación efectiva entre todas las partes interesadas del proyecto vial es crucial para asegurar que todas las partes estén informadas y alineadas.

Herramientas y Técnicas:

- Plan de Comunicación: Define las necesidades de comunicación del proyecto, los canales, las frecuencias y los responsables.
- Reuniones de Progreso: Las reuniones periódicas entre los miembros del equipo y las partes interesadas ayudan a asegurar el flujo de información adecuado.
- Informes de Estado: Los informes regulares sobre el progreso del proyecto y los resultados de las métricas de desempeño permiten una gestión proactiva.

Una comunicación efectiva es esencial en un proyecto vial, ya que involucra a múltiples partes interesadas, como contratistas, autoridades gubernamentales, y comunidades locales.

Procedimientos:

- Planificar la Gestión de las Comunicaciones: Define cómo se gestionarán las comunicaciones dentro del proyecto, especificando qué información se debe comunicar, a quién, cómo y cuándo.

- Gestionar las Comunicaciones: Implica la distribución de la información relevante del proyecto a las partes interesadas, asegurando que todos estén informados y alineados.
- Monitorear las Comunicaciones: Se asegura que las comunicaciones sean efectivas y que los mensajes sean entendidos y procesados correctamente por los interesados.

4.5.15. Riesgos del Proyecto.

Los proyectos viales están expuestos a una variedad de riesgos, como problemas climáticos, imprevistos geotécnicos, cambios en las regulaciones, etc.

Herramientas y Técnicas:

- Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Riesgos: Utiliza matrices de probabilidad e impacto y simulaciones de Monte Carlo para identificar y evaluar riesgos.
- Plan de Respuesta a Riesgos: Establece estrategias de mitigación y contingencia para minimizar los efectos de los riesgos.
- Reuniones de Revisión de Riesgos: Estas reuniones se utilizan para revisar los riesgos emergentes y ajustar las respuestas conforme se desarrolla el proyecto.

Los proyectos viales están sujetos a varios riesgos, como cambios en el clima, problemas geotécnicos, o retrasos en el suministro de materiales.

Procedimientos:

- Planificar la Gestión de los Riesgos: Define el enfoque que se utilizará para gestionar los riesgos a lo largo del proyecto.
- Identificar los Riesgos: Se identifican los posibles riesgos del proyecto vial, como condiciones meteorológicas adversas, problemas con permisos, etc.
- Realizar el Análisis Cualitativo de los Riesgos: Evalúa la probabilidad e impacto de los riesgos identificados.
- Realizar el Análisis Cuantitativo de los Riesgos: Si es necesario, se realiza un análisis más detallado para cuantificar los riesgos en términos de su impacto en el cronograma y el presupuesto.
- Planificar las Respuestas a los Riesgos: Se desarrollan estrategias para mitigar, transferir o aceptar los riesgos.
- Monitorear y Controlar los Riesgos: Se lleva a cabo el monitoreo continuo de los riesgos a medida que avanza el proyecto y se implementan las respuestas adecuadas.

4.5.16. Adquisiciones del Proyecto.

La adquisición de bienes y servicios es fundamental en proyectos viales debido a la necesidad de maquinaria, materiales y mano de obra externa.

Herramientas y Técnicas:

- Contratación y Licitación: Herramientas como licitaciones públicas, contratos de obra y acuerdos de subcontratación son comunes en proyectos viales.
- Evaluación de Proveedores: Análisis de las capacidades y credibilidad de los proveedores de materiales y subcontratistas.
- Gestión de Contratos: Supervisión y control de los contratos para garantizar que los proveedores y contratistas cumplan con los términos y condiciones.

4.5.17. Interesados del Proyecto.

Los interesados en un proyecto vial pueden ser gobiernos, autoridades locales, comunidades cercanas, contratistas y otros actores. Es esencial gestionar sus expectativas y mantenerlos comprometidos durante todo el proyecto.

Herramientas y Técnicas:

- Análisis de Interesados: Identificación y clasificación de los interesados en función de su influencia e interés en el proyecto.
- Plan de Gestión de Interesados: Establece cómo se gestionarán las expectativas de los interesados y cómo se mantendrá la comunicación con ellos.
- Técnicas de Negociación y Resolución de Conflictos: Son útiles para manejar desacuerdos o preocupaciones de los interesados, especialmente en proyectos que afectan a las comunidades cercanas.

El proyecto vial afecta a muchas partes interesadas, como autoridades gubernamentales, ciudadanos, contratistas, etc.

Procedimientos:

- Identificar a los Interesados: Se identifican a todas las personas, grupos u organizaciones que podrían afectar o ser afectadas por el proyecto.
- Planificar la Gestión de los Interesados: Define las estrategias para involucrar a los interesados en el proyecto y gestionar sus expectativas.

- Gestionar la Participación de los Interesados: Asegurar que los interesados estén comprometidos y que sus expectativas sean gestionadas de manera efectiva.
- Monitorear la Participación de los Interesados: Se realiza el seguimiento de la relación con los interesados y se ajustan las estrategias según sea necesario.

ANALISIS PESTEL

Impactos Económicos

1. Generación de empleo:
La construcción de la vía creará empleos directos (obreros, ingenieros, técnicos) e indirectos (proveedores de materiales, transporte).
2. Inversión pública o privada:
Dependiendo de la financiación, puede atraer inversión privada o requerir grandes recursos del presupuesto distrital.
3. Incremento del valor del suelo:
Mejorar la infraestructura vial puede elevar el valor de los predios cercanos, incentivando el desarrollo urbano y comercial.
4. Reducción de costos de transporte:
Facilita la movilidad de personas y mercancías, disminuyendo tiempos de desplazamiento y costos logísticos.
5. Impulso al comercio local:
Al mejorar el acceso, se dinamiza la economía local (mercados, servicios, pequeños negocios).
6. Impacto en el presupuesto distrital:
El proyecto puede generar presiones fiscales si no se planifica con una estructura financiera adecuada.

Impactos Culturales:

1. Afectación a patrimonios históricos o culturales:
Bosa tiene zonas con valor histórico y cultural. La obra podría interferir con sitios tradicionales, monumentos o rutas culturales si no se planifica con cuidado.
2. Transformación del tejido comunitario:
La construcción puede modificar dinámicas sociales, desplazando o desconectando comunidades tradicionales.
3. Cambio en prácticas culturales cotidianas:
Cambios en rutas de acceso o en el entorno urbano pueden afectar festividades, encuentros comunitarios o formas de vida locales.

4. Pérdida de identidad barrial:

Una intervención vial sin enfoque cultural puede debilitar el sentido de pertenencia y la identidad local de los habitantes.

5. Oportunidad de revitalización cultural:

Si se integra la cultura local en el diseño (nombres, espacios públicos, arte urbano), puede fortalecer la identidad y visibilidad de las comunidades de Bosa.

Impactos Tecnológicos:

1. Uso de tecnologías avanzadas en construcción:

Aplicación de maquinaria moderna, drones para topografía, software de diseño y modelado (BIM), que optimizan tiempos y costos.

2. Implementación de sistemas inteligentes:

Oportunidad de incluir sensores de tráfico, iluminación LED inteligente y señalización digital para una vía más eficiente y segura.

3. Fomento de la innovación local:

Puede incentivar el uso de tecnologías desarrolladas por empresas colombianas o locales, fortaleciendo el ecosistema tecnológico.

4. Digitalización del control y monitoreo:

Integración de plataformas para el seguimiento en tiempo real del avance de obra y mantenimiento posterior.

5. Brecha tecnológica:

Si no se capacita al personal local en nuevas tecnologías, puede ampliarse la desigualdad en acceso y conocimiento técnico.

Impactos Ecológicos (Ambientales):

1. Afectación de ecosistemas urbanos:

La obra puede intervenir zonas verdes, humedales o cuerpos de agua cercanos (como el Humedal Tibanica), alterando flora y fauna local.

2. Contaminación del aire y ruido:

Durante la construcción, se generan emisiones de polvo, gases de maquinaria y ruido que afectan la salud de los habitantes.

3. Alteración del drenaje natural:

La pavimentación puede cambiar el flujo de agua superficial y aumentar el riesgo de inundaciones si no se incluyen drenajes adecuados.

4. Incremento de residuos sólidos:

La obra produce escombros y materiales de desecho que requieren gestión adecuada para evitar contaminación.

5. Oportunidad de aplicar diseños sostenibles:

Se puede mitigar el impacto incorporando pavimento permeable, paisajismo urbano, corredores ecológicos y árboles nativos.

Impactos Legales:

1. Cumplimiento de normativas urbanas y ambientales:

La obra debe ajustarse al Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá y cumplir con licencias de construcción, estudios de impacto ambiental y normas de uso del suelo.

2. Procesos de consulta previa:

Si hay presencia de comunidades étnicas o zonas con patrimonio cultural, se requiere consulta previa según la legislación colombiana.

3. Riesgos de demandas o conflictos legales:

Puede haber litigios por afectación a predios, desplazamientos involuntarios o falta de participación ciudadana.

4. Obligación de contratación transparente:

El proyecto debe seguir los principios de contratación pública establecidos por la Ley 80 de 1993 y sus reformas.

