

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



**EVALUACIÓN GEOMÉTRICA E HIDRÁULICA DE LA PROLONGACIÓN
DE LA AV. JESÚS SUBERO ENTRE PROGRESIVAS 4+456,00
HASTA 6+038,47 UBICADA EN EL TIGRE, MUNICIPIO
SIMÓN RODRÍGUEZ, EDO. ANZOÁTEGUI**

Realizado por:

Alcalá M., Ángela A.

Gutiérrez S., Yonder A.

Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente

como requisito para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, noviembre de 2020.

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



**EVALUACIÓN GEOMÉTRICA E HIDRÁULICA DE LA PROLONGACIÓN
DE LA AV. JESÚS SUBERO ENTRE PROGRESIVAS 4+456,00
HASTA 6+038,47 UBICADA EN EL TIGRE, MUNICIPIO
SIMÓN RODRÍGUEZ, EDO. ANZOÁTEGUI**

Realizado por:

Ángela A. Alcalá M.

Yonder A. Gutiérrez S.

Prof. Daniel Cabrera
Asesor Académico

Cantaura, noviembre de 2020.

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



**EVALUACIÓN GEOMÉTRICA E HIDRÁULICA DE LA PROLONGACIÓN
DE LA AV. JESÚS SUBERO ENTRE PROGRESIVAS 4+456,00
HASTA 6+038,47 UBICADA EN EL TIGRE, MUNICIPIO
SIMÓN RODRÍGUEZ, EDO. ANZOÁTEGUI**

JURADO CALIFICADOR

El Jurado hace constar que asignó a esta tesis la clasificación de:

APROBADO

Prof. Daniel Cabrera
Asesor Académico

Prof. Anabel González
Jurado Principal

Prof. Elys Rondón
Jurado Principal

Cantaura, noviembre de 2020.

RESOLUCIÓN

De acuerdo al Artículo 41 del Reglamento de Trabajo de Grado de la Universidad de Oriente Resolución CU-N°034 / 2009:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y sólo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario, para su autorización”.



DEDICATORIAS

La realización este trabajo de grado representa mucho más que el cumplimiento de un requisito para optar por un título universitario, representa la finalización de una etapa llena de tristezas, alegrías, decepciones, esfuerzo, constancia, esperanza y un sin fin de emociones más.

No es fácil conseguir una carrera universitaria y mucho menos en el momento por el que atraviesa nuestro país. Los venezolanos hemos tenido que ver como familias son separadas y como estudiantes, constantemente presenciamos el abandono de los estudios por parte de otros compañeros de clases, la no culminación de su trabajo de grado y el dar por perdido su título universitario motivado a que la situación económica los obliga a emigrar en busca de otras oportunidades lejos de nuestras fronteras.

Como joven muchas veces me encontré en esa posición, en la que me sentí superada por las adversidades que se iban presentando, cien por ciento decidida a no culminar este trabajo de grado, tirar la toalla y emigrar para ayudar a mi familia, crecer y valerme por mi misma en otro país; y la principal razón del porque no haberlo hecho y haber seguido insistiendo en culminar mi trabajo de grado y sobreponerme a los infortunios son mis familiares. Es por ello, que este trabajo se lo dedico a ellos, porque les debo absolutamente todo lo que soy en la vida, todo lo que he conseguido y todo lo que conseguiré por haberme hecho la persona que soy.

A mis padres Luis Manuel Alcalá Ledezma y Esther Carolina Marín de Alcalá, siempre trabajando para darme todo lo necesario para no distraerme y mantenerme enfocada; a mis tíos Sergio Ramón Alcalá Rodríguez y Maricruz del Valle Romero De Alcalá, por alentarme, motivarme a culminarlo y brindarme herramientas para prepararme profesionalmente; a mi tío adorado Arcángel Alcalá Ledezma, mis abuelas Rita Esther Tineo de Marín y

María Zoraida Ledezma de Alcalá, mis hermanitos Angely Carolina Rodríguez Marín y Luis Alejandro Alcalá Marín, mis demás tíos y a mis primitos a los que quiero muchísimo.

¡Gracias a todos por apoyarme, por quererme tanto, alentarme y estar siempre ahí conmigo para lo que necesite! ¡Los amo!

Ángela Andreina Alcalá Marín

Primeramente, dedico este trabajo de grado trazado y culminado, a Dios, por ser mi guía y compañero fiel en este largo trayecto de mi carrera y en los momentos más difíciles de la instrucción académica, me has brindado el conocimiento y la sabiduría para poder lograr y cumplir con éxito esta meta.

A mi madre María Mercedes Sánchez de Gutiérrez y mi padre Gregorio Alirio Gutiérrez Méndez, juntos con mucho esfuerzo, amor, sabiduría, consejos, valores, educación y sobre todo dedicación han logrado formar el hombre que soy hoy en día, son mi ejemplo a seguir, ustedes han sido ese pilar fundamental que me ha acompañado a lo largo de mi vida y serán ese pilar siempre en mi inicio y a lo largo de mi formación profesional y personal.

A mis hermanos, Jenny Karina, Jean Carlos y Yoander Gregorio, por estar siempre ahí apoyándome en las buenas y malas, los quiero mucho. A mis dos bellos sobrinos Jarienny Lucia y Dylan Geremias, dos seres encantadores que llegaron a mi vida para ser el motivo de alegría. Los quiero “mi Nega y mi Po” y a mi abuelita Juana Castro, por ser esa luz que ilumina mi día a día, ¡te amo mi doña!

También lo dedico al tío Sergio Alcalá, a nuestra compañera de juegos de mesa Maricruz Romero, a la sra Carolina Marín, al sr Luis Alcalá y nuestra confidente Nicolasa Marval por brindarme el apoyo incondicional y las herramientas necesarias para lograr esta meta anhelada, como lo es la culminación de nuestro trabajo de grado. ¡Muchas Gracias de corazón!

Yonder Alirio Gutiérrez Sánchez

AGRADECIMIENTOS

Creo fielmente que cada situación, persona, experiencia y momento vivido mientras realizaba este trabajo de grado conspiraron para que su culminación fuera posible, pues considero que cada una de ellas representa un engranaje que en conjunto permiten que el motor funcione en general como un todo.

Dicho esto, quiero agradecer, principalmente a Dios, porque es todopoderoso, omnipotente y siempre me ha iluminado para mantenerme fiel a mi meta y con la mente y las fuerzas puestas en el cumplimiento de las mismas. Además de también poner en mi camino a las siguientes personas maravillosas a las que también tengo mucho que agradecer.

A mi madre, gracias por siempre estar y querer siempre lo mejor para mí y por enseñarme con tu ejemplo a ser una mujer luchadora, trabajadora, feliz, buena, amable, responsable y muchísimas cosas buenas más. ¡Te amo, gracias!

A mi padre, gracias por tu amor, tu ternura, tu cariño. Por ser mi consejero y mi mejor amigo, orientarme, escucharme, apoyarme, guiarme, enseñarme y hacerme la mujer que soy hoy en día. ¡Eres la luz de mi vida, gracias!

A mi compañero de tesis, por su apoyo, esfuerzo, dedicación y por no tirar la toalla. Gracias por ser mi amigo y confidente, no rendirte y siempre estar dispuesto a arreglar nuestras diferencias y sobreponernos a las adversidades juntos para culminar nuestro trabajo de grado exitosamente.

A mis tíos Sergio y Maricruz. Gracias por animarnos, apoyarnos en todo lo que necesitamos, y alentarnos a hacer las cosas de la forma correcta, por brindarnos sus conocimientos y consejos en todo momento que necesitamos.

¡Muchas gracias, los quiero y siempre estaré agradecida por lo que han hecho por mí!

También quiero dedicar mis más sinceras palabras de agradecimiento, afecto y aprecio a nuestro tutor Daniel Cabrera, por su disposición, atención, orientación y dedicación. ¡Muchísimas gracias, un abrazo!

A la Universidad de Oriente - Extensión Cantaura, al personal obrero y administrativo por formar con su labor, parte del motor que mantiene en movimiento a la universidad, y a mis profesores, por brindarme sus conocimientos de la mejor forma posible, por desempeñar una profesión tan hermosa y brindar sus enseñanzas a los alumnos aun cuando su esfuerzo no es valorado y debido a la actual crisis económica por la cual atraviesa el país no recibir los beneficios correspondientes.

Al Ingeniero José Naranjo y al Arquitecto Armando Gutiérrez, por su consejo, apoyo y orientación en la realización de este trabajo de grado. Gracias por su disposición, paciencia y ayuda, por aclarar nuestras dudas, brindarnos su experiencia, conocimientos y opinión.

A la señora Nicolasa Marval y al señor Higinio Meléndez por su ayuda y cariño, por sus conversaciones y por alegrarnos el día. A mis demás familiares que siempre están ahí para apoyarme, mis abuelas, mis tíos y primos, a la familia Pérez Ramonis, la familia Ramonis, a mis compañeros de clases, a mis amigos por alegrarme el día siempre con sus ocurrencias, a Nader Alfonzo Romero Luzardo por estar a mi lado y ayudarme cuando lo necesito.

¡Muchas gracias a todos!

Ángela Andreina Alcalá Marín

Agradezco primeramente a Dios por ser quien nos guía, ilumina y brinda un nuevo amanecer cada día, doy gracias por siempre darnos los conocimientos necesarios para lograr siempre nuestros objetivos trazados.

A mis padres Gregorio y Mercedes, agradezco por ser mi pilar fundamental, ser mi ejemplo a seguir, querer y darme lo mejor, siempre luchar por que seamos alguien en la vida, gracias por el apoyo y siempre trabajar en función a nuestro futuro, gracias por darme las herramientas necesarias para crecer como persona y formarme como un hombre con buenos valores y principios.

A mi compañera de tesis y amiga como de cariño le digo Mileva Maric, por siempre estar ahí en los buenos y malos momentos y siempre buscarle una solución positiva a cualquier inconveniente que se nos presente, por ser ese apoyo fundamental en esta meta culminada, gracias por su dedicación, apoyo, amistad, esfuerzo, y sobre todo por ese toque esencial de personalidad que te caracteriza y hace que nuestra amistad crezca. Gracias de corazón, éxitos y bendiciones en esta nueva aventura y crecimiento profesional que nos espera.

A mi amiga y confidente María Laura Salazar, gracias por siempre estar ahí apoyándome en cada momento, agradezco por tu amistad incondicional, siempre darme buenos consejos.

Personas que Dios te coloca en el camino, y son ángeles de guía y sabiduría, gracias al Sr Sergio Alcalá, Mari Cruz Romero, Nicolasa Marval, por siempre ayudarnos y darnos los mejores consejos para lograr la culminación de nuestro trabajo de grado exitosamente.

Yonder Alirio Gutiérrez Sánchez

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

**EVALUACIÓN GEOMÉTRICA E HIDRÁULICA DE LA PROLONGACIÓN
DE LA AV. JESÚS SUBERO ENTRE PROGRESIVAS 4+456,00
HASTA 6+038,47 UBICADA EN EL TIGRE, MUNICIPIO
SIMÓN RODRÍGUEZ, EDO. ANZOÁTEGUI**

Autores: Alcalá, Ángela
Gutiérrez Yonder

Asesor Académico: Cabrera, Daniel

Año: 2019

RESUMEN

La avenida “Jesús Subero” es una vía arterial que actualmente forma parte del sistema vial del municipio Simón Rodríguez del Estado Anzoátegui, cuenta con problemas geométricos e hidráulicos que pueden ser observados a simple vista y que son tangibles al momento de transitar por ella; por lo que se emprendió una investigación exhaustiva de la misma. Mediante una investigación de tipo documental y de campo, con un nivel descriptivo, se realizó una evaluación precisa de las condiciones que presenta y aplicando lineamientos establecidos en las normas venezolanas de vialidad e hidráulica (NORVIAL 1985, MTC 1997, INOS 1975 y manual de drenaje MOP 1967), se proponen soluciones geométricas tales como la inserción de canales de giro y la colocación de un dispositivo rotatorio siguiendo el sistema vial planificado para el municipio desde sus inicios; y soluciones hidráulicas con estructuras de drenaje que desalojen el agua proveniente de escorrentías de lluvia de la calle y de zonas adyacentes a ella, junto con los planos de detalle y el análisis de los costos que conllevaría la realización de cada propuesta.

Palabras claves: evaluación, evaluación geométrica, evaluación hidráulica, topografía, vialidad, plan urbano local, El Tigre, Jesús Subero, geometría, transito, drenaje, hidráulica, planos, AutoCAD.

ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIAS	v
AGRADECIMIENTOS	viii
RESUMEN	xi
ÍNDICE GENERAL	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
INTRODUCCIÓN	xxiii
CAPÍTULO	
EL PROBLEMA.....	27
1.1. Planteamiento del problema.....	27
1.2. Objetivos	30
1.2.1 Objetivo General	30
1.2.2 Objetivo Específico	30
1.3. Generalidades	31
1.3.1 Entorno Regional	33
1.3.2 Entorno Local.....	39
MARCO TEÓRICO50	
2.1 Antecedentes	50
2.2 Bases teóricas.....	52
2.2.1 Geoposicionamiento de Venezuela.....	52
2.2.2 Topografía.....	53
2.2.3 Movimiento de tierra.....	54
2.2.4 Perfil longitudinal.....	56

2.2.5 Inventario vial.....	57
2.2.6 Vía.....	57
2.2.7 Drenaje	116
MARCO METODOLOGICO	
3.1 Tipo de Investigación	140
3.2 Nivel de Investigación	140
3.3 Técnicas de recolección de datos	141
3.3.1 Observación directa	141
3.3.2 Entrevista no estructurada	141
3.3.3 Revisión Documental	142
3.4 Población y muestra.....	142
3.5 Instrumentos de recolección de datos.....	142
CAPÍTULO IV	
ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS	144
4.1 Evaluación geométrica e hidráulica.....	144
4.1.1 Ubicación	145
4.1.2 Condiciones Actuales.....	146
4.1.3 Clasificación de las carreteras	149
4.1.4 Topografía y características físicas.....	152
4.1.5 Datos sobre vehículos y tránsito	159
4.2 Diseño geométrico	169
4.2.1 Sección transversal.....	170
4.2.2 Aberturas en la divisoria.....	171
4.2.3 Paradas.....	195

4.3 Diseño hidráulico.....	198
4.3.1 Estructuras de captación.....	199
4.3.2 Disposición Final.....	209
4.3.3 Estructuras de conducción.....	210
4.3.4 Estructuras de conexión.....	215
4.4 Ejecución de las propuestas	219
4.4.1 Selección de los materiales	219
4.4.2 Cómputos métricos	220
4.5 Planificación	234
4.5.1 Gestión del proyecto.	234
4.5.2 Tiempo de duración y cronograma de construcción.	234
4.5.3 Inversión total del proyecto	235
4.5.4 Capacidad y Vida Útil del Proyecto	235
4.5.5 Generación de Empleo	236
CAPITULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	237
4.1 Conclusiones.....	237
4.2 Recomendaciones.....	239
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	242

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. División política-territorial del estado Anzoátegui.....	35
Tabla 2. Población del estado Anzoátegui - proyección año 2019.....	36
Tabla 3. Poblacion estimada del estado Anzoategui al 2019.....	37
Tabla 4. Datos climáticos del INIA – El Tigre.....	44
Tabla 5. Características del tránsito de El Tigre año 1986.....	47
Tabla 6. Factor de esponjamiento.....	56
Tabla 7. Vehículos tipo y sus dimensiones.....	63
Tabla 8. Especificaciones de la AASHTO.....	66
Tabla 9. Especificaciones COVENIN (MTC, 1977).....	66
Tabla 10. Factor canal (C).....	68
Tabla 11. Factor de ajuste por tráfico desbalanceado (A).....	69
Tabla 12. Clasificación de las vías según su funcion.....	78
Tabla 13. Designaciones varias de las vías.....	78
Tabla 14. Radios de giro (m).....	79
Tabla 15. Velocidad de proyecto en función del tipo de vía.....	81
Tabla 16. Factores ideales para una capacidad máxima.....	83
Tabla 17. Capacidad bajo condiciones ideales.....	83
Tabla 18. Factores que alteran la capacidad de una vía.....	84
Tabla 19. Factor de ajuste fw por efecto del ancho de canal y distancia a obstáculos laterales en carreteras de 2 canales.....	85
Tabla 20. Factores de ajuste por efecto de ancho de canal y distancia a obstáculos laterales en autopistas y carreteras de canales múltiples.....	86
Tabla 21. Equivalencia de camiones y Autobuses en Vehículos livianos en tramos de pendiente y longitud específica.....	86
Tabla 22. Equivalencia de camiones y Autobuses en Vehículos livianos en tramos de pendiente y longitud específica.....	87
Tabla 23. Nivel de servicio en Carreteras.....	88

Tabla 24. Derecho de vía.....	89
Tabla 25. Ancho de calzada.....	90
Tabla 26. Pendientes máximas transversales.....	91
Tabla 27. Anchos usuales de Hombrillos.....	93
Tabla 28. Anchos de Hombrillos.....	93
Tabla 29. Longitudes mínimas para parada de Autobuses.....	99
Tabla 30. Radios mínimos de intersecciones.....	101
Tabla 31. Radios normales en Intersecciones.....	101
Tabla 32. Radios de giro (Anchos más convenientes).....	108
Tabla 33. Longitud de transición.....	111
Tabla 34. Longitud de canal de deceleración.....	111
Tabla 35. Longitud de canal de aceleración.....	112
Tabla 36. Distancia de visibilidad de frenado.....	115
Tabla 37. Coeficientes de escorrentía.....	119
Tabla 38. Zonificación y coeficientes de escorrentía.....	119
Tabla 39. Pendientes mínimas de la vía.....	120
Tabla 40. Frecuencia, probabilidad de ocurrencia.....	122
Tabla 41. Ventajas y desventajas de los distintos tipos de sumideros.....	127
Tabla 42. Condiciones de los sumideros en pendientes y en puntos bajos.....	128
Tabla 43. Límite de inundación permisible.....	130
Tabla 44. Límite de inundación permisible.....	131
Tabla 45. Pendientes en los colectores.....	133
Tabla 46. Valores de "n" según Lopez.....	135
Tabla 47. Valores de "n" según Chow.....	136
Tabla 48. Información hallada de características físicas de la zona.....	153
Tabla 49. Resultados de Inventario Vial.....	153
Tabla 50. Resultados de Levantamiento de puntos con el GPS.....	154
Tabla 51. Aforo realizado en el primer punto de medición.....	163

Tabla 52. Promedio de los vehículos/hora registrados en el primer punto de medición.....	163
Tabla 53. Aforo realizado en el segundo punto de medición	164
Tabla 54. Promedio de los vehículos/hora registrados en el segundo punto de medición.....	164
Tabla 55. Velocidades promedio en ambos sentidos.....	165
Tabla 56. Selección del factor de ajuste por efecto de ancho de canal y distancia a obstáculos laterales de la tabla 20.....	167
Tabla 57. Geometría del ensanchamiento de la divisoria para 1er el canal de giro a la izquierda.....	177
Tabla 58. Valores de “y”, parabolica de la punta de bala.....	178
Tabla 59. Longitud del canal de giro a la izquierda en 1ra abertura propuesta	180
Tabla 60. Longitud del canal de aceleración en la 1ra abertura propuesta.	182
Tabla 61. Valores de la parábola.	190
Tabla 62. Longitud del canal de giro a la izquierda en 4ta abertura propuesta	195
Tabla 63. Longitud del canal de aceleración en la 4ta abertura propuesta.	195
Tabla 64. Coeficiente de escorrentía y área de cada subcuenca (norte)	200
Tabla 65. Coeficiente de escorrentía y área de cada subcuenca (sur)	201
Tabla 66. Tiempos de concentración de cada cuenca (norte)	202
Tabla 67. Tiempos de concentración de cada cuenca (sur).....	202
Tabla 68. Gasto de cada subcuenca	203
Tabla 69. Gasto captado por cada sumidero	205
Tabla 70. Ubicación de los sumideros	207
Tabla 71. Beneficios de disposición final.....	210
Tabla 72. Colector principal.	212
Tabla 73. Colectores secundarios.....	214
Tabla 74. Bocas de visita de la red	216

Tabla 75. Ubicación de bocas de visita de la red.....	217
Tabla 76. Materiales de construccion.	219
Tabla 77. Cantidad de obras asfalticas a demoler.	222
Tabla 78. Dimensiones de capa vegetal a excavar.....	223
Tabla 79. Obras de concreto a demoler.....	223
Tabla 80. Espesores de estructuras de la vialidad.....	226
Tabla 81. Volumen de relleno y bote para zanjas de colectores.....	228
Tabla 82. Volumenes de colchon de arena.....	229
Tabla 83. Volumen de excavacion para sumideros	231
Tabla 84. Volumen de relleno para sumideros.....	231
Tabla 85. Total de acero para sumideros.....	231
Tabla 86. Relleno de brocales A-1	231
Tabla 87. Relleno de brocal-cuneta A-3.....	232
Tabla 88. Volumen de relleno de aceras	233

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital, ubicación de la avenida en estudio y sus adyacencias.....	32
Figura 2. Esquema de la avenida Jesús Subero.....	32
Figura 3. Región nor-oriental, jerarquización de las ciudades.	33
Figura 4. División política- territorial del estado Anzoátegui.....	36
Figura 5. Jerarquización del Estado Anzoátegui.....	39
Figura 6. Ubicación geográfica de El Tigre estado Anzoátegui.....	40
Figura 7. Distribución de la precipitación promedio mensual.	43
Figura 8. Esquema del sistema vial regional en el área Urbana.	46
Figura 9. Principales ejes viales del municipio.....	48
Figura 10. División de la Tierra.	52
Figura 11. Husos horarios en Venezuela.	53
Figura 12. Sección transversal típica de un pavimento.....	59
Figura 13. Vehículos livianos.	62
Figura 14. Vehículos pesados.....	62
Figura 15. Coeficientes estructurales para mezclas de concreto asfáltico utilizadas como capa de rodamiento.....	71
Figura 16. Coeficientes estructurales para diferentes tipos de mezclas asfálticas (distintas a la de rodamiento).....	72
Figura 17. Coeficientes estructurales para materiales granulares, para capas de sub-base y/o bases.....	73
Figura 18. Coeficientes estructurales para materiales granulares, para capas de sub-base y/o bases.....	74
Figura 19. Sección transversal de un bombeo típico en vía.....	91
Figura 20. Sección típica de cuneta con capacidad baja.	94
Figura 21. Sección típica de cuneta para capacidades mayores.	94
Figura 22. Brocal de barrera con 20 cm de altura en la cabeza.....	95

Figura 23. Brocal de barrera con 15 cm de altura en la cabeza.....	96
Figura 24. Brocal de barrera con 10 cm de altura en la cabeza.....	96
Figura 25. Brocal montable sin cabeza.....	96
Figura 26. Vista de planta, Parada de autobuses.	99
Figura 27. Intersección a nivel simple.....	103
Figura 28. Intersecciones a nivel canalizadas.....	104
Figura 29. Intersección completa de dos canales por sentido, con separadores físico, con convergencia de vías arterial y colectora contraladas por semáforos.	105
Figura 30. Intersección rotatoria.	106
Figura 31. Método grafico para el análisis de incorporación de canales adicionales de giro a la izquierda.....	110
Figura 32. Elementos de un canal de deceleración.	112
Figura 33. Elementos de un canal de aceleración.	112
Figura 34. Factor de fricción.	115
Figura 35. Curvas de pavimento en función del drenaje.....	120
Figura 36. Capacidad hidráulica de la carretera.	126
Figura 37. Sumidero de Rejas.	129
Figura 38. Sumidero de Ventana.	129
Figura 39. Elementos de una boca de visita.	130
Figura 40. Pendiente del colector.	133
Figura 41. Ubicación relativa de los colectores de agua de lluvia.....	134
Figura 42. Ubicación relativa de los colectores de agua de lluvia.....	134
Figura 43. Cuneta tipo "A".....	138
Figura 44. Cuneta tipo "B".....	138
Figura 45. Cuneta tipo "C".....	138
Figura 46. Cuneta tipo "D".....	138
Figura 47. Canal rectangular.....	139
Figura 48. Canal trapezoidal.....	139

Figura 49. Esquema de la clasificación funcional de la Av. Jesús Subero según Plan Sectorial de Vialidad (1988).	152
Figura 50. Importación de geoimagen mediante CivilCAD.	157
Figura 51. Trazado de urbanización en el plano base.	158
Figura 52. Vista satelital del primer punto de medición.....	160
Figura 53. Resultado de aforo en el primer punto de medición.....	160
Figura 54. Vista satelital del segundo punto de medición.	162
Figura 55. Resultado de aforo en el segundo punto de medición.	162
Figura 56. Elementos de la sección transversal propuesta.....	171
Figura 57. Distancia entre aberturas actuales de la divisoria.....	173
Figura 58. Determinación de canal de giro según la figura 31.....	175
Figura 59. Geometría del ensanchamiento de la divisoria para el canal de giro a la izquierda.....	177
Figura 60. Extremo de la divisoria en el canal de giro a la izq.	179
Figura 61. Selección el factor de fricción de la figura 34.....	181
Figura 62. Canal de giro a la izquierda.	181
Figura 63. Canal de aceleración.	182
Figura 64. Sistemas viales propuestos.	184
Figura 65. Vista aérea de ubicación de calle colectora y local propuesta. ...	186
Figura 66. Sección transversal de la calle colectora propuesta.	186
Figura 67. Sección transversal de la Calle Local acondicionada.	187
Figura 68. Radio de la isla central y ancho de la calzada en la redoma propuesta.....	189
Figura 69. Ensanchamiento parabólico en la isla central de la Av. Jesús Subero.	190
Figura 70. Geometría del ensanchamiento.....	192
Figura 71. Radios de giros de entrada y salida en intersección propuesta.	193
Figura 72. Esquema de 4ta abertura en la divisoria.....	194
Figura 73. Paradas propuestas.....	196

Figura 74. Geometría de las paradas propuestas.....	197
Figura 75. Corte D-D, Sección transversal propuesta con paradas.	197
Figura 76. Brocal Cuneta a utilizar.....	199
Figura 77. Gráfico de relación de interceptación para sumidero de ventana 1.5 m.....	205
Figura 78. Estructura de la vialidad.....	227
Figura 79. Dimensiones de zanjas para colectores.	229

INTRODUCCIÓN

Para el proceso de urbanización es necesaria la consideración de distintos aspectos como la topografía y geomorfología del terreno, la hidrografía, los factores ambientales de la zona, la ubicación del asentamiento urbano, etcétera., pero muchas veces el proceso de urbanización acelerado se caracteriza por la ausencia de planificación y control de las acciones en el urbanismo, lo que sucedía en Venezuela.

Es por ello que, en pro del mejoramiento de las condiciones de vidas actuales y futuras de los habitantes, se elaboran planes de desarrollo urbano que establecen entre otras cosas todo un sistema de equipamiento, infraestructura, vialidad, transporte y economía. No obstante, las autoridades encargadas de la ejecución de las acciones propuestas no actúan de acuerdo al marco legal que proporciona el plan en materia urbanística ni promueven la participación de la comunidad, por lo que usualmente la acción pública y privada llevada a cabo en el ámbito urbano se manifiesta en problemas de desorganización de actividades, degradación del medio, deficiencia en los servicios y congestionamiento.

Esta problemática está presente en el sistema de vialidad del municipio Simón Rodríguez establecido en el plan de desarrollo urbano local realizado en el año 1988, específicamente en el sitio en estudio desde la progresiva 4+456,00 hasta la 6+038,47 de la Av. Jesús Subero de la ciudad de El Tigre, ya que el eje vial planificado inicialmente no fue consolidado provocando que actualmente se considere una vía peligrosa debido a problemas geométricos que llevan al usuario a la realización de maniobras de giros y retornos en sitios indebidos.

De igual forma, la problemática se hace tangible en el sistema hidráulico ya que el agua precipitada no es drenada hacia los puntos

establecidos inicialmente en el plan de drenaje provocando el deterioro de la vía y el aumento de la peligrosidad debido a la acumulación de aguas en la zona.

Es por eso, que en este trabajo de grado se persigue analizar y evaluar las características tanto del sistema geométrico, como del sistema hidráulico del tramo de la avenida Jesús Subero en la ciudad de El Tigre y la propuesta de un diseño eficiente para así generar soluciones a las posibles fallas que presente.

El trabajo de grado estará organizado de la siguiente manera:

El capítulo I, se titula “El Problema” y en él se expone la problemática planteada, se explica el porqué del proyecto, los objetivos que se persiguen con su realización y se describe el entorno regional y local en el que está ubicado el tramo en estudio, al mismo tiempo de que se analizan sus condiciones actuales.

El capítulo II, lleva por nombre “Marco Teórico” y presenta trabajos de grado utilizados como referencia para la investigación, todos los conceptos que fueron utilizados en su desarrollo y describe todos los lineamientos y criterios establecidos en las normas venezolanas para la evaluación del sistema geométrico e hidráulico existente.

En el capítulo III, “Marco Metodológico” se describe el “como” del trabajo de grado, la metodología empleada en el mismo, las herramientas, técnicas, materiales, instrumentos y equipos empleados para la obtención de los datos y el alcance de los objetivos del proyecto.

El capítulo IV, explica cómo se empleó la metodología descrita en el capítulo III para la obtención de datos necesarios en la investigación extraídos de fuentes documentales y visitas de campo y presenta el análisis

de los mismos, los cálculos con sus respectivos resultados para la determinación de las propuestas de diseño.

El capítulo V, denominado “Conclusiones y Recomendaciones” contiene las conclusiones derivadas de la evaluación de la problemática, análisis de datos y resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos de la investigación; así como las recomendaciones originadas a partir de la elaboración del proyecto de trabajo de grado.

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Las carreteras son ejes viales de gran importancia que conectan a centros poblados, sectores o zonas dentro de una misma ciudad. Están proyectadas y construidas fundamentalmente para la circulación de vehículos con accesos a las propiedades colindantes, a diferencia de las autopistas que no pueden tener pasos y cruces al mismo nivel.

De esta forma, una buena vialidad se traduce en beneficios para la población y la zona donde está ubicada, ya que ésta genera mayor comodidad a la hora de desplazarse, menor contaminación ambiental, menor probabilidad de ocurrir accidentes y mejor desenvolvimiento económico para dicha zona, entre otros beneficios. Los países con mejores diseños geométricos en vialidades poseen un mejor desarrollo en comparación con los que no tienen buenos diseños en vías de comunicación.

En ese mismo sentido, la Avenida Jesús Subero, del Municipio Simón Rodríguez, posee las mayores estructuras de recreación de la ciudad, y de igual forma representa el acceso a la zona industrial, de gran importancia económica para el municipio. Por otro lado, la prolongación de la Avenida Jesús Subero, se crea con la finalidad de unir los municipios San José de Guanipa y Simón Rodríguez. Dicho proyecto, a partir de la progresiva 4+456,00 hasta la progresiva 6+038,47, se ejecutó de forma incompleta ya que no cuenta con un sistema de drenaje pluvial adecuado, debido a que no posee cunetas, sumideros y otros elementos del drenaje que permitan el mejor desagüe del agua precipitada, lo que se traduce en deterioro de la vía, en mayores tiempos de viajes, accidentes de tránsito y en la incomodidad de los usuarios debido a la acumulación de aguas de lluvia en el área.

Cabe destacar, que esta prolongación no posee aceras para una mayor comodidad y seguridad de los peatones, ni paradas para evitar congestionamientos del transporte público y en general, lo cual, desmejora el funcionamiento de la misma, también carece de retornos establecidos por las normas pertinentes, lo que la convierte en una de las avenidas más peligrosas de la ciudad, en la cual según datos hallados en la Unidad de Tránsito Terrestre de El Tigre, se registra el mayor número de muertes a causa de accidentes de tránsito del municipio Simón Rodríguez.

De lo antes expuesto, se persigue realizar una propuesta para el sistema hidráulico bajo los lineamientos de diseño, para lo que se utilizará información proveniente de La Cartilla de Urbanismo, libro de Cloacas y Drenajes de Simón Arocha (1983) y normas venezolanas como la del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) 1975, haciendo uso de herramientas como el programa CivilCAD 2016; así como también la realización de un diseño geométrico ideal, partiendo de lo establecido en el NORVIAL 1985, la Norma de Proyectos de Carreteras MTC 1997, entre otras; para posteriormente comparar los resultados obtenidos con las condiciones actuales de la vía y definir cada una de las deficiencias.

Se puede señalar, que en la Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, Extensión Cantaura, existen diversos proyectos relacionados con vialidad e hidráulica, tal como, la tesis de grado de Rodríguez (2016), en donde se calculó y se realizó el diseño de un sistema de acueducto y recolección de aguas servidas para un complejo habitacional de Cantaura, edo. Anzoátegui. Este trabajo de grado servirá de referencia para el cálculo de la red de drenaje y se tomará, como ejemplo, los lineamientos utilizados para la realización del trabajo de grado. Cabe destacar que en dicho trabajo de grado no se diseña la red de alcantarillado pluvial y la geometría de una vialidad de gran importancia como si se pretende realizar en este estudio.

Fundamentalmente, este proyecto nace de la importancia de la avenida Jesús Subero para los habitantes de la Ciudad de El Tigre y adyacencias, y de la necesidad de solución a cada uno de los problemas detectados, ya que existe un descontento por parte de la población al momento de transitar por la misma. Cabe resaltar, que esta evaluación es importante porque se determinarán problemáticas y brindarán soluciones para las mismas que al ser aplicadas por parte de los entes gubernamentales responsables, resolverán cada uno de los problemas mencionados, lo que se traduce en una mayor comodidad de los usuarios y en beneficios para la población y zonas adyacentes. Este proyecto fomentará el interés de los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, Extensión Cantaura, acerca de la importancia de un buen drenaje pluvial.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar el sistema geométrico e hidráulico de la prolongación de la avenida Jesús Subero, entre progresivas 4+456,00 hasta 6+038,47, ubicada en El Tigre, municipio Simón Rodríguez, Estado Anzoátegui.

1.2.2 Objetivo Específico

- Recopilar información documental y en sitio sobre el funcionamiento de la avenida Jesús Subero.
- Aplicar los parámetros en cuanto al sistema geométrico de acuerdo a lo establecido en las normas venezolanas de vialidad, como el NORVIAL 1985 y MTC 1997.
- Establecer un sistema de drenaje eficaz, mediante la utilización del manual de drenaje MOP 1967 y los lineamientos establecidos en las normas del INOS 1975 y en la Cartilla de Urbanismo de López 1997.
- Presentar los planos con cada una de las especificaciones técnicas usando herramientas de dibujo como el programa AutoCAD 2016 y Civil CAD 3D.
- Elaborar el presupuesto del Proyecto usando el programa de IP3 Control de Obras.

1.3. Generalidades

De acuerdo a datos de prensa hallados en la web, la Av. Jesús Subero anteriormente conocida como Carretera Vea fue inaugurada en el año 2012. Según el Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa (1988), esta carretera representa el eje vial nro. 3 de esta área metropolitana y su trayectoria inicia en la intersección de las vías a Bolívar y a Yopales hasta la intersección con la Av. Intercomunal Tigre – Tigrito, y las avenidas La Paz y Fernández Padilla del municipio San José de Guanipa. Tiene por función favorecer el movimiento de bienes y personas entre la parte sur de El Tigre y El Tigrito, además de dirigir hacia esta última el flujo proveniente de la región sur del país.

Esta Avenida es parte de la carretera local 008, que se inicia desde Atapirire, atraviesa al Municipio Simón Rodríguez en sentido suroeste-noreste denominándose Av. Jesús Subero en el área urbana. Al llegar a San José de Guanipa converge con la troncal 15, convirtiéndose en una sola vía hasta San Tome donde se bifurca nuevamente prolongándose en sentido sur-norte hasta intersectar a la troncal 13 que comunica con la ciudad de Maturín como se observa en la figura 1. (Ob. Cit., 1998, p. 165).

De acuerdo a lo explicado anteriormente, la avenida Jesús Subero interconecta las dos ciudades antes mencionadas observándose en la figura 1, y el área en estudio de este trabajo de grado está ubicado entre las progresivas 4+456,00 hasta 6+038,47 de la prolongación de dicha avenida de la ciudad de El Tigre, municipio Simón Rodríguez, edo. Anzoátegui, Venezuela, como se puede observar en la figura 2.



Figura 1. Imagen satelital, ubicación de la avenida en estudio y sus adyacencias.

Fuente: Google Earth (2019).

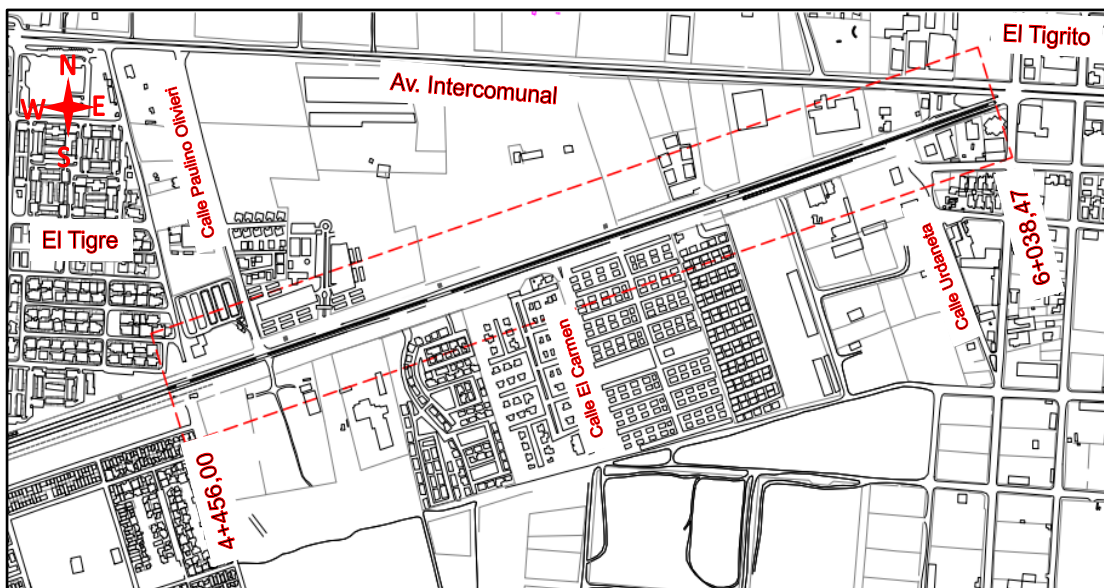


Figura 2. Esquema de la avenida Jesús Subero.

Fuente: Los autores (2019).

La caracterización del área a estudiar, se localiza en un entorno regional y un entorno local delimitado por los espacios descritos a continuación:

1.3.1 Entorno Regional

En el año 1969, el territorio nacional se dividió en regiones con la finalidad de descentralizar las funciones, toma de decisiones y al mismo tiempo contribuir al mejor desarrollo de cada una de estas regiones. La región nor-oriental, está compuesta por los estados Anzoátegui, Monagas y Sucre, y abarca un área de 84000km², lo que representa un 12% de la superficie del país.

En función del nivel de aporte económico para la región, en el año 1988, se estableció una jerarquía de las ciudades, donde la mayor concentración de la actividad económica se ubicaba en el estado Anzoátegui (en el que se ubica el objeto en estudio) tal como se observa en la figura 3 de la región nor-oriental, lo que dio pie a la creación de vías de comunicación para servir de conexión entre los distintos centros poblados.

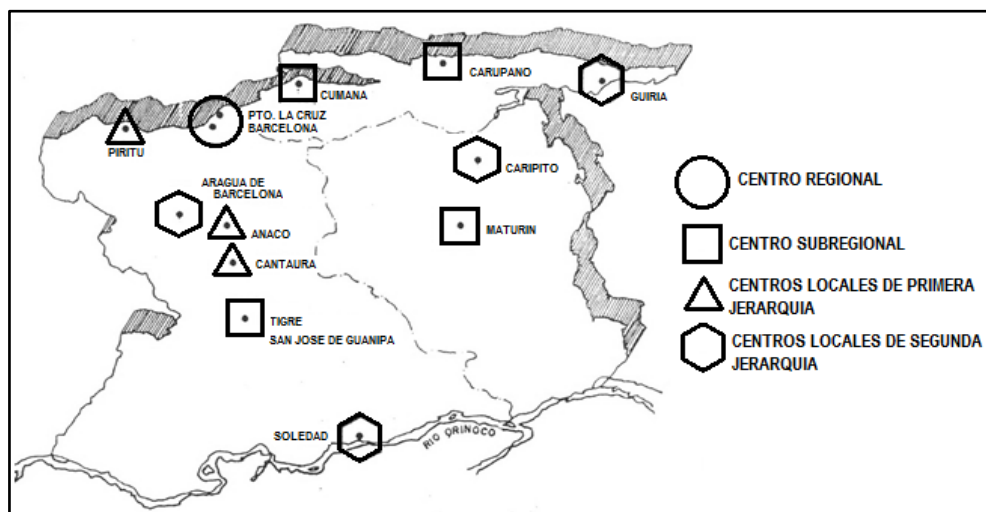


Figura 3. Región nor-oriental, jerarquización de las ciudades.
Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa (1988).

1.3.1.1 Ubicación geográfica

En cuanto a la ubicación geográfica, el estado Anzoátegui tiene una superficie de 43.300 km², lo que representa un 51,54 % de la región nor-oriental y un 4,72% del territorio nacional, siendo así el sexto estado en lo que a tamaño se refiere.

Su localización geográfica se encuentra determinada por las siguientes coordenadas:

- 07° 40' 16" y 10° 15' 36" Longitud Norte.
- 62° 41' 05" y 65° 43' 09" Longitud Oeste.

1.3.1.2 Límites

Los 43.300 km² de extensión que posee el estado Anzoátegui, delimitan con los siguientes territorios:

- Por el norte: el Mar Caribe, partiendo de la desembocadura del Rio Uchire en el Mar Caribe, continuando por toda la línea de la Costa, hasta llegar a Punta el Escarpado.

- Por el sur: el estado Bolívar.
- Por el este: los estados Sucre y Monagas.
- Por el oeste: los estados Miranda y Guárico.

1.3.1.3 División político territorial

La división político territorial del estado Anzoátegui está constituida por 21 municipios y 47 parroquias, de acuerdo a la última reforma de la Ley de División Político Territorial del estado Anzoátegui, en la Gaceta Oficial Nro. 200 extraordinaria, del 27 de junio de 1995, los cuales se listan con capital y superficie en la tabla 1 y la figura 4, descritas a continuación.

Tabla 1. División política-territorial del estado Anzoátegui.

Municipios	Capital	Superficie Km²	% Respecto al Estado
Anaco	Anaco	795	1,84%
Aragua	Aragua de Barcelona	2.624	6,06%
Diego Bautista Urbaneja	Lechería	12	0,03%
Fernando Peñalver	Puerto Píritu	643	1,43%
Francisco de Miranda	Pariaguán	4.732	10,29%
Francisco del Carmen Carvajal	Valle de Guanare	729	1,68%
Guanta	Guanta	67	0,16%
Independencia	Soledad	5.929	13,69%
José Gregorio Monagas	Mapire	9.176	21,19%
Juan Antonio Sotillo	Puerto La Cruz	244	0,56%
Juan Manuel Cajigal	Onoto	1.741	4,02%
Libertad	San mateo	2.043	4,72%
Manuel Ezequiel Bruzual	Clarines	1.566	3,62%
Pedro María Freites	Cantaura	7.152	16,52%
Píritu	Píritu	225	0,52%
San José de Guanipa	San José de Guanipa	792	1,83%
San Juan de Capistrano	Boca de Uchire	123	0,28%
Santa Ana	Santa Ana	1.184	2,73%
Simón Bolívar	Barcelona	1.706	3,94%
Simón Rodríguez	El Tigre	702	1,62%
Sir Arthur Mc Gregor	El Chaparro	1.115	2,58%

Fuente: Gaceta Oficial nro. 200 del 27 de junio de 1995 INE. Editado por los autores (2019).



