

Universidad de Oriente
Núcleo de Anzoátegui
Extensión Cantaura
Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



**PROPUESTA DE MEJORA VIAL DE LOS ACCESOS DE LA
PROLONGACIÓN DE LA AVENIDA BOLÍVAR, ENTRE
PROGRESIVAS 0+000 HASTA 2+183, DE LA
CIUDAD DE CANTAURA, MUNICIPIO
FREITES, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Autor(es):

Andrés E. García Díaz

Félix D. Ruiz Serrano

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito
parcial para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, Junio de 2019

Universidad de Oriente
Núcleo de Anzoátegui
Extensión Cantaura
Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



**PROPUESTA DE MEJORA VIAL DE LOS ACCESOS DE LA
PROLONGACIÓN DE LA AVENIDA BOLÍVAR, ENTRE
PROGRESIVAS 0+000 HASTA 2+183, DE LA
CIUDAD DE CANTAURA, MUNICIPIO
FREITES, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Prof. Elys Rondón
Asesor Académico

Cantaura, Junio de 2019

Universidad de Oriente
Núcleo de Anzoátegui
Extensión Cantaura
Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



**PROPUESTA DE MEJORA VIAL DE LOS ACCESOS DE LA
PROLONGACIÓN DE LA AVENIDA BOLÍVAR, ENTRE
PROGRESIVAS 0+000 HASTA 2+183, DE LA
CIUDAD DE CANTAURA, MUNICIPIO
FREITES, ESTADO ANZOÁTEGUI**

El jurado hace constar que ha asignado a esta tesis la calificación de:

APROBADO

Profa. Laurimar Rojas
Jurado Principal

Profa. Anabel González
Jurado Principal

Prof. Elys Rondón
Tutor Académico

Cantaura, Junio de 2019

RESOLUCIÓN

Reglamento de Trabajos de Grado de Pregrado de la Universidad de Oriente,

Resolución CU-N° 034 / 2009

Artículo 41: *“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”*

DEDICATORIA

Es un gran beneplácito dedicar este proyecto a **mis padres** y a **mi esposa**, por ser siempre un pilar fundamental a lo largo de mi carrera profesional y forjar mi camino con entusiasmo y apoyo incondicional.

Andrés Eduardo García Díaz

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a **mi familia**, por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación, tanto profesional como humana

Félix David Ruiz Serrano

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecemos principalmente **a Dios**, por ser el inspirador y darnos fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

Gracias a nuestros **padres, abuelos, tíos, y demás familiares y amigos**, que de una u otra manera formaron parte de este logro.

Gracias a la **Universidad de Oriente**, por habernos permitido formarnos y crecer en sus aulas de clase.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito, y en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecemos al asesor académico de esta investigación, **profesor Elys Rondón**, por su asesoría, paciencia, colaboración y comprensión, para llevar a cabo este proyecto.

A todos, ¡mil gracias!

Andrés Eduardo García Díaz
Félix David Ruiz Serrano

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL



**PROPUESTA DE MEJORA VIAL DE LOS ACCESOS DE LA
PROLONGACIÓN DE LA AVENIDA BOLÍVAR, ENTRE
PROGRESIVAS 0+000 HASTA 2+183, DE LA
CIUDAD DE CANTAURA, MUNICIPIO
FREITES, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Tutor:

Rondón, Elys

Autor(es):

García, Andrés

Ruiz, Félix

Fecha:

27 de junio de 2019

RESUMEN

Este proyecto propone una mejora vial en la prolongación de la Avenida Bolívar de Cantaura en toda su extensión, planteando cambios importantes y de gran envergadura en las intersecciones, accesos y desincorporaciones, hacia y desde la arteria vial, procurando entregar mayor seguridad, confort, fluidez y satisfacción de la que otorga el actual diseño. Para esto, se partió de datos recabados en sitio, para más tarde realizar un nuevo diseño geométrico, con base en los criterios del *Green Book* de la AASHTO y las Normas para el Proyecto de Carreteras del MTC, implantando también nuevos mecanismos de iluminación y un nuevo sistema de drenaje de aguas de lluvia. El estudio demandó la elaboración de planos y la estimación de los APU y el presupuesto, por lo que se logró establecer un nuevo diseño geométrico y funcional para esa parte de la localidad, concluyendo que el actual corredor vial, planificado y construido en la década de los 80 para conectar la carretera nacional con la ciudad, ya cumplió y funcionó para su propósito inicial, y actualmente, debido al crecimiento y desarrollo potencial de esa zona, es necesario la implantación de un proyecto como el que se presenta en este trabajo de grado.

Palabras clave: vialidad, diseño geométrico, drenaje, iluminación vial

ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE TABLAS	xxii
INTRODUCCIÓN	xxiii
CAPITULO I	25
EL PROBLEMA.....	25
1.1 Planteamiento del problema.....	25
1.2 Objetivos de la investigación.....	32
1.2.1 Objetivo general.....	32
1.2.2 Objetivos específicos.....	32
1.3 Descripción del área en estudio.....	33
1.3.1 Evolución histórica.....	33
1.3.2 Ubicación geográfica.....	34
1.3.2.1 Coordenadas de la vialidad existente.....	35
1.3.2.2 Colindantes.....	36
1.3.3 Ambiente y medio físico natural.....	37
1.3.3.1 Relieve.....	37
1.3.3.2 Geología.....	39
1.3.3.3 Clima.....	39
1.3.3.4 Hidrografía y drenaje superficial.....	41
1.3.4 Estructura y desarrollo urbano.....	43
1.3.5 Zonificación y variables urbanas.....	44

1.3.6 Aspectos socioeconómicos	47
CAPITULO II	49
MARCO TEÓRICO	49
2.1 Antecedentes de la investigación	49
2.2 Bases teóricas referenciales	52
2.2.1 Topografía	52
2.2.2 Levantamiento topográfico	53
2.2.2.1 Topografía aplicada en proyectos viales	53
2.2.2.2 Tolerancia	55
2.2.3 Poligonales	55
2.2.3.1 Poligonal abierta.	56
2.2.3.2 Poligonal cerrada.	56
2.2.4 Nivelación	57
2.2.4.1 Nivelación directa, topográfica o geométrica	57
2.2.4.2 Banco de nivel o <i>Bench Mark</i> (BM).....	60
2.2.5 Clasificación de las carreteras	60
2.2.5.1 Clasificación administrativa:	60
2.2.5.2 Clasificación funcional.....	61
2.2.5.3 Clasificación según su geometría	62
2.2.6 Capacidad vehicular de una carretera	63
2.2.7 Nivel de servicio.....	63
2.2.8 Aspectos fundamentales en el diseño y evaluación de una vía.....	64
2.2.8.1 Vehículos de diseño.....	66
2.2.8.2 Radios de giro mínimos	69
2.2.9 Criterios de diseño.....	70
2.2.10 Tránsito.....	71

2.2.10.1 Tránsito promedio diario (TPD)	72
2.2.10.2 Volumen de hora-pico	72
2.2.10.3 Composición del tránsito	73
2.2.10.4 Proyección del tránsito	73
2.2.10.5 Velocidad	75
2.2.11 Obras de drenaje en carreteras	75
2.2.11.1 Importancia de las obras de drenaje en carreteras	76
2.2.12 Aguas de lluvia	77
2.2.13 Sistemas de recolección de aguas pluviales	77
2.2.14 Componentes del sistema de aguas pluviales	77
2.2.14.1 Boca de visita	78
2.2.14.2 Tramos	83
2.2.14.3 Red de colectores	84
2.2.14.4 Disposición final	84
2.2.14.5 Sumideros	84
2.2.14.6 Brocal - cuneta	89
2.2.14.7 Canales de drenaje	90
2.2.15 Coeficiente de rugosidad de los colectores	91
2.2.16 Diámetro mínimo en colectores	91
2.2.17 Anchos de zanja	92
2.2.18 Hidráulica de colectores	92
2.2.18.1 Capacidad de un colector	92
2.2.18.2 Velocidad del flujo	93
2.2.18.3 Pendientes y velocidades mínimas	93
2.2.18.4 Pendientes y velocidades máximas	94
2.2.18.5 Elementos hidráulicos de colectores	94
2.2.19 Ubicación de las estructuras de captación	95

2.2.19.1 Determinación del caudal de intercepción para sumideros de ventana	97
2.2.19.2 Determinación del caudal de intercepción para sumideros de rejas en cuneta	101
2.2.19.3 Determinación del caudal de intercepción para sumideros de rejas en calzada.....	102
2.2.20 Determinación de la longitud de la ventana.....	104
2.2.21 Diametro minimo de la tuberia de descarga de sumideros.....	105
2.2.22 Evaluación de una red de alcantarillado pluvial	106
2.2.22.1 Características de la zona.....	106
2.2.22.2 Curvas de pavimento	108
2.2.22.3 Intensidad-duración-frecuencia de lluvias	108
2.2.22.4 Tiempo de concentración de las aguas de escorrentía.....	110
2.2.22.5 Estimación del caudal por el método racional.....	111
2.2.23 Conducción de las aguas de lluvia	112
2.2.24 Consideraciones sobre la conducción de las aguas de lluvias ...	114
2.2.25 Iluminación vial	115
2.2.25.1 Criterios de iluminación vial	115
CAPITULO III	117
MARCO METODOLÓGICO	117
3.1 Tipo de investigación.....	117
3.2 Nivel de investigación.....	118
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	118
3.3.1 Observación directa.....	118
3.3.2 Investigación documental	119
3.3.3 Entrevistas.....	119
3.3.3.1 Entrevistas no estructuradas.....	120
3.3.3.2Entrevistas estructuradas:.....	120

3.3.4 Utilización de programas	121
3.4 Fases de la investigación	122
3.4.1 Recopilación y verificación de la información	123
3.4.1.1 Revisión bibliográfica	123
3.4.1.2 Levantamiento planialtimétrico del sector	123
3.4.1.3 Entrevistas estructuradas y no estructuradas	124
3.4.2 Análisis de las condiciones actuales de la vía	124
3.4.2.1 Análisis geométrico de la avenida.....	125
3.4.2.2 Análisis hidráulico de la red de aguas pluviales.....	125
3.4.2.3 Análisis del sistema eléctrico de la arteria vial	126
3.4.3 Propuesta de diseño geométrico	126
3.4.4 Diseño de nuevos sistemas de drenaje y sistema eléctrico.....	126
3.4.5 Elaboración de los planos del proyecto	127
3.4.6 Elaboración del análisis de precio unitario y presupuesto de obra	127
3.4.6.1 Cómputos métricos	127
3.4.6.2 Análisis de Precios Unitarios (APU).....	128
3.4.6.3 Presupuesto de obra.....	128
CAPÍTULO IV.....	129
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	129
4.1 Datos recabados del lugar en estudio	129
4.1.1 Levantamiento topográfico	129
4.1.1.1 Resultados obtenidos del levantamiento	134
4.1.2 Entrevistas.....	135
4.2 Estudio vial de las actuales condiciones de la prolongación de la Avenida Bolívar	136
4.2.1 Análisis de la vialidad	136
4.2.2 Conteos vehiculares	141

4.2.3 Nivel de servicio.....	147
4.2.4 Análisis del tráfico.....	148
4.2.5 Descripción y análisis del sistema de drenaje pluvial	150
4.2.6 Descripción y análisis del sistema de iluminación	152
4.3 Propuesta de diseño geométrico, tomando en cuenta las características topográficas, así como las condiciones de flujo vehicular, y los criterios de diseño del Green Book AASHTO 2011	152
4.3.1 Trazado del eje vial propuesto.....	153
4.3.2 Proyección del tránsito	154
4.3.3 Sección típica propuesta	155
4.3.4 Primicias de diseño.....	156
4.3.4.1 Vehículo de diseño	156
4.3.4.2 Velocidad de diseño.....	161
4.3.4.3 Nivel de servicio propuesto	161
4.3.5 Diseño de intersecciones.....	162
4.3.6 Diseño de accesos	166
4.3.6.1 Mejora a los accesos existentes en la prolongación	166
4.3.6.2 Diseño de accesos de nuevos proyectos.....	171
4.4 Establecer las dimensiones del sistema de drenajes de aguas de lluvia, bajo los criterios del MOP 1967, y un nuevo sistema de iluminación según lo establecido en el Código Eléctrico Nacional 1999.....	175
4.4.1 Sistema de drenaje de aguas de lluvia	175
4.4.1.1 Determinación del caudal de aguas de lluvia de la zona	176
4.4.1.2 Ubicación de estructuras de captación	182
4.4.1.3 Distribución de la red de aguas de lluvia propuesta.....	183
4.4.1.4 Capacidad hidráulica de la red.....	184
4.4.2 Sistema de iluminación vial	186

4.4.2.1 Selección del tipo de luminaria para el nuevo sistema	186
4.4.2.2 Propuesta de alimentación de energía para el nuevo sistema de iluminación.....	186
4.5 Elaboración de los planos de ingeniería de detalles en formato electrónico, empleando el programa AutoCAD 2018	187
4.5.1 Descripción del procedimiento.....	187
4.6 Elaboración del análisis de precio unitario y presupuesto de obra.....	189
4.6.1 Cómputos métricos.....	189
4.6.2 Análisis de precios unitarios (APU).....	190
4.6.3 Presupuesto de obra	191
4.6.3.1 Presupuesto del proyecto de mejora de los accesos viales....	192
4.6.3.2 Presupuesto del proyecto de drenaje de aguas pluviales.....	192
4.6.3.3 Presupuesto del proyecto del sistema de iluminación	192
4.6.3.4 Presupuesto general	192
4.7 Factibilidad de la propuesta	192
4.7.1 Costos iniciales.....	193
4.7.2 Costos de operación y mantenimiento.....	193
4.7.3 Practicidad.....	193
4.7.4 Impacto.....	193
CAPITULO V.....	194
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	194
5.1 Conclusiones.....	194
5.2 Recomendaciones.....	195
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	197
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO A: DOSIER FOTOGRÁFICO	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO B: DATOS DEL CONTEO VEHICULAR	¡Error! Marcador no definido.

ANEXO C: RESULTADO DE LAS ENTREVISTAS / CUESTIONARIO . **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO D: PRESUPUESTO DE OBRA Y **¡Error! Marcador no definido.**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO E: PLANOS DEL PROYECTO..... **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la prolongación oeste de la Avenida Bolívar.....	35
Figura 2. Puntos de coordenadas del eje vial existente, año 2018	36
Figura 3. Método del punto medio en la nivelación simple.....	58
Figura 4. Nivelación por el método del punto extremo	59
Figura 5. Boca de visita tipo Ia.....	79
Figura 6. Boca de visita tipo Ib.....	79
Figura 7. Boca de visita tipo II.....	80
Figura 8. Boca de visita tipo III.....	80
Figura 9 . Boca de visita tipo IVa.	81
Figura 10. Boca de visita tipo IVb.	82
Figura 11. Sumidero de ventana.....	86
Figura 12. Sumidero de rejilla en cuneta.....	87
Figura 13. Sumidero de rejas en calzada (planta)	88
Figura 14. Sumidero de rejas en calzada (cortes)	89
Figura 15. Elementos hidráulicos de un conducto de sección circular	95
Figura 16. Abaco de relación de intercepción para sumideros de ventana (cuneta de 0,30 m.)	98
Figura 17. Abaco de relación de intercepción para sumideros de ventana (cuneta de 0,60 m.)	99
Figura 18. Abaco de relación de intercepción para sumideros de ventana (cuneta de 0,90 m.)	100
Figura 19 Capacidad de captación de sumideros de ventana en puntos bajos.....	101
Figura 20. Capacidad de captación de sumideros de rejillas en cuneta	102
Figura 21. Capacidad de captación de sumidero de rejas en calzada, para reja estandar tipo INOS.....	103

Figura 22. Ábaco para la determinación de la longitud de la ventana.....	105
Figura 23. Ancho mojado y altura del agua en la cuneta	113
Figura 24. Diagrama de flujo del proceso metodológico	122
Figura 25 . Monumento de concreto de punto Cantaura2P, perteneiente a la RGM	132
Figura 26. Sección típica actual.	137
Figura 27. Accesos existentes en la prolongación de la Avenida Bolívar, situación actual	138
Figura 28. Primer conteo, desincorporación de la prolongación de la Avenida Bolívar	143
Figura 29. Primer conteo, desincorporación de la carretera vieja, sentido Anaco-El Tigre.....	143
Figura 30. Primer conteo, desincorporación de la Avenida Bolívar.....	144
Figura 31. Primer conteo, desincorporación de la carretera vieja, sentido El Tigre-Anaco.....	144
Figura 32. Segundo conteo, desincorporación de la carretera vieja, sentido Anaco-El Tigre.....	145
Figura 33. Segundo conteo, desincorporación de la prolongación de la Avenida Bolívar	145
Figura 34. Segundo conteo, desincorporación de la Avenida Bolívar	146
Figura 35. Segundo conteo, desincorporación de la carretera vieja, sentido El Tigre-Anaco.....	146
Figura 36. Resultado de la encuesta sobre el nivel de servicio tramo via actual.....	148
Figura 37. Sumideros existentes en la prolongación oeste de la Avenida Bolívar.....	150
Figura 38. Interrupción de la escorrentía en la cuneta por construcción de rampas de acceso, en la prolongación de la Avenida Bolívar.....	151
Figura 39. Comparación entre eje existente y eje vial propuesto.....	154

Figura 40. Sección típica propuesta.....	156
Figura 41. Vehículo de diseño tipo WB-20.....	158
Figura 42. Vehículo de diseño tipo SU-9.....	159
Figura 43. Vehículo de diseño tipo BUS-14.	160
Figura 44. Intersección propuesta prog 0+000	162
Figura 45. Intersección propuesta prog 0+438	162
Figura 46. Intersección propuesta prog 0+638	163
Figura 47. Intersección propuesta prog 1+140	163
Figura 48. Intersección propuesta prog 1+408	164
Figura 49. Intersección propuesta prog 1+700	165
Figura 50. Intersección propuesta prog 2+183	165
Figura 51. Propuesta de acceso hacia UDO, prog 0+865.....	167
Figura 52. Propuesta de salida de la UDO, prog 1+049	167
Figura 53. Propuesta de acceso hacia Terminal de Pasajeros, prog 1+072168	
Figura 54. Propuesta de salida del Terminal de Pasajeros, prog 1+301.58	168
Figura 55. Propuesta de acceso hacia Estación de Bomberos,prog 1+392	169
Figura 56. Propuesta de acceso hacia Estación de Bomberos, prog 1+392.....	169
Figura 57. Propuesta de acceso de Inversiones Veracer C.A, prog 1+847.....	170
Figura 58. Propuesta de acceso de Alquinca y Dioyerca, prog 2+071.....	171
Figura 59. Propuesta de vía de acceso de Paseo Aurora, prog 2+071.....	172
Figura 60. Propuesta de vía de acceso del proyecto Centro Comercial Cantaura Mall.....	173
Figura 61. Propuesta de acceso del proyecto Hotel Cantaura Suites	173
Figura 62. Propuesta de acceso del proyecto de estación de servicio	174
Figura 63. Propuesta de acceso de la nueva sede de la alcaldía	175

Figura 63. Propuesta de acceso de la nueva sede de la alcaldía	179
Figura 64. Intensidad de la precipitación sobre las curvas IDF de la zona .	181
Figura 65. Método de conversión de la intensidad de la precipitación	182
Figura 66. Distribución de la red de aguas de lluvia propuesta.....	184
Figura 67. Interfaz de inicio del programa AutoCAD 2018	188
Figura 68. Interfaz de inicio del programa AutoCAD 2016	188

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Vértices de eje vial de la prolongación oeste de la	36
Tabla 2	Variables urbanas fundamentales (ZCSR).....	45
Tabla 3	Variables urbanas fundamentales ZND	46
Tabla 4	Niveles de servicio	64
Tabla 5	Vehículos de diseño según la AASTHO.....	68
Tabla 6	Radios de giro mínimos para cada vehículo tipo	69
Tabla 7	Medidas a utilizar en las caídas de bocas de visita.....	82
Tabla 8	Coefficientes de rugosidad según el material.	91
Tabla 9	Anchos de zanja para tuberías según el diámetro	92
Tabla 10	Velocidades máximas según el tipo de material	94
Tabla 11	Coefficientes de escorrentía según la superficie.....	107
Tabla 12	Zonificación y coeficiente de escorrentía	107
Tabla 13	Puntos de referencia del levantamiento planialtimétrico existente	131
Tabla 14	Composición del tránsito en el tramo vial en estudio	149
Tabla 15	Proyección de tránsito en la prolongación de la Avenida Bolívar .	155
Tabla 16	Velocidad de diseño propuesta	161
Tabla 17	Valores de coeficiente de escorrentía adoptados	179
Tabla 18	Valores de coeficiente de escurrimiento ponderados.....	180

INTRODUCCIÓN

La necesidad de medios de comunicación terrestre es imperante ante otras alternativas de transporte. Es por esto que deben ser planificadas y estudiadas a cabalidad para su debido funcionamiento; de no ser así, la infraestructura vial estaría supeditada al colapso o sobredimensionado. Partiendo de la premisa de que la planificación urbana debe ir acompañada con la proyección de nuevas vialidades, o la ampliación y mejora de las ya existentes, nace la necesidad de realizar estudios que determinen las características geométricas, operativas y de confort de la nueva vía. En este sentido, en el presente estudio se realizaron los análisis y procedimientos necesarios para la implantación de una nueva infraestructura vial, acorde a la expansión proyectada en la ciudad de Cantaura, capital del Municipio Pedro María Freites, en el Estado Anzoátegui.

Al respecto, se trata de un tramo de 2,183 km de longitud que corresponde a la prolongación de la Avenida Bolívar de la ciudad, cuya capacidad y diseño fueron evaluadas y reformadas a fin de mejorar la infraestructura existente allí, por lo que se plantearon los escenarios de crecimiento previstos, y posteriormente se determinó cuál es la mejor alternativa de diseño en las intersecciones a nivel, en la accesibilidad vehicular a los lugares adyacentes a la vía, y finalmente otorgar sistemas de iluminación y drenaje de lluvias eficientes y capaces para la alternativa propuesta.

La investigación se encuentra clasificada en 5 capítulos principales, más los anexos necesarios que complementan el proyecto. Primeramente, en el capítulo I, se define el planteamiento del problema, agrupando en el contexto los aspectos referidos al proceso a llevar a cabo y la importancia, justificación y originalidad de la investigación. Posteriormente son señalados

los objetivos del proyecto, y se describe de manera detallada los aspectos más relevantes del sitio en estudio.

En el capítulo II, se muestran algunas investigaciones predecesoras al presente estudio, las cuales guardan relación con el proyecto, y de manera directa aportan referencias de carácter informativo al trabajo de grado. De igual modo, se entregan las bases teóricas que sustentan los criterios y procedimientos que dieron forma al proyecto.

Mas tarde, en el tercer capítulo, se procede a mostrar la metodología de la investigación llevada a cabo, donde se detalla el grupo de procedimientos de cada actividad que demandó el estudio, al igual que se explican las técnicas y herramientas necesarias en el desarrollo de las principales etapas. Finalmente, se describen los tiempos de ejecución empleados y se resumen los procesos de cada fase.

Dentro del capítulo IV, se encuentran los procedimientos y el análisis de los resultados obtenidos en la investigación, describiendo e interpretando cada objetivo del trabajo, con base en el criterio de los autores y sustentado en las normas y manuales de ingeniería citados en el capítulo II. De igual modo, se presentan todos los datos relevantes acerca del proyecto vial, como los planos, las primicias adoptadas para la estimación de los APU, etc.

Finalmente, se aportan las conclusiones sobre la investigación realizada, se presentan las recomendaciones a tomar en cuenta, y se aportan, de manera organizada, los anexos que complementan el proyecto.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Las vías de comunicación representan la principal infraestructura para el transporte en la mayor parte del mundo. El crecimiento y expansión de las ciudades hacia nuevas tierras, demanda la proyección y planificación de nuevas carreteras y la evaluación y mejoras a las ya existentes, así como los usos a los que éstas servirán.

En este sentido, cuando una vía ya no cumple con los requisitos funcionales para lo cual fue construida, es necesario buscar opciones que solucionen las nuevas necesidades, a fin de obtener mayores y mejores beneficios, reflejados en menores tiempos de circulación, rebaja de accidentes de tránsito, menos daño al vehículo, y un aumento significativo socioeconómico de la región.

No obstante, alrededor del mundo, ocurren múltiples hechos que reflejan lo contrario de lo expresado en líneas anteriores, producto de una mala planificación y la obsolescencia de antiguas carreteras. La nación venezolana no escapa de esta situación, y, de hecho, a diario se evidencia la falta de acciones en busca de mejorar la infraestructura vial. En este orden de ideas, resaltan múltiples arterias viales en las principales ciudades del país suramericano, como es el caso de la Avenida Bolívar, en la ciudad de Cantaura, capital del Municipio Freites, en el estado Anzoátegui.

Precisamente, para este estudio, se analizó un trayecto de aproximadamente 2 kilómetros que corresponde a la prolongación oeste de la

mencionada avenida, sin embargo, de manera preliminar, se hace hincapié en el tramo más saturado hasta los momentos, ubicado en el casco central de la ciudad, el cual es protagonista de la mayoría de las actividades comerciales, institucionales y de prestaciones de servicios en sus adyacencias, lo cual concentra a propios y extraños en reducidas aceras y estrechas calzadas, impidiendo un cómodo acceso a los comercios, y a su vez, convirtiendo ese fragmento de la ciudad en un sitio indeseado por múltiples usuarios que se desplazan hacia y desde las afueras de la población. Igualmente, el desarrollo de Cantaura se ve afectado por la trama urbana existente en esa zona, limitando el auge comercial, turístico, cultural, o de otras índoles, a la capacidad vial instalada allí, trayendo consecuencias para el progreso de la pequeña urbe.

En principio, la situación descrita resulta relevante y se tomó como ejemplo de los escenarios que en algunos años podrían ocurrir en la prolongación oeste de la Avenida Bolívar, si no se toman las previsiones necesarias y se ejecutan las obras que demanda una ciudad en crecimiento, ya que es decisivo que la expansión de la capital freiteana, se ha diseñado con el objeto de ocupar nuevas tierras hacia el ocaso de la población, lo cual influye directamente en el corredor vial objeto de este proyecto.

Actualmente, la prolongación de la Avenida Bolívar forma parte crucial de la red vial de la ciudad, ya que une a la población de Cantaura con el Distribuidor San Joaquín, permitiendo el desplazamiento hacia el caserío del mismo nombre, así como, otorga acceso a la Troncal 16 para los viajeros y residentes en esa parte del estado. De igual forma, funciona como punto de entrada a algunas viviendas aisladas, predios, empresas instaladas en sus adyacencias, así como da cobertura a importantes servicios regionales como

el Terminal de Pasajeros Pedro María Freites, el Cuerpo de Bomberos de Cantaura, y la Universidad de Oriente (UDO) extensión Cantaura.

Así mismo, al analizar las condiciones que presenta el tramo, a la fecha se observó un mal estado de la carpeta de rodamiento, circulación de vehículos de carga durante las 24 horas al día, los 7 días de la semana, falta de señalización y de dispositivos de control, deficiencia de la iluminación, anegación de la escorrentía en la calzada, ausencia de aceras en la mayor parte del trayecto, falta de hombrillo, así como pareció evidente la pérdida o carencia del bombeo y del peralte en algunas zonas, ocasionando malestar al ciudadano, accidentes de tránsito, déficit en seguridad para el usuario, y daños progresivos a los vehículos que transitan a diario por la zona.

De tal modo, al suponer la instauración de nuevas actividades y lugares residenciales en esa zona, tal como está planeado, el rendimiento y funcionalidad de los dos carriles por sentido actuales, sumando las deficiencias mencionadas, podrían originar una situación no deseada. Igualmente, el futuro desarrollo de la ciudad es afectado, reduciendo el potencial de la zona, a un número limitado de usuarios según la oferta que otorga la infraestructura actual, lo que obligó a realizar este estudio en el tramo, y así prever su adaptación a las nuevas necesidades en pro del beneficio mutuo, tanto para los habitantes, como para el progreso de Cantaura.

Es por ello, que la presente investigación tuvo como fin la propuesta de mejoras en la prolongación oeste de la Avenida Bolívar, con base en la evaluación de las actuales condiciones de operatividad, tomando en cuenta los presentes y futuros espacios que rodearían la vía, considerando los criterios de diseño vial, así como el aporte de otras investigaciones similares, empleando diferentes herramientas metodológicas y usando programas

computacionales que faciliten y optimicen los resultados a los cuales se desea llegar.

Es propicio decir que, para llevar a cabo el proyecto, se revisó un levantamiento planialtimétrico existente del área, a partir del cual se ha tomado la información necesaria para determinar la ruta que posee el trayecto, sus dimensiones, elevaciones y pendientes, así como las construcciones adyacentes, elementos naturales cercanos, cuerpos de agua próximos, y el comportamiento del terreno.

Posteriormente, fue evaluada la capacidad y funcionalidad de la vía y de los accesos existentes, mediante un completo estudio vial de las condiciones actuales de la carretera. Así mismo, se hizo necesario realizar un conteo vehicular para establecer el flujo de automóviles en determinados momentos del día, el cual fue considerado en el análisis y en la implementación de soluciones.

Tomando en cuenta los resultados de la evaluación, se elaboró la nueva propuesta de diseño de la vía, considerando los datos recabados del levantamiento y del estudio, así como los criterios de la sexta edición del *Green Book*, de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO), del año 2011, con el fin de otorgar solución a la problemática encontrada, realizando el dimensionamiento de los sistemas de drenajes según lo estipula el Ministerio de Obras Públicas (MOP) 1967, al tiempo que se propuso un nuevo sistema de iluminación, con base en los criterios del Código Eléctrico Nacional (CEN) de 1999. Finalmente, se dibujaron las representaciones gráficas necesarias, haciendo uso del programa AutoCAD 2018, y se procedió a estimar los análisis de precio unitario y presupuesto de obra, reflejando el costo de ejecución, influyendo en la factibilidad económica de la solución planteada.

La investigación abarcó la prolongación oeste de la Avenida Bolívar, desde el Distribuidor San Joaquín, (prog. 0+000), hasta la intersección de la Avenida Bolívar con la carretera vieja Anaco-Cantaura (prog. 2+183.92), así como también, se estudió la incorporación de nuevas vías colectoras, proyectadas en el año 2005, en el Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) de Cantaura. De igual modo, se limitó a analizar las condiciones operativas, tomando en cuenta la red de desagüe de aguas de lluvia, los dispositivos de control, y los sistemas de iluminación. La propuesta se restringió a realizar el diseño geométrico del trayecto vial, mejoras en el sistema pluvial y en los mecanismos de iluminación, elaboración de los planos de ingeniería, y la estimación de costos asociados a la obra.

Cabe resaltar, que el proyecto de mejoras en los accesos de la prolongación de la Avenida Bolívar de Cantaura, se considera único e innovador, puesto que, partió de las necesidades de una población en expansión, siendo el primero en estimar mejoras a nivel de ingeniería en esa parte de la ciudad, al tiempo que se tomaron en cuenta factores que inciden en explotar el potencial que posee la capital freiteana, para dar cabida a múltiples actividades socioeconómicas y de otros índoles.

Es por ello, que esta investigación representó un valioso aporte por su originalidad y creatividad. Su relevancia radica en la planificación y desarrollo de Cantaura, garantizando el incremento del potencial de actividades comerciales, trayendo beneficios que se reflejan en una reducción del índice de accidentes de tránsito, así como aporta bienestar al usuario, dando lugar a nuevos proyectos que se apoyen en esta investigación. De igual modo, se estima una importante expansión de la ciudad, debido al apogeo que se prevé a partir de la ejecución de una obra como la propuesta.

Los beneficios que arrojó esta investigación son de carácter superlativo, puesto que de las múltiples etapas que abarca, fue recabada una gran cantidad de información con importancia local y regional, destacando un completo estudio del tramo carretero, así como la propuesta de mejoras para la vía, lo que permitiría una futura implantación, mejorando la calidad de vida de los habitantes, y aumentando la satisfacción del visitante, previendo condiciones de seguridad y confort adecuados, sin que afecten el bienestar colectivo. Del mismo modo, para la Universidad de Oriente, es una contribución que eleva el nombre de esta casa de estudios, siendo referencia a próximas investigaciones afines a la ingeniería civil, enfocadas en la disciplina de la vialidad, su estudio, planificación y optimizaciones.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Proponer mejora vial para los accesos de la prolongación de la Avenida Bolívar, entre progresivas 0+000 hasta 2+183.92 de la ciudad de Cantaura, Municipio Freites, Estado Anzoátegui.

1.2.2 Objetivos específicos

- Revisar el levantamiento planialtimétrico existente del tramo de vialidad entre progresivas 0+000 hasta la progresiva 2+183.92, de la prolongación de la Avenida Bolívar.
- Hacer el estudio vial de las condiciones actuales de la vía.
- Mostrar el diseño geométrico, tomando en consideración las características topográficas del sitio, así como las condiciones de flujo vehicular, y los criterios de diseño del Green Book AASHTO 2011.
- Establecer las dimensiones del sistema de drenajes de aguas de lluvia, bajo los criterios del MOP 1967, y un nuevo sistema de iluminación según lo establecido en el Código Eléctrico Nacional 1999.
- Elaborar los planos de ingeniería con el uso del programa comercial AutoCAD 2018.
- Formular los análisis de precio unitario y presupuesto de obra con el programa IP3 Control de Obras 2014.

1.3 Descripción del área en estudio

1.3.1 Evolución histórica

En términos generales, la zona en la cual se ubica el corredor vial objeto de este proyecto, era ocupada desde tiempos prehispánicos por aborígenes de etnia Kariña, Cumanagoto y Caribe, dedicados a actividades de agricultura y pesca. A partir del año 1740, fecha en la cual fue fundada la ciudad de Cantaura, comienzan a recorrer el lugar las personas provenientes de la población de San Joaquín de Pariri, trayendo consigo la aparición de las primeras viviendas hacia lo que hoy es el casco central de la ciudad.

Básicamente, la comunicación entre la recién fundada Camariapa (primer nombre dado a Cantaura), y otras poblaciones cercanas como Santa Rosa, El Tigre y San Joaquín, se realizaba a través de los valles y paisajes de altiplanicie predominantes en la zona, con lo cual se crearon los primeros senderos y caminos de penetración precedentes a la infraestructura vial establecida actualmente.

Para mediados del siglo XIX, el crecimiento territorial y el desarrollo económico de Cantaura, dieron pie a la creación de las primeras vías asfaltadas en la pequeña población. Con el transcurrir de los años, la vía existente entre la población de San Joaquín de Pariri y la capital freiteana, fue asfaltada en su totalidad, poseyendo una calzada de escasos 7 metros de ancho, que permitía la circulación de los vehículos en ambos sentidos.

En febrero de 1984, en el gobierno del presidente Jaime Lusinchi, se da inicio a la construcción del tramo Anaco-Cantaura de la carretera nacional Barcelona-El Tigre (Troncal 16), culminándose esta vía hasta el Distribuidor El Merey, al suroeste de Cantaura. Para la fecha, con la incorporación de este eje vial, nació la necesidad de conectar a la población cantauense con

la nueva autopista, demandando la planificación y ejecución de dos importantes obras de ingeniería, como lo son el Distribuidor San Joaquín, y la ampliación de la carretera hacia San Joaquín, denominada con el prefijo prolongación oeste, y con el mismo nombre que el tramo que la antecede, Avenida Bolívar, siendo una obra culminada y consolidada en el año 1986.

Se conoce que en las adyacencias de la carretera Cantaura-San Joaquín, se encontraban dos fincas pertenecientes a pobladores de Cantaura; las cuales fueron adquiridas por el gobierno para la ejecución del proyecto. Del mismo modo, luego de inaugurar la prolongación oeste de la Avenida Bolívar, se estableció en el lugar el matadero industrial de bovinos y porcinos de Cantaura, siendo la primera empresa en instalarse en el nuevo corredor vial.

En la medida que el centro poblado creció, su expansión territorial fue caracterizada por un desarrollo hacia el oeste, buscando la vía que conectaba con Barcelona. Esta condición, y la forma de la meseta sobre la que se ubica, determinó la trama urbana de la actualidad, consolidando a la Avenida Bolívar, asfaltada en 1955, como el corredor comercial más importante de la ciudad, y, por ende, la prolongación oeste se convirtió en la principal infraestructura de entrada a la ciudad.

1.3.2 Ubicación geográfica

La prolongación oeste de la Avenida Bolívar de Cantaura, objeto de este estudio, se localiza hacia el noroeste de la localidad, por dentro del límite de la poligonal urbana, y por dentro de los ejidos municipales del año 1992, tal como se puede apreciar en la figura 1. El lugar donde se emplaza este corredor vial, se encuentra colindante a 2 sectores de la ciudad de Cantaura, y a su vez, pertenece a un lugar denominado como “zona verde de

protección”, según se aprecia en el plano sectorizado de la ciudad de Cantaura (2008), perteneciente a la Dirección de Catastro y Desarrollo Urbano, de la Alcaldía del Municipio Pedro María Freites.

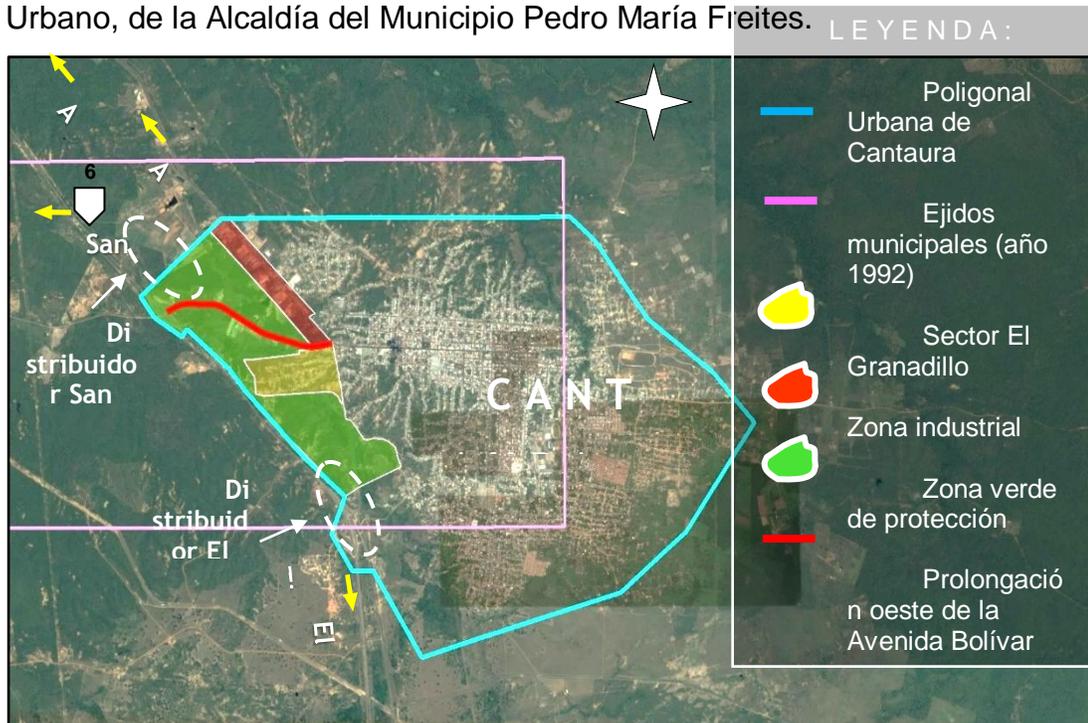


Figura 1. Ubicación geográfica de la prolongación oeste de la Avenida Bolívar
Fuente: autores (2018)

El trayecto vial se encuentra en un importante punto geográfico para el desarrollo de las actividades cotidianas en la población, siendo un punto de confluencia para las personas que se trasladan hacia los lugares adyacentes a este, y puerta de entrada de la ciudad para aquellos que se avecinan.

1.3.2.1 Coordenadas de la vialidad existente

El eje vial que describe la trayectoria de la prolongación oeste de la Avenida Bolívar de Cantaura, se encuentra conformado por 7 vértices principales, así como se muestra en la figura 2. Igualmente, las coordenadas de localización de estos puntos, se han plasmado en la tabla 1, de proyección cartográfica Universal Transversal de Mercator (UTM), y datum

horizontal SIRGAS-REGVEN (Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas - Red Geocéntrica Venezolana).

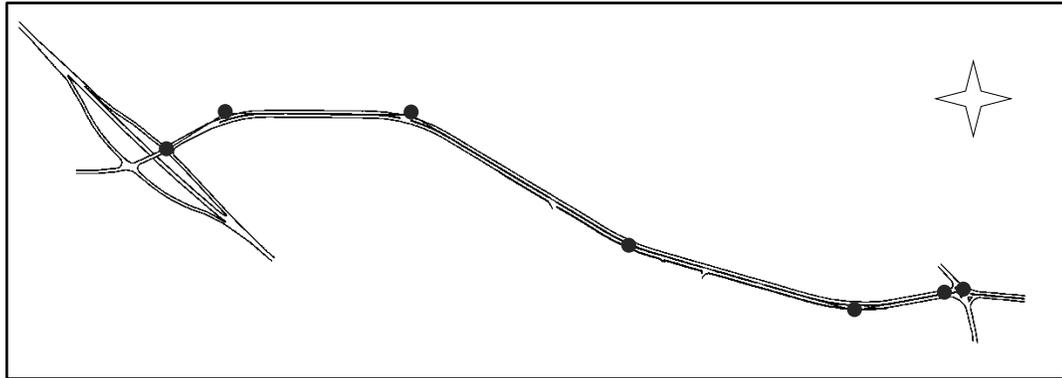


Figura 2. Puntos de coordenadas del eje vial existente, año 2018
Fuente: autores (2018)

Tabla 1 Vértices de eje vial de la prolongación oeste de la Avenida Bolívar de Cantaura

VÉRTICE	NORTE	ESTE
1	1.029.217,0174	349.062,5754
2	1.029.212,9569	349.020,7996
3	1.029.165,3464	348.783,2012
4	1.029.334,7221	348.205,6245
5	1.029.672,3804	347.642,4975
6	1.029.677,1090	347.162,3241
7	1.029.581,8443	347.010,5700

Fuente: Plano sectorizado de la ciudad de Cantaura (en digital)
Dirección de Catastro y Desarrollo Urbano de la Alcaldía del Municipio Freites (2008)

En el plano código T-01, adjunto al final del proyecto en el anexo G, se pueden observar los vértices reflejados en la tabla 1, así como el resto de la información recabada del sitio del proyecto.

1.3.2.2 Colindantes

Los puntos cardinales de la vía en estudio se describen a continuación. (Se recomienda observar la figura 1, o acudir al plano correspondiente al

levantamiento topográfico código T-01, en el anexo G, para apreciar gráficamente esta información).

Las adyacencias del corredor vial son:

- Norte: se encuentran una porción de la zona industrial de Cantaura, y una gran parte de la zona verde de protección, en donde a su vez se emplazan diferentes terrenos municipales, empresas y algunos terrenos privados.
- Sur: en principio limita con una parte del Sector El Granadillo, para luego encontrarse con la zona verde de protección, viéndose instauradas allí algunas empresas de propiedad privada, viviendas particulares aisladas, e importantes servicios de gran relevancia para la región como lo son el Terminal de Pasajeros Pedro María Freites, la Universidad de Oriente extensión Cantaura y el Cuerpo de Bomberos de Cantaura.
- Este: en este punto se localiza la intersección de la Avenida Bolívar con la carretera vieja, la cual conduce hacia las poblaciones de Anaco y El Tigre y es el punto de entrada a la trama urbana de la ciudad.
- Oeste: finalmente, la ruta conduce hacia el oeste, donde limita con el Distribuidor San Joaquín, conectando a la ciudad con la Troncal 16 y con la vía pavimentada hacia el caserío San Joaquín.