5. Cumplimiento de normas laborales:

La contratación de personal debe respetar las leyes laborales, condiciones de seguridad industrial y salud en el trabajo.

Impactos Políticos

1. Voluntad y apoyo gubernamental:

El éxito del proyecto dependerá en gran medida del respaldo de la Alcaldía Mayor de Bogotá, la Secretaría de Movilidad, la Secretaría de Planeación y la Alcaldía Local de Bosa.

La vía podría formar parte del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) o de programas de desarrollo vial distrital, lo cual facilitaría su ejecución.

2. Cambio de administraciones:

Las elecciones locales pueden provocar cambios en las prioridades de inversión y continuidad de proyectos. Una nueva administración podría retrasar, modificar o cancelar la obra si no está alineada con su plan de gobierno.

3. Participación ciudadana y presión política:

Los residentes, Juntas de Acción Comunal y grupos sociales pueden ejercer presión sobre los políticos a favor o en contra del proyecto. La oposición organizada podría politizar el proceso.

4. Gestión del presupuesto público:

La asignación de recursos dependerá del presupuesto distrital y de cómo se prioricen otras obras públicas. Puede haber competencia política por recursos entre localidades.

5. Normativa de contratación pública:

El proceso debe seguir los lineamientos de la Ley 80 de 1993 y otras regulaciones de contratación pública. Cualquier irregularidad en la adjudicación podría causar escándalos políticos y detener la obra.

6. Coordinación interinstitucional:

La vía puede requerir aprobación y coordinación con entidades como el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano), la CAR (si hay cuerpos de agua afectados), y empresas de servicios públicos. La falta de coordinación puede ser una barrera política significativa.

7. Seguridad y gobernabilidad en el territorio:

Bosa ha enfrentado desafíos en términos de seguridad y control territorial. Si hay problemas de orden público o presencia de grupos ilegales, esto podría afectar la viabilidad política y la gobernabilidad del proyecto.

8. Instrumentos de planificación urbana:

Si el proyecto no está articulado con los planes de desarrollo local o el POT, puede enfrentar trabas políticas y oposición de planeación distrital.

9. Riesgo de clientelismo o corrupción:

Como en otros proyectos de infraestructura, hay riesgo de que actores políticos busquen usar la obra como medio de clientelismo, afectando la transparencia y legitimidad del proceso.

CONCLUSIONES

Diagnóstico de la vía de servicio

Se identificaron las condiciones actuales de la vía de servicio, evidenciando deterioros funcionales y estructurales significativos que permiten concluir que las fallas presentadas se deben, principalmente, a un diseño inadecuado del pavimento y a deficiencias en el drenaje. Este diagnóstico permitió establecer la causa raíz de la problemática y direccionar adecuadamente las acciones de mejora.

Diseño de la estructura de pavimento

Con base en el diagnóstico y en los requerimientos del vehículo de diseño y la velocidad de operación, se desarrolló un diseño estructural del pavimento técnicamente viable y sostenible. La solución propuesta garantiza el cumplimiento de los parámetros de durabilidad y resistencia, adecuándose a las condiciones reales de carga y tránsito.

Cuantificación de cantidades de obra

Se realizó una estimación detallada de las cantidades de obra necesarias, lo cual facilitó la elaboración precisa de la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT). Esta cuantificación permite una planificación clara de recursos, materiales y actividades, asegurando un control eficiente durante la ejecución del proyecto.

Programación de obra

A partir de los rendimientos específicos de cada actividad, se estableció una programación de obra realista y alcanzable. Esta planificación proporciona una hoja de ruta clara para la ejecución del proyecto, optimizando el uso de recursos y tiempos sin comprometer la calidad del resultado final.

Sistema de control basado en la triple restricción

Se definió un sistema de control de metas alineado con el modelo de la triple restricción (alcance, costo, tiempo y calidad). Este enfoque garantiza el monitoreo continuo del proyecto y permite tomar decisiones oportunas para mantener su viabilidad y asegurar el cumplimiento de los objetivos estratégicos definidos desde el inicio.

BIBLIOGRAFÍA

- Biblioteca Universidad Piloto de Colombia. . *Manual de calles de Bogotá*. Recuperado de <https://www.unipiloto.edu.co>
- Castaño, J. (2018). *Modelos de gestión para la planificación de proyectos de infraestructura urbana*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Biblioteca Universidad Piloto de Colombia. . *Gestión de infraestructura vial*. Recuperado de <https://www.unipiloto.edu.co>
- Universidad Piloto de Colombia. (2016). *Análisis de la infraestructura vial y de transporte en la localidad de Chapinero UPZ – 97 en los últimos 20 años y prospectiva al 2036*. Recuperado de <https://www.unipiloto.edu.co>
- Universidad Piloto de Colombia. (2016). *Análisis de la infraestructura vial a partir de inventario vial; caso de estudio: UPZ 88 (El Refugio)*. Recuperado de <https://www.unipiloto.edu.co>
- Pérez Fernández, C. R. . *Infraestructura vial departamento de Boyacá*. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Piloto de Colombia.
- Correa, D. (2022). Metodologías ágiles en la planificación de proyectos de infraestructura vial en Bogotá. [Universidadean.edu.co](https://www.universidadean.edu.co).
- Dialnet. (2024). Diseño e implementación de un sistema de gestión vial y de espacio público para Bogotá, Colombia. [Unirioja.es](https://www.unirioja.es).
- Minciencias. (2024). Avances y problemáticas en la contabilidad de las redes de infraestructura vial de Bogotá D.C. [Minciencias.gov.co](https://www.minciencias.gov.co).
- Scielo. (2024). Conflictos territoriales y proyectos de infraestructura vial en Colombia. [Scielo.org.co](https://www.scielo.org.co).
- Biblioteca Universidad Piloto de Colombia. (n.d.). *Diseño de formatos para control y seguimiento en los procesos de interventoría para la ejecución de obras en las vías bajo volúmenes de tránsito*. Universidad Piloto de Colombia. <https://unipiloto.edu.co/biblioteca>
- Castillo Sopó, L. G., & Bernal Moreno, J. A. (n.d.). *Análisis de la infraestructura vial y de transporte en la localidad de Chapinero UPZ 97 en los últimos 20 años y prospectiva al 2036*. Universidad Piloto de Colombia. <https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/1469/Art%C3%ADculo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Correa, D. (2022). *Análisis de la constructabilidad con oportunidad de mejora en los procesos de planeación y ejecución en proyectos de construcción de infraestructura vial en Bogotá*. Universidad Nacional de Colombia.

<https://repositorio.ucatolica.edu.co/bitstreams/fdb188a4-97d2-4503-8a8f-a71d4eb49fa7/download>

Dialnet. (2016). *Avances y problemáticas en la contabilidad de las redes de infraestructura vial de Bogotá D.C.* <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5051917.pdf>

EBSCOhost. (n.d.). *Análisis comparativo de la infraestructura vial entre Colombia y Ecuador.* <https://ebSCOhost.com>

Revista Gestionar. (n.d.). *La implementación de los Pliegos Tipo en la contratación estatal de obras de infraestructura vial: un estudio de sus beneficios.* <https://revistagestionar.com>

Scielo. (n.d.). *Conflictos territoriales y proyectos de infraestructura vial.* <https://scielo.org.co>

Scielo. (n.d.). *Inversión en infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico: Aproximación de análisis al caso infraestructura en Colombia (1993-2014).* <https://scielo.org.co>

Universidad Libre. (n.d.). *Evolución de la matriz de riesgo en la contratación estatal frente a los contratos de infraestructura vial en Colombia.* <https://unilibre.edu.co>

Vasquez Varela, L.R.. (2018). UNPCIA2018 - UNPCIC2018. Software para el Cálculo del Índice de Condición del Pavimento de Calles, Carreteras y Estacionamientos: Universidad Nacional de Colombia.

Biblioteca Universidad Piloto de Colombia. (n.d.). *Diagnóstico del estado de pavimento que conforma la malla vial de la UPZ-97 Chicó Lago, localidad de Chapinero.* Universidad Piloto de Colombia. <https://unipiloto.edu.co/biblioteca>

Experience. (s/f). Arcgis.com. Recuperado el 22 de septiembre de 2024, de <https://experience.arcgis.com/experience/9eeacbcabe9149358a6fac80eda2d46b/page/MVUrbana/?views=Malla-vial-local>

ANEXOS

DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Diseño de pavimentos INVIAS 1998

Cartas de Diseño

1. Clima(R)
2. Categorías de la subrasante (S)
3. Nivel del tránsito (T)

Tabla 9. Determinación de Carta método INVIAS.

Carta	Región climática	Categoría de la subrasante	Categoría de tránsito	Materiales de construcción
1	R1	SI-S5	T1-T9	Variable
2	R2	SI-S5	T1-T9	Variable
3	R3	SI-S5	T1-T9	Variable
4	R4	SI-S5	T1-T9	Variable
5	R5	SI-S5	T1-T9	Variable
6	R6	SI-S5	T1-T9	Variable

Tabla 10. Determinación de Temperatura y Precipitación. Método INVIAS.