Figura 4. División política- territorial del estado Anzoátegui.
Fuente: Wikipedia (2019).

1.3.1.4 Población

Según el último censo realizado en el año 2011 por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), actualmente para el año 2019 el estado debería contar con 1.753.932 habitantes, con una densidad poblacional de 41 hab/km², y representar un 5,4 % de la población total de la nación.

Tabla 2. Población del estado Anzoátegui - proyección año 2019.

2015 (proyectada)	2020 (proyectada)	2019 (interpolación)
1.658.398 hab.	1.777.816 hab.	1.753.932 hab.

Fuente: INE (2011), interpolación hecha por los autores (2019).

Los centros poblados están estrechamente vinculados con las funciones económicas que éstos desempeñan. Es así como a nivel estatal se destacan como principales centros urbanos, al concentrar los mayores volúmenes de población, los municipios Bolívar, Sotillo, Simón Rodríguez y Anaco como sede de las empresas asociadas a la exploración y explotación de hidrocarburos líquidos y gaseosos, y el municipio Bolívar por encontrarse Barcelona, la capital del estado. En la siguiente tabla se observa la población estimada por municipios para el año 2019.

Tabla 3. Poblacion estimada del estado Anzoategui y sus municipios al 2019.

Municipios	Año 2019 (hab.)	% con respecto al estado
Anaco	148.480	8.47
Aragua	34.721	1.98
Fernando De Peñalver	43.893	2.5
Francisco del Carmen Carvajal	16.206	0.92
Francisco De Miranda	46.709	2.66
Guanta	37.907	2.16
Independencia	38.249	2.18
Juan Antonio Sotillo	300.908	17.16
Juan Manuel Cajigal	15.937	0.91
José Gregorio Monagas	19.618	1.12
Libertad	17.858	1.02
Manuel Ezequiel Bruzual	36.352	2.07
Pedro María Freites	85.394	4.87
Píritu	28.725	1.64
San José de Guanipa	82.608	4.71
San Juan De Capistrano	10.732	0.61
Santa Ana	11.325	0.65
Simón Bolívar	499.976	28.51

Continuación Tabla 3

Simón Rodríguez	219.622	12.52
General Sir Arthur Mac Gregor	11.749	0.67
Lic. Diego Bautista Urbaneja	46.887	2.67

Fuente: INE (2011), editado por los autores (2019).

1.3.1.5 Economía

La economía del estado Anzoátegui depende de diversas actividades:

- Agrícola, ya que es productor de soya, maní, maíz, algodón, caña, sorgo, café, cacao, cambur, raíces y tubérculos.
- La actividad ganadera, en la cual destaca el ganado bovino, porcino y aves.
- El turismo, en las poblaciones costeras de la entidad.
- Industriales, como petróleo crudo y refinado, gas natural y sus derivados, hulla, cemento, productos alimenticios y bebidas.
- Forestales: con la producción de madera de aceituno, araguaney, ceiba, cereiba, cereipo, cují, jobo y vera.
- Minerales: arenas silíceas, caliza, carbón, petróleo, etc.

De acuerdo a la funcionalidad económica de cada centro poblado, en el Plan de Ordenación del Territorio del estado Anzoátegui, se establece una jerarquización dentro del estado que puede observarse en la figura 5.

1.3.1.6 Vialidad

Debido a su ubicación geográfica el estado Anzoátegui es el punto en donde converge gran parte del tránsito del país que se dirige a los estados de oriente a sur y viceversa. Según el Plan de Ordenación del Territorio del Estado Anzoátegui, por la Comisión de Ordenación del Territorio del año

1991, este estado posee una red vial densa ya que está atravesado por cinco vías troncales que recorren el área en sentido oeste-este y norte-sur, varias locales que parten de las troncales y dan acceso a zonas apartadas del territorio estatal y una amplia gama de ramales como puede observarse en mapa 19 de este plan anexado en el apéndice A como figura A-1.

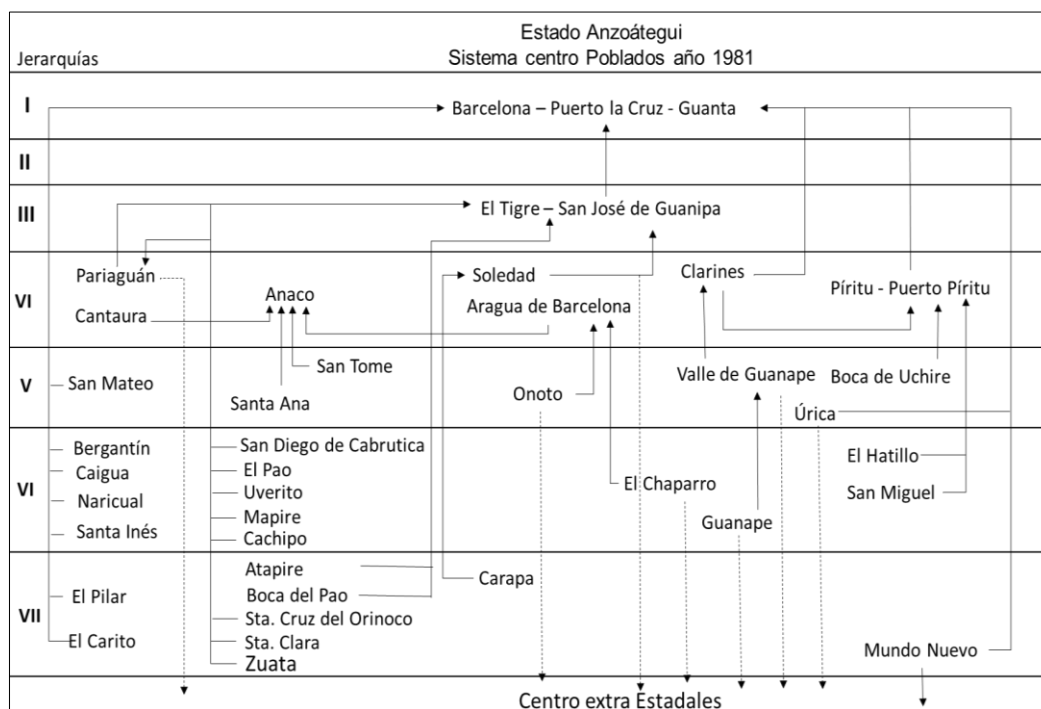


Figura 5. Jerarquización del Estado Anzoátegui.
Fuente: Plan de Ordenamiento (1991), los autores (2019).

1.3.2 Entorno Local

Como ya se indicó con anterioridad, el área en estudio se encuentra ubicada en el municipio Simón Rodríguez, a continuación, se estudiaron las características del municipio necesarias para llevar a cabo el proyecto de trabajo de grado.

1.3.2.1 Ubicación geográfica

El municipio Simón Rodríguez, se encuentra ubicado en la zona centro - sur del estado Anzoátegui y posee una superficie de 703 km².

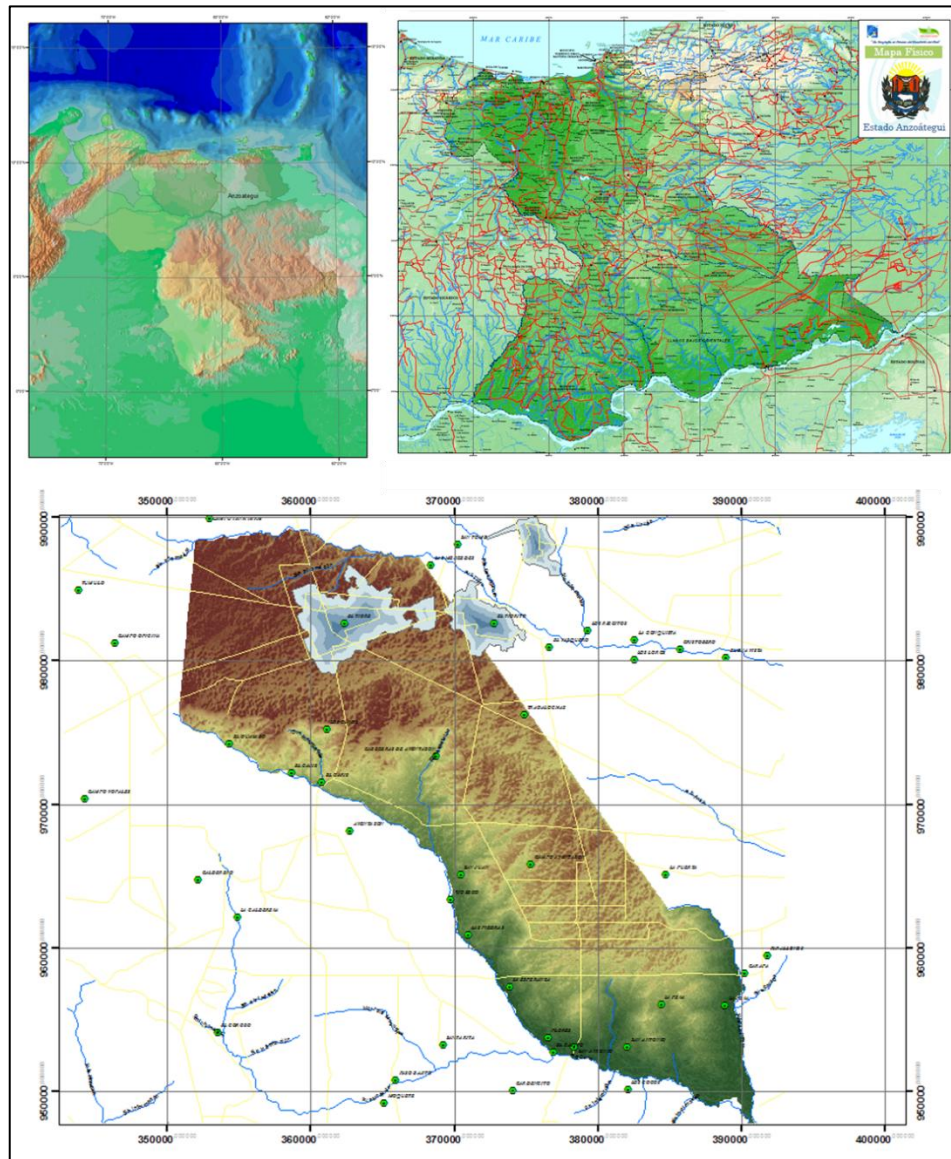


Figura 6. Ubicación geográfica de El Tigre estado Anzoátegui.
Fuente: Wikipedia (2019).

1.3.2.2 Límites

El municipio Simón Rodríguez delimita con los siguientes territorios:

- Por el noreste: limita con los municipios Pedro María Freites y San José de Guanipa.
- Por el sur: limita con el municipio Francisco de Miranda.

- Por el este: limita con el municipio San José de Guanipa.
- Por el oeste: limita con el municipio Francisco de Miranda.
- Por el sureste: limita con los municipios San José de Guanipa e Independencia.

1.3.2.3 Geología, geotecnia y relieve

De acuerdo con distintos estudios geotécnicos realizados en las zonas descritas en el Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa (1988), se pudo determinar que el municipio se encuentra sobre sedimentos plio-pleistocénicos de la formación mesa que se caracterizan por ser sedimentos sueltos muy permeables, presentar superficies planas poco arboladas, bordes con partes acantiladas y escalonadas; y poseer una secuencia de gravas y arenas (p. 23).

La ciudad de El Tigre está comprendida entre los 300 y 250 metros sobre el nivel del mar, con topografía generalmente plana y pendientes inferiores al 2% debido a su característica de mesa ya descritas. Su potencial morfodinámico es moderado debido a su topografía plana, sus suelos livianos y la influencia de inundaciones por precipitaciones. (Ob. Cit. p. 24).

1.3.2.4 Población

Como ya se mencionó en la tabla 3, basados en los datos del último censo poblacional del año 2011 por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), para el año 2019 el Municipio Simón Rodríguez tendría una población de 219.622 habitantes, lo que representaría un 12.52% de la población total del estado Anzoátegui.

1.3.2.5 Clima

De acuerdo a la clasificación de Holdridge para las zonas de vida de Venezuela, el área corresponde a la condición bioclimática de bosque seco

tropical (bs – T); mientras que de acuerdo a la clasificación climática propuesta por Koeppen es una zona perteneciente al clima cálido, lluvioso tropical de sabana.

Para determinar el clima del municipio se seleccionaron y analizaron las estaciones meteorológicas ubicadas en la zona administradas y operadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) – El Tigre. En la tabla 4 se presenta un resumen de los datos climáticos registrados en la ciudad del El Tigre desde el año 2001 hasta el año 2016, según información del INIA.

• Precipitación

El promedio del período (15 años) de la precipitación es de alrededor de 17290mm, y se han registrado precipitaciones de hasta 2000mm en un año. El régimen de precipitación en el área de estudio, está influenciado por diversos factores, entre ellos, el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la dirección prevaleciente de los vientos y factores locales geográficos, principalmente. La figura 7, presenta gráficamente la distribución de la precipitación promedio mensual, identificando los meses del 1 al 12, correspondientes a enero y diciembre respectivamente.

Para determinar la extensión de los períodos secos y lluviosos en el área de estudio, se tomó la referencia de *Goldbrunner*, en el “Clima de Venezuela y su Clasificación”, donde se indica que una temporada lluviosa, desde el punto de vista climático puede entenderse como el período en que la precipitación promedio mensual es mayor o igual a 50mm ($P_p \geq 50\text{mm}$) y la temporada seca corresponde con $P_p \leq 25\text{mm}$.

Si nos guiamos por este criterio, en la Estación INIA El Tigre en la figura 7, se observa claramente que el período seco es de 4 meses (entre diciembre y marzo), representando abril el mes de transición de la época

seca a la lluviosa, esta última se inicia en mayo y se prolonga hasta noviembre y es donde se concentra el 97 % de la precipitación total anual.

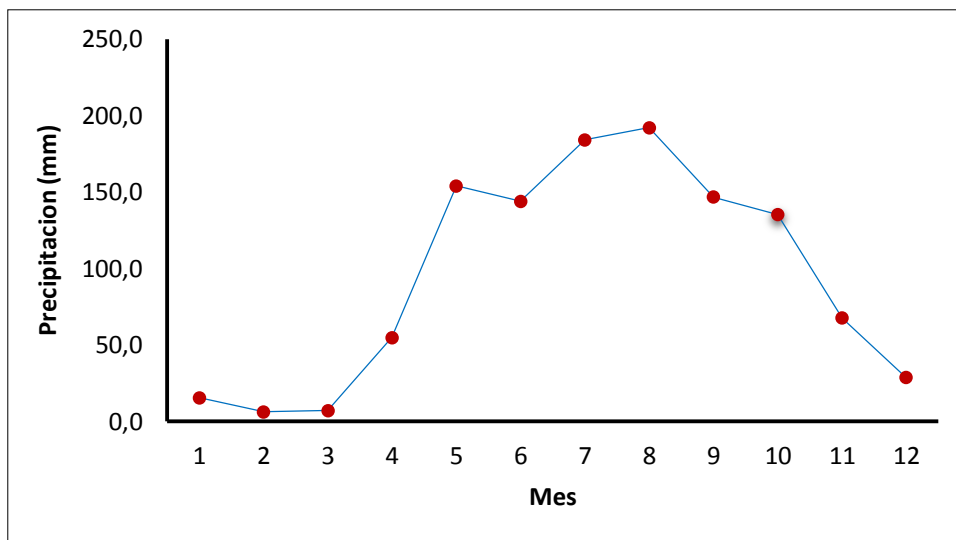


Figura 7. Distribución de la precipitación promedio mensual.
Fuente: INIA, los autores (2019).

• Temperatura

La variación de este parámetro a través del año en Venezuela se caracteriza por ser bastante uniforme, como consecuencia de la similitud en la duración del período diurno y nocturno y por la poca variación del ángulo de incidencia de los rayos solares, características propias de las latitudes bajas durante todo el año. La temperatura promedio anual en la Estación INIA – El Tigre es de 27 °C, registrándose los máximos en los meses de marzo y abril, con valores aproximados de 35 °C. La menor temperatura se presenta en los meses de junio y julio, con aproximadamente 21 °C.

• Humedad Relativa

En el municipio según la Estación INIA – El Tigre, la humedad relativa tiene un promedio anual de 70%. Y como se pudo observar el porcentaje de humedad relativa no varía mucho y se mantiene entre el 60% al 75% cada mes.

Tabla 4. Datos climáticos del INIA – El Tigre.

	Lluvia	Temperatura			H.R	Nubes		Insolación	Radiación
		Max	Min	Med		7:30	1:30		
Enero	15,4	32,0	20,8	26,4	70,8	5,7	5,0	7,2	389,9
Febrero	6,3	32,6	20,7	26,6	66,0	5,7	5,1	7,2	492,7
Marzo	7,0	34,0	20,0	26,8	62,1	5,9	5,2	7,4	463,4
Abril	54,9	34,5	22,9	28,4	63,0	6,3	5,5	6,8	477,8
Mayo	154,0	33,2	22,8	27,9	67,7	6,4	5,8	6,3	453,7
Junio	144,0	32,0	22,7	26,7	72,8	6,7	5,9	6,0	440,3
Julio	184,2	32,5	23,1	27,6	69,9	6,4	5,9	6,2	469,4
Agosto	192,1	32,3	22,5	25,3	74,2	6,0	5,6	6,9	475,4
Septiembre	146,9	31,0	22,9	27,5	71,0	5,9	5,5	7,4	477,1
Octubre	135,3	33,0	22,9	27,8	65,6	6,0	5,4	7,3	470,2
Noviembre	67,5	32,5	22,9	27,5	71,1	6,0	5,3	7,0	414,8
Diciembre	28,6	31,7	21,8	25,3	70,4	6,0	5,2	6,9	384,4

2001-2016

Fuente: INIA, editado por los autores (2019).

- **Insolación**

En relación a la insolación media, esta presenta un promedio anual de aproximadamente 6,9 horas soleadas, observándose la mayor cantidad de horas de sol en el mes de marzo con 7,4 y la mínima en junio con 6 horas de sol.

- **Vialidad**

Como se ampliará en el capítulo II de este trabajo de grado, de acuerdo al contexto nacional y regional, las carreteras se clasifican en troncales, locales, ramales, sub-ramales. El área objeto de este estudio, se ha configurado alrededor de la influencia de tres vías regionales importantes como lo son la Troncal 16 (T016), la Troncal 15 (T015) y la Local 8 (L008), como se puede observar en la figura 8:

- La Troncal 16, su trayectoria está comprendida entre Barcelona y Soledad, pasando por Anaco, Cantaura y El Tigre. Al penetrar el área urbana de la ciudad, presenta características de avenida (Av. España), soportando, además del tráfico de paso, un gran flujo del tránsito interno de la ciudad.

- La Troncal 15, se origina en el campo petrolero de Oritupano (edo. Monagas), pasa por San Tome, atraviesa posteriormente la ciudad de San José de Guanipa y El Tigre desde esta última se dirige hacia Pariaguán continuando a Santa María de Ipire (edo. Guárico). Al pasar por la ciudad, adquiere el nombre de Av. Peñalver, para luego convertirse en la Av. Intercomunal Tigre-Tigrito, hasta llegar a la ciudad de San José de Guanipa donde es denominada Av. Fernández Padilla hasta enlazarse con la Troncal 16.

• La local 8, ya explicada, objeto de estudio de este trabajo de grado, como ya se indicó parte de Atapirire, converge con la Troncal 15 y se bifurca hasta intersectar a la Troncal 13 que comunica con la ciudad de Maturín.

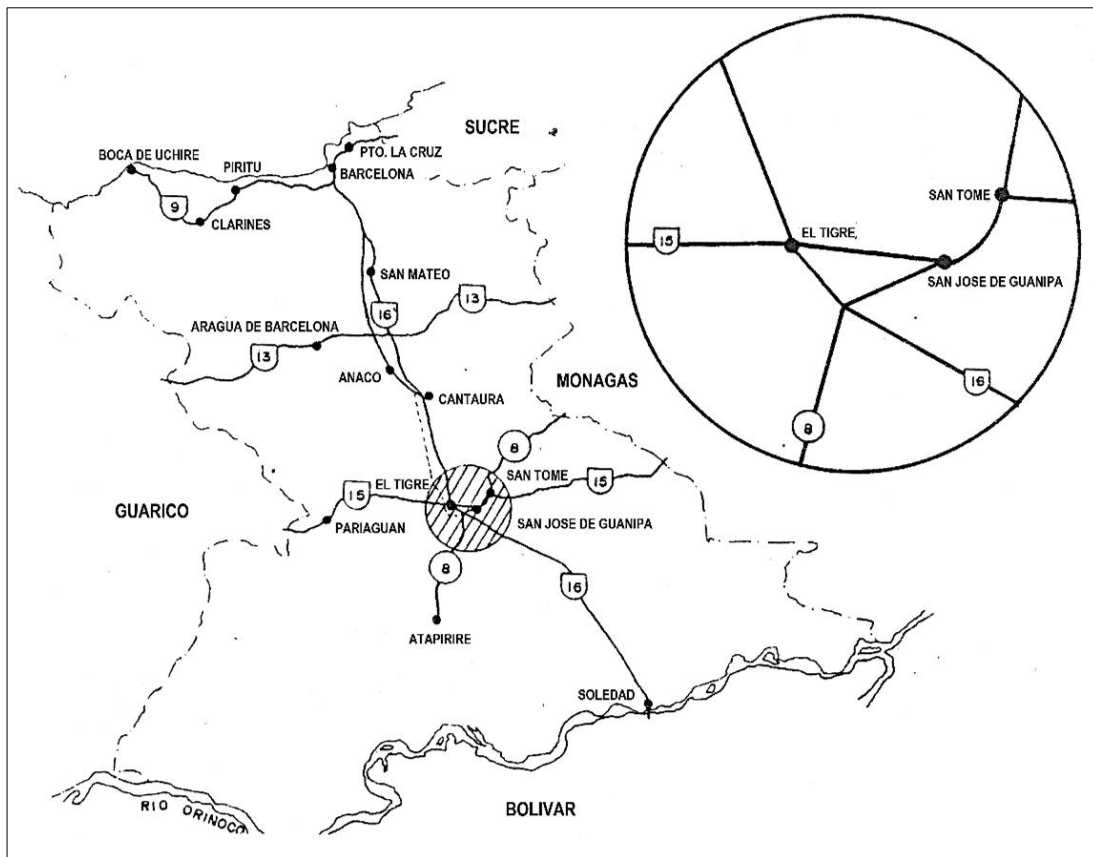


Figura 8. Esquema del sistema vial regional en el área Urbana.
Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa (1988).

1.3.2.6 Transporte urbano

Partiendo de los resultados obtenidos de conteos mecánicos realizados por la empresa CORPOVEN, S.A y El Ministerio del Desarrollo Urbano (MINDUR) en el año 1986 como se observa en la tabla 5 y la figura 9, las carreteras de la ciudad fueron clasificadas en vías primarias, secundarias y terciarias:

- Las vías primarias están formadas por tres ejes viales: a) las avenidas Fernando Peñalver, Intercomunal y Fernández Padilla; b) la Av. España y su prolongación hasta la salida a Ciudad Bolívar; y c) la carretera Vea (objeto de estudio).

- Las vías secundarias, están formadas por: a) la Av. Francisco de Miranda – Avenida Cinco; b) la Av. Winston Churchill; y c) la Carretera Flint – Vía Los Yopales.

- Y las vías terciarias, por todas aquellas calles utilizadas por la población para acceder a un determinado sector.

Tabla 5. Características del tránsito de El Tigre año 1986

Vía	Clasificación	Volumen (Veh/h)	Composición vehicular (%)		
			Particulares	Carga	Transporte Público
Av. España	Primaria	833 – 893	65.98	7.48	26.52
Carretera Vea		481 – 490	76.31	14.29	9.02
Av. Peñalver		544 – 677	83.41	10.80	5.79
Av. Intercomunal		780-859	58.15	14.29	27.56
Carretera La Flint	Secundaria	174 – 154	59.81	38.52	1.87
Av. Fco. De Miranda		676 – 823	73.80	5.86	20.34
Av. Winston Churchill		141 – 143	78.01	16.31	5.68
7ma carrera norte	Terciara	93 – 97	74.29	9.52	16.19

Fuente: Conteos mecánicos del Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa (1988), los autores (2019).

1.3.2.7 Transporte público:

El transporte público de la ciudad es atendido mediante rutas interurbanas e intraurbanas por empresas privadas de la región.

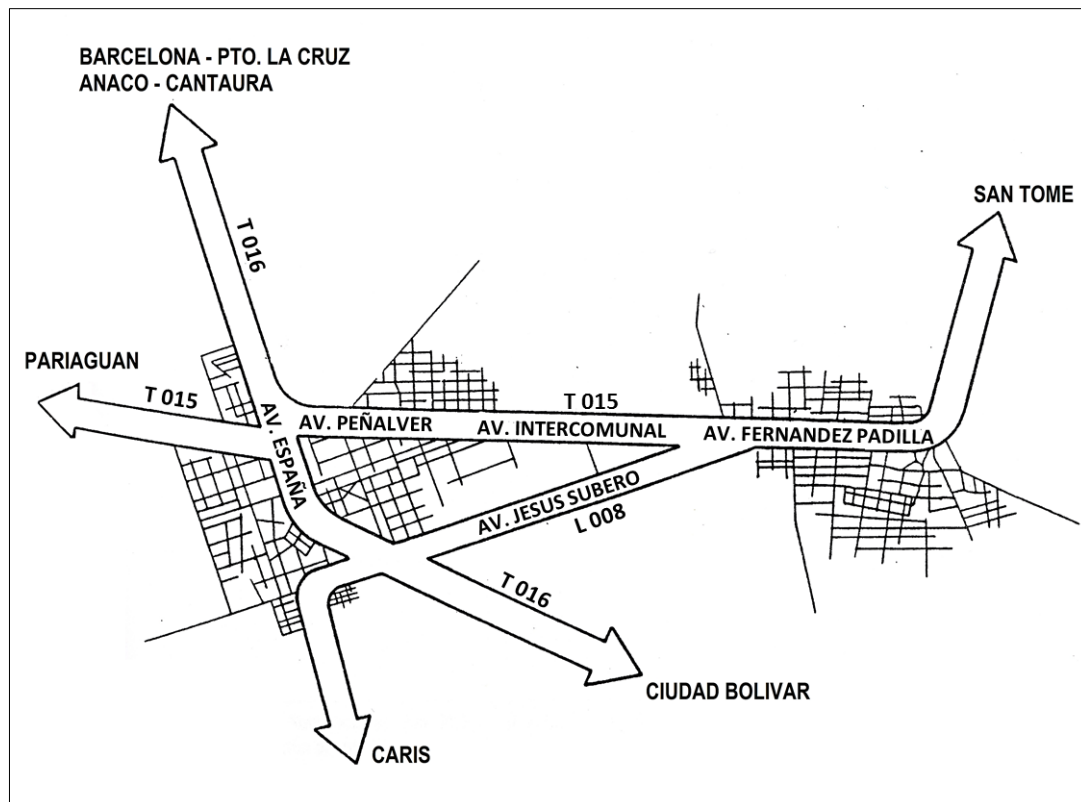


Figura 9. Principales ejes viales del municipio.

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa (1988).

- **Interurbanas:** el servicio de transporte público interurbano, conecta a la ciudad de El Tigre con la ciudad de El Tigrito y según datos proporcionados por la oficina municipal de tránsito y transporte del municipio Simón Rodríguez, actualmente es prestado por las empresas Asociación Civil de Conductores "Divino Niño", Sol de Guanipa, Unión Conductores El Tigre, Unión Conductores Guanipa, entre otras. Este sistema actualmente cuenta con dos rutas cuyo recorrido se indica a continuación.

1. Ruta (Av. Jesús Subero): terminal Cleto Quijada (primera parada, salida) – Av. Rotaria – Campo oficina – Av. Rotaria - Av. Jesús Subero – Av. Fernández Padilla – calle 18 de octubre – Plaza Bolívar – Calle Sucre – Calle Roscio – Calle Venezuela – Calle Miranda – Calle Anzoátegui – Av. Fernández Padilla – Av. Jesús Subero – Av. Rotaria - Campo oficina - Av. Rotaria - Vía Bolívar – Terminal Cleto Quijada (última parada, llegada).

2. Ruta (Av. Fco. de Miranda): terminal Cleto Quijada (primera parada, salida) – Av. Rotaria – Av. España – Av. Fco. de Miranda – Av. Intercomunal – Av. Fernández Padilla – calle 18 de octubre – Plaza Bolívar – Calle Sucre – Calle Roscio – Calle Venezuela – Calle Miranda – Calle Anzoátegui – Av. Fernández Padilla – Av. Intercomunal – Av. Fco. de Miranda – Av. España – Av. Rotaria – Vía Bolívar – Terminal Cleto Quijada (última parada, llegada).

- Intraurbanas: por otro lado, el transporte público intraurbano dentro de la ciudad cuenta con distintas rutas que conectan a los sectores con el centro de la ciudad como la ruta Urb. Virgen del Valle, Vea – Cada, Las Mercedes, San Valentín, San Miguel, Chaguaramos, Inavi, San José, Paraíso, Ezequiel Zamora, Valle Guanipa, 25 de mayo, Peñalver, Oficina Uno, Las Delicias, entre otras.

En general el transporte público local funciona desde las 6 a.m. hasta las 8 p.m. registrándose gran cantidad de pasajeros en las horas conocidas como “pico” y actualmente, el municipio no cuenta con paradas de transporte público que cumplan con los estándares de calidad y seguridad con que debería, por lo que el ingreso de los pasajeros a las unidades se realiza en las distintas esquinas que existen en las rutas ya mencionadas de forma peligrosa e insegura.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Serrano y Arocha (2017), presentaron la evaluación de las redes de recolección de aguas servidas y aguas de lluvia existentes en el sector Inavi I de la ciudad de Cantaura, municipio Pedro María Freites, estado Anzoátegui en la cual se proponen soluciones con la finalidad de minimizar los problemas en sus redes sanitarias siguiendo los criterios de las normas sanitarias venezolanas y se determinan cómputos métricos para la realización de análisis de precios unitarios y presupuestos del proyecto.

En el año 2016, Lizardo y Ostty desarrollaron la evaluación de la curva de La Parchita y la curva Kashama de la Troncal 16 del estado Anzoátegui, para lo que realizaron levantamientos planialtimétricos, implementaron parámetros establecidos en las Normas NORVIAL 1985, MTC1997, AASTHO 2011 GHDS y elaboraron propuestas de mejoras mediante el *software* AutoCAD Civil 3D. Investigación que fue tomada como guía para desarrollar este trabajo de grado ya que aportó una idea de cómo realizar el levantamiento planialtimétrico de la av. Jesús Subero y de cómo evaluar la geometría de una carretera haciendo uso de los lineamientos establecido en las normas mencionadas, que también serán utilizadas en el presente proyecto.

Previamente, Cárdenas y Ronnie (2006), realizaron el diseño de un sistema de drenaje pluvial para el sector "La Rotaria", de la parroquia Raúl Leoni, en Maracaibo edo. Zulia, en el cual se estudió el sistema de drenaje existente, calculando distintos parámetros para determinar la causa de falla del sistema de drenaje y se creó un nuevo sistema de drenaje para posteriormente elaborar los planos de los mismos. Este proyecto es de gran importancia para la evaluación hidráulica de la avenida Jesús Subero, ya que

del mismo modo se busca analizar el sistema de drenaje, determinar sus fallas y generar posibles soluciones, por lo que la forma en cómo se cumplen estos objetivos sirvió de guía para establecer las actividades que se llevaron a cabo.

La investigación realizada por estos autores ha sido de gran aporte para diseñar la nueva red de drenaje propuesta para la avenida Jesús Subero, ya que fue tomada como ejemplo para analizar la zona a drenar, la separación de las cuencas, el cálculo de los caudales de cada una y otros parámetros para la determinación de los colectores y demás elementos del sistema de drenaje. Y también aportó una guía del como determinar el volumen a excavar, volumen necesario para el relleno, cantidad de tuberías entre otros cálculos métricos, como presentarlos en los análisis de precios unitarios y posteriormente en el presupuesto del proyecto.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Geoposicionamiento de Venezuela

En Venezuela, la actividad geodésica, está regida por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), anteriormente el datum oficial de referencia horizontal era el *Provisional South American Datum 1956* o PSAD 56, conocido como la Canoa, pero en base a las definiciones adoptadas por el sistema de referencia geocéntrico para las Américas (SIRGAS) desde el año 1999 se adoptó como datum oficial la Red de Geodésica Venezolana – REGVEN, como nueva referencia en técnicas de medición, entre ellas el GPS o Sistema de Posicionamiento Global.

En el caso del huso horario, Gascón (1981) explica que “basándose en que la tierra realiza su giro de 360° , imaginándonos que la tierra es una naranja, si se divide su corteza en 60 partes iguales, cada huso tendría 6° de longitud” (p. 15), como se puede notar en la figura 10.

Debido a su ubicación geográfica, a Venezuela le corresponden los siguientes husos: a) Parte del huso 18, b) Los husos 19 y 20 completos, y c) parte del huso 21, el cual comprende de la zona de reclamación con Guyana. (Ob. Cit. p. 16). (Ver figura 11).

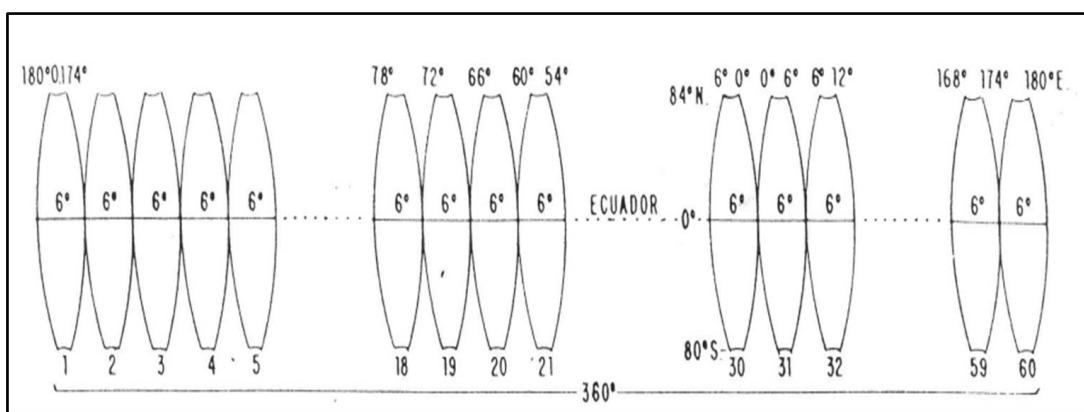


Figura 10. División de la Tierra.
Fuente: Gascón (1981).

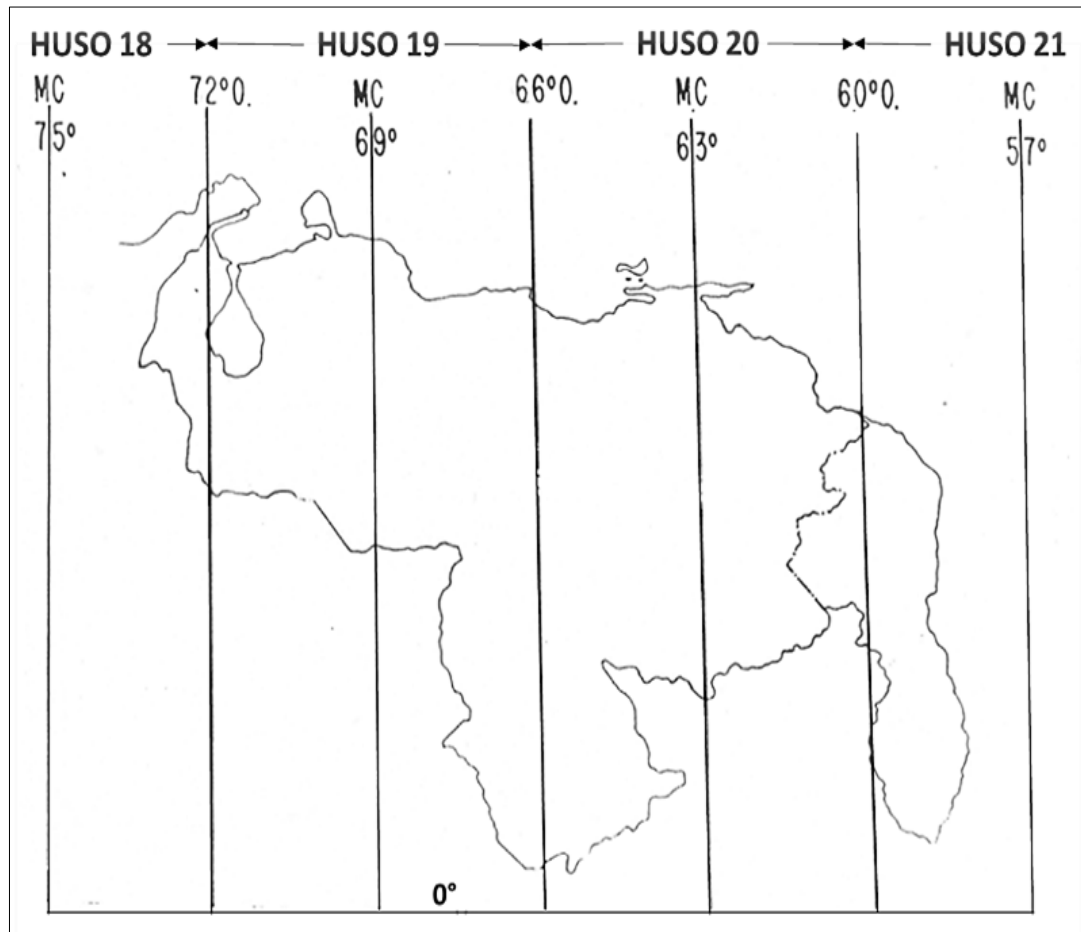


Figura 11. Husos horarios en Venezuela.
Fuente: Gascón (1981).

2.2.2 Topografía

Wolf y Ghilani (2009), indica que la topografía es considerada como la disciplina que comprende todos los métodos para medir y recopilar información física acerca de la Tierra y nuestro medio ambiente (p 30). Se puede definir tradicionalmente como la ciencia, el arte y la tecnología de estudiar los métodos altimétricos, que son aquellos que se ocupan de la determinación del relieve.

Los levantamientos topográficos son indispensables para planear, proponer y ejecutar proyectos de vialidad, edificaciones, puentes, replanteos,

entre otros. La topografía desempeña un papel sumamente importante en muchas ramas de la ingeniería, cada vez modificado un plano topográfico este sirve de aporte para cualquier otro uso o nuevo diseño en el sitio. Cabe destacar que mediante esta herramienta se puede apreciar con claridad la realidad física del terreno.

2.2.3 Movimiento de tierra

Según Benítez (1978), es importante para la construcción de las obras civiles realizar el cálculo necesario del movimiento de tierra, tomando en cuenta los planos y mapas topográficos del sitio en estudio, mediante dicha información se puede comenzar con la demarcación del terreno al cual se le implementara el movimiento de tierra, y así facilitando los datos mínimos para el cálculo de su área horizontal y poder tener volúmenes de tierra, y esta expresado en metros cúbicos (m^3). (p. 98)

2.2.3.1 Corte y relleno

Cuando la superficie del terreno se modifica extrayendo tierra del lugar, a dicho movimiento de tierra se le denomina corte o excavación y cuando la modificación se realiza agregando material al lugar denomina relleno o terraplén. (Ob. Cit. 1978, p. 98)

2.2.3.2 Volúmenes de movimiento de tierra

Según Wolf y Ghilani (2009), para determinar el volumen de movimientos de tierra existen distintos métodos como el método del compás, el método de la cota roja, método del prismoide y el método de las secciones o método por la media de las secciones externas, entre los cuales el más utilizado es el último. (p. 273)

En este sentido, el método de las secciones es uno de los más exactos por su simplicidad y precisión en el cálculo de los volúmenes de movimiento

de tierra entre dos secciones consecutivas, que supone que este volumen es igual al área promedio de las secciones multiplicada por la distancia que las separa y puede ser utilizado cuando se presenten ambas secciones transversales en excavación, ambas secciones en relleno o una sección en excavación y la otra sección en relleno siguiendo las siguientes ecuaciones:

- Ambas secciones en excavación:

$$V_{exc} = \frac{A_{exc1} + A_{exc2}}{2} \cdot d \quad (\text{Ec. 1})$$

- Ambas secciones en relleno:

$$V_{rell} = \frac{A_{rell1} + A_{rell2}}{2} \cdot d \quad (\text{Ec. 2})$$

- Una sección en relleno y otra en excavación:

$$V_{rell} = \frac{(A_{rell})^2}{A_{exc} + A_{rell}} \cdot \frac{d}{2} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$V_{exc} = \frac{(A_{exc})^2}{A_{exc} + A_{rell}} \cdot \frac{d}{2} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

V_{rell} = Volumen de relleno

V_{exc} = Volumen de excavación

A_{rell} = área de relleno

A_{exc} = área de excavación

El volumen de un material en banco antes de ser excavado es diferente al volumen del material una vez excavado, a esta relación se le conoce como esponjamiento, cuyo factor de acuerdo con Parker y McGuire (1989) vendrá dado por la relación entre esos volúmenes mediante la siguiente ecuación y en casos de los suelos más usuales, corresponderá a la tabla 6 (p. 175).

$$F_e = \frac{V_s}{V_n} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

Fe= Factor de esponjamiento

Vs = Volumen del material suelto

Vn = Volumen del material natural en banco

Tabla 6. Factor de esponjamiento

Tipo de suelo	Fe
Roca dura (volada)	1,50 – 2,00
Roca mediana (volada)	1,40 – 1,80
Roca blanda (volada)	1,25 – 1,40
Grava, compacta	1,35
Grava, suelta	1,10
Arena, compacta	1,25 – 1,35
Arena, mediana a dura	1,15 – 1,25
Arena, blanda	1,05 – 1,15
Limos, recién depositados	1,00 – 1,10
Limos, consolidados	1,10 – 1,40
Arcillas, muy duras	1,15 – 1,25
Arcillas, medianas a duras	1,10 – 1,15
Arcillas, blandas	1,00 – 1,10

Fuente: Parker y MacGuire (1989).

2.2.4 Perfil longitudinal

Con respecto a la definición, Benítez (1978) dice que:

“Una sección o perfil longitudinal es aquél determinado a lo largo de la línea fundamental de una obra; tal es el caso del eje de una carretera, ferrocarril, etc. El perfil longitudinal nos brinda la oportunidad de conocer la configuración del terreno en toda su longitud y en él se basa el Ingeniero para hacer los estudios necesarios para fijar la rasante de la obra objeto de construcción” (p. 55).