1.3.3 Ambiente y medio físico natural

1.3.3.1 Relieve

En el lugar donde se emplaza el tramo vial en estudio, se identificaron dos tipos de paisajes, los cuales son:

- Paisaje de altiplanicie
- Paisaje de valle

El paisaje de altiplanicie es el dominante, distinguiéndose en él dos tipos de relieve:

- Relieve de mesa conservada.
- Relieve de lomas y colinas (mesas ligeramente disectadas y mesas fuertemente disectadas).

El relieve predominante es el de mesa disectada, con diversos grados de disección, dependiendo principalmente de la acción del agua en interacción con el tipo de material litológico. Dentro del paisaje de altiplanicie existen medios deposicionales que se corresponden con el valle del Río Aragua (Trapichito), el cual es un valle longitudinal, alargado y estrecho, orientado de sureste a noroeste, cuyo trazado es bastante rectilíneo. Este tipo de valle es endógeno, es decir, nacido en las mesas, principalmente en sectores de colinas que han permitido la concentración del escurrimiento superficial. Estos valles reciben aportes laterales de las mesas, lomas y colinas por donde discurren.

En términos generales, el área en estudio presenta un relieve de poca elevación, con alturas que oscilan desde los 210.73 m.s.n.m en el punto más bajo de las hoyas en estudio, hasta los 239.45 m.s.n.m en el punto más alto. El desnivel entre estos puntos es de 28.72 metros, y en general predominan pendientes suaves entre 0% hasta 5%. La vialidad tiene alturas que van desde los 210 m.s.n.m en la prog 0+980, hasta los 222 m.s.n.m en la prog 2+100. En este sentido, el desnivel existente entre ambos puntos es de 12 metros.

Hacia el noreste se encuentran lomas con disecciones por acción del agua y el viento, con elevaciones que superan en algunos metros a las que se midieron en la calzada, punto a partir del cual, comienza una progresiva

disminución de la altitud, en sentido norte-sur, a medida que se acerca al valle del Rio Aragua.

1.3.3.2 Geología

El área de Cantaura, en general, está constituida por una capa arenosa superior, intercaladas con gravas de grano grueso y arcillas limosas, y subyacente a esta, se encuentra una capa arcillosa en toda su extensión. Debido a la ubicación geográfica del lugar donde se emplaza la vía, la capa arcillosa ha aflorado por acción de la intensa erosión producida por el discurrir de las aguas, desplazando el material arenoso y exponiendo las arcillas expansivas, por lo que predomina un suelo conformado, en su inmensa mayoría, por arcillas expansivas, intercalando en algunas áreas, una despreciable capa de arena en la superficie.

Sísmicamente, el área de Cantaura se sitúa dentro de la zona 4, según el mapa de zonificación sísmica con fines de ingeniería (1998), de la norma venezolana COVENIN 1756-98, Edificaciones Sismorresistentes.

1.3.3.3 Clima

Las condiciones climáticas propias del lugar donde se emplaza la prolongación oeste de la Avenida Bolívar, se definen como un clima tropical de sabana (Aw), de acuerdo a la clasificación de Koeppen, en donde las temperaturas son muy estables y se presenta un régimen isotérmico, con una variación media mensual inferior a los 5 °C.

El promedio de precipitación anual es de 785,2 mm, según los datos obtenidos por la estación climatológica Cantaura, de latitud 09°18'35" N, longitud 64°21'52" W, y altitud 250 m.s.n.m, registrada con el serial AN02767AP1, perteneciente al extinto Ministerio del Ambiente. Así mismo,

predominan dos condiciones meteorológicas bien definidas, las cuales son, esencialmente, una estación seca entre noviembre y mayo, y una lluviosa que comienza en el mes de junio, prolongándose hasta el mes de octubre. La temperatura media anual es de 25,58 °C, con una máxima y mínima media anual de 32,5 °C y 18,7 °C respectivamente. Igualmente, se prevé que los cambios climáticos durante el año son consecuencia del régimen de lluvias local.

En un registro realizado por el Ministerio del Ambiente durante 50 años (desde 1944 a 1994), se pudo observar un promedio anual de precipitación de 785,2 mm, con amplias variaciones que van desde los 439,3 mm registrados en el año 1987, a los 1133,4 mm leídos en 1970, es decir, casi 700 mm de diferencia entre un año lluvioso y un año que podría definirse como semiárido o seco, observándose 4 años con estas condiciones y 9 años con precipitaciones entre 500 mm y 700 mm.

La estación lluviosa concentra del 70% al 80% de las precipitaciones con un solo máximo en el mes de agosto y ocurre en el verano astronómico. La estación de sequía ocurre en el invierno astronómico y tiene a los meses de febrero y marzo como los más secos. Como puede observarse, las mayores variaciones se encuentran en el parámetro precipitación. A esto habría que agregar que el valor promedio anual de precipitación de 785,2 mm es relativamente escaso si se considera que la evaporación triplica a la precipitación con un valor promedio anual de 2377,1 mm.

La intensidad de las precipitaciones en la zona es un factor que debe ser tomado en cuenta para la adecuación de los sistemas de drenaje y conducción de aguas pluviales, así como la procura de eliminar los efectos erosivos en las terrazas y bases de la vialidad propia, así como de las edificaciones adyacentes al proyecto.

1.3.3.4 Hidrografía y drenaje superficial

El trayecto vial existente, así como la zona adyacente a este, se encuentra sobre la segunda cuenca más importante para la ciudad, la cual es la cuenca del Rio Aragua, curso de agua que recorre de sureste a noreste la región y se encuentra bastante cercano a la zona en estudio.

En efecto, el patrón de drenaje predominante en la zona es dendrítico, la densidad de drenaje es variable y existe predominio de suelos arcillosos y arenosos. Los cursos de agua presentes en el lugar provocaron un proceso consistente en un fuerte entallamiento del terreno, que dieron origen a una serie de lomas alargadas y una moderada erosión en las laderas resultantes, con subsectores de fuerte erosión laminar y concentrada en surcos y cárcavas.

De igual modo, el escurrimiento natural de los cuerpos de agua de la zona, no tienen la competencia suficiente para formar verdaderos escarpes de mesa, debido a que se trata de cursos de agua nacidos relativamente cercanos en las adyacencias de la ciudad, presentando un gradiente muy bajo, por lo que no poseen el recorrido suficiente que les otorgue una mayor competencia a sus aguas.

Los entallamientos resultado de la erosión de la esorrentía superficial, dieron origen al relieve suavemente ondulado de la zona. Así mismo, el comportamiento hidrológico de los cursos de agua está influenciado por el régimen de precipitaciones del área, de régimen intermitente, activándose en la época de lluvia, la cual se concentra en los meses de julio a octubre.

El Rio Aragua, el cual es uno de los más importantes a nivel regional, presenta un recorrido de sureste a noroeste, teniendo como punto de partida diferentes quebradas y pequeñas vertientes de agua al sur de la población

de Cantaura, siendo su nacimiento en las coordenadas 1.020.900 N y 346.620 E, (proyección UTM, datum La Canoa), de acuerdo a su ficha técnica, la cual reposa en el Ministerio del Ambiente, su gradiente es bajo en este punto, obteniendo relevancia a medida que confluyen en él más arroyos provenientes de las montañas y laderas ubicadas al este, para posteriormente atravesar el Sector El Granadillo, punto donde es conducido por un canal de sección trapezoidal revestido de concreto armado por alrededor de 370 metros, para luego seguir su recorrido en sentido oeste, atravesando los municipios Freites, Anaco, Santa Ana, y finalmente Aragua, donde tiene su desembocadura en las coordenadas 1.046.800 N y 288.000 E (proyección UTM, datum La Canoa), en el Río Güere, afluente directo del Río Unare, el cual desemboca en el Mar Caribe.

Las quebradas de las microcuencas que drenan hacia el Río Aragua son de régimen intermitente, con patrones de drenaje dendrítico y subparalelo, con algunos sectores de drenaje angular, la densidad de drenaje es de media a alta, y presenta direcciones variables, sureste-noroeste; este-oeste; noreste-suroeste, dependiendo del punto de las zonas altas en donde nacen.

La naturaleza arenosa de los suelos, le confieren al área poca resistencia a los procesos erosivos, lo que ha originado en los sectores de mayores desniveles con respecto al nivel base del río, una mayor erosión. Esta erosión ha arrasado el material arenoso, aflorando el arcilloso subyacente, que, por su baja permeabilidad, ha provocado un mayor escurrimiento superficial que ha ido entallando el terreno, dando origen a una serie de lomas alargadas en el mismo sentido del escurrimiento con laderas de mayor pendiente que la generalizada en toda el área.

Igualmente, al norte del tramo vial, hacen presencia cuerpos de agua de poca relevancia, entre los que se mencionan diferentes arroyos de régimen intermitente, que circulan en sentido noreste a suroeste, y pequeñas lagunas y anegadizos no permanentes, las cuales concentran las aguas que discurren de estos arroyos, provenientes de los sectores Las Malvinas, Kariñitas, El Bolsillo y la Zona Industrial.

Cabe mencionar algunos problemas de desborde que pudieran presentarse en la zona del proyecto, siendo el más relevante, un desborde de aguas del Río Aragua, principalmente debido a las características de su cauce. Este río ha formado una vega amplia y llana y una angosta planicie que pudiera recibir los efectos de un posible desborde en momentos de intensas precipitaciones, las cuales activarían el río de manera intensa e inmediata, sin tener éste posibilidad de contener el caudal por la poca profundidad de su cauce, ni escurrir rápidamente sus aguas por la poca pendiente que presenta aguas abajo. Esta situación puede presentarse al sur del área del proyecto, al suroeste de la ciudad cantauense y se estima que no afectaría el terraplén de la vía.

1.3.4 Estructura y desarrollo urbano

Desde la concepción de la zona en la cual se emplaza la prolongación oeste de la Avenida Bolívar, conformada por varios sectores, hasta la actualidad, se fueron desarrollando múltiples proyectos de gran envergadura, con impacto local y regional, cubriendo y beneficiando la zona oriental del país, abarcando las áreas de educación y servicios públicos. Entre los proyectos más significativos se encuentran:

- Terminal de Pasajeros Pedro María Freites (público)
- Cuerpo de Bomberos de Cantaura (público)

- Universidad de Oriente (UDO), extensión Cantaura (público)

Este desarrollo urbano ha sido caracterizado por emplazarse en las adyacencias del corredor vial, notablemente cercanos a la calzada, siendo los de carácter público, parte de un conjunto de servicios realizados por la gestión municipal.

El entorno urbano presente en el área, se enmarca en una trama urbana organizada y planificada, con visión de crecimiento y expansión, presentando actualmente, un comportamiento que parece obedecer al lineamiento que describe la prolongación de la Avenida Bolívar, siendo la única arteria vial en el lugar. En este orden de ideas, se prevé la incorporación de vías colectoras y arteriales, según se estipula en los planes de expansión y desarrollo de Cantaura.

1.3.5 Zonificación y variables urbanas

Según lo señalado en el Artículo 13, del Capítulo III: Zonas de Regulación Urbana, de la Ordenanza sobre Zonificación de la ciudad de Cantaura (2005), publicada en Gaceta Municipal, Edición Extraordinaria N°46, del mismo año, se establece que la localidad se encuentra dividida en once (11) áreas de regulación urbana, de lo que se determinó, en base al plano IV.1, poligonal y sectorización propuesta, del Plan de Desarrollo Urbano Local del mencionado suburbio (2004), que la zona donde se encuentra localizada la prolongación oeste de la Avenida Bolívar, se caracteriza por ubicarse en tres zonas, denominadas, en primer lugar, Zona de Centros de Servicios Regionales (ZCSR), descrita en el Capítulo XII, Artículos 42, 43 y 44, donde se decreta que:

Artículo 42: “La Zona de Centros de Servicios Regionales (ZCSR) se destinan a usos y equipamientos que sirvan tanto a la ciudad

de Cantaura como a otras ciudades y centros poblados de la región. De acuerdo a lo previsto en el Plan, requieren de la dotación de equipamientos urbanos y mejoras en la accesibilidad.”

Así mismo, en el artículo 43, claramente se muestran las variables urbanas fundamentales a las que se deben limitar las edificaciones de la zona, mostradas en la tabla 2 a continuación. Estas zonas serán objeto de un plan especial, el cual definirá actuaciones específicas y un diseño de conjunto para el centro de servicios regionales, según lo estipulado en el artículo 44 de la ordenanza.

Tabla 2 Variables urbanas fundamentales (ZCSR)

Zona de Centros de Servicios Regionales	
	Industria no contaminante
	Servicios industriales
	Equipamientos metropolitanos y de escala regional
Usos permitidos	Comercios metropolitanos
	Vivienda multifamiliar
	Hoteles
	Estaciones de servicio
	Usos complementarios
Parcela mínima	720 m ²
% de construcción	120 %
% de ubicación bruta	30 %
Retiro de frente (alineamiento fijo)	0 m
Retiro lateral	0 m
Retiro de fondo	9 m
Altura máxima	12 m

Fuente: Ordenanza Municipal sobre zonificación de la ciudad de Cantaura (2005)

En segundo lugar, las Zonas de Áreas de Protección y Parques Urbanos (ZAP-PU), quedan enmarcadas por lo decretado en el Capítulo VII, artículos 23 al 26, donde se establece que son lugares, que, debido a su topografía y otras características naturales, han sido reservadas para

actividades de recreación. Según el artículo 24, en estas áreas se permitirá la construcción de los equipamientos propios de lugares recreacionales, tales como mobiliario urbano, parques infantiles, así como actividades comerciales y de hospedaje de baja intensidad (posadas) complementarias a la actividad recreacional.

Más adelante, en los artículos 25 y 26, se establece que, para la construcción o aprovechamiento de los suelos pertenecientes a estas zonas, se deberá someter ante las autoridades municipales competentes, un proyecto, el cual deberá ser compatible con la propuesta del PDUL.

Por último, lo que refiere a las Zonas de Nuevos Desarrollos (ZND), se establece en el Capítulo XI, artículos 39, 40 y 41, que son zonas que constituyen las áreas de expansión futura de la ciudad de Cantaura. De acuerdo a lo previsto en el Plan, requieren de la dotación de equipamientos urbanos y mejoras en la accesibilidad. Siguiendo, se dice que estarán estrechamente relacionadas con el casco central y entre sí mismas, integradas por el sistema de trazados urbanos, a fin de asegurar la consolidación de una estructura urbana coherente.

Las variables urbanas fundamentales, se describen en el artículo 41, siendo las mostradas a continuación en la tabla 3

Tabla 3 Variables urbanas fundamentales ZND

Caso A: viviendas unifamiliares aisladas	
Densidad neta máxima	70 hab / ha.
Parcela mínima	500 m ²
% de Construcción	80 %
% de ubicación (bruta)	45%
Retiro de frente (alineamiento fijo)	4 m

Retiro lateral	3 m
Retiro de fondo	3 m
Altura máxima	6 m

Caso B: Viviendas unifamiliares pareadas o bifamiliares

Densidad neta máxima	120 hab / ha.
Parcela mínima	360 m ²
% de Construcción	80 %
% de ubicación (bruta)	45 %
Retiro de frente (alineamiento fijo)	3 m
Retiro lateral	3 m en un lado
Retiro de fondo	3 m
Altura máxima	6 m

Caso C: Viviendas unifamiliares continuas

Densidad neta máxima	120 hab / ha.
Parcela mínima	500 m ²
% de Construcción	120 %
% de ubicación (bruta)	70 %
Retiro de frente (alineamiento fijo)	3 m
Retiro lateral	0 m
Retiro de fondo	3 m
Altura máxima	6 m

Fuente: Ordenanza Municipal sobre zonificación de la ciudad de Cantaura (2005)

De igual modo, en el parágrafo segundo, del artículo 41, se establecen ciertas condiciones que deberán cumplir las edificaciones a construir en esa zona, alineadas con el Plan de Desarrollo pautado en el año 2005

1.3.6 Aspectos socioeconómicos

En lo que respecta al desarrollo de actividades socioeconómicas y de prestación de servicios, el área donde se emplaza la prolongación oeste de

la Avenida Bolívar, destaca por albergar en sus cercanías diversas empresas e instituciones de carácter público y privado, con prevalencia en la zona desde hace varios años. A seguir, se mencionan las más relevantes:

- Emisora Yes 103.5 FM (privado)
- Matadero de Cantaura (público)
- Construcciones y Servicios Dioyerca C.A (privado)
- Inversiones Veracer C.A (privado)
- Alquileres Industriales C.A (ALQUINCA) (privado)
- Falcón C.A (patio de Manuel Emilio Paraguacuto) (privado)
- Terreno empleado para instalaciones de antena repetidora, propiedad de la emisora Radio Centro 610 AM (privado)
- Lote de tierras con fines de explotación minera, propiedad de Alfarería Alcan C.A (privado)

Cabe mencionar el desarrollo y proyección de algunas obras que están planificadas a ejecutarse en las inmediaciones del tramo vial, los cuales albergarán el apogeo de un gran número de actividades, empresas, y servicios mixtos. Entre estos proyectos se mencionan:

- Complejo habitacional “Paseo Aurora” (privado).
- Centro Comercial Cantaura Mall (privado).
- Hotel Cantaura (privado).
- Estación de servicio (privado).
- Sede del Instituto Nacional de Tránsito Terrestre (INTT) (publico).
- Otros proyectos, aún en fase de propuesta y planificación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

González (2014), emprendió un proyecto que tuvo como propósito el mejoramiento del sistema vial del Puente Mapocho, ubicado en el km 10+360, de la ruta 68 en Chile, en el cual hizo énfasis sobre la inseguridad existente en el lugar. El investigador usó estadísticas de organismos competentes del país suramericano, así como normativas en el estudio de la seguridad vial, realizando y evaluando información, a través de observaciones de campo y variada revisión bibliográfica sobre el tema en cuestión.

De este modo, se considera el material que expone el autor en materia de seguridad del conductor y estudio metodológico, lo cual forma uno de los criterios más importantes en el diseño y dimensionado de las carreteras, y claro está, es una de las problemáticas que se observaron en la prolongación oeste de la Avenida Bolívar de la ciudad de Cantaura, y, por ende, se abordaron diferentes criterios descritos por el autor para esta investigación.

Así mismo, Guerra (2013), llevó a cabo un proyecto cuya finalidad fue diseñar un plan de mantenimiento correctivo y preventivo en la autopista Francisco Fajardo, en un tramo de 7,1 km entre Caricuaó y el Puente Los Leones, en Caracas, Municipio Libertador, D.F. El estudio consistió en la evaluación de las condiciones que presentaba el trayecto vial, para así determinar los problemas reales en materia de ingeniería, entre ellos, falta o

deterioro de señalización, deficiencia de iluminación, obstrucción de sumideros, daños en el pavimento y crecimiento de maleza.

La investigación señalada, ha sido un excelente apoyo para el desarrollo del proyecto de mejoras en los accesos de la prolongación de la Avenida Bolívar, puesto que la misma consiguió realizar e implementar técnicas y herramientas que guardan relación con el estudio del flujo vehicular y el entorno donde circulan, así como se contemplan actividades programadas de mantenimiento y supervisión, contando además con definiciones y teorías que aportaron grandes beneficios al desarrollo del presente trabajo de grado.

Igualmente, Arrayago (2013), presentó una investigación similar, cuyo objetivo principal fue proponer un diseño vial de la distribución del puente Bárbula, en Naguanagua, Estado Carabobo, con la finalidad de evitar los problemas de tráfico que presentaría el trayecto vial, producto del crecimiento continuo protagonizado en Naguanagua. Más tarde, el investigador señala, que eran requeridos canales de incorporación y desincorporación más amplios, acordes a la gran demanda a la cual debían servir. La metodología usada por el autor fue desarrollada bajo lineamientos de proyecto factible, apoyada con diseño de campo y nivel de investigación descriptivo.

Esta investigación se encuentra estrechamente vinculada con el propósito del presente proyecto, por lo cual fueron consultadas las técnicas y herramientas usadas, así como los criterios y diseños que fueron adoptados para la evaluación y propuestas expuestas por el investigador.

Por último, Vilorio y Alegría (2013), realizaron un estudio de vialidad en tres principales avenidas de la localidad de Maracaibo, Estado Zulia, para la realización de un proyecto enmarcado en mejorar los dispositivos de control en las avenidas Las Delicias, El Milagro y La Limpia, de la capital del estado. Esta investigación se asentó en la necesidad fundamental de la movilización vehicular en las grandes ciudades, y la importancia del control del flujo

automotor para prevenir condiciones adversas para el usuario. De tal modo, realizaron un diagnóstico de la situación que presentaban los sistemas de control, para finalmente, proponer algunas optimizaciones de demarcación vial, colocación de múltiples señalizaciones, construcción de semáforos; así como la posibilidad de reparar o remover los dispositivos que a su juicio lo ameritaban.

En este sentido, las mejoras planteadas a realizar en las avenidas de la ciudad occidental, benefician a la investigación llevada a término en la prolongación de la Avenida Bolívar, puesto que ese estudio evalúa cada dispositivo de control vehicular por separado, así como las herramientas usadas para el análisis y propuestas realizadas, por lo que mucho de lo expuesto en líneas generales, ha sido empleado y estudiado a fin de cumplir con el objetivo de esta investigación.

2.2 Bases teóricas referenciales

2.2.1 Topografía

Para Jiménez (2007), la elaboración y ejecución de cualquier proyecto de ingeniería que tenga como asiento la superficie de la tierra, amerita saber el comportamiento de esa porción de suelo. Más adelante afirma que, la topografía como ciencia aplicada, a partir de principios, métodos y con la ayuda de instrumentos, permite representar gráficamente las formas naturales y artificiales que posee la superficie terrestre. Los procedimientos destinados a lograr esta representación se denominan levantamiento topográfico, y al producto se le conoce como plano, el cual contiene la proyección de los puntos de terreno, ofreciendo una visión del sitio levantado.

La idea expuesta por Jiménez, guarda gran coherencia con las actividades de los primeros objetivos del presente estudio, ya que serán estudiadas todas las condiciones que ofrece el suelo en esa parte de la ciudad, para la implantación y proyección de las propuestas que se ameriten.

2.2.2 Levantamiento topográfico

Un levantamiento topográfico es el conjunto de operaciones, en campo u oficina, requeridas para obtener la posición de los puntos (ibidem), además, consiste en la toma o captura de los datos que conducirán a la elaboración de un plano. De tal modo, los resultados de estos procedimientos, se emplean en el ámbito de la ingeniería y construcción para elaborar planos de la superficie terrestre, trazar lineamientos, ejes y linderos para nuevos proyectos; calcular áreas, volúmenes o dimensiones de cuerpos naturales, y dirigir o revisar actividades en campo, por lo que su aplicación en este proyecto, es relevante y se vincula para todas las actividades a realizar.

2.2.2.1 Topografía aplicada en proyectos viales

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) (1997), establece en el capítulo IV de las Normas para el Proyecto de Carreteras, las condiciones generales que debe cumplir la información recabada del levantamiento topográfico para proyectos de vialidad. Entre estas consideraciones están: la obligación de realizar el levantamiento mediante un sistema de coordenadas rectangulares, la orientación del levantamiento al norte verdadero, la necesidad de los puntos de control altimétricos, además de expresar los puntos de enlaces, elevaciones, escala, fecha del levantamiento y profesional responsable. Más adelante, señala que además de los datos que configuran el relieve del terreno, deben aparecer también

todos aquellos que faciliten el proyecto y la posterior construcción de la obra, entre los cuales destacan:

- Datos de las referencias implantadas en el campo, que incluyen coordenadas, elevaciones, distancias y ángulos.
- Bienhechurías.
- Uso de la tierra.
- Características generales de la vegetación.
- Linderos y nombre de los propietarios u ocupantes.
- Servidumbres existentes.
- Servicios instalados, como postes de teléfono y electricidad.
- Tuberías, indicando diámetro, material y líquido que transporta.
- Indicación precisa de obras de drenaje existentes: material, dimensiones, cotas de entrada y salida, marcas de agua existentes.
- Anomalías geológicas observables, como derrumbes, cárcavas.

De igual modo, se enfatiza la importancia de las características topográficas para la determinación de la ruta más apropiada para la vialidad, influyendo de manera directa en el trazado final y en el costo asociado a su ejecución, destacando que condicionan la tipología elegida y los rasgos geométricos.

Las acotaciones descritas por el MTC, sirvieron de ayuda en guardar los lineamientos que deben respetarse en los levantamientos planialtimétricos para los proyectos viales, en particular, el estudio de mejoras en los accesos de la prolongación oeste de la Avenida Bolívar de Cantaura.

2.2.2.2 Tolerancia

Según Hernandez (2012), “La tolerancia en un levantamiento topográfico, es el error máximo positivo o negativo que se está dispuesto a aceptar y que, por lo tanto, sirve como criterio de decisión” (pág. 15). Si este error no se rebasa, se considera que el trabajo cumple con la precisión buscada y por lo tanto se acepta, por el contrario, si esto no ocurre, el trabajo en principio debe rechazarse.

Todas las poligonales y nivelaciones para proyectos de carreteras deberán ser cerradas, y los cierres deben cumplir con las tolerancias señaladas a continuación:

- El error angular admisible (en minutos) debe ser igual o menor a $1,50 \bar{n}$, siendo n el número de angulos de la poligonal
- El error lineal admisible (en metros) debe ser menor o igual a $0,05 \bar{L}$, siendo L la longitud total de todos los lados de la poligonal
- En la nivelación topografica, el error admisible (en milímetros), no será mayor a $12 \bar{L}$, siendo L la longitud nivelada en Km,
- En la nivelación de los puntos de detalle, se admitira un error máximo de 0,10 metros, pudiendo efectuarse taquimetricamente

2.2.3 Poligonales

La poligonación es uno de los procedimientos topograficos más comunes. Las poligonales se usan generalmente para establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalle y elaboración de planos, para el replanteo de proyectos y para el control de ejecución de obras. Según Lopez (1999), “una poligonal es una sucesion de líneas quebradas, conectadas entre si en los vertices” (pág. 48)

El trazado de una poligonal es la operación de establecer las estaciones de la misma y hacer las mediciones necesarias, es uno de los procedimientos fundamentales y más utilizados en la práctica para determinar las posiciones relativas de puntos en el terreno, de este modo, las cotas en una poligonal pueden determinarse, a través de una nivelación trigonométrica, con las lecturas de mira y ángulos verticales leídos en el teodolito para cada estación.

2.2.3.1 Poligonal abierta.

Las poligonales abiertas se usan en los levantamientos para vías terrestres, en general, deben evitarse porque no ofrecen medio alguno de verificación por errores. Para Lopez (idem), la poligonal abierta está compuesta por una serie de líneas unidas, las cuales no regresan al punto de partida, ni cierran en un punto con igual o mayor orden de exactitud. Pueden empezar y terminar en alineaciones ya existentes, cuya dirección y situación son conocidas.

2.2.3.2 Poligonal cerrada.

Estas permiten la comprobación de los ángulos y de las distancias medidas, consideración que es de extrema importancia si se emplean extensamente en levantamientos de control, de propiedades y de configuración para construcción. Al respecto, Lopez (ibidem), dice que es aquella que parte de un punto de coordenadas conocidas y regresa al mismo punto.

En una poligonal cerrada se puede apreciar lo siguiente:

- Las líneas regresan al punto de partida formando así un polígono (geométrica y analíticamente) cerrado.

- Terminan en otra estación que tiene una exactitud de posición igual o mayor que la del punto de partida.

2.2.4 Nivelación

Según Alcántara (2014), es un método que se utiliza para definir las posiciones relativas o absolutas de los puntos sobre la superficie terrestre, proyectadas sobre el plano vertical y que sirve para determinar diferencias de elevación entre puntos de la tierra.

2.2.4.1 Nivelación directa, topográfica o geométrica

Es el sistema mas empleado en trabajos de ingeniería, pues permite conocer rápidamente diferencias de nivel por medio de lectura directa de distancias verticales. Para Alcantara (idem), este tipo de nivelación permite determinar directamente las elevaciones o alturas de diversos puntos, midiendo las distancias verticales con referencia a una superficie de nivel cuya altura se conoce, y de esta manera poder determinar la elevación o cota de dichos puntos.

Para este tipo de nivelación los métodos que se utilizan son:

a) Nivelación simple, es aquella nivelación en la cual, desde una misma estación o puestas de aparato, se denominan los desniveles y las cotas de uno o varios puntos ya sea alineados o dispersos. Puede hacerse por el método del punto medio o por el de punto extremo.

- Método del punto medio: es el más recomendable y el que ha de usarse, siempre que sea posible, por eliminar todos los errores sistemáticos del nivel. La representación de este metodo se

aprecia en la figura 3, el cual consiste en estacionar un nivel a la mitad de las distancias que separa los 2 puntos cuyo desnivel se pretende hallar, la diferencia de las lecturas de mira entregará el desnivel. La nivelación es mas precisa a distancias cortas que a distancias largas y por eso suele limitarse la longitud de nivelado a unos 100 pasos como máximo, equivalentes a unos 80 m.

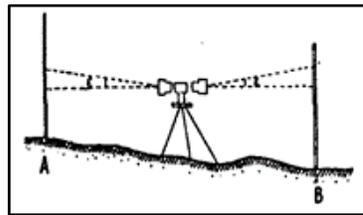


Figura 3. Método del punto medio en la nivelación simple.
Fuente: Alcantara (2014)

En la figura 3 se suponen dos miras colocadas verticalmente en A y en B, puntos cuyo desnivel se desea hallar. Un instrumento estacionado en un punto intermedio permitirá dirigir una visual horizontal a cada mira, obteniéndose las lecturas respectivas ma y mb ; el desnivel entre los puntos A y B vendrá dado por la expresión:

$$Z_B^A = mb - ma$$

(Ec. 1)

Donde:

Z_B^A = Desnivel entre el punto B y el punto A (m).

mb = lectura de la mira en el punto B (m).

ma = lectura de la mira en el punto A (m).

- Método del punto extremo: por este método, reflejado en la figura 4, se estacionara el instrumento en uno de los puntos y se colocara la mira en el otro. Si la visual es horizontal el desnivel vendrá dado por la expresión:

$$Z_A^B = i - m$$

(Ec. 2)

Donde:

Z_A^B = Desnivel entre el punto A y el punto B.

i = diferencia entre alturas del Instrumento (m).

m = lectura de la mira (m).

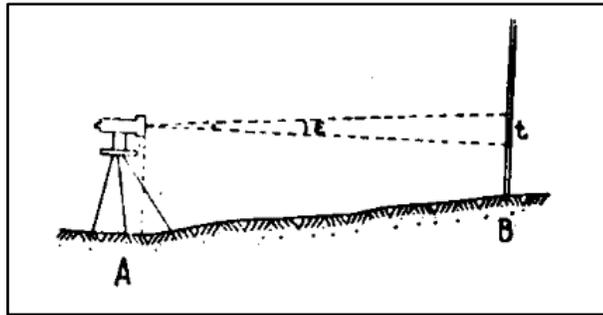


Figura 4. Nivelación por el método del punto extremo

Fuente: Ibidem

Este método exige el empleo de desniveles exactamente corregidos, ya que los errores sistemáticos residuales se transmiten íntegramente a la lectura de mira sin compensación alguna. Este método no puede ser utilizado en distancias superiores de 100 m.

- b) Nivelación compuesta: es una cadena de nivelaciones simples, cuyos puntos auxiliares reciben el nombre de puntos de cambio y son considerados como bancos de nivel momentáneamente para con ellos llegar al punto deseado. Es empleado cuando el sistema es bastante quebrado, o las visuales resultan demasiado largas (> 300 m).
- c) Diferencial, este procedimiento proporciona el desnivel entre dos o más puntos por medio de la diferencia entre las lecturas hechas sobre las lecturas de atrás y adelante vistas a través de un nivel. La posición relativa de los puntos se determina directamente restando a la lectura de atrás la lectura hecha adelante. Si se conoce la posición absoluta de los

puntos, es posible conocer la de cualesquier otro cercano a el y así ambos estarán referidos a una superficie de nivel.

2.2.4.2 Banco de nivel o *Bench Mark* (BM)

Es un punto de referencia cuya altitud con respecto a un plano es conocida. El banco de nivel, comúnmente conocido como BM por sus siglas del inglés *Bench Mark*, se usa como punto de arranque o punto de cierre de una nivelación. Generalmente, este punto es colocado por un topógrafo en un sitio predeterminado, notable, invariable y duradero, usando para ello una placa de aluminio, bronce o metal, sin embargo, en ocasiones, para estas referencias, se usan elementos fijos de la naturaleza encontrados en el terreno, o bien un determinado objeto artificial en el lugar. Cabe decir que pueden existir múltiples BM para una misma nivelación, siendo comúnmente empleados 2 en nivelaciones pequeñas (menores a 10 Ha), o según el criterio del profesional en la obra.

2.2.5 Clasificación de las carreteras

Todo trayecto vial posee una clasificación particular usada por los organismos y usuarios para distinguirlas de otras vías. En específico, en Venezuela, esa clasificación es hecha por el MTC, tomando en cuenta las características de la vía para ello. De tal modo, se distinguen la clasificación administrativa, la clasificación funcional y la clasificación según su geometría.

2.2.5.1 Clasificación administrativa:

Esta clasificación está contenida en la Nomenclatura y Características Físicas de la Red de Carreteras de Venezuela del MTC (1979), donde se establece la categorización como sigue a continuación:

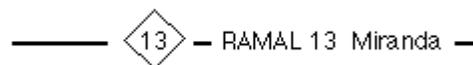
- Troncales: Son vías que contribuyen a la integración nacional, proveyendo la conexión interregional y la comunicación internacional. Su simbología y señalización tienen rango nacional.



- Locales: Son vías de interés regional, que permiten la comunicación entre centros poblados. Deben poder orientar el tránsito proveniente de ramales y sub-ramales hacia las Vías Troncales. Su simbología y señalización tienen rango estatal.



- Ramales: Son vías de interés local, que conectan diversos centros generadores de tránsito, orientando el mismo hacia la red Local o Troncal. Su simbología y señalización tienen rango estatal.



- Subramales: Son vías de interés local, que conectan caseríos o centros generadores de tránsito específicos, orientando el mismo hacia redes viales de mayor jerarquía. Generalmente no tienen continuidad. Su simbología y señalización tienen rango estatal y es semejante a los Ramales

2.2.5.2 Clasificación funcional

Según la función que la vía desempeña, y las características propias del flujo vehicular, se dividen en:

- Arterial: vía en la que predomina el tránsito de paso.
- Colectora: vía, cuya función predominante es recoger el tránsito generado por el entorno y conducirlo hacia el Sistema Arterial.

- Local: vía cuya función predominante es proveer acceso a los desarrollos adyacentes.

2.2.5.3 Clasificación según su geometría

Tomando en cuenta sus dimensiones, carriles por sentido, así como características que describen la geometría del trazado vial, se clasifican en:

- Autopista: son vías con divisoria física continua entre los sentidos del tránsito y con control total de accesos. Las calzadas pueden tener alineamientos independientes o ser paralelas. Cada calzada debe tener por lo menos una franja de estacionamiento de emergencia (hombrillo).
- Vía expresa: son vías con divisoria física entre los sentidos del tránsito, que puede tener aperturas ocasionales y con control parcial de accesos. Las calzadas pueden tener alineamientos independientes o ser paralelas. Cada calzada debe tener por lo menos una franja de estacionamiento de emergencia (hombrillo).
- Carreteras: son vías sin divisoria física entre los sentidos del tránsito. La calzada puede tener más de un canal por sentido.

Para el desarrollo del presente estudio, fueron tomadas en cuenta estas fuentes, a fin de obedecer los parámetros del organismo, y realizar la correspondiente caracterización del tramo vial entre el Distribuidor San Joaquín y la entrada de la población cantauense.

Del mismo modo, el MTC continúa recomendando la inclusión de un hombrillo a cada lado de la calzada, sobre todo cuando se prevean volúmenes de tránsito considerables. De igual modo, establece como inaceptable la inclusión de un canal central con doble sentido de circulación; y por último indica que los accesos deben cumplir con las condiciones relativas a visibilidad y espaciamento, contempladas en estas normas.

2.2.6 Capacidad vehicular de una carretera

Cerquera (2007), define la capacidad de una infraestructura de transporte, como una medida de la oferta del mismo, la cual refleja su facultad para acomodar un flujo de vehículos o personas. De tal modo, al interactuar la oferta con la demanda, se tendrán unas condiciones que definen la calidad del flujo; lo que se conoce como el nivel de servicio.

Esta capacidad vehicular debe ser considerada para emprender proyectos de análisis de tránsito y planificaciones de las vías, por lo que resulta obvia su aplicación en este proyecto.

2.2.7 Nivel de servicio

El concepto de nivel de servicio se utiliza para evaluar la calidad del flujo, y se define como una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, y de su percepción por los conductores o pasajeros (op. cit. pág. 26). Estas condiciones se describen en términos de factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones a la circulación, la comodidad, las conveniencias, y la seguridad vial.

Se han adoptado seis niveles para la medición del servicio, denominados según las 6 primeras letras del abecedario (niveles A, B, C, D, E, y F). Cada uno de estos, representa un rango de flujo ideal, que se denomina volumen de servicio. En la tabla 4, se describen en detalle las características que posee cada nivel, clasificando el mismo para carreteras y para autopistas. Cabe decir, que toda vía posee su propio nivel de servicio, siendo el más idóneo el nivel "A", el cual se tomó como norte para las mejoras planteadas en la prolongación oeste de la Avenida Bolívar de Cantaura.

Tabla 4 Niveles de servicio

NIVEL DE SERVICIO	CARACTERÍSTICAS
<u>En carreteras (volúmenes totales en ambos sentidos)</u>	
A	Flujo libre. Velocidad de operación ≥ 95 km/h. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 500 veh/h. Libertad para adelantar 75%.
B	Flujo estable. Velocidad de operación ≥ 85 km/h. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 850 veh/h. Alguna restricción en las maniobras para adelantar.
C	Flujo estable. Velocidad de operación ≥ 80 km/h. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 1500 veh/h. Restricciones en las maniobras para adelantar.
D	Flujo próximo a inestable. Velocidad de operación ≥ 80 km/h. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 2400 veh/h
E	Flujo inestable. La velocidad de operación es menor de 80 km/h, aunque puede variar mucho. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 3200 veh/h, igual a la capacidad.
F	Flujo forzado, intermitente, con características imprevisibles. La velocidad de operación será menor de 50 km/h y el volumen de servicio será alrededor de 2000 veh/h.
<u>En autopistas</u>	
A	Flujo libre. Velocidad de operación ≥ 95 km/h. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 1400 veh/h en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 700 veh/h adicionales.
B	Flujo estable. Velocidad de operación ≥ 90 km/h. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 2200 veh/h en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 700 veh/h adicionales.
C	Flujo estable. Velocidad de operación ≥ 80 km/h. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 3100 veh/h en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 1550 veh/h adicionales.
D	Flujo próximo a inestable. Velocidad de operación es alrededor de 65 km/h. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 3700 veh/h en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 1850 veh/h adicionales.
E	Flujo inestable. La velocidad de operación varía entre 50 y 55 km/h. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 2000 veh/h por canal e igual a la capacidad.
F	Flujo forzado. La velocidad varía entre 50 km/h e intermitente. El volumen de servicio carece de significado para caracterizar este nivel.

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (1997)

2.2.8 Aspectos fundamentales en el diseño y evaluación de una vía

Agudelo (2002), establece que existen algunos aspectos que son de gran importancia en el trazado y diseño de una vía. Asimismo, un proyecto de carreteras involucra un grupo interdisciplinario de profesionales y múltiples

estudios que condicionan o están condicionados por el trazado y el diseño geométrico. Los estudios son:

- Estudio de tránsito, capacidad y niveles de servicio: debe ser uno de los primeros estudios. Se encarga de estimar los volúmenes de tránsito esperados en el momento de dar en servicio la vía y su comportamiento a lo largo de la vida útil de ésta. Del mismo modo el nivel de servicio se refiere a la calidad de servicio que ofrece la vía a los usuarios.
- Estudio de señalización: se refiere a la especificación y ubicación de las diferentes señales verticales, preventivas, informativas y reglamentarias; así como el diseño de las líneas de demarcación del pavimento.
- Estudio de suelos: todas las estructuras a construir deben de tener su correspondiente estudio de suelos con el fin de diseñar la estructura más adecuada de acuerdo a la capacidad de soporte del suelo.
- Estudio de hidrología, hidráulica y socavación: a lo largo del trazado de una carretera se requiere ubicar, diseñar y construir las obras de drenaje para que las diferentes corrientes de agua atraviesen la banca de tal forma que se garantice la estabilidad de esta y se tenga el mínimo efecto sobre el medio ambiente.
- Diseño geométrico. Se encarga de determinar las características geométricas de una vía a partir de factores como el tránsito, topografía y velocidades, de modo que se pueda circular de una manera cómoda y segura. Los elementos del diseño geométrico son:
 - Alineamiento horizontal: compuesto por ángulos y distancias formando un plano horizontal con coordenadas norte y este.

- Alineamiento vertical: compuesto por distancias horizontales y pendientes dando lugar a un plano vertical con abscisas y cotas.
 - Diseño transversal: consta de distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas.
- Estudio de impacto ambiental. Se encarga de determinar el impacto que pueda tener la construcción de una vía sobre el área de influencia de ésta. Pero además de esto, se debe de indicar cuáles son las medidas a tener en cuenta para mitigar o minimizar estos efectos.

Los estudios recién señalados, han sido especialmente tomados como válidos para la proyección del diseño de la propuesta para el tramo vial de la zona en estudio, incluyendo a estos, los criterios que se mencionan a continuación.

2.2.8.1 Vehículos de diseño

Al respecto, la AASHTO en el capítulo 2, numeral 2.1.1, señala que el diseño geométrico, elementos de control y características físicas de las carreteras, deben ser proporcionales al tamaño de los diferentes vehículos que transiten por ella. De igual modo, continúa diciendo que debe realizarse un estudio apropiado, estableciendo un grupo general, y seleccionar los vehículos representativos, tomando en cuenta no sólo dimensiones, sino también el peso y características operacionales de estos.

En general, se encuentran establecidos cuatro grandes grupos, los cuales son: vehículos de pasajeros, buses, camiones, y vehículos recreacionales. A su vez, estos grupos están conformados por diferentes

variantes y tipologías, tal como lo continúa señalando de manera textual el autor, y cuya clasificación se muestra a continuación en la tabla 5, extraída de *A Policy on Geometric Design of Highway and Streets* (Política de Diseño Geométrico de Carreteras y Autopistas), conocido como *Green Book* (Libro Verde), elaborado por la *American Association of State Highways and Transportation Officials* (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transporte) del año 2011.

En la tabla 5, se pueden apreciar las diferentes clasificaciones de vehículo de diseño, así como también se indican las dimensiones que rigen a cada variante, entre las que se pueden mencionar la altura, ancho, largo, distancia entre ejes, distancia del primer eje al frontal del vehículo, distancia del último eje hacia la parte posterior del automóvil, y algunas combinaciones en el caso de las unidades con acople y arrastre de tráiler.