No	Región	Temperatura máxima promedio [°C]	Precipitación media anual [mm]
R1	Fría seca y fría semihúmeda	< 13	< 2000
R2	templado seco y templado semihúmedo	13- 20	< 2000
R3	cálido seco y cálido semihúmedo	20 - 30	< 2000
R4	templado húmedo	13 - 20	2000 - 4000
R5	cálido húmedo	20 - 30	2000 - 4000
R6	Cálido muy húmedo	20 - 30	> 4000

Subrasante(S)

Tabla 11. Determinación de Modulo Resiliente y CBR. Método: INVIAS.

CATEGORÍA	INTERVALO MODULO RESILIENTE (E) kg/cm ²	INTERVALO C.B.R %
S1	300 – 500	3 ≤ CBR < 5
S2	500 – 700	5 ≤ CBR < 7
S3	700 – 1000	7 ≤ CBR < 10
S4	1000 – 1500	10 ≤ CBR < 15
S5	> 1500	CBR ≥ 15

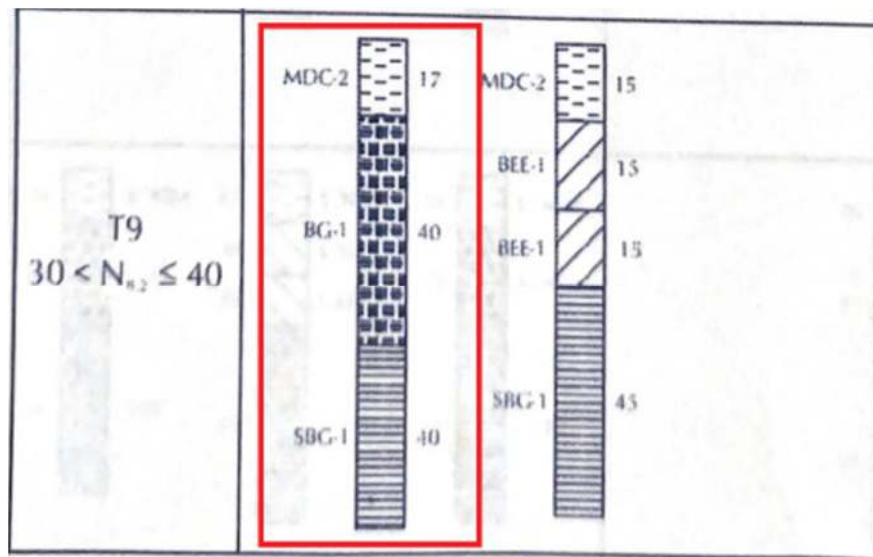
Tránsito(T)

Tabla 12. Determinación de Tránsito millones de ejes equivalentes.

Categoría	Millones de ejes equivalentes de 80kN en el carril de diseño durante el periodo de diseño del pavimento
T1	0.5 – 1.0
T2	1.0 – 2.0
T3	2.0 – 4.0
T4	4.0 – 6.0
T5	6.0 – 10.0
T6	10.0 – 15.0
T7	15.0 – 20.0
T8	20.0 – 30.0
T9	30.0 – 40.0

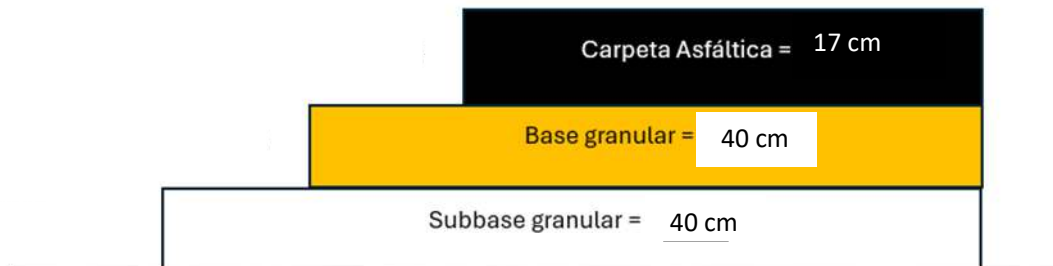
Carta de diseño

Tabla 13. Elección de carta de diseño.



Espesores según INVIAS:

- MDC-19. 17 capa asfáltica
- BG-1 40 cm Base granular
- SBG-1 40 cm Subbase granular



Diseño de pavimentos Método ASSTHO

Variables:

- Tránsito (N ejes equivalentes) = 4.47×10^7
- Serviciabilidad ISP inicial flexible 4.2, rígido 4.5
ISP final primarias 2.5, secundarias 2.2, terciarias 2.0
- Confiabilidad estadística(R) Primarias 90-95%, secundarias 80-85%, terciarias 70-75%
- Desviación estándar (ZR)

Tabla 14. Nivel de confiabilidad. Método AASHTOO.

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R [%]	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.0	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50. – 80.0

Tabla 15. Desviación estándar. Método AASHTOO.

R [%]	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Z_r	0.0	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

- Error estándar (So): confiabilidad 0.44 y no confiabilidad 0.49
- Módulo resiliente de los materiales (Mr)

Tabla 16. Modulo Resiliente y Coeficiente Estructural. Método AASHTOO.

Material	Modulo (psi)	Coeficiente Estructural
Concreto asfáltico	450000	0.44
Base granular	28000	0.13
Subbase granular	14000	0.102
Subrasante	6000	-

Coeficiente estructural (an):

Mezcla asfáltica 0.44, base granular 0.14, subbase granular 0.11.

Coeficiente de drenaje(Mi): |

CAPA 1

SN 1 Capa asfáltica

Se toma Mr 28000 módulo de la capa inferior BG

Ilustración 30. Número Estructural. Método AASHTOO.

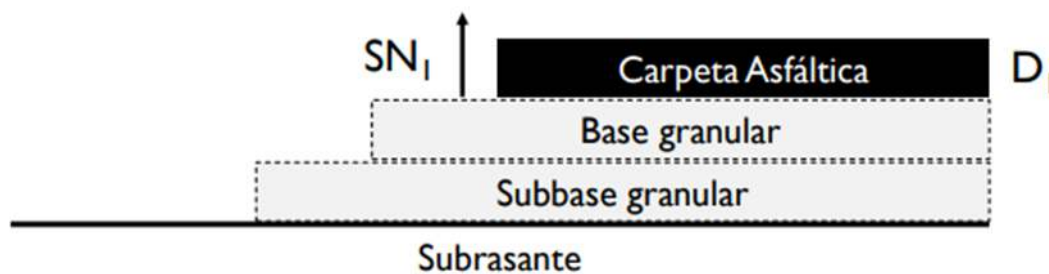


Ilustración 31. Esquema general espesores de estructura vial. Método AASHTOO.

SN 1 = 4.25 Capa asfáltica

$D1 = SN1/a1 = 4.25/0.44 = 9.659$ pulgadas = 10 pulgadas

$SN1^* = D1 * a1 * m1 = 10 * 0.44 * 1 = 4.4$ para capa asfáltica

$SN1^* \geq SN1$ $4.4 \geq 4.25$ verificado

CAPA 2

SN2 BASE GRANULAR

Se toma Mr 14000 módulo de la capa inferior SBG

★ Modified AASHTO Flexible Pavement Equation

Inputs

St. Normal Deviate (Zr)	1.645	Initial Serviceability (Po)	4.2
Overall St. Deviation (So)	0.49	Terminal Serviceability (Pt)	2.5
No. of Application (Wt18)	44700000	Soil Resilient Modulus (Mr)	14000

Execute

Reset

Main Menu

Structural Number (SN)

SN = 5.378793

Ilustración 32. Número Estructural. Método AASHTOO.

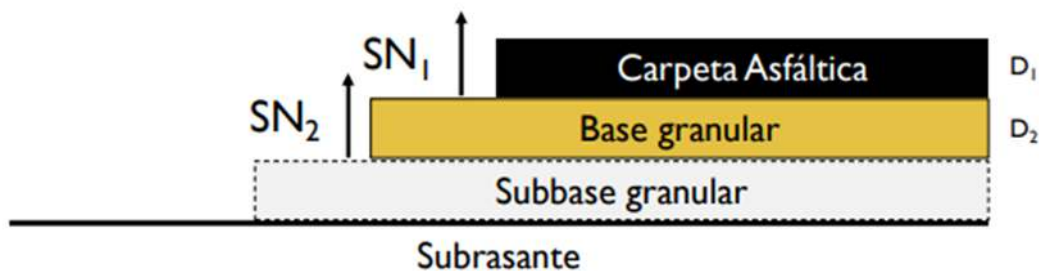


Ilustración 33. Esquema general espesores de estructura vial. Método AASHTOO.

SN 2 = 5.38 BASE GRANULAR

$$D2 = (SN2 - SN1^*) / (a2 * m2) = (5.38 - 4.4) / (0.13 * 0.80) = 9.42 \text{ pulgadas} = 10 \text{ pulgadas}$$

$$SN2^* = D2 * a2 * m2 = 10 * 0.13 * 0.80 = 1.04 \text{ pulgadas}$$

$$SN1^* + SN2^* \geq SN2 \quad 4.4 + 1.04 \geq 5.38 \quad 5.44 \geq 5.38 \quad \text{verificado}$$

CAPA 3

SN3 SUBBASE GRANULAR

Se toma Mr 6000 módulo de la capa inferior SR

Ilustración 34. Número Estructural. Método AASHTOO.