Partiendo del concepto, y tomando en cuenta que un perfil longitudinal nos brinda información como el relieve del terreno a ambos lados del eje,

progresivas, elevaciones, la cota de rasante, corte, relleno, pendiente longitudinal, entre otras. En las etapas preliminares de una obra, es importante tomar en cuenta el elaborar distintos perfiles longitudinales a lo largo de diferentes ejes, con el fin de hacer varias comparaciones necesarias de corte, relleno y costos; y partiendo de ello poder decidir el proyecto viable en términos económicos, ambientales y sociales.

2.2.5 Inventario vial

Pajuelo (2010), menciona que el inventario vial es el registro de las características técnicas y físicas de la vía existente, como por ejemplo los elementos de altimetría, topográficos, señalización, geométricos, entre otros. Estos registros deben estar de manera actualizada y ordenada con una metodología determinada, para con ello poder determinar el estado de la vía tanto física, como operativa para los vehículos.

El inventario vial fue de gran aporte para el proyecto, ya que mediante la investigación con visitas de campo que se realizaron a la vía en estudio, se encontraron las carencias y fallas en cuanto al diseño geométrico e hidráulico de la misma.

2.2.6 Vía

Se denomina vía, avenida, carretera o calle; a los sistemas viales que entrelazan o comunican poblados, su función principal es el paso vehicular o peatonal, para su diseño y buen funcionamiento estas cuentan con lineamientos y normas según el tipo de vía. El término carretera, es usado cuando se encuentra en un entorno rural y calle en un entorno urbano.

2.2.6.1 Superestructura de una vía

Corredor (1988), describe la superestructura de una vía como:

“La vía construida sobre la subrasante, y compuesta normalmente por la sub-base, la base y la capa de rodamiento,

cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir los esfuerzos al terreno, distribuyéndolos en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales, así como proveer una superficie lisa y resistente para los efectos del tránsito.” (p. 01), como se puede observar en la figura 12.

Se puede definir el pavimento como la parte superior de la estructura, cuya función principal es la de servir de tráfico de una manera segura, cómoda, eficiente, permanente y económica, en cuanto a su diseño y su cálculo dependerá del uso, entre ellas pueden ser, para una carretera, pista de aterrizaje, o estacionamiento, dando resultados de los espesores que será soportado por la subrasante. (p. 3). Históricamente los pavimentos han sido divididos en dos tipos, a) pavimentos rígidos, y b) pavimentos flexibles. Para efectos de este trabajo de grado se seleccionó el pavimento flexible del cual se hablará a continuación.

De esta manera, Corredor (ídem) explica que un pavimento flexible consiste en una serie de capas con el mejor material cercano a la superficie, con la finalidad de que la carga aplicada por el tránsito se reduzca con la profundidad hasta llegar a la subrasante que soporta la carga impuesta. Cada capa tiene un espesor reducido, excepto la subrasante, y estos espesores dependerán de dicha carga aplicada. (p. 12). También explica que para la determinación de las cargas para el diseño de pavimentos el proyectista debe utilizar información importante como las que se indican a continuación.

- El volumen de tránsito, es decir el número de vehículos que hacen uso de ella.
- La composición del tránsito, es decir la identificación de los tipos de vehículos que circulan sobre el pavimento.

- La intensidad de carga, lo cual significa el determinar el peso de los vehículos vacíos más el de la carga que transportan.
- La configuración de los ejes que transmiten las cargas al pavimento.
- El canal de circulación que servirá como patrón de diseño.

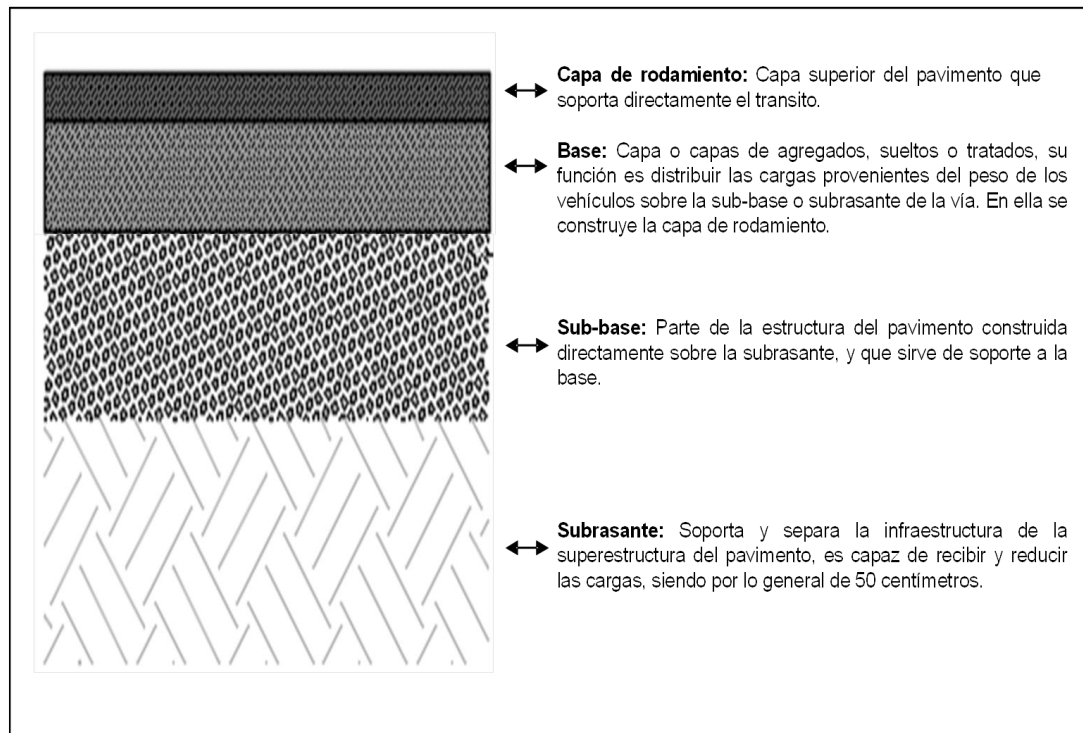


Figura 12. Sección transversal típica de un pavimento.
Fuente: los autores (2019).

• Volumen del tránsito

El número de vehículos que circulara sobre la vía es determinado mediante las estadísticas y estudios de tránsito aplicados a la carretera que será diseñada.

a) Aforo vehicular:

Cárdena (1998), explica que el aforo vehicular se realiza mediante conteos en puntos de intercesiones en una vía en estudio. No siempre se

dispone de instrumentos de conteos permanentes, para ello, se dispone de varios conteos de campo de un mes completo, o en casos extremos una semana completa de lunes a domingo hechos en períodos representativos. Es importante mencionar que se pueden dar diferentes periodos de conteo de acuerdo a la disponibilidad de tiempo, entre ellos, el método de contarse en un lapso de 24 horas; si no es factible por el tiempo, se dispondrá del conteo vehicular durante 8 horas; en casos extremos solo podrá contarse durante una hora, usando el llamado hora pico como referencia.

b) Transito promedio diario:

El MTC (1997), explica que el transito promedio diario:

“Es la unidad que se usa generalmente para expresar el volumen del tránsito, es el "Tránsito Promedio Diario" que se abrevia TPD. Este volumen resulta de dividir el número total de vehículos que pasan por un sector determinado en un año, por 365” (p. 17).

Es conveniente resaltar que es difícil obtener conteos permanentes, por ende, se puede disponer de aforos en diferentes días en periodos representativos durante el tiempo deseado, o también conteos cortos de hasta 5 minutos.

c) Volumen de hora-pico:

El volumen se denota a la cantidad de vehículos que transitan en la vía en un tiempo de veinticuatro (24) horas, estos datos son usados para el diseño del tramo en estudio. Los valores más útiles son los del volumen en las horas picos de cada día. El MTC (1997) menciona que:

“...en algunos proyectos es necesario recurrir a un período de tiempo más corto, que usualmente es de una hora. A tal efecto, se realizan conteos del tránsito durante las 24 horas del día, por un periodo continuo que represente la actividad de la zona que se analiza, generalmente es de 7 días” (p. 18).

Por otra parte, no todo el volumen tomado en la hora pico es preciso, por ende, se requiere el cálculo con el factor hora pico, abreviado fhp, que es una medida de la variación del flujo vehicular. Este factor se obtiene mediante la relación entre el volumen de la hora pico y el mayor volumen de flujo durante un determinado periodo directo de esa hora. Constantemente, la hora se subdivide en períodos de 5 minutos.

$$fhp = \frac{\text{volumen de hora pico}}{\text{Mayor volumen en } 5' \times 12} \quad (\text{Ec. 6})$$

• Composición del tránsito

La composición del tránsito descrita por el Ministerio de transporte y comunicación o en sus siglas MTC (1997), explica que:

“Los distintos tipos de vehículos tienen características de operación diferentes, por lo cual su influencia en el flujo del tránsito varía considerablemente. Al ser más pesados y de mayor tamaño, es evidente que los vehículos de carga ocupan mayor espacio, son más lentos e inciden más en el flujo que los vehículos livianos” (p 20), como se puede ver en la tabla 7.

A fin de analizar la composición del tránsito, estos se dividen en dos grandes grupos:

a) Vehículos livianos

El MTC, considera en este grupo a “todos aquellos vehículos de 2 ejes y cuatro ruedas. Pertenecen a este grupo todos los automóviles y algunos camiones livianos de reparto, tales como los generalmente llamados camionetas o panel” (Ob. Cit. p. 20), (ver figura 13).

b) Vehículos pesados

Se consideran en este grupo todos los vehículos con más de 4 ruedas como los camiones, autobuses, semi-remolques y semi-remolques + remolque, (ver figura 14).







Tipo de vehículo	Esquema
Bicicletas	
Motos	
Automóviles	 
Camionetas	 

Figura 13. Vehículos livianos.
Fuente: los autores (2019).








Tipo de vehículo	Esquema
Camiones	 
Autobuses	
Semi-remolques	 
Semi-remolque + remolque	 

Figura 14. Vehículos pesados.
Fuente: los autores (2019).

Tabla 7. Vehículos tipo y sus dimensiones.

Vehículo tipo	Símbolo	Distancia entre ejes	Saliente entre ejes		Largo	Ancho	Alto
			delante	atrás			
Liviano	P	3,4	0,9	1,5	5,8	2,1	1,3
Camión	SU	6,1	1,22	1,8	9,1	2,6	4,1
Semi-remolque	WB-12	4,0+8,2	1,2	1,8	15,2	2,6	4,1
Semi-remolque	WB-15	6,1+9,1	0,9	0,6	16,7	2,6	4,1
Semi-remolque + remolque	WB-18	3,0+6,1 +2,8+6,4	0,6	0,9	19,9	2,6	4,1
Autobús	BUS	7,6	2,1	2,4	12,1	2,6	4,1

Fuente: normas para el proyecto de carreteras (1997), editada por los autores (2019).

• Intensidad de carga y peso de los vehículos

Según Corredor (1988), menciona que en el país los bienes de producción y consumo se transportan por carreta, lo que conlleva a una realización precisa para los cálculos de sus espesores, por ello el reglamento de Tránsito Terrestre actualmente vigente, que regula esta actividad, establece una carga de 8.500 kg por eje simple de cuatro cauchos, y de 14.500 kg por eje doble (p. 25).

Corredor también explica que los tipos de ejes que se pueden encontrar son los siguientes:

- Ejes simples: son ejes sencillos de dos o cuatros ruedas.
- Ejes tándem (dobles): es el conjunto de dos ejes sencillos, separados a 1,35 metros aproximadamente, tienen una suspensión común.
- Ejes triples: es el conjunto de tres ejes sencillos, separados a 1,35 metros entre sí aproximadamente, tienen una suspensión común.

Es importante mencionar que la norma COVENIN 614 aprobada en 1976 propuso los siguientes pesos según sus ejes:

- 6.000 kg en eje simple de 2 cauchos.
- 13.000 kg en eje simple de 4 cauchos.
- 20.000 kg en ejes simples consecutivos de 4, o más cauchos.

• **Canal de circulación como patrón de diseño**

Corredor (1988), explica que es necesario determinar el canal que servirá como patrón de diseño, conociendo como se distribuye el flujo de vehículos en ambos sentidos de la carretera y se debe conocer lo siguiente.

- El tránsito balanceado: aplica cuando la composición, volumen e intensidad de carga en una vía, es similar en ambos sentidos.

- El tránsito desbalanceado: caso contrario a lo expuesto anteriormente, es decir, que no es equitativo en ambos sentidos.

- El canal de diseño, es aquel canal de una vía que estará sometido a las condiciones más severas de carga, por ende, será el que controle el diseño del pavimento; en una vía de varios canales, se escoge como canal de diseño el lento del sentido más cargado.

• **Periodo de Diseño**

Corredor (ídem), dice que este dato dependerá del proyectista y el tiempo a la cual se quiere diseñar el pavimento, generalmente varía entre los 5 y 20 años. Al finalizar el periodo en el que fue diseñado, este puede requerir una carpeta asfáltica de refuerzo para restaurar su capacidad de servicio. El método de restauración del pavimento determinará la vida útil de la vialidad, siendo así que se puede extender indefinidamente la colocación de carpetas de refuerzos (p 28).

• Metodología para el diseño de pavimento

Según el MTC (1982), su método para el diseño de pavimentos flexibles es un método confiable y garante que se fundamenta en los conceptos aplicados en el método de la AASHTO (1972) y en el método SHELL para diseños de pavimentos (1981), y toma en cuenta todos los parámetros como los materiales que constituyen la estructura y su resistencia al corte.

Los valores necesarios para el diseño de un pavimento flexible vienen dados por ecuaciones matemáticas y mecánicas; el procedimiento de aplicación consiste en la determinación o selección según sea el caso, de los factores de diseños que participan en la ecuación del número estructural venezolano (NEV).

En este sentido, según el MTC (1982), el NEV es un valor dimensional que depende de las cargas equivalentes totales en el periodo de diseño (Nt), de la pendiente longitudinal de la vía en proyecto y de la calidad de la capa bajo análisis, conjuntamente con su valor del método CBR, este valor de calcula de la siguiente formula:

$$NEV = 3,236 * Nt^{10^{(0,094 \log CBR (i) - 0,932)}} / CBR (i)^{0,533} \quad (Ec. 7)$$

a) CBR (California Bering Ratio – Relación de Soporte California)

Según Corredor (1988), este método nos arroja un valor de resistencia al corte de un suelo o material granular, determinado mediante el ensayo CBR, es uno de los más empleados para la cauterización de la resistencia de los suelos, sub-suelos y bases granulares, este valor identifica el material sobre el cual se esté determinando la potencia requerida del pavimento, y posteriormente los espesores que sobre el serán construidos (p. 61).

En el método del MTC para conocer el CBR del material, se parte de ensayos que al ser ejecutados se toma en especial interés la condición de su

densidad, textura, humedad de compactación, humedad después de saturación, su grado de alteración y su granulometría. Este ensayo se elabora también en función a la utilización de materiales no estabilizados, con su porcentaje de hinchamiento, como se puede apreciar a continuación:

Tabla 8. Especificaciones de la AASHTO.

Valor CBR	% Hinchamiento	Uso estable
-	≤ 6,0	Subrasante
≥ 30,0	≤ 2,0	Sub-bases granular
≥ 80,0	≤ 1,0	Bases granular

Fuente: apuntes de pavimentos, volumen I (1988), editado por los autores (2019).

Tabla 9. Especificaciones COVENIN (MTC, 1977)

Valor CBR	Uso estable
≤ 6,0	Subrasante
> 6,0 ≤ 20,0	Material seleccionado
> 20,0 ≤ 60,0	Sub-base granular
> 60,0 ≤ 80,0	Base granular para pavimentos con tráfico liviano a mediano
> 80,0	Bases granular para pavimentos con tráfico pesado

Fuente: apuntes de pavimentos, volumen I (1988), editado por los autores (2019).

b) Cargas totales en el periodo de diseño (Nt)

Son cargas mayorada por un factor regional (Rg), el cual es función de la pendiente longitudinal del tramo de la vía cuyo pavimento se diseña. Esta carga se calcula se mayor de la siguiente manera:

$$N_t = N'_t * R_g \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

Rg = Factor regional

$N't$ = número de cargas equivalentes

- R_g : rata de carga debido a la disminución de la velocidad de recorrido de los vehículos, especialmente de los pesados, como consecuencia de la pendiente longitudinal. El valor de R_g se obtiene de la ecuación 9 y para pendientes iguales o menores a 3% el valor de R_g debe ser tomado como 1.

$$R_g = (P/3) * 0,25 \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

P = pendiente longitudinal promedio de la vía en el tramo bajo diseño factor regional expresado en porcentaje.

- Numero de cargas equivalentes ($N't$): cargas que actuaran sobre el pavimento, en su periodo de diseño, basándose en la siguiente expresión:

$$N't = N_d * C * A * F * 365 \quad (\text{Ec. 10})$$

Donde:

N_d = cargas equivalentes diarias.

C = factor canal

A = factor de Ajuste por transito desbalanceado

F = factor de crecimiento

- N_d : se considera para el año inicial de diseño, y se calculan de la siguiente manera:

$$N_d = VTP_i * F_c \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde:

VTP_i = es el volumen diario de tráfico pesado

F_c = es el factor camión.

- VTP_i : se considera para el año inicial de diseño y su valor se obtiene de la siguiente relación.

$$VTP_i = PDT_i * (\%VP) \quad (\text{Ec. } 12)$$

Donde:

PDTI = Promedio diario de tránsito para el año inicial.

(%VP) = Número de vehículos pesados, expresado en forma decimal, como porcentaje del PDT.

•FC: es uno de los valores más importantes, es igual al número de cargas equivalentes promedio por camión y se obtiene dividiendo el número total de cargas equivalentes (N'd), para un número dado de camiones que tiene una distribución determinada, entre el número total de camiones considerados en la distribución (VTP'), es decir:

$$FC = \frac{N'd}{(VTP')} \quad (\text{Ec. } 13)$$

•C: se define como la relación referida al total de vehículos pesados que utilizara el canal de diseño, es decir, es el número de camiones que circulara por el canal de diseño, dividido por el número total de camiones sobre la vía. El valor de "C" debe ser calculado una vez conocido el canal de diseño, pero cuando se carece de información sobre la distribución del tránsito, se puede utilizar los valores del factor canal dados en la tabla a continuación.

Tabla 10. Factor canal (C).

Número de canales de Circulación en los sentidos	Factor canal (C)
2	0,50
4	0,45
6 o más	0,40

Fuente: apuntes de pavimentos, volumen I (1988), editado por los autores.

•A: Este factor de ajuste para tráfico desbalanceado, sirve para mayorar las cargas equivalentes totales cuando su valor no puede ser

específicamente determinado sobre el canal de diseño. El factor de ajuste será determinado por el proyectista según las características de tránsito en la vía. En la siguiente tabla se presentan los valores típicos.

Tabla 11. Factor de ajuste por tráfico desbalanceado (A).

Tipo de transito	Factor (A)
Tránsito desbalanceado en la mayoría de las vías	1.20 (1.05 – 1.35) *
Tránsito desbalanceado en vías mineras	1.90
Transito balanceado	1.00

(*) Rango Probable.

Nota: Es importante resaltar que cuando se utilicen los datos de tránsito en un solo sentido, el Factor de ajuste será igual a 1.

Fuente: Corredor (1988), editado por los autores (2019).

•F: Conocido como factor de crecimiento, toma en cuenta la variación del volumen de tránsito en el periodo de diseño considerado, se utiliza para determinar las cargas equivalentes acumuladas. Los valores de factor de crecimiento se calculan con la siguiente formula:

$$F = \frac{(1+TC)^n - 1}{TC} \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

N: Periodo de diseño, expresado en años.

TC: Tasa de crecimiento, estos valores se obtienen mediante el graficar la información de valores de crecimiento, ya que estos no son constantes a lo largo de los años, dando una curva como resultado, es decir, este valor se estima en función del Promedio diario de tránsito (PDT), con los años de registro.

c) Determinación de espesores de cada capa de vialidad.

Según El MTC (1982), explica que una vez que los valores de N_t y CBR han sido obtenidos, se resuelve la ecuación del número estructural venezolano, obteniendo valores sobre la capa de cada material y permitiendo seleccionar los espesores de las capas del pavimento flexible, a partir de la siguiente ecuación.

$$N_{ev/sr} = a_{rod} * e_{rod} + a_{car} * e_{car} + a_{sb} * e_{sb} + a_{ms} * e_{ms} \quad (Ec. 15)$$

Cabe resaltar que ídem destaca que estos coeficientes son valores adimensionales que provienen de la relación empírica entre el NEV de una estructura de pavimento y los espesores de cada capa, y que expresan la habilidad relativa de un material o mezcla para poder funcionar como un componente estructural de un pavimento flexible.

Los valores para cada uno de los diversos términos asociados con cada capa, y que definen su capacidad estructural, que la norma denomino “coeficientes estructurales”, se obtiene a partir de una serie de gráficos, que dependen a su vez del tipo de capa y del valor CBR, estabilidad MARSHALL o Resistencia a la Compresión no-confinada, según corresponda a materiales y mezclas granulares o suelos, mezclas asfálticas o mezclas de suelo-cemento.

d) Coeficiente estructural a_{rod}

Este coeficiente conformara la mezcla asfáltica ubicada en la capa de rodamiento, de tales mezclas debe ser obtenido de la figura 15, en ella se incluye 2 curvas, una curva A para mezclas del tipo de “granulometría densa”, como Tipo I, II, III, IV y V; y una curva B, la cual es aplicable si la capa de rodamiento se construye con mezclas de “granulometría abierta” de tipo VI, VII, VIII, IX y X, especificadas en la Norma Venezolana COVENIN 2000: 1987 para construcción de carreteras.

Cabe destacar, que ídem destaca que debe evitarse en lo posible el empleo de las mezclas abiertas como capas de rodamiento, en base al mal comportamiento que de ellas se ha obtenido en algunas vías de nuestro sistema de carreteras.

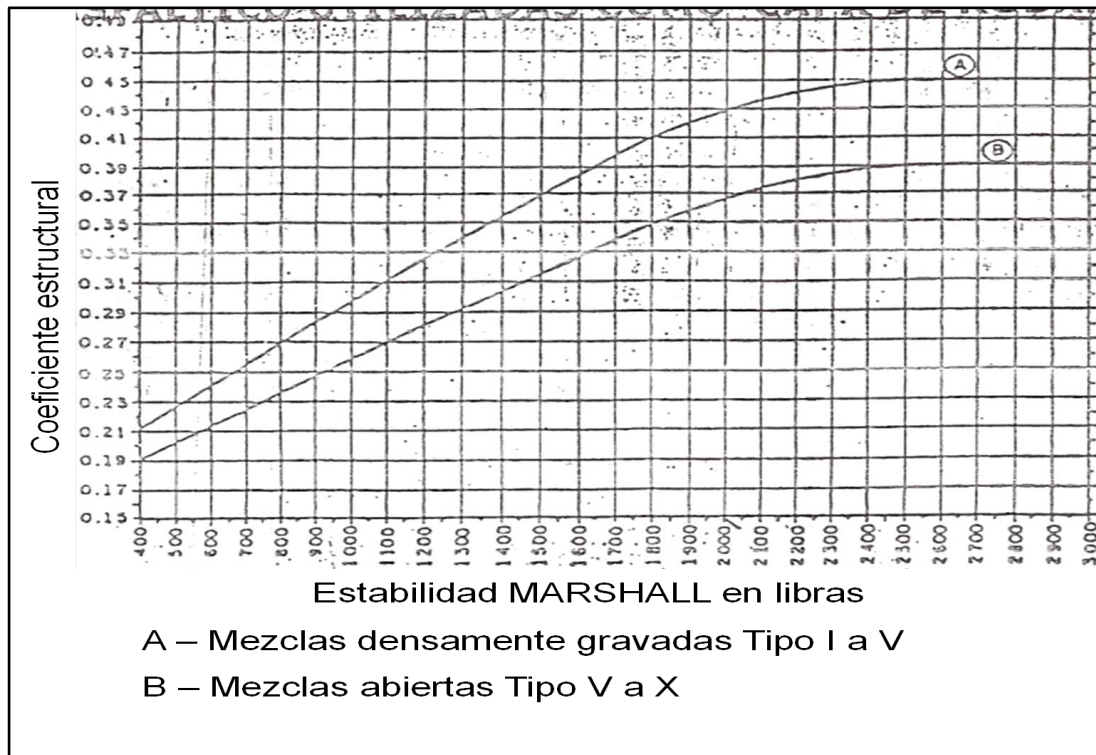


Figura 15. Coeficientes estructurales para mezclas de concreto asfáltico utilizadas como capa de rodamiento.

Fuente: ASSTHO (1972) mencionada en MTC (1982)

e) Coeficiente estructural a_{car}

Es el coeficiente estructural de la mezcla asfáltica que conformara la capa remanente, es decir, aquella capa asfáltica diferente a la de rodamiento, la selección del valor de a_{car} es lograda a partir de la figura 16, dependiendo del tipo de mezcla que vaya a ser colocada por debajo de la capa de rodamiento. En dicha figura se indican 6 de los tipos de mezclas asfálticas más empleadas en Venezuela y para las cuales la estabilidad se mide a través del ensayo MARSHALL.

Es necesario recalcar que interpolación se utiliza para cualquier mezcla asfáltica con una posición dentro de la estructura del pavimento distinta a la de la capa de rodamiento, ya que este es uno de los aspectos fundamentales bajo los cuales se desarrolló el procedimiento del método MTC para el diseño de pavimentos flexibles.

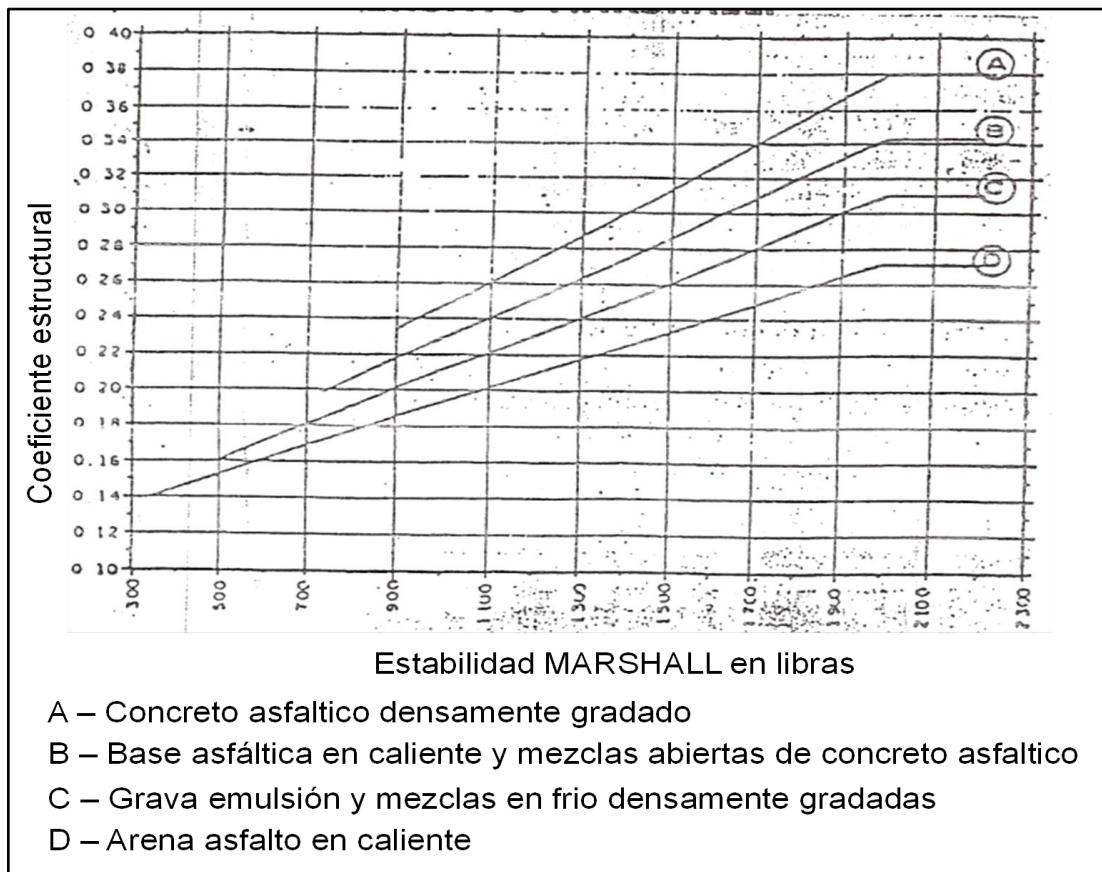


Figura 16. Coeficientes estructurales para diferentes tipos de mezclas asfálticas (distintas a la de rodamiento).
Fuente: ASSTHO (1972) mencionada en MTC (1982)

f) Coeficiente estructural a_b

Se emplea para en la construcción de la capa base, siempre y cuando sea diferente a una mezcla asfáltica, es decir, deberá ser un material granular, no tratado con ligante asfáltico, o una mezcla de suelo-cemento.

g) Coeficiente estructural a_{sb}

Este coeficiente es empleado para obtener resultados en la construcción de la capa sub-base (material granular o estabilizado), los valores de coeficiente estructural, tanto para los materiales granulares que son empleados como capa de sub-base o base, se obtienen de la figura 17. Se dispone adicionalmente de 2 curvas A y B que son función de la manera como se ejecuta el ensayo de CBR. En Venezuela es usual la ejecución de este ensayo siguiendo el procedimiento de compactación dinámica.

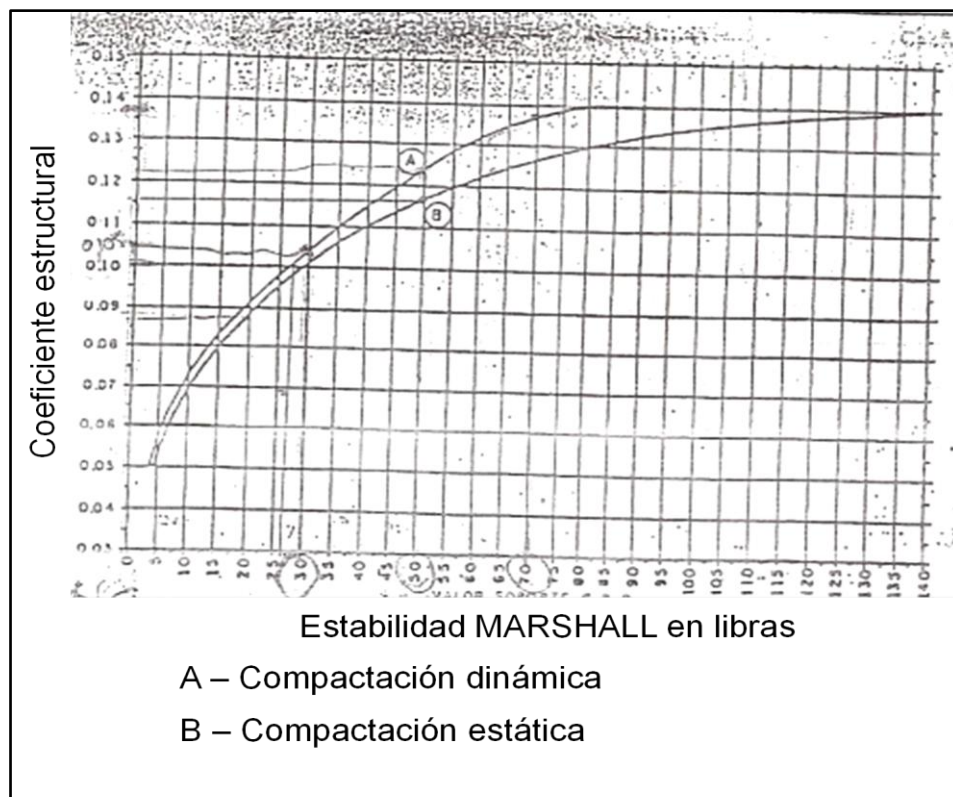


Figura 17. Coeficientes estructurales para materiales granulares, para capas de sub-base y/o bases.

Fuente: ASSTHO (1972) mencionada en MTC (1982)

h) Coeficiente estructural a_{ms}

Es el coeficiente estructural empleado en la construcción de la capa subrasante mejorada del material (mezcla), los valores de a_{ms} se obtienen de

la figura 18, a partir del valor de CBR de diseño para el material a emplear en esta capa de la estructura.

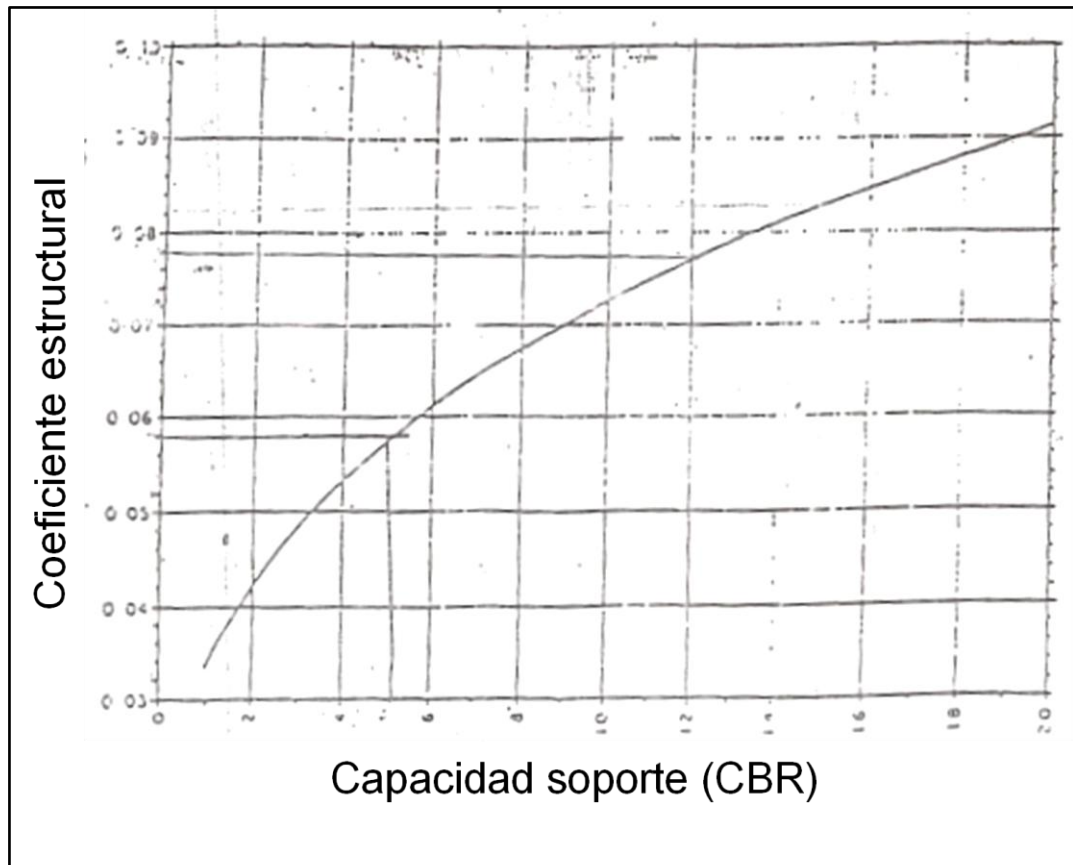


Figura 18. Coeficientes estructurales para materiales granulares, para capas de sub-base y/o bases.

Fuente: ASSTHO (1972) mencionada en MTC (1982)

i) Espesor capa de rodamiento e_{rod}

Espeor de la mezcla asfáltica que conformara la capa de rodamiento, expresado en centímetro, y tiene un valor estándar de 5.

j) Espesor base asfáltica e_{car}

Espeor en centímetro, considerado para la base asfáltica que conformara la capa remanente, y se calcula con la siguiente formula:

$$e_{car} = (NEV_{/b} - 5 * a_{rod}) / a_{car} \quad (\text{Ec. 16})$$

k) Espesor capa base e_b

Empleado en la construcción de la capa base, es un espesor expresado en centímetros y se calcula usando la siguiente fórmula:

$$e_b = (NEV_{/sb} - NEV_{/b}^*) / a_b \quad (\text{Ec. 17})$$

l) Espesor capa sub-base e_{sb}

Empleado en la construcción de la capa de sub-base, es espesor del material (mezcla) expresado en centímetro, calculándose de la siguiente manera:

$$e_{sb} = ((NEV_{/sr} - (NEV_{ma} + NEV_{sb})) / a_{sb}) \quad (\text{Ec. 18})$$

m) Espesor capa subrasante e_{ms}

Este espesor se considera necesario para la construcción de la capa sub-rasante mejorada del material mezcla, y viene dado de la siguiente fórmula:

$$e_{ms} = NEV_{ms} / a_{ms} \quad (\text{Ec. 19})$$

2.2.6.2 Tipos de vías

NORVIAL (1985), explica que existen varios tipos de vías que pueden encontrarse en zonas urbanas o rurales, cumpliendo una función importante para el desarrollo socio-económico de la ciudad, una vía está destinada al tránsito vehicular o peatonal, las cuales pueden ser carreteras término aplicado a la condición rural, calles o caminos a la condición urbana.

El Consejo Nacional de Vialidad (CONAVIAL) en Venezuela, elaboró una clasificación de acuerdo a las características Socio-Económicas descritas a continuación, de los viajes que se efectúan o han de efectuarse en el tramo. Información extraída de las Normas para el proyecto de Carreteras MTC (1997) y NORVIAL (1985):

- **Según su magnitud**

- a) **Vías principales o arterias viales**

Son vías de gran importancia y están diseñadas para conectar pueblos, ya que sirven para grandes volúmenes de tránsito de paso, es decir, son una ruta continua y de larga extensión.

- b) **Vías secundarias**

Estas vías por lo general están diseñadas a una longitud corta, y sirven a volúmenes reducidos de tránsito lo que las hace una vía de poca importancia.

- **Según división de las corrientes de tránsito**

- a) **Carreteras divididas**

Estas vías son conocidas por poseer divisorias o islas centrales que cumplen como función, el separar las vías para el tránsito en ambos sentidos.

- b) **Carreteras no divididas**

Estas son muy notables por tener solo un rayado central, es decir, sin separadores para las corrientes de tránsito de sentidos opuestos.

- **Según su clasificación administrativa**

Según el MTC (1997), "La Clasificación administrativa está contenida en la "Nomenclatura y Características Físicas de la Red de Carreteras de Venezuela" (MTC 1979). Allí se establece lo siguiente" (p. 02).

- a) **Troncales**

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

b) 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.

c) 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.

d) Sub-ramales

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.

• Según su función

Según el Manual de vialidad Urbano (1981), un sistema vial tiene como función dar calidad de servicio y seguridad, tanto a los volúmenes de tránsito que pasan por ella, como a las zonas adyacentes, sujeto a la eficiencia y características que tenga cada carretera en particular, los sistemas pueden agruparse según se muestra en la tabla 12.

• Designaciones varias con sus distintas clasificaciones descritas en la tabla 13.

Tabla 12. Clasificación de las vías según su función.

Sistema	Función	Velocidad de proyecto	Distancia entre vías	Vías conectadas	Volumen
Expreso	Acomodar a altos volúmenes, se diseña para altas velocidades	Horas pico 60km/h, hora normal de 80 km/h	Entre ellas no menor a 2 km en ciudad, y de 5 km en periferia	Vías arteriales y vías importantes	1500 veh por canal por hora
Arterial	Alimenta al sistema carretero	Hora pico 40km/h, hora normal de 60 km/h	Entre ellas no debe ser mayor a 2 km.	Se entrelaza con la arterial, y colectoras	400 veh por hora y por canal
Colector	Coordina y complementa los sistemas por encima y debajo de él.	Hora pico 25km/h, hora normales de 40 km/h	Su distancia no será mayor a 800 metros	Sistema arterial, con el sistema local	300 veh por hora y por canal
Local	Suministra y recibe el transporte externo.	Velocidad de operación entre 15 y 35 km/h	Zonas residenciales no exceder de 400 metros	Sistema local, con zonas residenciales	Tomar demanda a la cual le dará servicio

Fuente: Manual de Vialidad Urbana (1981), editada por los autores (2019).

Tabla 13. Designaciones varias de las vías.

Tipo de Vía	Descripción
Autopista	Una autopista es una arteria de tránsito siempre dividida con control total de acceso y cuyas intersecciones son siempre diseñadas a desnivel.
Vía expresa	Al igual que la autopista es una arteria de tránsito que siempre está dividida, control total o parcial de acceso.
Avenida	Vía urbana con gran volumen de tránsito que, a la vez que cumple funciones recolectoras, permite acceso a las propiedades colindantes mediante las provisiones adecuadas.
Vía perimetral	Vía principal que sirve a una corriente de tránsito marginal en un área urbana o en una parte de dicha área.
Vía radial	Vía principal para entrada y salida de un centro urbano.
Vía de servicio	Vía auxiliar, calle local o carretera ubicada contigua a una vía principal cuya finalidad es servir a las propiedades adyacentes y a las áreas vecinas que permite realizar el control de acceso.

Fuente: Manual de Vialidad Urbana (1981). Editada por los autores (2019).

2.2.6.3 Vehículo de diseño de la vía

Al hablar de vehículos de diseño se hace referencia al tipo de vehículo en base al cual será diseñada la vía.

El MTC (1997), indica que:

“A los fines del diseño, se han agrupado los vehículos con características de maniobra semejantes, adoptándose para cada grupo las dimensiones y radios de giro correspondientes a las envolventes. De esta manera, habrá algunos a los cuales los parámetros adoptados les resulten holgados y excepcionalmente algunos los sobrepasarán.” (p. 25).

Para la escogencia del tipo de vehículo, se debe analizar y tomar en cuenta la estructura del tránsito y la cantidad de vehículos que giran. No es recomendable diseñar con radios de giro mayores, para un porcentaje mínimo de vehículos pesados, ya que esto produce un alto costo no justificado y un tránsito desordenado por parte de los vehículos de menor dimensión, por estas razones es factible diseñar con un radio de giro menor, ya que autos de mayor dimensión pueden dar su giro con poca de dificultad (ver tabla 14 y figuras A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 en anexo). Cabe resaltar que El MTC, también explica que, “en todo caso, la escogencia del vehículo de diseño depende de las condiciones particulares de cada intersección y del criterio y experiencia del responsable del proyecto” (Ob. Cit. 1997, p. 26).

Tabla 14. Radios de giro (m).

Símbolo	P	SU	WB-12	WB-15	WB-18	BUS
Radio mínimo Interno	4,2	8,7	5,7	5,8	6,8	7,4
Radio mínimo externo	7,3	12,8	12,2	13,7	13,7	12,8
Radio máximo externo	7,8	13,4	12,6	14,1	13,9	14,1

Fuente: Normas para el proyecto de carreteras (1997), editada por los Autores (2019). Nota: estos radios de giro corresponden a velocidades no mayores de 15 kph.

2.2.6.4 Velocidades de una vía

“La velocidad que puede alcanzarse en una carretera, haciendo abstracción de las habilidades individuales de los conductores o de las características de sus vehículos” (MTC 1997, p. 34). La velocidad se puede definir como el movimiento rectilíneo que puede lograr un vehículo en una determinada distancia por unidad de tiempo, es decir, la velocidad se expresaría en km/h.

Las características físicas de la vía y sus instalaciones laterales, el clima, la presencia de otros vehículos y las limitaciones legales a la velocidad, son las características que afectan la velocidad. El MTC considera dos tipos de velocidades para fines de diseños de carreteras, descritas a continuación.

- **Velocidad de Operación**

La velocidad de operación, “se define como la velocidad predominante que pueden alcanzar los conductores en un tramo uniforme de vía, en condiciones climáticas favorables y según las condiciones prevalecientes del tránsito y estado del pavimento” (MTC 1997, p. 36).