Tabla 5 Vehículos de diseño según la AASTHO

Design Vehicle Type	Symbol	Dimensions (m)											
		Overall			Overhang		WB ₁	WB ₂	S	T	WB ₃	WB ₄	Typical Kingpin to Center of Rear Tandem Axle
		Height	Width	Length	Front	Rear							
Passenger Car	P	1.30	2.13	5.79	0.91	1.52	3.35	—	—	—	—	—	—
Single-Unit Truck	SU-9	3.35-4.11	2.44	9.14	1.22	1.83	6.10	—	—	—	—	—	—
Single-Unit Truck (three-axle)	SU-12	3.35-4.11	2.44	12.04	1.22	3.20	7.62	—	—	—	—	—	—
Buses													
Intercity Bus (Motor Coaches)	BUS-12	3.66	2.59	12.36	1.93	2.73 ^a	7.70	—	—	—	—	—	—
	BUS-14	3.66	2.59	13.86	1.89	2.73 ^b	8.69	—	—	—	—	—	—
City Transit Bus	CITY-BUS	3.20	2.59	12.19	2.13	2.44	7.62	—	—	—	—	—	—
Conventional School Bus (65 pass.)	S-BUS 11	3.20	2.44	10.91	0.79	3.66	6.49	—	—	—	—	—	—
Large School Bus (84 pass.)	S-BUS 12	3.20	2.44	12.19	2.13	3.96	6.10	—	—	—	—	—	—
Articulated Bus	A-BUS	3.35	2.59	18.29	2.62	3.05	6.71	5.91	1.89 ^b	4.02 ^b	—	—	—
Combination Trucks													
Intermediate Semitrailer	WB-12	4.11	2.44	13.87	0.91	1.37 ^a	3.81	7.77	—	—	—	—	7.77
Interstate Semitrailer	WB-19*	4.11	2.59	21.03	1.22	1.37 ^a	5.94	12.50	—	—	—	—	12.50
Interstate Semitrailer	WB-20**	4.11	2.59	22.40	1.22	1.37 ^a	5.94	13.87	—	—	—	—	13.87
"Double-Bottom" Semitrailer/Trailer	WB-20D	4.11	2.59	22.04	0.71	0.91	3.35	7.01	0.91 ^c	2.13 ^c	6.86	—	7.01
Rocky Mountain Double-Semitrailer/Trailer	WB-28D	4.11	2.59	29.67	0.71	0.91	5.33	12.19	1.37	2.13	6.86	—	12.34
Triple-Semitrailer/Trailers	WB-30T	4.11	2.59	31.94	0.71	0.91	3.35	6.86	0.91 ^d	2.13 ^d	6.86	6.86	7.01
Turnpike Double-Semitrailer/Trailer	WB-33D*	4.11	2.59	34.75	0.71	1.37 ^a	3.72	12.19	1.37 ^e	3.05 ^e	12.19	—	12.34
Recreational Vehicles													
Motor Home	MH	3.66	2.44	9.14	1.22	1.83	6.10	—	—	—	—	—	—
Car and Camper Trailer	P/T	3.05	2.44	14.84	0.91	3.66	3.35	—	1.52	5.39	—	—	—
Car and Boat Trailer	P/B	—	2.44	12.80	0.91	2.44	3.35	—	1.52	4.57	—	—	—
Motor Home and Boat Trailer	MH/B	3.66	2.44	16.15	1.22	2.44	6.10	—	1.83	4.57	—	—	—

Note: Since vehicles are manufactured using U.S. Customary dimensions, and to provide only one physical size for each design vehicle, the metric values shown in the design vehicle drawings have been soft converted from the values listed in feet and then rounded to the nearest hundredth of a meter.

- * Design vehicle with 14.63-m trailer as adopted in 1982 Surface Transportation Assistance Act (STAA).
- ** Design vehicle with 16.15-m trailer as grandfathered in with 1982 Surface Transportation Assistance Act (STAA).
- ^a This is the length of the overhang from the back axle of the tandem axle assembly.
- ^b Combined dimension is 5.91 m and articulating section is 1.22 m wide.
- ^c Combined dimension is typically 3.05 m.
- ^d Combined dimension is typically 3.05 m.
- ^e Combined dimension is typically 3.81 m.
 - WB₁, WB₂, WB₃, and WB₄ are the effective vehicle wheelbases, or distances between axle groups, starting at the front and working towards the back of each unit.
 - S is the distance from the rear effective axle to the hitch point or point of articulation.
 - T is the distance from the hitch point or point of articulation measured back to the center of the next axle or the center of the tandem axle assembly.

2.2.8.2 Radios de giro mínimos

Otra de las características más importantes para el diseño geométrico de las carreteras se refiere a los radios mínimos de giro según las características del vehículo. Esos radios de giro se muestran en la tabla 6, los cuales están diseñados para velocidades no mayores a los 15 km/h, para cada tipo de vehículo clasificado por la AASHTO.

Tabla 6 Radios de giro mínimos para cada vehículo tipo

Design Vehicle Type	Passenger Car	Single-Unit Truck	Single-Unit Truck (Three Axle)	Intercity Bus (Motor Coach)		City Transit Bus	Conventional School Bus (65 pass.)	Large ^a School Bus (84 pass.)	Articulated Bus	Intermediate Semi-trailer
Symbol	P	SU-9	SU-12	BUS-12	BUS-14	CITY-BUS	S-BUS11	S-BUS12	A-BUS	WB-12
Minimum Design Turning Radius (m)	7.26	12.73	15.60	12.70	13.40	12.80	11.75	11.92	12.00	12.16
Center-line ^b Turning Radius (CTR) (m)	6.40	11.58	14.46	11.53	12.25	11.52	10.64	10.79	10.82	10.97
Minimum Inside Radius (m)	4.39	8.64	11.09	7.41	7.54	7.45	7.25	7.71	6.49	5.88
Design Vehicle Type	Interstate Semi-trailer		"Double Bottom" Combination	Rocky Mtn Double	Triple Semi-trailer/trailers	Turnpike Double Semi-trailer/trailer	Motor Home	Car and Camper Trailer	Car and Boat Trailer	Motor Home and Boat Trailer
Symbol	WB-19*	WB-20**	WB-20D	WB-28D	WB-30T	WB-33D*	MH	P/T	P/B	MH/B
Minimum Design Turning Radius (m)	13.66	13.66	13.67	24.98	13.67	18.25	12.11	10.03	7.26	15.19
Center-line ^b Turning Radius (CTR) (m)	12.50	12.50	12.47	23.77	12.47	17.04	10.97	9.14	6.40	14.02
Minimum Inside Radius (m)	2.25	0.59	5.83	16.94	2.96	4.19	7.92	5.58	2.44	10.67

Fuente: AASHTO (2011)

Sobre el radio de giro, la AASHTO señala que las variables que más afectan son la trayectoria mínima que realiza el centro del eje del vehículo durante el giro (*centerline turning radius*), el ancho de las vías de salida (*the out-to-out track width*), la distancia entre ejes (*wheelbase*), y la parte interior de la rueda trasera (*path of the inner rear tire*). De igual modo, afirma que es importante tomar en cuenta la velocidad al realizar el giro, lo cual incide en los radios a tomar en cuenta en el diseño.

Al respecto, las normas para el proyecto de carreteras del MTC 1997, señala que los radios de giro expuestos se emplean generalmente en intersecciones a nivel, siendo muy poco usados para los alineamientos en las carreteras, salvo condiciones obligatorias.

2.2.9 Criterios de diseño

Los criterios que rigen el diseño geométrico son parte fundamental de un proyecto de carreteras, y a partir de diferentes elementos y factores, internos y externos, se configura su forma definitiva, de modo que satisfaga, de la mejor manera, aspectos como la seguridad, comodidad, funcionalidad, el entorno, la economía, la estética y la elasticidad.

- Seguridad: para una carretera debe ser la premisa más importante en el diseño geométrico. Se debe obtener un diseño simple, uniforme y exento de sorpresas, dotando a la vía de la suficiente visibilidad, principalmente la de parada, y de una buena y apropiada señalización.
- Comodidad: esta se incrementa al obtener diseños simples y uniformes ya que esto disminuye los cambios de velocidad, aceleraciones y desaceleraciones.

- **Funcionalidad:** la funcionalidad la determina el tipo de vía, sus características físicas, como la capacidad, y las propiedades del tránsito como son el volumen y su composición vehicular.
- **Entorno:** se debe procurar minimizar al máximo el impacto ambiental que genera la construcción de una carretera, teniendo en cuenta el uso y valores de la tierra en la zona de influencia y buscando la mayor adaptación física posible de esta al entorno o topografía existente.
- **Economía:** hay que tener en cuenta tanto el costo de construcción como el costo del mantenimiento. Se debe buscar el menor costo posible, pero sin entrar en detrimento de los demás objetivos o criterios.
- **Estética:** se debe buscar una armonía de la obra con respecto a dos puntos de vista, el exterior o estático y el interior o dinámico. El primero se refiere a la adaptación de la obra con el paisaje, mientras que el segundo se refiere a lo agradable que sea la vía para el conductor.
- **Elasticidad:** procurar la elasticidad suficiente de la solución definitiva para prever posibles ampliaciones en el futuro y facilitar la comunicación e integración con otras vías. Además, se debe pensar en la posibilidad de interactuar con otros medios de transporte (fluvial, aéreo, férreo), de modo que haya una transferencia, tanto de carga como de pasajeros, de una forma rápida, segura y económica.

2.2.10 Tránsito

Todo proyecto vial debe sustentarse en datos reales, entre estos, uno de los más importantes para el diseño es el tránsito, el cual define la calidad de servicio que la vía prestará a sus usuarios. Los otros datos, tales como la topografía, geología, bienhechurías, entre otros, deben considerarse en

conjunto. Esta información se debe discretizar para su aplicación en proyectos, así como sigue a continuación en el numeral 2.2.10.1 hasta el 2.2.10.5.

2.2.10.1 Tránsito promedio diario (TPD)

Con la finalidad de comparar las mediciones del tránsito, se emplea una unidad que permite expresar el volumen del tránsito, usualmente el "tránsito promedio diario" que se abrevia TPD. (op. cit. pág. 35). Así mismo, el MTC establece que este volumen resulta de dividir el número total de vehículos que pasan por un sector determinado en un año entre 365. No obstante, no siempre se dispone de conteos permanentes o continuos que permitan obtener este promedio; en la mayoría de los casos sólo se dispone de varios conteos a lo largo del año, hechos en períodos representativos. También se utilizan conteos cortos (hasta de 5 minutos). El TPD se obtiene por medio de una extensión estadística de dichos datos.

Su aplicación al presente estudio, radica en los análisis de tránsito que fueron llevados a cabo para el entendimiento de la situación del tramo vial, y las proyecciones del tránsito de las propuestas. No obstante, debido al intervalo del TPD, también se empleó el volumen de hora-pico como criterio para los conteos vehiculares.

2.2.10.2 Volumen de hora-pico

El TPD no refleja las variaciones del tránsito durante el período que se le asigna, que es de un día. En algunos proyectos, es necesario recurrir a un período de tiempo más corto, que usualmente es de una hora. Estos conteos si reflejan las variaciones del tránsito durante las 24 horas del día y en diferentes días del período adoptado. Así, es posible distinguir directamente

las horas en las cuales el volumen del tránsito es máximo, que se denominan horas-pico. (op. cit. pág. 36)

2.2.10.3 Composición del tránsito

Con la finalidad de analizar la composición del tránsito, los vehículos se dividen según las características de operación, por lo cual, su influencia en el flujo del tránsito varía considerablemente. Esta clasificación, según lo establecido en el capítulo V, numeral 6.4, de las normas del MTC, establece dos grandes grupos:

- Vehículos livianos: se consideran en este grupo, todos aquellos vehículos de 2 ejes y cuatro ruedas. Pertenecen a este grupo todos los automóviles tipo sedán o limusina y algunos camiones livianos de reparto, tales como los generalmente llamados camionetas o panel.
- Vehículos pesados: se consideran en este grupo todos los vehículos con más de 4 ruedas. Típicamente pertenecen a este grupo los camiones, autobuses, remolques y semirremolques.

A los fines de diseño, debe determinarse, por mediciones de campo, el porcentaje de uno y otro grupo de vehículos en el flujo del tránsito en carreteras similares, o próximas a la vía en proyecto. Cuando se trate de introducir mejoras o ampliaciones en una vía, especialmente si se trata de mejorar intersecciones, la composición del tránsito es imprescindible.

2.2.10.4 Proyección del tránsito

El proyecto de una carretera debe basarse en los TPD actuales, a partir de los cuales se estime el tránsito futuro que usará la vía. No se considera conveniente proyectar el tránsito actual en función de la duración estimada de las obras de infraestructura, como el del pavimento, pues su duración es

relativamente corta y en otros, como es el caso de los puentes y túneles, resultaría muy largo.

Se ha encontrado que una proyección de 15 a 20 años es satisfactoria para las condiciones actualmente imperantes. En la proyección del tránsito, deben tomarse en cuenta los siguientes factores:

- El crecimiento vegetativo del tránsito. Este crecimiento puede calcularse a partir de las estadísticas de tránsito existentes. También puede estimarse en base al crecimiento de la población relacionado con el índice de tenencia de vehículos por persona, las estadísticas de matriculación de vehículos, estimaciones oficiales del parque automotor y cualquier otra información relacionada.
- El tránsito atraído. Es indudable que cuando se construye una nueva vía o se mejora una existente, la nueva facilidad al tránsito atrae usuarios que en las condiciones anteriores no la utilizarían. Esta condición es muy difícil de evaluar, ya que depende de los usos y costumbres de la población, de la calidad del servicio que prestan las vías alternas y del entorno existente.
- El tránsito generado por nuevos desarrollos en el entorno. Para evaluar el tránsito futuro debido al incremento que producen los nuevos desarrollos urbanos, comerciales e industriales, es conveniente disponer de un plan regional del uso de la tierra. En general, se puede encontrar un apoyo importante con los resultados obtenidos en obras ya ejecutadas y cuyas estadísticas del tránsito hayan sido recopiladas. En resumen, la estimación del tránsito futuro depende exclusivamente de la experiencia del proyectista y del equipo que lo apoye.

Por último, cabe decir que la proyección del tránsito resulta importante para la solución que se abordó en este proyecto de grado, el cual tuvo como objetivo proponer mejoras viales en los accesos de la prolongación de la Avenida Bolívar de Cantaura. Con la información de la proyección del tránsito, se garantiza la duración del nivel de servicio seleccionado a lo largo del tiempo.

2.2.10.5 Velocidad

El MTC (1985) estipula que la velocidad de circulación final con la cual se desplazarán los vehículos por una determinada arteria vial es uno de los factores principales en todo proyecto, debido a que esta velocidad condiciona y guarda relación con muchos de los elementos que integran la vía, como lo son el alineamiento, el peralte, iluminación, etc.

2.2.11 Obras de drenaje en carreteras

En la construcción de carreteras, es importante realizar un proyecto de evacuación de aguas de lluvia, conduciéndolas lejos de las subbases de la vía, hacia vertientes que no afecten el suelo o la propia obra en su extensión; siendo necesario elaborar un sistema de drenaje para disponer su escape. El drenaje es un punto crítico y vulnerable para una carretera.

Según el MOP (1967), para la evaluación de los tipos de drenajes que se necesitan construir, es necesario la realización de estudios y cálculos de ingeniería, como lo son:

- Estudio hidrológico de la zona.
- Estudio topográfico de la zona.
- Tipo de estructura de drenaje a utilizar.
- Diseño estructural del drenaje.

- Diseño topográfico del drenaje.
- Obras complementarias del drenaje.
- Mantenimiento específico para los drenajes.

Se puede concebir que, aun cuando el tramo vial en estudio cuenta con obras de drenaje, las mismas no son suficientes o adecuadas para el volumen y disposición de la escorrentía de la zona, por lo que se hace necesario la implementación de nuevas obras y mejoras a las ya existentes.

El MTC, en el capítulo IV, sección 4.3, establece que las características generales del drenaje deben analizarse en la oportunidad de realizar la selección de la ruta. Si las obras requeridas son de mucha importancia, en cierta forma pueden condicionar la ruta seleccionada. En este caso, debe hacerse un predimensionamiento de ellas, antes de realizar el levantamiento topográfico, a fin de obtener un conocimiento claro de los problemas por enfrentar

2.2.11.1 Importancia de las obras de drenaje en carreteras

La importancia que tiene un proyecto de drenaje integral, se comprende si se analizan los problemas que pueden presentarse cuando a las obras de drenaje no se les otorga la consideración debida, (ibidem). En este sentido, si una alcantarilla o cajón para el paso de agua es excedida en su capacidad, se producirá un anegadizo de las aguas que traerá como consecuencia el deterioro y la inestabilidad del terraplén, o, que el agua rebase la vía, interrumpiendo el tránsito y erosionando el terraplén aguas abajo, a la vez que ocasiona daños a las propiedades adyacentes al tránsito del agua. Por otra parte, se producen retardos en la afluencia vehicular, accidentes de tránsito, así como también, se influye en la comodidad y seguridad del peatón.

2.2.12 Aguas de lluvia

Las aguas de lluvia se encuentran comprendidas no sólo por las originadas de las precipitaciones que caen directamente sobre las áreas urbanizadas, sino también por aquellas que se precipiten sobre otras áreas, pero discurren a través de la zona en cuestión, bien sea por cauces naturales, conductos artificiales, o simplemente a lo largo de su superficie, Bolinaga (1979). En zonas urbanas, estas aguas escurren de edificios, calles, estacionamientos y otras superficies, para ser recolectadas en sistemas de alcantarillado.

2.2.13 Sistemas de recolección de aguas pluviales

Al existir un sistema separativo, donde las aguas servidas son recolectadas en un sistema diseñado para ese fin, supone la presencia de una red para recolectar las aguas de las precipitaciones. Esta red recolecta y conduce las aguas de lluvia hacia cauces de quebradas existentes en la zona, con el fin de evitar daños en las estructuras y propiedades de la zona.

2.2.14 Componentes del sistema de aguas pluviales

La red de recolección de aguas pluviales posee varios componentes, que, en conjunto, conforman el sistema que permite conducir las aguas producto de la escorrentía, hasta el sitio de disposición final o tratamiento, según sea sistema unitario o separativo. De igual modo, cabe destacar que muchos de estos elementos son iguales a aquellos empleados en sistemas de recolección de aguas negras. Estos componentes son:

2.2.14 1 Boca de visita

Son estructuras generalmente compuestas de un cono excéntrico cilíndrico en su mayoría de 120 cm, y losa o base, que permiten acceso y mantenimiento a los colectores y cuya ubicación está definida para los escenarios planteados en el artículo 336 de las Normas e Instructivos para el Proyecto de Alcantarillado, del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, donde señala que deberán proyectarse:

- a) En toda intersección de colectores del sistema.
- b) En el comienzo de todo colector.
- c) En los tramos rectos de tubería, a una distancia máxima de 120 m. entre ellas, para colectores de hasta 0,30 m (12”), y una máxima de 150 m. para colectores mayores de 0,30 m. (12”).
- d) En todo cambio de dirección, pendiente, diámetro y material empleado en los colectores.
- e) En los colectores alineados en curva, al comienzo y final de la misma y en la curva a una distancia de 30 m. entre ellas, cuando corresponda.

- Tipos de bocas de visita

Según algunas particularidades relacionadas con la elevación de la rasante del colector, diámetros de las tuberías, y el comportamiento vinculado a características del sistema, son diseñadas diferentes bocas de visita, con la finalidad de cumplir la demanda que se requiera. Los tipos de bocas de visita y su uso frecuente son señalados a continuación:

Tipo Ia. Se utiliza para profundidades mayores de 1,15 m, con respecto al lomo del colector menos enterrado y hasta la profundidad de 5 m, con

respecto a la rasante del colector más profundo, como se puede ver en la figura 5 a continuación

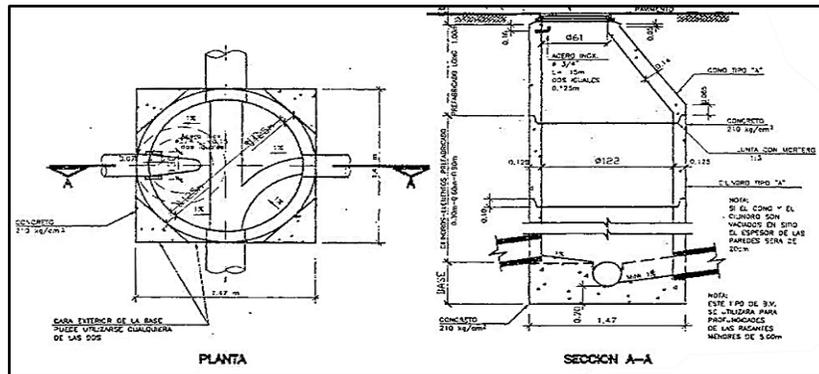


Figura 5. Boca de visita tipo Ia.

Fuente: M.A.R.N.R (1999)

Tipo Ib. Es usada para profundidades mayores de 5 m con respecto a la rasante del colector más profundo, se encuentra representada en la figura 6.

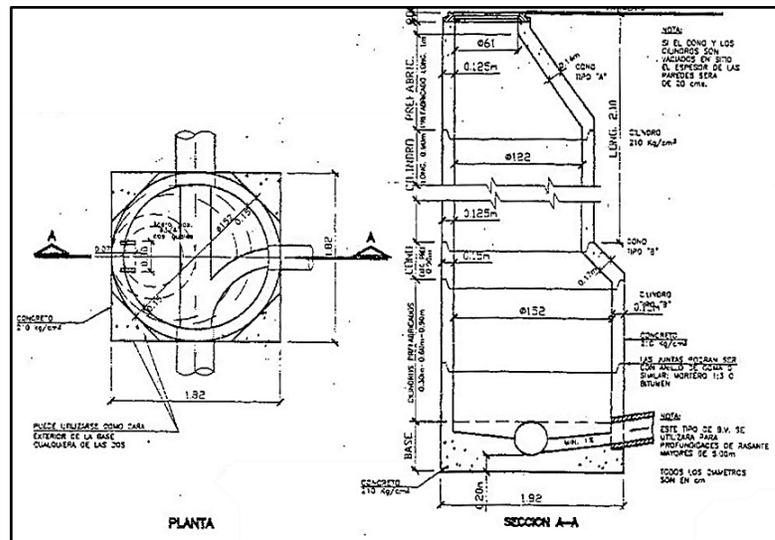


Figura 6. Boca de visita tipo Ib.

Fuente: Ídem

Tipo II. Este tipo de boca de visita se observa en la figura 7 y se utiliza en caso que el lomo de la tubería menos enterrada esté a una profundidad

igual o menor de 1,75 m. y con una distancia máxima entre bocas de 50 m, en tuberías de hasta 0,53 m de diámetro.

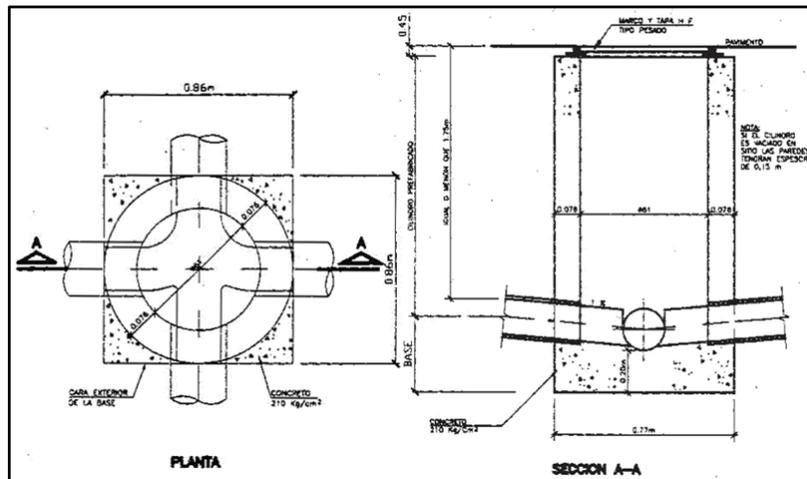


Figura 7. Boca de visita tipo II.

Fuente: Ibidem

Tipo III. Se utilizará para colectores de 0,53 m hasta 1,07 m de diámetro, para cuando no es posible emplear el tipo Ia. Ver figura a continuación.

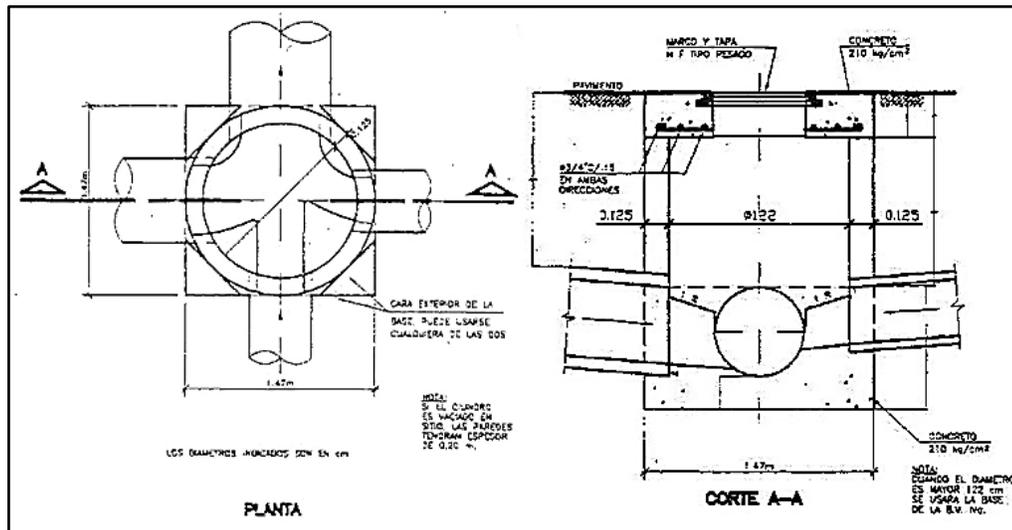


Figura 8. Boca de visita tipo III.

Fuente: Ibidem

Tipo IVa. Se muestra en detalle en la imagen 9. Se empleará para colectores de diámetro igual o mayor de 1,22 m (48") y profundidades hasta 5 m.

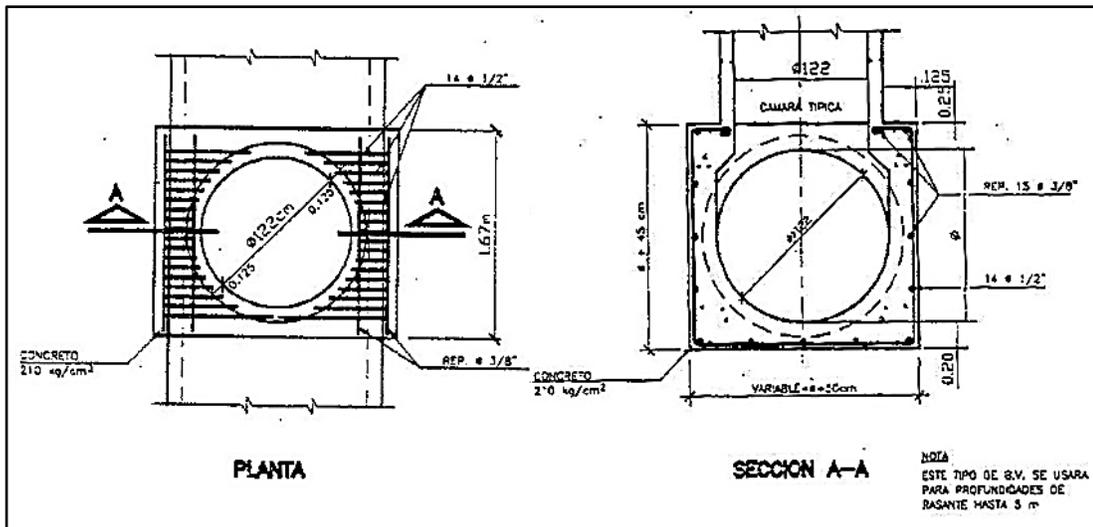


Figura 9 . Boca de visita tipo IVa.

Fuente: Ibidem

Tipo IVb. Se emplea para colectores de diámetro igual o mayor de 1,22 m (48") y profundidades mayores a 5 metros. Se detalla en la siguiente imagen.

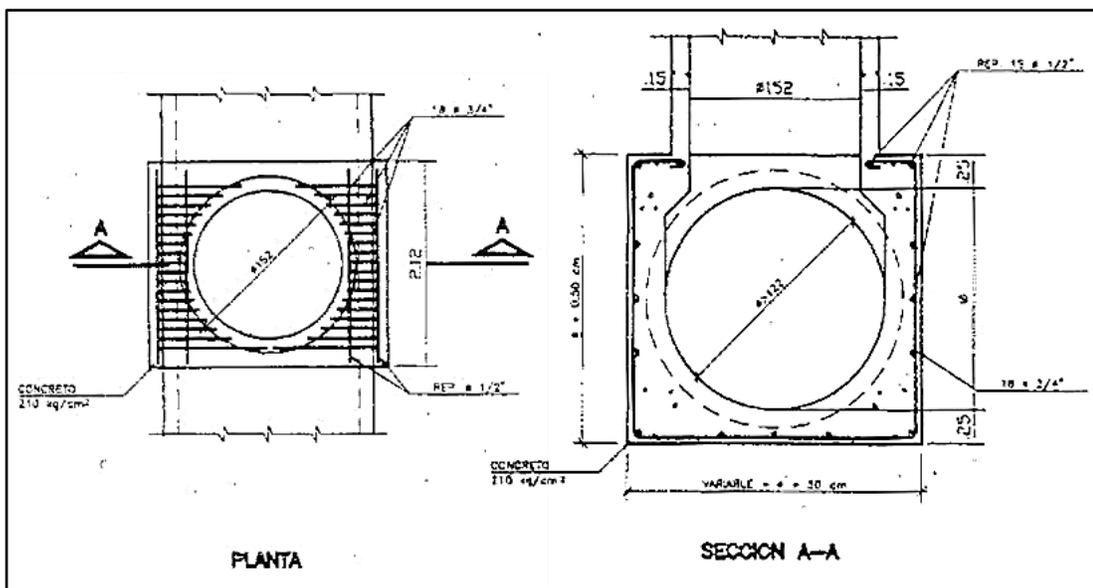


Figura 10. Boca de visita tipo IVb.

Fuente: Ibidem

- Base de bocas de visita

El fondo de toda boca de visita no será proyectado de forma plana, sino que se diseñará con canales que conduzcan las aguas servidas, desde la llegada hacia la salida, exceptuando sólo el caso en que todos los colectores comiencen en ella (boca de visita de inicio). Los canales en el fondo deberán estar desprovistos de salientes, a fin de evitar el depósito de sólidos.

- Caída en bocas de visita

Se utilizarán las caídas cuando en una boca de visita, la diferencia en las elevaciones, entre la rasante del colector de llegada y la rasante del colector de descarga, sea de 0.75 m como mínimo, para un diámetro de colector de llegada de 0,20 m. Para otros diámetros consultar la tabla 7, mostrada a continuación.

Tabla 7 Medidas a utilizar en las caídas de bocas de visita

Medidas para caídas en bocas de visita								
ϕ salida	20	25	30	38	45	53	61	69
D	20	25	30	30	30	30	38	38
C	45	45	60	60	60	60	60	60
H	75	78	82	100	100	100	120	120

Fuente: M.A.R.N.R (1999)

D: diámetro del colector de llegada en (cm.).

C: diámetro del cáñamo asfáltico (cm.).

H: diferencia de cotas entre la rasante del colector de llegada y la rasante del colector de descarga (cm).

- Nomenclatura para identificación de las bocas de visita

Las bocas de visita deben ser designadas, con el fin de permitir una mejor interpretación, además de resultar práctico y de fácil ubicación para cualquier revisión, según lo descrito en el artículo 3.85.2, del capítulo 3, de la Norma de Alcantarillado INOS (op. cit. pág. 55).

En dicho artículo, se especifica que las correspondientes al colector principal o emisario, se indicarán en los planos con una misma letra en mayúscula, comenzando desde el punto más bajo de la red con la primera letra del abecedario, colocando un número seguidamente a ésta, empezando con el número 1, y éste ira en aumento en dirección opuesta al flujo de las aguas. Del mismo modo, sigue diciendo que aquellas bocas de visita correspondientes a los tramos que descargan en un colector principal, deberán ser nombrados de manera correlativa ascendente, comenzando en la estructura del afluente inmediato a la boca de visita del punto de confluencia, y utilizando como prefijo, el símbolo correspondiente a ésta última. En el caso de la existencia de más de un afluente, para cada uno de ellos se utilizará el prefijo de la boca de visita de la confluencia, agregando una o más tildes, según corresponda.

2.2.14.2 Tramos

Se le denomina tramo a la longitud de colector comprendido entre dos bocas de visita contiguas (op. cit, pág. 55). El diámetro y demás características de cada tramo, estarán determinados por el gasto o caudal de diseño correspondiente a la determinada porción de tubería. La designación o identificación para cada tramo, se realiza por las bocas de visita que lo comprenden.

2.2.14.3 Red de colectores

La red está constituida por todo el conjunto de tramos; y en ella se puede definir a un colector principal (op. cit, pág. 60). La red principal, es la que recibe los aportes de una serie de colectores secundarios que, de acuerdo a la topografía, recibe afluentes de diversos sectores de la zona. El colector principal toma la denominación de colector de descarga o colector emisario.

2.2.14.4 Disposición final

Las aguas de lluvia, luego de ser percibidas y conducidas por el sistema de drenaje urbano, son finalmente descargadas en cuerpos de agua próximos al sistema, el cual debe ser capaz de recibir dicho afluente sin que este aumente peligrosamente sus niveles. De ser requerido, y solo en casos puntuales, las aguas de lluvia son conducidas hacia lugares de almacenamiento para un posterior uso. Es perentorio mencionar, que la disposición final dependerá de los niveles de contaminación, criterios y parámetros de las autoridades competentes, costo y factibilidad, y condiciones altimétricas, climáticas y geológicas de la zona.

2.2.14.5 Sumideros

Arocha (op. cit. pág. 63), señala que estas estructuras están diseñadas para recoger las aguas de lluvia que drenan a través de las calles, las cuales deben ser convenientemente ubicadas y dimensionadas. Estos dispositivos pueden ser de varios tipos, seleccionándose conforme a las características topográficas, grado de eficiencia del sumidero, importancia de la vía, y posibilidad de arrastre de sedimentos en el área. Los principales tipos de sumideros son de ventana, de rejillas en cunetas y de rejilla en la calzada.

- Sumidero de ventana

El empleo de este tipo de sumidero es muy frecuente. Su popularidad ha dado inicio a denominaciones coloquiales como “boca de sapo”, debido a la abertura que poseen en la entrada de la misma. La estructura consiste en una tanquilla o cajón, ubicado justo por debajo de la acera, con una ventana lateral que coincide con el borde de la misma, lugar que permite la captación de las aguas que escurren por las cunetas. En la figura 11 se muestra en detalle este tipo de estructura de captación.

Por razones prácticas y económicas, este tipo de sumidero se ha estandarizado en tres tipos, para longitudes de ventana de 1,50 m, 3,00 m, y 4,50 m, con anchos de depresión de 0,30 m, 0,60 m y 0,90 m, respectivamente, para diferentes anchos mojados de la calzada, y diferentes pendientes longitudinales y transversales. Del mismo modo, la altura de la ventana varía desde 0,15 m, hasta 0,17 m.

Las normas INOS, establecen limitaciones en cuanto a las características de este tipo de sumidero, indicando que la apertura mínima de la ventana no será menor a 1,50 m. de ancho. La depresión en la calzada tendrá una pendiente máxima de 8%, la altura máxima de la ventana no excederá de 0,15 m a 0,17 m, y el fondo del cajón deberá tener una pendiente mínima de 2% hacia la salida.

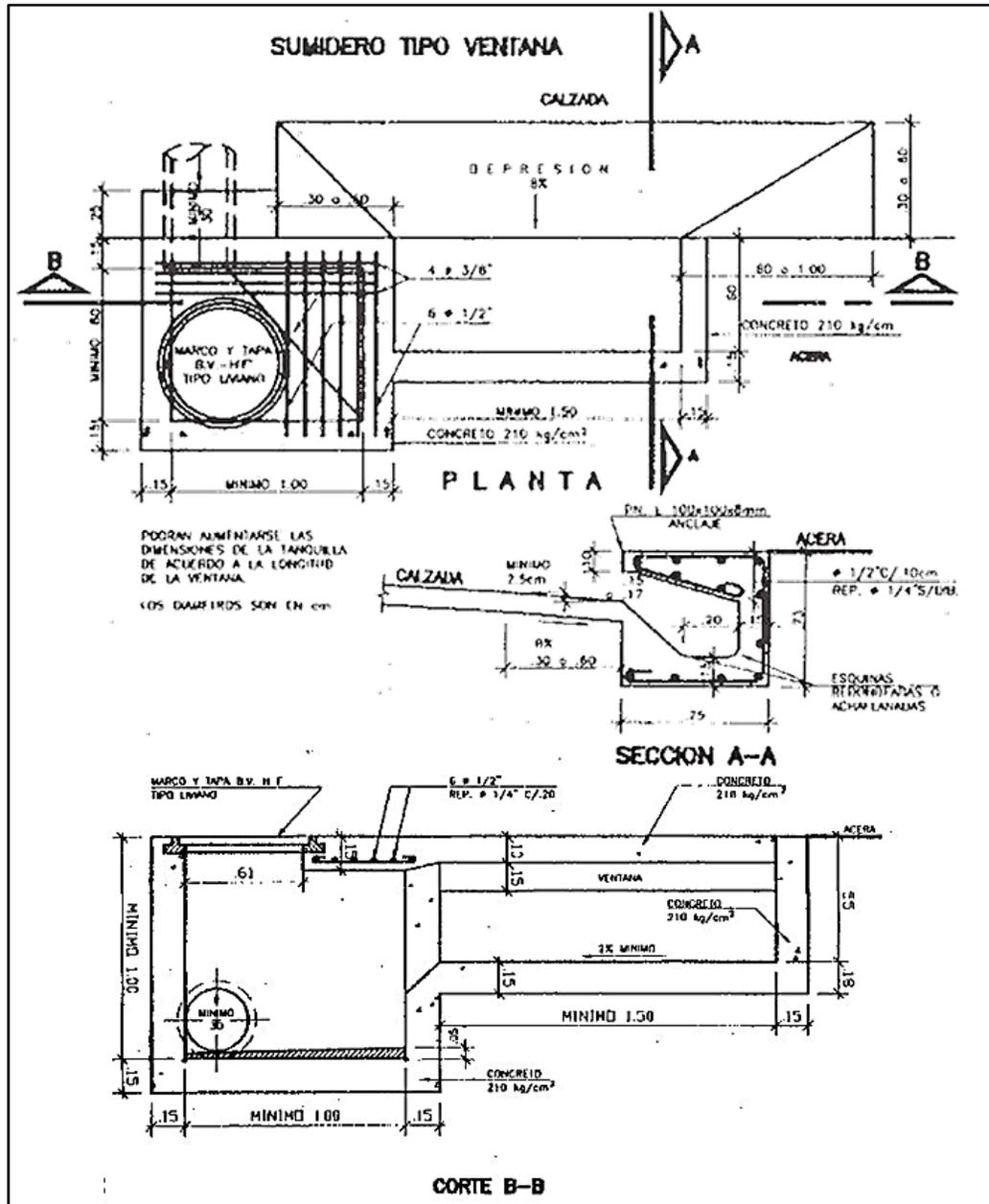


Figura 11. Sumidero de ventana

Fuente: M.A.R.N.R Extraordinario N°5318 (1999)

Así mismo, el sumidero de ventana presenta, debido a su ubicación, una ventaja al no representar estorbo al tránsito vehicular. No obstante, presenta una desventaja que radica en la facilidad de penetración de ciertos

objetos de un determinado tamaño, que puedan ser arrastrados, así como de sedimentos que la obstruyen, disminuyendo su capacidad de captación.

En caso de sumideros de ventana en puntos bajos, estos funcionarán como vertederos; en caso de que el nivel del agua sumerja la abertura de la ventana, este funcionara como orificio. El diseño de este tipo de sumidero debe ser realizado para que la ventana no opere sumergida.

- Sumidero de rejillas en las cunetas

Esta estructura hidráulica consiste en una tanquilla colocada en la cuneta, la cual se cubre con una rejilla metálica de barras metálicas. Su mayor inconveniente se debe al frecuente deterioro de las rejillas por acción del tránsito y estacionamiento de vehículos, pero presenta una sustancial ventaja en su capacidad para captar mayores cantidades de agua en pendientes pronunciadas. Este tipo de sumidero se puede visualizar en la figura 12.

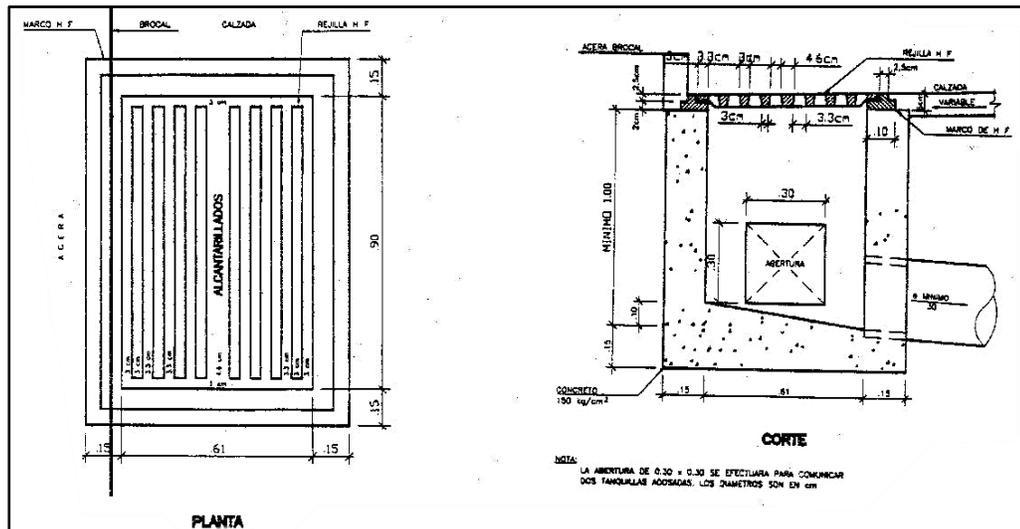


Figura 12. Sumidero de rejilla en cuneta

Fuente: Ibidem

Del mismo modo, para este tipo de sumidero, según las normas del INOS, se establece que las dimensiones mínimas de las rejillas serán de al

menos 0,90 m de largo y 0,60 m de ancho, así como deben poseer un área neta de las rejillas igual al doble del área resultante del cálculo como orificios rectangulares, y, por último, se sugiere la colocación de los barrotes en sentido paralelo a la dirección del flujo de las aguas en la cuneta, con el fin de obtener una mayor eficiencia de interceptación del caudal.

- Sumideros de rejillas en la calzada

Consiste en una tanquilla transversal a la vía y a todo lo ancho de ella, cubierta con rejillas con barras diagonales, generalmente con un ancho de 0,90 m. Para este tipo de obra de captación, se establece por norma usar pletinas de 75x12 mm y un espaciamiento entre estas no mayor a 6 cm, medidos de centro a centro. Ver figura 13 y 14 a continuación. Al igual que los anteriores, presenta inconvenientes, como lo son el daño de las rejillas debido al recurrente paso de los vehículos, y su posterior obstrucción al sufrir deterioro de las rejillas.