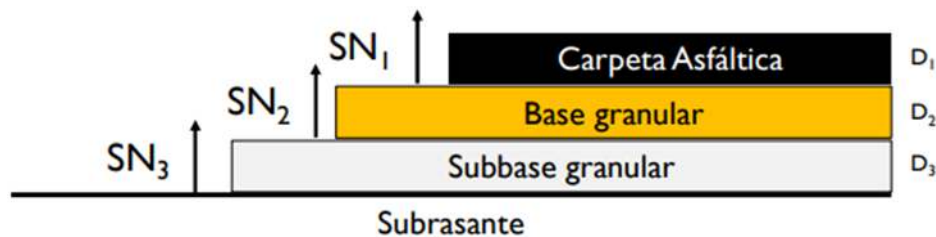


Ilustración 35. Esquema general espesores de estructura vial. Método AASHTOO.

SN 3 = 6.97 SUBBASE GRANULAR

$$D3 = (SN3 - (SN2^* - SN1^*)) / (a3 * m3) = (6.97 - (1.04 - 4.4)) / (0.102 * 0.80) = 18.75 \text{ pulgadas} = 19 \text{ pulgadas}$$

$$SN3^* = D3 * a3 * m3 = 19 * 0.102 * 0.80 = 1.55 \text{ pulgadas}$$

$$SN1^* + SN2^* + SN3^* \geq SN3 \quad 4.4 + 1.04 + 1.55 \geq 6.97 \quad 6.99 \geq 6.97$$

verificado

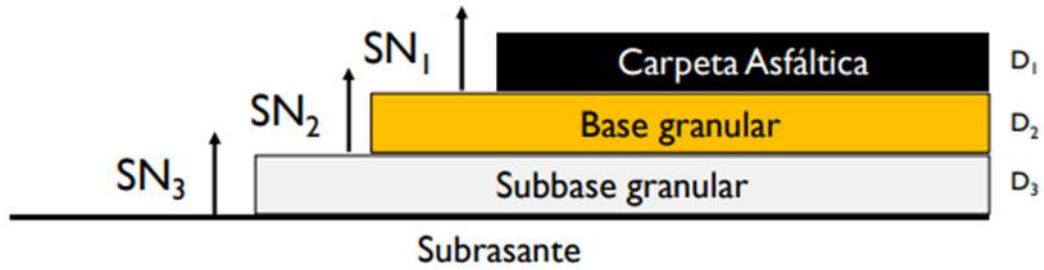


Ilustración 36. Esquema general espesores de estructura vial. Método AASHTOO.

SOLUCIÓN

D1 = 10 pulgadas

D2 = 10 pulgadas

D3 = 10 pulgadas

$$SN \text{ pavimento} = SN1 + SN2 + SN3 = 4.25 + 5.38 + 6.97 = 16.6$$

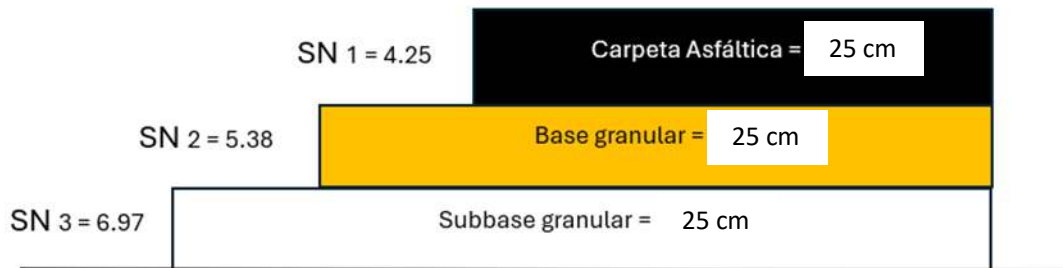


Ilustración 37. Esquema general espesores de estructura vial. Método AASHTOO.

Diseño de pavimentos por método racional

Se realiza el diseño de acuerdo a los parámetros establecidos, incorporando los datos en el programa Windepav

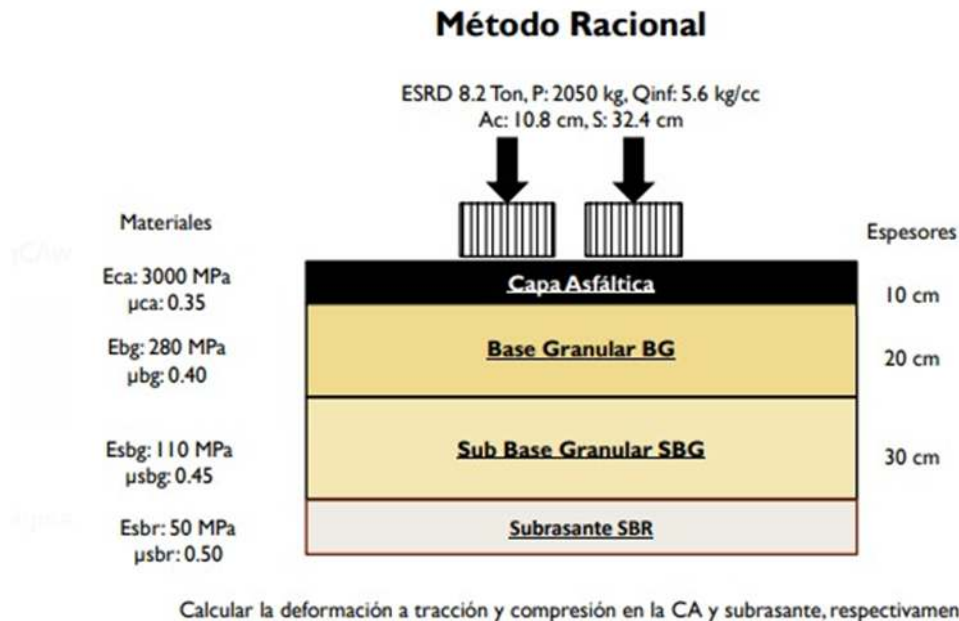


Ilustración 38. Método racional diseño de pavimentos.

Windepav

WinDepav 2.6 (con DOSBox 0.74) por Luis Ricardo Vázquez Varela, M.Sc.

Archivo DEPAV Acerca de

Descripción del proyecto (no use comas)

PROYECTO FINAL PAVIMENTOS

Número de capas: 2 3 4 5 6

Archivo:

Estructura y criterios de evaluación de comportamiento por fatiga y ahueamiento

Capa	E (kgf/cm²)	v	h (cm)	Liga	Daño por tensión			Daño por compresión			
					$C^*k_1^2 \{1/E\}^k k_3$	k2	N esperado	k4	k5	N esperado	
1	30591	0.35	10	☒	1,0869E-02	3,2910	?	2000000			
2	2855	0.40	20	☒							
3	1122	0.40	30	☒							
4	510	0.45		☒				1,3650E-09	4,4770	?	

Carga en la superficie del pavimento

Seleccionar modelo de carga

Radio del área de contacto (cm): 10,80

Distancia entre ruedas (cm): 32,40

Presión de contacto (kgf/cm²): 5,594

IMPORTANTE: Para el correcto funcionamiento de WinDEPAV es necesario que el sistema operativo reconozca el punto (.) como símbolo decimal y la coma (,) como separador de listas.

Este programa requiere el software DOSBox para funcionar en sistemas operativos de 64 bits.

Escriba al correo electrónico: ingepav@gmail.com, si requiere algún tipo de asistencia en el uso de WinDEPAV.

Luis Ricardo Vázquez Varela, 2018.

Ilustración 39. Software: Windepav.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Resultados del análisis

Archivo:

Descripción del proyecto: PROYECTO FINAL PAVIMENTOS

Sistema de carga

Radio de las ruedas (cm): 10,80

Distancia entre los centros de las ruedas (cm): 32,40

Presión de contacto de las ruedas (kg/cm²): 5,594

Posición del valor máximo para una carga

A: Bajo una rueda simple
B: Bajo una de las ruedas de la carga
C: Al centro de la carga

Gráficos de respuesta

Exportar resultados a Excel (csv)

Respuestas estructurales en las interfaces y evaluación del comportamiento por fatiga y ahueamiento.

Número de capas: 5

No.	E (kgf/cm ²)	v	Z (cm)	Sigma T (kgf/cm ²)		Sigma Z (kgf/cm ²)		Tensión (fatiga)			Compresión			
								Épsilon T (microstrain)	N admisible	Factor de daño	Épsilon Z (microstrain)	N admisible	Factor de daño	
1	3,500E+04	0,30	0,00	1,132E+01	B	5,598E+00	A	193,0	B			-89,6	C	
	Continua		12,00	-7,067E+00	B	1,581E+00	B	-168,0	B	2,1090E+11	0,000	153,0	B	
2	3,500E+03	0,35	12,00	2,845E-02	B	1,581E+00	B	-168,0	B			431,0	B	
	Continua		33,00	-4,568E-01	C	5,292E-01	C	-149,0	C			231,0	C	
3	1,800E+03	0,35	33,00	-9,626E-02	C	5,292E-01	C	-149,0	C			320,0	C	
	Continua		48,00	-1,173E-01	C	3,080E-01	C	-107,0	C			212,0	C	
4	1,800E+03	0,35	48,00	-1,173E-01	C	3,080E-01	C	-107,0	C			212,0	C	4,9506E+14 0,000
	Continua		63,00	-1,917E-01	C	1,948E-01	C	-110,0	C			180,0	C	
5	7,964E+02	0,40	63,00	-1,183E-02	C	1,948E-01	C	-110,0	C			253,0	C	

Deflexión en el centro de la rueda doble D0 (1/100 mm): 36,81

Radio de curvatura (m): 267,88

Radio de curvatura x Deflexión (m x mm/100): 9861,8

Salir y descartar los resultados

Ilustración 40. Software: Windepav.