De acuerdo a lo antes descrito, se puede decir que la velocidad de operación es la relación entre la longitud por unidad de tiempo, y va expresado en kph, esta se puede calcular con la ecuación 20.

$$V = \frac{L}{t} \quad (\text{Ec. 20})$$

Dónde:

L = Longitud del tramo en estudio.

t = Tiempo que demora en recorrer un vehículo la distancia del tramo en estudio.

• Velocidad de Proyecto

“La velocidad de proyecto es la velocidad escogida para proyectar y relacionar los elementos geométricos de una vía. Representa la máxima que podría alcanzar el conductor en condiciones óptimas de circulación” (NORVIAL 1985, p. 26).

De acuerdo a la norma en Venezuela las velocidades de proyecto varían entre 50 km/h y 120km/h, dependiendo del tipo de vía y las condiciones topográficas de estas, como lo indica la siguiente tabla.

Tabla 15. Velocidad de proyecto en función del tipo de vía.

Tipo de vía	Velocidad en Km/h
Autopistas en llano	90 – 120
Autopistas en montaña	80 – 110
Carreteras en llano	90 – 120
Carreteras en terrenos ondulados	80 – 100
Carreteras en terrenos montañosos	50 - 80

Fuente: NORVIAL (1985). Editado por los autores (2019).

Es importante resaltar que, “en tales casos, es aceptable utilizar una velocidad de diseño menor, acorde con los requerimientos del caso, haciendo la justificación correspondiente, y previendo la señalización adecuada” (Ob. Cit. 1985, p. 29).

Según el MTC (1997), existen unos criterios básicos que se deben tomar en consideración para la escogencia de una velocidad de proyecto para el diseño vial, las cuales pueden ser:

- La velocidad de diseño debe ser elegida de acuerdo al entorno físico de la vía.

- En un proyecto de cierta longitud, la velocidad puede cambiar, tomando en consideración que no debe variar en tramos menores a 5 km, los cambios de velocidad no deben exceder de 20 km/hora y tienen que contar con sus señalizaciones visibles de la transición de velocidad.

- Se debe elegir suponiendo condiciones climáticas favorables.

- Debe corresponder al tipo de vía que se diseña

- El ancho de los canales, los obstáculos laterales no afectan directamente la velocidad de diseño.

- La velocidad debe corresponder con las limitaciones legales que puedan existir en algunas zonas.

2.2.6.5 Capacidad de una vía

El MTC (1997), define la capacidad como el máximo número de vehículos que pueden transitar en un periodo de tiempo y en una sección de la vía determinada, expresada en flujo de vehículos livianos por hora. Para estudiar la capacidad de la carretera se deben tomar en cuenta las condiciones existentes de esta, como pueden ser, de tipo físico como el diseño y el estado del pavimento, la pendiente, entre otras, las condiciones climáticas y las condiciones del tránsito. Cuando los factores prevalecientes son ideales, se puede deducir que habrá una capacidad máxima ideal, como se puede observar en la tabla 16.

Las condiciones expuestas en la tabla anterior sólo afectan la capacidad y no los factores de seguridad que deben plasmarse en el diseño de la carretera en estudio. Cuando dichas condiciones cumplan, el MTC estableció valores experimentales para capacidades ideales según el tipo de vía, ver tabla 17.

Tabla 16. Factores ideales para una capacidad máxima.

En relación a la vía	En relación al tránsito
Velocidad de diseño alrededor de 95 kph.	Capacidad de maniobra irrestricta.
Canales de circulación iguales o mayores a 3,60 m c/u.	Ausencia de camiones o buses. Solamente vehículos.
No más de 3 canales de circulación por sentido.	Ausencia de señalización limitadora de maniobra.
Hombros laterales iguales o mayores a 1,80 m.	Distribución direccional 50/50 (Solo en carreteras con un canal por sentido).
Visibilidad irrestricta. Luz diurna y tiempo despejado.	
Terreno llano, pendientes no mayores al 2%.	
Pavimento seco y en buen estado.	

Fuente: normas para el proyecto de carreteras MTC (1997), editada por los autores (2019).

Tabla 17. Capacidad bajo condiciones ideales.

Tipo de vía	Capacidad en VPH
Carreteras de 2 canales	3200 vph total en ambos sentidos
Autopistas de 4 o 6 canales	2000 vph por canal

Fuente: Normas para el proyecto de carreteras MTC (1997), editada por los autores (2019).

2.2.6.6 Factores que afectan la capacidad de una vía

El MTC (1997), explica que tomando en cuenta que las condiciones prevalecientes de una carretera casi nunca son ideales, al momento de calcular la capacidad, es necesario introducir factores de ajustes en obstáculos laterales, ya que estas condiciones tienden a reducir la capacidad, se debe analizar detalladamente las condiciones reales de la vía que se estudia, la siguiente tabla agrupa los factores en relación a la vía y el tránsito.

Tabla 18. Factores que alteran la capacidad de una vía.

En relación a la vía	En relación al tránsito
Ancho de canales.	Composición del tránsito (Presencia de vehículos pesados).
Ancho de los hombrillos y obstáculos laterales.	Distribución direccional en carreteras de 1 canal por sentido.
Restricciones en visibilidad de paso.	Factor hora-pico.
Condiciones del pavimento.	Fricción interna y externa.
Geometría del alineamiento horizontal.	
Pendientes y su longitud.	

Fuente: normas para el proyecto de carreteras MTC (1997), editado por los autores (2019).

2.2.6.7 Cálculo de la capacidad

Según el NORVIAL (1985), el método para el análisis operacional de una carretera en estudio, dependerá del tipo de terreno, la pendiente y su longitud. Esta norma explica diferentes fórmulas para el análisis de operación, como pueden ser:

- Para analizar la operación del tránsito en tramos generales es:

$$VS_i = 2.800 \times (v/c)_i \times f_d \times f_w \times f_{vp} \quad (\text{Ec. 21})$$

- Para analizar la operación del tránsito en tramos de pendiente y longitud específicas:

$$VS_i = 2.800 \times (v/c)_i \times f_d \times f_w \times f_{vp} \times f_L \quad (\text{Ec. 22})$$

- Para analizar la operación de Autopistas, vías expresas y carreteras de canales múltiples

$$VS_i = 2000 \times N \times W \times T_i \times B_i \quad (\text{Ec. 23})$$

A fines de este trabajo de grado, el análisis operacional de la vía en estudio, se estudiará mediante el cálculo con la ecuación antes descrita, la

característica de carreteras de canales múltiples se puede ver en tabla A-1 en anexo, por ende, dicha ecuación será la descrita a continuación.

Dónde:

VS_i = Volumen de servicio total por sentido en veh/h.

N = Número de canales por sentido.

V/C = Relación volumen – capacidad.

W = Factor de ajuste por ancho de calzada y obstáculos laterales

T_i = Factor de ajuste para camiones en pendiente (Ver tabla 21, 22 y A-2 en anexo)

B_i = Factor de ajuste para autobuses en pendiente (Ver tabla A-2 anexo)

2.2.6.8 Factor de ajuste por efecto de ancho de canal y obstáculos laterales

Según el MTC (1997), “se ha determinado que un ancho de canal de circulación mayor a 3,60 m, no aumenta la capacidad del canal. A medida que este ancho de 3,60 m disminuye, la capacidad también disminuye” (p. 44). Partiendo de esto, dicha norma establece factores de ajuste para el ancho del canal y la distancia a obstáculos laterales, ver las tablas 19 y 20.

Tabla 19. Factor de ajuste f_w por efecto del ancho de canal y distancia a obstáculos laterales en carreteras de 2 canales.

Distancia del borde externo de la calzada al obstáculo	Niveles de servicio A-D				Nivel de servicio E			
	Ancho de los canales				Ancho de los canales			
Metros	3,60	3,30	3,00	2,70	3,60	3,30	3,00	2,70
1,80	1,00	0,93	0,84	0,70	1,00	0,94	0,86	0,77
1,50	0,97	0,89	0,80	0,68	0,98	0,93	0,85	0,76
1,00	0,89	0,82	0,74	0,63	0,95	0,90	0,83	0,73
0,50	0,79	0,73	0,66	0,56	0,93	0,87	0,80	0,70
0,00	0,70	0,65	0,58	0,50	0,88	0,83	0,75	0,65

Fuente: normas para el proyecto de carreteras MTC (1997), editado por los autores (2019).

Tabla 20. Factores de ajuste por efecto de ancho de canal y distancia a obstáculos laterales en autopistas y carreteras de canales múltiples.

Distancia del borde externo de la calzada al obstáculo	Obstáculos de un solo lado de un sentido de circulación				Obstáculos de ambos lados de un sentido de circulación			
	Ancho de los canales				Ancho de los canales			
Metros	3,60	3,30	3,00	2,70	3,60	3,30	3,00	2,70
1,80	1,00	0,97	0,90	0,80	1,00	0,97	0,90	0,80
1,50	0,99	0,96	0,89	0,79	0,99	0,96	0,89	0,79
1,00	0,98	0,95	0,88	0,78	0,97	0,94	0,87	0,77
0,50	0,96	0,92	0,87	0,77	0,94	0,90	0,84	0,75
0,00	0,92	0,89	0,84	0,74	0,86	0,83	0,78	0,68

Fuente: normas para el proyecto de carreteras MTC (1997), editado por los autores (2019).

Tabla 21. Equivalencia de camiones y Autobuses en Vehículos livianos en tramos de pendiente y longitud específica.

Pendiente (%)	Longitud de la pendiente (km)	Equivalente en vehículos livianos E _T				
		3 % Camiones	5 % Camiones	10 % Camiones	15 % Camiones	20 % Camiones
0 - 1	Todas	2	2	2	2	2
	0,5	5	4	4	3	3
2	1,5	7	5	5	4	4
	3	7	6	6	6	6
	6	7	7	8	8	8
	0,5	10	8	5	4	3
3	1	10	8	5	4	4
	1,5	10	8	6	5	6
	2	10	9	7	6	7
	2,5	10	9	7	7	7
	3	10	9	8	8	8
	4	10	10	9	9	9
	5	10	10	10	10	10
	6	10	10	11	11	11
4	0,5	13	9	5	4	3
	1	13	9	5	5	5
	1,5	13	10	8	8	8
	2	13	11	9	9	9

Continuación de tabla 21

4	2,5	13	11	10	10	10
	3	13	12	11	11	11
	4	13	13	13	13	13
	5	13	13	14	14	14
	6	13	14	16	16	15
5	0,5	14	10	6	4	3
	1	14	11	7	7	7
	1,5	14	12	10	9	9
	2	14	13	12	12	12
	2,5	14	14	13	13	13
	3	14	15	15	15	15
	4	14	16	16	16	16
6	5	14	17	17	17	17
	6	15	18	21	20	18
6	0,5	15	10	5	4	3
	1	15	11	8	8	8
6	1,5	15	13	12	12	11
	2	15	14	14	14	13
	2,5	15	15	15	15	14
	3	15	17	17	17	16
	4	15	18	18	18	17
	5	15	18	19	19	19
	6	19	20	21	21	21

Fuente: NORVIAL (1985), editado por los autores (2019)

Tabla 22. Equivalencia de camiones y Autobuses en Vehículos livianos en tramos de pendiente y longitud específica.

Pendiente (%)	Equivalencia en vehículos livianos E _B	
	Niveles de servicio A, B, C	Niveles de servicio D y E
0-4	1,6	1,6
5	4	2
6	7	4
7	12	10

Fuente: NORVIAL (1985), editado por los autores (2019)

2.2.6.9 Nivel de Servicio de una vía

Según el MTC (1997), lo describe como una medida cualitativa, que representa las condiciones de operación del flujo vehicular y la percepción de los conductores. Estas condiciones se describen en términos de factores de calidad tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, facilidad de maniobra, seguridad vial, conveniencia, comodidad vehicular, e interrupciones del tránsito.

Existen 6 niveles de servicio, o también llamados volúmenes de servicios, cada uno tiene unos parámetros de flujo ideal, y están adaptados según las condiciones existentes de la vía y del tránsito, estas características se pueden observar a continuación.

Tabla 23. Nivel de servicio en Carreteras.

Nivel de servicio	Tipo de flujo	Velocidad de Operación	Volumen de Servicio	Maniobras
A	Libre	≥ 95 kph	500 vph	Libertad para adelantar 75%
B	Estable	≥ 85 kph	850 vph	Alguna restricción para adelantar
C	Estable	≥ 80 kph	1500 vph	Restricción para adelantar
D	Próximo a Inestable	≥ 80 kph	2400 vph	
E	Inestable	< 80 kph	3200 vph	
F	Forzado	< 50 kph	± 2000 vph	

Fuente: normas para el proyecto de carreteras MTC (1997), editado por los autores (2019).

2.2.6.10 Sección transversal de la vía

Se define como sección o corte transversal típica aquella que, siendo normal al eje de la vía, muestra las dimensiones y características de los

elementos que se mantienen constante en un tramo específico de ella, (MTC 1997, p. 147). Mediante lo antes dicho, se puede resaltar que conocer el perfil transversal de una vía es de gran importancia para los diseños de carreteras, ya que, al realizar un corte vertical en la vía, se observara más detalladamente los elementos que conforman la vialidad, su relación con el terreno natural, y sus alturas, partiendo de esto se podrá establecer la nueva rasante, nuevos anchos de futuras vialidades, y así estimar las áreas de volúmenes de corte o relleno que en ella pueda existir. A continuación, se describen los elementos que componen la sección transversal

- **Derecho de la vía**

El MTC (1997) también explica que “se llama "Derecho de Vía" a la faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento, seguridad, servicios auxiliares y ensanches de una vía” (p 147). El rango del derecho de vía dependerá de la importancia de la carretera, las condiciones del terreno, usos adyacentes, servicios existentes, y afectación ambiental.

Tabla 24. Derecho de vía.

Tipo de vía	Rango de Ancho (m)
Vías Locales y Ramales	20 a 30
Carreteras Troncales	30 a 40
Autopistas y vías Expresas	60 a 100

Fuente: normas para el proyecto de carreteras MTC (1997).

Las dimensiones de anchos establecidas por dicha norma, observadas en la tabla 24, deben permanecer sin ningún tipo de árbol, carteles o vallas publicitarias que puedan ser tomados como obstáculos, ya que estas pueden perturbar la visibilidad de los conductores entorpeciendo la fluidez del tránsito y generando problemas a la hora del diseño y construcción de futuras vialidad.

• Calzada

Pérez (2016), destaca que la calzada es la parte de una vialidad por donde transitan los vehículos; éstas pueden poseer varios carriles, señalización que se les conoce como rayado tanto peatonal como vehicular, su material es de asfalto o concreto y pueden tener diferentes dimensiones. La calzada difiere de las veredas o aceras que solo permiten el paso peatonal. El ancho de la calzada puede variar a lo largo del camino, pero generalmente se diseña en base al volumen del tránsito, las características de la vía y su composición.

El MTC (1997), destaca los anchos “en base a valores múltiplos de 0,30 metros, desde un máximo de 3,60 metros hasta un mínimo de 3,00 metros, en tramos rectos” (p. 149). La norma establece dimensiones de anchos de calzadas y número de canales según el tipo de vía, como se puede ver a continuación.

Tabla 25. Ancho de calzada.

Tipo de Vía	Canal (m)	Nº de Canales
Expresa y Autopista	3,6	2 o más por sentido
Arteriales y Colectoras	3,3	2 por sentido
Locales	3	1 por sentido

Fuente: normas para el proyecto de carreteras MTC (1997), editado por los autores (2019).

• Bombeo

El MTC (1997), describe al bombeo como la pendiente o inclinación que debe tener la superficie de la calzada como se puede observar en la figura 19, el 2% es la más común en tramos rectos, para así facilitar el escurrimiento de las aguas provenientes de lluvias, y evitar la acumulación de estas en el camino, dando mejor seguridad al tránsito vehicular pasar por

estas vías en tiempos de lluvia. Otro punto de vista que es importante resaltar.

Según el Manual de Vialidad (1981), destaca que también se puede dar el caso de inclinación hacia un solo lado de la vía siempre y cuando esta tenga un ancho de hasta 14 metros.

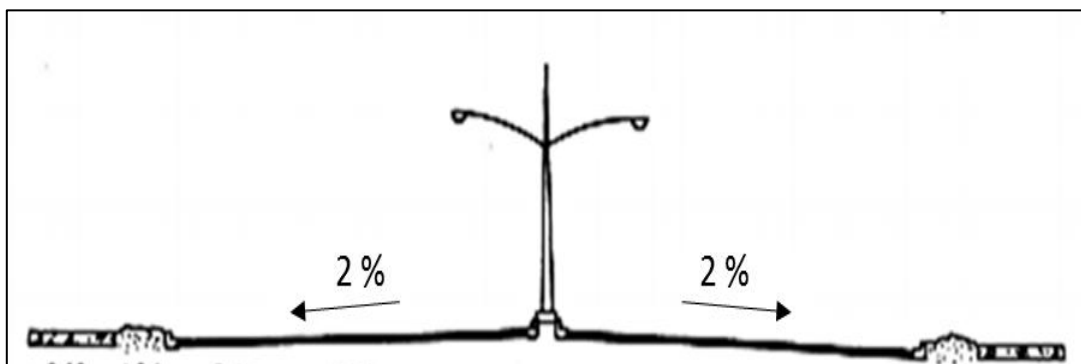


Figura 19. Sección transversal de un bombeo típico en vía.
Fuente: los autores (2019).

• Pendientes máximas transversales

Según el MTC (1997), las pendientes máximas para una vía, van a depender de la velocidad de proyecto, la composición del tránsito y del tipo de topografía que presente la vía, la norma estableció las pendientes máximas recomendadas de acuerdo a las características topográficas más presentes en diseños de carreteras, se pueden observar a continuación:

Tabla 26. Pendientes máximas transversales.

Tipo de vía según su topografía	Rango de pendiente
Terrenos llanos	De 2% a 3%
Terreno ondulado	De 3% a 7%
Terreno montañoso	De 5% a 12%

Fuente: Norma para el proyecto de carreteras MTC (1997), editada por los autores (2019).

- **Divisoria o isla central**

Según el NORVIAL (1985), “Deben construirse de modo que contraste en forma clara con los canales de tránsito y que ofrezcan buena visibilidad para los conductores” (p. 198). Las divisorias o isla central se diseñan y construyen como función principal, en distanciar el vehículo de un sentido al otro, brindar seguridad tanto peatonal como vehicular.

La norma mencionada anteriormente explica que el ancho mínimo de una isla central debe ser de 1,2 metros, y que en divisorias de ancho mayor a 5 metros se pueden construir sin brocal, por lo contrario de anchos menores se le debe adicionar el brocal. El tramo estudiado no cumplía con el ancho mínimo, por consiguiente, se propuso un nuevo ancho en el diseño, cumpliendo con los estándares mencionados anteriormente.

- **Hombrillo**

Básicamente todas las vías por sentido deben poseer hombrillo, ya que sus funciones son en proveer soporte al borde de la calzada del pavimento, usarlo como canal lento, al igual de deceleración o aceleración para entradas y salidas en intersecciones y en algunos casos darle asistencia a los vehículos que necesiten estacionarse en un periodo de tiempo corto sin interferir con el flujo vehicular, el hombrillo incrementa la seguridad.

El NORVIAL (1985), representa el ancho de los hombrillos de acuerdo a “la función de la carretera dentro de la red vial; los volúmenes grandes de tránsito y elevadas proporciones de vehículos pesados exigen la adopción de hombrillos anchos” (p. 189). La norma explica que su ancho es variable, y dependerá de la importancia y velocidad de diseño de la carretera. En la siguiente tabla se podrán observar los rangos de anchos de hombrillos más usados.

Tabla 27. Anchos usuales de Hombrillos.

Ubicación	Rango de Ancho (m)	Anchos para condiciones medias en topografía fácil (m)
Hombrillo exterior	1,20 a 3,6	2,4
Hombrillo interior	0,6 a 1,5	1,2

Fuente: NORVIAL (1985). Editado por los autores (2019).

El MTC (1997), destaca que “el ancho del hombrillo está directamente vinculado a la categoría de la vía y a la velocidad de diseño de la misma” (p. 153). Dicha norma recomienda unos anchos de hombrillos como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 28. Anchos de Hombrillos.

Tipo de Carretera	Hombrillo externo (m)	Hombrillo interno (m)
Autopistas y Vías expresas	2,40 a 3	0,90
Carreteras con TPD = 1000 Veh	1,80	0,60
Carreteras con TPD > 1000 Veh	2,40	0,60

Fuente: MTC (1997). editado por los autores (2019).

• Cunetas

El MTC (1997), sugiere 2 tipos de cuneta, donde el factor capacidad es el indicador del diseño a tomar, donde para una capacidad de 220 lts/seg y una pendiente de 0.5% hasta 760 lts/seg con pendiente de 6% se debe usar la descrita en la figura 20, y cuando la capacidad sobrepase el limite antes expuesto, sin afectar las características de seguridad, la cuneta puede aumentar su holgura a 0.25 metros, sin variar la profundidad como se indica en la figura 21.

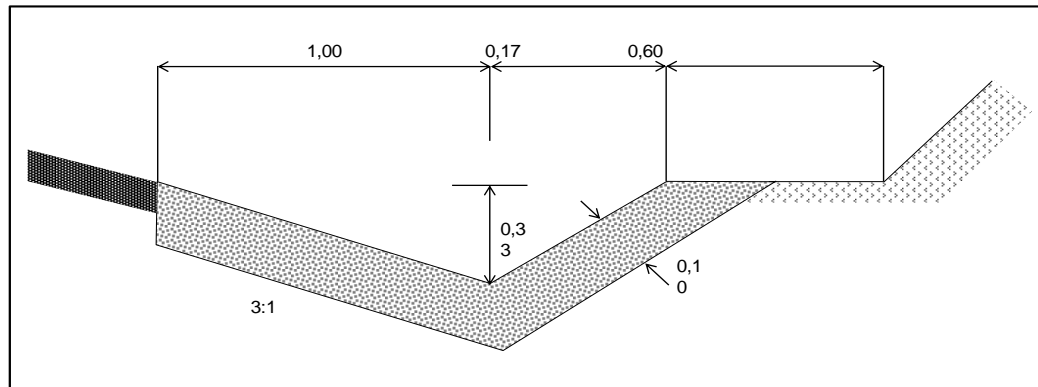


Figura 20. Sección típica de cuneta con capacidad baja.
Fuente: los autores (2019), con datos de la norma para el proyecto de carreteras MTC (1997).

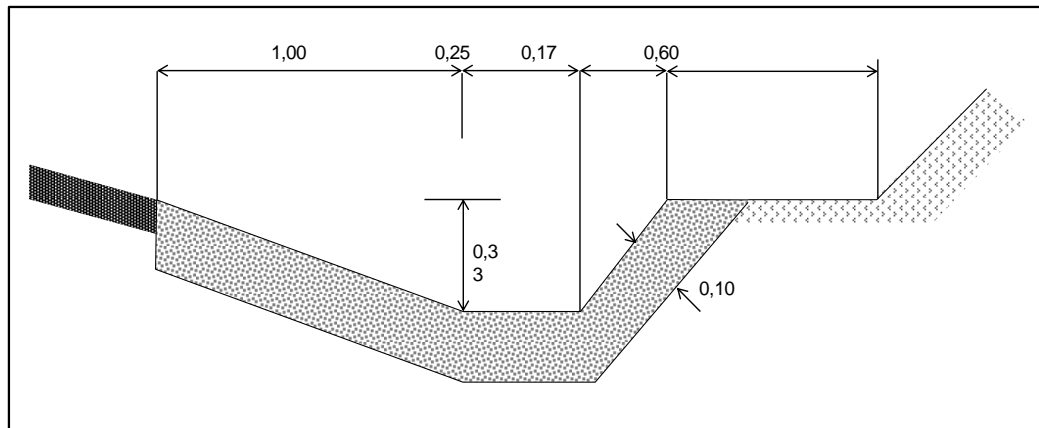


Figura 21. Sección típica de cuneta para capacidades mayores.
Fuente: los autores (2019), con datos de la norma para el proyecto de carreteras MTC (1997).

• Brocal y brocales cuneta

Los brocales son parte fundamental en las vías, ya que estos se utilizan para delinear los bordes de la isla central, regular el drenaje, este elemento es usado también para dificultar la salida de vehículos dentro de la calzada, y dar mejor proceso ordena en las vías. El MTC (1997), comenta que, “los brocales en autopistas y carreteras se consideran como elementos potencialmente peligrosos, por lo que es preferible realizar las demarcaciones mediante rayado con pinturas apropiadas” (p.155).

Dicha norma sugiere 4 tipos de brocales o brocales cuneta, que serán descritos a continuación, especificando los sitios donde pueden ser usados para dicha construcción. Es importante resaltar que cuando se haga uso de brocales cuneta para ser el conductor de las aguas pluviales en una vía, la norma recomienda brocales de 0,20 m de altura y la cuña de 0,40 m o 0,60 m, para vías colectoras y locales, la cuña o pata se podrá computar dentro del ancho requerido.

- Tipo A: brocal de barrera con 20 cm de altura en la cabeza: Usado comúnmente para la construcción de aceras, burladeros y en casos que se deba orientar corrientes de tránsito. (Ver figura 22)

- Tipo B: brocal de barrera con 15 cm de altura en la cabeza: Se utiliza generalmente para delineación de intercepciones. (Ver figura 23)

- Tipo C: brocal de barrera con 10 cm de altura en la cabeza: Preferentemente usado cuando los vehículos, por limitaciones geométricas, pueden sobrepasarlo. (Ver figura 24)

- Tipo D: brocal montable sin cabeza: Es utilizado para facilitar el drenaje y confinar los bordes en pavimentos flexibles o grava estabilizada. (Ver figura 25)

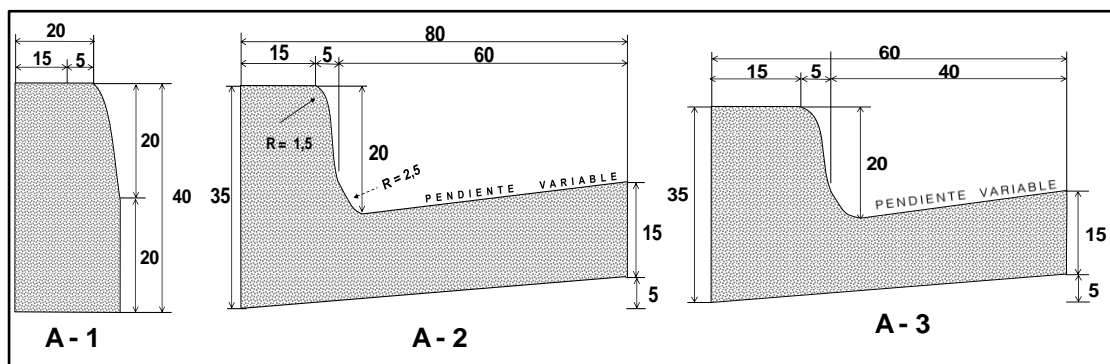


Figura 22. Brocal de barrera con 20 cm de altura en la cabeza.
Fuente: los autores, basada en información de la Norma para el proyecto de carreteras MTC (1997).

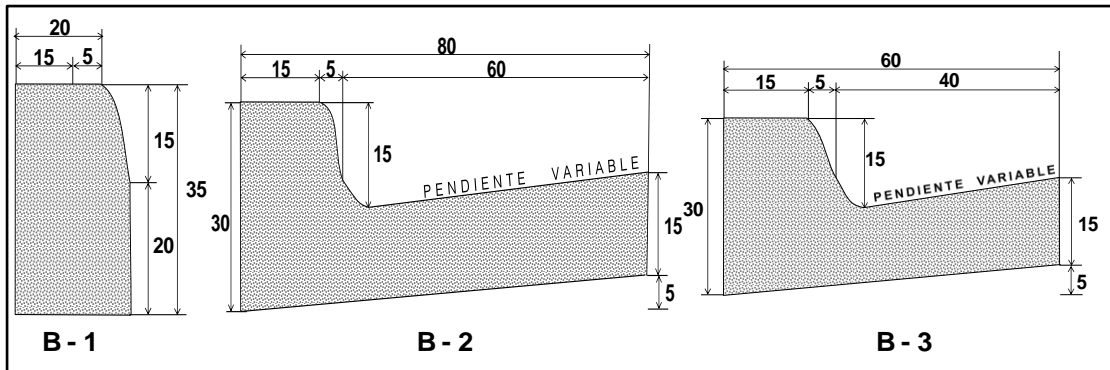


Figura 23. Brocal de barrera con 15 cm de altura en la cabeza.
 Fuente: los autores, basada en información de la Norma para el proyecto de carreteras MTC (1997).

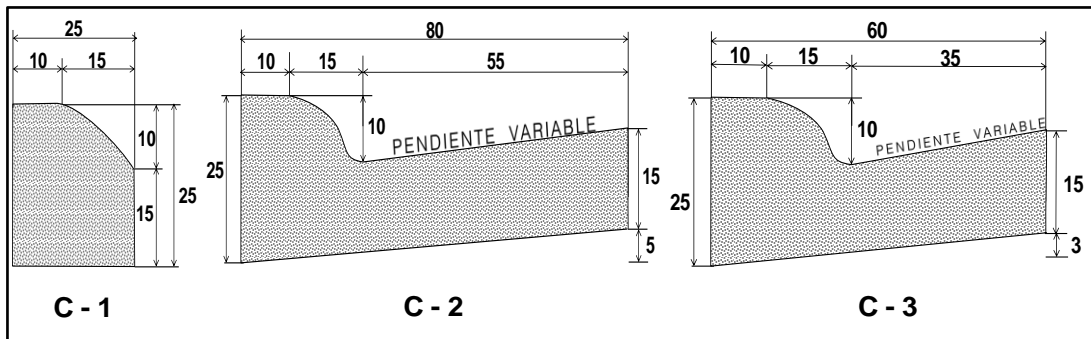


Figura 24. Brocal de barrera con 10 cm de altura en la cabeza.
 Fuente: los autores, basada en información de la Norma para el proyecto de carreteras MTC (1997).

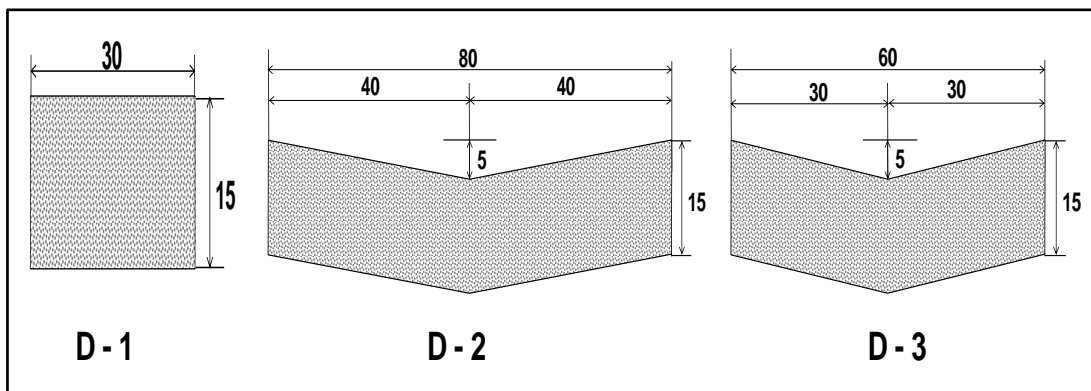


Figura 25. Brocal montable sin cabeza.
 Fuente: los autores, basada en información de la Norma para el proyecto de carreteras MTC (1997).

- **Acera**

“Las aceras, son destinadas al tránsito peatonal, no se consideran parte normal de la sección típica de una vía extraurbana. En todo caso, el ancho mínimo de ellas será de 1,20 metros”, (MTC 1997, p. 158). Originalmente los proyectos de carreteras importantes como vías expresas o autopistas no conciben aceras, por lo general en las vías donde exista tránsito peatonal, especialmente en zonas pobladas, se deberán disponer de aceras a los laterales de la carretera.

El ensanchamiento de las aceras dependerá de la importancia y demanda peatonal que por esta transite, esta será por módulos múltiplos de 0.60 metros según el MTC, es importante mencionar que nuestro tramo en estudio es una vía importante, de acceso al tránsito peatonal y con urbanismos adyacentes, por lo cual, al carecer de dicho elemento, se consideró un ancho mínimo en la propuesta de diseño vial.

- **Peralte de una vía**

“Se denomina peralte, la inclinación transversal que se le da a la calzada en las curvas para reducir su efecto de la fuerza centrífuga” (MTC 1997, p. 91). Es decir, que el peralte en carreteras es construido para ayudar a la fuerza centrífuga que hace que los vehículos salgan de la carretera, así mismo cumple la función importante del bombeo dentro de la vía, que es la de evacuar las agua hacia el exterior, para tener mejor acceso a la canalización de ellas.

- Se adoptan valores máximos de peralte, tomando en cuenta el tipo de vía, la composición del tránsito y presencia de vehículos con velocidades inferiores a la de diseño.

- Las velocidades consideradas están entre el rango de 30 kph y 120 kph.

- Para velocidades menores a 15 kph, se rigen los radios ya descritos en la sección 2.2.6.3 Vehículos de diseño, de este mismo capítulo.

- Peralte de hasta 4% en vías urbanas y sub-urbanas sin control de acceso.

- Peralte de hasta 8% en carreteras, vías expresas y autopistas.

- Peralte de hasta 10%, siempre y cuando se justifique.

Según también el Manual de Vialidad (1981), destaca que “con el fin de garantizar el drenaje de la vía en la parte de transición del peralte en la cual la calzada esta horizontal (0%), la pendiente longitudinal de la vía deberá ser al menos 0,50%” (p. 20).

2.2.6.11 Paradas de Autobuses

Las paradas son puntos estratégicos para la salida y entrada de autobuses, dándole como prioridad al usuario en tomar su ruta de transporte más conveniente de una manera cómoda y segura, esta inserción de las paradas dentro de una avenida es de gran importancia porque se diseña con la finalidad de ser ubicadas en sitios donde no afecte en lo mínimo el flujo vehicular de la avenida y limite la visibilidad de intersecciones.

Según el Manual de vialidad Urbana (1981), resalta que las paradas de autobuses se establecen en vías arteriales y colectoras, la distancia entre ellas no debe sobrepasar de los 400 metros como valor máximo, y que en carreteras con 2 canales por sentido, deben estar desplazadas una con respecto a la otra, a unos 60 a 90 metros, tomando en consideración que esto dependerá de la topografía, volúmenes de usuarios en función a la capacidad de la parada, el tiempo de recorrido del peatón desde su origen hasta la parada.

Dicha norma establece unas longitudes mínimas para el diseño de paradas de autobuses en zonas urbanas, aplicando tres condiciones distintas, paradas al inicio de la cuadra, en el centro de la cuadra y final de cuadra, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 29. Longitudes mínimas para parada de Autobuses.

Autobús	Longitud de la Parada (m)						
	Número de asiento	Longitud (m)	Parada de un Autobús		Parada de dos Autobuses		
			Final de cuadra	Comienzo de cuadra	Mitad de cuadra	Final de cuadra	Comienzo de cuadra
30	8	28	20	38	36	28	46
35	10	30	22	40	32	32	50
40	11	31	23	41	34	34	52
45	12	32	25	43	37	37	55

Fuente: Manual de vialidad Urbana (1981).

En la siguiente figura se puede visualizar una vista de planta de una parada, donde la longitud varía en función a las condiciones antes descritas.

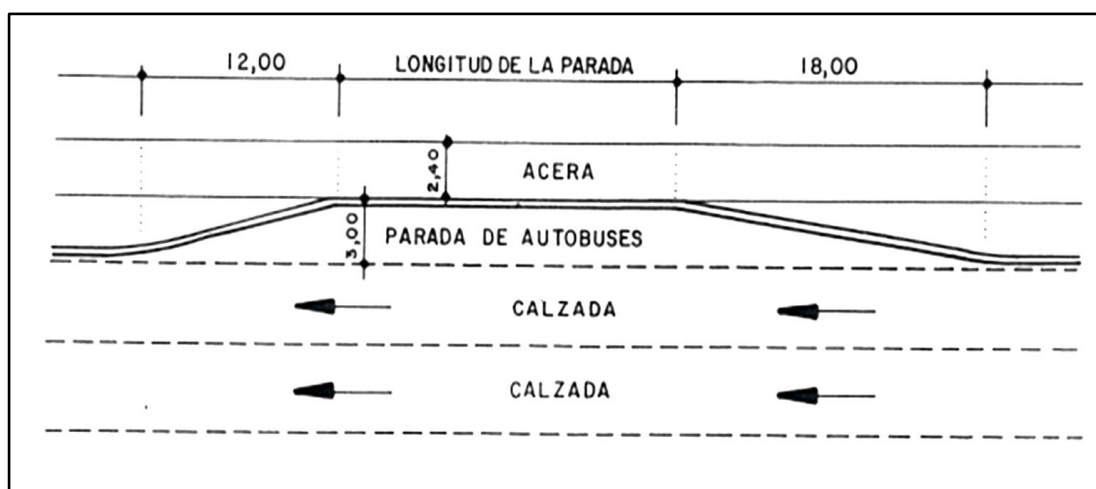


Figura 26. Vista de planta, Parada de autobuses.
Fuente: Manual de vialidad Urbana (1981).

2.2.6.12 Intersecciones en una vía

El MTC (1997), describe intersección como, “El área donde concurren 2 o más vías. En dicha área, ocurre una disposición de los canales de circulación en los cuales los vehículos se mueven, cambian de dirección y se entrecruzan”. El diseño de una intersección debe ser sencillo, y de manera que el conductor pueda realizar la maniobra deseada de acuerdo a la velocidad de diseño de la vía, en función del “tiempo de percepción-reacción”, es decir, donde no deba enfrentarse a más de una decisión a la vez, ya que esto produce confusión en el conductor y puede ser una causa potencial de accidentes entre vehículos.

Así mismo, se sugiere que el diseño de las intersecciones viales, se debe considerar como un caso único, particular, con sus propias características, tanto geométricas, como del tráfico vehicular y peatonal, debido a que es una zona de conflictos de tránsito, y debe prevalecer en el diseño principalmente lo relativo a la seguridad y confort.

También se puede destacar que el MTC, establece algunos criterios que se deben considerar para el diseño de cualquier intersección a nivel, entre ellos se puede destacar los siguientes:

- En toda intersección a nivel, debe considerarse una vía principal y otra secundaria. Esto se debe hacer mediante la jerarquización de los sistemas viales, tomando en cuenta que la vía que se considere principal, debe mantener una geométrica continua.

- Se debe tomar en cuenta que toda maniobra diseñada en cruces de vías, se realiza a partir de la condición de parada.

- El ángulo para cruces de intersecciones no debe ser menor a 70° o mayor de 110° , ya que esos ángulos crean áreas muy grandes, que pueden producir confusión, o inducir a recorridos fuera de su carril ocasionando

congestionamiento en el tránsito y aumentan la posibilidad de que se produzcan accidentes.

- Es recomendable que los Dispositivos a Nivel estén en tramos rectos de la vía principal.

• Radios de giros en intersecciones

Los radios de las intersecciones se les conocen como el radio de la parte exterior de la carretera en función al canal que gira, específicamente usado en las intersecciones a nivel. El NORVIAL (1985), sugiere 2 radios mínimos en función a condiciones de flujo continuo como se puede observar tabla 30, y también dicha norma indica valores para el radio mínimo en función a velocidades para una operación segura de los vehículos, ver tabla 31.

Tabla 30. Radios mínimos de intersecciones.

Radios mínimos	Condiciones del Flujo
20 metros	Para flujo no continuos
30 metros	Para flujos continuos

Fuente: NORVIAL (1985). editado por los autores (2019), de acuerdo a datos extraídos del

Tabla 31. Radios normales en Intersecciones

Velocidad de giro (Km/h)	25	30	40	50	60	70	80
Radio mínimo (m)	20	30	45	65	100	150	200

Fuente: elaborado por los autores (2019), de acuerdo a datos extraídos del NORVIAL (1985).

• Puntos de conflicto

Según el MTC (1997), “los puntos de conflicto son los que se producen cuando una corriente se cruza con otra de sentido contrario, cuando

convergen dos corrientes o cuando divergen dos corrientes” (p. 172). Asimismo, se sugiere que el diseño de las intersecciones viales, se debe considerar como un caso único, particular, con sus propias características, tanto geométricas como del tráfico vehicular y peatonal, debido a que es una zona de conflictos de tránsito, debe prevalecer en el diseño principalmente lo relativo a la seguridad y confort.

El proyecto de la intersección debe ser sencillo, de manera que el conductor pueda realizar la maniobra deseada de acuerdo a la velocidad de diseño de la vía, en función del “tiempo de percepción-reacción”, donde no deba enfrentarse a más de una decisión a la vez, ya que esto produce confusión en el conductor y sea causa potencial de eventos indeseables entre vehículos. Estas maniobras de tránsito en las intersecciones, son tres:

a) Divergencia

Es cuando el conductor reduce la velocidad del vehículo para cambiar de dirección de su trayectoria, es la maniobra más simple y fácil por realizar, y depende de su propia voluntad.

b) Convergencia

Es aquella maniobra donde el conductor que decide cambiar de dirección de la trayectoria del vehículo, debe esperar un espacio o una brecha entre los vehículos que circulan en la trayectoria a la cual se quiere ingresar, no depende directamente de la voluntad del conductor involucrado.

c) Cruce

La maniobra de cruce es la más peligrosa de las que se generan en la intersección, pueden generar los accidentes de tránsito de mayor magnitud.

2.2.6.13 Tipos de Intersecciones

Las normas para el diseño de proyectos de carreteras, como El MTC (1997), El NORVIAL (1985) y el Manual de Vialidad Urbana (1981), agrupan las intersecciones de la siguiente manera:

- **Intersección a nivel simple**

Este tipo de intersección es más vista en carreteras rurales, suele estar conectadas con dos vías con jerarquías una menor que la otra, es muy común que la vía que converge a la otra, sea una carretera secundaria o de tierra, esta debe tener mínimo 20 metros con una capa de rodamiento con tratamiento superficial o pavimentada, tomando de inicio la intersección. Como se puede observar en la siguiente figura:

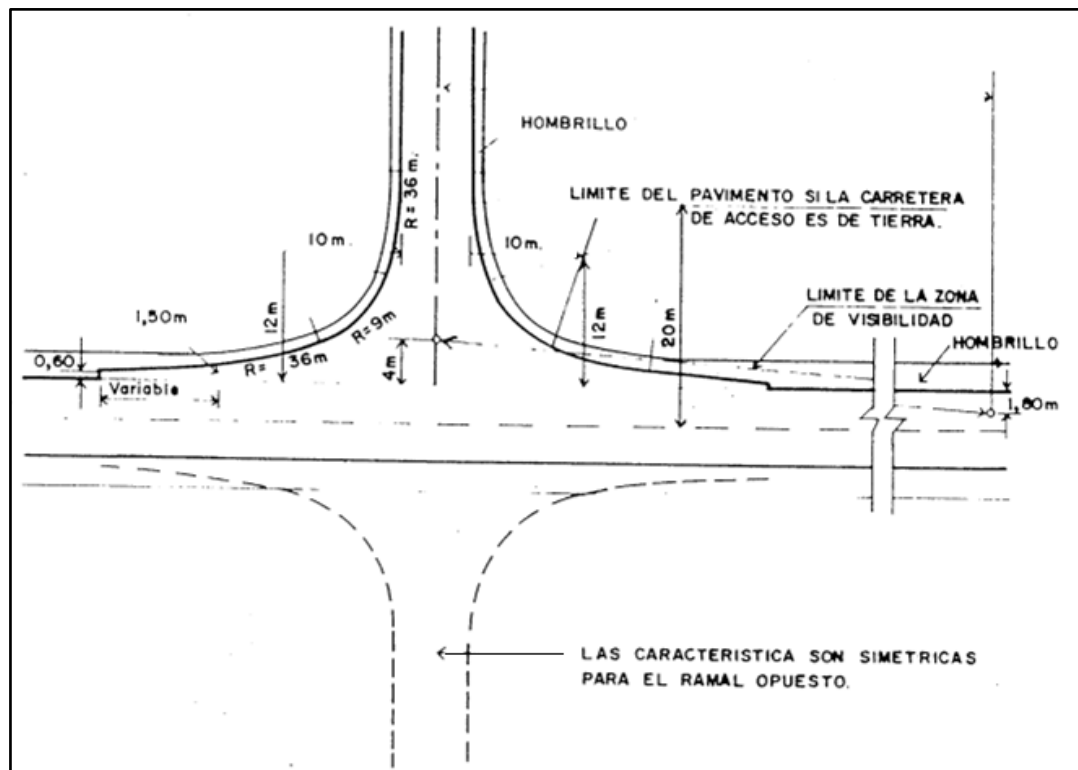


Figura 27. Intersección a nivel simple.