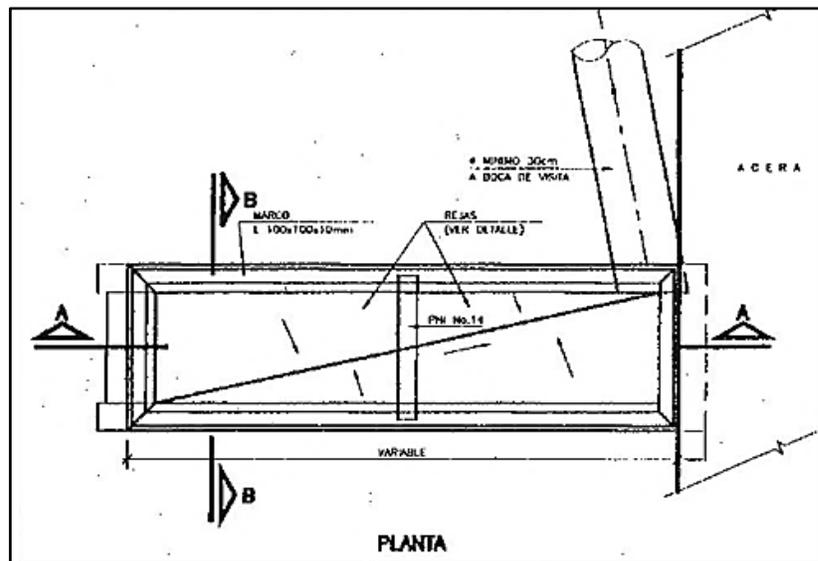


Figura 13. Sumidero de rejillas en calzada (planta)

Fuente: Ibidem

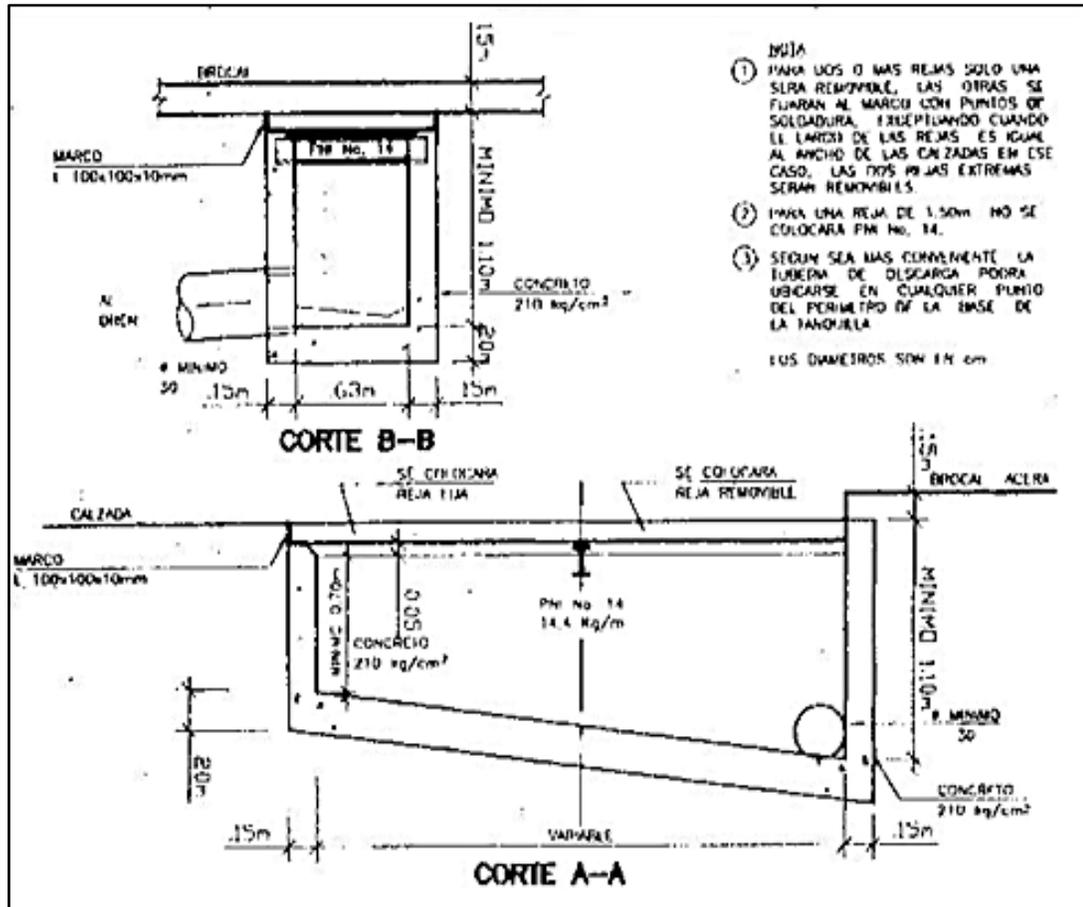


Figura 14. Sumidero de rejas en calzada (cortes)

Fuente: Ibidem

2.2.14.6 Brocal - cuneta

Este elemento se sitúa a cada lado de la calzada, formando una estructura hidráulica eficiente, que, junto a la calzada, sirven de manera parcial o total, como canales para conducir las aguas pluviales, hasta las estructuras de captación del sistema de alcantarillado. Las dimensiones de este elemento contribuyen significativamente en la capacidad de escurrimiento de la calle, siendo usualmente empleadas de 0,80 m. de ancho y 0,20 m. de altura, y otra de 0,60 m. y 0,15 m. respectivamente. La altura mínima en cualquier tipo debe ser de 0,15 m. (op. cit. pág. 70)

2.2.14.7 Canales de drenaje

En determinadas ocasiones, por razones altimétricas, no es posible colocar sistemas de alcantarillado pluvial, dando como resultado la alternativa de construcción de canales abiertos para el drenaje, los cuales pueden estar revestidos de concreto, o sin revestir en terreno natural, López (1997). Así mismo, dentro del derecho de vía de la carretera, casi siempre se requieren canales a los laterales o en el centro de estas, además de las cunetas.

El diseño de estos canales consiste en determinar secciones adecuadas que no representen problemas de construcción o de mantenimiento, con alineamientos que no causen el derrame de agua y posibles problemas legales, y también seleccionar el tipo de recubrimiento de las paredes del canal, necesario para proteger la estructura de la erosión y socavación

El Manual de Drenaje del MOP (1967), establece en el artículo V.7.2.2, que es importante evitar la sedimentación en los canales, recomendando pendientes mayores del 0,2% y velocidades mayores de 0,90 m/s.

Para el diseño de la sección del canal, es necesario determinar la ubicación del mismo. En el caso de canales próximos a la calzada, las secciones pueden ser rectangulares o trapezoidales, siendo necesario evitar los daños a los vehículos que puedan caer al canal, por lo que el talud del lado adyacente a la vía, debe ser como mucho 4H/1V para carreteras, y de 6H/1V para autopistas. Para canales que no representen peligro alguno para los vehículos, pueden tener cualquier sección de acuerdo al gasto y a la pendiente del diseño; sin embargo, la pendiente de los taludes será en función del material en la zona de trabajo, siendo posibles diseños

rectangulares, triangulares, trapezoidales, o cualquier otra que satisfaga las condiciones del diseño.

2.2.15 Coeficiente de rugosidad de los colectores

Los valores del coeficiente de rugosidad de Manning “n” para tuberías y otros elementos empleados para el cauce de las aguas, según el material, serán los registrados en la tabla 8, mostrada a continuación.

Tabla 8 Coeficientes de rugosidad según el material.

TIPO DE MATERIAL	VALOR DEL COEFICIENTE “N”
COLECTORES CERRADOS PREFABRICADOS	
Cloruro de Polivinilo (P.V.C)	0,011
PEAD	0,012
Fiberglass	0,011
Acero	0,012
Hierro fundido	0,012
Hierro fundido dúctil	0,012
Asbesto-cemento	0,012
Arcilla vitrificada	0,013
Concreto (interior liso) $\geq 27"$	0,013
Concreto (interior liso) $\leq 27"$	0,015
COLECTORES CERRADOS VACIADOS EN SITIO	
Concreto	0,014
CANALES	
Revestidos de asfalto	0,015
Revestidos de concreto	0,015
Excavados en tierra	0,022 – 0,030
Lechos pedregosos y taludes con grama	0,035

Fuente: M.S.A.S (1989)

2.2.16 Diámetro mínimo en colectores

En sistemas de alcantarillados para aguas pluviales, el diámetro mínimo será de 25 cm. o 10". (op. cit. pág. 55).

2.2.17 Anchos de zanja

El ancho de zanjas donde se colocarán los colectores depende del diámetro de los mismos y si la zanja será con o sin entibado. Para colectores de 10" de diámetro, el ancho de la zanja sin entibado debe ser de 70 cm. y 100 cm. según se aplique o no el entibado (op. cit. pág. 55). Para otros diámetros, en la tabla mostrada a continuación se encuentran los anchos recomendados.

Tabla 9 Anchos de zanja para tuberías según el diámetro

Diámetro		Ancho de Zanja (cm)	
Centímetros	Pulgadas	Sin entibado	Con entibado
25	10	70	100
30	12	80	100
38	15	90	120
46	18	100	120
53	21	110	130
61	24	120	140
69	27	130	150
76	30	140	160
83	33	150	170
91	36	165	190

Fuente: M.A.R.N.R (1999)

2.2.18 Hidráulica de colectores

2.2.18.1 Capacidad de un colector

Es el volumen de aguas que puede transportar un colector en cierto intervalo de tiempo a sección llena. Para este análisis hay que tener en cuenta el manteniendo del flujo dentro del colector por gravedad. La capacidad o caudal a sección plena de un colector se puede calcular utilizando la ecuación de continuidad.

$$Q_c = V_c \times A_c$$

Ec. (3)

Donde:

Q_c = Capacidad del colector en m^3/s

V_c = Velocidad a sección llena en m/s .

A_c = Área de la sección transversal del colector en m^2 .

2.2.18.2 Velocidad del flujo

Es la velocidad del agua dentro de un colector. Esta velocidad se puede determinar a través de la ecuación proveniente de la fórmula de Chezy-Manning por medio de la siguiente expresión:

$$VC = \frac{1}{n} \times Rc^{2/3} \times S^{1/2}$$

Ec. (4)

Donde:

VC = Velocidad media en m/s .

n = Coeficiente de rugosidad de la tubería

S = Pendiente unitaria determinada por la rasante del colector en m/m .

Rc = Radio hidráulico a sección plena en m .

$$Rc = \frac{D}{4} (cm)$$

(Ec. 5)

2.2.18.3 Pendientes y velocidades mínimas

La pendiente mínima de un colector estará determinada por la velocidad mínima admisible a sección llena, la cual, en sistemas de alcantarillado de aguas pluviales será de $0,75 m/s$ (op. cit, pág. 65). En casos puntuales, cuando no se dispone de una pendiente que garantice la velocidad mínima, se permitirá usar un colector de un diámetro menor al requerido, siempre que se obtenga una mayor velocidad real del flujo, en ese caso en particular.

2.2.18.4 Pendientes y velocidades máximas

La pendiente máxima será correspondiente a las velocidades máximas admisibles a sección llena, según el material empleado en los mismos. (op. cit, pág. 36). A continuación, se muestra en la tabla 10, las velocidades máximas del flujo dentro de la tubería a sección llena, según el tipo de material.

Tabla 10 Velocidades máximas según el tipo de material

Material de la Tubería	Velocidad Limite en m/s
Concreto	
Rcc28 = 210 Kg/cm ²	5,00
Rcc28 = 280 Kg/cm ²	6,00
Rcc28 = 350 Kg/cm ²	7,50
Asbesto Cemento	4,50
Arcilla Vitrificada	6,00
Cloruro de Polivinilo (P.V.C)	4,50
Hierro Fundido, Acero	Sin Limite

Fuente: M.S.A.S (1989)

2.2.18.5 Elementos hidráulicos de colectores

Los diferentes elementos que definen el comportamiento hidráulico de un colector cloacal, se encuentran expuestos a continuación, y representados de forma gráfica en la figura 15.

- Perímetro mojado:

$$P_m = \pi \times D \text{ (cm)} \quad (\text{Ec. 6})$$

- Área media:

$$A_m = \frac{\pi \times D}{4} \text{ (cm}^2\text{)} \quad (\text{Ec. 7})$$

- Radio hidráulico:

$$R_h = \frac{D}{4} \text{ (cm)} \quad (\text{Ec. 8})$$

- Velocidad:

$$VC = \frac{1}{n} \times R h^{2/3} \times S^{1/2} \text{ (m/s)} \quad (\text{Ec. 9})$$

- Gasto o caudal (capacidad):

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R c^{2/3} \times S^{1/2} \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (\text{Ec. 10})$$

- Tirante de agua:

$$H = D \text{ (m)} \quad (\text{Ec. 11})$$

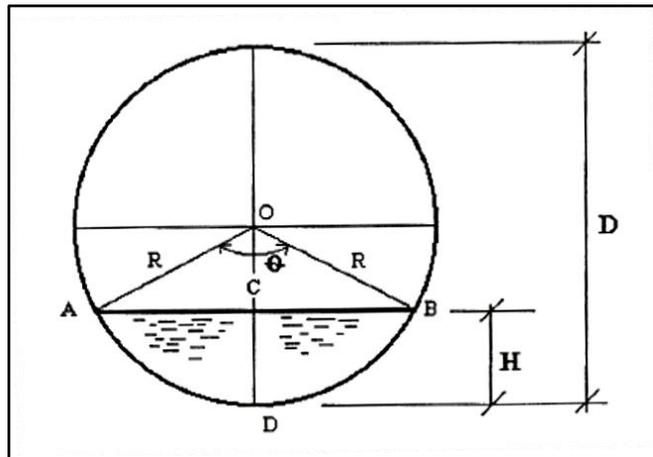


Figura 15. Elementos hidráulicos de un conducto de sección circular
Fuente: Ghanem (1995)

2.2.19 Ubicación de las estructuras de captación

En general, las estructuras de captación de las aguas de lluvia ya mencionadas, deben ser ubicadas en función de la magnitud del caudal de aguas pluviales que se concentre en un determinado punto, influenciando en la comodidad de peatones y el tráfico. Esta ocurrencia ha provocado a normalizar una zona inundable en la calzada, de lo cual, las normas del INOS (op. cit. pág. 55), establecen una franja denominada “ancho mojado”, la cual varía desde 1,50 m en avenidas y calles de zonas comerciales y

residenciales de importancia, hasta asumir todo el ancho de la calzada, incluso pudiendo llegar al nivel de la acera en algunos casos especiales.

Según las circunstancias, la ubicación del sumidero está determinada por las siguientes consideraciones:

- Puntos bajos y depresiones en las calzadas.
- Aguas arriba de las intersecciones, especialmente de los cruces para peatones, en avenidas y calles.
- En los cambios de pendiente longitudinal y transversal de la calzada.
- En accesos a los puentes y terraplenes sobre quebradas.
- En calles donde la acumulación de agua moleste el tránsito, en sectores comerciales y zonas residenciales de importancia.
- En todos aquellos sitios, donde el proyectista lo considere necesario, previa justificación correspondiente.

Así mismo, se recomienda además analizar la sección transversal de la calzada, a fin de decidir si se debe o no construir un sumidero a cada lado, o sólo en el lado bajo de ésta. También se deben ubicar en lugares donde no puedan interferir con otros servicios públicos como electricidad y telefonía. El proyectista determinará la ubicación y separación definitiva entre cada sumidero, tomando en cuenta, además, características como la intensidad de la lluvia, la pendiente longitudinal y transversal de la vía, la capacidad de recepción del sumidero, y los factores asociados a la factibilidad económica y práctica del proyecto.

En este sentido, la capacidad de captación que posee el sumidero, puede estimarse según lo descrito en los numerales 2.2.23.1, 2.2.23.2 y 2.2.23.3, para cada tipo de estructura en particular. Así mismo, el espaciamiento necesario entre ellos, puede determinarse a partir de los

caudales que discurren por la vía y la relación con la capacidad de captación de los sumideros diseñados. Por último, la longitud para sumideros de ventana deberá proyectarse según lo descrito en el numeral 2.2.24.

2.2.19.1 Determinación del caudal de intercepción para sumideros de ventana

Para estas estructuras se puede calcular el valor del caudal de intercepción, según lo señalado por el MOP (op. cit. pág. 55), el cual establece que la relación de captación de los sumideros de ventana, está dada por los ábacos mostrados en las figuras 16, 17 y 18, en los que, a partir de la pendiente longitudinal y transversal de la vía, el ancho de la cuneta, y la longitud de apertura de la ventana, se puede obtener el valor de intercepción de las aguas de lluvia.

Así mismo, los sumideros localizados en puntos bajos, debido al anegadizo de aguas, suelen recibir una mayor cantidad de afluyente que aquellos localizados en los tramos previos con presencia de pendiente. La determinación de la capacidad de captación de estos sumideros, puede ser determinada en función de sus dimensiones. El manual de Drenaje del MOP, establece que este gasto debe ser determinado según la gráfica mostrada en la figura 19.

Del mismo modo, puede ser determinado el caudal de intercepto de los sumideros de ventana, mediante el ábaco del Dr. Ayala, mostrado en la figura 22, numeral 2.2.20, al entrar con valores conocidos de la longitud de la ventana y la pendiente longitudinal de la vía, generando el caudal de captación con muy poca diferencia respecto al método sugerido por el MOP.

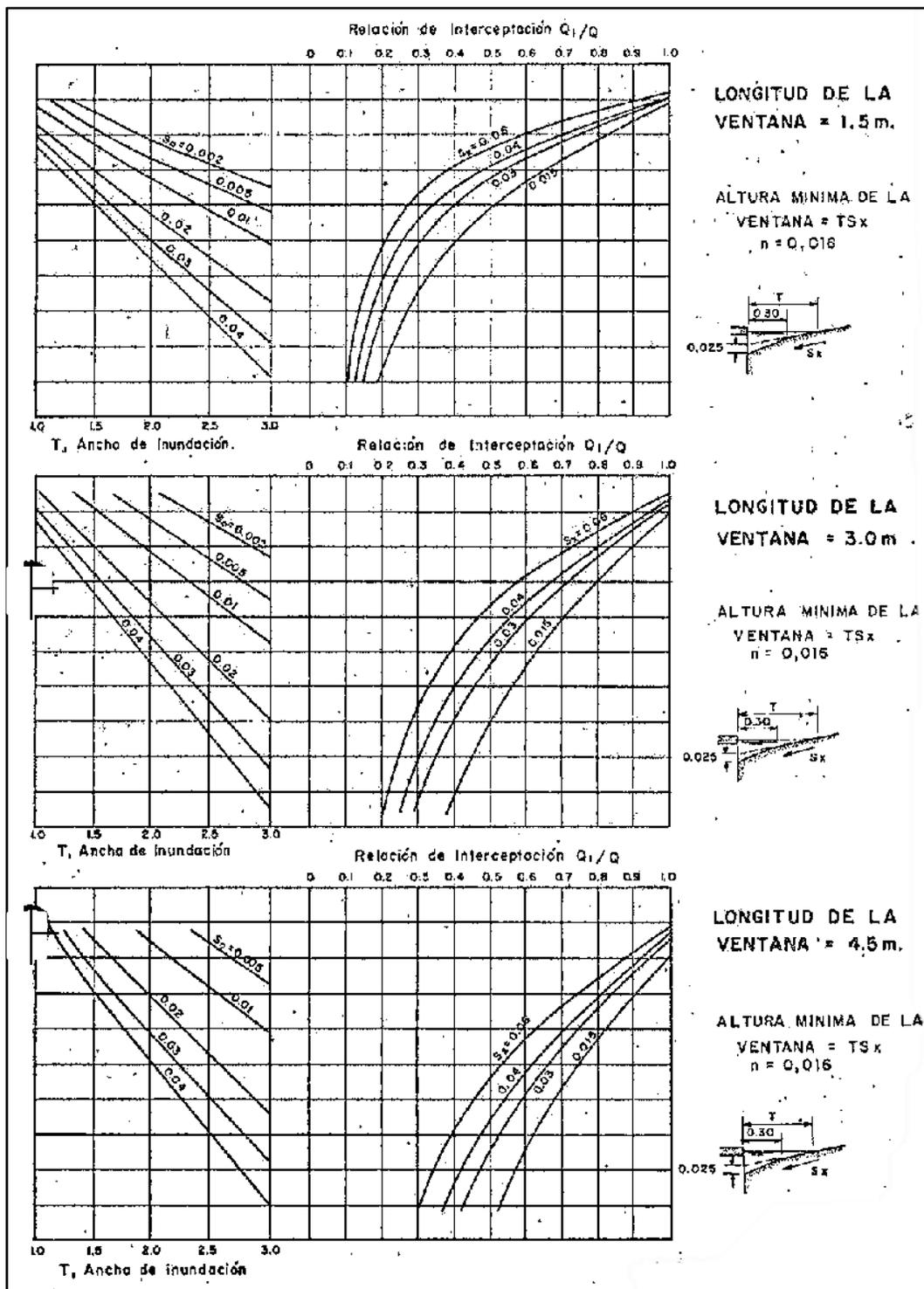


Figura 16. Abaco de relación de intercepción para sumideros de ventana (cuneta de 0,30 m.)
Fuente: Manual de Drenaje del MOP (1999)

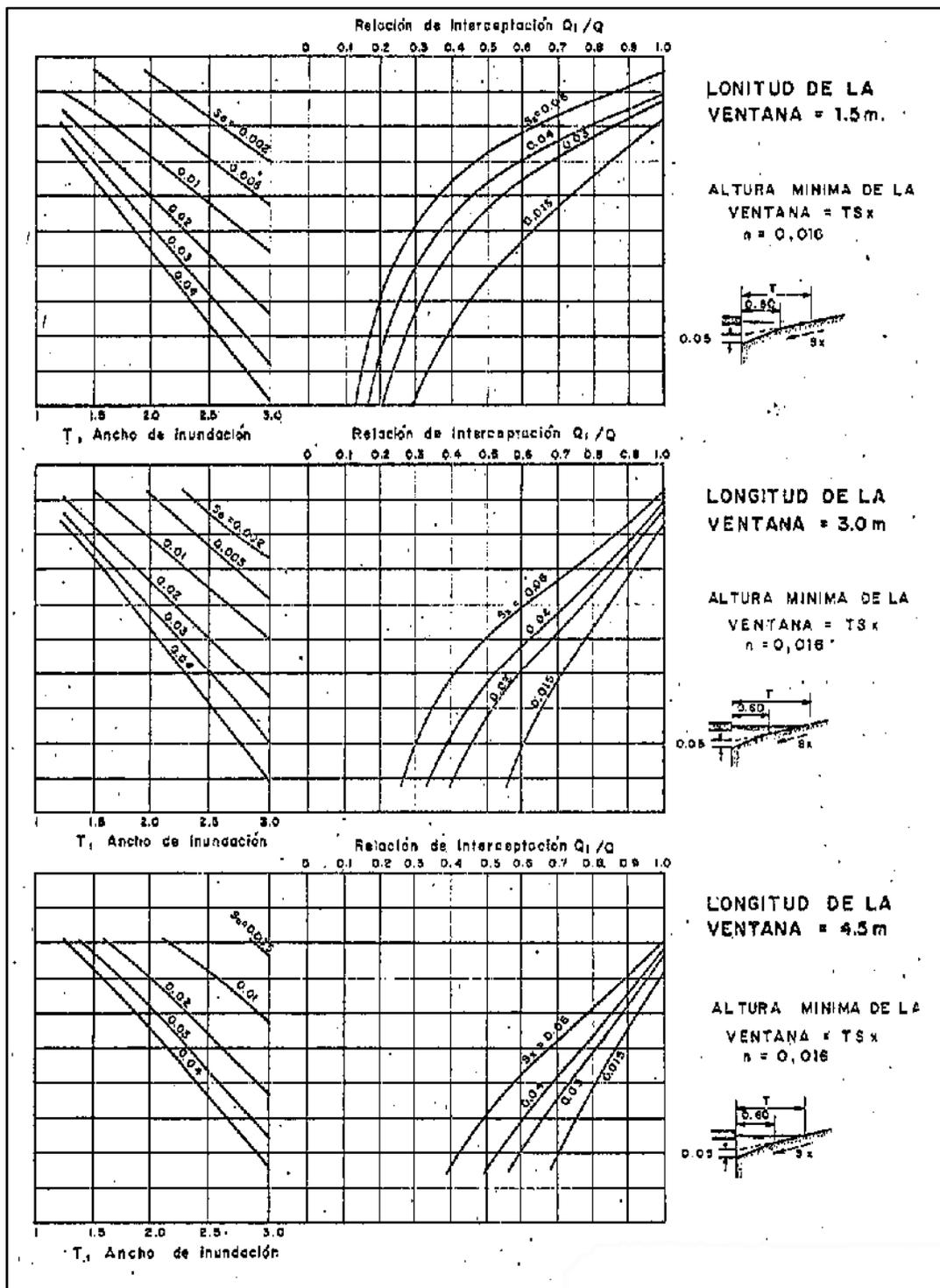


Figura 17. Abaco de relación de intercepción para sumideros de ventana (cuneta de 0,60 m.)
Fuente: ibidem

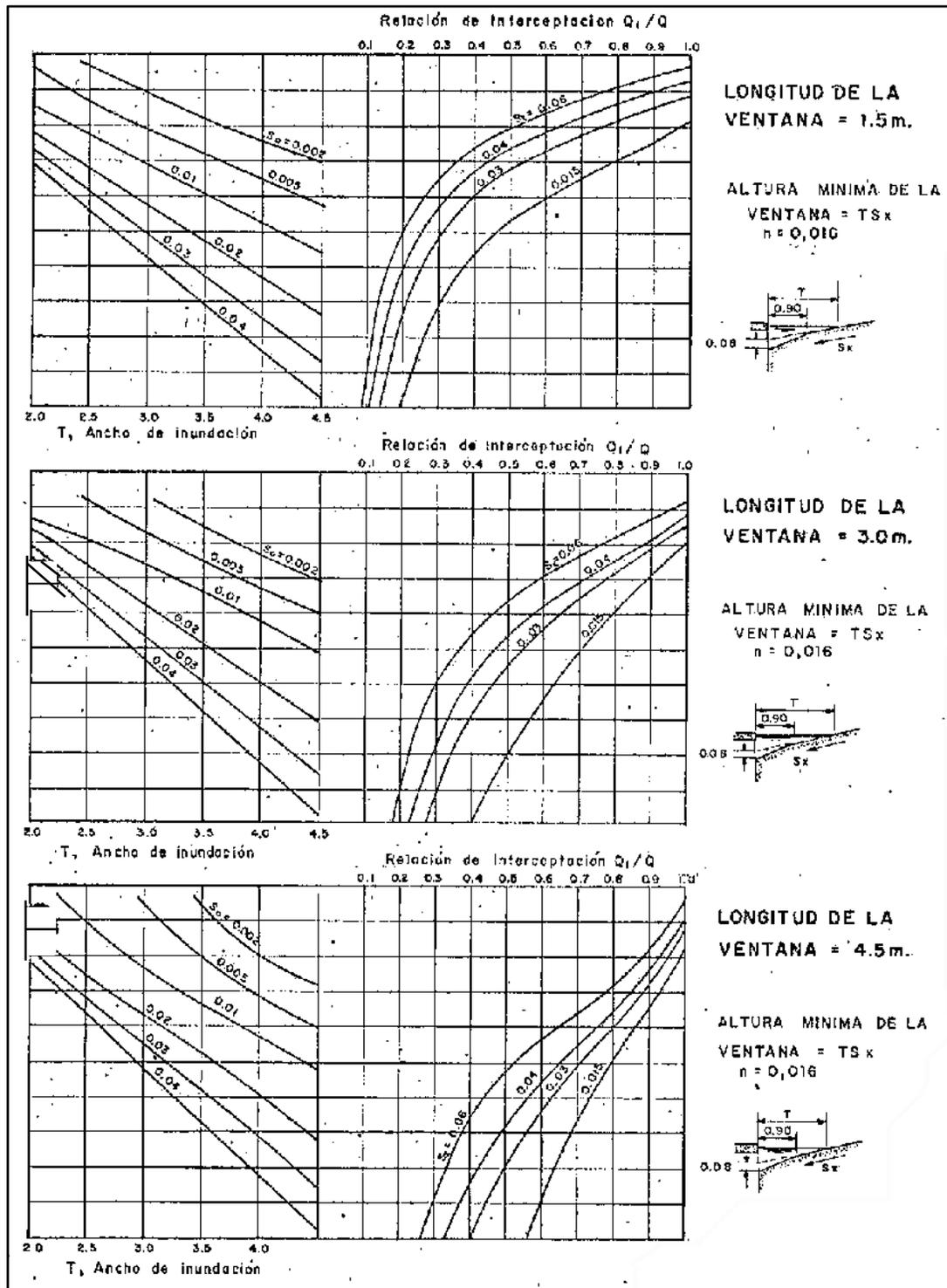


Figura 18. Abaco de relación de intercepción para sumideros de ventana (cuneta de 0,90 m.)
 Fuente: Ibidem

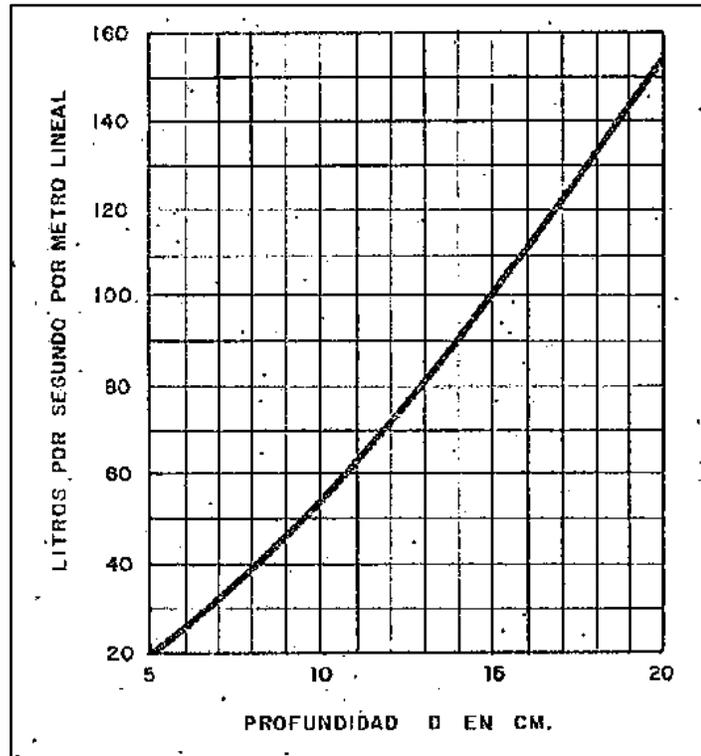


Figura 19 Capacidad de captación de sumideros de ventana en puntos bajos
Fuente: Ibidem

2.2.19.2 Determinación del caudal de intercepción para sumideros de rejillas en cuneta

La capacidad de captación para estas estructuras, puede ser determinada a través del gráfico mostrado en la figura 20, el cual representa el intercepto de aguas de lluvia para un sumidero de rejillas, correspondiente a un dimensionado mínimo según las normas del INOS.

Así mismo, la Norma de Alcantarillado del INOS establece otra consideración importante para la ubicación final de la estructura, señalando que se utilizarán estos sumideros de rejillas, en lugares donde no es recomendable la existencia de depresiones en la cuneta, bien sea por razones de seguridad para vehículos y peatones, o por razones de estética y paisajismo en caso de camineras.

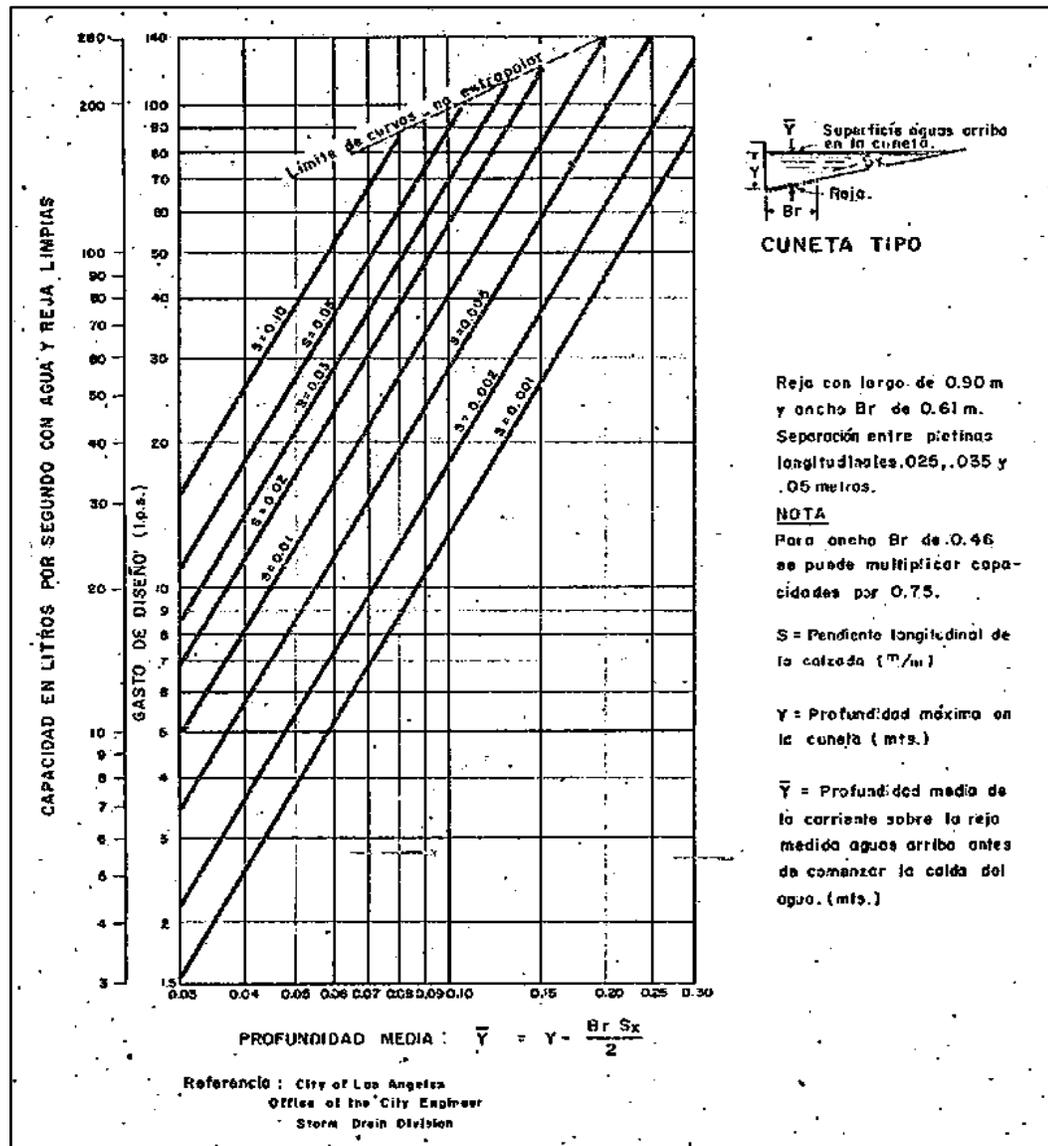


Figura 20. Capacidad de captación de sumideros de rejillas en cuneta
Fuente: ibidem

2.2.19.3 Determinación del caudal de intercepción para sumideros de rejillas en calzada

La capacidad de recepción de las aguas de esta estructura puede estimarse mediante el ábaco mostrado en la figura 2, conocido como el método de la *Johns Hopkins University*.

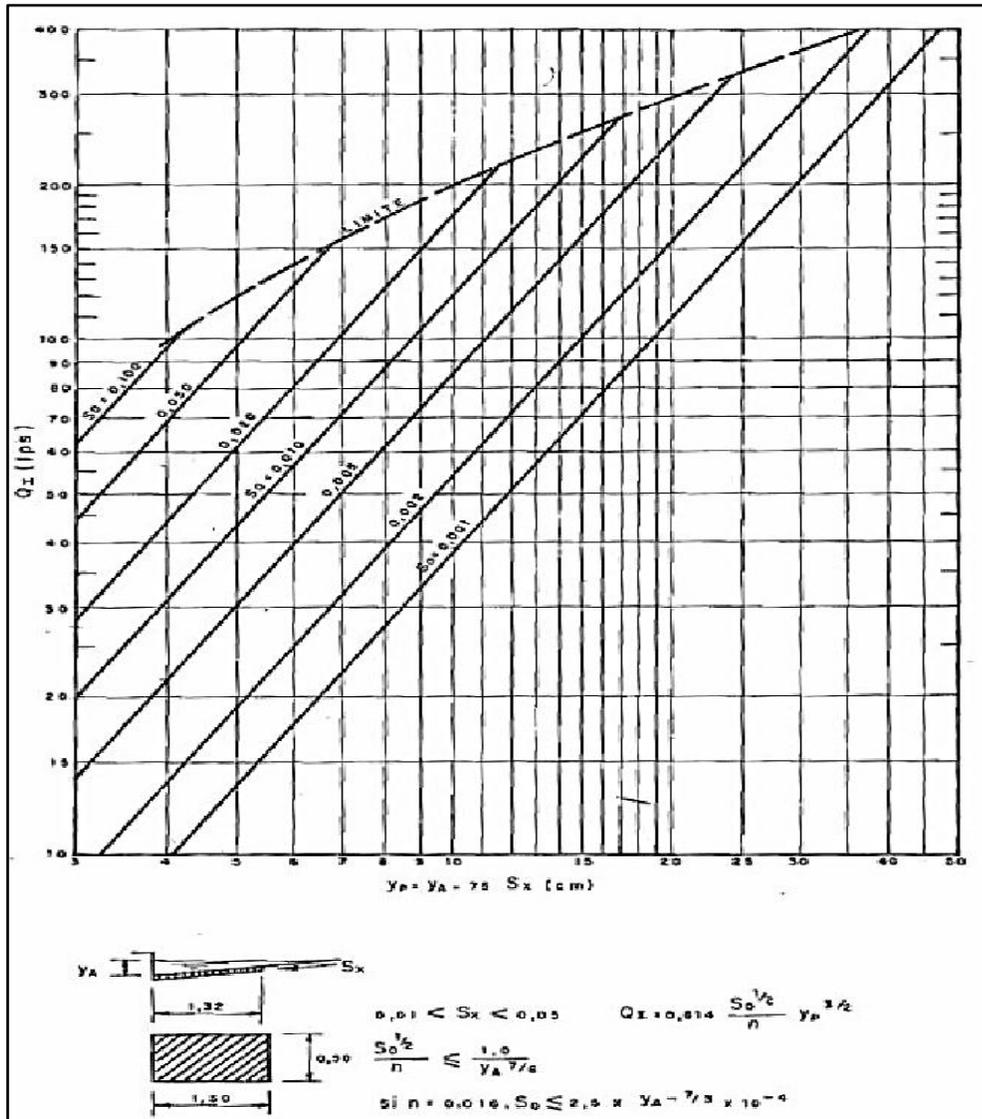


Figura 21. Capacidad de captación de sumidero de rejas en calzada, para reja estandar tipo INOS
 Fuente: Bolinaga (1979)

Tal como se observa en la gráfica de la figura citada, el gasto máximo interceptado disminuye al aumentar la pendiente longitudinal de la calle.

El método se fundamenta en las experiencias académicas del instituto y es confirmado con la hidráulica practica y por metodologías como la propuesta en el Manual de Drenaje del MOP. Así mismo, cabe señalar que

es aplicable para sumideros de rejillas en calzada, con una rejilla estandarizada de dimensiones de 1,50 m. x 0,90 m., y de existir más de una rejilla transversal en la calzada, o de estar cubierta la totalidad de la sección de la calle por múltiples rejillas, deberá estimarse el caudal de intercepción para cada una de ellas por separado, cuya suma entregaría el gasto captado por toda la estructura de drenaje. Otras configuraciones pueden estimarse mediante la metodología determinada en el capítulo 8, del libro de Drenaje Urbano, del Ing. Juan Bolinaga, el cual es un trabajo realizado y supervisado por el Instituto Nacional de Obras Sanitarias, a través del antiguo Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.

También es recomendable la implementación de este tipo de sumidero, en caso de que el área libre total para el paso de las aguas, sea igual a cuatro veces la sección del colector de salida. (op. cit. pág. 63). Esta condición es un parámetro para localizar estas estructuras de captación, añadiendo que es muy frecuente su ubicación en el punto más bajo de las vías rurales con pendientes considerables, debido a su eficiencia para captar las aguas en pendientes altas.

2.2.20 Determinación de la longitud de la ventana

Los sumideros de ventana han sido estandarizados en tres dimensiones. La elección de la distancia adecuada está dada en función de la pendiente longitudinal de la carretera y de la magnitud de las aguas que discurren al borde de la calzada.

Ayala (1956), llevo a cabo un estudio sustentándose en la teoría de vertederos laterales, y en la ecuación de Manning, lo que le permitió obtener una gráfica para conseguir la longitud de la ventana del sumidero, en función de caudales y pendientes previamente conocidos. En la figura 22, se muestra

el ábaco al cual llego el autor, en el cual debe ser señalado el valor de la pendiente, hasta interceptar la curva correspondiente al gasto predeterminado, para luego interpolar el valor de la longitud de la ventana. Cabe señalar que el grafico se encuentra limitado para pendientes longitudinales de hasta 10%, bombeo del 2%, y caudales que no excedan los 100 L/S

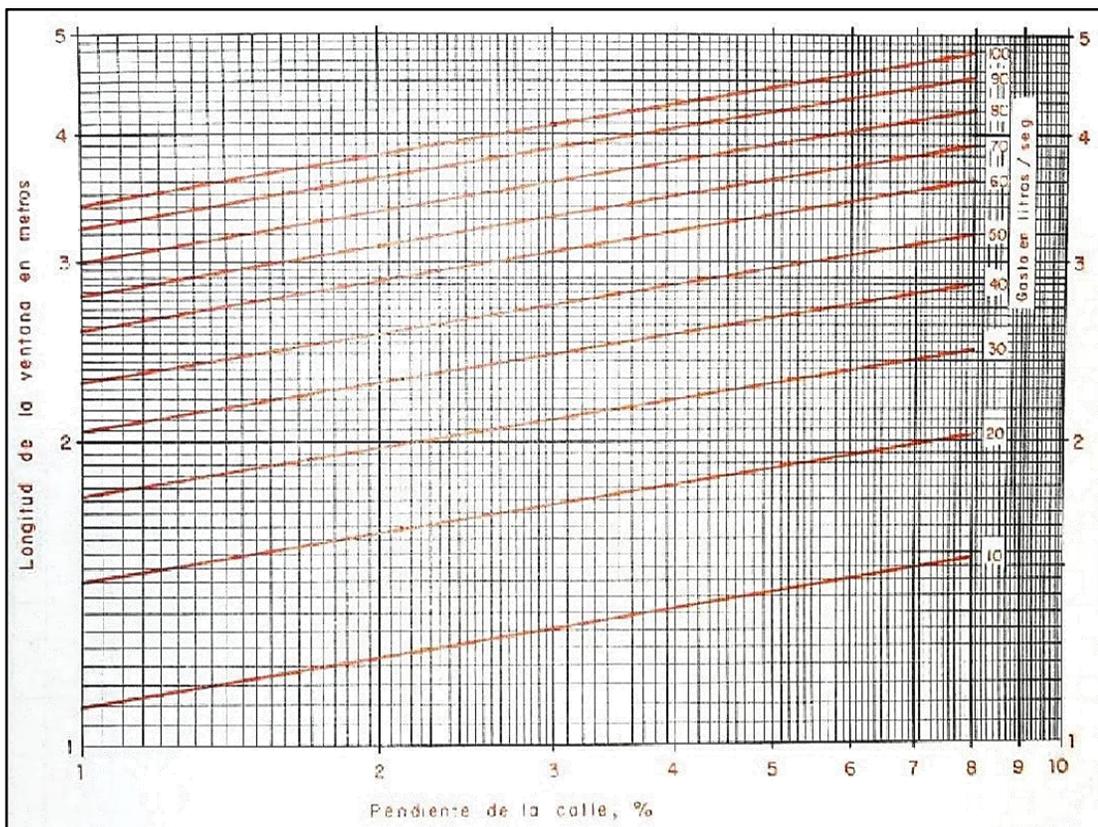


Figura 22. Ábaco para la determinación de la longitud de la ventana
Fuente: Arocha (1983)

2.2.21 Diámetro mínimo de la tubería de descarga de sumideros

El diámetro mínimo del tubo de descarga para un sumidero será de 305mm (12"). El proyectista en cada caso, y de acuerdo a la captación prevista, diseñara el diámetro adecuado.

2.2.22 Evaluación de una red de alcantarillado pluvial

Para lograr un buen diseño de una red de aguas pluviales, se deben tomar en cuenta todas las variables que pudieran influenciar en la determinación de los gastos de estas aguas, sin embargo, el autor no deja de reconocer que ello resulta difícil de evaluar, y que en ocasiones, aun con la mejor información disponible, existirán criterios que privarán el alcance del proyecto a lo que él denomina “un determinado rango de probabilidad”, que, dicho de otra forma, el diseño estaría limitado a satisfacer una demanda preestablecida por el proyectista, y en ocasiones, al ocurrir una avenida de grandes proporciones, que solicite una mayor capacidad a la estimada, el sistema no entregaría un rendimiento óptimo.