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

Diseño de pavimentos por método INVIAS 1998

Cartas de Diseño

1. Tipo de vía: (Vp) Primaria (A) Anchas (MC) Multicarriles
2. Ejes acumulados (T6)

Tabla 17. Tipo de Vía. Diseño Pavimento Rígido.

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8,2 t
T ₀	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000.000
T ₁	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T ₂	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T ₃	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T ₄	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T ₅	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T ₆	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

3. Categorías de la subrasante (S2)

Tabla 18. CBR y Módulo Resiliente. Diseño de Pavimento Rígido.

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm ²)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	> 20	> 2.000

4. MR3 : 42 MPa

Tabla 19. Resistencia a la flexión. Diseño de Pavimento Rígido.

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

5. Se ubica en la tabla T6. Con dovelas y bermas.

Tabla 20. Determinación de dovelas y bermas.

		Tránsito T6																			
		S1				S2				S3				S4				S5			
		DyB	Dy no B	No D yB	No D y no B	DyB	Dy no B	No D yB	No D y no B	DyB	Dy no B	No D yB	No D y no B	DyB	Dy no B	No D yB	No D y no B	DyB	Dy no B	No D yB	No D y no B
SN	MR1	32								28				27				27	30		
	MR2	30				29				27				26	30			26	30		
	MR3	30				29				27	30			26	30			26	30		
	MR4	30				29				27	30			26	30			26	30		
BG	MR1	30				29				27				27				26	30		
	MR2	29				28				26	30			26	30			25	29		
	MR3	29				28				26	30			26	30			25	29		
	MR4	29				28				26	30			26	30			25	29		
BEO	MR1	26	30			26	29			24	29			24		29		24	28	29	
	MR2	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	
	MR3	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	
	MR4	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	

6. Sección transversal del pavimento.

Opción 1

ESPESOR: 29 cm
SN: CBR 4.1 %

Ilustración 41. Opción 1. Diseño de Pavimento Rígido.

Opción 2

ESPESOR: 28 cm
BG ESPESOR: 15 cm
SN: CBR 4.1%

Ilustración 42. Opción 2. Diseño de Pavimento Rígido.

Opción 3

ESPESOR: 25 cm
BEC ESPESOR: 15 cm
SN: CBR 4.1%

Ilustración 43. Opción 3. Diseño de Pavimento Rígido.

Diseño de pavimento Método ASSTHO

Variables:

- Tránsito (N ejes equivalentes) = 4.47×10^7
- Soporte de la Subrasante (K)
CBR = 4.1
Haciendo la correlación $K = 123.92$ psi
- Serviciabilidad del pavimento
ISP inicial flexible 4.2, rígido 4.5
ISP final primarias 2.5, secundarias 2.2, terciarias 2.0
- Confiabilidad estadística(R) Primarias 90-95%, secundarias 80-85%, terciarias 70-75%
- Desviación estándar (ZR)

Tabla 21. Nivel de Confiabilidad.

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R [%]	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.0	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50. – 80.0

Tabla 22. Desviación Estándar.

R [%]	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Z_r	0.0	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Error estándar (So):

El error es de 4.0 para no confiables como el invias

Tabla 23. Error Estándar

Desviación Estándar So	50%	60%	70%	80%	90%	95.00%
0.30	1.00	1.19	1.44	1.79	2.42	3.12
0.35	1.00	1.23	1.53	1.97	2.81	3.76
0.39	1.00	1.26	1.60	2.13	3.16	4.38
0.40	1.00	1.26	1.62	2.17	3.26	4.55

Módulo de elasticidad del concreto

$$E_c = 6750 * MR = 26454$$

Coefficiente de transmisión de carga

Tabla 24. Coeficiente de transmisión de carga.

Berma	De Asfalto		De Concreto	
Dispositivos de Transmisión de Cargas	Si	No	Si	No
No Reforzado o Reforzado Con Juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado en Continuo	2.9 - 3.2	--	2.3 - 2.9	--

Reforzado con juntas

Promedio: 2.8

Coefficiente de drenaje

Tabla 25. Coeficiente de drenaje.

Calidad del Drenaje	Tiempo de remoción del agua
Excelente	2-4 horas
Bueno	12-24 horas
Normal	3-6 días
Malo	18-36 días
Muy malo	Más de 36 días

Calidad del drenaje Bueno

Tabla 26. Calidad de drenaje.

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más de 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Normal	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Malo	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Bueno con más de 25% = 1.00

Empleando el programa BS-PCAA

Se cargan los datos para el tránsito

Eje Simple Rueda Simple

BS-PCAA. Diseño de Pavimentos Rígidos [proyecto.pca] Proyecto Campo, Fuentes y Guio

Proyecto Opciones Fórmulas Espectro Sensibilidad Terminar

Descripción: Proyecto Campo, Fuentes y Guio Método: PCA-84

TRÁNSITO Parámetros de Diseño PCA Parámetros de Diseño AASHTO

Unidad Cargas: kN Factor de Seguridad Carga: 1.2 Factor Mayoración Repeticiones: 1

Ejes Simples Rueda Simple Ejes Simples Rueda Doble Ejes Tandem Rueda Simple Ejes Tandem Rueda Doble Ejes Tridem

#	Carga Eje	Repeticiones Esperadas
1	3	31200000
2	5	50200000
3	6	39000000
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

Geometría Eje

Radio Carga [a]: 10.8 cm Ancho Eje [D]: 182.88 cm Aashto (Cálculo W82) Exponente: 4 Carga Referencia (kN): 65

Factores

Esfuerzo Equivalente: 0.85 Factor Esfuerzo: 0.2024 Factor Erosión: 1.93

Ilustración 44. Geometría eje de rueda simple.

Eje Simple Rueda Doble

BS-PCAA. Diseño de Pavimentos Rígidos [proyecto.pca] Proyecto Campo, Fuentes y Guio
 Proyecto Opciones Fórmulas Espectro Sensibilidad Terminar

Descripción: Proyecto Campo, Fuentes y Guio Método: PCA-84

TRÁNSITO **Parámetros de Diseño PCA** **Parámetros de Diseño AASHTO**

Unidad Cargas: **kN** Factor de Seguridad Carga: **1.2**
 Factor Mayoración Repeticiones: **1**

Ejes Simples Rueda Simple Ejes Simples Rueda Doble Ejes Tandem Rueda Simple Ejes Tandem Rueda Doble Ejes Tridem

#	Carga Eje	Repeticiones Esperadas
1	5	50200000
2	9	19000000
3	11	19700000
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

Geometría Eje
 Radio Carga [a]: **10.8** cm Ancho Eje [D]: **182.88** cm
 Separación Llantas [s]: **32.4** cm

Aashto (Cálculo W82)
 Exponente: **4**
 Carga Referencia (kN): **80**

Factores
 Esfuerzo Equivalente: **0.85** Factor Esfuerzo: **0.2024** Factor Erosión: **1.93**

Ilustración 45. Eje simple rueda doble.

Eje Tándem Rueda Doble

BS-PCAA. Diseño de Pavimentos Rígidos [proyecto.pca] Proyecto Campo, Fuentes y Guio
 Proyecto Opciones Fórmulas Espectro Sensibilidad Terminar

Descripción: Proyecto Campo, Fuentes y Guio Método: PCA-84

TRÁNSITO **Parámetros de Diseño PCA** **Parámetros de Diseño AASHTO**

Unidad Cargas: **kN** Factor de Seguridad Carga: **1.2**
 Factor Mayoración Repeticiones: **1**

Ejes Simples Rueda Simple Ejes Simples Rueda Doble Ejes Tandem Rueda Simple Ejes Tandem Rueda Doble Ejes Tridem

#	Carga Eje	Repeticiones Esperadas
1	21	4600000
2	22	15000000
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

Geometría Eje
 Radio Carga [a]: **10.8** cm Ancho Eje [D]: **182.88** cm
 Separación Llantas [s]: **32.4** cm Separación Ejes [t]: **127** cm

Aashto (Cálculo W82)
 Exponente: **4**
 Carga Referencia (kN): **146**

Factores
 Esfuerzo Equivalente: **0.78** Factor Esfuerzo: **0.1857** Factor Erosión: **2.15**

Ilustración 46. Eje Tándem rueda doble.