Fuente: NORVIAL (1985).

• Intersección a nivel canalizada

Esta intersección se conoce cuando dos vías principales se conectan una de la otra, tomando en cuenta situaciones de volúmenes elevados de tránsito, incluyendo cruces a la izquierda, donde una intersección a nivel simple no cumpliría con los criterios de diseños, quedando insuficiente e insegura.

El cambio de velocidad de los vehículos se dará mediante el buen diseño vial, incorporando radios de giros adecuados, canales de aceleración y deceleración, y ensanches en las calzadas, con estos métodos se logrará la salida y entrada de vehículos dentro de las corrientes de tránsito, produciendo sus inserciones de forma suave, segura y eficaz.

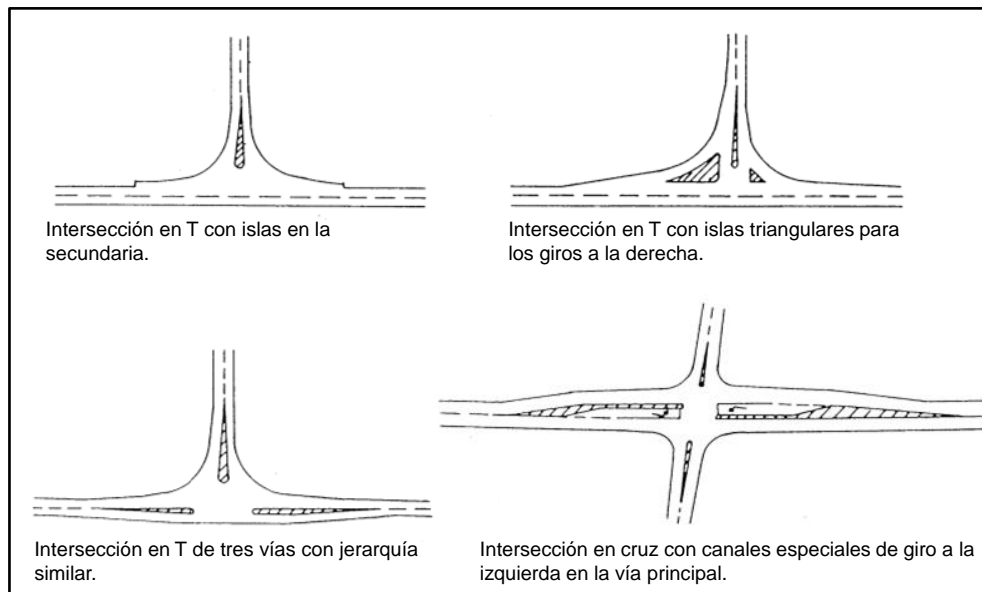


Figura 28. Intersecciones a nivel canalizadas.

Fuente: NORVIAL (1985).

• Intersección controlada por semáforo

Según el Manual de vialidad Urbana (1981), explica que este sistema de intersección, su función es el eliminar los puntos de conflictos mediante el control por dispositivos conocidos como semáforos, donde este aplica

diferentes intervalos de tiempo, para ceder el paso de una de las corrientes de tránsito, mientras los otros volúmenes esperan su lapso de tiempo para ejercer su movimiento rectilíneo o maniobra de cruces.

En este tipo de intersección se puede combinar con diferentes métodos para el control y orientación del flujo vehicular, como rayados para el control de pare, isletas guadoras y canales de refugio, para las maniobras de giro a la izquierda, en la figura 29 se puede observar una intersección típica.

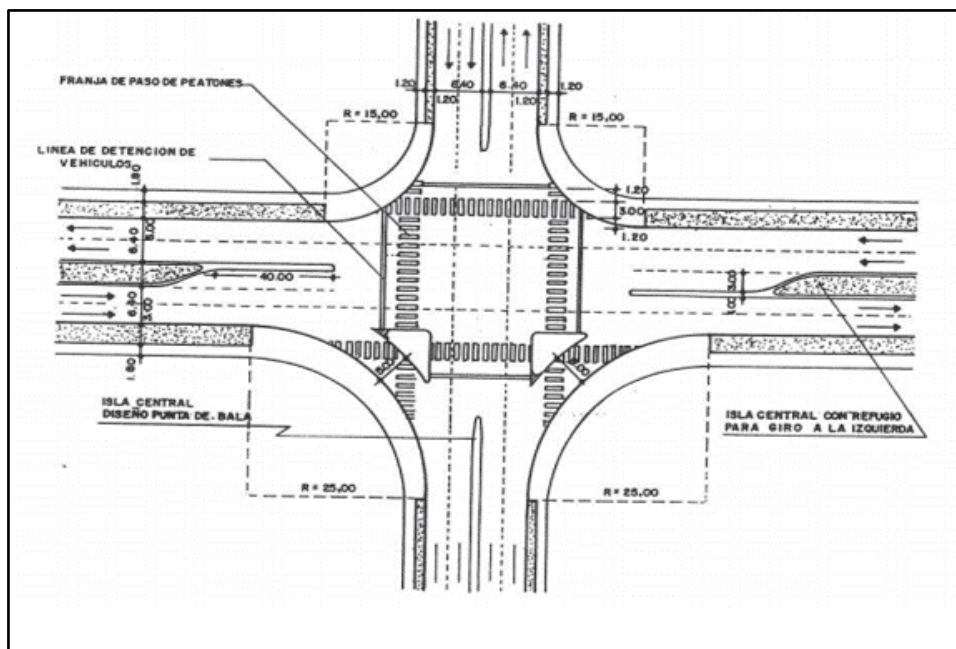


Figura 29. Intersección completa de dos canales por sentido, con separadores físico, con convergencia de vías arterial y colectora controladas por semáforos.

Fuente: Manual de vialidad Urbana (1981).

• Intersecciones rotatorias

El MTC (1997), explica que los:

“Dispositivos rotatorios, son un tipo especial de intersección, intermedio entre los dispositivos a nivel canalizados y los distribuidores de tránsito. Se caracterizan por suprimir los cruces rectos e izquierdos, sustituyéndolos por maniobras

convergentes y divergentes alrededor de una isla central. (p. 195).

Las intersecciones rotatorias, también conocidas como redomas, o rotondas, son considerados distribuidores de tránsito a nivel, cuyas características principales son las siguientes: eliminan la continuidad, elimina la prioridad de todas las vías, reduce la velocidad, y sustituye los giros a la izquierda por maniobras alrededor de la isla central, como se puede observar en la siguiente figura.

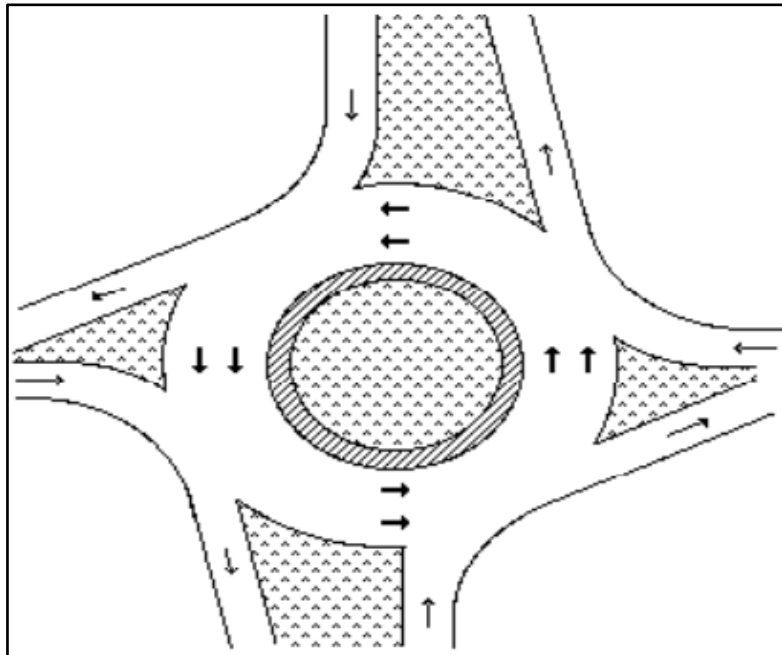


Figura 30. Intersección rotatoria.

Fuente: Normas para el proyecto de carretera MTC (1997).

a) Criterios básicos

La norma considera una redoma adecuada, cuando esta cumpla con los siguientes criterios:

- Cuando las señales de pare o ceda el paso, en la redoma produzcan una demora en los conductores de las vías secundarias, aumentando la fluidez en las vías principales.

- Cuando una redoma produce menos demora, que la que pudiera producir un semáforo.
- Cuando en la intersección, el aforo vehicular dé como resultado que la mayoría de los vehículos giran a la izquierda.
- Se puede reemplazar con una redoma, cuando en las intersecciones en cruz, haya un índice alto de accidentes.

Se considera inapropiado, cuando esta cumpla con los siguientes argumentos:

- No se recomienda cuando las condiciones de topografía o espacio físico, no facilita lograr la geometría deseada.
- Cuando puedan sufrir demoras grandes, por volúmenes de tránsito mayores.
- Cuando dos vías concurrente consecutivas se acercan a su capacidad.
- Estudios determinen que un sistema de semáforo provee mejor nivel de servicio.
- Este tipo de dispositivo, debe estar situado en lugares donde se tenga el suficiente espacio físico.
- Para su diseño se deben adoptar velocidades de proyecto menores a 50 km/hora en la redoma.
- Las dimensiones internas de la redoma y ancho de la calzada van a depender del radio de la isla central, los volúmenes vehiculares, de las velocidades y de la composición del tránsito, por esta razón no siempre la rotonda tiene la forma geométrica circular, pudiese tener forma de ovoide, debido a la diferencia que pueda existir en los volúmenes y velocidad de los vehículos que concurren a la intersección.

- Siempre se debe garantizar la suficiente visibilidad al aproximarse a la redoma, debe existir en sus adyacencias buena iluminación y la suficiente señalización de tránsito.

b) Anchos de calzada convenientes

Sabiendo que las dimensiones de la calzada dependerán del radio de la isla central que se adopte, tomando en cuenta el vehículo tipo, en la siguiente tabla se podrán observar los anchos más convenientes. Según el MTC (1997), “se considera muy inapropiado la necesidad de 3 canales de circulación cuando el radio de giro sea menor de 20 metros”.

Tabla 32. Radios de giro (Anchos más convenientes).

Radio de giro (m)	Vehículo 1 articulado	Vehículo 1 articulado 1 liviano	Vehículo 1 articulado 2 livianos
5	7.6	11.7	-
8	7.1	11.2	-
10	6.7	10.8	-
12	6.5	10.3	-
24	6.2	10.1	-
16	6.0	9.9	-
18	5.9	9.7	-
20	5.7	9.6	13.5
22	5.6	9.5	13.4
24	5.5	9.4	13.3
26	5.4	9.3	13.2
28	5.4	9.2	13.0
30	5.3	9.1	12.9
50	5.0	8.8	12.6
100	4.6	8.4	12.2

Fuente: Normas para el proyecto de carreteras MTC (1997).

c) Isla Central en redoma

Según, El NORVIAL (1985), la isla central es conocida también como “separadores o divisorias, que se construyen para separar el tránsito de

sentido contrario en carreteras de múltiples canales. Deben construirse de modo que contraste en forma clara con los canales de tránsito y que ofrezcan buena visibilidad para los conductores” (p. 219).

Es decir, que la isla central puede cumplir varias funciones, por ejemplo, el control de movimientos de vehículos guiándolos en su sentido, para refugio peatonal y cuando se aplican aberturas en la isla esta puede cumplir la función de refugio para implementar un retorno vehicular.

2.2.6.14 Canal para giro a la izquierda

Según el NORVIAL (1985), menciona que este canal se anexa para que los vehículos puedan realizar la maniobra de cruce a la izquierda, y resalta que en carreteras rurales no es recomendable la incorporación del canal, únicamente se puede anexar al estudiar la velocidad, volúmenes de tránsito, y que sean de dos canales, como se puede observar en la figura 31.

Dicha norma destaca que “en carreteras de dos canales y en vías expresas es indispensable proyectar canales adicionales de giro a la izquierda en las intersecciones a nivel” (p. 258). Es decir, esta debe diseñarse de una manera gradual, con el fin de que los vehículos que hagan uso de ella realicen su giro cómodamente, sin afectar al volumen del tránsito recto.

- **Geometría de los canales de giro:**

La longitud del canal de cambio de velocidad estará formada por la longitud de transición más la longitud de almacenamiento, la longitud de transición es necesaria ya que cuando se introduce un canal adicional para movimientos de giro a la izquierda, deberá hacerse en forma gradual, a fin de facilitar la operación de los vehículos que giran y evitar que estos afecten en tránsito de los demás vehículos, de acuerdo a lo establecido en el NORVIAL (1985).

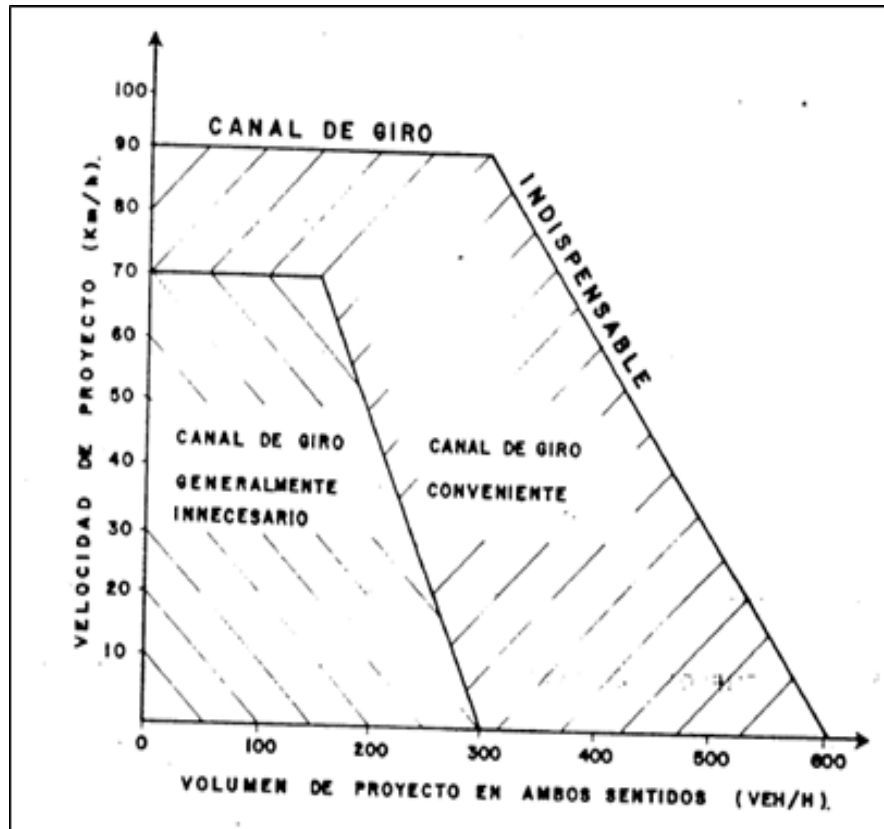


Figura 31. Método gráfico para el análisis de incorporación de canales adicionales de giro a la izquierda.

Fuente: NORVIAL (1985).

Esta transición puede estar formada por una curva seguida de una contracurva o una curva y contracurva enlazada por una recta intermedia y la geometría de estas curvas puede ser circular o parabólica y depende entre otros factores del ancho del canal adicional, de la velocidad de proyecto, la distancia recorrida durante desde el momento desde que el conductor visualiza el obstáculo hasta que aplica los frenos (tiempo de percepción y reacción que equivale a 2,5 seg. promedio según la AASHTO). (Ver valores usuales establecidos en el NORVIAL (1985) en la tabla 33.

Por otro lado, la longitud de almacenamiento como su nombre lo dice, será la longitud necesaria para almacenar a los vehículos que giran por lo que dependerá del volumen de vehículos que giren y no deberá ser menor

de 20 metros. En el caso del ancho del canal deberá seguir los criterios generales de anchos de canales de la vía de acuerdo a la tabla 25. (Ob. Cit. p, 241)

Tabla 33. Longitud de transición.

Velocidad de proyecto (km/h)	50	60	70	80
Longitud de transición (m)	20	25	30	40

Fuente: NORVIAL (1985).

2.2.6.15 Canales para cambio de Velocidad

Los canales de cambio de velocidad solo se aplican en vías divididas y permiten a los vehículos que se incorporan o desincorporan adquirir la velocidad necesaria para hacerlo sin perturbar el flujo vehicular por lo que su longitud estará compuesta por la longitud de transición y la longitud necesaria para la aceleración o deceleración según sea el caso (ver de longitudes más usuales en tabla 34 y 35). Al igual que los canales de giro a la izquierda el ancho seguirá los mismos criterios establecidos en la tabla 25. (Ob. Cit. p, 245).

Tabla 34. Longitud de canal de deceleración.

Velocidad de proyecto (km/h)	Longitud de la transición o cuña (m)	Longitud para situación de "pare"	Total, incluyendo la transición para una velocidad en el ramal de:						
			25	30	40	50	60	80 (km/h)	
60	55	90	80	70	60	55	-	-	
70	60	110	100	90	80	70	60	-	
80	70	140	120	110	100	90	80	-	
100	85	180	150	140	130	110	110	100	
120	100	240	180	170	170	160	140	120	

Fuente: NORVIAL (1985). Editado por los autores (2019).

Tabla 35. Longitud de canal de aceleración.

Velocidad de proyecto (km/h)	Longitud de la transición o cuña (m)	Longitud para situación de "pare"	Total, incluyendo la transición para una velocidad en el ramal de:						
			25	30	40	50	60	80 (km/h)	
60	55	140	120	110	90	-	-	-	
70	65	180	170	150	140	100	-	-	
80	70	240	220	200	190	150	110	-	
100	90	340	320	310	290	260	210	110	
120	110	450	430	410	390	360	300	210	

Fuente: NORVIAL (1985). Editado por los autores (2019).

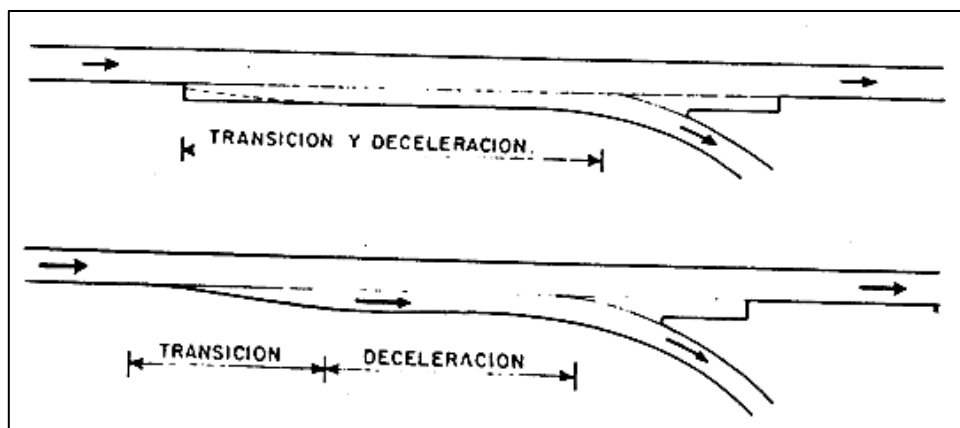


Figura 32. Elementos de un canal de deceleración.
Fuente: NORVIAL (1985).

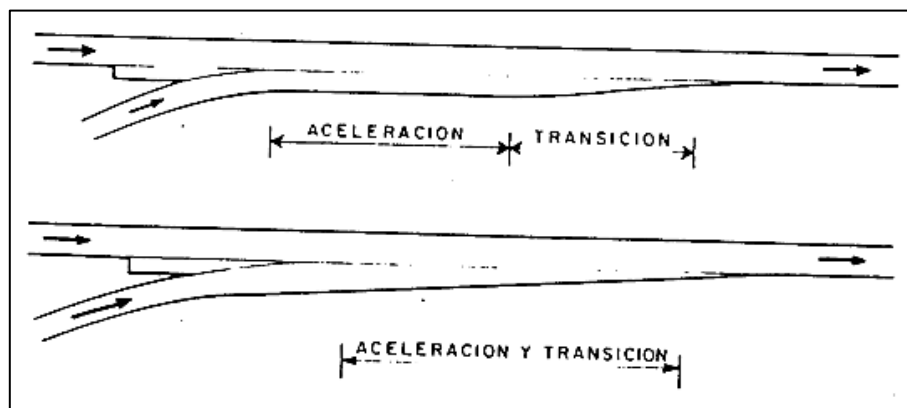


Figura 33. Elementos de un canal de aceleración.
Fuente: NORVIAL (1985).

2.2.6.16 Carreteras de servicio

“Las carreteras de servicios son vías auxiliares locales que se disponen en forma paralela y contigua a autopistas y carreteras principales, para controlar el acceso, interceptando la entrada directa desde los usos adyacentes” (NORVIAL 1985, p. 228). Se puede decir, que son llamadas también vía o calzada de servicio, estas pueden ser unidireccionales o bidireccionales, teniendo como función principal el servir a las propiedades o urbanizaciones que se encuentren en ella.

Según la norma mencionada anteriormente, también comenta que el ancho de esta vía de servicio dependerá del estudio realizado en el área del proyecto, en lugares desarrollados se debe diseñar como una carretera ordinaria, en zonas rurales de poco volumen vehicular podrá diseñarse como canal de pavimento rustico y con un ancho de 6 metros.

2.2.6.17 Diseño visibilidad

El MTC (1997), explica que los elementos geométricos que se utilizan para el diseño de una carretera se deben acoplar con las características físicas del terreno donde se construirá, ya que estas pueden ser rectas, curvas y con pendientes, ofreciendo al conductor un servicio seguro. La visibilidad es definida por la norma, como la distancia que puede tener una vía, en forma ininterrumpida, para ser apreciada por el conductor delante de él, es decir, que la visibilidad va en función a la longitud.

Se debe considerar que la distancia para que el conductor perciba cualquier circunstancia que pueda encontrarse en su recorriendo, como por ejemplo, el de reducir la velocidad por un obstáculo imprevisto, la necesidad de adelantar otro vehículo o el decidir qué acción tomar en situaciones constantes, por ende se debe aplicar longitudes favorables que le permitan realizar maniobras.

- **Visibilidad de frenado**

Según el MTC (1997), deduce que la visibilidad de frenado es la distancia necesaria que debe tener un vehículo para detenerse, esto inicia desde que el conductor observa el obstáculo y deduce que debe frenar. Se considera que un objeto de más de 15 cm de alto obligara al conductor a detener el vehículo, es importante resaltar que todo proyecto vial de cualquier tipo debe diseñarse en base a que en todo su trayecto haya distancia de visibilidad de frenado. Esta distancia está relacionada con los siguientes factores: Tiempo de percepción y reacción del conductor, tipo y estado del pavimento (factores de fricción), velocidad de diseño.

- **Tiempo de percepción y reacción del conductor**

Ha sido estimado en varias oportunidades por AASHTO y ha sido adoptado un valor promedio de 2,5 segundos.

- **Factor de fricción**

Para este factor se han considerado los factores de fricción estática, pavimento húmedo y cauchos de medio uso, es decir, que un vehículo, en una reacción de freno, el factor fricción no es constante. Los valores de la fricción adoptados por AASHTO 1990 se pueden apreciar en la figura 34.

- **Distancia de frenado**

Se conoce como la suma de dos distancias, como lo son:

- Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, (d_r) metros.

$$d_r = 0,694V \quad (\text{Ec. 24})$$

Dónde:

V = velocidad de diseño.

- Distancia recorrida durante la aplicación de los frenos, df (metros).

$$df = v^2 / 254 f \quad (\text{Ec. 25})$$

Dónde:

V = Velocidad de diseño y f = Factor de fricción.

Las distancias de visibilidad de frenado resultantes, sin considerar la influencia de la pendiente, se presentan en la tabla 36.

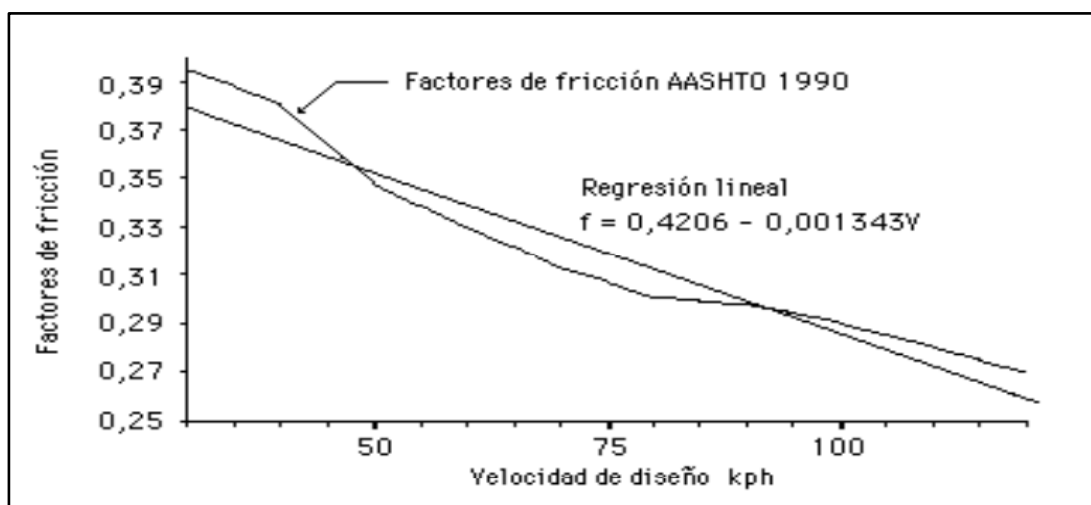


Figura 34. Factor de fricción.

Fuente: Norma para el proyecto de carreteras MTC (1997).

Tabla 36. Distancia de visibilidad de frenado.

Velocidad de diseño Kph	Recorrido en 2,5" (mts)	Factor de fricción	Recorrido frenado (mts)	Distancia calculada (mts)
30	20.82	0.380	9.32	30
35	24.29	0.374	12.91	37
40	27.76	0.367	17.17	45
45	31.23	0.360	22.14	53
50	34.7	0.353	27.85	63
55	38.17	0.347	34.35	73

Continuación de la tabla 36

60	41.64	0.340	41.68	83
65	45.11	0.333	49.91	95
70	48.58	0.327	59.07	108
75	52.05	0.320	69.23	121
80	55.52	0.313	80.46	136
85	58.99	0.306	92.82	152
90	62.46	0.300	106.39	169
95	65.93	0.293	121.26	187
100	69.4	0.286	137.51	207
105	72.87	0.280	155.25	228
110	76.34	0.273	174.58	251
115	79.81	0.266	195.63	275
120	83.28	0.259	218.52	302

Fuente: Elaborada por autores, basada en información de la Norma para el proyecto de carreteras MTC (1997).

2.2.7 Drenaje

Según Pérez y Gardey (2009), la palabra drenaje deriva del francés *drainage* y no es más que la acción de drenar. En este sentido, al hablar de drenaje se hace referencia al sistema de tuberías conectadas entre sí que permiten la expulsión de líquidos provenientes de lluvia o de cualquier otra fuente de una carretera.

Se puede decir, que el sistema de drenaje tiene como objetivo captar, disponer y conducir las aguas de lluvia que se precipitan sobre una zona con la finalidad de evitar daños a personas y propiedades y de igual forma garantizar el adecuado desenvolvimiento de los habitantes durante la

ocurrencia de este fenómeno hidrológico. Para llevar a cabo dicho objetivo se realizan entonces las obras hidráulicas necesarias. Cabe destacar que la vía en estudio carece de un sistema de desalojo de aguas pluviales, por ello la elaboración de un sistema de captación es de gran importancia para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona.

2.2.7.1 Tipo de sistema de drenaje

Arocha (1983), indica que, para la recolección de las aguas negras o servidas y las aguas pluviales, existe el sistema combinado y el sistema unitario. (p. 2)

- El sistema combinado, se basa en el diseño y recolección de ambas aguas tanto servidas como pluviales en un mismo sistema. Debe soportar los caudales de aguas servidas y las que se incorporan mediante canales o sumideros que se encuentran en la vialidad.

- El sistema unitario, consiste en el diseño y recolección de aguas negras y de lluvias por separado, lo que genera tanquillas de empotramiento para aguas servidas y otra red de alcantarillado para aguas pluviales.

Las normas del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) del año 1975, mencionan que el sistema separado es el más usado debido a que además de aplicar distintos tratamientos a las aguas, se puede reutilizar y aprovechar el agua precipitada.

Ya que al hablar de drenaje de carreteras hacemos referencia a las obras hidráulicas necesarias para permitir la disposición y eliminación de las aguas que caen sobre ella con el objetivo de mantener un buen comportamiento de los pavimentos y de la vialidad en general, la evaluación hidráulica del tramo de carretera actual, contempla el sistema de alcantarillado pluvial, por lo que, se incorporaron únicamente obras de recolección de aguas de lluvia para que cumpliera la función de un sistema

separado. En este sentido, las viviendas y edificaciones del sector deben construir sus instalaciones sanitarias de forma tal que las aguas sanitarias sean conducidas hacia la red de alcantarillado sanitario y las de lluvia hacia las distintas obras de la red de alcantarillado pluvial, o lo que es igual hacia las calles donde serán recolectadas en sumideros convenientemente ubicados y posteriormente conducidos hacia su final, a lo que Arocha (1983), expone que:

“Para el diseño eficiente de un drenaje, deben tomarse en cuenta todas las variables que pueden intervenir en la determinación de un gasto de aguas de lluvia acumulándose, por lo que es necesario determinar la magnitud del caudal de las aguas pluviales provenientes de las edificaciones, aunadas a las que reciben las calles directamente, al igual que el incremento progresivo en el sentido de la pendiente de la calle” (p. 204)

2.2.7.2 Diseño de drenaje pluvial

Para diseñar un sistema de recolección de aguas de lluvia es necesario tener en cuenta cuatro factores que se explicaran a continuación como: a) Característica de la zona, b) Curvas de pavimentos, c) Intensidad, duración y frecuencia de las lluvias y d) Estimación del caudal. (Ob. Cit, p. 204)

• Características de la Zona

El tipo de superficie o suelo donde se va a llevar a cabo un diseño de drenaje pluvial, es un factor determinante en dicho diseño, debido a que de ello dependerá la capacidad de escurrimiento del agua precipitada que se estanca en la carretera y por ende la eficacia del sistema de drenaje. Las Normas INOS (citadas en Arocha, 1983, p. 204), establecen de esta forma distintos valores del coeficiente de escorrentía en base al tipo de superficie y a la zonificación de la misma. (Ver tabla 37 y 38)

Tabla 37. Coeficientes de escorrentía.

Características de la Superficie	Coeficiente 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	0,75 a 0,95
Patios pavimentados	0,85
Caminos de grava	0,30
Jardines y zonas verdes	0,30
Praderas	0,20

Fuente: INOS citadas en Arocha (1983). Editado por los autores (2019).

Tabla 38. Zonificación y coeficientes de escorrentía.

Zona	Coeficiente 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
Residencia multifamiliar separada	0,40 a 0,60
Residencia multifamiliar agrupada	0,60 a 0,75
Residencias sub-urbanas	0,25 a 0,40
Zonas industriales	0,50 a 0,80
Parques y cementerios	0,10 a 0,25
Parques de juego	0,20 a 0,35

Fuente: INOS citadas en Arocha (1983). Editado por los autores (2019).

• Curvas de pavimento

Las curvas de pavimento, son las curvas de nivel de una carretera, e indican las diferencias de alturas y por tanto las pendientes e inclinación que tenga la vía. Así, Arocha (1983) expone que se deberá proporcionar una pendiente transversal y longitudinal de la vía con orientación hacia los puntos de recolección o sumideros para que las aguas sean arrastradas por efectos de gravedad y generar un drenaje económico, cómodo y eficaz. (p, 206).

Dicho esto, se puede determinar que la pendiente es directamente proporcional a la velocidad de escurrimiento del agua precipitada y que existe una estrecha relación entre el sistema de drenaje y el sistema vial.

La figura 35 esquematiza las curvas de pavimento y corte transversal de la calle con pendientes en función de los puntos de recolección de aguas pluviales. El manual de drenaje del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 1967), señala los valores mínimos de pendientes longitudinales y transversales en función del drenaje de las aguas sobre la vía (ver tabla 39).

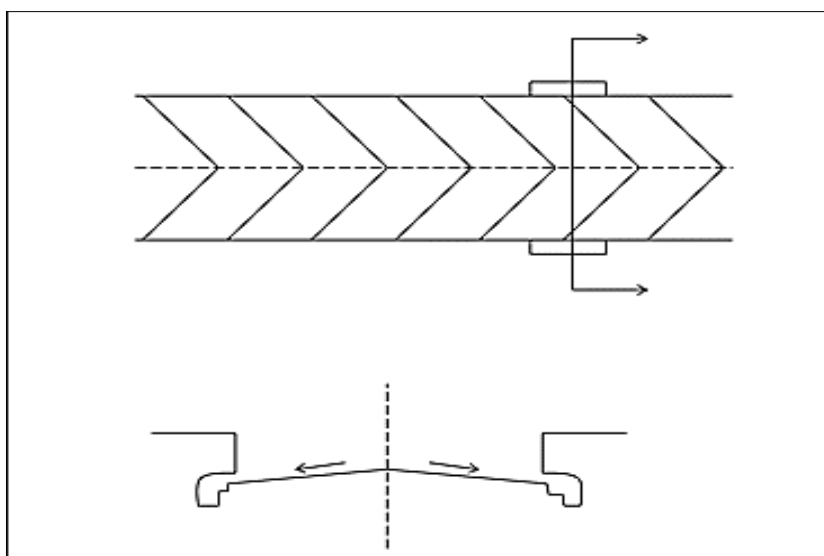


Figura 35. Curvas de pavimento en función del drenaje.
Fuente: los autores (2019).

Tabla 39. Pendientes mínimas de la vía.

Pendientes	Valores mínimos
Longitudinal	0,3%, ya que esto resultaría en estancamiento de las aguas por periodos prolongados
Transversal	Generalmente se toman del orden del 2%, admitiéndose un valor mínimo del 1%

Fuente: Elaborada por los autores (2019), en base a pendientes mínimas del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 1967).

• **Intensidad, duración y frecuencia de las lluvias.**

Las curvas de intensidad – duración – frecuencia son elementos que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia o probabilidad de ocurrencia. Venezuela está dividida en 18 regiones, cada una con su curva de intensidad- duración frecuencia determinada, para efectos de este trabajo de grado, ya que el área en estudio se encuentra en la zona III, En la figura A-8 de anexo, se muestra la curva de intensidad – duración - frecuencia correspondiente a esta área.

a) Intensidad

La intensidad de la lluvia es la tasa promedio de volumen de agua que precipita por unidad de tiempo en una cuenca o sub-cuenca de drenaje particular, y generalmente se expresa en mm/h, mm/min, mm/sg/ha o lt/sg/ha”. (Te Chow, Maidment y Mays, 1994, p. 512). Y el valor de la intensidad, se obtendrá utilizando la curva de intensidad- duración – frecuencia ya mencionada.

b) Duración

La duración de la lluvia es el tiempo comprendido entre el comienzo y el final de la lluvia. Y según Arocha (1983), de acuerdo a la duración de la lluvia, esta puede denominarse lluvia corta cuando la duración es menor de 120 minutos, y larga, cuando dura más de 120 minutos. Dicha duración será igual al tiempo de concentración (t_c) y no deberá ser inferior a 5 minutos (MOP, 1967).

López (1997), expone en cuanto al tiempo de concentración, que este representa el tiempo que tarda en recorrer la distancia 1-2 la partícula de agua precipitada en 1 y debe ser de 30 minutos como mínimo. Vendrá dado por la ecuación 26.

$$T_c = 0.0195 \frac{L^3}{H}^{0.385} \quad (\text{Ec. 26})$$

Donde:

TC =Tiempo de concentración

L = Longitud del recorrido (m)

H = Diferencia de elevación (m)

c) Frecuencia

Para diseñar un drenaje, es necesario seleccionar el tiempo o frecuencia con que ha ocurrido o podría ocurrir nuevamente una lluvia de determinada intensidad, lo que dependerá del grado de protección que se desee ofrecer, del valor económico y de las características de la zona.

Arocha (1983), denota la frecuencia como la relación entre el número de años registrados y el número de veces que ha ocurrido una lluvia de cierta magnitud en ese determinado periodo de tiempo, por lo que dependerá principalmente del mayor tiempo de registros disponibles.

$$f = \frac{\text{Nro de Años}}{\text{Nro de Veces}} \quad (\text{Ec. 27})$$

El manual de drenaje del MOP (1967), establece que para el cálculo del caudal de aguas de lluvia se estimen las frecuencias siguientes:

Tabla 40. Frecuencia, probabilidad de ocurrencia

Zona	Frecuencia
Zonas residenciales	2 a 5 años
Zonas Comerciales y de elevado valor	5 a 15 años
Obras de canalización de cursos naturales, ríos o quebradas	50 años o mas

Fuente: Manual de drenaje del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 1967).

• Estimación del caudal

Según el Ministerio de Obras Públicas (1967), “ el gasto de diseño para las obras de drenaje de cuencas menores de 500 Has., será estimado siguiendo el “método racional” (p. 19), sobre el cual Te Chow, Maidment y Mays (1994) señalan lo siguiente:

“El método racional es el método más utilizado debido a su simplicidad y sostiene que si una lluvia de intensidad i empieza en forma instantánea y continúa en forma indefinida, la tasa de escorrentía continuara hasta que se llegue al tiempo de concentración t_c , en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo en la salida. El producto de la intensidad de la lluvia (i) y el área de la cuenca (A) es el caudal que entrara al sistema iA , y la relación entre este caudal y el caudal (Q), se conoce como el coeficiente de escorrentía (C) tal como se expresa en la siguiente formula” (p. 510).

$$Q = C \times i \times A \quad (\text{Ec. 28})$$

2.2.7.3 Componentes del sistema de alcantarillado pluvial

La Comisión Nacional del Agua de México (2009), describe que los componentes principales de un sistema de alcantarillado son los siguientes:

- **Estructuras de captación:** Los sumideros son una de las estructuras diseñadas para captar las aguas pluviales. Su función es recolectar dichas aguas encontradas en la superficie del terreno, por medio de la conducción de canales. También son enviadas las aguas pluviales captadas por las conexiones domiciliarias que son trasportadas por medio de gravedad a los sumideros; cabe destacar que dichas estructuras son diseñadas con rejillas para evitar que materiales obstruyan el paso del agua para su debida captación.

- **Estructuras de conducción:** Son estructura por conductos cerrados y abiertos conocidos como tuberías y canales, su función es conducir las

aguas recolectadas por los sumideros a un punto final, sea un sitio de tratamiento o de vertido.

- **Estructuras de conexión y mantenimiento:** Estas estructuras son importante ya que son las encargadas de conectar varias tuberías que forman el sistema de distribución; éstas pueden ser de diferentes diámetros o material. Las estructuras de conexión y mantenimiento son conocidas como bocas de visita, poseen un espacio suficiente para que una persona baje hasta el nivel de las tuberías y pueda maniobrar durante la limpieza e inspección de los conductos.

- **Estructuras de vertido:** Son estructuras terminales que protegen y mantienen libre de obstáculos la descarga final del sistema de alcantarillado, su función es evitar posibles daños en el tramo final de la tubería, que pueden ser causados por la corriente a donde descarga el sistema o por el propio flujo de salida de la tubería.

- **Instalaciones complementarias:** Estas instalaciones no necesariamente forman parte de un sistema de alcantarillado, pero cabe destacar que pueden ser importantes en algunos casos incorporarlas para su correcto funcionamiento y evitar cualquier daño que éstas puedan solventar. Entre ellas se tiene a las plantas de bombeo, plantas de tratamiento, estructuras de cruce, vasos de regulación y de detención, disipadores de energía, etc.

- **Disposición final:** Se le llama disposición final al destino que se le dará al agua captada por un sistema de alcantarillado, cabe destacar que la disposición final no es una estructura que forme parte del mismo, sin embargo, representa una parte fundamental del proyecto de alcantarillado. Su importancia radica en que, si no se define con anterioridad a la construcción del proyecto el destino de las aguas residuales o pluviales,

éstas pueden provocar graves daños al medio ambiente e incluso a la población servida o a aquella que se encuentra cerca de la zona de vertido.

- **Estructuras de captación**

- a) Ubicación**

Las estructuras de captación deben ser convenientemente ubicadas, lo que dependerá principalmente de las cantidades de precipitación de la zona y de las pendientes de la misma, pudiendo el proyectista iniciar ubicando tentativamente sumideros al observar las pendientes de la carretera.

Arocha (1983), expone que en ciertos casos, la ubicación del sumidero está determinada por las siguientes consideraciones: (p. 211).

- Puntos abajo y depresiones de 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 calzadas.
- 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.

El INOS (citado en Arocha 1983), establece como zona inundable una franja de 1,5 metros en la calzada en su ancho. Y conociendo las pendientes, mediante la ecuación de Manning que se observa a continuación se puede determinar el ancho mojado y la altura en la acera o cuneta. En la figura 36 se observan estos elementos y como la pendiente puede incrementarse en el borde cuando se introduce la cuneta.

La ecuación de Manning se traduce así en la siguiente fórmula para calcular la capacidad de calles:

$$Q=0,00175 \times \frac{Z}{n} \times Y^3 \times S_o^{1,49} \quad (\text{Ec. 29})$$

Donde:

Q: litros/segundos.

Z: inverso de la pendiente transversal.

n: coeficiente de Manning.

S: pendiente longitudinal.

Y: profundidad máxima en cm.

López (1997), señala que una vez alcanzada la capacidad de la calle se deben colocar sumideros (p, 76).