En general se consideran 5 factores importantes para efectos de diseño de un sistema de drenaje de aguas de lluvias. Estos son:

- Las características de la zona
- Curvas de pavimento
- Intensidad-duración y frecuencia de las lluvias
- Tiempo de concentración de las aguas de escorrentía a un determinado punto
- Estimación del caudal

2.2.22.1 Características de la zona

Estas características influyen en el grado de permeabilidad que facilita o retarda el escurrimiento de las aguas, considerando el tipo de superficie, de suelo, sus pendientes, así como los porcentajes de construcción. La superficie total que se toma en cuenta, estaría constituida por el área propia, más el área natural de la hoya que drena a través de ella; una vez definida y

calculada, se deben determinar las diferentes peculiaridades que la constituyen. En este sentido, la norma INOS resume todas estas consideraciones a partir de coeficientes de escorrentía, predeterminados según los rasgos de la zona, los cuales son presentados en la tabla 11 a continuación.

Tabla 11 Coeficientes de escorrentía según la superficie

Características de la superficie	Coefficiente de escorrentía
Pavimentos de concreto	0,70 a 0,95
Pavimentos de asfalto	0,70 a 0,95
Pavimentos de ladrillo	0,70 a 0,85
Tejados y azoteas	0,70 a 0,85
Patios pavimentados	0,85
Camino de grava	0,3
Jardines y zonas verdes	0,3
Praderas	0,2

Fuente: INOS (1965)

Del mismo modo, se establece el rango de variación de los coeficientes, de acuerdo a la zonificación, así obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 12 Zonificación y coeficiente de escorrentía

Zona	Coefficientes de escorrentía
Comercial, en el centro de la localidad	0,70 a 0,95
Comercial, en otra ubicación	0,50 a 0,70
Residencias unifamiliares	0,30 a 0,50
Residencial multifamiliar separada	0,40 a 0,60
Residencial multifamiliar agrupada	0,60 a 0,75
Residencias sub-urbanas	0,25 a 0,40
Zona industrial	0,50 a 0,80
Parques y cementerios	0,10 a 0,25
Parques de juego	0,20 a 0,35

Fuente: ibidem

Más adelante el autor sugiere que por razones prácticas, resulta útil calcular un coeficiente medio, bien sea por sectores o para toda el área del proyecto, debido a las diferentes características de la superficie y de las

edificaciones presentes en el área, determinándose en función de la extensión de la zona y de los coeficientes absolutos de cada una de ellas.

2.2.22.2 Curvas de pavimento

Debido a la estrecha relación entre el sistema de drenaje y el sistema vial, ambas disciplinas influyen entre sí de forma tal que al proyectarse el sistema de aguas pluviales en las calles deba tenerse presente las pendientes longitudinales y las transversales de las calzadas. Así mismo, en ocasiones, por motivos del drenaje pluvial, resulta conveniente cambiar en el proyecto vial, algún sentido de la pendiente de una calle o, aumentar o disminuir este valor, a fin de lograr el óptimo funcionamiento del sistema de aguas de lluvias, siempre buscando la facilidad y factibilidad para ambos casos. En este orden de ideas, la estimación de los caudales que fluyen hacia los sumideros, así como la ubicación de estos, se basa en consideración de las curvas de pavimento.

Cabe decir que, por razones de escurrimiento, los valores de las pendientes longitudinales de las vías, se han establecido entre un rango que permite velocidades de escurrimiento óptimas, variando desde una mínima del 0,2% hasta un valor máximo fijado de acuerdo a los requerimientos viales, pero tomando en cuenta la velocidad del agua.

2.2.22.3 Intensidad-duración-frecuencia de lluvias

La recopilación de datos pluviográficos permite conocer diferentes variables acerca de los fenómenos relacionados a la lluvia, como lo son la magnitud de ésta, su duración, y la frecuencia con la cual ocurren precipitaciones de igual intensidad, por tanto se pueden realizar estimaciones probabilísticas con la información disponible, y otorgar un rango de seguridad en cuanto a daños o inconvenientes para una determinada lluvia, aun cuando

supere en múltiples elementos, aquella que haya sido tomada como base para el diseño.

La frecuencia está asociada a la probabilidad y es a veces llamada intervalo de ocurrencia, y es el número de veces que un evento es igualado o excedido en un intervalo de tiempo.

Las normas INOS establecen que para el cálculo del caudal de aguas de lluvia se estimen las frecuencias siguientes:

- Para zonas residenciales, de 2 a 5 años.
- Para zonas comerciales y de elevado valor, de 5 a 15 años, dependiendo de su justificación económica.
- Para obras de canalización de cursos naturales, ríos o quebradas, 50 años o más.

La intensidad de una precipitación es un factor muy importante a evaluar, pues de la misma dependerán las magnitudes de las obras que deban ser realizadas para el drenaje. Sugiere que la intensidad es “el volumen de agua que precipita por unidad de tiempo”, por lo cual, hay que acotar que la intensidad de la lluvia dependerá de la duración de la misma, existiendo una relación inversa entre ellas

Así mismo, es la duración de una lluvia el tiempo comprendido entre el comienzo y el final de la precipitación. Según la duración de la lluvia, puede denominarse como corta cuando la duración es menor de 120 minutos, y larga cuando es mayor de 120 minutos

Las normas INOS establecen en el artículo 3.14.1 que el tiempo de duración que debe considerarse para la determinación de la intensidad de la

lluvia, no será inferior a 5 minutos. En cada caso se fijará el tiempo de precipitación de acuerdo a las condiciones locales

Cabe decir que, mediante datos arrojados por estaciones pluviométricas en diversas zonas del país, se han clasificado 18 regiones en gráficos que señalan mediante curvas, la intensidad, la frecuencia y la duración de las precipitaciones, obteniendo así, las denominadas curvas de intensidad-duración-frecuencia, ilustradas en el capítulo III, numeral 4, del Manual de Drenaje, del MOP. Del mismo modo, es válido determinar la intensidad de las precipitaciones, usando los datos de la estación climatológica local, graficando manualmente las lecturas arrojadas por el aparato.

2.2.22.4 Tiempo de concentración de las aguas de escorrentía

Para estimar el tiempo de recorrido de una partícula de agua en una determinada área, se emplea la estimación del tiempo de concentración, siendo éste, el valor del tiempo máximo que en que la partícula de agua más alejada del área, logra drenar hacia el punto de recolección o punto final, dicho de otro modo, es el tiempo en el cual el agua circula desde un punto "A" hasta un punto "B"

Para el diseño de colectores en las ciudades, este tiempo representa la suma de dos tiempos, ellos son el tiempo que tarda la partícula más alejada en escurrir sobre la superficie, y el otro es el tiempo de traslado que existe en una cierta longitud de colector, comprendida entre dos sumideros consecutivos. El primero de estos tiempos, está relacionado al escurrimiento a través de las cunetas, canales o zonas de escurrimiento natural, estimado según las características de la superficie. En el caso de ser zonas rurales, esta determinación se realiza en base a medidas reales hechas en el terreno o a partir de planos topográficos, midiendo la mayor distancia de recorrido de

la partícula de agua, lo cual, conociendo además la diferencia de elevaciones entre el punto más alejado de la cuenca y el punto de salida, se estima según la siguiente ecuación expuesta en el Manual de Drenaje del MOP.

$$T_c = 0.0195 \frac{L^3}{H}^{0.385}$$

(Ec. 12)

Donde:

T_c = Tiempo de concentración

L = Longitud comprendida entre el punto más alto y el punto final

H = Diferencia de alturas entre ambos puntos

El segundo tiempo, se refiere al traslado en el colector de la partícula de agua, el tendrá influencia en la determinación de los caudales que se reunirán en los subsiguientes sumideros, y serpa calculado, conocidas las características hidráulicas de éste, a fin de determinar en función de la longitud del colector y de la velocidad real de circulación el tiempo que tarda en recórrelo.

$$T_c = \frac{\text{longitud del tramo}}{\text{velocidad real en el tramo}}$$

(Ec. 13)

2.2.22.5 Estimación del caudal por el método racional

La determinación del gasto de diseño para un sistema de recolección de aguas de lluvia en zonas pobladas, atiende generalmente al método racional. Este método es el más empleado, asumiendo que sobre un área determinada cayese una precipitación de intensidad uniforme en el tiempo y en el espacio, cuyo gasto máximo acumulado en un determinado punto, a

consecuencia de la esorrentía de aguas de lluvia, esta expresado por la siguiente ecuación.

$$Q=C*I*A$$

(Ec. 14)

En la cual:

Q = caudal en L/s

C = coeficiente de esorrentía

I = intensidad de lluvia L/s/ha

A = área en hectáreas

El método racional es recomendado para áreas menores a 500 Ha, considera la intensidad de las lluvias para una duración igual al tiempo de concentración, ya que se estima que ocurría un aumento en el caudal a medida que el área de aporte es mayor, puesto que la disminución en intensidad, con el tiempo es compensada con el incremento del área.

2.2.23 Conducción de las aguas de lluvia

Partiendo de siguiente afirmación: conociendo la pendiente transversal y la longitudinal de la calle, puede determinarse el ancho mojado de la calzada se puede enfatizar que la franja de calzada que se denomina comúnmente como “ancho mojado”, es una función de la pendiente transversal de la calzada, así como el caudal que la misma puede conducir, lo que a su vez marcara la altura que dicha corriente de agua alcanza en el borde de la acera o cuneta. Este hecho se expone en la figura 23, donde la franja mojada o ancho mojado, es representado por la variable Z_y , y la altura del caudal producto de estas variables, se representa por la letra Y , reflejando claramente lo descrito en el párrafo predicho.

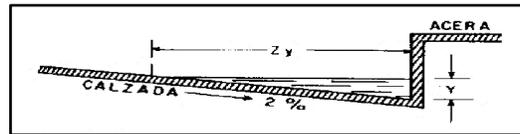


Figura 23. Ancho mojado y altura del agua en la cuneta
Fuente: Arocha (1983)

En este sentido, la pendiente longitudinal de la vía es variable y va en función de la topografía del terreno y otras consideraciones del proyecto, no así la inclinación transversal, la cual generalmente se asume del 2%, pudiendo incrementarse en el borde a fin de aumentar la capacidad de escurrimiento.

De lo expuesto, se concluye que la escorrentía superficial de las aguas de lluvia, es canalizada por la calzada a través de las pendientes que la misma posea, dirigiendo las aguas hacia la cuneta y esta a su vez se convierte en una estructura de conducción de las aguas pluviales; de tal modo, estos caudales deben ser calculados en base a la capacidad hidráulica de las calles, por lo cual, el Manual de Drenaje del MOP (op. cit. pág. 1), basado en la ecuación de Manning, determina que el caudal que circula en el borde de la acera, se calcula mediante la fórmula mostrada a continuación.

$$Q = 0.00175 \frac{Z}{n} S^1 Y^8 \quad (3)$$

(Ec. 15)

Donde:

Q = Capacidad hidráulica de la calle (L/s)

Z = Inverso de la pendiente transversal (Z=1/Sx)

n = Coeficiente de Manning

S = Pendiente longitudinal de la calzada

Y = Profundidad máxima en cm, en función de la franja mojada

Nota: la ecuación 1 solo se recomienda para valores de Z mayores a 8

Así mismo, López dice que una vez es alcanzada la capacidad hidráulica de la calle, se deben colocar sumideros, lo cual, dicho de otro modo, es aliviar y drenar las aguas conforme la calle alcanza la máxima capacidad de conducción.

2.2.24 Consideraciones sobre la conducción de las aguas de lluvias

La conducción de las aguas pluviales, realizada a través de un sistema de colectores, atiende a las mismas consideraciones hidráulicas referidas para los sistemas de recolección de aguas servidas, salvo algunas características de orden práctico que sin duda es conveniente saber en el diseño de estos sistemas, las cuales son:

- Sobre el arrastre de sedimentos, arena y tierra, cuyo peso específico es mayor que el material sólido de las aguas servidas, por lo que se debe procurar diseñar con velocidades de arrastre que correspondan con este material. En este sentido, por norma se ha fijado un mínimo de 0,75 m/s a sección llena.
- El diámetro mínimo a usar en colectores pluviales es de 0,25m o 10”
- Sobre el diseño de las profundidades de los colectores de aguas pluviales y su posible intersección con las tuberías de aguas servidas, se debería pretender la máxima economía para ambos casos, lo cual es en función del diámetro del colector y el volumen de la excavación, así, en zonas planas donde se fuerza a profundizar la tubería para mantener velocidades de arrastre aceptables, generalmente resulta más favorable dar las mayores ventajas a la tubería de aguas de lluvia con respecto a la de aguas servidas, en virtud que los mayores diámetros de las tuberías empleadas en los sistemas de aguas de lluvia a menores profundidades lograrían una alternativa más económica, añadiendo además la preferencia y factibilidad de

bombear pequeños caudales de aguas negras, versus los grandes y no estables caudales de aguas pluviales. Para otros casos, conviene realizar un análisis económico que permita determinar la solución más conveniente. En todo caso, los perfiles de colectores de aguas de lluvia deben señalar los puntos de cruce con los colectores cloacales, indicando progresiva y cotas correspondientes.

- Generalmente se evita dejar el eje de la calzada para la ubicación de los colectores de aguas servidas, por lo que los colectores de aguas de lluvia quedan a un lado de la misma, logrando, según las experiencias, el diseño más económico.

2.2.25 Iluminación vial

Muchas veces, una correcta iluminación influye de forma indirecta en factores determinantes en el tráfico, como lo son la seguridad vial, la velocidad de circulación y la capacidad vehicular de la vía, Blázquez (2000). Se podría afirmar que, en las ciudades resulta preciso una correcta distribución de luz, con el fin de entregar al usuario automotriz una adecuada visión del entorno urbano y sus posibles obstáculos, así como permitir al peatón un amplio panorama de su camino. Es por ello que se adoptaron algunas mejoras de iluminación en el tramo vial del proyecto, partiendo de las consideraciones del CEN 1999 y los criterios a continuación expuestos.

2.2.25.1 Criterios de iluminación vial

La iluminación de las vías en una ciudad es conveniente y muchas veces necesaria. Esta necesidad puede cuantificarse en base a ciertos criterios (ibidem)

- Intensidad del tráfico: las altas intensidades de tráfico requieren la iluminación de la vía, situando este umbral en 30.000 veh/día hasta 10.000 veh/día en intersecciones y enlaces.
- Multiplicidad de ruidos: la presencia de varios ruidos próximos en un tramo de vía urbana hace conveniente la iluminación del mismo.
- Carácter de medio atravesado: es recomendable la iluminación de la vía en las inmediaciones de determinadas zonas, como las áreas residenciales o comerciales, o zonas próximas a otras ya iluminadas, así como puntos donde se produzcan variaciones bruscas de velocidad en los vehículos
- Zonas de elevada accidentalidad: en zonas donde la cantidad de accidentes nocturnos doble a la ocurrida en el día se hace conveniente la instalación de sistemas de iluminación. Además, deberán iluminarse zonas especialmente críticas, como túneles, puentes e intersecciones.

Las carreteras urbanas deben tener mejor iluminación que otras calles, dada la mayor velocidad a la que circulan los vehículos; esto requiere mejores condiciones de visibilidad entre peatones y conductores. Es también importante evitar áreas de fuerte contraste luminoso, por lo que debe disponerse de un sistema gradual de alumbrado, que permita el acomodo del ojo humano, a la nueva intensidad luminosa sin producir deslumbramiento.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Toda investigación debe ir acompañada de un proceso sistemático y progresivo de etapas, que de manera ordenada, dan forma a la creación de ideas, contribuyen a la recopilación de datos, permiten clasificar el estudio, así como garantizan el desarrollo de las actividades de manera precisa y sólida, basándose en seguir el lineamiento establecido en la metodología de la investigación.

3.1 Tipo de investigación

El presente proyecto tuvo como objetivo proponer mejoras en los accesos viales de la prolongación de la Avenida Bolívar de la ciudad de Cantaura, por lo que la investigación contempla un estudio investigativo de campo, descriptivo y proyecto factible.

Se dice que la investigación realizada es de campo, porque está centrada en obtener información directamente desde el lugar de implantación del proyecto, comprendido por el tramo de más de 2 km de vialidad. Para Arias (2012), la investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de todos los datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos.

Igualmente, el proyecto se define de tipo descriptivo, que según Arias (ídem), la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura

comportamiento. De tal modo, es descriptivo porque se precisa el trazado y la ruta de la avenida, los espacios y accesos a servir, y los sucesos relevantes a propósito de la funcionalidad vial, con la finalidad de realizar optimizaciones y mejoras sustanciales que pudieran encontrarse.

Para Hurtado de Barrera (1993), el proyecto factible se fundamenta en la elaboración de propuestas, las cuales constituyen una respuesta a una dificultad o necesidad práctica, que afecte a un grupo social, un organismo, o de un área en particular del conocimiento, esto a partir de un análisis puntual sobre las necesidades que se presenten. En este sentido, la presente investigación se enmarca en esta modalidad de proyecto factible por cuanto se diagnóstica, se definen y describen los hechos para planificar las acciones y poder optimizar el tramo vial.

3.2 Nivel de investigación

Según el grado de estudio, el trabajo de investigación aborda un nivel descriptivo, puesto que comprende la descripción, análisis e interpretación de la naturaleza actual del problema, con el objetivo de diseñar una estructura vial, óptima y eficiente para la demanda, siendo primordial recoger información para conocer determinadas situaciones, y así aportar alternativas correctas acorde a los objetivos del proyecto. Según Arias (2004), el modelo descriptivo consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Observación directa

La observación directa ha sido ampliamente utilizada en este proyecto de investigación, para diversas actividades y objetivos acerca de los hechos

de carácter relevante, realizando visitas de campo y midiendo el entorno del lugar, ordenando y estructurando la información en pro de responder la demanda del proceso investigativo; los resultados obtenidos fueron considerados como datos estadísticos originales

Arias (2006), define esta técnica como el percibir, de una manera tangible, la realidad exterior, afirmando que es un proceso orientado hacia la recolección de datos previamente definidos como “de interés” en el rumbo de la investigación.

3.3.2 Investigación documental

El registro de observación documental, forma parte del proceso de investigación, el cual se lleva a cabo con la finalidad de recopilar datos e información vinculados directamente con el estudio. En este sentido, fueron investigadas múltiples biografías, destacando las normas AASHTO, MOP, COVENIN, y otras normas o literaturas de renombre, cuyas consideraciones vehiculares aplican al diseño y eficiencia de las carreteras, a fin de arrojar la mejor propuesta factible.

3.3.3 Entrevistas

Para la ejecución del estudio, se aplicó esta herramienta con el propósito de obtener opiniones e información técnica que se encuentre directamente relacionado con la problemática, obteniendo el material de las voces de quienes conviven a diario en el lugar de estudio, y de la mano del personal que ha trabajado o conoce las diversas actividades de ingeniería realizadas en la prolongación oeste de la Avenida Bolívar de Cantaura.

3.3.3.1 Entrevistas no estructuradas

Esta herramienta fue empleada para la investigación realizada, usada con el personal que labora en los organismos competentes, empresas, directivos policiales, o entes gubernamentales, entre los cuales se mencionan: la Dirección de Ingeniería Municipal y la Dirección de Catastro y Desarrollo Urbano de la Alcaldía del Municipio Pedro María Freites, la Compañía Anónima Hidrológica del Caribe (Hidrocaribe), la Corporación Eléctrica Nacional (Corpoelec) (oficina Cantaura y oficina El Tigre), Protección Civil, Tránsito Terrestre, y a su vez, algunas personas de las empresas o lugares adyacentes a la vía. La entrevista no estructurada consiste en establecer un dialogo entre dos o más personas y formular preguntas coherentes con la investigación, de acuerdo a las necesidades y respuestas que vayan surgiendo durante la entrevista.

3.3.3.2 Entrevistas estructuradas:

Según Sabino (2010), la entrevista estructurada es aquella que se desarrolla en base a un listado fijo de preguntas cuyo orden y redacción permanece invariable. Estas entrevistas fueron realizadas a un gran número de entrevistados para un posterior tratamiento estadístico. Como ventaja se obtuvo una mayor rapidez al recabar información en campo, y un significativo control estadístico, ya que existe la homogeneidad en preguntas y respuestas, resultando comparables y agrupables.

De igual modo, se aplicó esta técnica con el propósito de obtener el nivel de confianza, sensaciones de manejo, seguridad visual, y otros datos relevantes que percibe el usuario que transita en las inmediaciones de la prolongación oeste de la Avenida Bolívar de Cantaura. La técnica consistió en realizar preguntas puntuales, cerradas y abiertas, por medio de un

cuestionario previamente concebido, el cual se puede apreciar en los anexos de la investigación, sección D.

- Cuestionario

Para Sabino (ídem), este instrumento es indispensable para llevar a cabo entrevistas estructuradas por medio de una lista de preguntas, sin que necesariamente se medie una entrevista. En tal caso se entrega al encuestado un cuestionario para que éste, por escrito, consigne por sí mismo las respuestas.

Esta herramienta fue aplicada en las entrevistas estructuradas con el fin de facilitar la compilación de información, y así, poder cuantificar de forma precisa, el problema y sus variables, y cómo se ven afectados los usuarios del trayecto vial.

3.3.4 Utilización de programas

Los programas (*softwares*), son herramientas manejadas a través de computadoras, que permiten agilizar los procesos de cálculo, así como entregan al investigador un mayor rendimiento y practicidad en la solución de inconvenientes.

Debido a la naturaleza del presente estudio, se utilizó el programa AutoCAD 2018, el cual, a través de sus herramientas de dibujo, asistió en la elaboración de los planos necesarios que demandó el proyecto, a partir de la información recabada y de los resultados que la investigación entrego para cumplir el objetivo final de este trabajo. De igual modo, se empleó un subprograma denominado CivilCAD, en su versión 11.0.0, el cual complementa las herramientas de trabajo de AutoCAD, aportando opciones que agilizan la elaboración de diferentes tareas en el ámbito civil. También, el programa IP3 Control de Obras 2014, con una extensa y actualizada base de

datos sobre materiales, equipos, procedimientos y costos asociados a actividades de construcción, ha permitido agilizar y aproximar el coste que implicaría llevar a cabo la implantación de las soluciones proyectadas, por lo que es clave para el estudio de la factibilidad de la propuesta.

3.4 Fases de la investigación

En la figura 24, mostrada a continuación, se puede apreciar de manera gráfica y fluida la metodología y las etapas que permitieron llevar a término el presente proyecto.

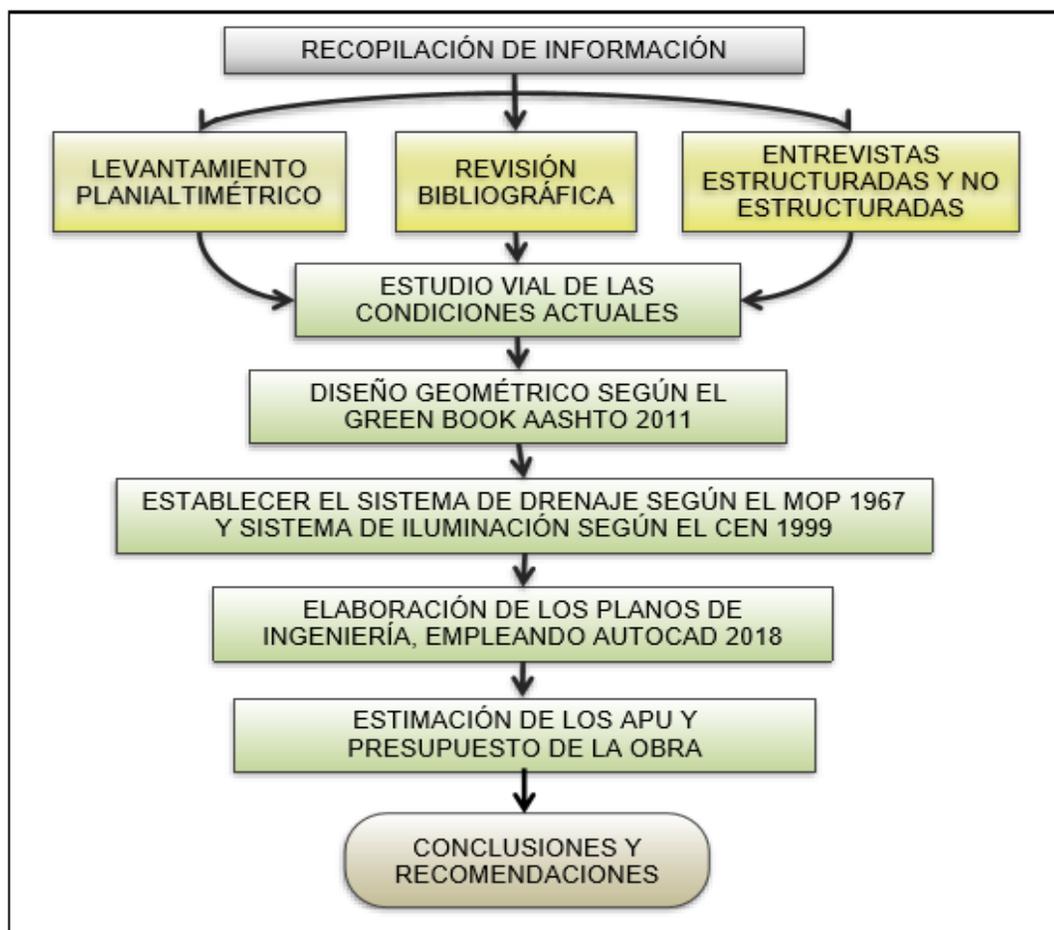


Figura 24. Diagrama de flujo del proceso metodológico
Fuente: autores (2018)

3.4.1 Recopilación y verificación de la información

Primeramente, el proyecto demandó recabar una gran cantidad de información, a fin de conseguir los datos para su análisis e interpretación, siendo, por ende, una de las etapas más importantes, puesto que, de los datos recabados en esta actividad, depende la confiabilidad, sustentabilidad y veracidad de los resultados que se obtienen en el estudio.

3.4.1.1 Revisión bibliográfica

Esta actividad fue necesaria desde el inicio de las actividades de elaboración del proyecto, puesto que fueron investigadas algunas normas y literaturas referentes a la vialidad, el drenaje de aguas de lluvia, y la iluminación de carreteras, previo a otras etapas. Entre las biografías revisadas, destacan las normas, manuales y gacetas venezolanas, como el Manual de Drenaje del M.O.P, el Norvial del MTC, Normas del M.A.R.N.R, M.S.A.S, las políticas de diseño geométrico de vialidades del *Green Book* de la AASHTO, así como obras literarias importantes, resaltando Simón Arocha, Seguidamente, se revisaron ordenanzas y estudios municipales, resaltando el Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL), de la ciudad de Cantaura. Por último, también se revisaron otras fuentes, entre publicaciones en la web, guías, manuales y revistas, que guardan relación con el tema objeto del presente proyecto, aplicando los criterios metodológicos de la investigación documental y la búsqueda de información, siendo un procedimiento que derivó en 2 semanas de preparación, y posteriormente durante todo el periodo de elaboración de este trabajo.

3.4.1.2 Levantamiento planialtimétrico del sector

Esta actividad forma parte de los aspectos más relevantes de este proyecto y resulta indispensable para las etapas contiguas. La fase consistió

en revisar y actualizar, a través de varios equipos y herramientas, los diferentes elementos que conforman la infraestructura vial, sanitaria y eléctrica, así como lugares o puntos relevantes en el lugar estudiado.

Para ello, a través de la observación directa, y en diversas visitas de campo, se recaudó información por medio de anotaciones, material fotográfico y soporte audiovisual, para su posterior revisión, y una vez establecido un croquis se siguió a la implantación en planos digitales, demandando 1 semana en ejecutarse cabalmente.

En la sección C de los anexos, se incorporó una tabla de los datos arrojados del levantamiento topográfico realizado en sitio, así como también ha sido elaborado un plano donde se encuentran representados los puntos resultado del levantamiento, mostrado en el apéndice G de la información adjunta.

3.4.1.3 Entrevistas estructuradas y no estructuradas

Esta etapa abarcó la visita hacia las instituciones y organismos competentes, así como las realizadas a los conductores y peatones que transitaban por la vía, para obtener información necesaria para el desarrollo del proyecto. El tiempo de ejecución de esta actividad fue de 4 semanas en total, y consistió en realizar las visitas a la Compañía Anónima Hidrológica del Caribe (Hidrocaribe), las direcciones de Ingeniería y de Catastro y Desarrollo Urbano de la Alcaldía del Municipio Freites, el Consejo Comunal del Sector El Granadillo, y los usuarios automotores y peatonales de la vía.

3.4.2 Análisis de las condiciones actuales de la vía

Partiendo de los ideales que persigue el presente proyecto de investigación, se clasifican a continuación, por separado, las metodologías

sobre el diseño geométrico, el estudio de drenaje, y el diseño del sistema de iluminación, existentes en la prolongación oeste de la Avenida Bolívar.

3.4.2.1 Análisis geométrico de la avenida

Esta fase de la investigación abarco un periodo de más de 2 meses de discernimiento y operación, y forma parte del segundo objetivo del estudio. Se emplearon todas las consideraciones posibles establecidas en las normas, las cuales son descritas en la sección 4.3.2, así como también se analizó la zona estudiada en base a la observación directa y las visitas de campo constantes al sitio del proyecto.

Para esta etapa se hizo indispensable la elaboración de representaciones gráficas de la vialidad, a fin de evaluar las actuales condiciones geométricas de diseño, y las posibles soluciones en cada nodo, según el criterio de los investigadores, respaldados en las normas de la ASHTO y el MTC.

3.4.2.2 Análisis hidráulico de la red de aguas pluviales

Esta fase fue ejecutada luego de revisar y ejecutar las actividades del levantamiento planialtimétrico. A partir de la información recogida en el campo, se analizó el sistema existente de descarga de aguas pluviales, empleando los principios normados en el Manual de Drenaje del MOP, incidiendo en alrededor de 6 semanas para su terminación, siendo fundamentalmente necesario consultar con personal técnico de las principales instituciones competentes de la zona, y la digitalización de la altimetría de la zona para la identificación de las hoyas existentes.

3.4.2.3 Análisis del sistema eléctrico de la arteria vial

De igual modo, a través de la observación del sistema de iluminación existente, se percibieron determinadas irregularidades, en la mayor parte de la prolongación oeste de la Avenida Bolívar. Esta actividad consistió en totalizar la infraestructura existente, detallando el estado de la misma y su acople con la vialidad actual. Se emplearon alrededor de 3 semanas para finalizar la evaluación del alumbrado público.

3.4.3 Propuesta de diseño geométrico

Luego de la evaluación, la metodología seguida perseguía la optimización y mejora geométrica de la prolongación oeste de la Avenida Bolívar, por lo cual, se investigaron diversas fuentes, a fin de concebir mejoras sustanciales y concretas, que superen las expectativas previstas. El lapso empleado fue de 2 meses de estudio, empleando la información ya investigada, y principalmente los datos de la fase anterior.

3.4.4 Diseño de nuevos sistemas de drenaje y sistema eléctrico

Ya casi para finalizar, se llevó a cabo la mejora en los sistemas hidráulicos de captación de aguas pluviales, y a su vez, en la iluminación vial existente, proponiendo para ambos casos, nuevos sistemas, tomando en cuenta un aprovechamiento de la estructura existente, a los fines de reducir costos. La actividad fue ejecutada tomando en cuenta el mejor acople con el diseño geométrico propuesto. El tiempo empleado en esta fase fue de 2 meses.

3.4.5 Elaboración de los planos del proyecto

Desde el principio de las actividades que demandó el proyecto, fue necesaria la digitalización de bosquejos y dibujos para su análisis e interpretación. De igual modo, una vez realizadas las actividades anteriormente especificadas, fue representada la información que se generaba y se mejoró la información existente hasta ese momento. Para esta actividad se empleó el programa de diseño asistido por computadora AutoCAD® 2018, permitiendo dibujar mediante sus herramientas e interfaz de trabajo, la información que el proyecto demandó. Cabe decir, que AutoCAD® representa un aporte importante para este proyecto, pues gracias al software se obtuvieron muchos datos y se generó nueva información, proceso que llevo alrededor de 6 meses en llevar a término, desde las actividades del primer objetivo, hasta el quinto objetivo planteado.

Debido a que el programa es en su mayoría para propósitos meramente gráficos, se implementó un subprograma para agilizar la información topográfica y civil, conocida como CivilCAD, el cual permitió graficar los perfiles y manejar la información altimétrica y geográfica de la zona.

3.4.6 Elaboración del análisis de precio unitario y presupuesto de obra

3.4.6.1 Cómputos métricos

Una vez finalizados los trazados y cálculos de los nuevos diseños, se procedió a estimar las cantidades de materiales que se requieren para la implantación de la propuesta contemplada en este proyecto. En este sentido, las especificaciones correspondientes que ordenan las normas I.N.O.S, M.S.A.S y M.T.C, sirvieron de apoyo para la determinación de los cómputos, en conjunto con la información generada en las etapas anteriores. El proceso de elaboración de los cómputos tomo 3 semanas en llevarse a término. Los

cómputos se enumeraron en diferentes partidas reflejadas en planillas de medición, donde se colocaron los cálculos respectivos.

3.4.6.2 Análisis de Precios Unitarios (APU)

En esta fase se realizaron los análisis de precios unitarios correspondientes a cada partida necesaria para la ejecución de las propuestas, mediante el uso del programa comercial IP3-Control de Obras 2014, reflejando la maquinaria, personal, herramientas y equipos a utilizar, así como su costo por unidad y su cantidad a usar en la obra. Estos análisis tomaron 1 semana en ejecutarse, se presentan en el capítulo IV, numeral 4.6.2 y los resultados finales se muestran en el anexo F.

3.4.6.3 Presupuesto de obra

Una vez se han obtenido los APU, se elaboró el presupuesto general del proyecto, el cual arroja el valor previo del costo asociado a la obra con el fin de conocer la factibilidad y rentabilidad, así como el monto de inversión. Para ello se empleó el programa comercial IP3-Control de Obras 2014, el cual, mediante sumatoria y cálculos analíticos, permite determinar el monto total de inversión resultado de los APU. Este proceso tomó 3 días en llevarse a término, y consistió en sumar las partidas previamente elaboradas, y posteriormente analizar el monto final arrojado por el programa, lo que determina la factibilidad del proyecto.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 Datos recabados del lugar en estudio

A través de múltiples visitas de campo fue posible recabar la información necesaria acerca de las condiciones presentes en la zona. A partir de estos datos, se obtuvieron los primeros resultados del análisis, al contrastar los ideales que persiguen las normas con la realidad absoluta.

4.1.1 Levantamiento topográfico

Partiendo de la información generada en un levantamiento elaborado en el mes de julio del año 2014, denominado “Levantamiento planialtimétrico desde la carretera entrada principal de Cantaura, hasta el Distribuidor San Joaquín”, ejecutado por la División Topográfica de la Cooperativa “Servicios y Construcciones Pa’ Lante Vamos C.A”, se sustrajeron los datos respectivos al diseño geométrico actual de la vía. Debido a la fecha del levantamiento, se actualizaron algunos elementos mediante algunas visitas de campo, tomando en cuenta la misma superficie cubierta en dicho proyecto, la cual fue de 86,57 Ha en su totalidad. De igual modo, estas visitas al sitio del proyecto, permitieron verificar elevaciones, distancias y otros datos que ameritaron la atención de los investigadores.

El procedimiento ejecutado, así como los materiales y herramientas empleadas, resultados y análisis de ellos, se describen a continuación.

- Materiales, herramientas y equipos empleados en el levantamiento.

Para llevar a cabo las diversas actividades de actualización y mejora del levantamiento planialtimétrico ejecutado en las inmediaciones de la prolongación oeste de la Avenida Bolívar, se emplearon las siguientes herramientas, materiales y equipos especificados a continuación:

a) Equipos:

Estación total, trípode, prisma, GPS, nivel automático, mira topográfica, cámara fotográfica, computadora portátil y equipos de transmisión de radio (*walkie talkie*)

b) Herramientas:

Vehículo automotor, odómetro de rueda, flexómetro (7 m), cinta métrica de larga distancia (100 m), conos, guantes, cascos, mandarina y morrales.

c) Materiales:

Libretas de anotación, lápices, borradores, calculadora, papel, tablas de anotación, pintura, brochas, cabillas Ø1/2", estacas, marcador de asfalto.

- Descripción del procedimiento

A partir de la información gráfica existente, extraída del levantamiento mencionado, fueron establecidos diversos puntos de interés a fin de verificar en campo las posibles fluctuaciones que el tiempo pudiera ocasionar. Concretamente, se tomaron las referencias mostradas en la tabla 12, encontradas en la tabla de coordenadas del plano índice. También, se tomaron algunos puntos de fácil verificación en la calzada de la vía.

Tabla 13 Puntos de referencia del levantamiento planialtimétrico existente

V	Coordenadas		
	Norte	Este	Cota
A	1.028.867,709	348.871,078	214,91
B	1.028.853,649	348.829,303	214,26
B-1	1.028.809,037	348.591,705	224,09
S-J-6	1.028.975,410	348.014,128	212,50
S-J-7	1.029.313,065	347.451,000	214,48
S-J-5	1.029.317,791	346.970,826	220,54

Fuente: Plano general entrada Cantaura-Distribuidor San Joaquín (2014)

Una vez determinados estos puntos, se procedió a planificar las actividades a realizar en campo, siendo, en primera instancia, procedimientos de nivelación y medición. Posteriormente, fue necesaria la ubicación de una referencia altimétrica cercana, para lo cual se utilizó un punto de Cartografía Nacional, de coordenadas y alturas previamente determinadas por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), punto que se localiza en las inmediaciones del Distribuidor San Joaquín, tal como se muestra en la figura 25. Los datos de este punto de referencia altimétrica, denominado Cantaura2P, referidos a la Red Geodésica Municipal (RGM) del Municipio Pedro María Freites, se visualizan a continuación, y se presentan con proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), datum horizontal SIRGAS-REGVEN (Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas - Red Geocéntrica Venezolana), y datum vertical según nivel medio del mar.

- Coordenada este: 346.747,056 m.
- Coordenada norte: 1.029.761,819 m.
- Cota: 180,72 m.s.n.m.



Figura 25 . Monumento de concreto de punto Cantaura2P, perteneciente a la RGM
Fuente: autores (2018)

Debido a que la zona donde se encuentra el punto de referencia está por debajo del visual del nivel, desde la prog 0+000, localizada en el Distribuidor San Joaquín, se realizó un arrastre hasta una nueva referencia más cercana y visualmente al alcance de los equipos. Dicho traslado fue realizado a través de procedimientos de instalación de poligonales, empleando un trípode, una estación total y un prisma, obteniendo la ubicación de un nuevo punto de referencia, denominado BM-1, el cual se encuentra reflejado en el plano T-01, cuyos datos son los siguientes:

- Coordenada este: 346.874 m.
- coordenada norte: 1.029.701 m.
- Cota: 198.36 m.s.n.m

Desde este punto, se trazaron en un croquis, líneas perpendiculares al eje de la vía, separadas entre sí cada 20 metros y distanciadas respecto al

eje de la vía, 20 metros a cada lado, a fin de realizar la verificación de las distancias y altitudes ya existentes. Para ello, se comenzó a realizar una nivelación compuesta, realizando múltiples poligonales cerradas a través del método del punto medio, usando como referencia altimétrica, un segundo punto designado como BM-2, a fin de lograr un chequeo posterior de la nivelación y de coordenadas. Estas referencias se establecieron en sitio, incrustando en el suelo una cabilla corta de 50 cm, con un diámetro de 1/2", que funcionó como *Bench Mark* (BM), ubicándolo en un sitio con buen ángulo de visión y proyección, a fin de que la cota leída en dicho punto, y coordenadas del elemento, fueran siempre iguales.

Luego de localizar los puntos de referencia, se procedió a realizar una poligonal de primer orden en el eje de la vía, dando cota y coordenadas a cada punto, aumentando la eficiencia del proceso al evitar el traslado o cierre de la poligonal desde o hacia el BM. Conforme se conocieron las cotas de estos puntos, se procedió a ubicar el nivel de manera progresiva, en sentido oeste-este, para realizar la lectura de la mira conforme era requerido, midiendo las elevaciones en el eje de la vía, estructuras cercanas y borde de la calzada, otorgando a su vez, una identificación visible en el sitio, única para cada punto. Con el desnivel entre cada punto medido, se obtuvieron las cotas reales en cada lugar donde se realizó la lectura, restando o sumando la diferencia de lecturas arrojadas por el aparato.

El proceso de nivelación empleado fue del tipo nivelación compuesta. El cual se realizó cada 20 metros, y a su vez, partiendo desde el eje de la vía, cada 5 metros hacia cada lado, repitiéndose hasta lograr calcular todas las elevaciones necesarias para la verificación del levantamiento existente, comprobando que la tolerancia de la nivelación estuviera dentro del rango de valores permitidos para este tipo de trabajo.

En la sección C de los anexos, se pueden apreciar los datos arrojados del levantamiento topográfico realizado en sitio, así como también ha sido elaborado un plano donde se encuentran representados los puntos resultantes del levantamiento, mostrado en el apéndice G de la información adjunta.

4.1.1.1 Resultados obtenidos del levantamiento

De la fase del levantamiento planialtimétrico, se obtuvo una visión muy clara y tangible sobre las fases posteriores. De igual modo, se actualizaron diversos elementos naturales y artificiales en las adyacencias de la vía, plasmados en los planos que se encuentran en el anexo G.

Estas inspecciones permitieron determinar la ubicación de las estructuras existentes para el drenaje de aguas de lluvia, el estado de la carpeta de rodamiento, el número de avisos y señales de tránsito, las construcciones adyacentes a la vía y la percepción propia de conducción.

También a partir de esta fase, se logró responder a múltiples interrogantes sobre el porqué ocurren algunos anegadizos de agua en la calzada, pues luego de realizar las inspecciones y recorridos en la zona, se determinó por observación propia, una notable falta de sumideros, así como otras estructuras destinadas al tratado de las aguas de lluvia. Así mismo, quedó claro que algunos postes de luz no fueron distanciados según las normas venezolanas, encontrando distancias mayores a las recomendadas, la cual es de 30 metros como máximo, generando zonas de penumbra en esos tramos, descrito con más detalle en el numeral 4.3 del documento de investigación.

4.1.2 Entrevistas

Las entrevistas realizadas a las organizaciones e instituciones fueron concebidas sin seguir un orden de preguntas específicas, según lo establecido en la sección 3.3.3.1 del proyecto. El dialogo fue basado en previas dudas y consultas que surgieron sobre el tema, así como de las respuestas que nacían de cada interrogante.

Posteriormente, se realizaron entrevistas estructuradas a los usuarios de la vialidad, con la finalidad de obtener el nivel y calidad del servicio percibido, incluyendo preguntas relacionadas al confort de manejo, seguridad, visibilidad nocturna, satisfacción general, recomendaciones, etc. Las entrevistas fueron realizadas a una muestra de 50 usuarios, en las cercanías del terminal de pasajeros, en las adyacencias del distribuidor, y en las inmediaciones de la entrada de Cantaura, mediante la implementación de un cuestionario, mismo que se encuentra adjunto en la sección D de los anexos de este trabajo. Las preguntas fueron realizadas siguiendo la metodología descrita en la sección 3.3.3.2, procurando conseguir el mejor balance posible de la situación presente, por lo que los resultados obtenidos de esta actividad, son en base a lo dicho por las personas entrevistadas.

Luego de realizar las acciones mencionadas, se cuantificaron las respuestas y se compararon con los resultados obtenidos de las evaluaciones geométricas e hidráulicas realizadas, lo cual permitió dar veracidad de manera simultánea para ambas evaluaciones. Las cifras obtenidas se encuentran en el apéndice D, reflejando mediante gráficos los porcentajes de las variables que fueron planteadas.