Eje Trídem

BS-PCAA. Diseño de Pavimentos Rígidos [proyecto.pca] Proyecto Campo, Fuentes y Guio
 Proyecto Opciones Fórmulas Espectro Sensibilidad Terminar

Descripción: Proyecto Campo, Fuentes y Guio Método: PCA-84

TRÁNSITO **Parámetros de Diseño PCA** **Parámetros de Diseño AASHTO**

Unidad Cargas: **kN** Factor de Seguridad Carga: **1.2**
 Factor Mayoración Repeticiones: **1**

Ejes Simples Rueda Simple Ejes Simples Rueda Doble Ejes Tandem Rueda Simple Ejes Tandem Rueda Doble **Ejes Tridem**

#	Carga Eje	Repeticiones Esperadas
1	24	9500000
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

Geometría Eje
 Radio Carga [a]: **10.8** cm Ancho Eje [D]: **182.88** cm
 Separación Llantas [s]: **32.4** cm Separación Ejes [t]: **127** cm
 Aashto (Cálculo W82) Exponente: **4**
 Carga Referencia (kN): **225**

Factores
 Esfuerzo Equivalente: **0.58** Factor Esfuerzo: **0.1381** Factor Erosión: **2.31**

Ilustración 47. Eje Tridem.

Obteniendo Consumo por Erosión 0% y por fatiga 0%

BS-PCAA. Diseño de Pavimentos Rígidos [proyecto.pca] Proyecto Campo, Fuentes y Guio
 Proyecto Opciones Fórmulas Espectro Sensibilidad Terminar

Descripción: Proyecto Campo, Fuentes y Guio Método: PCA-84

TRÁNSITO **Parámetros de Diseño PCA** **Parámetros de Diseño AASHTO**

Resistencia K del Apoyo: **40** Mpa/m K Combinado
 Espesor Losa [h1]: **30** cm
 Longitud Losa [L]: **4.5** m
 Ancho Losa [W]: **3.6** m
 Capas: **Una Capa**

Módulo de Elasticidad [E1]: **28000** Mpa
 Densidad [s1]: **2.4** Tn/m3
 Relación de Poisson [u1]: **0.15**
 Módulo de Rotura [Sc]: **4.2** Mpa
 Coeficiente de Variación [CV] (%): **15**
 Ancho de Berma [D0]: **0.6** m
 Con Pasadores ☒
 Factor de Trabazón de Agregados [AGG]: **0** Mpa
 % Camiones al Borde: **0**

Datos Ambientales
 Diferencial Temperaturas [dT]: **10** °C
 Coeficiente Térmico [alfa]: **5.500E-06** 1/°F
 % Tránsito para Alabeo: **0**

Consumo Erosión (%): **0**
 Consumo Esfuerzo (%): **0**

Ilustración 48. Consumo erosión y esfuerzo.

Obteniendo Parámetros de Diseño AASHTO un Espesor 30.3896 cm

BS-PCAA. Diseño de Pavimentos Rígidos [proyecto.pca] Proyecto Campo, Fuentes y Guio

Proyecto Opciones Fórmulas Espectro Sensibilidad Terminar

Descripción: Proyecto Campo, Fuentes y Guio Método: PCA-84

TRÁNSITO **Parámetros de Diseño PCA** **Parámetros de Diseño AASHTO**

Número Ejes Equivalentes de 8.2Tn Carril de Diseño [W82]: 44,700,000 Manual

Resistencia K del Apoyo [K]: 49.39 Mpa/m K Combinado

Módulo de Elasticidad Concreto [Ec]: 28000 Mpa

Módulo de Rotura [Mr]: 4.5 Mpa

% Confiabilidad: 95 Zr: -1.645

Error Estándar Tránsito [So] (0.30 - 0.40): 0.4

Índice de Servicio Inicial [Po]: 4.5

Delta Índice de Servicio [dPSI]: 2

Coefficiente de Drenaje [Cd]: 1

Coefficiente Transmisión de Cargas Juntas [J]: 2.5

Espesor del Pavimento de Concreto [D] (cm): **30.3896**

Ilustración 49. Espesor de Diseño método AASHTO.

Diseño de pavimento Método PCA

Esbeltez de la losa

$$\text{Largo / ancho} = 4.5/3.65 = 1.23$$

Juntas

Tabla 27. Dimensión de esbeltez de la losa de concreto.

Espesor del pavimento, mm	Diámetro del pasador		Longitud total, mm	Separación entre centros, mm
	mm	pulg		
100	12.7	1/2	250	300
110-130	15.9	5/8	300	300
140-150	19.1	3/4	350	300
160-180	22.2	7/8	350	300
190-200	25.4	1	350	300
210-230	28.6	1 1/8	400	300
240-250	31.8	1 1/4	450	300
260-280	34.9	1 3/8	450	300
290-300	38.1	1 1/2	500	300

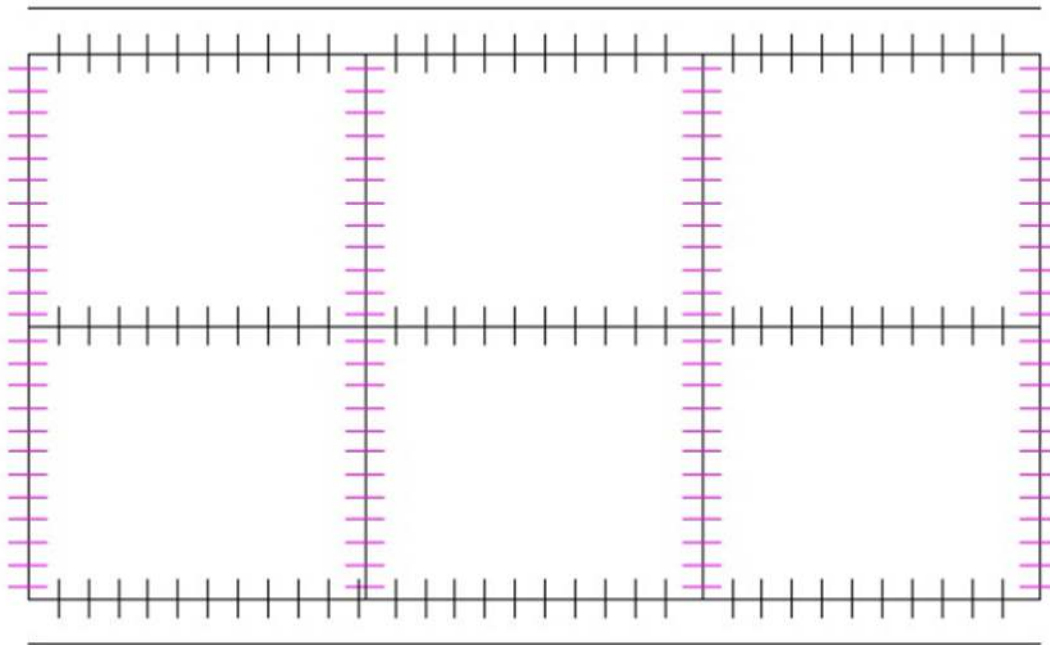
Para un espesor de 300 mm, diámetro pasador 38.1mm o 1. ½ pulgada

Longitud total 500 mm, separación entre los centros 300 mm

Barras de anclaje*Tabla 28. Dimensión de barras de anclaje.*

Espesor de losa, cm	Barra de ϕ 9.5 mm (3/8")				Barras de ϕ 12.7 mm (1/2")				Barras de ϕ 15.9 mm (5/8")			
	Longitud, mm	Separación entre barras, m			Longitud, mm	Separación entre barras, m			Longitud, mm	Separación entre barras, m		
		Carril de 3.05 m	Carril de 3.35 m	Carril de 3.65 m		Carril de 3.05	Carril de 3.35	Carril de 3.65		Carril de 3.05 m	Carril de 3.35 m	Carril de 3.65 m
Acero de $f_v=1.875 \text{ kg/cm}_2(40.000 \text{ psi})$												
15	450	0.80	0.75	0.65	600	1.20	1.20	1.20	700	1.20	1.20	1.20
17.5		0.70	0.60	0.55		1.20	1.10	1.00		1.20	1.20	1.20
20		0.60	0.55	0.50		1.05	1.00	0.90		1.20	1.20	1.20
22.5		0.55	0.50	0.45		0.95	0.85	0.80		1.20	1.20	1.20
25		0.45	0.45	0.40		0.85	0.80	0.70		1.20	1.20	1.10
Acero de $f_v=2.800 \text{ kg/cm}_2(60.000 \text{ psi})$												
15	650	1.20	1.10	1.00	850	1.20	1.20	1.20	1000	1.20	1.20	1.20
17.5		1.05	0.95	0.85		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
20		0.90	0.80	0.75		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
22.5		0.80	0.75	0.65		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
25		0.70	0.65	0.60		1.20	1.15	1.10		1.20	1.20	1.20

Para un espesor de losa de 300 mm, Barras de 9.5 mm, longitud de 450 mm, carril de 3.65 m y acero de 40000 psi. Obtenemos de la tabla 0.40m de separación entre barras.

Plano de Planta*Ilustración 50. Plano de Planta distribución de barras de anclaje.*

Perfil transversal



Ilustración 51. Perfil transversal refuerzo de acero.