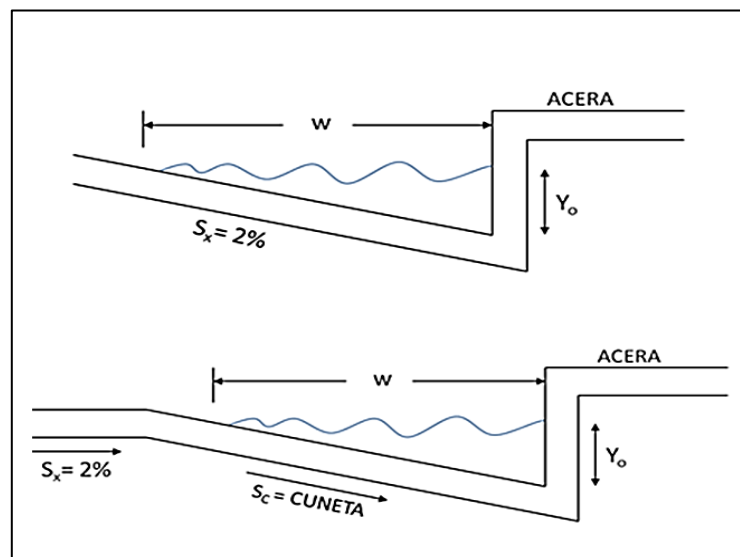


Figura 36. Capacidad hidráulica de la carretera.

Fuente: los autores (2019).

b) Dimensiones y Tipos de sumideros

Una vez seleccionada la ubicación de cada uno de los sumideros, se procede a seleccionar el tipo de sumidero a utilizar, tomando como base las

características de la vía, el grado de eficiencia del sumidero, la capacidad de captación y acumulación de sedimentos. Y el dimensionado del mismo dependerá principalmente del caudal de agua para el que se diseña.

Según el Ministerio de Obras Públicas (1967), se pueden considerar tres tipos de sumideros, los sumideros de ventana, de rejilla y mixtos cuyas ventajas y desventajas se describen a continuación en la tabla 41 (p. 103). (Ver sumideros de rejillas y de ventana en las figuras 37 y 38)

Tabla 41. Ventajas y desventajas de los distintos tipos de sumideros

Tipo de Sumidero	Ventajas	Desventajas
Ventana	<ul style="list-style-type: none"> • De fácil operación y mantenimiento ya que evitan el arrastre y depósito de sedimentos. • Se adapta a los brocales, aceras e islas centrales por lo que no afecta la calzada y no interfiere directamente con el paso de vehículos o personas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Si no existen las depresiones baja la eficiencia e interfiere con el tránsito en vías rápidas. • Si la pendiente es muy pronunciada su longitud puede resultar imposible de construir o muy costoso.
Rejillas	<ul style="list-style-type: none"> • En pendientes pronunciadas captan el agua en distancias menores que los de ventana. • Se utilizan en lugares donde no es recomendable depresiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultan el tránsito de vehículos y peatones. • Se obstruyen fácilmente por arrastres o basuras.
Mixtos	<ul style="list-style-type: none"> • Su eficiencia aumenta por estar constituidos de sumideros de ventana y de rejilla. 	<ul style="list-style-type: none"> • No existen suficientes datos sobre capacidades y comportamiento por lo que no se pueden establecer criterios de diseño al respecto.

Fuente: Elaborada por los autores (2019), basado en ventajas y desventajas indicadas en el Manual de Drenaje del MOP (1967).

A continuación, se detallan las condiciones de diseño con las que debe cumplir el sumidero de ventana. En el Manual de Drenaje del MOP (1967), todos los sumideros deben contar con las siguientes características generales:

El tope del tubo de salida debe ser colocado al menos 0,25 metros por debajo del nivel inferior de la ventana. Este borde

libre de 0,25 m., toma en consideración la compensación de las pérdidas causadas por turbulencia y la basura flotante. Cuando el tubo de salida funcione lleno o casi lleno se deberá añadir al mínimo de 0,25m la pérdida por entrada en el tubo de salida. El fondo del sumidero deberá tener una pendiente no menor de 2%, hacia la salida. Cuando una tubería continúa a través del sumidero, el fondo del mismo deberá ser un canal semicircular. (p. 109)

Estos podrán estar ubicados en pendientes o en puntos bajos y sus características y condiciones variarán según sea el caso como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 42. Condiciones de los sumideros en pendientes y en puntos bajos.

Sumideros en pendientes	Sumideros en puntos bajos
<ul style="list-style-type: none"> • Funcionaran como vertederos laterales con carga variable. • La capacidad del sumidero disminuye con el aumento de la pendiente longitudinal y aumenta su longitud y la depresión de la ventana, con la pendiente transversal de la calzada. • La pendiente transversal en los brocales-cunetas deberá ser la mayor probable, (hasta 8%), pues de esta forma se concentrará el flujo contra el brocal aumentando la capacidad del sumidero. La franja de mayor pendiente no debe tener más de 0,60m de ancho. • El ancho de la ventana no debe limitarse de forma que no dificulte el tránsito de vehículos y peatones, ya que una depresión con un ancho mayor a 0,60 metros, tiende a ser evitada por los conductores lo cual ocasiona perjuicios al buen funcionamiento de la vía. Las depresiones de las ventanas de los sumideros en las islas centrales no deben tener más de 0,30 metros de ancho. • La capacidad se puede determinar con el grafico A-9, A-10 y A-11 en anexos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionaran como vertederos y el diseño debe ser realizado para que la ventana no opere sumergida • Las dimensiones de la ventana y de la depresión de los sumideros deberán determinarse a partir de los gastos estimados y de acuerdo con el límite permisible de inundación como se observa en la tabla 43 • Considerando los efectos negativos de la inundación en un punto bajo, la cual puede ser ocasionada por la tendencia a la sedimentación en estos puntos y subsecuente obstrucción del sumidero, es conveniente proyectar sumideros adicionales aguas arriba del punto bajo a una elevación tal que la inundación se limite a la zona indicada. • La capacidad se puede determinar con el grafico 36.

Fuente: Manual de drenaje MOP (1967).

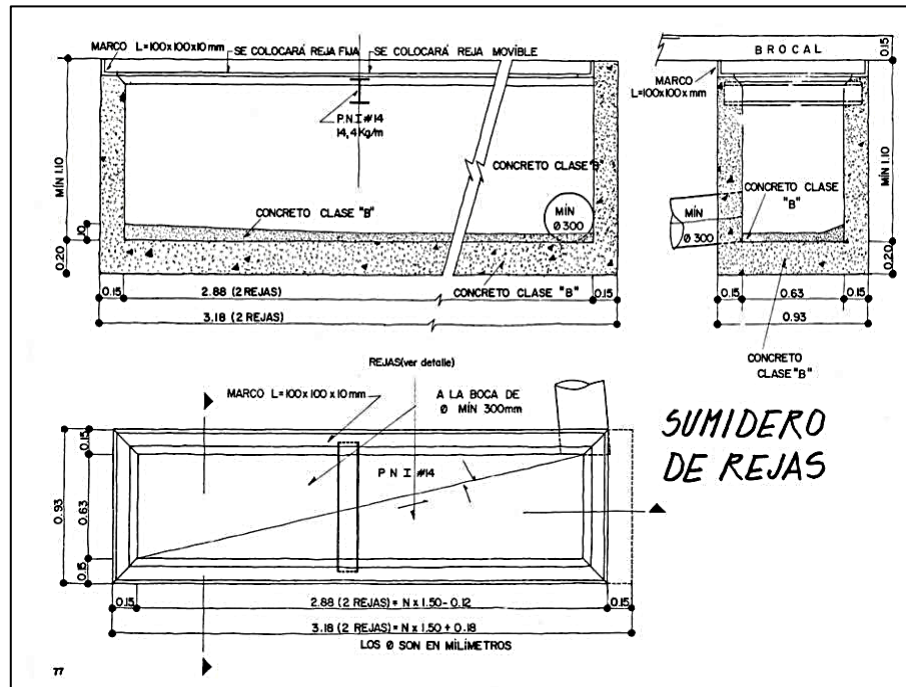


Figura 37. Sumidero de Rejas.
Fuente: Cartilla de Urbanismo de López (1997).

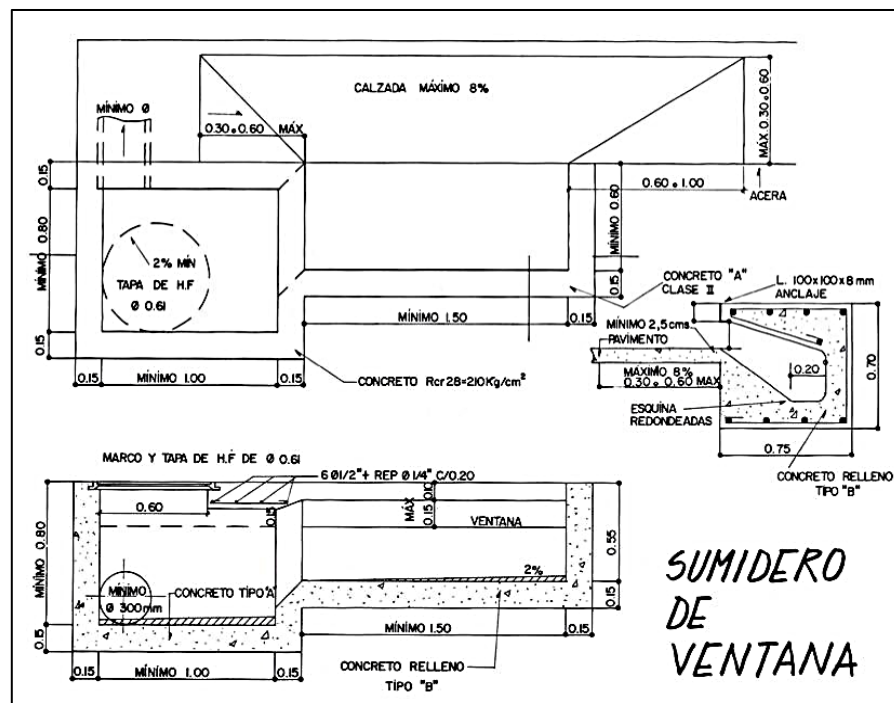


Figura 38. Sumidero de Ventana.
Fuente: Cartilla de Urbanismo de López (1997).

Tabla 43. Límite de inundación permisible

Características del drenaje	Límite de zona inundable
Brocales y cunetas	Un metro y medio del ancho de la calzada.
Sumideros ubicados en puntos bajos y depresiones	Un metro y medio del ancho de la calzada.
Ventanas en la isla central	Un metro del ancho de la calzada.

Fuente: Manual de drenaje MOP (1967).

• Estructuras de conexión y mantenimiento

En los colectores de aguas negras, así como en los de aguas de lluvia, deben existir estructuras que permitan la inspección y limpieza, conocidas como bocas de visita y generalmente están constituidas por tres partes: la base, los cilindros y el cono superior. (Arocha, 1983, p. 8).

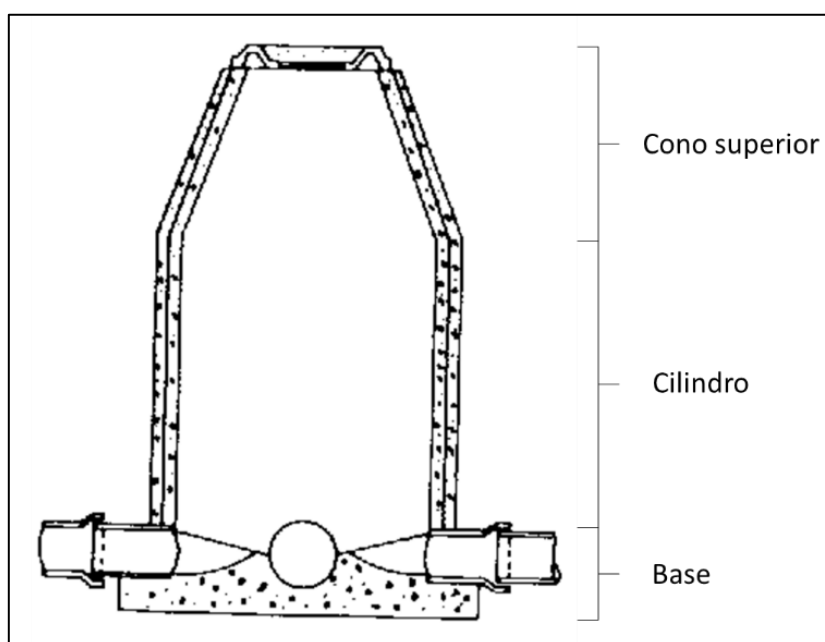


Figura 39. Elementos de una boca de visita.
Fuente: Cloacas y Drenaje de Arocha (1983).

Las bases generalmente son de concreto vaciado en sitio armado o sin armar, el cilindro central se construye con anillos prefabricados de 1.5m de

diámetro y longitudes de 0,30, 0,60 y 0,90 metros, y el cono superior termina con un diámetro de 60cm en el cual generalmente se apoya la tapa de hierro fundido (ob. cit. p. 198).

Existen 7 tipos distintos de bocas visita, según las Normas e instructivos para el proyecto de alcantarillado del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (1975) y su uso dependerá de la profundidad y diámetro de los colectores que en él convergen como se observa en la siguiente tabla y figuras en anexos.

Tabla 44. Límite de inundación permisible.

Tipo	Uso
Tipo Ia	Profundidades mayores a 1,15 metros con respecto al lomo del colector menos enterrado, y hasta profundidades de 5m, con respecto a la rasante del colector más profundo. (Ver figura A-13 de anexo).
Tipo Ib	Para profundidades mayores de 5m, con respecto a la rasante del colector más profundo. (Ver figura A-14 de anexo).
Tipo Ic	Se utilizará cuando la diferencia de cotas entra la rasante del colector de llegada y el de salida sea de 0,75 a 1,2 metros en función de los diámetros de los colectores de llegada de 20 a 69 centímetros. (Ver figura A-15 de anexo).
Tipo II	En los casos en que el lomo de la tubería menos enterrado esté a una profundidad igual o menor de 1,15 metros para colectores de hasta 0,45 metros de diámetro. (Ver figura A-16 de anexo).
Tipo III	Se utilizará en iguales casos que el anterior, pero para colectores de 0,53 metros a 1,07 metros de diámetro. (Ver figura A-17 de anexo).
Tipo IVa Tipo IVb	Se empleara para colectores de diámetro igual o mayor de 1,20 m (48") y profundidades hasta 5m. (Ver figura A-17 y A-18 de anexo).

Fuente. Elaborado por los autores (2019), basada en información del INOS (1975).

a) Ubicación de las bocas de visita

De acuerdo con el Ministerio de Obras públicas, se requiere colocar bocas de visita o estructuras de conexión y mantenimiento para las tuberías en los puntos siguientes:

- En el comienzo de todo colector

- En toda intersección de colectores del sistema
- En los cambios de diámetro de la tubería
- En los puntos donde la pendiente disminuye abruptamente
- En las curvas agudas o entre curvas continuas

• Estructuras de conducción

La conducción de las aguas de lluvia hacia el punto de disposición final, se hace mediante colectores o conductos para lo que hay que tener en cuenta ciertas las siguientes consideraciones que menciona Arocha (1983):

- Los sedimentos arrastrados son de mayor peso que los sedimentos que de las aguas negras, por lo que la velocidad mínima para estos colectores será de 0,75 m/seg.

- El diámetro mínimo a usar en colectores pluviales es de 0,25 metros (10")

- La pendiente de los colectores debe proyectarse en función de un mejor arrastre de los sedimentos y de la capacidad del colector, en la medida de lo posible paralelo a la pendiente del terreno y en caso de terreno horizontal o con pendiente contraria se colocará con pendiente mínima como se observa en la figura 40 y la tabla 45.

- La profundidad de los colectores dependerá de la pendiente mínima que se debe tener para el mejor arrastre y del análisis económico que permita seleccionar la solución más económica. Y en todo caso se deben señalar en los perfiles los puntos de cruce con los colectores cloacales

- Generalmente están ubicados a un lado de la calzada para mayor economía y facilitar el mantenimiento. Usualmente se ubican en aceras,

hombrillos, islas centrales y la mitad de un canal de tránsito. (Véase figura 41 y 42).

El caudal que se le asigne al colector no es necesariamente la suma de los gastos de diseño que recoja, sino que es una cantidad menor ya que aumenta el tiempo de concentración y disminuye la intensidad de la lluvia de diseño. (MOP, 1967, p. 111).

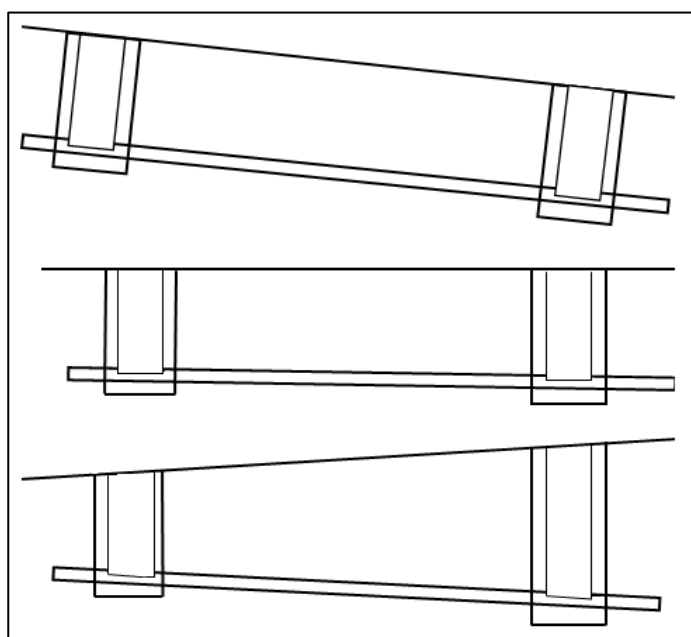


Figura 40. Pendiente del colector.
Fuente: Cloacas y Drenaje de Arocha (1983).

Tabla 45. Pendientes en los colectores.

Diámetro		Pendiente mínima	Pendiente máxima
10"	25cm	3 ‰ Por mil	225 ‰ Por mil
12"	30cm	2.5 ‰	175 ‰
15"	38cm	2 ‰	130 ‰
18"	46cm	1.5 ‰	105 ‰
21"	53cm	1 ‰	84 ‰

Fuente: Cartilla de Urbanismo, López (1997).

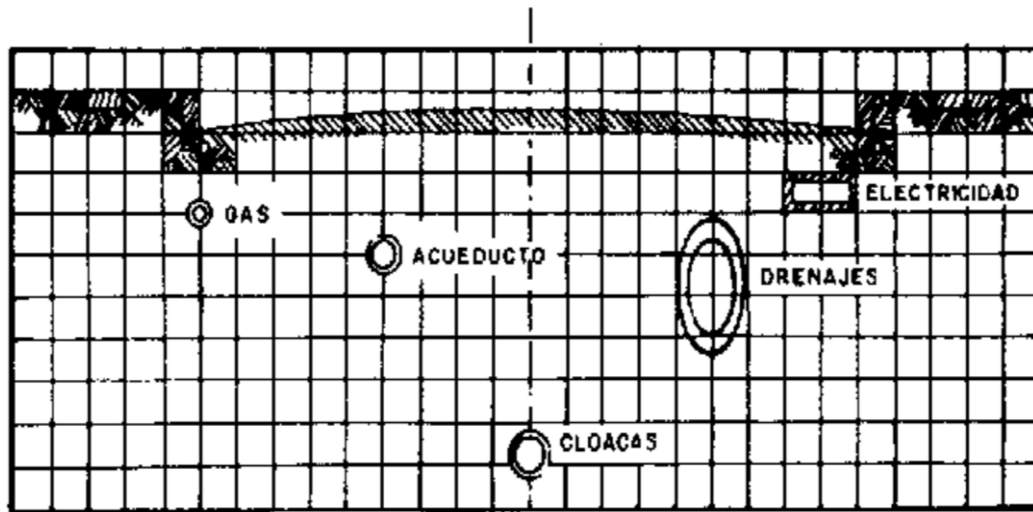


Figura 41. Ubicación relativa de los colectores de agua de lluvia.
Fuente: Cloacas y Drenaje de Arocha (1983).

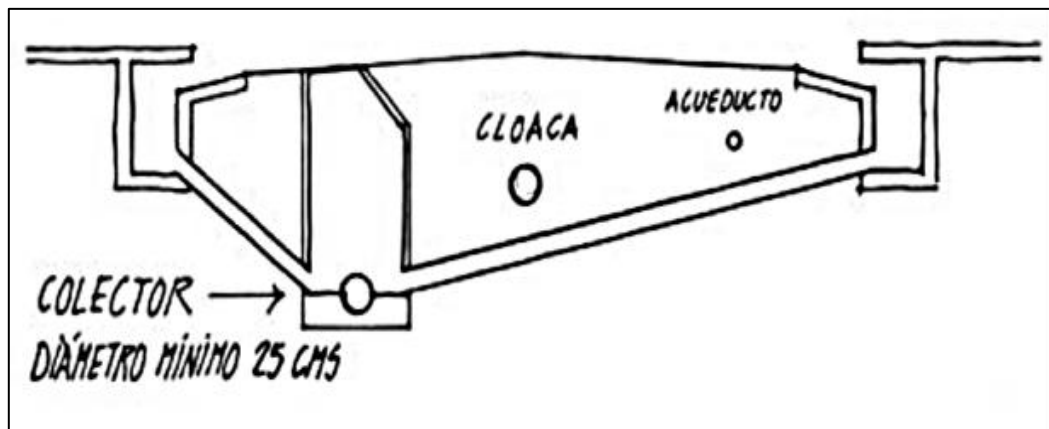


Figura 42. Ubicación relativa de los colectores de agua de lluvia.
Fuente: Cartilla de Urbanismo de López (1997).

López (1997), señala que el cálculo de la capacidad de conducción de un colector se hace mediante la ecuación de Manning:

$$C = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (\text{Ec. 30})$$

Donde:

C= Capacidad del colector a sección llena

n= coeficiente de rugosidad de Manning (en función del material del colector).

A= área de la sección Transversal del colector

R= radio hidráulico = A/P (Ec. 31)

P= perímetro mojado (perímetro de la circunferencia)

I = pendiente del colector

El valor de "C" debe ser mayor que el caudal Q, para verificar que el diámetro de colector elegido es el adecuado y en caso distinto se deberá aumentar el diámetro y por tanto aumentaría la capacidad del colector.

Arocha (1983) indica que, "los valores del coeficiente de rugosidad "n" dependerán del material de conducto, de la sección, de las irregularidades del colector, y su cuantificación es difícil e imprecisa, habiendo sido determinado experimentalmente por diversos investigadores con resultados diferentes". (p. 68). Así, López (1997) ofrece los valores de la tabla 46, Chow (1959) los valores de la tabla 47, y Arocha explica que para tuberías de concreto de hasta 21" (53cm) se aplican valores de $n = 0.015$, para tuberías de concreto con diámetros mayores se aplica $n = 0.013$, para tuberías de arcilla vitrificada pueden estimarse valores de $n = 0.010$ a 0.011 y tuberías de material plástico PVC y otro, valores de n menores (0.009).

Tabla 46. Valores de "n" según Lopez.

Material	Valores de "n"
Concreto Liso	0.012
Concreto Rustico	0.017
Asfalto	0.014
Gaviones	0.033
Tierra sin vegetacion	0.022
Tierra con hierba	0.030
Tierra con poca maleza	0.027
Fondo Canto Rodado	0.040

Fuente: Cartilla de Urbanismo. López (1997).

Tabla 47. Valores de “n” según Chow.

Material	Coefficiente de rugosidad de Manning típico
Concreto	0.012
Fondo de grava con lados de:	
• Concreto	0.020
• Piedra	0.023
• Rirap	0.033
Canales Naturales:	
• Limpios y rectos	0.030
	0.040
• Limpios y curvos	0.050
• Curvos con hierbas y piscinas	0.100
• Con matorrales y arboles	
Planicies de Inundacion	
• Pastos	0.035
	0.040
• Cultivos	
• Hierbas y pequeños matorrales	0.050
	0.070
• Matorrales densos	
Arboles densos	0.100

Fuente: Chow. (1959).

a) Cunetas

Según Pérez (2017), se conoce como cuneta a las zanjas que son trazadas en el plano longitudinal y se encuentran en ambos lados de la carretera. Tienen como objetivo la recolección y conducción de las aguas pluviales para evitar inundaciones sobre la calzada que utilizan los vehículos para circular, se pueden encontrar revestidas o sin revestir, abiertas en el

terreno. Es importante mencionar que la cuneta debe permanecer sin residuos de desechos para que pueda cumplir con dicha función.

Serán del tipo triangular, trapezoidal o rectangular, siendo las más usuales las de sección triangular (Véase figuras 43, 44, 45, 46 extraídas del NORVIAL 1985). Para determinar la capacidad de conducción se utilizará el principio del flujo en canales abiertos usando la ecuación de Manning:

$$Q = A \times V = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (\text{Ec. 32})$$

Donde:

Q= Caudal

1/n= coeficiente de Strickler (K)

n= coeficiente de rugosidad de Manning (en función del material del canal).

A= área de la sección

R= radio hidráulico (área entre el perímetro mojado, Ec.31)

P= perímetro mojado

S= pendiente del fondo (m/m)

b) Canales

Cuando por razones de cota, no es posible colocar colectores para la descarga final, el drenaje puede ejecutarse mediante canales, estos pueden estar revestidos de concreto o sin revestir al igual que las cunetas. Las secciones pueden ser rectangulares y trapezoidales (ver figura 47 y 48 establecidas en el NORVIAL 1985). La capacidad de conducción se calculará mediante el método racional o al igual que los colectores y cunetas mediante la ecuación de Manning, con su determinada adaptación:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (\text{Ec. 33})$$

Donde:

n = coeficiente de rugosidad de Manning (en función del material del canal).

A = área de la sección mojada

R = radio hidráulico

P = perímetro mojado

S = pendiente de la línea de energía igual a la pendiente longitudinal del terreno.

Según el MOP (1967), la frecuencia de estos proyectos será de cinco, diez o quince años y el diseño de estos canales consiste en determinar el diseño más adecuado con alineamientos verticales que no causen derrames y en especificar el tipo de recubrimiento necesario para proteger los canales de la erosión. La pendiente del canal usualmente es dada por la pendiente de la carretera y se recomiendan pendientes longitudinales mayores al 0.002 y velocidades mayores a 0,9 m/s para evitar la sedimentación, en cuanto a los alineamientos, estos deben ser tan suaves como lo permita la carretera.

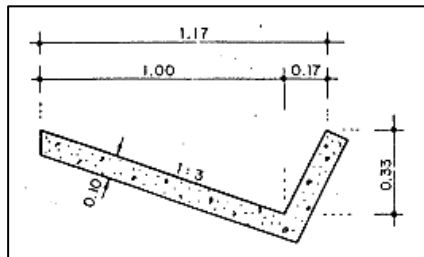


Figura 43. Cuneta tipo "A".

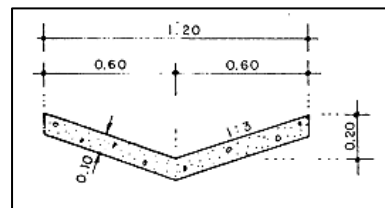


Figura 44. Cuneta tipo "B".

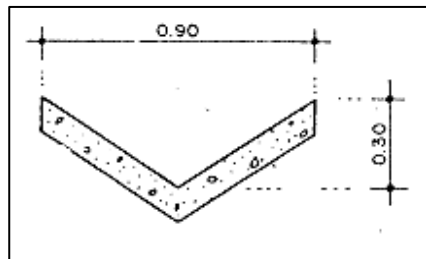


Figura 45. Cuneta tipo "C".

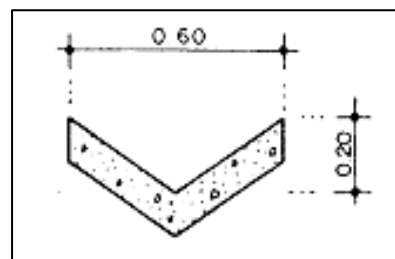


Figura 46. Cuneta tipo "D".

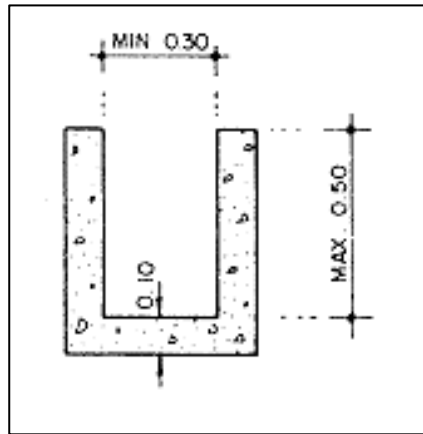


Figura 47. Canal rectangular.

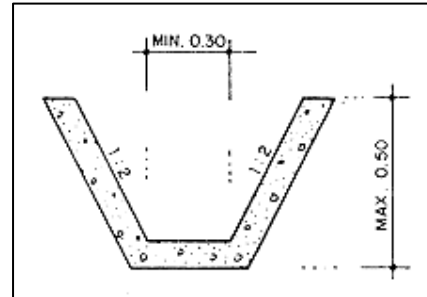


Figura 48. Canal trapezoidal.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1 Tipo de Investigación

Con respecto al tipo de investigación de campo, Arias (2012) señala que la investigación de campo, consiste en recolectar información directamente del sitio de los hechos, e indica que el tipo de investigación documental, consiste en recolectar la información de fuentes documentales o materiales expuestos por otros investigadores.

Partiendo de esto, se puede establecer que esta investigación fue de campo y documental, ya que la información fue obtenida directamente del sitio de los hechos, tal y como se presentan. En este caso, se trasladó a la prolongación de la avenida Jesús Subero específicamente al sitio en estudio, para determinar las carencias, fallas y deficiencias de la misma. De igual forma, fue en parte documental ya que se indagó en fuentes documentales como normas y manuales para solucionar el problema.

3.2 Nivel de Investigación

Al hablar del nivel de investigación descriptiva, Arias (ídem), indica que éste tipo de investigación consiste en determinar las características del objeto de estudio para de esta forma entenderlo de la mejor manera. En este punto, según el nivel de investigación, ésta fue de tipo descriptiva, ya que a partir de modelos teóricos definidos se levantó la información de la situación actual de la avenida en cuestión, y se describieron y se aplicaron los distintos métodos de diseño para a dar solución a cada una de las problemáticas encontradas.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Arias (1999), menciona que “las técnicas de recolección de datos son las distintas formas de obtener información” (pág.53). Se puede decir que las técnicas e instrumentos de recolección de datos son el conjunto de procedimientos que se emplearon para la obtención de la información, es decir, el cómo. Así, para la recopilación de datos utilizados en la elaboración de la investigación se utilizaron las siguientes técnicas:

3.3.1 Observación directa

Esta técnica se empleó, al hacer uso de los sentidos como la vista, el oído, entre otros para realizar un diagnóstico y hallar e identificar todas las posibles irregularidades que posee la prolongación de la avenida en cuestión en cuanto a su geometría e hidráulica.

3.3.2 Entrevista no estructurada

En el proyecto de investigación, se aplicaron entrevistas no estructuradas, donde el entrevistador mantuvo una conversación con personas seleccionadas como muestra descrita en la sección 3.4 más adelante, para determinar cómo se comporta el drenaje de la avenida cuando ocurren precipitaciones y la geometría al realizar maniobras de giros, entre otras. Según Arias (2012), para la entrevista no estructurada se deben establecer previamente objetivos, por lo que en primer lugar se establecieron los siguientes:

- Determinar el comportamiento del sistema de drenaje del tramo de avenida cuando ocurren precipitaciones.
- Detectar las fallas geométricas del sitio en estudio de acuerdo a la percepción y punto de vista de las personas que hacen vida en la zona.

3.3.3 Revisión Documental

En la realización de este proyecto se consultaron distintas leyes, normas, bibliografías y trabajos de investigación hechos anteriormente por otros autores con relación al tema, que fueron útiles para el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.

3.4 Población y muestra

“La población muestreada, es la porción finita de la población objetivo o a la que realmente se tiene acceso y de la cual se extrae una muestra representativa” (Arias, 2012, p. 83). En el presente trabajo de grado la población estuvo representada por los habitantes de la zona, que hacen uso de la Av. Jesús Subero frecuentemente.

Por otro lado, cuando es imposible seleccionar la totalidad de la población, se recurre a la selección de una muestra, mediante el proceso de muestreo, se describen distintos tipos, entre los que se destaca el muestreo aleatorio al azar simple, que consiste en un proceso donde todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados, ya que como su nombre lo indica se hace al azar. (Ob. Cit, p. 85). Así, la muestra estuvo compuesta por un total de 20 personas que habitan en la zona seleccionadas aleatoriamente, para conocer su opinión con respecto a la situación actual de la Av. Jesús Subero.

3.5 Instrumentos de recolección de datos

Para recolectar y obtener la información de las distintas fuentes, se hizo necesario el uso de las siguientes herramientas e instrumentos:

- El cuaderno de notas
- La escala de estimación, presentada en el anexo B.
- Mapas

- Brújula
- Dispositivos mecánicos como cámaras fotográficas, teléfonos celulares inteligentes con sistema operativo Android y iOS, reloj con temporizador, etc.
- Computadora portátil con sus respectivos medios de almacenaje.
- Herramientas de medición como cinta métrica, odómetro, distanciómetro laser, entre otros.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

4.1 Evaluación geométrica e hidráulica

Para evaluar las características de una zona en particular, el primer paso a llevar a cabo es la recopilación de información y recaudación de los datos de la misma ya que, partiendo de las condiciones actuales, se busca la mejora de estas sin afectar las áreas adyacentes. Es así, como se inició la búsqueda de cualquier tipo de información de este tramo de la Av. Jesús Subero mediante:

- Visitas de campo al área en estudio para observación y realización de la escala de estimación (anexo B).
- Opinión de los usuarios mediante las entrevistas no estructuradas.
- Recolección de datos en entes nacionales, estatales y municipales con conocimiento al respecto.
- Análisis y estudio de fuentes bibliográficas.

En este sentido, se buscó información en la oficina de planificación municipal de la Alcaldía del Municipio Simón Rodríguez y se encontró el Plan de desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa, producto de un convenio entre los consejos municipales de los distritos Simón Rodríguez y Guanipa, CORPOVEN y MINDUR, alrededor del año 1988. En este plan, donde se describen las características de la Av. Jesús Subero en esa época, en la que era conocida como “Carretera Veá” y se planifica el desarrollo urbano del municipio y de la carretera hasta el año 2000.

Del mismo modo, en función del objetivo general de este trabajo de grado, basándose en lo establecido en las Normas Venezolanas de Vialidad NORVIAL (1985) y la norma para el diseño de carreteras MTC (1997), se evaluaron las condiciones descritas en ese plan de desarrollo urbano local, para determinar si habían variado en función del tiempo transcurrido, e igualmente se determinaron nuevas características.

4.1.1 Ubicación

Principalmente se determinó que la ubicación de esta avenida ha sido un tema polémico entre los habitantes del municipio Simón Rodríguez y del municipio San José de Guanipa del estado Anzoátegui, ya que muchos aseguran que esta se encuentra ubicada en su totalidad en el municipio Simón Rodríguez, mientras que otros indican que es parte de ambos municipios y que cierta longitud forma parte del municipio San José de Guanipa.

Según el Volumen I del Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa (1988), la Ley de Reforma Parcial de la Ley de División Política Territorial, publicada en gaceta oficial el 15 de diciembre de 1972, indicaba que estos municipios que conformaban el área metropolitana el Tigre – San José de Guanipa, eran divididos por una línea recta imaginaria que partía del antiguo paso Las Mercedes con rumbo sur $38^{\circ} 30'$, pero luego en el año 1976 mediante el denominado "pacto de caballeros" las autoridades de estas municipalidades acordaron cambiar los límites entre ambos municipios como se puede observar en el plano I.A.0.0-1 del anexo C. (p. 12)

Por otro lado, el 27 de junio de 1995, en gaceta oficial del estado Anzoátegui, es publicada una nueva reforma a la Ley de División Político Territorial de la entidad, donde se establecen entre otras cosas que el

municipio Simón Rodríguez por el oeste nace desde un punto en el Rio Tigre con coordenadas N: 988600 – E: 352100 y sigue en línea recta en sentido sur franco hasta el nacimiento del Rio Caris con coordenadas N: 976500 - E: 351000.

Luego de esto, en el año 2016 la alcaldía del Municipio San José de Guanipa, envía una propuesta al Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) con nuevos límites para la división político territorial del Municipio San José de Guanipa y el Municipio Simón Rodríguez que se observan en el plano E-1 de anexos, pero esta propuesta no ha sido publicada en gaceta oficial, ni aprobada por el órgano legislativo, por lo tanto los límites son los publicados en gaceta oficial en el año 1995, de lo que se puede finalmente deducir que la Avenida Jesús Subero, está ubicada actualmente en su totalidad en el Municipio Simón Rodríguez, en la ciudad de El Tigre.

4.1.2 Condiciones Actuales

Lo primero que se determinó mediante visitas al sitio en estudio que consistieron en observar detalladamente las características del sitio para tener un concepto de sus fallas o carencias fue lo siguiente:

4.1.2.1 Entorno

El tramo en estudio de la avenida Jesús Subero le proporciona acceso a alrededor de 6 urbanizaciones residenciales que abarcan la mayor parte del territorio comprendido y 8 establecimientos comerciales, por lo que se puede decir que esta concentra principalmente a sitios residenciales y pocos comercios de interés general.

4.1.2.2 Drenaje

Para este tramo en cuestión se hace evidente la deficiencia del sistema de drenaje. Existe un canal entre las progresivas 4+656 a 4+856 al frente de la urbanización “Bosque Los Pinos”, que recibe las aguas de lluvia de esta y de la carretera en esa área, pero el resto de la avenida no cuenta con obras de recolección y al llover los usuarios y peatones son afectados por las lagunas existentes a los extremos de la carretera en algunos puntos como se muestra en anexos G.

4.1.2.3 Divisoria central

La divisoria de la avenida Jesús Subero, específicamente en el tramo en estudio posee 5 aberturas para el acceso a las propiedades adyacentes y los vehículos que circulan en el canal rápido, se detienen para girar a la izquierda y acceder a ellas, estas aberturas pueden observarse en el plano C-2 del anexo C y son descritas a continuación.

La primera abertura, ubicada entre la progresiva 4+470 y 4+497 del tramo en estudio (ver anexo C-2), representa una intersección a nivel canalizada de las que se habla en el cap. II, por ser una abertura en la divisoria y permitir el giro a la izquierda de los vehículos que vienen en sentido Tigrito-Tigre hacia la prolongación de la av. “Andrés Bello” y viceversa; pero a pesar de no estar permitido realizar maniobras de retorno, es decir, vueltas en U, los vehículos usualmente lo hacen con la finalidad de regresarse a la ciudad de El Tigre o El Tigrito respectivamente, convirtiendo esta intersección en un sitio peligroso en el cual los vehículos que van a realizar el retorno al igual que los que giran a la izquierda ya indicados, frenan en el canal rápido interrumpiendo la circulación de los demás vehículos en la vía, situación presente en todas las aberturas.

La segunda abertura se encuentra entre las progresivas 4+625 y 4+647 (ver anexo C-2) y permite el acceso a la calle "Paulino Olivieri", que a su vez provee acceso a varios conjuntos residenciales allí ubicados como el conjunto residencial "Villa de Doña Teresa III", también sirve de conexión con la Avenida Intercomunal Tigre- Tigrito, pero como al igual que en la intersección anterior, los vehículos realizan peligrosas maniobras de retorno tanto en dirección de la ciudad de El Tigre como en la de El Tigrito en vista de que la avenida Intercomunal no posee aberturas para utilizarse de retorno a la San José de Guanipa.

La tercera abertura provee acceso a la calle El Carmen, ubicada entre el conjunto residencial "Paso Real" y la urb. "La California" y además de los conflictos ya explicados, sus condiciones no son ideales por ser una calle de tierra y carecer de drenaje, por lo que es habitual inundaciones y barriales cuando ocurren precipitaciones.

La cuarta abertura conecta a la av. "Jesús Subero" con la calle "Urdaneta", av. "Trujillo", calle "El Carmen", entre otras de la ciudad de El Tigrito, al mismo tiempo de que sirve de acceso a las propiedades aquí ubicadas y contribuye al buen funcionamiento del sistema vial debido a que se conecta luego con la av. "La Paz" para retornar a la ciudad de El Tigre y disminuir un poco el tránsito presente en la av. "Jesús Subero".

La quinta y última abertura de la isla central ubicada en el punto final del tramo en estudio, conocida como una de las intersecciones más importantes de la ciudad en la cual convergen la avenida "Intercomunal Tigre – Tigrito", la avenida "Fernández Padilla" de la ciudad de El Tigrito, la avenida "La Paz" norte y sur, y la avenida "Jesús Subero".

4.1.2.4 Paradas

La avenida no posee paradas, por lo que las unidades de transporte público deben hacer paradas para el embarque y desembarque de pasajeros en las esquinas, o en cualquier tramo de la avenida Jesús Subero. Se observó que existen puntos de agrupación de pasajeros para acceder a las unidades.

El primer punto de agrupación, se encuentra al frente del centro comercial “Las Palmas”, en donde los peatones se paran en la esquina de la salida de la urb. “Virgen del Valle”, en espera de la unidad de transporte público sentido Tigre-Tigrito y cruzan la calle para esperar a la del sentido Tigrito-Tigre quedando expuestos y el segundo punto es utilizado por residentes de la urb. “La California” que se agrupan en las afueras de dicha urbanización si van hacia El Tigrito y cruzan la avenida para abordar a la unidad que se dirige al centro de la ciudad de El Tigre, así como también muchos otros puntos de la avenida.

4.1.3 Clasificación de las carreteras

Mediante la selección del tipo de vía que representa el tramo a estudiar, se pueden establecer los parámetros con los que debería cumplir el diseño de la misma. Es por eso que como se indica a continuación, se procedió a situar el tramo dentro de las distintas clasificaciones establecidas en el NORVIAL (1985) y el MTC (1997) ya explicadas en el Capítulo II:

4.1.3.1 Según su magnitud

Según su magnitud, las vías se pueden clasificar en vías principales o arterias de tránsito y en vías secundarias. La avenida Jesús Subero representa una vía principal ya que sirve a un gran volumen de tránsito no solo local, sino también de paso porque conecta distintas partes del estado Anzoátegui y del país, tal como las principales obras de la faja petrolífera del

Orinoco y las ciudades más importantes del estado Monagas, Bolívar, Sucre, entre otros.

4.1.3.2 Según división de las corrientes de tránsito

Debido a la forma en cómo dividen el tránsito se pueden clasificar en carreteras divididas y en carreteras no divididas. En base a lo observado mediante visitas de campo al sitio en estudio, ésta es una carretera dividida, ya que los sentidos opuestos entre sí están divididos por una isla central o isleta.

4.1.3.3 Según su clasificación administrativa

Esta clasificación se refiere a la importancia y la longitud de los viajes que se llevan a cabo a través de una carretera y divide las carreteras en troncales, locales, ramales y subramales. Como ya se indicó en el Capítulo I, según el plan de desarrollo esta carretera es la local 008, que comienza en Atapirire, atraviesa al Municipio Simón Rodríguez en sentido suroeste-noreste denominándose av. "Jesús Subero" en el área urbana hasta llegar a San José de Guanipa donde converge con la troncal 15.

Dicho esto, teniendo en consideración que la avenida Jesús Subero permite la conexión entre centros poblados de la zona, conecta a varias ciudades y centros importantes de la misma, abarca gran parte del territorio del municipio y permite el acceso a una de las troncales más importantes del país como es la troncal 16 y troncal 15, se determinó que sigue siendo la local 008 tal como fue establecido en el plan de desarrollo urbano local del año 1988.