4.2 Estudio vial de las actuales condiciones de la prolongación de la Avenida Bolívar

En esta parte de la investigación, se describen y analizan los sistemas que conforman la infraestructura vial, el drenaje de aguas de lluvias, el sistema de iluminación, señalización, electricidad, u otro elemento natural o artificial encontrado en la zona de proyecto.

4.2.1 Análisis de la vialidad

El tramo que comprende la prolongación oeste de la Avenida Bolívar de Cantaura es de las pocas vialidades de la ciudad que fue planificada de manera efectiva y oportuna, según lo visto en la sección 1.3.1, del capítulo 1. Su longitud total es de 2.183,92 metros desde la intersección con el eje de la rampa de acceso en sentido sur-norte en el Distribuidor San Joaquín (prog 0+000), hasta la intersección con el eje de la carretera vieja anaco El Tigre (prog 2+183.92). El rumbo que presenta su recorrido es de oeste a este. El corredor vial se encuentra conformada por una calzada de dos carriles por sentido, separados por una división central que permite la instauración de elementos de control de tránsito y alumbrado público. La sección cuenta además con aceras peatonales en una parte del lado sur de la vialidad, con ancho variable, en promedio de 1,60 metros. El espacio ocupado por la vía no es constante debido a la ausencia de la acera en algunos tramos y la disminución del ancho a medida que se acerca al Distribuidor San Joaquín. El promedio es de 16 metros en el tramo con división central y acera, y de 10 metros entre prog 0+000 hasta 0+155.91, donde la división no existe. La sección típica de la actual infraestructura se muestra a continuación en la figura 26.

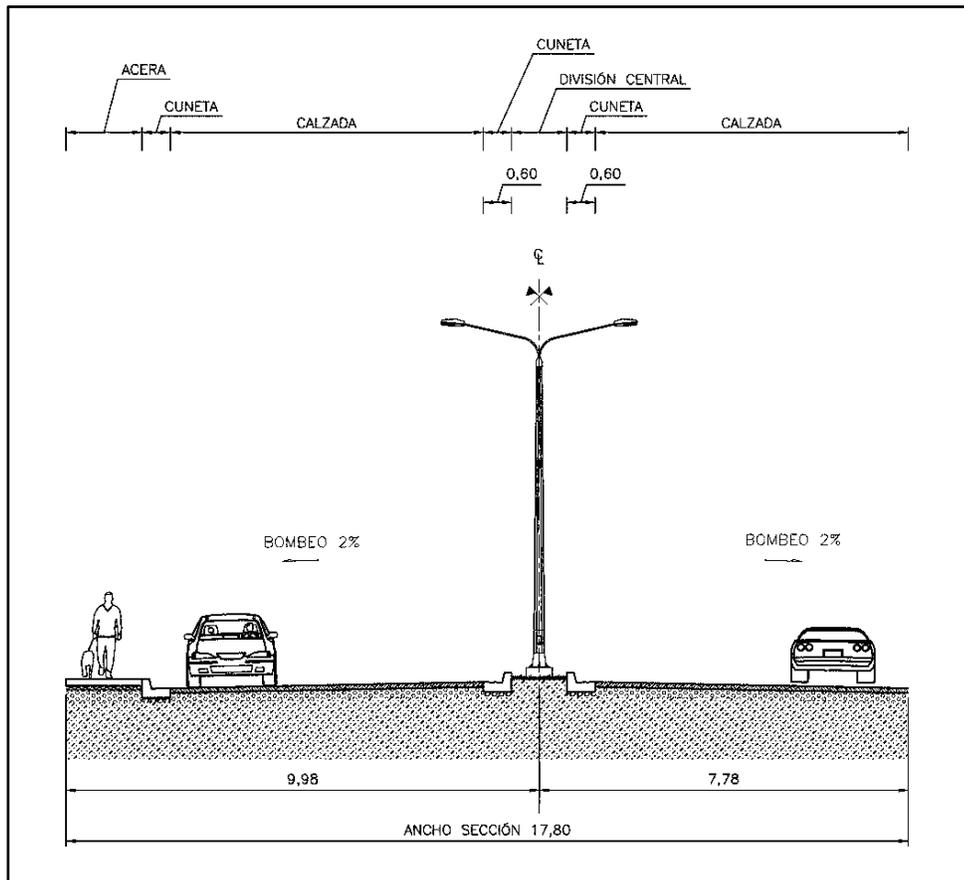


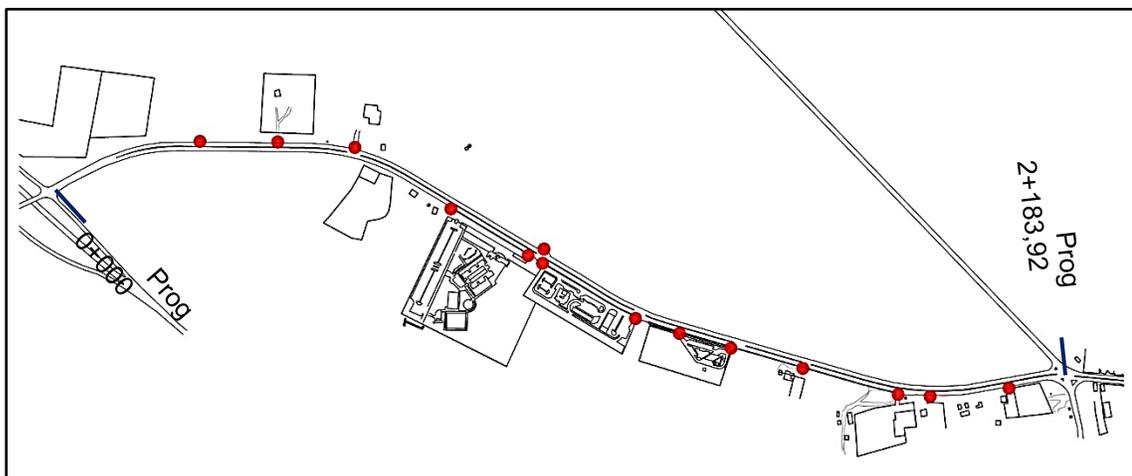
Figura 26. Sección típica actual.
Fuente: autores (2019)

En toda su extensión, la vialidad posee 7 interrupciones de la división central, las cuales permiten la incorporación o desincorporación hacia las edificaciones y terrenos existentes en los laterales de la carretera, y a su vez, de manera irregular, sirven para otorgar la posibilidad de retorno a los conductores que así lo deseen realizar. Cabe destacar que estas condiciones descritas no son las adecuadas según las normas de la AASHTO, siendo incluso inseguras de usar, poniendo en riesgo la vida de quien realice un uso imprudente al transitar en ellas.

En este sentido, las autoridades competentes han emprendido acciones para evitar accidentes, construyendo reductores de velocidad en la calzada

con la demarcación de un rayado amarillo y blanco para advertir la presencia de estos, sin embargo, no son adecuados, además de generar retraso, incomodidad y deterioro de la carpeta de rodamiento por las fuerzas ejercidas sobre esta al frenar.

La vía existente, cuenta con múltiples accesos a terrenos, compañías, viviendas y edificaciones destinadas a servicios públicos, comerciales, e institucionales y un espacio dedicado para parada de transporte público para la Universidad. Estos accesos se pueden apreciar como círculos rojos en la figura 27, y se describen a continuación, comenzando desde el Distribuidor



San Joaquín (prog 0+000), hasta la entrada de Cantaura (prog 2+183.92).

Figura 27. Accesos existentes en la prolongación de la Avenida Bolívar, situación actual
Fuente: autores (2019)

- Prog 0+155.93: comienza la división central, al tiempo que sirve como último retorno a los vehículos que se desplazan fuera de la ciudad.
- Prog 0+327.31: se encuentra la primera interrupción de la división central, la cual sirve de incorporación y desincorporación para los terrenos de la extinta empresa Falcon C.A (patio de Manuel Emilio Paraguacuto), al igual que funciona como retorno en ese tramo de vía.

- Prog 0+486.45: se encuentra, en el lado norte de la vía, la entrada hacia un terreno de propiedad privada, cuyo dueño es el Señor Carlos José Sisco.
- Prog 0+638.32: en el lado norte se localiza el acceso al Matadero Industrial de Cantaura, y en este punto se interrumpe la división central para la incorporación o desincorporación de los vehículos.
- Prog 0+865.32. en este punto se ubica el acceso a la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura, del lado sur de la vía.
- Prog 1+049.98: se emplaza la salida de la vialidad interna de la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura.
- Prog 1+070.05: espacio dedicado para la parada de la universidad, al norte de la vía.
- Prog 1+072.59: se localiza la entrada al Terminal de Pasajeros Pedro María Freites de Cantaura en la parte sur de la vialidad, además de conseguir la división central interrumpida para dar paso a los vehículos hacia el terminal y, de manera irregular, hacia la universidad.
- Prog 1+301.88: se ubica en el lado sur la salida del Terminal de Pasajeros Pedro María Freites de Cantaura, y el corte de la división central de la vía, por lo que permite el retorno, la incorporación o la desincorporación a los vehículos de transporte urbano, transporte interurbano y particulares
- Prog 1+392.11: se localiza la entrada a la Estación de Bomberos de Cantaura en el lado sur de la avenida, cuyas instalaciones funcionan en la actualidad para albergar la Guardia Nacional, y la brigada de Protección Civil.
- Prog 1+513.63: al sur se encuentra la salida de la Estación de Bomberos, y la división central de la vía interrumpida para el paso de

los vehículos de emergencia, o el retorno en “U” de los conductores que lo requieran.

- Prog 1+653.76: en este punto se interrumpe la división central, y se encuentra el acceso a una edificación ocupada por particulares, con actividad comercial informal (taller).
- Prog 1+847.01: casi para terminar, se localiza al lado sur de la arteria, la entrada de la compañía Inversiones Veracer C.A, en la cual entran y salen vehículos de carga pesada. Cabe destacar que en este punto no se encuentra interrupción de la división de la vía, obligando a los vehículos de carga a retornar en la rampa de acceso del terminal de pasajeros.
- Desde prog 1+892.35 hasta 2+029.49: se encuentran instauradas algunas viviendas ocupadas por particulares en el lado sur de la vía.
- Prog 2+053.98: acceso en el lado sur a edificio particular donde opera la emisora Yes 103.5 FM, de propiedad privada.
- Prog 2+071.52: a pocos metros de la emisora se encuentra el acceso a la empresa Alquileres Industriales C.A (ALQUINCA)
- Prog 2+169.48: punto final de la división central de la prolongación de la avenida.

Al final de la prolongación, existe una intersección a nivel con conflictos, la cual permite la circulación de vehículos hacia el casco central de la ciudad, hacia Anaco, o hacia El Tigre, según lo demanden. Esta intersección ha sido incluida en los estudios realizados, debido a que forma parte de la infraestructura vial del corredor vial, y en base a los conocimientos sobre las propuestas de diseño sobre esta intersección, se plasmara con el fin de tomar esta variable en cuenta para el alineamiento del eje vial propuesto, así como para establecer condiciones de operatividad al tramo en estudio, para

el diseño de los mecanismos de iluminación adecuados y para el correcto drenaje de la zona.

El diseño geométrico actual en la prolongación oeste de la Avenida Bolívar posee excelentes condiciones de alineamiento horizontal y vertical. El eje se encuentra estructurado por 7 vértices, tal como se aprecia en la figura 2, mostrada en el capítulo 1, numeral 1.3.2.1, cuyas coordenadas pueden ser ubicadas en la tabla 1. Cuenta con 5 curvas de radios de giro amplios, entre 400 a 500 metros en el eje de la vía; así mismo, posee 2 carriles de circulación por sentido, sin hombrillo, cuya dimensión promedio es de 3,00 metros cada uno, lo que permite acomodar vehículos de grandes dimensiones.

Presenta una división central de 1,40 metros en toda su extensión, y se encuentra conformada por dos brocales de concreto de 0,15 m de ancho en los laterales, y en el centro un espacio de 1,10 m de ancho para áreas verdes, postes de alumbrado público, y dispositivos de control de tránsito. La división central esta interrumpida en 7 ocasiones, cuya separación ronda desde 12 a 26 metros. Este diseño permite la incorporación o desincorporación hacia las edificaciones y lugares existentes.

Hacia el oeste, desde las progresivas 0+010 hasta la 0+155.91, la sección vial permite acomodar 1 vehículo por sentido de manera segura, con un ancho por carril de 5 metros, el cual aumenta paulatinamente hasta los 13 metros, en donde empieza la división central.

4.2.2 Conteos vehiculares

Con la finalidad de determinar el volumen del tránsito, y establecer la proyección futura de este, se realizaron varios conteos vehiculares. Al respecto, se partió de que las condiciones socioeconómicas propias de la

población de Cantaura, le confieren un mayor tránsito desde las 5:30 am, hasta las 7:30 am, y luego desde las 5:00 pm, hasta las 6:30 pm, según datos recabados del PDUL (2005). En base a ello, se realizó el primer conteo vehicular el día lunes 17 de septiembre del 2018, desde las 6:00 am, hasta las 7:00 am, en la entrada de la prolongación oeste de la avenida, a escasos metros de la entrada a la ciudad, aproximadamente en la progresiva 2+150.

Se clasificaron 4 grupos de vehículos para el conteo, con la finalidad de dar una mayor eficiencia. Estos grupos son:

- Autos: comprende gran parte de los vehículos livianos que no excedan los 5,00 metros de longitud, y todo vehículo cuyas condiciones de operatividad sean semejantes a estos.
- Motos: en este grupo entran motos de paseo, bicicletas, motos de alta cilindrada, motos de carrera y todo vehículo de 2 ruedas.
- Buses: abarca buses de cualquier rango de dimensiones, desde aquellos que figuran como transporte público urbano e interurbano, hasta los buses de grandes dimensiones dedicados a recorrer grandes distancias.
- Camiones: Incluye todo vehículo cuya longitud supere los 5 metros y sea considerado un vehículo de carga. En esta clasificación se encuentran los camiones tipo plataforma, pickups de alta capacidad, camiones volteo y camiones con remolques.

La data arrojada de este conteo se encuentra representada, de manera resumida, desde la imagen 28 hasta la 31.

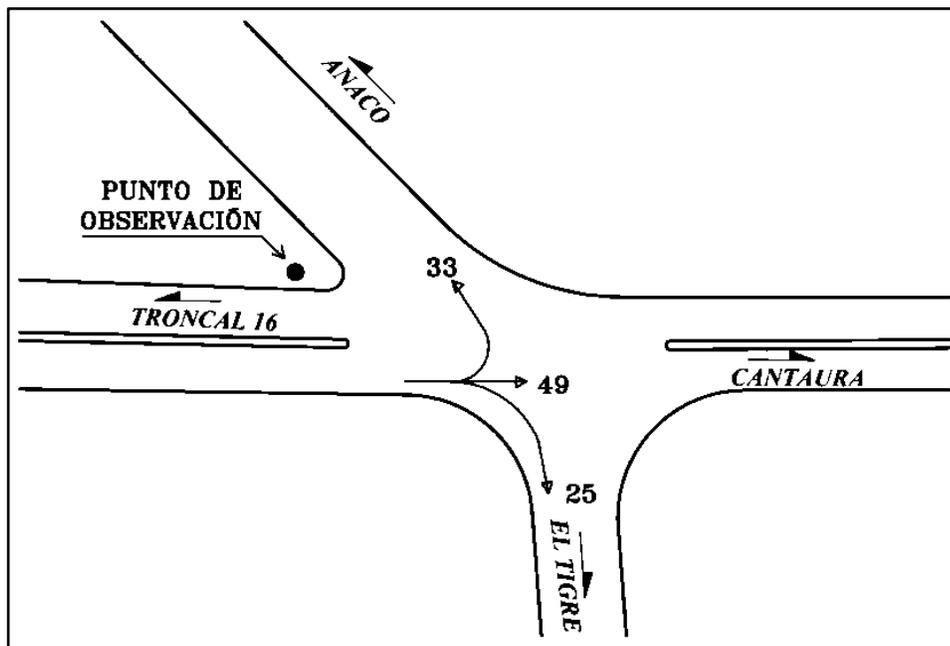


Figura 28. Primer conteo, desincorporación de la prolongación de la Avenida Bolívar
Fuente: autores (2018)

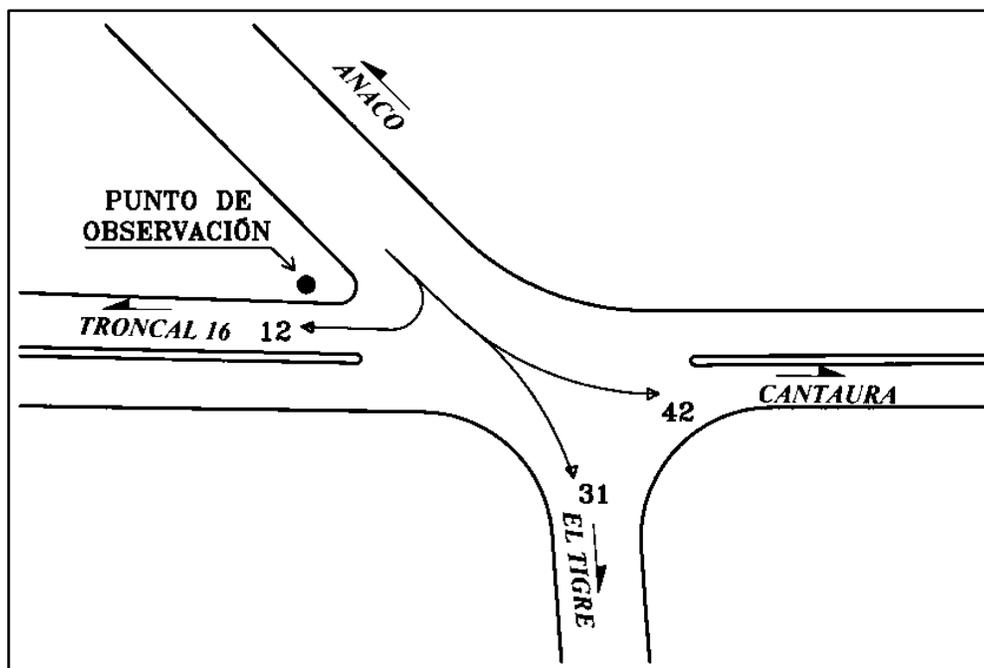


Figura 29. Primer conteo, desincorporación de la carretera vieja, sentido Anaco-El Tigre.
Fuente: autores (2018)

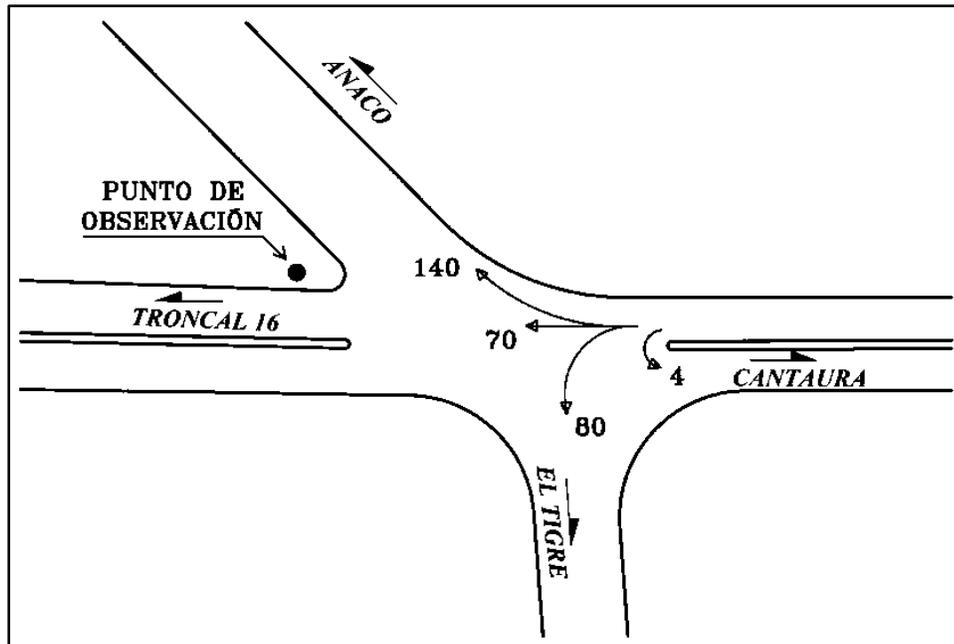


Figura 30. Primer conteo, desincorporación de la Avenida Bolívar
Fuente: autores (2018)

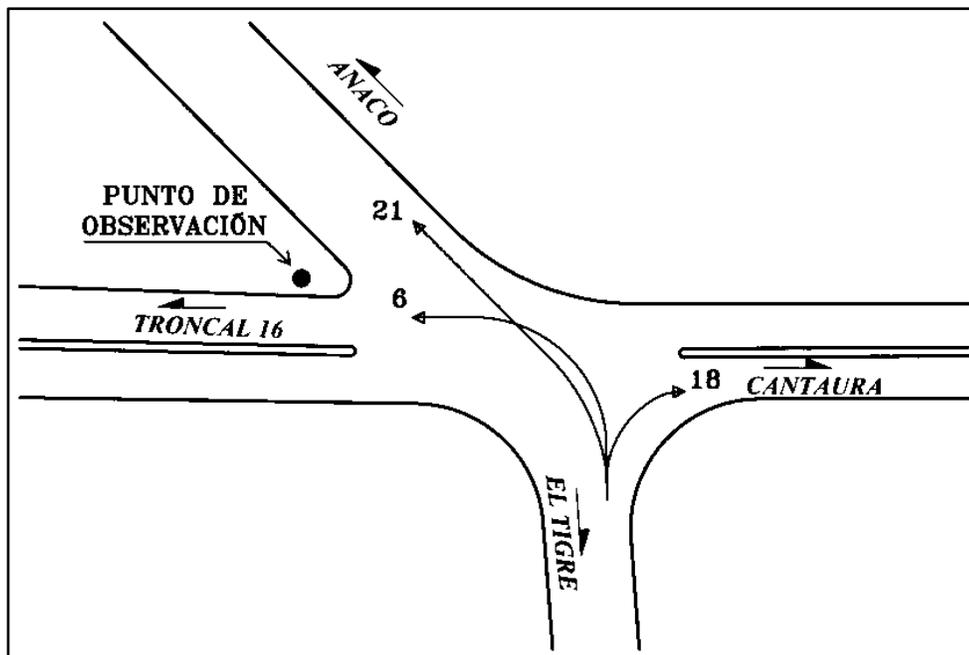


Figura 31. Primer conteo, desincorporación de la carretera vieja, sentido El Tigre-Anaco
Fuente: autores (2018)

Al final de la investigación, en el anexo B, se encuentra la información completa resultado de esta actividad. El segundo conteo vehicular fue realizado el día viernes 21 de septiembre del año 2018, el cual fue realizado en el mismo punto, y a su vez, se realizó la misma clasificación vehicular registrada en el anterior conteo, con la salvedad que fue ejecutado desde las 5:30 pm hasta las 6:30 pm. Los resultados de esta actividad se muestran a continuación en las siguientes figuras.

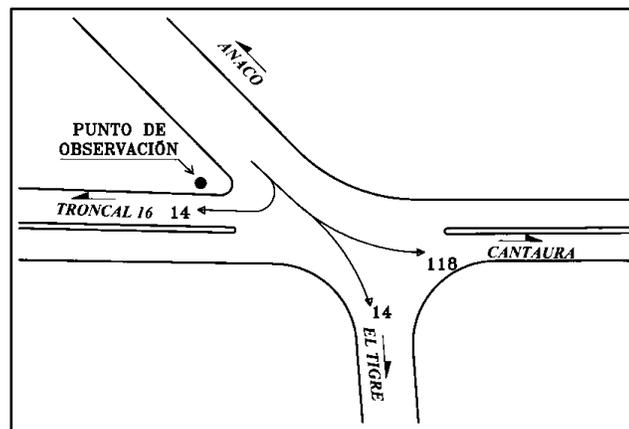


Figura 32. Segundo conteo, desincorporación de la carretera vieja, sentido Anaco-El Tigre
Fuente: autores (2018)

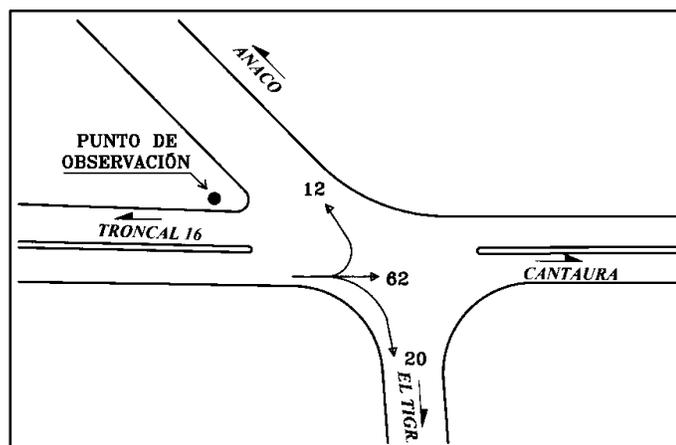


Figura 33. Segundo conteo, desincorporación de la prolongación de la Avenida Bolívar
Fuente: autores (2018)

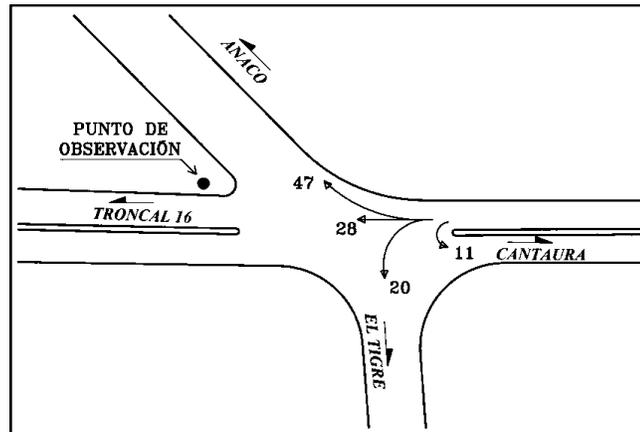


Figura 34. Segundo conteo, desincorporación de la Avenida Bolívar
Fuente: autores (2018)

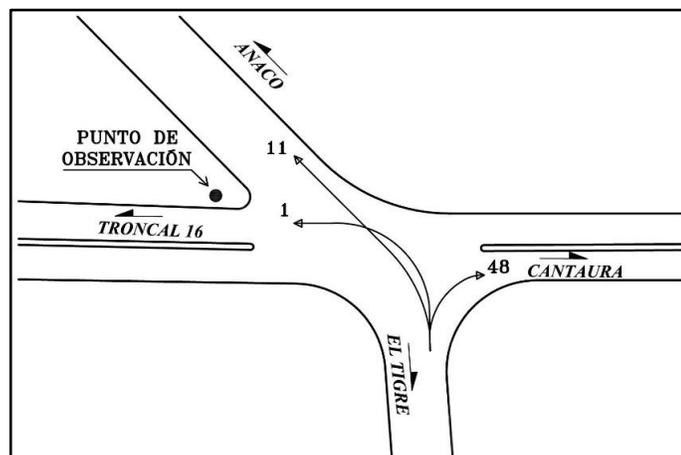


Figura 35. Segundo conteo, desincorporación de la carretera vieja, sentido El Tigre-Anaco
Fuente: autores (2018)

Los conteos vehiculares efectuados, dieron como resultado un volumen total de 184 veh/h, en la hora comprendida desde las 6:00 am hasta las 7:00 am, tomando en consideración todos los vehículos que se desplazaban por la prolongación oeste de la Avenida Bolívar en ambos sentidos. Para el caso de la hora pico de la tarde, se tomó en cuenta el mismo criterio, con resultados de 137 veh/h, desde las 5:30 pm hasta las 6:30 pm. Este volumen del tránsito se usará como base para la proyección del tránsito futuro en base a datos estadísticos de otros proyectos similares.

4.2.3 Nivel de servicio

En este punto se procedió a comparar lo descrito en el numeral 2.2.7, en la clasificación vinculante a la tabla 4, acerca de las condiciones de manejo permisibles según los niveles de servicio establecidos por el MTC. Al realizar la clasificación, se tiene que, para la fecha de elaboración de esta investigación, la infraestructura vial se cataloga en un nivel D, según el criterio de los investigadores. Las características que le confieren esta categorización son de carácter estructural y operacional, ya que presenta una fluidez estable en el trayecto de los vehículos, mas no en el recorrido de los peatones por ausencia de aceras. De igual modo, al tratarse de realizar maniobras hacia la entrada de alguna edificación adyacente, se perciben algunas incomodidades o reducción de la velocidad de circulación. También, debido a factores socioeconómicos presentes en Venezuela al momento de realizar este trabajo, existe poca afluencia de vehículos en el territorio nacional, por lo que se pueden lograr mejores velocidades de operación, las cuales oscilan entre los 50 y 80 km/h, y a la vez, esta condición permite acomodar los vehículos en las áreas donde la carpeta de rodamiento se encuentra en buen estado.

No obstante, las entrevistas realizadas en el tramo vial arrojaron resultados más favorables para el actual diseño de la vía, consiguiendo una alta cantidad de usuarios que la clasificaron en las letras B y C, como puede evidenciarse en la figura 36 a continuación. Los resultados de estas encuestas se encuentran anexos en la sección D al final de la investigación.

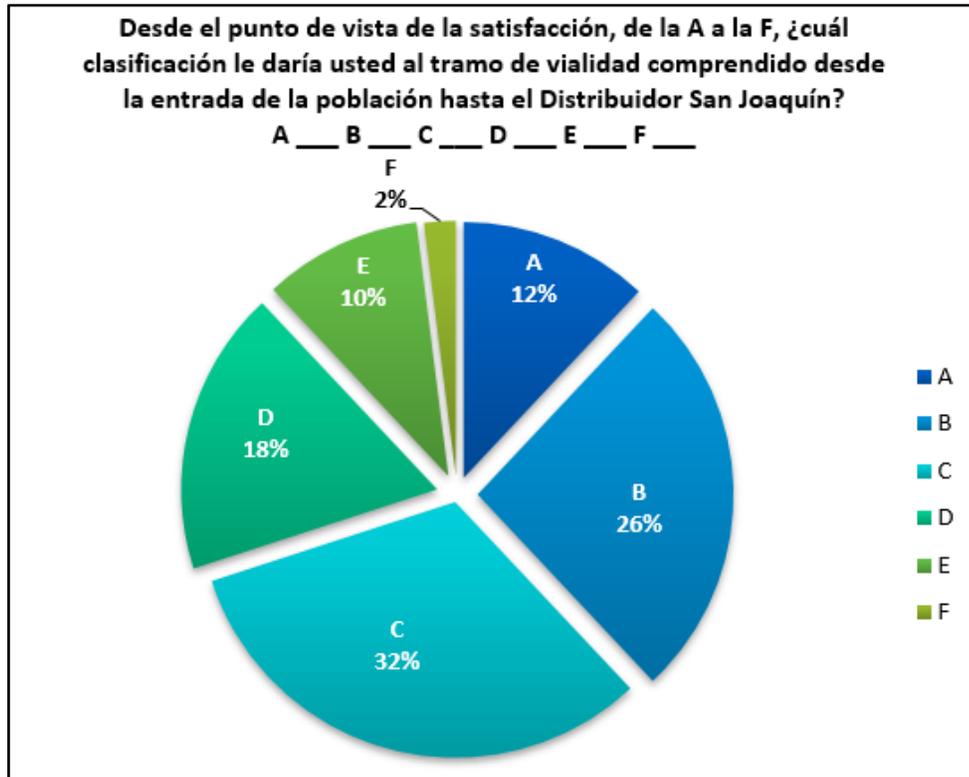


Figura 36. Resultado de la encuesta sobre el nivel de servicio tramo vía actual.
Fuente: autores (2018)

Abordando el tema del crecimiento previsto de la zona en estudio, es destacable que en el lugar serán instaladas muchas más edificaciones, empresas, complejos residenciales, servicios microrregionales, entre otros, lo que influirá en un aumento exponencial del tránsito de toda clase de vehículos y personas, por lo cual, de instaurarse estos escenarios de crecimiento, el nivel de servicio que entrega la actual infraestructura vial bajaría considerablemente hasta la letra E.

4.2.4 Análisis del tráfico

Partiendo de la información recabada en campo, se pudo establecer la composición del tránsito que recorre la arteria vial en estudio. Para el análisis, solo se tomaron en cuenta los vehículos que transitaron por la

prolongación de la Avenida Bolívar, en cualquier sentido, y, además, en vista de la posición geográfica y condiciones operativas locales, se tomó en cuenta la data de vehículos que salían de Cantaura hacia Anaco o hacia El Tigre. Se realizó un promedio entre los conteos vehiculares realizados, cuyo resultado se muestra a continuación en la tabla 13, distinguiendo dos grandes grupos generales, y a su vez, mostrando las cantidades y porcentajes que representan.

Tabla 14 Composición del tránsito en el tramo vial en estudio

Composición del tránsito en hora pico		
Tipología	Cantidad	Porcentaje
Vehículo liviano	238	57,35%
Vehículo pesado	177	42,65%
Total =	415	100,00%

Fuente: autores (2018)

Al observar los porcentajes mostrados en la tabla 13, se aprecia que existe un mayor número de vehículos livianos que ocupan la vía para desplazarse. No obstante, la cantidad de vehículos pesados es significativa, por lo que para el diseño geométrico de la propuesta se deberán tomar en consideración las dimensiones necesarias para acomodar correctamente este tipo de vehículos

- Velocidades de diseño

Basándose en las condiciones geométricas del diseño actual de la vialidad en estudio, se puede determinar la velocidad de diseño original para la cual fue calculado el tramo carretero. Según lo estipulado por el MTC sobre radios de giro mínimos para diferentes velocidades de circulación, así como el ancho de los carriles, el diseño atiende a velocidades de circulación moderadas, como las indicadas a continuación:

- Carril derecho: 70 km/h

- Carril izquierdo: 90 km/h

4.2.5 Descripción y análisis del sistema de drenaje pluvial

El sistema de drenaje de aguas pluviales existente funciona esencialmente a través de esorrentía superficial, siendo empleados colectores solo en el paso de algunas corrientes de agua que interceptan el trazado de la vía, a través de cajones de concreto para el paso de estas.

En general, el sistema brocal-cuneta está presente en todo el recorrido del tramo, lo cual permite la conducción de las aguas de lluvia de manera correcta, canalizando el afluente hacia los sumideros presentes en el área. Fueron encontrados dos sumideros en el recorrido realizado en sitio, cuya ubicación se muestra en la figura 37. La tipología de estos es variable, al encontrar un sumidero de rejilla en cuneta en la progresiva 1+592.35, cuya descarga fluye hacia una estructura tipo cajón y posteriormente hacia quebradas existentes. El otro sumidero es de tipo ventana, ubicado en un punto bajo frente a la Universidad de Oriente, en la progresiva 0+989.41, el cual conduce las aguas hacia un canal revestido de concreto ubicado dentro de la sede de la casa de estudios.

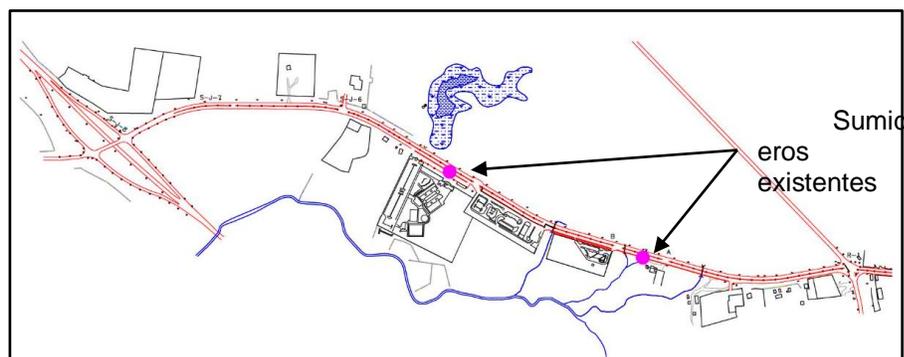


Figura 37. Sumideros existentes en la prolongación oeste de la Avenida Bolívar
Fuente: autores (2018)

La condición altimétrica sobre la cual reposa la infraestructura vial, le confieren un buen drenaje, principalmente por emplazarse en las adyacencias de la cuenca del Rio Aragua. Esta situación, aunado a factores económicos, han concebido que el sistema de drenaje sea constituido para funcionar por bombeo, canalizada hasta las estructuras de captación, los cuales descargan de manera directa en arroyos y cuerpos de agua con buena capacidad de recepción, siendo un punto favorable para el proyecto.

La obstaculización de la escorrentía en las cunetas da como resultado la pérdida de la canalización de las aguas, invadiendo estas el espacio de la calzada, poniendo en peligro la seguridad vehicular, al igual que deteriora la carpeta de rodamiento. Esta situación se puede apreciar en la figura 38, donde ha sido interrumpida la circulación de las aguas, producto de un acceso a una edificación existente, cuya rampa fue construida incluyendo una tubería de hierro de 6 pulgadas de diámetro, la cual no solo es insuficiente, sino también ineficiente al quedar obstruida por el arrastre de sedimentos.

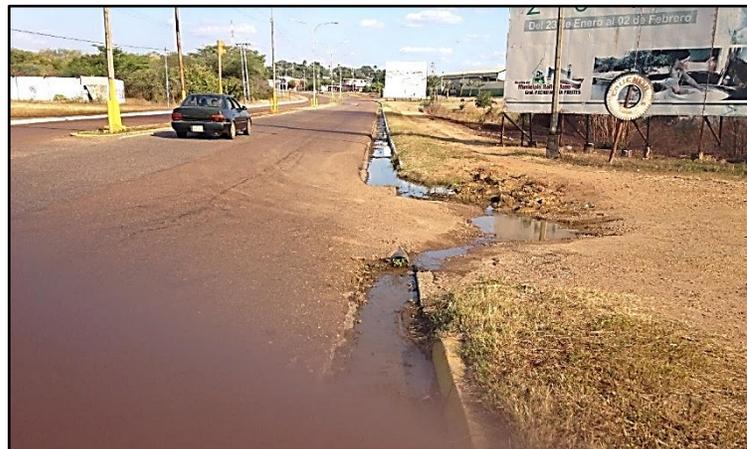


Figura 38. Interrupción de la escorrentía en la cuneta por construcción de rampas de acceso, en la prolongación de la Avenida Bolívar.

Fuente: autores (2018)

Las condiciones de bombeo, peralte y parte de las cunetas no entregan la eficiencia hidráulica necesaria para el correcto drenaje de las aguas. En general, debido a los reasfaltados sin la debida escarificación y replanteo topográfico han concebido la pérdida de esta condición, lo cual se ve reflejado en el deterioro de la carpeta de rodamiento por acción del agua.

4.2.6 Descripción y análisis del sistema de iluminación

La red de iluminación presente en la prolongación oeste de la Avenida Bolívar, consta de una línea de postes levantados en la división central de la calzada, cuya separación oscila entre los 30 metros y los 45 metros. En total, se contabilizaron 60 postes de hierro de 27 pies en la división central de la calzada, entre las prog 0+155.26, hasta la prog 2+183.92, y 10 postes de hierro de 27 pies ubicados en ambos lados de la calzada, desde la prog 0+000 hasta la 0+155.26.

La ubicación del alumbrado y el tipo de luminaria instalada, le otorgan al sistema una buena intensidad del haz de luz. No obstante, y como se mencionó con anterioridad, existe desigualdad entre la separación de algunos de los postes, por lo que no es uniforme en su extensión.

En la actualidad el sistema se alimenta a través de dos cables, distribuidos de forma aérea, cuya fuente de energía proviene de una línea de alta tensión separada a pocos metros de la vía, al norte de esta.

4.3 Propuesta de diseño geométrico, tomando en cuenta las características topográficas, así como las condiciones de flujo vehicular, y los criterios de diseño del Green Book AASHTO 2011

En líneas generales, se procede a establecer la propuesta de mejora vial en los accesos del tramo vial, y a la vez tomando en cuenta las

intersecciones de vías colectoras, planes urbanísticos y complejos recreacionales y habitacionales propuestos.

4.3.1 Trazado del eje vial propuesto

Luego de la evaluación realizada, se determinó que las mejoras a nivel de ingeniería en las entradas a los actuales espacios que rodean la vía, así como a los futuros espacios propuestos, demandan una serie de mejoras en el resto de la arteria vial, contemplando la ampliación de la sección típica existente, a la vez que se requiere desfasar el eje para dar espacio a estos. En este punto, se procedió a trazar un nuevo eje de proyecto, cuya ruta fue definida con el criterio de evitar que la nueva sección interfiera con las construcciones ya establecidas, o las directrices de los futuros proyectos.

Con el fin de lograr este objetivo, se procedió a incorporar en los planos existentes, los nuevos espacios que están planificados a realizarse en las adyacencias de la vía. Esta información fue tomada de fuentes confiables, entre las que se encuentran la Alcaldía del Municipio Pedro María Freites y las empresas privadas que lideran estos proyectos. Del mismo modo, se realizó la demarcación de las vías propuestas en el PDUL de la ciudad, las cuales interceptan o inician en la prolongación de la Avenida Bolívar, siendo cruciales para el diseño geométrico de las intersecciones y los canales de desincorporación a estas vías.

Partiendo de los parámetros de diseño establecidos por la AASTHO y de la información visual conseguida de la implantación de los escenarios de crecimiento, se procedió al esbozo del nuevo eje vial, y el posterior diseño de la propuesta vial. El resultado final se muestra en la siguiente figura, en donde se aprecia el desfase entre el eje de la vialidad existente, y el eje propuesto. Siendo más significativo hacia el este del tramo vial, donde el

empalme con la rotonda propuesta para la intersección con la carretera vieja Anaco-Cantaura demanda un giro de en el rumbo actual.

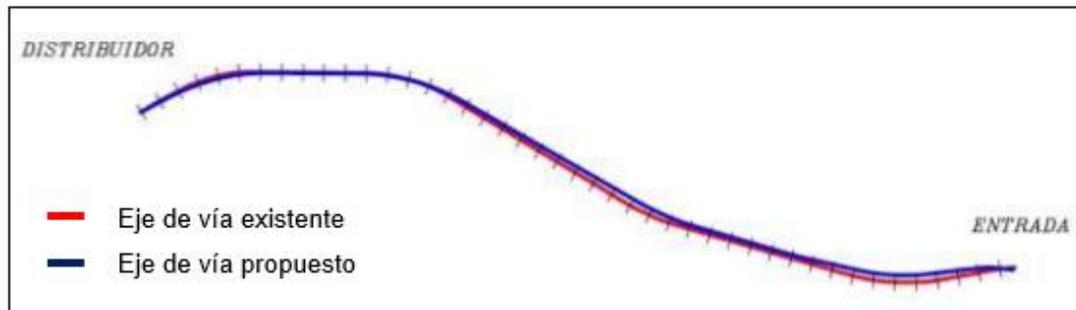


Figura 39. Comparación entre eje existente y eje vial propuesto
Fuente: autores (2019)

4.3.2 Proyección del tránsito

Los conteos vehiculares realizados para este estudio, fueron realizados en dos días, escogiendo principalmente horas cruciales para obtener las condiciones más desfavorables. Esta data es inservible para el análisis del TPD, por lo cual se recurre al volumen de hora pico para la proyección del tránsito, los cuales se encuentran en el numeral 4.2.2.

Partiendo del valor más alto resultado de los conteos vehiculares realizados, se realiza la proyección del tránsito, tomando en cuenta los parámetros establecidos por el MTC, reflejados en el capítulo 2, numeral 2.2.10.4. Por tanto, se tiene lo siguiente:

- Periodo de diseño= se tomó el periodo más largo de 20 años.
- $Vol_{hora-pico (2018)}$ = se consideró el valor más alto de los conteos vehiculares realizados de 184 veh/h
- Crecimiento vegetativo= crecimiento natural del tránsito, tomando en cuenta el crecimiento poblacional, se estimó en 846 veh/año.