Sección

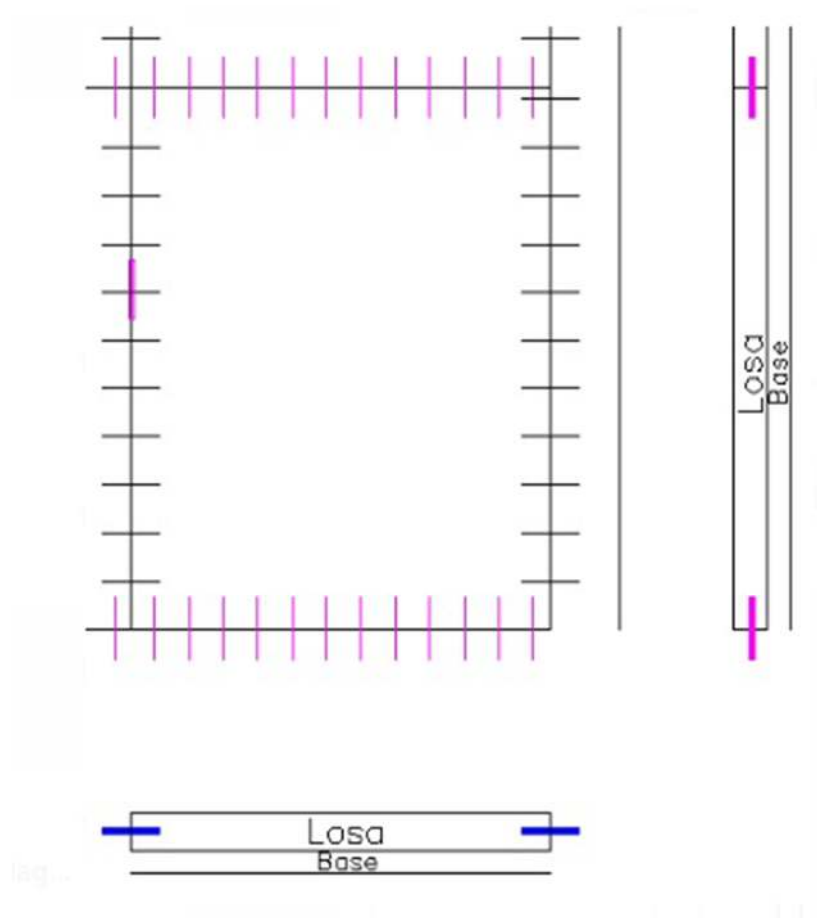


Ilustración 52. Sección individual de losa de concreto.

REGISTRO FOTOGRAFICO

Condiciones actuales.



Ilustración 53. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54A Sur



Ilustración 54. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53A Sur



Ilustración 55. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53A Sur

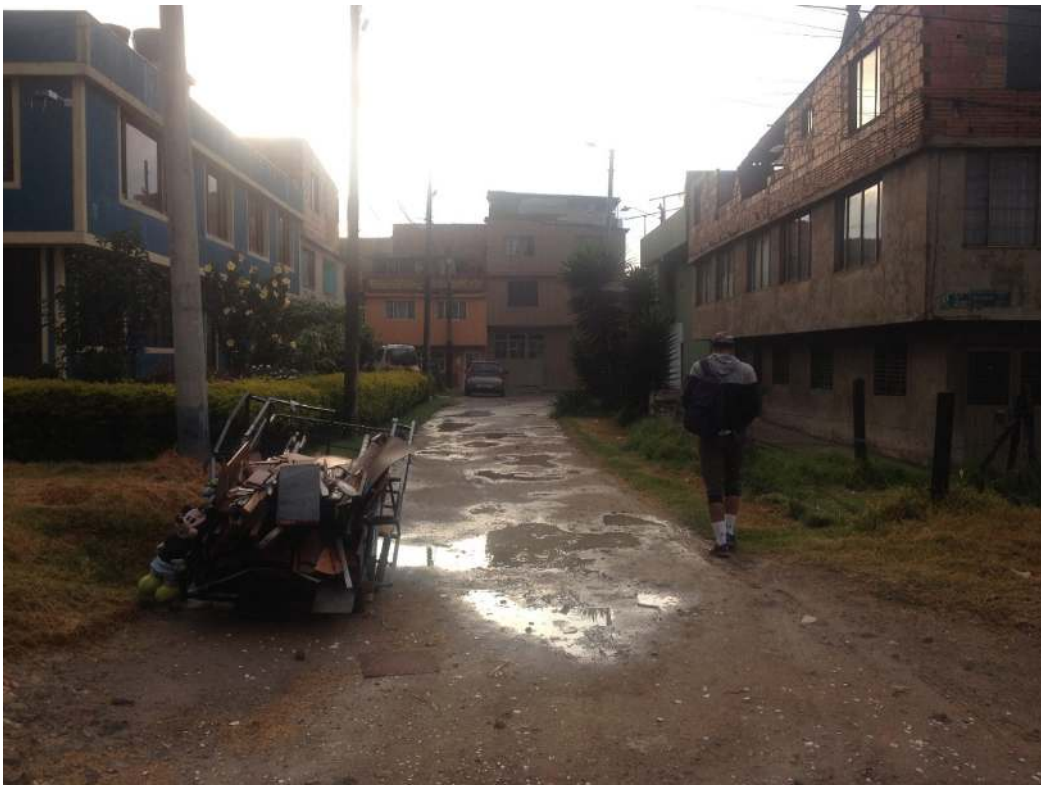


Ilustración 56. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53A Bis Sur



Ilustración 57. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53A Bis Sur



Ilustración 58. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53A Bis Sur.



Ilustración 59. Cámara de acceso red de acueducto Línea Villavicencio 24"



Ilustración 60. Avenida Villavicencio KR 71 B entre Calle 53A Bis Sur hasta Calle 53 C Sur.



Ilustración 61. Avenida Villavicencio KR 71 B entre Calle 53 C Sur hasta Calle 54 A Sur.



Ilustración 62. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53 C Sur.



Ilustración 63. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53 C Sur.



Ilustración 64. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 53 C Sur.



Ilustración 65. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 Sur.



Ilustración 66. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 A Sur.



Ilustración 67. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 A Sur.



Ilustración 68. Cámara de acceso red de acueducto Línea Villavicencio 24"

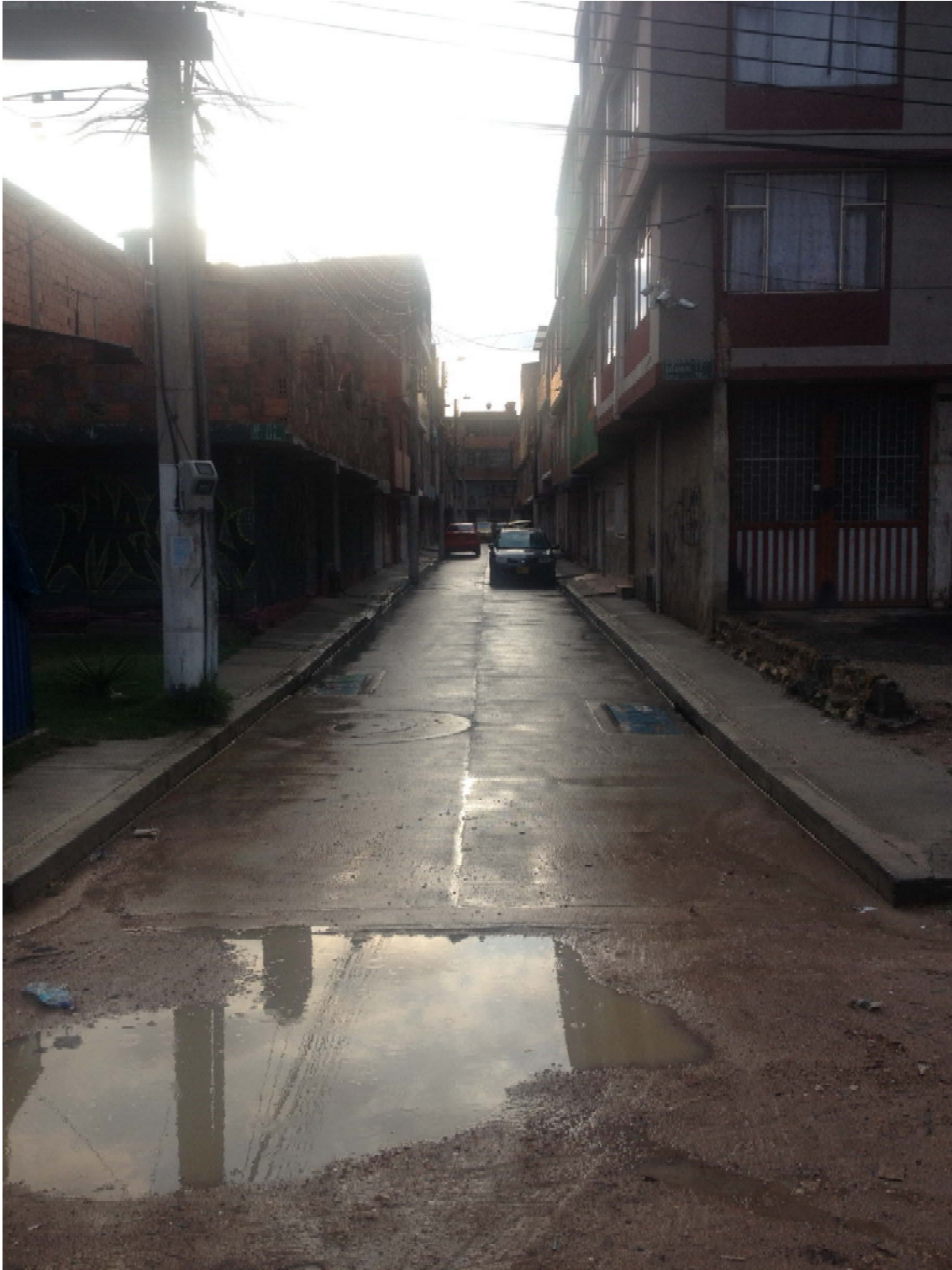


Ilustración 69. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 B Sur.