4.1.3.4 Según su función

Según su clasificación funcional, las vías se clasifican en arteriales, colectoras y locales según el MTC para el proyecto de carreteras del año

1997. Para determinar cuál es la función predominante de la avenida, se establecieron las siguientes condiciones.

- Si la cantidad de vehículos que salen del tramo en estudio es mayor que la cantidad de vehículos que ingresan a él, la vía es arterial, ya que el flujo de vehículos de paso es predominante:

$$\text{Si } = \text{Vol}_{\text{Salida}} > \text{Vol}_{\text{Entrada}} = \text{Vía Arterial} \quad (\text{Ec. } 1)$$

- Si la cantidad de vehículos que salen es menor que la de vehículos que entran, su función será de colectora, tomando en cuenta que la mayoría de los vehículos que entran acceden a las zonas adyacentes.

$$\text{Si } = \text{Vol}_{\text{Entrada}} > \text{Vol}_{\text{Salida}} = \text{Vía Colectora} \quad (\text{Ec. } 2)$$

En el plan sectorial de vialidad propuesto en el año 1988, esta vía era considerada parte del sistema arterial nro. 3 y se prolongaría hasta conectarse con la av. "Libertador" de San José de Guanipa como puede observarse en el plano IIII.G.9.2-1 extraído del Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre- San José de Guanipa (1988), pero el proyecto no fue consolidado y en lugar de esto la prolongación fue llevada a cabo hasta conectarse con la av. "Fernández Padilla" del municipio San José de Guanipa, tramo que anteriormente representaría el sistema local 58 y en el cual está ubicado el tramo en estudio como se muestra en la siguiente imagen.

Por lo tanto, en base a conteos viales y estudios viales realizados que serán explicados más adelante en la sección 4.1.5.1, se establece que el tramo a estudiar ubicado en la Jesús Subero, actualmente cumple función de una vía arterial, ya que la gran mayoría del tránsito es de paso y que es necesaria la inserción de estas condiciones al plan sectorial de vialidad, es decir actualizar el dicho plan.

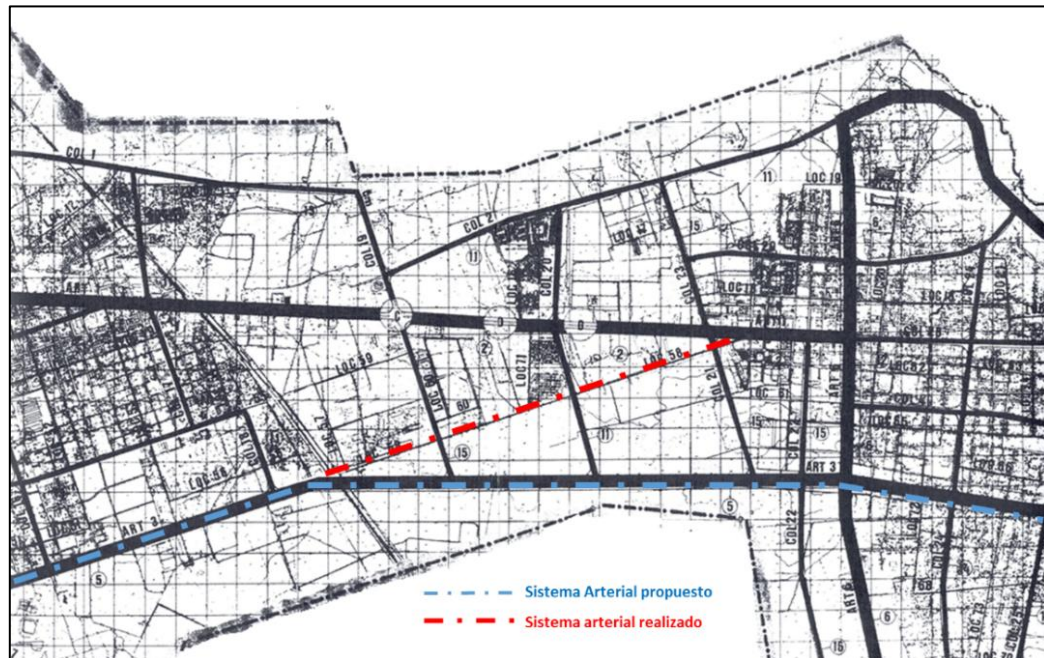


Figura 49. Esquema de la clasificación funcional de la Av. Jesús Subero según Plan Sectorial de Vialidad (1988).

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa (1988), editado por los autores (2019).

4.1.3.5 Designaciones varias

En este renglón, se determina que es una avenida que además de permitir el acceso a las propiedades adyacentes como urbanizaciones, también permite el acceso a zonas industriales y comercios, es decir, que la avenida Jesús Subero sirve como vía de acceso y control en la ciudad de El Tigre.

4.1.4 Topografía y características físicas

En la búsqueda de información con respecto a la topografía y las características físicas de la zona en estudio, se indagó en distintos organismos sobre la construcción de la avenida, también se realizó un inventario vial y levantamiento topográfico de la misma obteniendo lo siguiente:

Tabla 48. Información hallada de características físicas de la zona.

Planos (Anexo C)	Descripción	Fuente
Hoja N° 5	Hoja 5 del Levantamiento Aerofotogrametrico El Tigre – Tigrito – San Tome del año 1998	GEOMAP, C.A.
Plano 1	Levantamiento Topográfico de la Av. Jesús Subero.	Alcaldía del municipio Simón Rodríguez.
C-7	Imágenes Aéreas del Tigre – Tigrito – San Tome.	Google Earth.

Fuente: los autores (2019).

4.1.4.1 Inventario Vial y levantamiento topográfico

Se realizó un inventario vial y un levantamiento topográfico en el sitio para constatar lo reflejado en estos planos, que consistió en determinar las características físicas del sitio, haciendo uso de distintas herramientas de medición como el GPS topográfico con antena externa, la aplicación de navegación GPS de la empresa Google Inc. para dispositivos *android* “Google Maps”, el distanciómetro laser, la cinta métrica y el odómetro.

Tabla 49. Resultados de Inventario Vial

Elemento	Cantidad	Medidas (m)
Divisoria Central	1	0,8 de ancho
Aberturas en la divisoria	5	25 a 30
Brocales de la divisoria central	1 a lo largo de la toda la divisoria	0,18 de ancho
Postes	51 postes	30 de distancia entre ellos
Calzada	1 Dividida en ambos sentidos	17, 6
Canal	4 (2 por sentido)	3,6
Hombrillo interno	1 alrededor de la divisoria actual	0.20
Hombrillo lateral	2 (1 por sentido)	1

Fuente: los autores (2019).

El procedimiento para el levantamiento de puntos consistió en ubicar el GPS Topográfico en un punto determinado, luego nivelarla haciendo uso del nivel que esta trae integrado, determinar la ubicación del norte con la brújula, ubicar la antena en dirección norte y proceder a la toma de datos arrojados en cada punto anotándolos en la libreta de notas (Ver fotografías en anexo G). Se establecieron 14 puntos geográficos que se explican a continuación y con la debida señalización de prevención y el apoyo de la empresa "Tepuy Ingeniería y Servicios" C.A., se procedió a la toma de la información topográfica de cada uno de estos puntos obteniendo la información descrita en la tabla 50.

Tabla 50. Resultados de Levantamiento de puntos con el GPS

Punto	Coordenadas		Cota	Ubicación relativa
	Este	Norte		
1	368355,867	982561,685	285,825	Urb. Virgen del Valle. Punto SR05 de la Red Geodésica de Venezuela según el IGVSB
2	368695,023	982967,485	283,244	Norte de la av., esquina de urb. "Bosque los Pinos" comienzo de calle "Paulino Olivieri"
3	368788,956	982973,484	273,770	Al frente de la Urb. "Bosque Los Pinos" en la coordenada 4+736.
4	369040,364	983052,359	271,944	Salida de la Urb. "Paso Real", entre las progresivas 4+996 y 5+016
5	369059,708	983062,787	272,080	Entre la Urb. "Parque los Sauces y la Urb. Paso Real
6	369264,390	983316,829	276,545	Parcela ubicada frente a la urbanización la california, carretera de tierra utilizada como calle entre la Av. Intercomunal y la Av. Jesús Subero.
7	369317,107	983142,104	277,925	Sur de la av., salida de la Urb. "La California"
8	369345,768	982783,235	272,271	Calle 9 de la Urb. "La California"
9	369617,652	983242,491	269,277	Esquina entre Urb. "Agua Santa" y Camimpeg
10	369695,621	983063,897	273,394	Frente al Hotel "Reina Margot"

Continuación de la tabla 36

11	369918,412	983192,098	270,043	Empresa PTO
12	369851,391	983315,539	281,383	Sur de la av., diagonal a Estación de Servicios
13	369872,565	983331,170	280,329	Sur de la av. pequeño canal ubicado diagonal a la estación de servicios Shell
14	370046,093	983387,493	275,128	Esquina de C.C "Paulino Olivieri"

Fuente: los autores (2019).

Con el programa AutoCAD, se procede al montaje de estos puntos con su respectiva información geográfica y con la herramienta CivilCAD de este programa, se generan las respectivas curvas de nivel para posteriormente ser comparadas con las características físicas presentes en cada documento mencionado en la tabla 49 y el resultado de esta comparación fue la selección de las que más se adaptan a las condiciones actuales del tramo en estudio.

4.1.4.2 Selección de las características físicas del sitio

• Hoja 5 del Levantamiento Aerofotogrametrico El Tigre – Tigrito – San Tome (1998)

Al observar las condiciones presentes en este estudio, se pudo determinar con respecto a las curvas de nivel, o bien, composición altimétrica de la zona, que las características de aquella época, no corresponden a las actuales, ya que la construcción de obras civiles en los últimos años ha llevado a la modificación del relieve mediante la realización de movimientos de tierra. Por otro lado, partiendo de la geometría presentada, se pudo comprobar que la planimetría de la zona ha variado mucho, ya que para aquel entonces la avenida y algunas de las zonas adyacentes no existían,

pues en su lugar existía una carretera de dos canales conocida como “Carretera Veá”.

Otra característica que se pudo visualizar de este levantamiento aerofotogramétrico presentado en la Hoja N° 5, es que al intentar compararlo con los demás estudios mencionados, existía un desplazamiento de 320 metros, lo que corresponde a que como fue mencionado en la sección 2.2.1, el datum de referencia horizontal utilizado para aquel entonces en el país, era La Canoa, y para los demás documentos es la Red Geodésica Venezolana (REGVEN) con ejes coordenados basados en el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS).

• **Levantamiento Topográfico de la Av. Jesús Subero (2014)**

En este estudio, realizado por la alcaldía del municipio Simón Rodríguez, la composición geométrica de la zona se aprecia de forma clara y al compararlos con los datos obtenidos del inventario vial realizado se puede deducir que las medidas corresponden a la realidad, sin embargo, el estudio carece de coordenadas norte y este acorde con las reales, por lo que se puede decir que no está referenciado geográficamente. Para hallar la información geográfica correspondiente, mediante herramientas del programa AutoCAD, se localizan puntos de referencia comunes entre ambos estudios con la finalidad de asignar las coordenadas de uno al otro.

En el caso de la información de relieve correspondiente a esta zona, el plano cuenta con distintos puntos de altitud, pero no posee las curvas de nivel respectivas, para lo que se empleó enteramente el *CivilCAD*, realizando la triangulación del terreno a partir de la data arrojada. Los comandos para lograr el dibujo de la información mencionada fueron los siguientes: *triangt*, *curvnivt*, *estacion*, *perfil*, *perfpro*, *retperf*, *anotcurv*, entre otros. Al visualizar

estas curvas de nivel se pudo observar que son las más acordes con la realidad (Ver plano E-2 de anexos).

• Imágenes Satelitales Tigre – Tigrito – San Tome

Tomando como base el levantamiento planialtimetrico existente, realizado en marzo de 2014, para un estudio ejecutado por la Alcaldía del Municipio Simón Rodríguez en el corredor vial, se localizó el lugar donde se encuentra asentado el tramo vial en estudio, para luego, mediante los comandos de importación de vistas aéreas de “CivilCAD 2017”, realizar la implantación de la imagen satelital de la zona generada por el satélite de la empresa Google Inc. en el año 2018 , obtenida a través de su programa “Google Earth” previa localización mediante coordenadas (ver figura 50), con el fin de comparar ambas gráficas y realizar las actualizaciones respectivas que no estuvieran en el plano base, como se muestra en la figura 51.

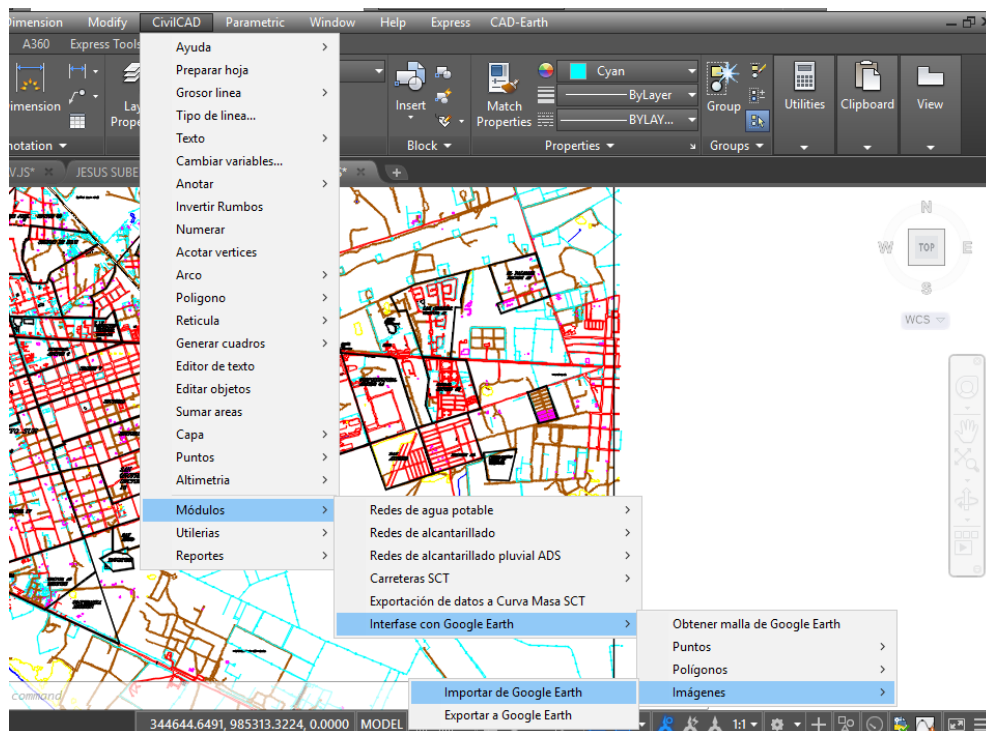


Figura 50. Importación de geoimagen mediante CivilCAD.
Fuente: los autores (2019).

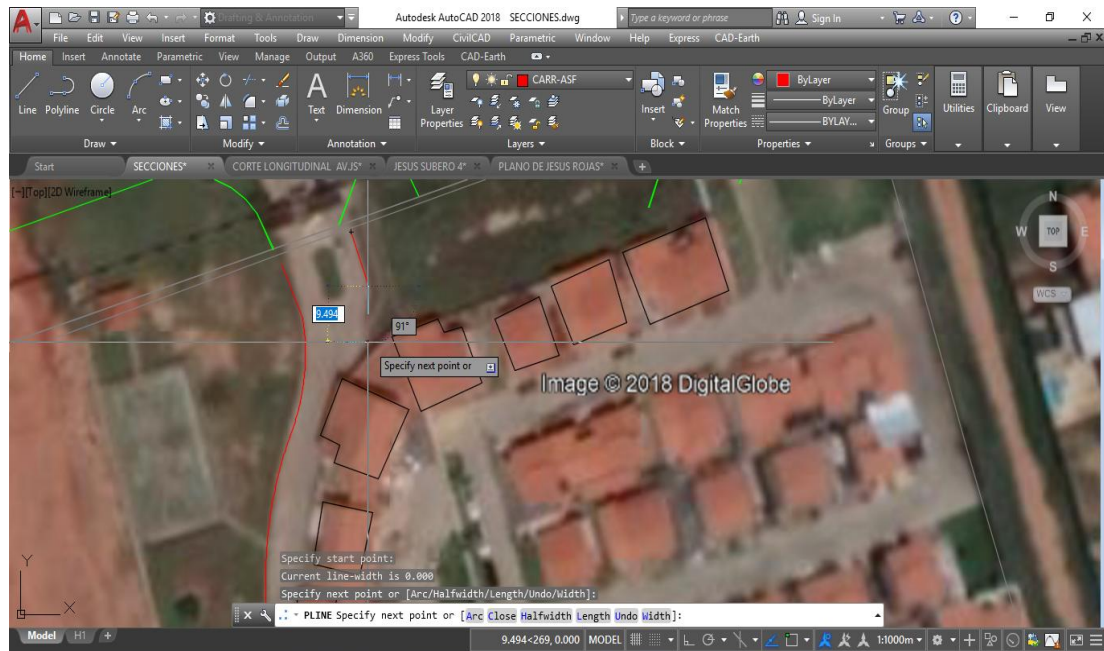


Figura 51. Trazado de urbanización en el plano base.
Fuente: los autores (2019).

Posteriormente, fueron dibujados elementos y edificaciones no plasmados en el plano base, para lo cual, se emplearon los comandos *line*, *pline*, *layer*, *layon*, *layoff*, *layfrz*, *laythw*, *trim*, *circle*, *extend*, *text*, *osnap*, *orthomode*, *dim*, *hatch*, *offset*, *copy*, *rotate*, *move*, *fillet*, *laymch*, *properties*, *quickcalc*, *pan*, *zoom*, *color*, entre otros, tomando en cuenta la imagen de fondo implantada geográficamente ya mencionada anteriormente.

Finalmente, luego de comparar las características de cada uno de estos documentos con las tomadas en sitio, se pudieron determinar con mayor exactitud las condiciones actuales de la avenida. En cuanto a la altimetría de la zona, partiendo de lo observado se determinó que las curvas de nivel e información de la altitud, no correspondía a datos de la realidad, ya que al extraer sus secciones transversales no se observan las mismas características que son observadas en las visitas al campo.

En el caso de la planimetría, se utilizó la procedente del Estudio Topográfico de la avenida Jesús Subero (2014), pero mediante imágenes satelitales y levantamientos aerofotogrametricos de la zona fueron agregadas las estructuras de las zonas adyacentes y arregladas las estructuras de la misma carretera que no se presentaban en ese estudio o cuyas medidas no correspondían a las halladas en el inventario vial realizado en sitio. (Ver plano E-4 de anexos).

4.1.5 Datos sobre vehículos y tránsito

Los datos sobre vehículos y tránsito sirven para determinar la importancia de la vía, ya que ésta dependerá de la cantidad de vehículos y peatones que transiten por la misma y de lo funcional que sea para estos transeúntes y la localidad como tal. Además, dichos datos son esenciales para establecer lineamientos con los que debería contar la carretera, por lo cual, a continuación, se realiza el estudio del tránsito en la avenida.

4.1.5.1 Tránsito promedio diario (TPD)

Según el NORVIAL (1985) y el MTC (1997), el volumen de tránsito que circula por una carretera resulta de dividir el número total de vehículos que pasan por ella en un año, por 365 días. Pero, debido a la carencia de instrumentos mecánicos y electrónicos específicos para contar estos vehículos durante un año, sumado a la falta de tiempo y los recursos económicos; se realizó un aforo vehicular mediante el establecimiento de puntos de medición, representados por las intersecciones con mayor afluencia vehicular, que consistió en contar manualmente haciendo uso del cuaderno de notas, los vehículos que pasaban por estos puntos en las horas de mayor tránsito, mejor conocidas como horas “pico”.

• **Primer punto de medición: Av. Jesús Subero progresiva 4+456,00**

El primer punto de medición establecido fue al comienzo del tramo a estudiar, en la progresiva 4+456,00 de la Avenida Jesús Subero como se muestra en la figura 52 y 53, con el fin de determinar el número de vehículos que entran a dicho tramo el día martes 12 de febrero del año 2019. Los datos obtenidos del conteo de vehículos en las distintas horas en este punto de medición se muestran en la tabla 51, y el resultado vendrá dado por el promedio de vehículos/hora registrados en los distintos horarios de medición tal como se muestra en la tabla 52.



Figura 52. Vista satelital del primer punto de medición.
Fuente: los autores (2019).



Figura 53. Esquema de resultado de aforo en el primer punto de medición.
Fuente: los autores (2019).

• **Segundo punto de medición: Intersección en la progresiva 6+038,47 de la Av. Jesús Subero**

El segundo punto de medición, se encuentra al finalizar el tramo en estudio, en la Intersección Avenida Jesús Subero, Avenida Intercomunal Tigre - Tigrito y Avenida Principal Fernández Padilla de El Tigrito, en la progresiva 6+038.47 de la Avenida Jesús Subero como se pueden observar en las figuras 54 y 55. Al igual que en el primer punto de medición, los conteos fueron realizados un día martes, en este caso el día martes 19 de febrero del mismo año.

Ya una vez realizado el aforo vehicular del segundo punto los datos obtenidos en las horas pico de ese día, en este punto de medición se pueden observar en la tabla 53 y el resultado también estará dado por el promedio de vehículos/hora registrados en ese día, en las distintas horas de medición, cuyos valores se pueden observar en la tabla 54.

Finalmente, si se suma la cantidad de vehículos que ingresan al tramo en los distintos puntos se obtiene el valor promedio de los vehículos que hacen uso de este tramo en una hora. Se observó que la cantidad de vehículos que salen del tramo representan un 87% de los vehículos que ingresan en el sentido Tigrito-Tigre y un 54% en el sentido Tigre-Tigrito, lo que lleva a deducir que el porcentaje de tránsito de paso es mayor.

$$VPH = VPH_{PTO\ 1} + VPH_{PTO\ 2} \quad (Ec. 3)$$

$$VPH = 1178 \text{ veh h} + 1042 \text{ veh h}$$

$$VPH = 2220 \text{ veh h}$$



Figura 54. Vista satelital del segundo punto de medición.
Fuente: los autores (2019).

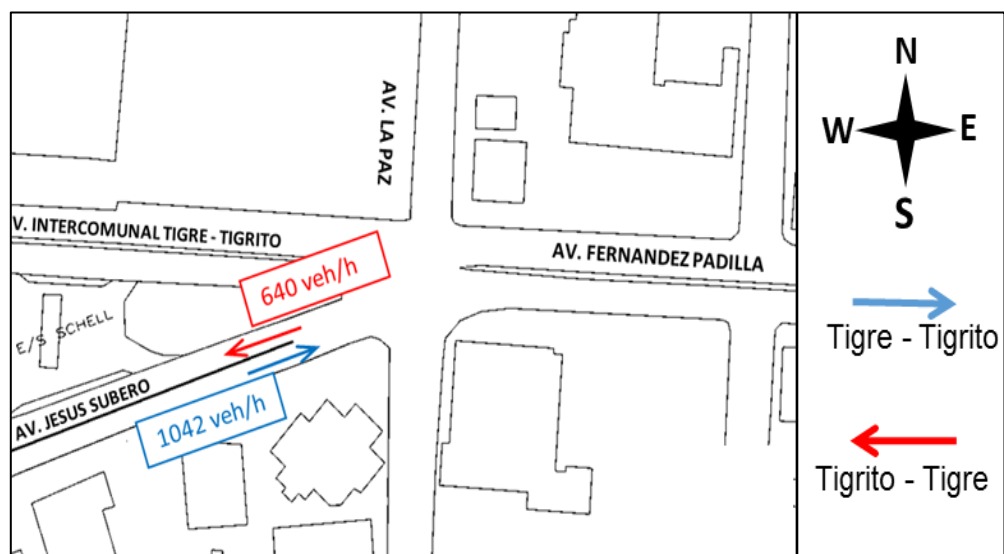


Figura 55. Esquema de resultado de aforo en el segundo punto de medición.
Fuente: los autores (2019).

Tabla 51. Aforo realizado en el primer punto de medición

Hora	Sentido	Livianos		Pesados		Motos		Buses		Total (veh/h)
		Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	
7:00 am a	Tigrito - Tigre	748	83,67	76	8,50	44	4,92	26	2,91	894
8:00 am	Tigre - Tigrito	1080	89,11	60	4,95	60	4,95	12	0,99	1212
11:30 am a	Tigrito - Tigre	952	90,84	64	6,11	24	2,29	8	0,76	1048
12:30 pm	Tigre - Tigrito	1056	90,10	72	6,14	32	2,73	12	1,02	1172
5:00 pm a	Tigrito - Tigre	740	94,87	24	3,08	16	2,05	0	0,00	780
6:00 pm	Tigre - Tigrito	1088	94,61	16	1,39	36	3,13	10	0,87	1150

Fuente: Los autores (2019).

Tabla 52. Promedio de los vehículos/hora registrados en el primer punto de medición

Sentido	Livianos		Pesados		Motos		Buses		Total (veh/h)
	Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	
Tigrito - Tigre (salida)	813	89,64	55	6,02	28	3,09	11	1,25	907
Tigre - Tigrito (entrada)	1075	91,23	49	4,19	43	3,62	11	0,96	1178

Fuente: Los autores (2019).

Tabla 53. Aforo realizado en el segundo punto de medición

Hora	Sentido	Livianos		Pesados		Motos		Buses		Total (veh/h)
		Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	
7:00 am a	Tigre - Tigrito	508	91,37	32	5,76	8	1,44	8	1,44	556
8:00 am	Tigrito - Tigre	876	86,48	80	7,90	44	4,34	13	1,28	1013
11:30 am a	Tigre - Tigrito	600	89,29	56	8,33	12	1,79	4	0,60	672
12:30 pm	Tigrito - Tigre	996	92,22	64	5,93	8	0,74	12	1,11	1080
5:00 pm a	Tigre - Tigrito	586	90,29	47	7,24	10	1,54	6	0,92	649
6:00 pm	Tigrito - Tigre	953	89,91	65	6,13	28	2,64	14	1,32	1060

Fuente: Los autores (2019).

Tabla 54. Promedio de los vehículos/hora registrados en el segundo punto de medición

Sentido	Livianos		Pesados		Motos		Buses		Total (veh/h)
	Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	Total (veh/h)	%	
Tigre - Tigrito (salida)	565	88,18	51	7,96	16	2,50	9	1,35	640
Tigrito - Tigre (entrada)	942	90,40	64	6,10	27	2,59	10	0,91	1042

Fuente: Los autores (2019).

4.1.5.2 Velocidad de operación

De igual forma también se realizó la medición de las velocidades que se manejan en la vía, el procedimiento empleado consistió en marcar un punto inicial y un punto final a 100 metros. Al momento de que un automóvil pasó por el punto inicial, se inició el cronometro y luego se detuvo al momento de que el automóvil pasó por el punto final. De esta manera se tiene el tiempo que tarda un vehículo en recorrer una distancia de 100 metros, se divide el tiempo entre 100 metros y se obtiene una velocidad en m/seg. Así, se midieron las velocidades de 50 vehículos y posteriormente fueron promediadas entre sí, dando como resultado los datos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 55. Velocidades promedio en ambos sentidos

SENTIDO	Velocidad promedio	
	m/s	km/h
Tigre – Tigrito	17,75	69,6
Tigrito – Tigre	17,56	70,1

Fuente: Los autores (2019).

4.1.5.3 Velocidad de proyecto

De acuerdo con lo establecido en la tabla 15, la velocidad de proyecto de esta vía es de 90 a 120 km/h, pero por ubicarse en un área urbana, se tomará una velocidad de proyecto de 80 km/h.

4.1.5.4 Nivel de servicio

Según el NORVIAL (1985) esta carretera posee un nivel de servicio C, ya que tal como se observa en la tabla 23 en las bases teóricas de este proyecto, para una carretera de canales múltiples con un nivel de servicio C se indican una serie de características similares a las que tiene esta vía como son las siguientes.

- Flujo estable.
- Restricción en las maniobras.
- Bajo condiciones ideales, la velocidad de operación será de 70km/h y el volumen de servicio de 1500 vehículos ligeros por hora por canal.

4.1.5.5 Volumen de servicio

Para evaluar la operación de una vía, es necesario tener en cuenta varias de las características de las que ya se ha hablado y aplicar fórmulas para analizar la operación del tránsito tal como las descritas en el Capítulo II de este trabajo de grado. Ya seleccionada la ecuación 23, ya que es la correspondiente a carreteras de canales múltiples como la estudiada:

$$VS_i = 2000 \times V_c \times N \times W \times Ti \times Bi$$

Así, se procedió a la búsqueda de cada uno de los datos necesarios para la aplicación de esta fórmula tal como se indica a continuación:

4.1.5.6 Relación volumen de servicio – capacidad

Teniendo en cuenta el tipo de carretera, el nivel de servicio y la velocidad de proyecto ponderada, se buscó en la tabla A-1 (Anexos), el valor asignado a la relación de volumen – capacidad (v/c). De tal forma, ya que esta es una carretera de canales múltiples, con un nivel de servicio C y un valor límite de velocidad de proyecto ponderado de 110 km/h, se tiene que la relación de volumen capacidad (v/c).

$$V_c \leq 0,75$$

4.1.5.7 Número de canales por sentido (N)

Como ya se mencionó anteriormente se hizo un inventario vial en el que se pudieron observar las características de la carretera, entre las que se indica que es una carretera de 4 canales, 2 canales por sentido.

4.1.5.8 Factor de ajuste por ancho de la calzada y distancia de obstáculos laterales (W)

Debido a que el ancho del canal y la distancia a obstáculos laterales es directamente proporcional a la capacidad, se hace necesario la utilización de un factor de ajuste que, tal como indica la tabla 56, se obtiene del ancho de canal, que será el resultado del promedio de los distintos anchos de canal registrados en los planos proporcionados por la alcaldía del Municipio Simón Rodríguez y en el aforo vehicular realizado por los autores; y la distancia a obstáculos laterales que también será el resultado del promedio entre las diferentes distancias registradas. Así mismo, se tiene una distancia a obstáculos laterales de 3,5 metros y un ancho de canal de 4 metros.

Se puede observar que en la tabla 56 se indican valores para un ancho de canal hasta 3,60 m ya que según señala el MTC (1997), un ancho mayor a 3,60 metros, no aumenta la capacidad del canal por lo que se selecciona el máximo valor de 1.

$$W = 1$$

Tabla 56. Selección del factor de ajuste por efecto de ancho de canal y distancia a obstáculos laterales de la tabla 20.

Distancia del borde externo de la calzada al obstáculo	Obstáculos de un solo lado de un sentido de circulación				Obstáculos de ambos lados de un sentido de circulación			
	Ancho de los canales				Ancho de los canales			
Metros	3,60	3,30	3,00	2,70	3,60	3,30	3,00	2,70
1,80	1,00	0,97	0,90	0,80	1,00	0,97	0,90	0,80
1,50	0,99	0,96	0,89	0,79	0,99	0,96	0,89	0,79
1,00	0,98	0,95	0,88	0,78	0,97	0,94	0,87	0,77
0,50	0,96	0,92	0,87	0,77	0,94	0,90	0,84	0,75
0,00	0,92	0,89	0,84	0,74	0,86	0,83	0,78	0,68

Fuente: Editada por los autores (2019).

4.1.5.9 Factor de ajuste para camiones en pendiente (T_i)

Para conocer el valor del factor de ajuste para camiones en pendiente, es necesario saber primero el valor de la equivalencia de camiones en vehículos livianos (E_T) de la tabla 21, y el porcentaje de camiones que hacen uso de la carretera que se observó en el aforo vehicular realizado; para con estos datos hacer uso de la tabla A-2 de anexos y determinar el valor del factor de ajuste para camiones (T_i).

Así, para una carretera de canales múltiples en un terreno llano (Pendiente de 0-1) el valor de E_T será:

$$E_T = 2$$

Y según la tabla A-2, para un $E_T = 2$ y un porcentaje de vehículos pesados de 8%:

$$T_i = 0,93$$

4.1.5.10 Factor de ajuste para autobuses en pendiente (B_i)

Para conocer el valor del factor de ajuste para autobuses en pendiente (B_i), se siguió el mismo procedimiento del factor de ajuste para camiones en pendiente (T_i), que consistió en primero hacer uso de la tabla 22, para determinar el valor de la equivalencia de autobuses en vehículos livianos (E_B); y luego de la tabla A-2 tomando como datos el valor de E_B y el porcentaje de autobuses 2% resultado del aforo vehicular para obtener el valor de B_i . Así, tomando en cuenta que es una carretera de múltiples canales y que es un terreno llano:

$$E_B = 1,6$$

Por otro lado, el valor de B_i , no se puede ubicar en la tabla 18, ya que para un $E_B = 1,6$ no existen valores de B_i en la tabla. Por lo tanto, es necesario aplicar la ecuación 4 para el cálculo de este factor.

$$100/(100-P_B+E_B P_B) \quad (\text{Ec. 4})$$

Así:

$$B_i = \frac{100}{100 - 3 + \frac{1,6}{3}} = 0,98$$

Ya que se conoce cada uno de los datos para determinar el volumen de la avenida para un nivel de servicio C, se procedió a sustituir cada uno de los valores en la ecuación 23 del Capítulo II, tal como se indica a continuación:

$$VS_i = 2000 \times v_c \times N \times W \times T_i \times B_i$$

$$VS_C = 2000 \times 0,75 \times 2 \times 1 \times 0,93 \times 0,98$$

$$VS_C = 2793 \text{ VPH}$$

Este volumen, representa la cantidad de vehículos que puede hacer uso de la carretera en una hora, hasta empezar a perder el flujo libre en la misma, es decir, que al exceder este volumen se empezarían a registrar congestionamientos y hasta paralización parcial del flujo vehicular.

Dicho esto, al comparar la capacidad de 2793 veh/h de la vía, con el volumen actual observado por medio de los aforos de alrededor de 2220 veh/h, se pudo observar que la avenida en cuestión, aún no está al límite de su capacidad y que actualmente los volúmenes manejados están acordes con las condiciones que presenta la misma.

4.2 Diseño geométrico

Como ya se expuso, la metodología empleada para evaluar la geometría consistió en realizar una evaluación de las características y posteriormente en la propuesta de un diseño que solviente las carencias o fallas geométricas que presente actualmente. En el plano E-5 del anexo E, se puede detallar el diseño geométrico propuesto y a continuación se explican los lineamientos y criterios para la realización de este diseño.

4.2.1 Sección transversal

Los elementos que componen la sección transversal actual del tramo en estudio, deben sufrir ciertos cambios para adaptarse mejor a las condiciones de la vía y para el mejor diseño de los puntos de intersección. En este sentido, se establecieron los siguientes parámetros:

- Por ser una vía arterial, de acuerdo a su clasificación funcional, esta debe contar con dos canales por sentido divididos por una isla central.
- La divisoria central es irregular, ya que tiene anchos de 1,2 metros y de 4,2 metros en algunos sitios y tramos de transición parabólica entre estos dos anchos.
- La divisoria central posee brocales de tipo "A-1" que pueden observarse en la figura 22.
- El ancho de los canales es de 3,30 metros, de acuerdo a lo establecido en las normas de vialidad, tal como se indica en el Capítulo II de este trabajo de grado.
- El hombrillo externo es de 1,8 metros y el interno de la divisoria central de 0,3 metros.
- Se tomó como vehículo de diseño a los camiones (SU), ya que como se mencionó anteriormente en el marco teórico, los remolques (WB) y los livianos (P) pueden acomodarse a radios de giro mínimos para camiones (SU).
- Se dispondrán aceras de 1,80 metros de ancho, en paradas tendrán un ancho de 3 metros, estas con su debido brocal-cuneta y serán de tipo "A-3" ver figura 22, la capacidad y su función será explicado en la sección 4.3 al hablar del sistema de drenaje.

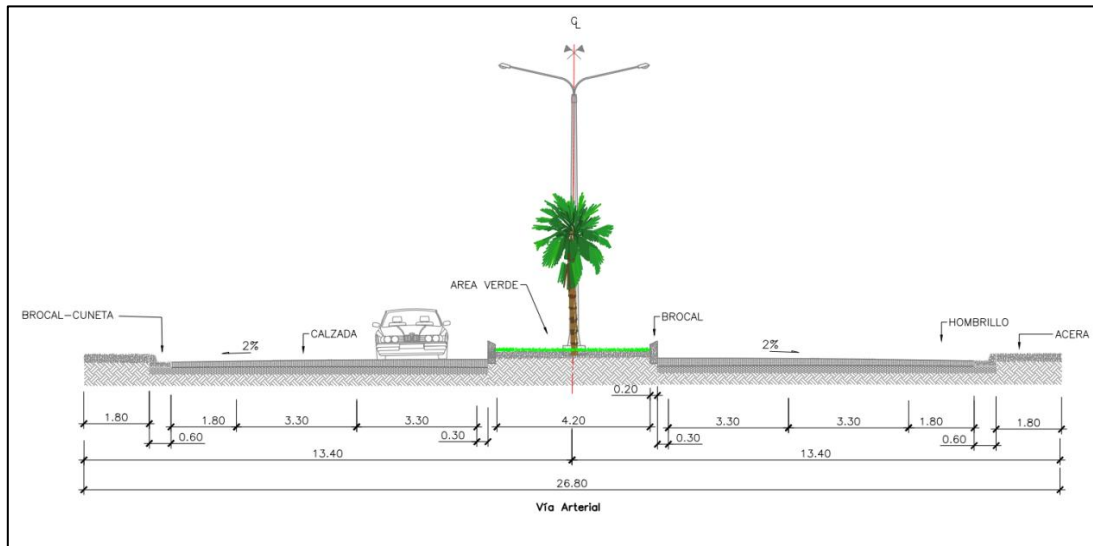


Figura 56. Elementos de la sección transversal propuesta.
Fuente: los autores (2019).

4.2.2 Aberturas en la divisoria

Tal como ya se ha mencionado en el cap. II, en una carretera pueden existir aberturas en la divisoria con la finalidad de permitir maniobras como retornos (vuelta en U) y cruces, pero dependiendo de la función o maniobra que permita, cada abertura debe ser diseñada siguiendo la normativa correspondiente de forma tal que contribuya al buen funcionamiento de la vía en cuanto a la seguridad, comodidad y facilidad de los usuarios al hacer uso de ellas y así minimizar el riesgo de accidentes y muertes. En este sentido, en el NORVIAL (1985), se establecen distintos parámetros que deben tener las aberturas en la divisoria como:

- En caso de ser necesarias maniobras de retornos en estas aberturas, estos sitios de retorno son considerados como sitios potencialmente peligrosos en los cuales deben tomarse distintas precauciones que también fueron mencionadas en el Cap. II, entre las que se destaca que el radio mínimo de giro del retorno dependerá del vehículo de diseño escogido y se habla de que en caso de ser necesaria una abertura de la divisoria para giros

y retornos, esta debe tener un ancho mínimo de 6,6 m para servir de refugio, facilitar la inclusión de las transiciones y disminuir la peligrosidad.

- En carreteras de más de dos canales y en vías divididas, es indispensable proyectar canales adicionales de giro a la izquierda en las intersecciones. Estos canales adicionales deben incluirse de forma gradual al aplicar una transición del borde del canal de circulación, deben seguir los mismos criterios de diseño de cualquier canal en cuanto a ancho y su longitud estará formada por la longitud de transición y la longitud prevista para el almacenamiento de los vehículos que giran.

- En el caso de la longitud de transición depende entre otras cosas del ancho de canal y de la velocidad de proyecto tal como se indica en la tabla 33 que indica la longitud mínima de transición en función de la velocidad de proyecto de la carretera; y por otro lado, la longitud de almacenamiento surge del volumen de vehículos que desean girar y del tránsito que sigue recto y según indica la norma será mayor o igual que 20m.

- Los canales de cambio de velocidad, que permiten la incorporación y desincorporación de vehículos de forma segura sin afectar la fluidez del tránsito en vías divididas y estarán compuestos por una longitud de transición y una longitud de aceleración o desaceleración según sea el caso.

Tomando en cuenta lo antes descrito, se propone que las aberturas en la divisoria actuales serán modificadas a fin de cumplir con los lineamientos establecidos de la siguiente forma:

4.2.2.1 Abertura 1. Progresivas 4+470,00 y 4+497,00

Ya que esta abertura de la divisoria se encuentra a 120 metros de distancia de la que permite el cruce hacia la calle "Paulino Olivieri", es necesario decidir entre el diseño de una de ellas, debido a que la longitud que actualmente existe entre las mismas es muy corta y no permitiría cumplir

con los lineamientos establecidos con respecto a la longitud mínima de transición para la inserción de un canal de giro a la izquierda, es decir, no habría el espacio suficiente entre el canal de aceleración de una abertura y el canal de deceleración de otra lo que contribuiría a una mayor ocurrencia de accidentes y comprometería la seguridad de la vía (ver figura 57).

Tomando en cuenta esto, se decidió el cierre de esta abertura para realizar el diseño adecuado de un canal de giro a la izquierda en la segunda abertura explicada en el punto 4.2.2.2, por representar una vía de mayor importancia que une a la avenida Jesús Subero del municipio Simón Rodríguez con la avenida Intercomunal Tigre – Tigrito.

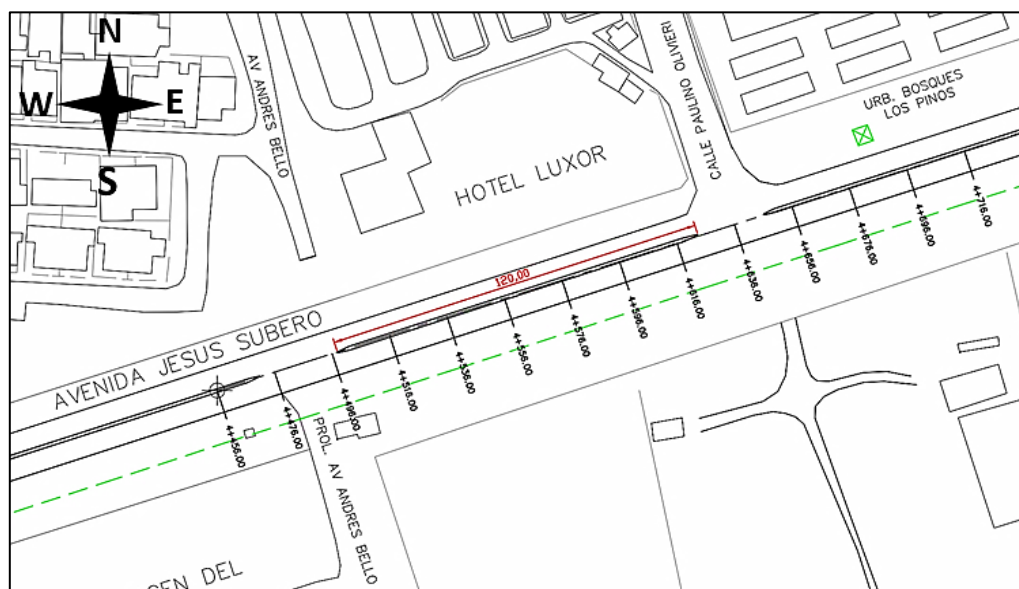


Figura 57. Distancia entre primera y segunda aberturas actuales de la divisoria.

Fuente: los autores (2019).