- Tránsito atraído= se tomaron en cuenta un 10% de los vehículos que se desplazan de manera diaria por la troncal 16, y a su vez, un 50% de los vehículos que convergen por otras salidas de Cantaura. El resultado estimado es de 1680 veh/día
- Tránsito generado por desarrollos adyacentes= para este caso, se tomaron en cuenta todos los proyectos que se encuentran existentes en la arteria vial, y a su vez, aquellos que están proyectados a futuro en los próximos 20 años. Este valor se estimó en 2000 veh/día.

Como resultado final, se tienen las siguientes proyecciones de tránsito, mostradas en la tabla 14 a continuación.

Tabla 15 Proyección de tránsito en la prolongación de la Avenida Bolívar

Valor	Actual (2018)	10 años (2028)	15 años (2033)	20 años (2038)
Vol hora-pico	184 veh/h	316 veh/h	381 veh/h	447 veh/h
TPD	2576 veh/día	4418 veh/día	5338 veh/día	6258 veh/día

Fuente: autores (2018)

4.3.3 Sección típica propuesta

A partir de los análisis de proyección del tránsito realizados, se tomó en consideración aumentar la sección vial existente a los fines de mejorar la incorporación o desincorporación hacia las áreas adyacentes a la vía, y los corredores viales que desembocan en ella.

La propuesta tiene como objetivo aumentar las aceras hasta los 3,00 m de ancho, con un espacio para áreas verdes de 1,80 m, brocal cuneta estándar de 0,60 metros, calzada de dos carriles por sentido de 6,60 metros, y una división central de 6,00 metros de ancho. La sección típica propuesta es de 31,20 metros, así como se muestra en la siguiente figura.

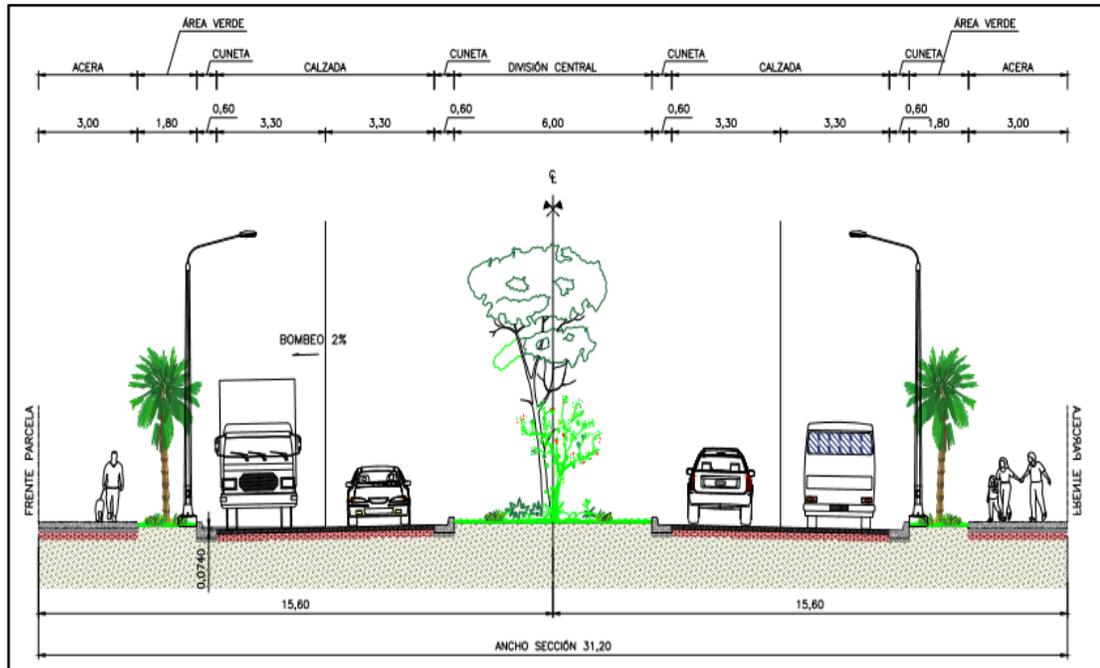


Figura 40. Sección típica propuesta
Fuente: autores (2019)

Existen variantes de esta sección, en las áreas donde se han implantado canales de incorporación o desincorporación hacia o desde la vía principal, aumentando la calzada 3,30 metros por carril incorporado

4.3.4 Primicias de diseño

4.3.4.1 Vehículo de diseño

Al analizar las características del flujo vehicular en la actualidad y la proyección a futuro de este, es evidente un predominio de vehículos livianos. No obstante, un número significativo de vehículos de carga pesada, vehículos largos y buses de pasajeros, transitarán a diario por la arteria vial, siendo inevitable su tránsito debido a las condiciones geográficas y macroeconómicas que le otorga su posición relativa y el desenvolvimiento en sus adyacencias de servicios que emplean estos vehículos. Al respecto, el

MTC sugiere que para escoger el vehículo tipo, es necesario conocer la composición del tránsito y estimar la cantidad de vehículos que giran. Mas tarde afirma que no es recomendable adoptar radios de giro amplios para una cantidad pequeña de vehículos que así lo requieran, pues ello produciría un sobre costo no justificado e induciría a un tránsito desordenado por parte de los vehículos más pequeños. En tal sentido, sugiere utilizar un radio de giro que acomode a los vehículos grandes con alguna dificultad, en caso que las ocasiones de giro sean pocas para ellos. Por otra parte, un radio de giro mínimo que sólo atienda a los vehículos más pequeños, produce retardo en el tránsito, porque los vehículos largos se ven obligados a invadir los canales de circulación vecinos, para acomodarse a la curva.

En este sentido, en la arteria vial en estudio se distinguen 2 grandes grupos, los cuales son: vehículos livianos y vehículos pesados. Al analizar los conteos vehiculares realizados, se observaron los resultados mostrados en la tabla 14, arrojando una importante cifra de circulación de vehículos de carga pesada.

Al suponer la instauración de nuevas empresas, nuevos complejos industriales, espacios residenciales y recreacionales, es evidente un aumento cuantioso en la cantidad de vehículos, siendo destacable aquellos de carga pesada, por lo cual, se seleccionó como vehículo de diseño para la vía la tipología WB-20 de la AASHTO, mostrada en la figura 41, y para algunos cruces y accesos se ha seleccionado la tipología SU-9 y BUS-14, reflejados en las figuras 42 y 43 a continuación.

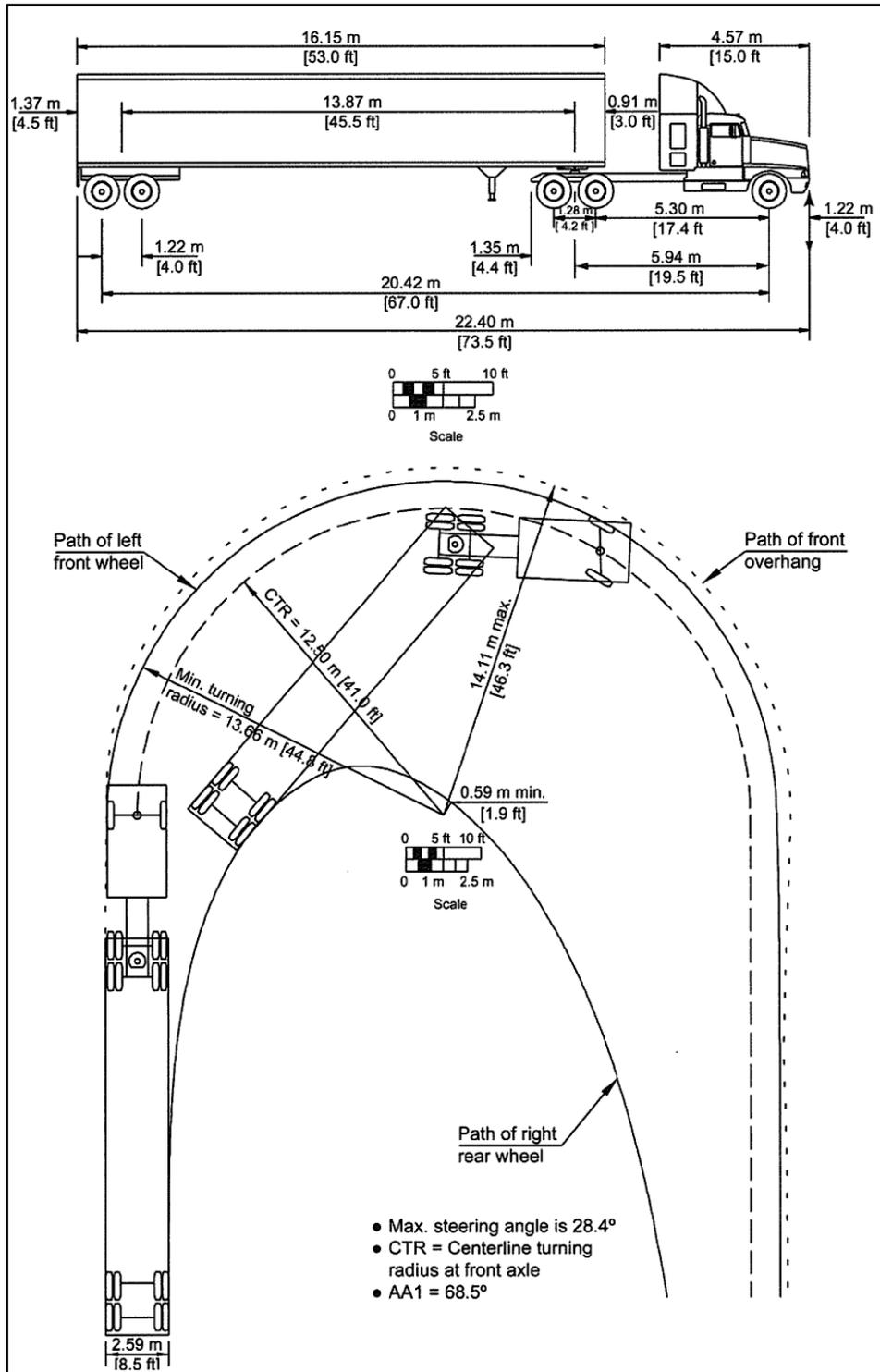


Figura 41. Vehículo de diseño tipo WB-20.
 Fuente: AASHTO (2011)

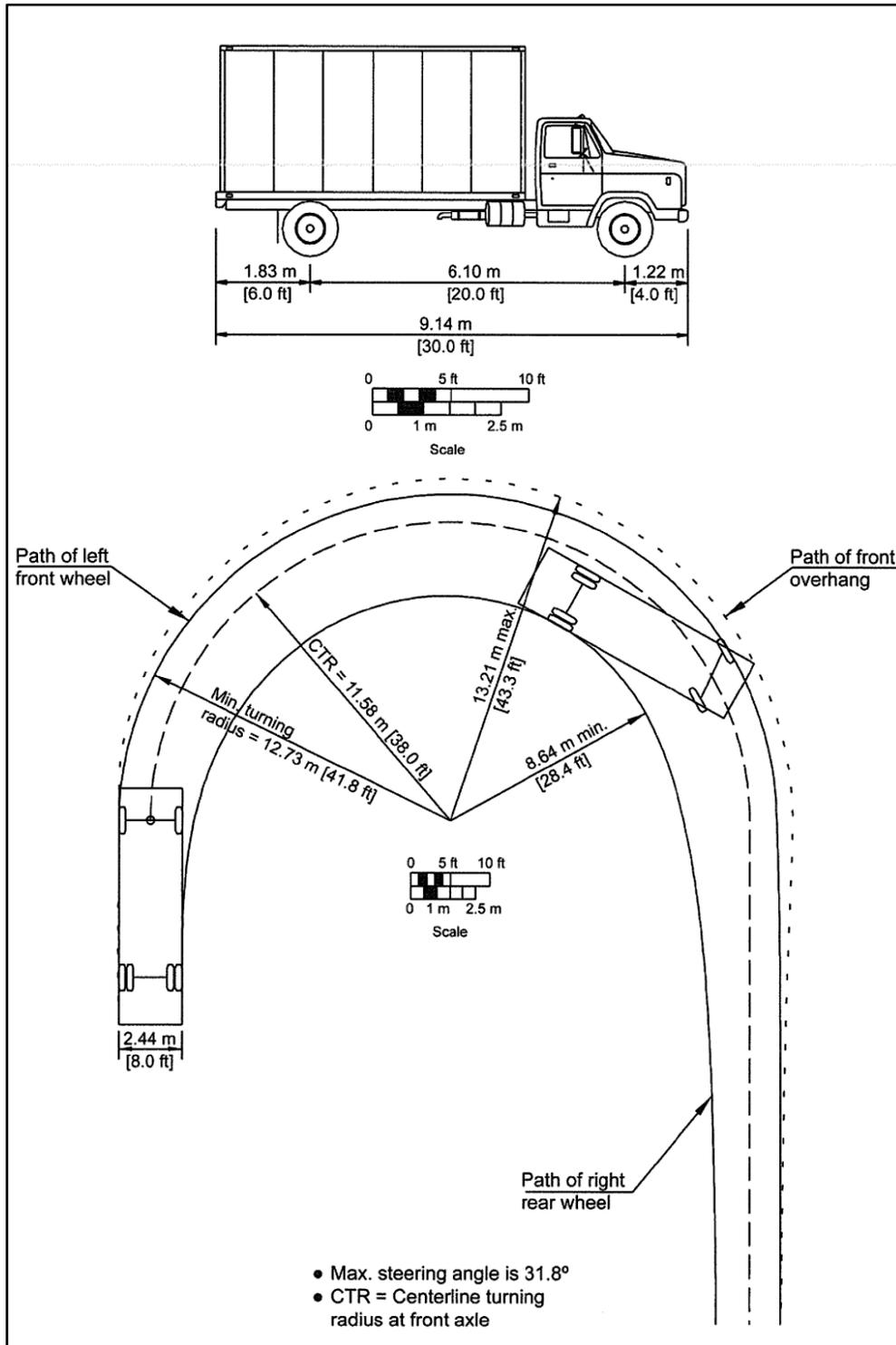


Figura 42. Vehículo de diseño tipo SU-9.
Fuente: AASHTO (2011)

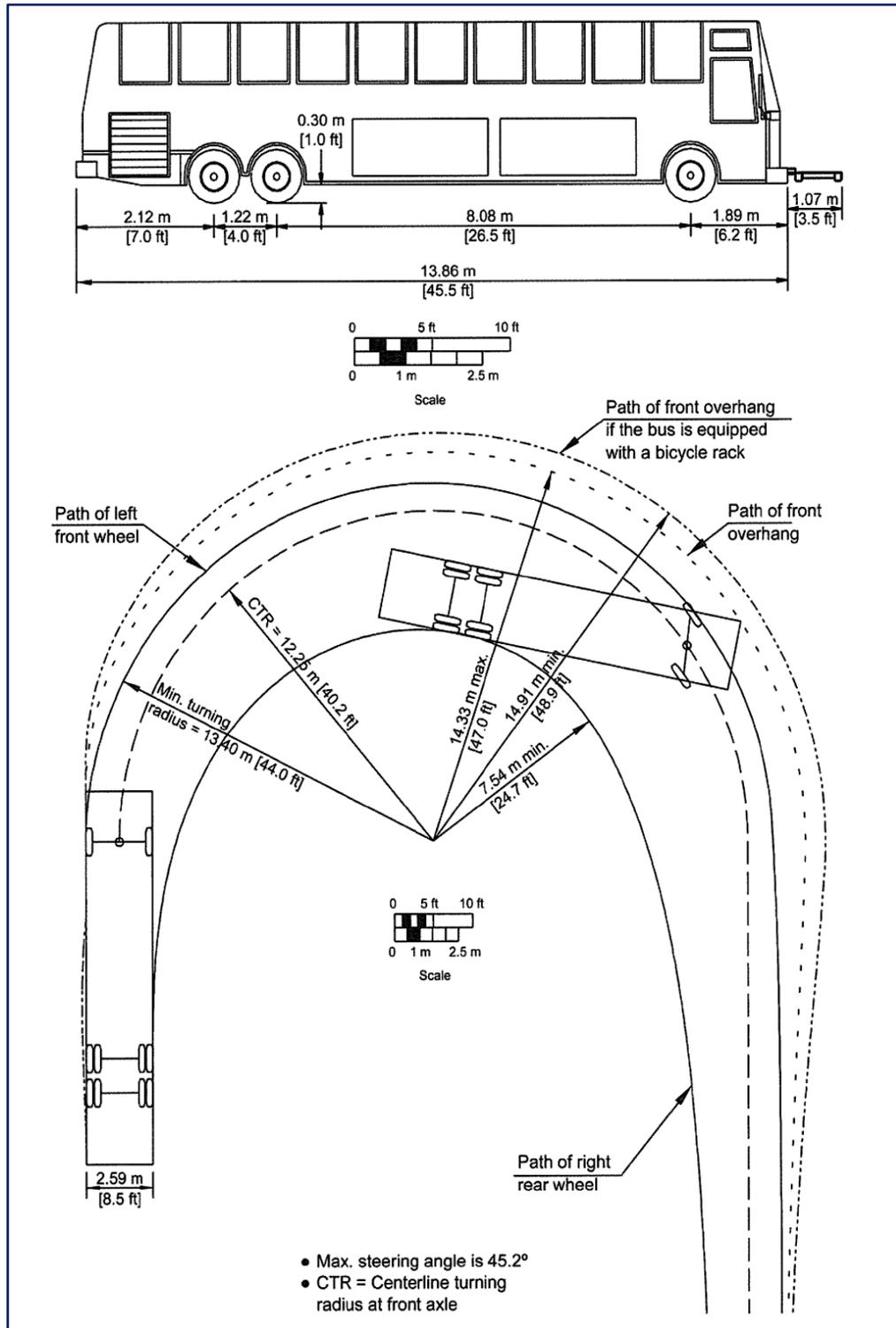


Figura 43. Vehículo de diseño tipo BUS-14.
Fuente: AASHTO (2011)

4.3.4.2 Velocidad de diseño

En este punto, se procedió a elegir las velocidades de diseño permitidas para el diseño geométrico establecido, garantizando seguridad, confort y calidad de manejo, tomando en cuenta las características del entorno en los laterales de la sección vial, y a su vez, considerando las características climáticas, topográficas y legales en el área. En este sentido, se sugieren las velocidades mostradas en la tabla 15 a continuación

Tabla 16 Velocidad de diseño propuesta

	Carril izquierdo	Carril derecho
Rango de velocidad	70 – 80 km/h	50 – 60 km/h

Fuente: autores (2018)

4.3.4.3 Nivel de servicio propuesto

El proyecto persigue otorgar condiciones óptimas de manejo y seguridad para el usuario automotor, siendo evidente que se amerita un nuevo diseño geométrico para entregar estas condiciones. El ideal para este apartado es clasificar la carretera con un nivel de servicio A. No obstante, al realizar la comparación entre la clasificación dada por el MTC y las condiciones de circulación que permitiría la nueva avenida, el nivel de servicio entregado por el nuevo diseño disminuye hasta la clasificación B, principalmente debido a que el flujo vehicular no puede ser totalmente libre, al ser una vía con múltiples intersecciones, al igual que al prever la incorporación de elementos de control de tránsito que afectarían el desarrollo de velocidades por encima de los 90 km/h.

4.3.5 Diseño de intersecciones

De manera preliminar, se mencionan las intersecciones que se encontrarán adyacentes a la vía, con el fin de presentar el diseño de estas.

- Prog 0+000: Intersección entre prolongación de la avenida con rampas de acceso de Distribuidor San Joaquín, así como se aprecia en la figura 44. Se propone no modificar esta área de la vialidad.

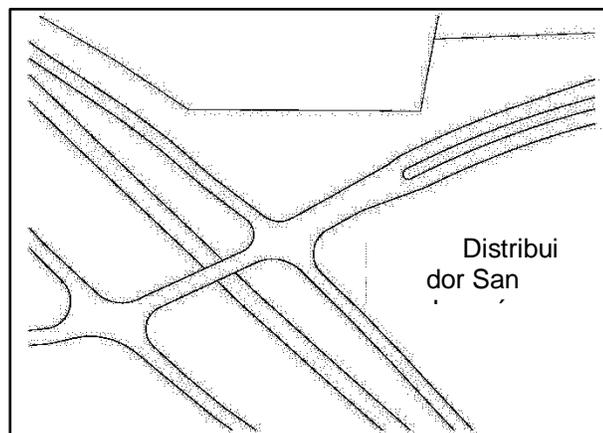


Figura 44. Intersección propuesta prog 0+000
Fuente: autores (2019)

- Prog 0+438: Intersección con vía principal del Complejo Habitacional Paseo Aurora. En este punto se propone una intersección a nivel de 3 ramas, con canal de desaceleración, tal como se aprecia en la figura 45.

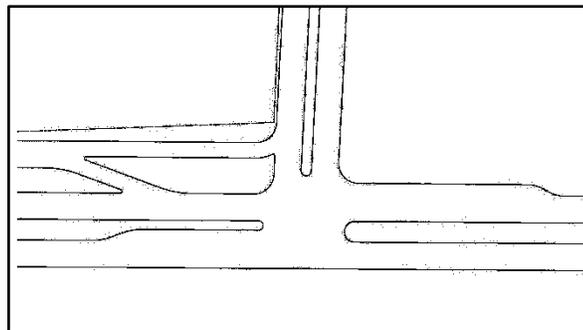


Figura 45. Intersección propuesta prog 0+438
Fuente: autores (2019)

- Prog 0+638.40: Intersección con colectora 08, la cual es una vía perimetral proyectada al norte de la población, cuyo trazado converge sobre las instalaciones del actual matadero industrial de Cantaura, contemplada así en el PDUL de Cantaura (2005). Aquí se propone una intersección a nivel, tipo redoma, así como se aprecia en la figura 46, con la finalidad de proporcionar distribución entre las 4 ramas en un dispositivo de mediano conflicto, a la vez que funciona para dar retorno a los usuarios de la Universidad y el Terminal de Pasajeros.

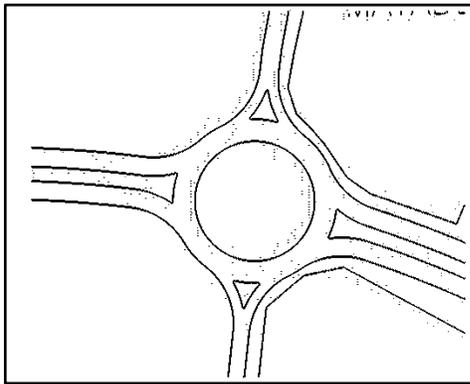


Figura 46. Intersección propuesta prog 0+638
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+140: Incorporación de vía colectora 06, descrita en el PDUL de Cantaura (2005). Se propone un dispositivo a nivel de 3 ramas, con canales de desincorporación, así como se aprecia en la figura 47.

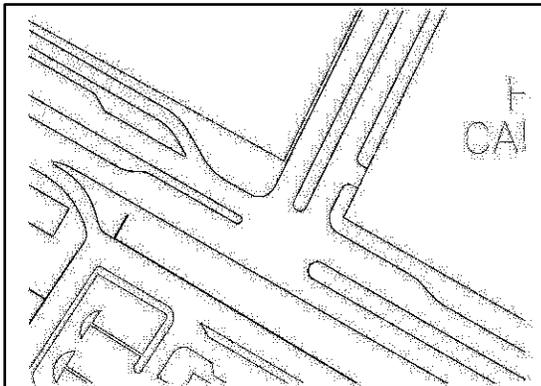


Figura 47. Intersección propuesta prog 1+140
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+408: Incorporación de la prolongación de colectora 04, la cual desemboca frente a la Estación de Bomberos, descrita en el PDUL de Cantaura. En este punto se propone un distribuidor a nivel en forma de “T” invertida, el cual permite la fluidez de los vehículos en todos los casos, en las 3 ramas que conforman la intersección. En el centro de este dispositivo se propone la incorporación de equipamientos puntuales, destinados a la seguridad y control vehicular, así como se aprecia en la figura 48 a continuación.



Figura 48. Intersección propuesta prog 1+408
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+700: Intersección de prolongación de la Avenida Miranda, descrita en el PDUL de Cantaura como Arterial 05. En este punto se propone una intersección a nivel de 4 ramas, con canales de desincorporación en la vía rápida, así como se aprecia en la figura 49.

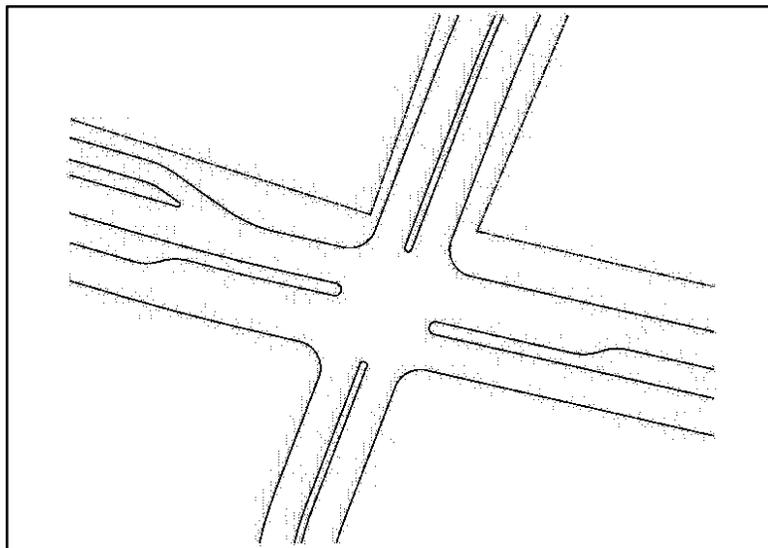


Figura 49. Intersección propuesta prog 1+700
Fuente: autores (2019)

- Prog 2+183.92: En este punto se interceptan la Avenida Bolívar y la Carretera Vieja Anaco-Cantaura. Aquí se tiene previsto la creación de un distribuidor vial a nivel, tipo redoma, contemplado en el PDUL de Cantaura, siendo necesario debido a que su posición espacial obliga a permitir el retorno de los vehículos. Este dispositivo se muestra en la figura 50.

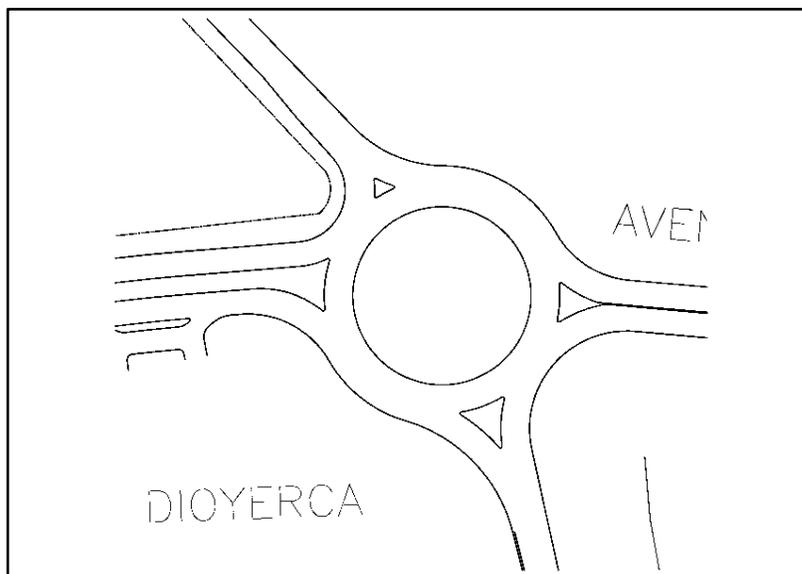


Figura 50. Intersección propuesta prog 2+183

Fuente: autores (2019)

4.3.6 Diseño de accesos

4.3.6.1 Mejora a los accesos existentes en la prolongación

Como objetivo principal de esta investigación, se pretende mejorar los accesos de la prolongación oeste de la Avenida Bolívar

- Prog 0+327.31: actualmente se encuentra el acceso hacia los terrenos de la empresa Falcon C.A. En este caso en particular, no se ha dejado ningún acceso debido a que dicha empresa está abandonada y fuera de servicio desde el año 2015. Por tanto, se prevé que su accesibilidad debe ser estudiada al momento que en el sitio se reinicien actividades, según las actividades que se desarrollen.
- Prog 0+486.45: de igual modo, se encuentra en la actualidad un acceso a un terreno privado, el cual no presenta bienhechuría alguna y se encuentra en estado de abandono. Al respecto, se debe tomar la previsión de crear la vía de acceso una vez se establezca la índole de las actividades a desarrollar en este predio.
- Prog 0+638.32: en esta progresiva se encuentra la actual entrada hacia el actual matadero industrial del municipio; debido a que esa instalación será desplazada de su lugar, fuera de la zona del proyecto, según lo estipulado en el PDUL, no se crearon accesos hacia esta industria local.
- Prog 0+865.32: en este punto se encuentra la rampa de acceso a la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura, para la cual se propone la incorporación de un canal de desaceleración, así como se aprecia en la figura 51 a continuación.

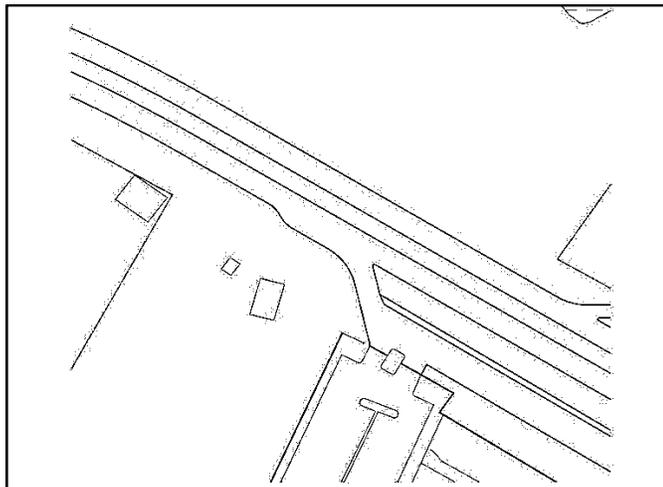


Figura 51. Propuesta de acceso hacia UDO, prog 0+865
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+049.98: En esta progresiva se encuentra la rampa de salida de la Universidad de Oriente, cuyo diseño propuesto se intercepta con el canal de desaceleración del acceso al Terminal de Pasajeros de la ciudad, así como se aprecia en la figura 52 a continuación.

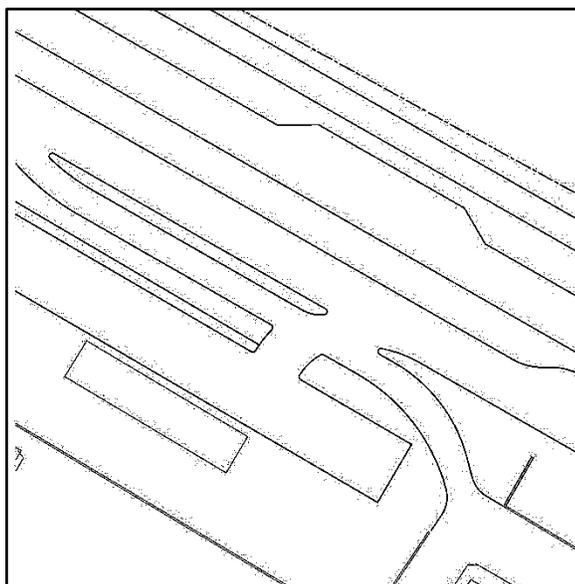


Figura 52. Propuesta de salida de la UDO, prog 1+049
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+072.57: En este punto se encuentra la entrada al Terminal de Pasajeros Pedro María Freites (PMF). La propuesta en esta ocasión es

un canal de desincorporación y desaceleración, el cual intercepta la salida de la Universidad de Oriente, así como se aprecia en la siguiente figura.

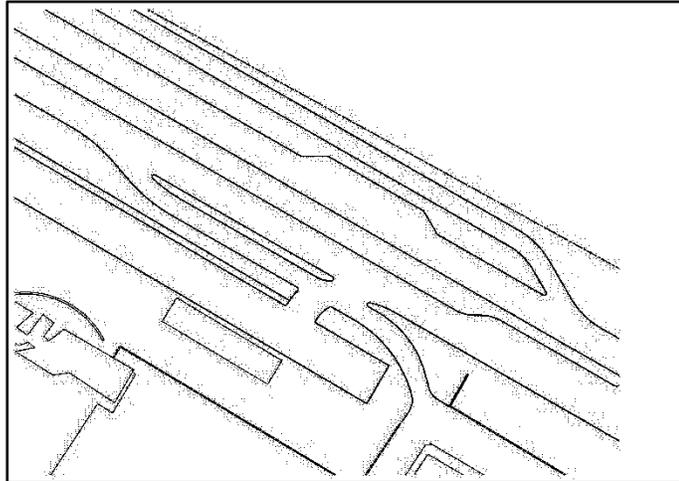


Figura 53. Propuesta de acceso hacia Terminal de Pasajeros, prog 1+072
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+301.58: En este punto se encuentra la salida del Terminal de Pasajeros PMF, en donde nuevamente se propone una solución mixta, que funciona de canal de incorporación hacia la avenida, y a la vez es la entrada de la Estación de Bomberos, así como se muestra en la figura 54.

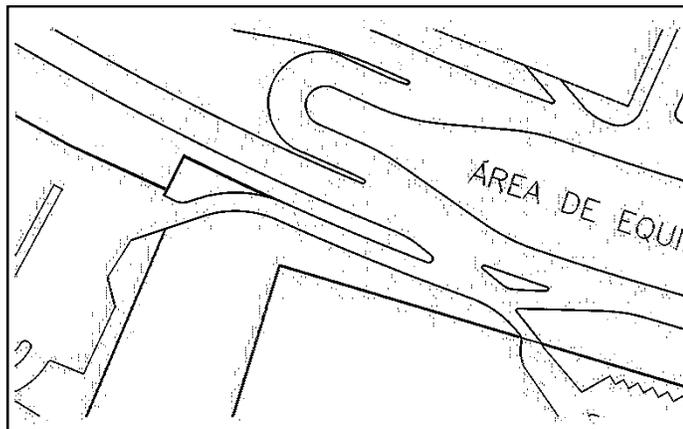


Figura 54. Propuesta de salida del Terminal de Pasajeros, prog 1+301.58
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+392.11: se localiza la entrada a la estación de bomberos de la ciudad, punto en el cual se propone una amplia rampa de acceso que permite la entrada a velocidades moderadas, desde la avenida o desde el retorno, así como se aprecia en la siguiente figura.

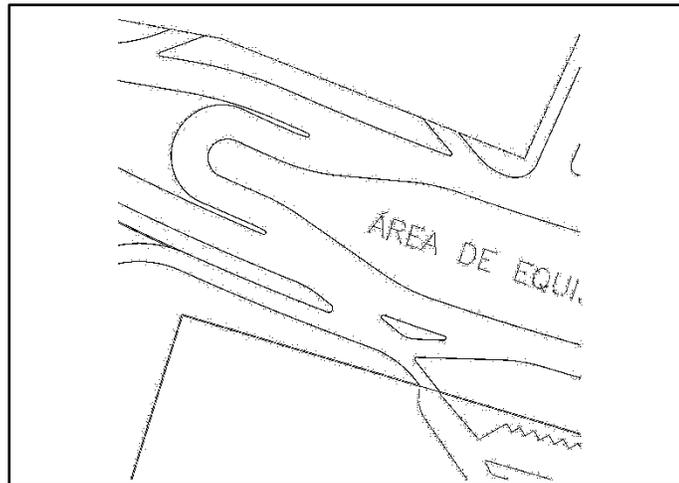


Figura 55. Propuesta de acceso hacia Estación de Bomberos, prog 1+392
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+513.63: Se localiza la salida de la Estación de Bomberos de Cantaura, por lo que se propone una salida con incorporación rápida hacia cualquier lugar, así como se aprecia en la siguiente figura.

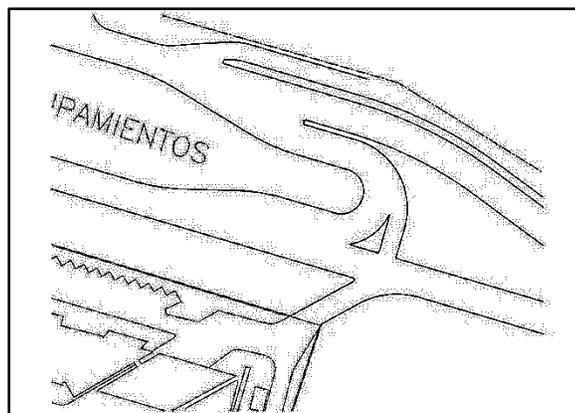


Figura 56. Propuesta de acceso hacia Estación de Bomberos, prog 1+392
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+653.76: En esta parte del tramo se encuentra una edificación de uso particular, empleada como sitio de reparación de vehículos (taller). En cuanto a la accesibilidad de esta parcela, no ha sido diseñado ningún acceso, debido a que se trata de un lugar informal, sin registro alguno en la Alcaldía, así como se trata de un lugar que no está funcionando en la actualidad, y por ende queda expuesto a compra, remodelación y replanteo de actividades comerciales.

- Prog 1+847.01: En este punto se ubica el acceso a la empresa Inversiones Veracer C.A, cuyo acceso actual se vería alargado debido al desfase del eje de la nueva vía. En el caso puntual de las soluciones de esta entrada, se propone una entrada más larga y ancha de la actual, con un canal de incorporación, y una isla divisoria, así como se muestra en la figura 57. Al mismo tiempo, se propone que esta empresa realice ocupación paisajística del tramo entre la avenida y sus instalaciones.

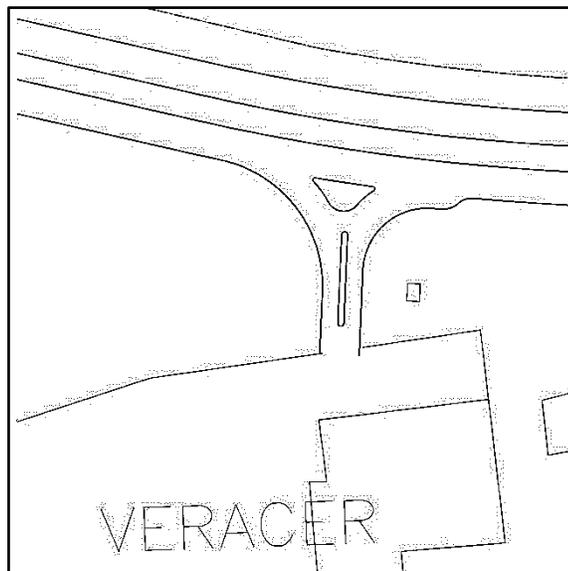


Figura 57. Propuesta de acceso de Inversiones Veracer C.A, prog 1+847
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+892.35 hasta prog 2+029.49: en este tramo se encuentran ubicadas múltiples viviendas particulares, de baja calidad, no planificadas y sin trama urbana definida, por lo que no se propone una vía o acceso hacia estas, sino más bien, la demolición de estas y ocupación de otra edificación destinada a actividades comerciales.
- Prog 2+053.98: Se encuentra ubicada una edificación, sede de la emisora de radio Yes 103.5 Fm, cuya accesibilidad no tiene relevancia, y se plantea que el propietario de la estación radial realice un acceso hacia un estacionamiento interno dentro de la parcela.

- Prog 2+071.52: Casi para finalizar, se encuentra el acceso hacia la empresa Alquileres Industriales C.A (Alquinca), cuya propuesta se combina con la entrada de la empresa Servicios y Construcciones Dioyerca, debido a la cercanía de ambas, así como se muestra en la siguiente figura

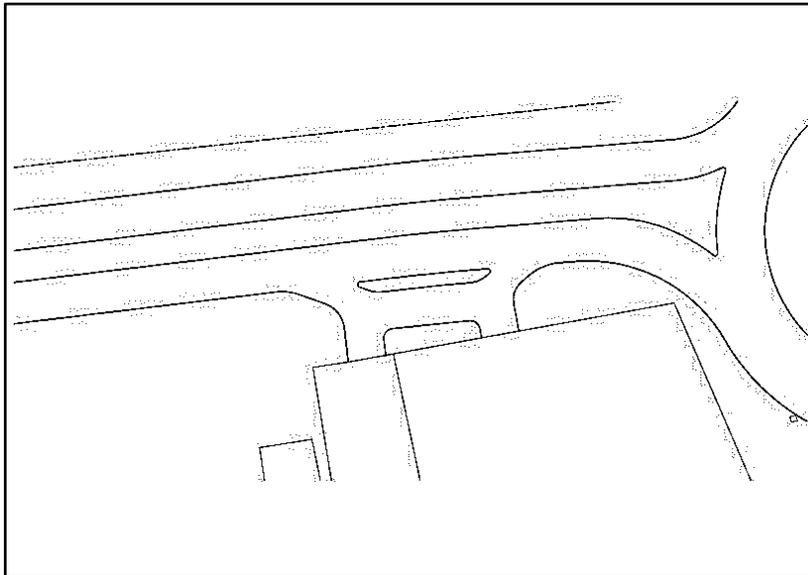


Figura 58. Propuesta de acceso de Alquinca y Dioyerca, prog 2+071
Fuente: autores (2019)

Actualmente, la empresa Dioyerca posee la entrada en la carretera vieja Barcelona El Tigre, y debido a la implantación de la intersección tipo rotonda en la actual entrada al pueblo, se propone la reubicación de este acceso hacia la prolongación oeste de la avenida.

4.3.6.2 Diseño de accesos de nuevos proyectos

Debido a que se posee información gráfica de la distribución espacial de los proyectos a ser desarrollados en las inmediaciones de la arteria vial en estudio, se tomó en cuenta parte de esta información para el diseño de los accesos. En cuanto a los proyectos que no han sido definidos, se han

realizado accesos propuestos, cuya implantación debe ser evaluada y adaptada a la proyección definitiva del arquitecto.

- Desde 0+223.42 hasta 0+437.56 será la implantación del complejo habitacional Paseo Aurora. Por lo que se preverá la incorporación de un canal interno de desaceleración y aceleración respectivamente, así como se muestra en la figura 59.

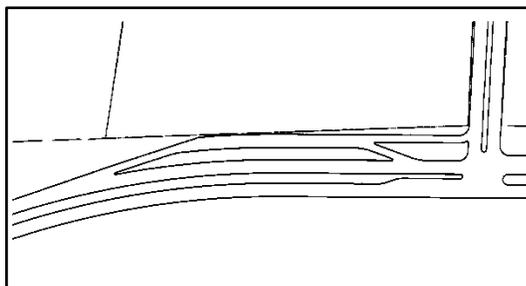


Figura 59. Propuesta de vía de acceso de Paseo Aurora, prog 2+071

Fuente: autores (2019)

- En algún punto entre progresivas 0+660, hasta 0+880 se prevé la instauración de la sede del Instituto Nacional de Tránsito Terrestre (INTT), cuyo parcelamiento aún no se encuentra definido totalmente, por lo que no se tomó en cuenta la implantación de accesos a este proyecto.
- Desde prog 0+920 hasta prog 1+140: se localiza el proyecto de Centro Comercial Cantaura Mall, por lo que se prevé una vía de circulación interna, con rampa de entrada y salida, así como se muestra en la figura 60.