Ilustración 70. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 C Bis Sur.



Ilustración 71. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 54 C Bis Sur.



Ilustración 72. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 56 C Sur.



Ilustración 73. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 56 B Sur.



Ilustración 74. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 56 A Sur.

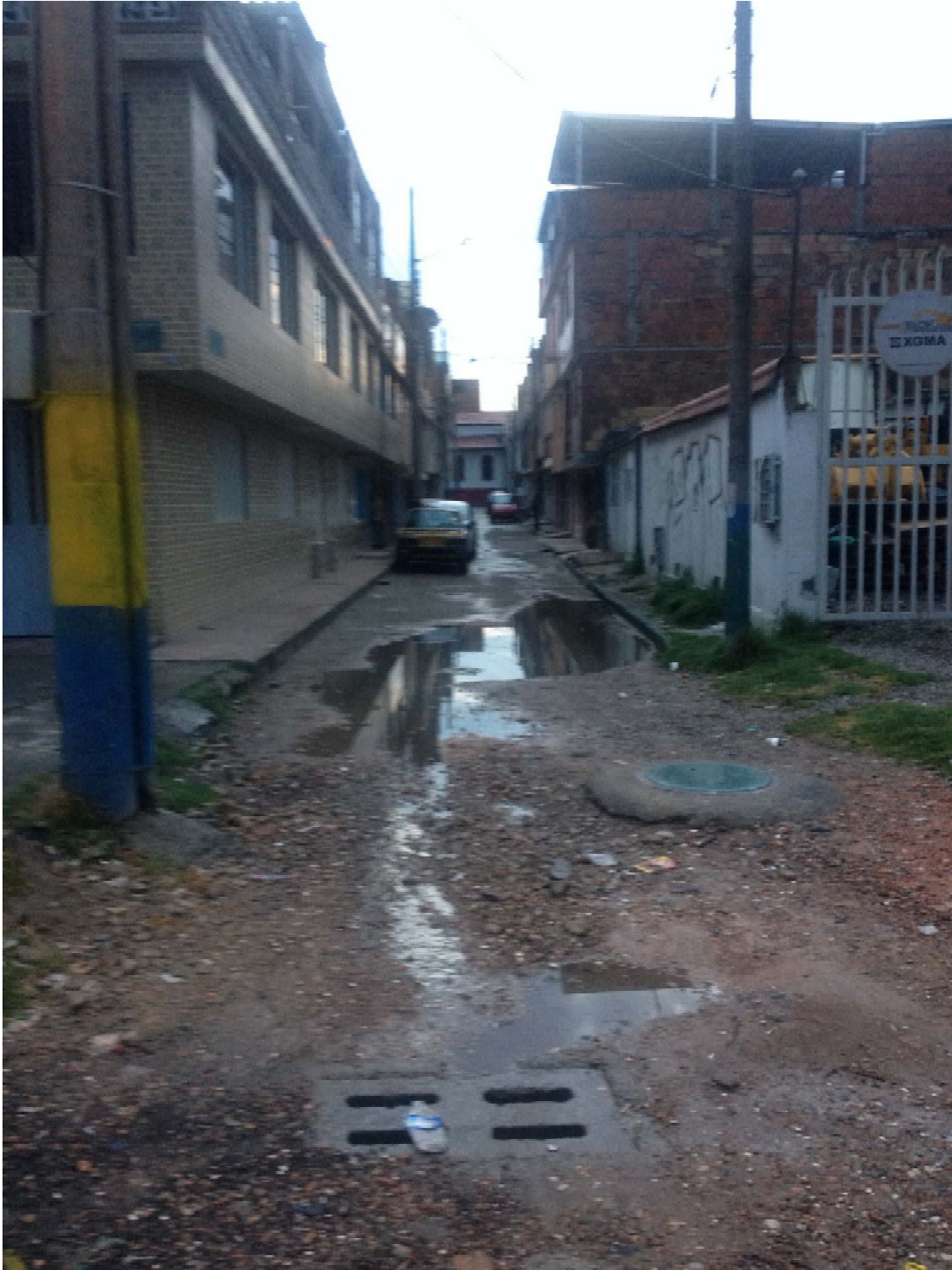


Ilustración 75. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 55 A Bis Sur.



Ilustración 76. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 55 Bis Sur.



Ilustración 77. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 55 Bis Sur.



Ilustración 78. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 55 Bis Sur.



Ilustración 79. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 56 C Sur.

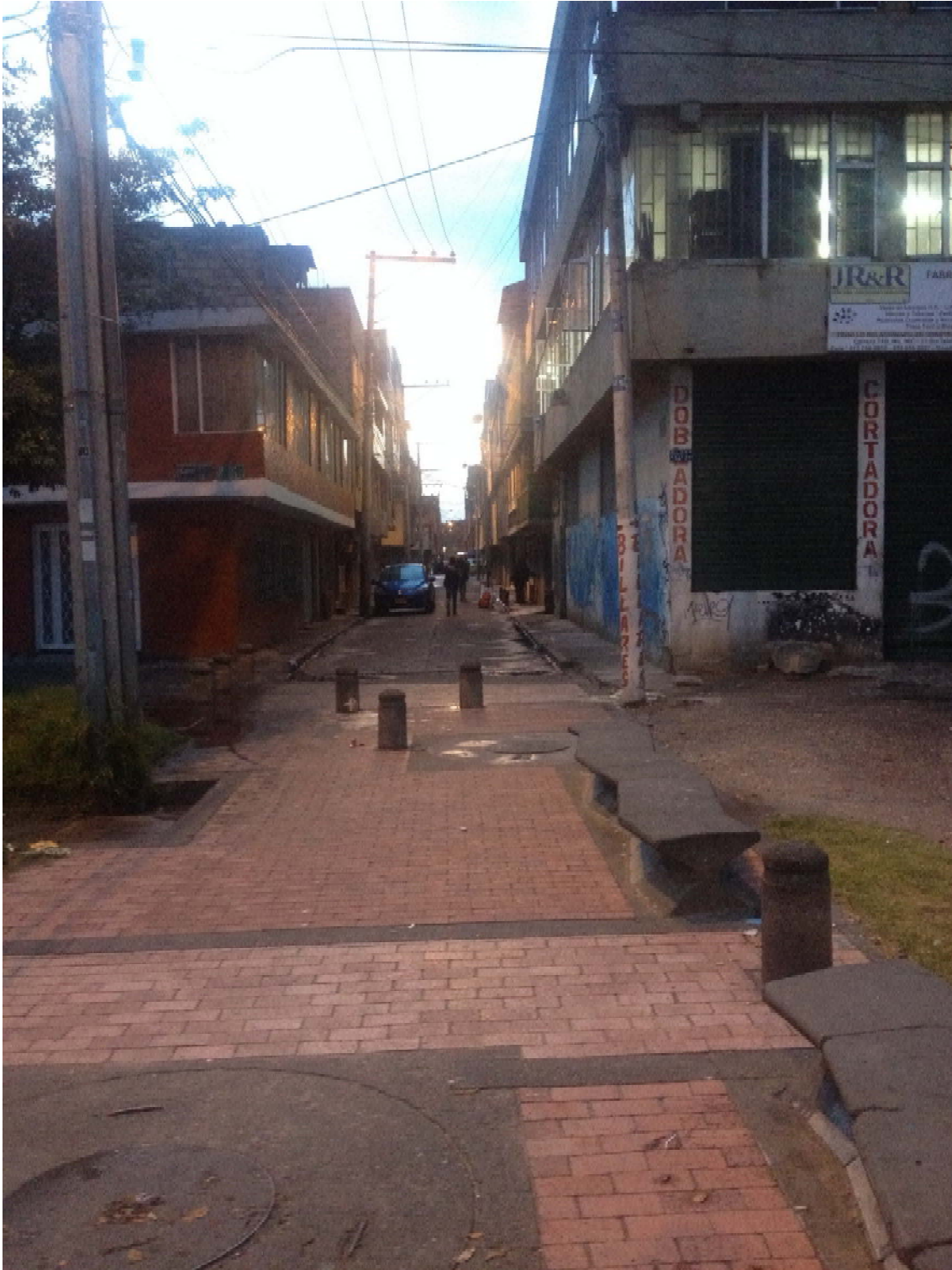


Ilustración 80. Intersección Avenida Villavicencio KR 71 B Calle 56 D Sur.