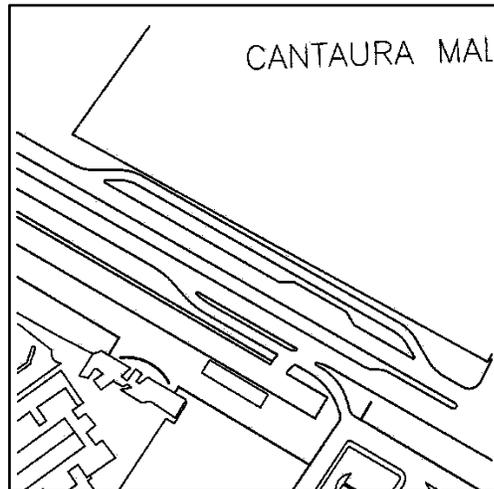


Figura 60. Propuesta de vía de acceso del proyecto Centro Comercial Cantaura Mall
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+160 hasta prog 1+260: entre estas progresivas se localiza la parcela destinada al proyecto del Hotel Cantaura Suites. Sin embargo, se propone realizar la entrada hacia esta instalación mediante la colectora 06, la cual se encuentra adyacente a este, tal como se puede ver en la figura 61, y la entrada y salida de vehículos no afectara la circulación en la prolongación de la Avenida Bolívar

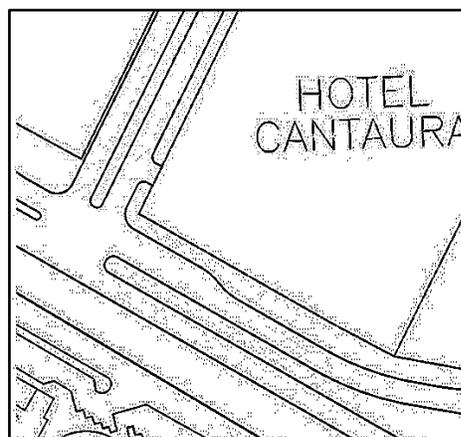


Figura 61. Propuesta de acceso del proyecto Hotel Cantaura Suites
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+260 hasta prog 1+400: en este punto se tiene previsto la construcción de una estación de servicio completa, con instalaciones para ciber, dormitorios, duchas, estación policial, sanitarios, tiendas, y el

acostumbrado servicio de surtidor de combustible diésel y gasolina. La accesibilidad a este espacio se ha proyectado en base al plano de distribución de este proyecto, y se muestra a continuación en la figura 62.



Figura 62. Propuesta de acceso del proyecto de estación de servicio
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+400 hasta prog 1+680. En este espacio se tiene prevista la construcción de la nueva sede de la Alcaldía del Municipio Pedro María Freites. Al respecto, no se tiene definida la distribución espacial interna de esta instalación, por lo que la propuesta de accesos realizada se hizo tomando en cuenta una vía de circulación interna, con la posibilidad de dar entrada a vehículos de grandes dimensiones, al tiempo que permitirá la seguridad y comodidad adecuada en este organismo, así como se muestra en la figura 63.



. Figura 63. Propuesta de acceso de la nueva sede de la alcaldía
Fuente: autores (2019)

- Prog 1+680 hasta prog 2+160. En esta extensión se ha planeado la instalación de un parque jardín de grandes dimensiones, con áreas de esparcimiento y recreación. De momento se desconoce la distribución espacial interna, así como también se desconoce la instauración de vías de circulación internas, por lo cual no se proponen entradas o salidas hasta no tener definidos estos aspectos.

4.4 Establecer las dimensiones del sistema de drenajes de aguas de lluvia, bajo los criterios del MOP 1967, y un nuevo sistema de iluminación según lo establecido en el Código Eléctrico Nacional 1999.

4.4.1 Sistema de drenaje de aguas de lluvia

Debido a los cambios realizados en la trayectoria del eje vial, así como la ampliación de la sección típica de la vía, la estructura hidráulica existente en la arteria vial queda parcialmente inútil y en algunos casos totalmente

inoperativa, por lo cual se prevé el replanteo de estas y la demolición de aquellas que así lo requieran.

4.4.1.1 Determinación del caudal de aguas de lluvia de la zona

Primeramente, se determinaron los caudales de aguas de lluvia percibidos en la zona de la prolongación oeste de la Avenida Bolívar, con el fin de establecer las propuestas para el diseño de una nueva red y evaluar aquellas estructuras de drenaje construidas que deban ser replanteadas.

A fin de calcular los caudales de aguas pluviales, se empleó el método racional, visto en el capítulo II, numeral 2.2.22.5, donde se establecen los criterios a considerar según diversos elementos.

El método racional considera la intensidad de las lluvias, para una duración igual al tiempo de concentración, ya que se estima que habrá un incremento en el caudal a medida que se incrementa el área. Es por esto que para el estudio realizado fue necesario determinar estos tres factores.

El área total de la cuenca se pudo determinar a partir de la altimetría conseguida por el levantamiento realizado, de las elevaciones referenciales de vistas satelitales (sistema que emplea tecnología de posicionamiento global o GPS), y la referencia de proyectos que antecedieron a este estudio, acerca del análisis de la cuenca del Rio Aragua, ubicado al sur de la zona en estudio, con lo cual fueron calculadas, establecidas y trazadas las áreas de aporte que se mencionan a continuación.

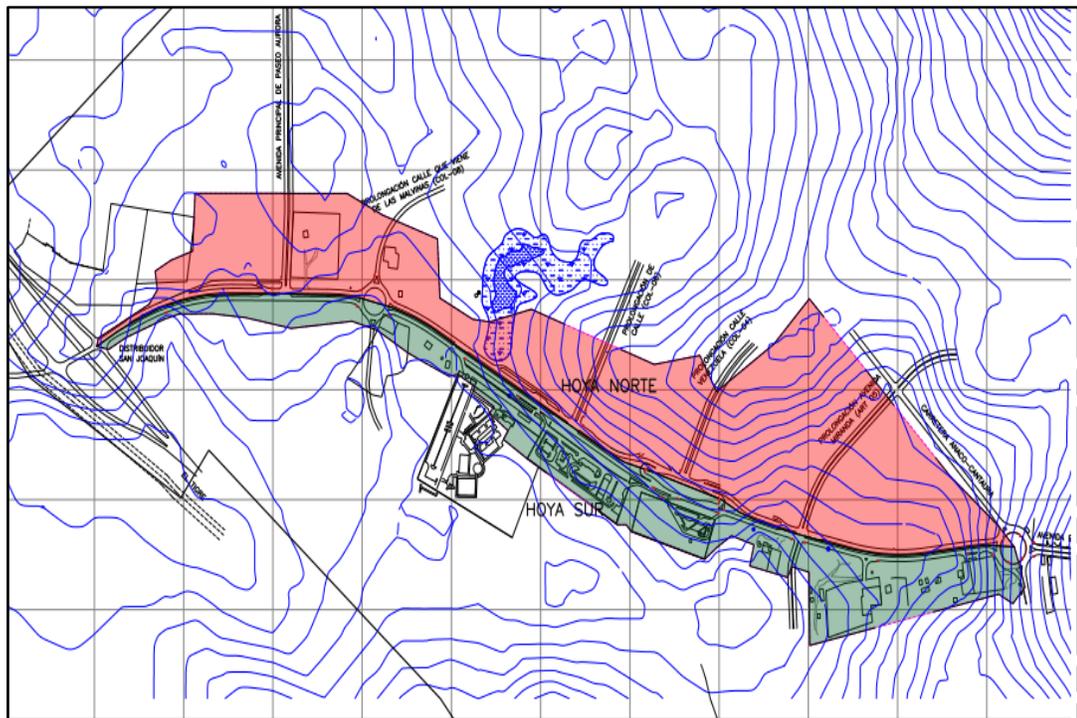
Cabe decir, que estas hoyas fueron calculadas tomando en cuenta el nuevo alineamiento de la vialidad y sus correspondientes dimensiones, así como se tomaron en cuenta la implantación de los futuros proyectos, vialidades, y otras áreas que se prevé puedan ser ocupadas, basándose en

el conocimiento sobre la construcción de terraplenes y la orientación idónea de la escorrentía superficial.

- Lado norte: esta área se encuentra constituida en la actualidad por bosques de baja altura y abundante vegetación, con muy poca intervención de la actividad humana. Para la fecha de elaboración de este documento, la zona estaría conformada por terrenos donde se prevé la implantación de múltiples proyectos de envergadura, algunos en fase de proyecto, otros en la etapa de anteproyecto, y unos pocos de los cuales se tiene el planteamiento. Resalta la idea de transformar una parte de esta hoya en un parque, lo cual permitirá un menor coeficiente de drenaje. La escorrentía superficial inicia hacia el este, donde se reciben las aguas provenientes de los afluentes y quebradas de las microcuencas de Luis Alberto Rojas y Los Kariñitas. De igual modo, en esta zona se recibe parte de la escorrentía proveniente de la Avenida Bolívar. Hacia la parte media, existen colinas de baja altura, a partir de las cuales drenan las aguas hacia la vialidad, por último, hacia el noroeste, las aguas tienden a discurrir hacia el norte, alejándose de la vía, debido a la diferencia de alturas respecto a la calzada. La mayoría de las aguas que recibe el lado norte de la microcuenca, quedan anegadas en lagunas permanentes e intermitentes, y una menor parte llega hacia el lado sur, donde inicia su recorrido hacia las vertientes del Río Aragua. La superficie total de esta área es de 37,604 Ha.
- Área sur: en esta zona prevalece una disminución considerable de la superficie de aporte, principalmente debido a su tendencia progresiva por acercarse a la cota del Río Aragua. En esta área han sido instauradas múltiples construcciones y edificaciones de gran envergadura, lo que incide notablemente en la escorrentía superficial. Para el trazado de la hoya sur, se estimó que estas áreas drenan sus aguas hacia la Avenida

Bolívar, salvo casos excepcionales como el de la sede de la Universidad de Oriente, en la cual se aprecia una progresiva pendiente en sentido opuesto a la avenida, lo que aleja las aguas fuera de esta. De igual modo, esta zona posee espacios que están destinados a proyectos e instalación de empresas, por lo que se tomó en cuenta un parcelamiento acorde a esta actividad en las áreas que aún se encuentran vírgenes. Sobre la dirección de las aguas, una parte proviene del lado norte de la vía, donde son percibidas por quebradas y arroyos que descargan en el Río Aragua, y otras son recibidas en su superficie y conducidas a las vertientes del río. Esta zona se calculó en 17,249 Ha de extensión territorial a drenar.

En conjunto, ambas zonas conforman una porción territorial que representan 54,853 Ha, descartando para este estudio, las áreas hacia el este de la avenida, debido a que estos afluentes deben ser drenados antes de llegar a la intersección de la avenida con la carretera vieja Anaco-Cantaura. Estas áreas pueden observarse a continuación en la figura 63, y en el anexo G, refiérase al plano D-01, donde se encuentran representadas estas zonas.



. Figura 63. Propuesta de acceso de la nueva sede de la alcaldía
Fuente: autores (2019)

Los coeficientes de escorrentía fueron calculados para esta etapa, dando como resultado, los valores mostrados en las tablas 16 y 17, mostradas a continuación. Para cada zona, tomando en cuenta la implantación de futuros proyectos, se otorgaron los porcentajes de ocupación según los rangos sugeridos por el MOP, vistos en el numeral 2.2.22.1, partiendo del criterio de los investigadores (a posteriori) y analizando fotografías aéreas de las porciones estudiadas.

Tabla 17 Valores de coeficiente de escorrentía adoptados para la zona en estudio

Característica de la superficie	Coefficiente
Edificaciones	0,80
Vialidad	0,85 - 0,90
Patios y jardines	0,20 - 0,30

Fuente: autores (2018)

Tabla 18 Valores de coeficiente de escurrimiento ponderados para la zona en estudio

Zona en estudio	Superficie	Área (Ha)	Valor de coeficiente adoptado	Parcial	Coeficiente medio de escurrimiento
	Edificaciones (35%)	13,1614	0,80	0,28	
Área norte (37,604 Ha)	Patios y jardines (45%)	19,9218	0,25	0,1125	0,5625
	Vialidades (20%)	7,5208	0,85	0,17	
	Edificaciones (40%)	6,8996	0,80	0,32	
Área sur (17,249 Ha)	Patios y jardines (40%)	6,8996	0,20	0,08	0,57
	Vialidades (20%)	3,4498	0,85	0,17	

Fuente: autores (2018)

Posteriormente, se determinó el valor de la precipitación, para lo cual se calculó el tiempo de concentración, según se describe en la sección 2.2.22.4 del capítulo II, haciendo uso de la ecuación 12, con lo cual, para la zona en estudio, el tiempo de concentración será:

$$T_c = 0.0195 \frac{(880 \text{ m})^3}{227 \text{ m} - 210 \text{ m}}^{0.385} = 16,489 \text{ minutos} \approx 0,275 \text{ horas}$$

Para el cálculo se asumió un recorrido desde el punto más elevado de la microcuenca, hasta el sitio con menor cota, medido con el uso de planos y fotografías satelitales. La frecuencia usada para el cálculo de la precipitación fue de 10 años, según lo descrito en la sección 2.2.21.3, para zonas de alto valor y zonas comerciales, y para el diseño de torrenteras y estructuras de canalización se adoptó una frecuencia de 50 años.

En la figura 64, mostrada a continuación, se observan las curvas de intensidad, duración, frecuencia de la Estación Climatológica Cantaura, de la cual se obtienen los valores de la precipitación ocurrida en la localidad. Usando un tiempo de retorno de 10 y 50 años, y el tiempo de concentración previamente calculado, se tiene que la intensidad de la precipitación en mm/h, es la indicada en la siguiente imagen.

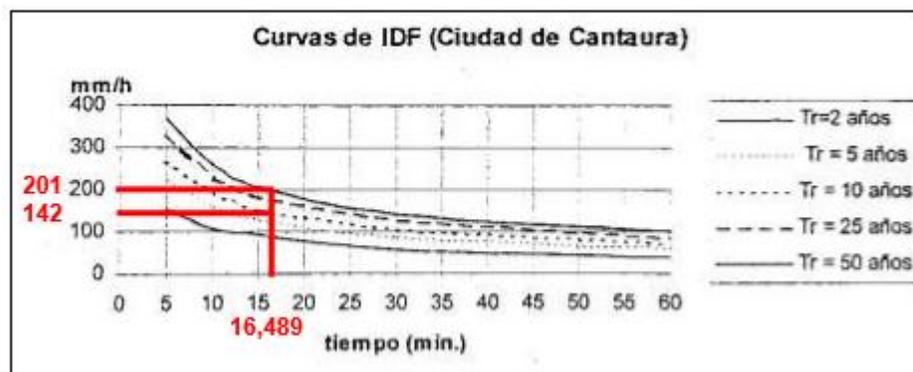


Figura 64. Intensidad de la precipitación sobre las curvas IDF de la zona
Fuente: autores (2018)

De la gráfica mostrada, se obtuvieron las siguientes intensidades de precipitación.

- Tc de 16,489 min y Tr de 10 años= 142 mm/h
- Tc de 16,489 min y Tr de 50 años= 201 mm/h

Una vez llegados a este punto, se procede a convertir la magnitud en litros/segundo/hectárea. En este sentido, el argumento descrito por el Arquitecto Luis López, explica cómo convertir la intensidad de la lluvia para ser usada en el método racional. Según la figura 65, mostrada a continuación, se tiene que para una película de agua de 1 milímetro de altura en lapso de una hora de precipitación (1 mm/h), corresponde a 2,78 L/s/ha, por lo que dicho argumento es empleado como factor de conversión.

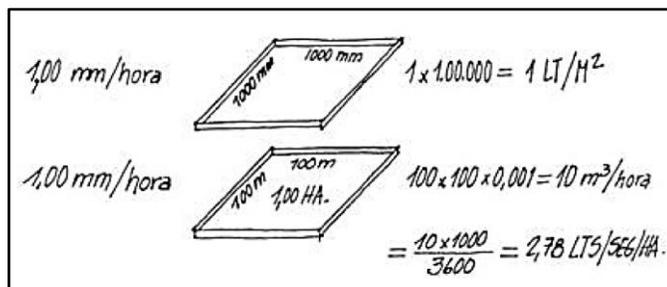


Figura 65. Método de conversión de la intensidad de la precipitación
Fuente: López (1997)

Así, se llega al valor de 2,78 L/s/ha como coeficiente de conversión en el cálculo de la intensidad de precipitación, lo que conduce a estimar el valor del caudal según el método racional, empleando la ecuación 14, descrita en el numeral 2.2.22.5 del capítulo II. Introduciendo los valores que se determinaron, se promedian los coeficientes de escorrentía de la tabla 17, y sumando todas las superficies de aporte, da como resultado el valor mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 18. Caudal de aguas de lluvia en la cuenca en estudio

Zona de estudio	Área (Ha)	Coefficiente de escurrimiento	Frecuencia	Intensidad de precipitación (L/s/Ha)	Caudal (L/s)
Toda la microcuenca (lado norte y lado sur)	54,853	0,57	10 años	394,44	12.33 2,644
Toda la microcuenca (lado norte y lado sur)	54,853	0,57	50 años	558,33	17.45 6,86

Fuente: autores (2018)

4.4.1.2 Ubicación de estructuras de captación

Como se vio en el numeral 4.2.2, existen 2 estructuras de captación establecidas en la actual prolongación de la Avenida Bolívar. Sin embargo,

en este punto se procedió a ubicar las estructuras del nuevo sistema, basándose en los argumentos vistos en el capítulo II.

Al analizar los perfiles de proyecto propuestos para la vía, se ubicaron los puntos bajos para establecer allí estructuras de captación, de igual modo, a partir de los planos de la propuesta vial, se ubicaron estructuras de captación en sitios necesarios, como lo son aguas arriba antes de intersecciones y de pasos peatonales.

El resto de sumideros u otra obra de captación, se ubicó según demanda, analizando la capacidad hidráulica de la calle, mediante la fórmula 15 vista en el numeral 2.2.23

$$Q = 0.00175 \frac{Z}{n} S^1 Y^8$$

Donde:

Q = Capacidad hidráulica de la calle (L/s)

Z = Inverso de la pendiente transversal (Z=1/Sx)

n = Coeficiente de Manning

S = Pendiente longitudinal de la calzada

Y = Profundidad máxima en cm, en función de la franja mojada

Nota: la ecuación 1 solo se recomienda para valores de Z mayores a 8

4.4.1.3 Distribución de la red de aguas de lluvia propuesta

Una vez ubicadas todas las estructuras de captación, se procedió a realizar el trazado de la red en planta, la ubicación de bocas de visita, y su correspondiente disposición final. La nomenclatura de las bocas de visita fue realizada a partir de los argumentos del MOP vistos en la sección 2.2.14.1 del capítulo II. El resultado se aprecia en la siguiente figura.

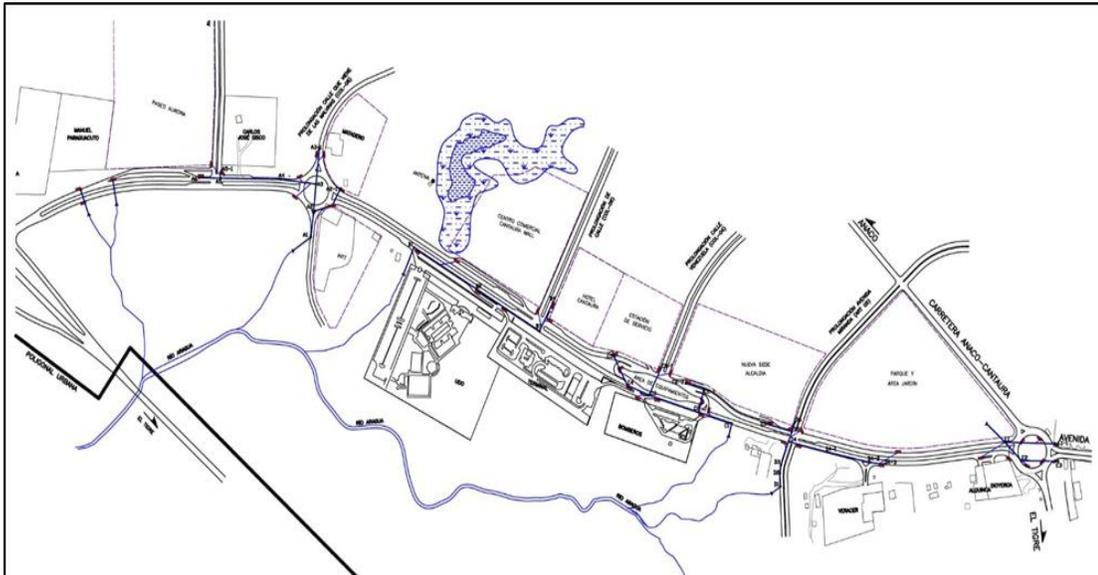


Figura 66. Distribución de la red de aguas de lluvia propuesta
Fuente: autores (2019)

Se recomienda dirigirse a los planos código D-02, D-03 y D-04 para apreciar mejor la red de drenaje de aguas de lluvias

4.4.1.4 Capacidad hidráulica de la red

Según lo visto en la sección 2.2.2 del capítulo II, la capacidad a sección llena del colector está dada por la ecuación 1, determinando para cada tramo de la red, el caudal máximo de tránsito según las características propias del sistema.

Es importante señalar que la capacidad de flujo de agua del sistema debe ser superior a la demanda de la misma. La relación entre el caudal de diseño y la capacidad de la tubería, fue comprobada en el sistema propuesto a fin de verificar que la misma no sea mayor a 1 ($Q_r/Q_c < 1$).

Al respecto, se consideró el argumento dicho por Simón Arocha, quien afirma que “en virtud de la imprecisión en la determinación del gasto real de flujo en un colector, se considera recomendable que su diseño no se haga

para trabajar a sección plena, proveyéndose así capacidad para atender situaciones no previstas” (op. cit. pág. 52). Muchos proyectistas prevén un factor de seguridad en el diseño de colectores, de forma tal que los conductos pequeños no fluyan con un tirante mayor a la mitad para el gasto máximo de flujo. Los colectores emisarios y de mayores diámetros, pueden ser diseñados para trabajar desde medio lleno, hasta dos tercios del diámetro. Es deseable evitar la condición de colectores fluyendo a sección plena, por razones de ventilación.

Partiendo de estas consideraciones, se realizó la procurando que la red propuesta, no exceda más de la mitad de la capacidad de conducción, a fin de garantizar su óptimo funcionamiento, aún en situaciones comprometedoras.

Para un tramo en específico, se tiene que el diámetro del conducto es de 24 pulgadas y la pendiente es de 0,97%, lo que determinaría una capacidad de conducción de las aguas, como la mostrada a continuación.

$$C = \frac{1}{0.015} \times (0,0762)^2 \times (0,0097)^1 \times (0,0729) = 86,1453 \text{ L/S}$$

$$Q_r = 28,6519 \text{ L/s} < Q_c = 86,1453 \text{ L/s} \quad Q_r / Q_c = 0.33$$

De lo expuesto, la relación Q_r/Q_c refleja que la tubería mostrada en la figura 1, trabaja al 33% de su capacidad de conducción.

De este modo, se determinó la capacidad de conducción de cada tramo de la red propuesta de aguas pluviales, así como se realizaron todos los cálculos descritos en la sección 2.2. y 2.2. del capítulo II, verificando principalmente las velocidades del flujo, corroborando que se encuentren en el rango especificado en el numeral 2.2.1 y 2.2.1 del capítulo mencionado.

4.4.2 Sistema de iluminación vial

4.4.2.1 Selección del tipo de luminaria para el nuevo sistema

La elección de la potencia de la luminaria en La Prolongación de la Avenida Bolívar de Cantaura depende de las dimensiones proyectadas en el eje vial y de la distancia entre los postes. Cuanto mayores sean estos factores, más potencia se necesita en las luminarias.

4.4.2.2 Propuesta de alimentación de energía para el nuevo sistema de iluminación

Las mejoras a nivel funcional del nuevo sistema de iluminación vial en la prolongación oeste de la Avenida Bolívar demandan la necesidad de alimentar de electricidad su estructura.

En vista de que se hizo necesario el desfase del eje de la vía existente y la posterior ampliación de la sección típica, las líneas eléctricas de alta tensión ubicadas al costado del corredor vial deben ser desinstaladas, y en su lugar replantear su posición y su capacidad en función de las nuevas demandas.

En este punto, sólo se tomará en cuenta la demanda energética que requiere el sistema de iluminación propuesto, y se ubicaran las estructuras de alta y baja tensión en base a las consideraciones preliminares existentes en los anteproyectos de los complejos comerciales, residenciales e institucionales contemplados a ser construidos en las inmediaciones de la vía. De manera general, se propone la ubicación de la línea de alta tensión al norte de la avenida, con una separación de postes de 70 metros.

4.5 Elaboración de los planos de ingeniería de detalles en formato electrónico, empleando el programa AutoCAD 2018

4.5.1 Descripción del procedimiento

El proyecto de mejoras viales en los accesos de la Avenida Bolívar demandó la elaboración de XX planos, los cuales fueron realizados paulatinamente, en la medida que se generaba la información a partir de las actividades de objetivos anteriores. Para esta fase, fue empleado el programa de diseño asistido por computadora AutoCAD® 2018, el subprograma CivilCAD versión 11.0.0, y algunas herramientas del programa Google Earth Pro versión 7.3.2.5491

El proceso de digitalización consistió en ubicar, sobre un plano de la ciudad de Cantaura, la zona donde se localiza el corredor vial objeto de este estudio, para luego realizar las ediciones necesarias. Cabe decir, que el plano sectorizado de la ciudad, fue otorgado en formato electrónico, por la Dirección de Catastro y Desarrollo Urbano de la Alcaldía del municipio, el cual fue actualizado por última vez en el año 2008, por lo cual fue necesaria una breve actualización, incorporando vías, viviendas, u otra estructura artificial, que para la fecha de origen del plano no estaban representadas, y que mediante las visitas al sector y fotografías satelitales fueron ubicadas y dibujadas.

El proceso de digitalización de los planos se describe a continuación, partiendo desde el inicio del programa, donde se abre la ventana de inicio, para posteriormente abrir el archivo, así como se muestra en la siguiente figura.

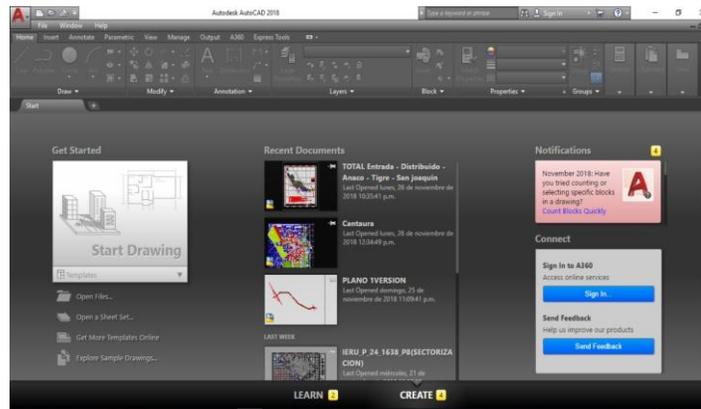


Figura 67. Interfaz de inicio del programa AutoCAD 2018
Fuente: autores

Posteriormente, haciendo uso de la información levantada en campo, así como de la data extraída del levantamiento topográfico ejecutado por la Cooperativa Servicios y Construcciones Pa' Lante Vamos C.A, se procedió a realizar las ediciones necesarias, para obtener los primeros resultados requeridos para el proyecto de investigación, así como se aprecia en la siguiente figura, dividiendo la información a través del empleo de capas (*layers*) individuales según el criterio del dibujante.

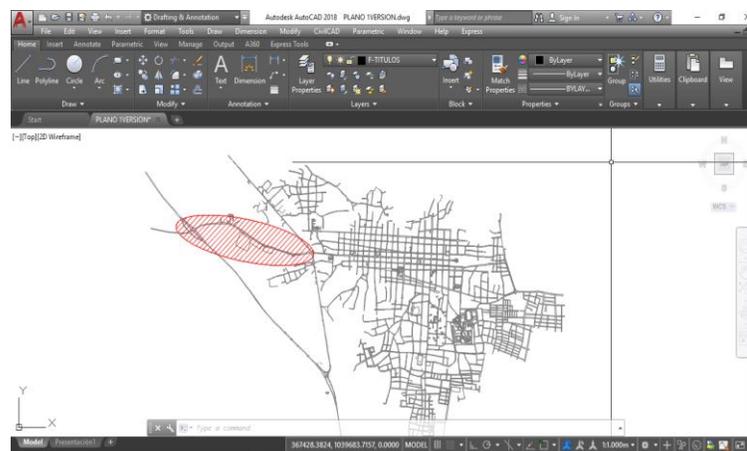


Figura 68. Interfaz de inicio del programa AutoCAD 2016
Fuente: autores

Una vez fue añadida la información recabada en campo, se realizó la incorporación de los datos que el proyecto demandó, como el perfil longitudinal de la vía, secciones transversales, implantación de futuras

vialidades proyectadas en el Plan de Desarrollo Urbano del año 2005 (PDUL-2005), y otros datos relevantes.

Entre los comandos de dibujo y edición del programa empleados, se destacan *POLYLINE*, *CIRCLE*, *TEXT*, *TRIM*, *EXTEND*, *DIM*, *LAYER*, *COPY*, entre otros. Todos los planos se dibujaron en una escala de dibujo de 1/1.000 m, y se presentan en formato *ANSI FULL BLEED B* (doble carta), con una escala de impresión de 1/2.000 m, salvo donde se indique otra escala diferente. Los diseños y mejoras en los accesos de la avenida, planos de detalles de ingeniería, implantación, y otras representaciones gráficas, también fueron realizadas en el programa AutoCAD®, mostrados en el apéndice D de la información adjunta de este proyecto.

Para esta fase, fueron tomados en cuenta los criterios establecidos en la Gaceta Oficial Extraordinario N°5318, artículo 82, sobre la elaboración de planos de proyecto de sistemas de alcantarillado, perfiles, elementos, formatos, etc.

4.6 Elaboración del análisis de precio unitario y presupuesto de obra

4.6.1 Cómputos métricos

Como sexto objetivo, se realizaron los cálculos a nivel financiero que costaría la ejecución de la obra planteada en este proyecto. Para ello, se procedió a cuantificar las cantidades de obra que constituyen la implantación de la propuesta, tomando en cuenta las actividades de demolición de obras existentes, transporte de equipos, pago de personal, construcción, costos asociados a obras provisionales, entre otras.

La gran mayoría de la información ha sido tomada de los planos elaborados, en los cuales se realizaron las mediciones a fin de determinar los

cómputos métricos. No obstante, también se hizo necesario tomar en cuenta algunas especificaciones técnicas de construcción que ordenan las normas I.N.O.S, M.O.P, M.S.A.S, que sirvieron como referencia sobre cantidades de otros materiales no reflejados en los planos. Los cómputos se enumeraron en diferentes partidas reflejadas en planillas de medición, donde se colocaron los cálculos respectivos.

El procedimiento que ocupó esta actividad, consistió en realizar mediciones de distancias y superficies mediante el comando DIM de AutoCAD®, esto para cada cantidad que se deseaba conocer, según la partida que se calculaba. Para los proyectos propuesta fueron empleadas las siguientes partidas:

- Demolición de pavimento de concreto en calzadas y aceras de 7cm de espesor
- Excavación a mano y a máquina de zanjas y fosas para tuberías y estructuras en tierra
- Relleno para zanjas, compactado al 95%
- Relleno con material de préstamo arena
- Colocación de tubería de PVC
- Conexiones de drenaje
- Obras de concreto
- Pavimentación

4.6.2 Análisis de precios unitarios (APU)

En esta fase se realizaron los análisis de precios unitarios correspondientes a cada partida necesaria para la ejecución de las propuestas, mediante el uso del programa comercial IP3-Control de Obras 2014, a través del cual se refleja, la maquinaria, personal, herramientas y

equipos a utilizar, así como su costo por unidad y su cantidad a usar en la obra.

Para la determinación de estas partidas, se empleó la metodología mostrada en la norma codificación carretas y COVENIN 2000, Obras Hidráulicas, para consecutivamente elaborar los APU, que a su vez derivan en un presupuesto general de la obra a construir. Cabe decir que, para realizar estos análisis, debe existir la estimación de las cantidades de obra.

Para la entrada de datos en el referido programa, se emplearon los siguientes factores, porcentajes y condiciones:

- Para la mano de obra se utilizó:
 - Prestaciones Sociales: 416 %
 - Horas laborables: 8 horas diarias.
- Impuesto al valor agregado (IVA): 12%.
- Moneda: Bolívares Soberanos (BsS.)
- Porcentajes de administración y gastos: 18%
- Porcentaje de Utilidad: 12%.

4.6.3 Presupuesto de obra

Una vez se han obtenido los APU, se elaboró el presupuesto general del proyecto, el cual arroja el valor previo del costo asociado a la obra, con el fin de conocer la factibilidad y rentabilidad, así como el monto de inversión. Para ello se empleó el programa comercial IP3-Control de Obras 2014, el cual, mediante sus algoritmos y bases de datos, donde se incluye información muy completa acerca de diversas actividades relacionadas a la ingeniería y construcción, permite determinar la sumatoria de precios de todas las partidas resultado de los APU.

4.6.3.1 Presupuesto del proyecto de mejora de los accesos viales

Luego de la evaluación de las fases anteriores, el costo arrojado por el programa asciende a **Bs. 2.303.615.185,⁰⁰**

4.6.3.2 Presupuesto del proyecto de drenaje de aguas pluviales

De igual forma, luego del cómputo realizado por el programa de IP3, el costo arrojado por el programa, para esta disciplina, asciende a **Bs. 1.018.044.394,⁰⁰**

4.6.3.3 Presupuesto del proyecto del sistema de iluminación

De igual forma, luego del cómputo realizado por el programa de IP3, el costo arrojado por el programa, para esta disciplina, asciende a **Bs. 68.750.928,⁰⁰**

4.6.3.4 Presupuesto general

Finalmente, el costo total de la implantación del proyecto, es de **Bs. 3.461.396.707,⁰⁰**, destacando que es válido sólo para la fecha de elaboración del presente trabajo de grado.

4.7 Factibilidad de la propuesta

El análisis de factibilidad forma parte del proceso de evaluación al cual debe someterse todo nuevo proyecto de inversión. Una vez definidas las diferentes propuestas, se debe proceder a un estudio de los costos tentativos, procedimientos, practicidad y rendimiento de cada una de ellas, los cuales repercuten directamente en la identificación de factibilidad, se encuentra constituido por los siguientes rubros principales

4.7.1 Costos iniciales

Costos relacionados a las inversiones en obras civiles, es decir, los costos de las diferentes acciones correctivas, desglosados en el tiempo, para aquellos casos en los cuales se proceda por etapas.

4.7.2 Costos de operación y mantenimiento.

Fueron tomados en cuenta los costos anuales de operación, no sólo de las obras civiles, sino también de los programas correspondientes a la conservación y protección de las cuencas, la regulación del uso de la tierra, así como también los costos anuales para mantenimiento, reparación y reemplazo.

4.7.3 Practicidad

Los proyectos propuestos en este estudio fueron sometidos a consideraciones de practicidad y procedimientos constructivos al momento de ejecución, observándose la impetuosa labor de proyectar sobre terrenos arcillosos, con niveles freáticos relativamente cercanos a la superficie.

4.7.4 Impacto

El impacto generado de las actividades que el proyecto amerita fue analizado con el fin de determinar su factibilidad económica y operacional.

La propuesta planteada para las mejoras en los accesos de la prolongación oeste de la avenida Bolívar obedece a las necesidades de una ciudad en crecimiento, con un alto potencial de desarrollo, dando como resultado una mejora sustancial, de carácter macro, con gran impacto local, a nivel social, cultural y financiero.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Las actividades en campo son de vital importancia para el manejo y la interpretación de las ideas que se desarrollan en el transcurso de la investigación. Mediante estas actividades, es tangible la realidad de los problemas encontrados, destacando la percepción de las personas sobre diferentes variables de la vía, los datos altimétricos de la vialidad conseguidos con el levantamiento planialtimétrico, y la información cuantitativa de los vehículos que se desplazan en la arteria para la proyección del tránsito, encontrados a partir de los conteos vehiculares, por lo que se concluye que es relevante la visitas de campo, en donde se observa de manera directa la realidad absoluta.
2. Se pudo determinar que la arteria vial objeto del presente proyecto, en sus inicios no fue diseñada para la instalación de edificaciones de gran envergadura en sus cercanías, lo cual explica la ausencia de intersecciones a nivel y canales de incorporación y desincorporación.
3. Concretamente, la propuesta geométrica de la vialidad presentada en este proyecto, cumple con la demanda del flujo vehicular actual, y del crecimiento vegetativo del tránsito, el cual es estipulado en base a proyecciones y estadísticas de otros proyectos viales.
4. Es imperante que el diseño geométrico de la prolongación de la Avenida Bolívar influye en el establecimiento de nuevos mecanismos de iluminación y a su vez un nuevo sistema de drenaje, siendo dos elementos fundamentales

para entregar seguridad al usuario y optimizar las condiciones operativas de un corredor vial

5. Es relevante el esbozo de planos cuando se trata de proyectos de envergadura que involucran el análisis de múltiples disciplinas, a fin de realizar un estudio eficiente y didáctico de las situaciones, problemáticas y propuestas a adoptar. De igual modo, los planos deben cumplir con ciertos parámetros de diseño, distribución de leyendas, grosores, identificación de elementos, entre otros, los cuales se estipulan por norma, como en este caso, en la Gaceta Oficial N°5318.
6. Es de suma importancia la estimación de los costos finales asociados a la ejecución de un proyecto, así como también, el análisis y el alcance de las partidas que reflejan cada actividad a realizar. Estas variables influyen directamente en la factibilidad económica y su aplicación real en sitio, y son determinantes para el análisis de otras alternativas más favorables.

5.2 Recomendaciones

1. Como recomendación en cuanto a la fase topográfica, se sugiere establecer como puntos de arranque los puntos construidos para la Red Geodésica Municipal, por Cartografía Nacional, ubicados en las cercanías del sitio de estudio.
2. Es altamente recomendable la revisión de las condiciones geométricas que otorga el nuevo diseño vial, con las características de los proyectos futuros propuestos a construirse en las adyacencias de este, con el fin de replantear los dispositivos de incorporación o desincorporación.
3. Se propone un ciclo de revisión preventivo en los sistemas de iluminación y drenaje de los sistemas a adoptar, con la finalidad de evitar la obstaculización en las estructuras de captación y la deficiencia lumínica producto de luminarias dañadas.

4. Se recomienda realizar un plano de implantación final, que permita acoplar la solución planteada en este proyecto con el resto de la trama urbana existente en la zona, las propuestas de equipamientos o áreas a desarrollar en el futuro, y el resto de vías o proyectos de esa zona de la ciudad.
5. En el caso del drenaje por escorrentía, se recomienda generar los planos de curvas de pavimento de la vialidad, y verificar de esta manera la ubicación de las estructuras de captación propuestas.
6. Considerando la inestabilidad económica que presenta Venezuela en la actualidad, se recomienda actualizar los precios en los análisis de precio unitario y en el presupuesto general, y proyectar un límite de validez en el cual los montos reflejados para la ejecución del proyecto sean vigentes

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUDELO, JOHN J. (2002), **Diseño Geométrico de Vías**, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Especialización Vías y Transporte, Medellín, Colombia.
- ARIAS, FIDIAS. (2004), **Proyecto de investigación, Guía para su elaboración**. Ediciones Episteme. Caracas, Venezuela.
- ARIAS, FIDIAS. (2006), **El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica**. 5ta. edición. Editorial Episteme, Caracas, Venezuela:
- ARIAS, FIDIAS (2012), **Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología. Científica**. 6ta edición, Editorial Episteme, Caracas, Venezuela
- ARRAYAGO, NELSON (2013) **Propuesta para Diseñar la Distribución vial de Puente Bárbula en Naguanagua, Estado Carabobo**, Tesis de Grado, Escuela de Ingeniería, Universidad José Antonio Páez, San Diego, Estado Carabobo, Venezuela
- BLÁZQUEZ, LUIS y GARCÍA, JOSÉ (2000), **Manual de Carreteras**, Escuela de Ingeniería Civil, División de Ingeniería e Infraestructura de Transporte, Universidad de Alicante, España.
- CERQUERA, FLOR A. (2007), **Capacidad y Niveles de Servicio de la Infraestructura Vial**, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías, Tunja, Colombia. GONZÁLEZ, CLAUDIO (2014) **Mejoramiento del sistema de contención vial, aplicado al puente Mapocho km 10+ 360, ruta 68, Chile**. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- GUERRA, ALEJANDRA (2013), **Diseñar un plan de mantenimiento correctivo-preventivo vial programado de la autopista francisco fajardo, tramo caricuao-puente los leones**, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nueva Esparta, Caracas, Venezuela.
- JIMÉNEZ C., GONZALO (2007), **Topografía para ingenieros civiles**, Programa de ingeniería civil, Facultad de Ingeniería, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP) (1967), **Manual de Drenaje**, Dirección de Vialidad - División de Estudios y Proyectos, Caracas, Venezuela.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (MTC) (1997). **Normas Para el Proyecto de Carreteras**, Dirección General Sectorial de Vialidad Terrestre del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Caracas, Venezuela.

VILORIA M., KATTERINE M., y ALEGRIA E., (2013), **Mejoras de los dispositivos de control en las principales vías arteriales de la ciudad de Maracaibo, Edo Zulia, específicamente en las Av. Las Delicias, El Milagro y La Limpia**. Trabajo especial de Grado, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela

HOJAS DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	“Propuesta De Mejora Vial De Los Accesos De La Prolongación De La Avenida Bolívar, Entre Progresivas 0+000 Hasta 2+183 De La Ciudad De Cantaura, Municipio Freites, Estado Anzoátegui”
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Andrés Eduardo García Díaz	CVLAC	
	e-mail	andres210693@gmail.com
	e-mail	24.831.504
Félix David Ruiz Serrano	CVLAC	25.250.240
	e-mail	ruizfelix23@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Vialidad
Diseño Geométrico
Drenaje
Iluminación Vial
Prolongación Vial
Eliminación Vial
Continuidad
Estaremos vial

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS	INGENIERÍA CIVIL

Resumen (abstract):

Resumen

Este proyecto propone una mejora vial en la prolongación de la Avenida Bolívar de Cantaura en toda su extensión, planteando cambios importantes y de gran envergadura en las intersecciones, accesos y desincorporaciones, hacia y desde la arteria vial, procurando entregar mayor seguridad, confort, fluidez y satisfacción de la que otorga el actual diseño. Para esto, se partió de datos recabados en sitio, para más tarde realizar un nuevo diseño geométrico, con base en los criterios del Green Book de la AASHTO y las Normas para el Proyecto de Carreteras del MTC, implantando también nuevos mecanismos de iluminación y un nuevo sistema de drenaje de aguas de lluvia. El estudio demandó la elaboración de planos y la estimación de los APU y el presupuesto, por lo que se logró establecer un nuevo diseño geométrico y funcional para esa parte de la localidad, concluyendo que el actual corredor vial, planificado y construido en la década de los 80 para conectar la carretera nacional con la ciudad, ya cumplió y funcionó para su propósito inicial, y actualmente, debido al crecimiento y desarrollo potencial de esa zona, es necesario la implantación de un proyecto como el que se presenta en este trabajo de grado.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / Email										
Elys José Rondón Gómez	ROL	CA		AS	X	TU		JU			
	CVLAC	8.440.241									
	e-mail	elysrondon@gmail.com									
	e-mail										
Anabel Yoedelin González Hernández	ROL	CA		AS		TU		JU	X		
	CVLAC	16.573.233									
	e-mail	anabelyoedelin@hotmail.com									
	e-mail										
Laurimar Teresa Rojas Urbáez	ROL	CA		AS		TU		JU	X		
	CVLAC	15.563.371									
	e-mail	laurimarrojas@udo.edu.ve									
	e-mail										

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2019	06	27

Lenguaje: SPA

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
PG-Andrés-G;Félix-R.doc	Aplication/word

Alcance:

Espacial: UNIVERSAL

Temporal: INTEMPORAL

Título o Grado asociado con el trabajo:

INGENIERO CIVIL

Nivel Asociado con el Trabajo:

PREGRADO

Área de Estudio:

ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE - NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI / EXTENSIÓN
CENTRO-SUR CANTAURA**



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *[Signature]*
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

[Signature]
JUAN A. BOLAÑOS CUNVELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/marija

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

Andrés García
AUTOR

Félix Ruiz
AUTOR

Prof. Rondón, Elys
TUTOR