4.2.2.2 Abertura 2. Progresivas 4+623,00 y 4+644,00

Como se dijo anteriormente, ya que la función primordial de esta abertura es permitir el acceso de los vehículos que circulan por la avenida Jesús Subero hacia la calle "Paulino Olivieri" con el objetivo de conectar dos

arteriales indispensables para el funcionamiento y desarrollo del municipio, se determinó que lo más conveniente es hacer un canal de cruce a la izquierda o canal de deceleración con el fin de que los vehículos puedan girar cómodamente; y al mismo tiempo, realizar un canal de aceleración para que los vehículos que salen de esta calle adquieran la velocidad necesaria para incorporarse al canal rápido de la avenida Jesús Subero sentido Tigrito sin interrumpir el funcionamiento de este canal.

Con respecto a la distancia que debe tener la abertura, como ya fue mencionado en el capítulo II, esta distancia es igual al ancho de la calzada, el cual correspondería a la suma de las dimensiones de los elementos que la conforman.

• **Canal de cruce a la izquierda:**

Partiendo de figura 31, tomando en cuenta que la velocidad de proyecto de la avenida es de 80 km/h y que se manejan volúmenes considerables de tránsito, se pudo determinar que es indispensable realizar un canal de giro a la izquierda (ver figura 58).

a) Ancho del canal:

El ancho del canal de cruce a la izquierda será de 3 metros.

b) Divisoria central:

De acuerdo al Manual de carreteras del MTC (1997), las divisorias deben tener un ancho mínimo de 1,2 metros, como ya fue mencionado en el capítulo II, por lo que la divisoria actual fue ampliada no solo para la creación del canal de giro a la izquierda de 3 metros sino también para la inserción de esta divisoria central de 1,2 metros para dividir las corrientes de tránsito. El ensanchamiento se hace de una forma gradual y progresiva a una rata 20:1, para procurar la inserción del canal de giro posteriormente.

La geometría del ensanchamiento fue realizada como un ensanche parabólico, donde las abscisas y ordenadas se calcularon mediante la expresión:

$$Y = \frac{wx^2}{l^2} \quad (\text{Ec. 5})$$

El extremo de la divisoria por su parte, es una punta de bala, donde la transición parabólica desde un ancho de 1,2 se haría a una rata 1:10 y la punta suavizada con un radio de 0.3 m.

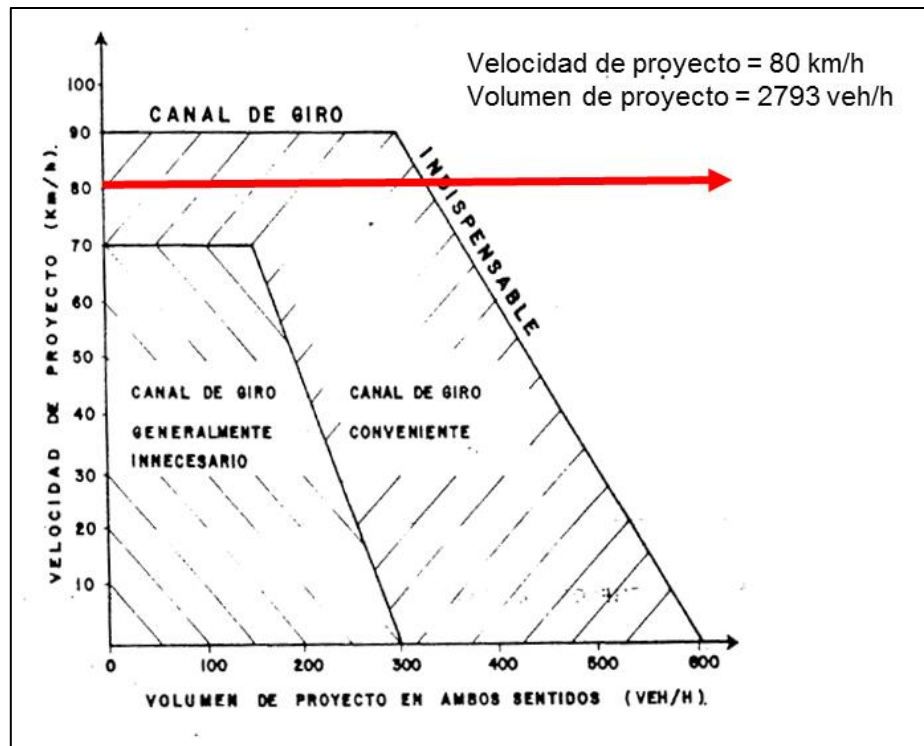


Figura 58. Determinación de utilización de canal de giro según la figura 31.

Fuente: NORVIAL (1985), editada por los autores (2019).

Ejemplo de cálculo de ensanchamiento divisoria central para el canal de giro a la izquierda:

Ya que la fracción L/W expresa la rata de variación lineal $n=1$ y sabemos que la rata debe ser 20:1 y el ensanchamiento deseado es de un

ancho de 0,8 metros a uno de 3 m +1,2 m = 4,2 m, w será la diferencia entre 0,8 m y 4,2 m.

$$W = 4,2 \text{ m} - 0,8 \text{ m}$$

$$W = 3,4 \text{ m}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$\frac{L}{W} = n \quad (\text{Ec. 6})$$

Despejando esta fórmula para determinar la longitud del ensanche se tiene:

$$L = n \times W \quad (\text{Ec. 7})$$

$$L = 20 \times 3,4 \text{ m}$$

$$L = 68 \text{ m}$$

Este valor de L, nos indica que la transición de un ancho de isla de 0,8 a 4,2 metros, debe hacerse en una longitud de 68 metros. Una vez conocidos todos estos datos, se pueden asignar valores a x, para sustituir en la fórmula indicada y hallar valores de "y" para generar la parábola que correspondería al ensanchamiento de esta divisoria como se indica a continuación:

$$Y_{(x=1)} = \frac{wx^2}{l^2} \quad (\text{Ec. 8})$$

$$Y_{(x=1)} = \frac{3,4 \text{ m} \times (1)^2}{(68\text{m})^2} = 0,00073529 \text{ m}$$

Los valores de "x" y de "y" se muestran en la tabla 57 y al ingresar estos datos en el programa de diseño AutoCAD mediante el comando "spline" y el resultado fue una parábola tal como se observa en la figura 59.

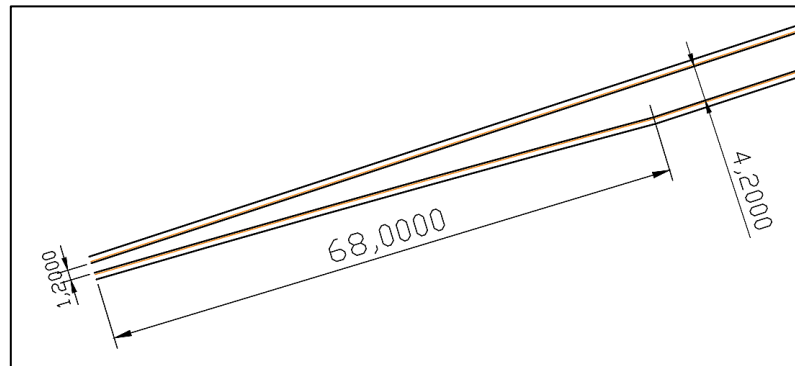


Figura 59. Geometría del ensanchamiento de la divisoria para el canal de giro a la izquierda.
Fuente: los autores (2019).

Tabla 57. Geometría del ensanchamiento de la divisoria para 1er el canal de giro a la izquierda.

X	Y	X	Y	X	Y
0	0	24	0,42352941	47	1,62426471
1	0,00073529	25	0,45955882	48	1,69411765
2	0,00294118	26	0,49705882	49	1,76544118
3	0,00661765	27	0,53602941	50	1,83823529
4	0,01176471	28	0,57647059	51	1,9125
5	0,01838235	29	0,61838235	52	1,98823529
6	0,02647059	30	0,66176471	53	2,06544118
7	0,03602941	31	0,70661765	54	2,14411765
8	0,04705882	32	0,75294118	55	2,22426471
9	0,05955882	33	0,80073529	56	2,30588235
10	0,07352941	34	0,85	57	2,38897059
11	0,08897059	35	0,90073529	58	2,47352941
12	0,10588235	36	0,95294118	59	2,55955882
13	0,12426471	37	1,00661765	60	2,64705882
14	0,14411765	38	1,06176471	61	2,73602941
15	0,16544118	39	1,11838235	62	2,82647059
16	0,18823529			63	2,91838235

Continuación de la tabla 57

17	0,2125	40	1,17647059	64	3,01176471
18	0,23823529	41	1,23602941	65	3,10661765
19	0,26544118	42	1,29705882	66	3,20294118
20	0,29411765	43	1,35955882	67	3,30073529
21	0,32426471	44	1,42352941	68	3,4
22	0,35588235	45	1,48897059		
23	0,38897059	46	1,55588235		

Fuente: los autores (2019).

En el caso del extremo punta de bala, ya que el ensanche deberá hacerse de ambos lados de la divisoria el ancho será el comprendido entre la mitad de la divisoria y el comienzo de la punta de 30 cm, para lo que la longitud del ensanche a una rata 1:10, arroja una longitud de 3 metros como se observa a continuación:

$$w = 1,2 / 2 \text{ m}$$

$$w = 0,6 \text{ m} - 0,3 \text{ m}$$

$$w = 0,3 \text{ m}$$

$$L = 10 \times 0,3 \text{ m}$$

$$L = 3 \text{ m}$$

Posteriormente se sustituye en la ecuación 4.9 asignando valores a "x" para obtener la geometría correspondiente a las dos parábolas de la divisoria de un lado y del otro respectivamente.

**Tabla 58. Valores de "y",
parabolica de la punta de bala**

X	Y
0	0
1	0,03333333
2	0,13333333
3	0,3

Fuente: los autores (2019).

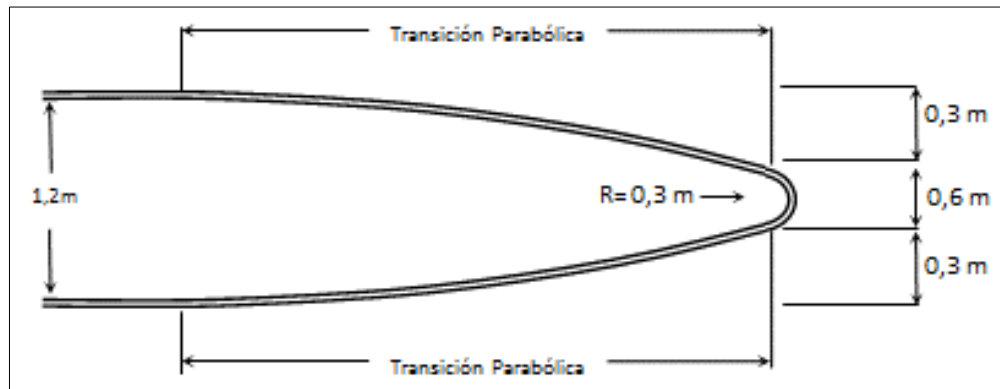


Figura 60. Extremo de la divisoria en el canal de giro a la izq.
Fuente: los autores (2019).

c) Longitud del canal:

La longitud del canal de giro vendrá dada por la longitud de transición más la longitud de almacenamiento:

$$\text{Long} = \text{Long}_{\text{TRANSICION}} + \text{Long}_{\text{ALMACENAMIENTO}} \quad (\text{Ec. 9})$$

- Longitud de almacenamiento: Para la longitud de almacenamiento, se tomará el valor mínimo establecido de 20 metros.

- Longitud de transición: resulta de la siguiente relación:

$$\text{Long}_{\text{TRANSICION}} = dr + df \quad (\text{Ec. 10})$$

Donde:

dr = distancia recorrida.

df = distancia de frenado.

- dr = distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción (2,5 seg. promedio según la AASHTO)

$$dr = 0,694 \times V \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde

dr = en metros

V = velocidad en kph

$$d_r = 0,694(80 \text{ km/h})$$

$$d_r = 55,52 \text{ m}$$

• df = distancia necesaria para aplicar los frenos hasta la detención

$$d_f = \frac{v^2}{254 \times f} \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde

f = es el factor de fricción determinado de la figura 34 como se muestra a en la figura 61.

$$d_f = \frac{(80 \text{ km/h})^2}{254(0.313)}$$

$$d_f = 80,50 \text{ m}$$

Sustituyendo en la ecuación 4.10 se obtiene:

$$\text{Long}_{\text{TRANSICION}} = 55,52 \text{ m} + 80,50 \text{ m}$$

$$\text{Long}_{\text{TRANSICION}} = 135,7 \text{ m}$$

$$\text{Long}_{\text{TRANSICION}} \approx 136 \text{ m}$$

Los resultados de la longitud que debe tener el canal se verán reflejados en la tabla 59, en la figura 62 se ilustra la geometría del canal de cruce a la izquierda y en el plano E-5 del anexo se muestra la propuesta de diseño final de este entrecruce.

Tabla 59. Longitud del canal de giro a la izquierda en 1ra abertura propuesta

Velocidad	Long. almacenamiento	Distancia recorrida	Distancia frenado	Factor de fricción	Long. Transición	Longitud total
80 kph	20 m	55.52 m	80.50m	0,30	136m	156 m

Fuente: Los autores (2019).

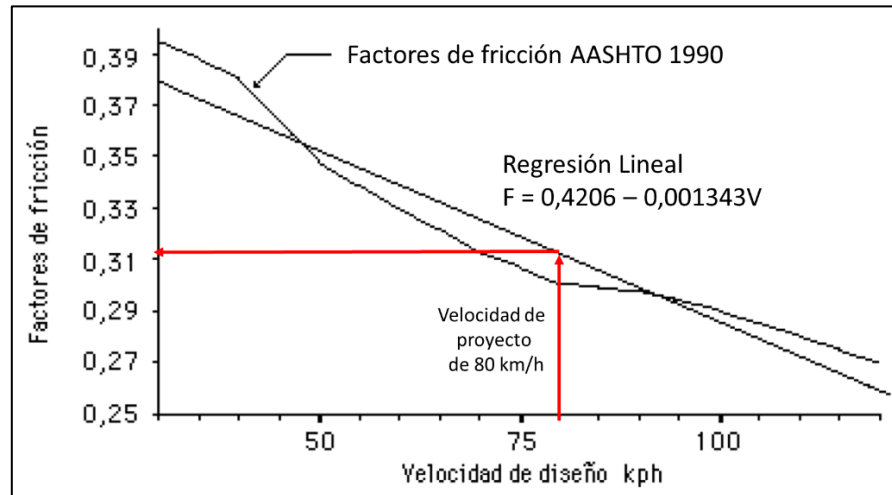


Figura 61. Selección el factor de fricción de la figura 34.
Fuente: NORVIAL (1985), editada por los autores (2019).

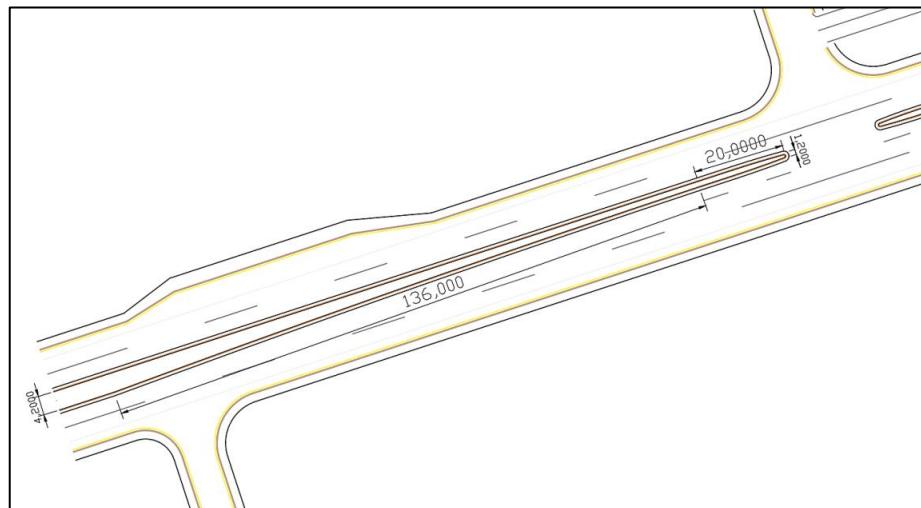


Figura 62. Canal de giro a la izquierda.
Fuente: los autores (2019).

- **Canal de aceleración:**

- a) **Ancho del canal:**

Al igual que en el canal de giro a la izquierda, se estableció el ancho mínimo del canal de 3 metros. Este ensanchamiento se hizo de una forma gradual y progresiva a una tasa 20:1, para orientar al tránsito de forma gradual a incorporarse en el canal rápido.

b) Longitud del canal:

Para el canal de aceleración se toma la velocidad de proyecto de 80 km/h, y ya que el vehículo debe aumentar la velocidad para ingresar al canal, se asume una velocidad en el ramal de 40 km/h. Con estos datos, se ingresa en las tablas 34 y 35 y se obtienen las siguientes longitudes:

Tabla 60. Longitud del canal de aceleración en la 1ra abertura propuesta.

Velocidad	Long. de Transición	Long. de Aceleración	Longitud Total
80 km/h	70 m	120 m	190 m

Fuente: Los autores (2019).

En el caso de la divisoria, el extremo será exactamente igual al extremo de la divisoria del canal de giro a la izquierda cuya forma simula una bala, por lo que es conocido como extremo punta de bala.

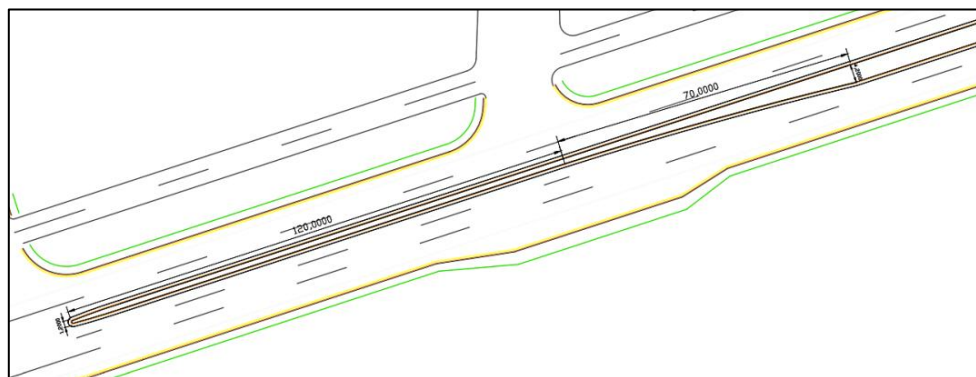


Figura 63. Canal de aceleración.
Fuente: los autores (2019).

4.2.2.3 Abertura 3. Progresivas 5+180,00 y 5+200,00

Esta abertura actualmente permite el giro a la izquierda de los vehículos que transitan en el sentido Tigrito- Tigre hacia la calle El Carmen, actualmente es una calle de tierra que no se encuentra en condiciones aptas para su uso y se prolonga en sentido oeste hasta la ciudad del Tigrito.

Existen dos clases de vía, las orientadas hacia el movimiento de paso como los sistemas expresos o arteriales, y las dirigidas a dar servicio a las edificaciones como los sistemas colectores o locales, en el caso específico de la avenida Jesús Subero sabiendo que esta es una carretera de gran importancia, debido a muchos aspectos que fueron estudiados y mencionados en este mismo capítulo, debió ser diseñada con un buen sistema vial y con intersecciones para dar servicios a los volúmenes de tránsito y acceso a las adyacencias.

Según el Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa, Volumen III 1988, el objetivo principal de este, era:

“El sistematizar la circulación del tránsito en El Tigre – San José de Guanipa, a través de un sistema vial que permita articular funcionalmente las diversas áreas de actividad de ambas ciudades, maximizando la utilización de las inversiones representadas por el sistema actual de calles, avenidas y autopistas, agotando las posibilidades de mejorar las condiciones de operación del mismo” (p. 95).

Partiendo de esto, dicho plan propuso la ejecución de un sistema vial jerarquizado e integral entre el municipio Simón Rodríguez y el municipio San José de Guanipa, cuya función principal sería implementar los diferentes tipos de sistemas viales ya nombrados anteriormente para así poder tener un flujo continuo, estable y seguro para ambos municipios. Conjuntamente se propusieron sus secciones transversales de acuerdo al tipo de vía y su importancia. (Ver plano IIII.G.9.2-I y cuadro III.G.9.2-I del anexo C).

Detallando un poco el área en estudio, en la figura 64 se puede observar los sistemas viales propuestos por el plan identificado en color rojo, es decir, que para ese entonces sugirieron la implantación varios sistemas importantes por ejemplo, 2 vías arteriales como lo son la Av. Jesús Subero y

Al analizar el tramo en estudio mediante visitas de campo y visualizaciones mediante las aplicaciones “*Google Maps*” y “*Google Earth*”, se obtuvo información de espacio y áreas sin construcción, considerando y decidiendo anexar alguno de estos sistemas viales antes mencionados, con el objetivo de reestablecer la propuesta del plan de desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa (1988) y así darle más importancia a dicha avenida.

Es así, como después de varias propuestas analizadas, se concluyó proponer en la progresiva 5+196.00, una calle del tipo colectora con sentido Av. Jesús Subero – Norte conectándose a la Av. Intercomunal, y acondicionar la calle existente en sentido Av. Jesús Subero – Sur comportándose como una local, sus ubicaciones se pueden visualizar en la figura 65. La inserción de la nueva calle y el acondicionamiento de la calle existente en las progresivas mencionadas, cuenta con el espacio necesario para su diseño geométrico, cumpliendo con los anchos recomendados para cada sistema expuestos en el cuadro III.G.9.2-I del anexo C, tomando en cuenta dichos criterios se proponen el diseño de ambas calles en las figuras 66 y 67 a continuación.

En este sentido, es importante recalcar que, al incluir ambas calles en dicho punto estratégico, convergerán y crearán una intersección en cruz y sus puntos de conflicto aumentarán, haciéndola un sitio más peligroso, por lo que se propone un dispositivo a nivel que pueda cumplir con la función de hacer de este punto un sitio con un flujo vehicular libre, continuo y seguro.

Ambas propuestas tienen como objetivo principal el crear un enlace entre las dos vías arteriales antes descritas, y, que los sistemas y el dispositivo que se proponga recolecte el tránsito proveniente de las vías locales adyacentes y también del municipio San José de Guanipa.



Figura 65. Vista aérea de ubicación de calle colectora y local propuesta.

Fuente: Google Maps, editado por los autores (2019).

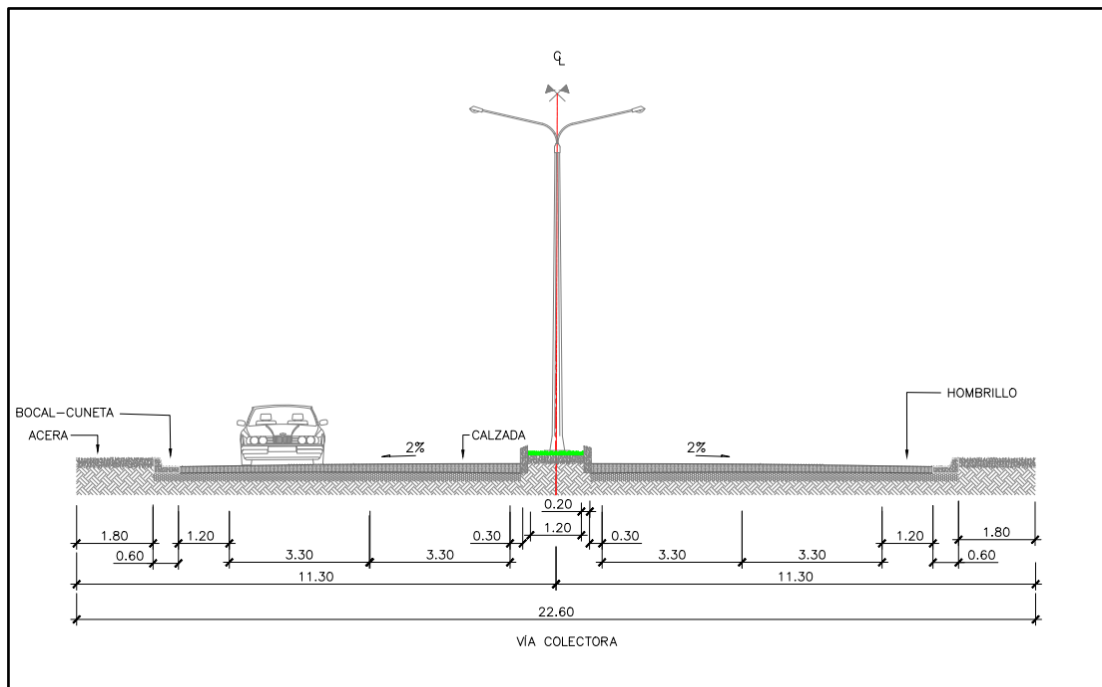


Figura 66. Sección transversal de la calle colectora propuesta.

Fuente: los autores (2019).

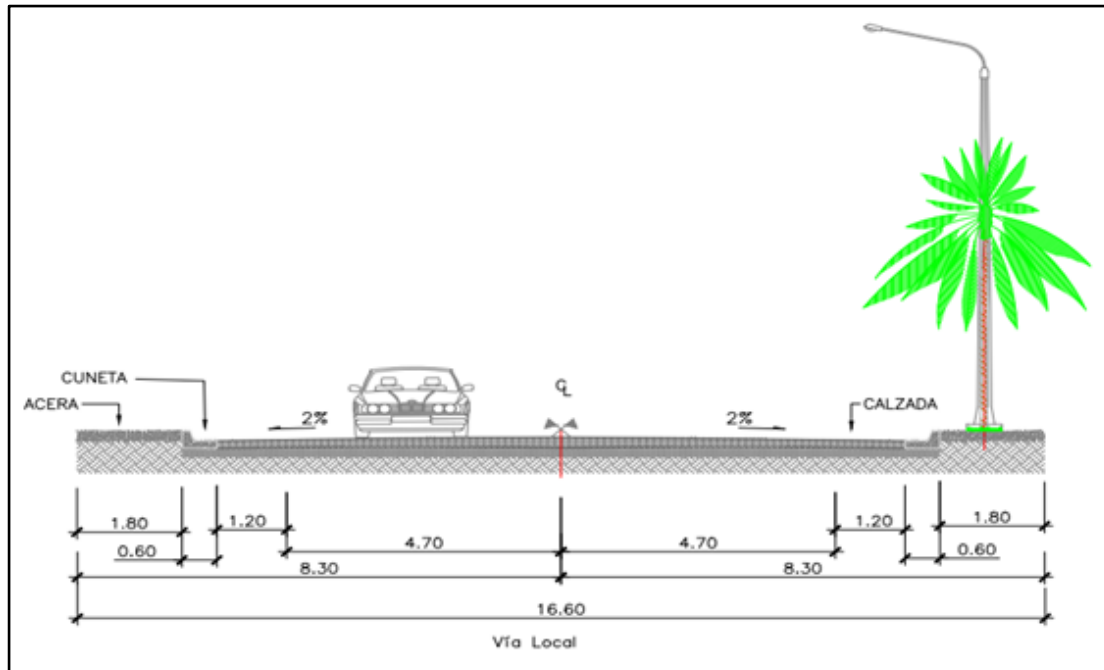


Figura 67. Sección transversal de la Calle Local acondicionada.
Fuente: los autores (2019).

Analizando información del Capítulo II sobre dispositivos, con el fin de escoger un diseño vial que pueda ordenar, dirigir y controlar los distintos volúmenes de corriente de tránsito que concurren en la avenida en estudio, se determinó que para este tramo en estudio la estructura más adecuada es un dispositivo rotatorio para poder cumplir con las necesidades del tramo.

Este dispositivo como se explicó en el capítulo II, se caracteriza por eliminar los cruces rectos e izquierdos, controlando así las velocidades, su isla central tendrá diferentes funciones, servirá para hacer maniobras de cambio de sentido, tales como retorno o de cruce y por último ayudará el enlazar las avenidas de gran importancia en el municipio Simón Rodríguez como lo son la av. Jesús Subero con la av. Intercomunal orientando los vehículos a ambos municipios, y así contribuyendo al flujo continuo de vehículos entre los municipios Simón Rodríguez y San José de Guanipa.

- **Dispositivo Rotatorio**

- a) Velocidad de diseño**

Como ya fue explicado anteriormente se estableció una velocidad de diseño para la vía en estudio de 80km/h, pero cabe destacar que, al diseñar un dispositivo a nivel, en este caso una redoma su velocidad de diseño no es la misma.

Según el MTC (1997) explica que “es recomendable adoptar velocidades de diseño no superiores a 50 kph en la redoma” (p. 196). Por ende, se asumirá una velocidad de 50km/h para el diseño de esta intersección controlada por un dispositivo rotatorio.

- b) Radio en la isla central**

Una vez asumido el camión (SU) como el vehículo tipo para el diseño de la vialidad propuesta explicado anteriormente en este mismo capítulo, por ende, ya que este también cumple para diseños de dispositivos rotatorios, considerando lo antes explicado también en el capítulo II y en la tabla 14, tomando el valor del radio mínimo del camión (SU) siendo este de 8,7 metros, quedando de la siguiente manera (ver figura 68).

- c) Ancho de la calzada en la redoma**

De acuerdo a lo establecido en la tabla 32 del Capítulo II, el ancho de la calzada de circulación vehicular en la redoma será tomado de acuerdo al radio aplicado en la isla central, ya una vez asumido que el radio de la redoma será de 8,7 metros, al ubicarse en dicha tabla y en función a 1 vehículo articulado y 1 vehículo liviano, el ancho total será de 11,2 metros, es decir, 5,6 metros por canal como se puede observar en la figura 68.

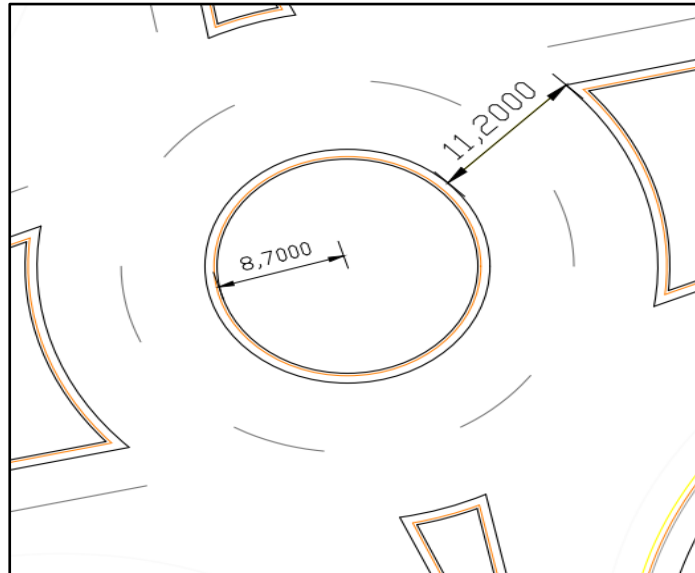


Figura 68. Radio isla central y ancho de la calzada en la redoma propuesta.
Fuente: los autores (2019).

d) Ensanchamiento de la Isla central

Para ensanchamiento parabólico de la isla central, se tomará el criterio de cálculo ya realizado en la Abertura 2 descrito en este mismo capítulo, partiendo del ancho inicial de la isla central de la vía propuesta de 4,2 metros y un ancho final de 17,4 metros en función del diámetro de la isla de la redoma.

$$W = 17,4 - 4,2 = 13,2 \text{ metros.}$$

$$W = 13,2 / 2 = 6,6 \text{ metros}$$

$$L = 20 \times 6,6 = 132 \text{ metros.}$$

Donde L, será la longitud que tendrá la parábola en la isla central antes y después de la redoma (isla central), quedando de la siguiente manera (ver figura 69).

Una vez obtenido la longitud del ensanchamiento, aplicando la fórmula de la parábola mediante el uso de "Excel 2013" se hallarán valores de "y"

tomando la longitud como valores de “x” en múltiplo de 1, estos resultados se pueden ver en la siguiente tabla y partiendo de ello se puede tener una visión de cómo será la parábola, también se puede observar en la figura 70. Ya una vez visualizado lo que se requiere para este diseño, se procede a ingresar los datos en el programa “AutoCAD”, para poder tener el resultado más preciso de cómo será el ensanchamiento, cabe destacar que esta parábola se hará por ambos lados de la isla central, como se puede observar a continuación.

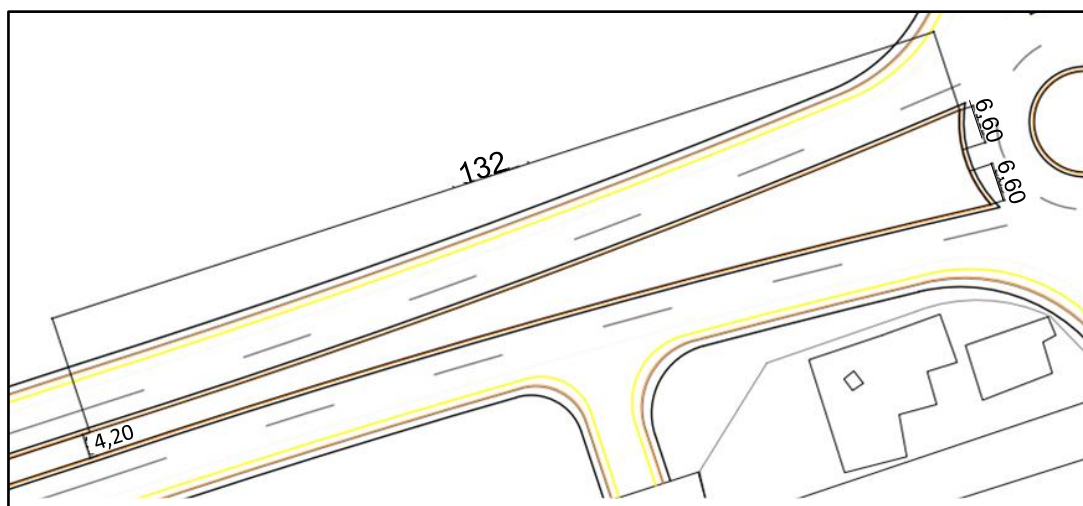


Figura 69. Ahusamiento parabólico en la isla central de la Av. Jesús Subero.

Fuente: los autores (2019).

Tabla 61. Valores de la parábola.

X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	0,0003788	34	0,4378788	67	1,7003788	100	3,7878788
2	0,0015152	35	0,4640152	68	1,7515152	101	3,8640152
3	0,0034091	36	0,4909091	69	1,8034091	102	3,9409091
4	0,0060606	37	0,5185606	70	1,8560606	103	4,0185606
5	0,0094697	38	0,5469697	71	1,9094697	104	4,0969697
6	0,0136364	39	0,5761364	72	1,9636364	105	4,1761364
7	0,0185606	40	0,6060606	73	2,0185606	106	4,2560606

Continuación de la tabla 61

8	0,0242424	41	0,6367424	74	2,0742424	107	4,3367424
9	0,0306818	42	0,6681818	75	2,1306818	108	4,4181818
10	0,0378788	43	0,7003788	76	2,1878788	109	4,5003788
11	0,0458333	44	0,7333333	77	2,2458333	110	4,5833333
12	0,0545455	45	0,7670455	78	2,3045455	111	4,6670455
13	0,0640152	46	0,8015152	79	2,3640152	112	4,7515152
14	0,0742424	47	0,8367424	80	2,4242424	113	4,8367424
15	0,0852273	48	0,8727273	81	2,4852273	114	4,9227273
16	0,0969697	49	0,9094697	82	2,5469697	115	5,0094697
17	0,1094697	50	0,9469697	83	2,6094697	116	5,0969697
18	0,1227273	51	0,9852273	84	2,6727273	117	5,1852273
19	0,1367424	52	1,0242424	85	2,7367424	118	5,2742424
20	0,1515152	53	1,0640152	86	2,8015152	119	5,3640152
21	0,1670455	54	1,1045455	87	2,8670455	120	5,4545455
22	0,1833333	55	1,1458333	88	2,9333333	121	5,5458333
23	0,2003788	56	1,1878788	89	3,0003788	122	5,6378788
24	0,2181818	57	1,2306818	90	3,0681818	123	5,7306818
25	0,2367424	58	1,2742424	91	3,1367424	124	5,8242424
26	0,2560606	59	1,3185606	92	3,2060606	125	5,9185606
27	0,2761364	60	1,3636364	93	3,2761364	126	6,0136364
28	0,2969697	61	1,4094697	94	3,3469697	127	6,1094697
29	0,3185606	62	1,4560606	95	3,4185606	128	6,2060606
30	0,3409091	63	1,5034091	96	3,4909091	129	6,3034091
31	0,3640152	64	1,5515152	97	3,5640152	130	6,4015152
32	0,3878788	65	1,6003788	98	3,6378788	131	6,5003788
33	0,4125	66	1,65	99	3,7125	132	6,6

Fuente. Los autores (2019).

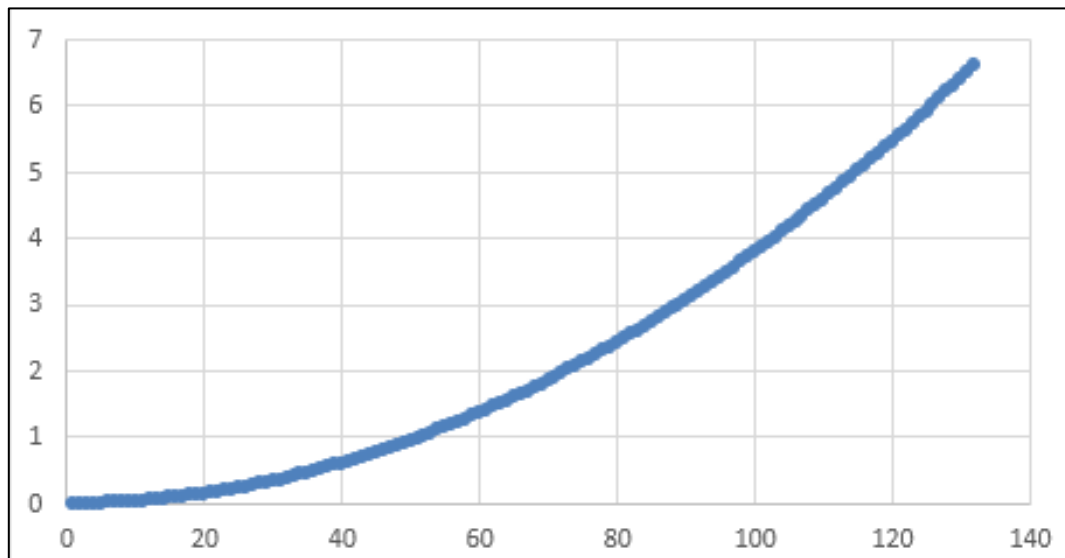


Figura 70. Geometría del ensanchamiento.
Fuente: los autores (2019).

e) Radios de giro de entrada y salida en intersección (Redoma)

De acuerdo a lo establecido en el capítulo II sección 2.2.612, el radio de giro de entrada y salida en una intersección teniendo en consideración que esta es controlada por un sistema rotatorio, se debe asumir en función de las condiciones de flujo del tránsito o también en función a la velocidad que puede tener un vehículo para dar un giro, en este caso la velocidad máxima que recomienda el MTC (1993) es de 50 kph explicado anteriormente en este capítulo.

Mediante las visitas de campo realizadas al tramo en estudio y cálculos realizados anteriormente, se pudo observar y concluir que dicho tramo mantiene un flujo continuo del volumen del tránsito que pasa por ella, por ende, El NORVIAL (1985) sugiere 2 radios mínimos en función a estas condiciones del flujo que predomina en una vía observándose en la tabla 30, siendo así se asumirá un radio mínimo de entrada y salida en la intersección propuesta de 30 metros, como se puede observar en la siguiente figura.

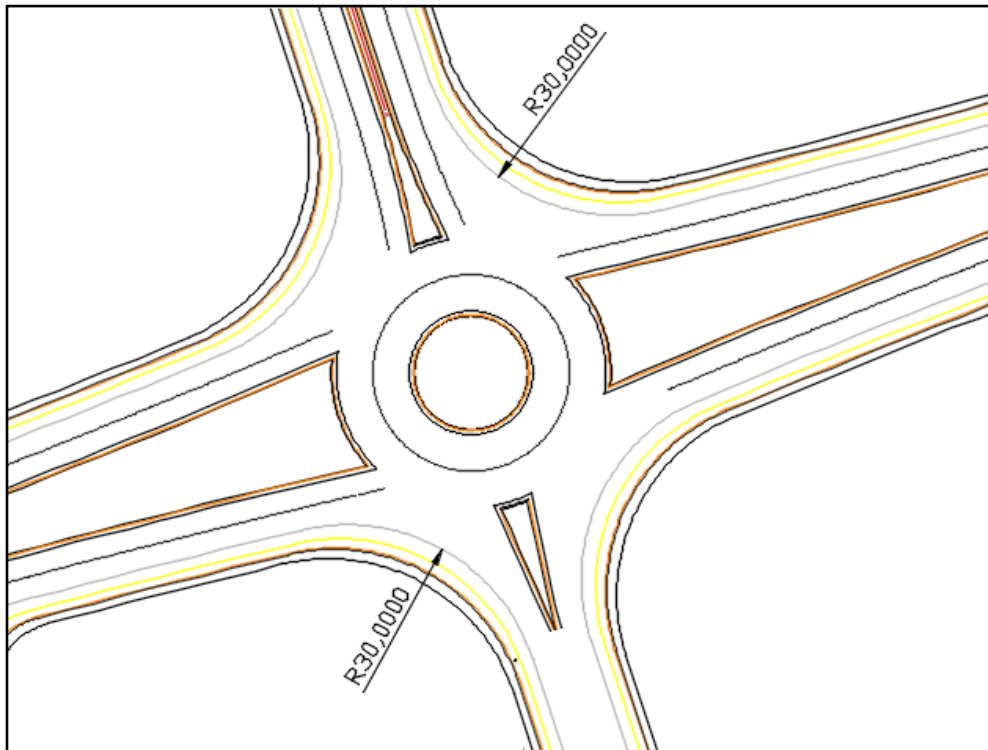


Figura 71. Radios de giros de entrada y salida en la intersección propuesta.

Fuente: los autores (2019).

4.2.2.4 Abertura 4. Progresivas 5+600,00 y 5+622,00

Tomando como punto de partida el plan sectorial de vialidad del municipio, en el cual se establece un sistema vial completo, en el que cada carretera tiene una determinada función que contribuye a que el sistema en general funcione como un todo, también se determinó que esta calle es de gran importancia ya que podría servir para que los residentes de las urbanizaciones ubicadas posteriores al dispositivo rotatorio la utilicen para regresarse a la avenida y retornar a la ciudad de El Tigre de forma segura sin necesidad de llegar al municipio San José de Guanipa disminuyendo a su vez los tiempos de viaje. Del mismo modo, esta calle representa un punto intermedio entre la intersección de la Av. Jesús Subero con la Av. Fernández Padilla y Av. Paz y el dispositivo rotatorio que se propone en este trabajo de

grado, razón por la que los vehículos podrían acceder a ella para retornar a la ciudad de “El Tigrito” mediante el uso de la calle. Por otro lado, en esta calle se ubican locales comerciales, hoteles, entre otros establecimientos a los que podrían acceder desde la avenida Jesús Subero los vehículos que transitan en el sentido Tigre – Tigrito de la misma.

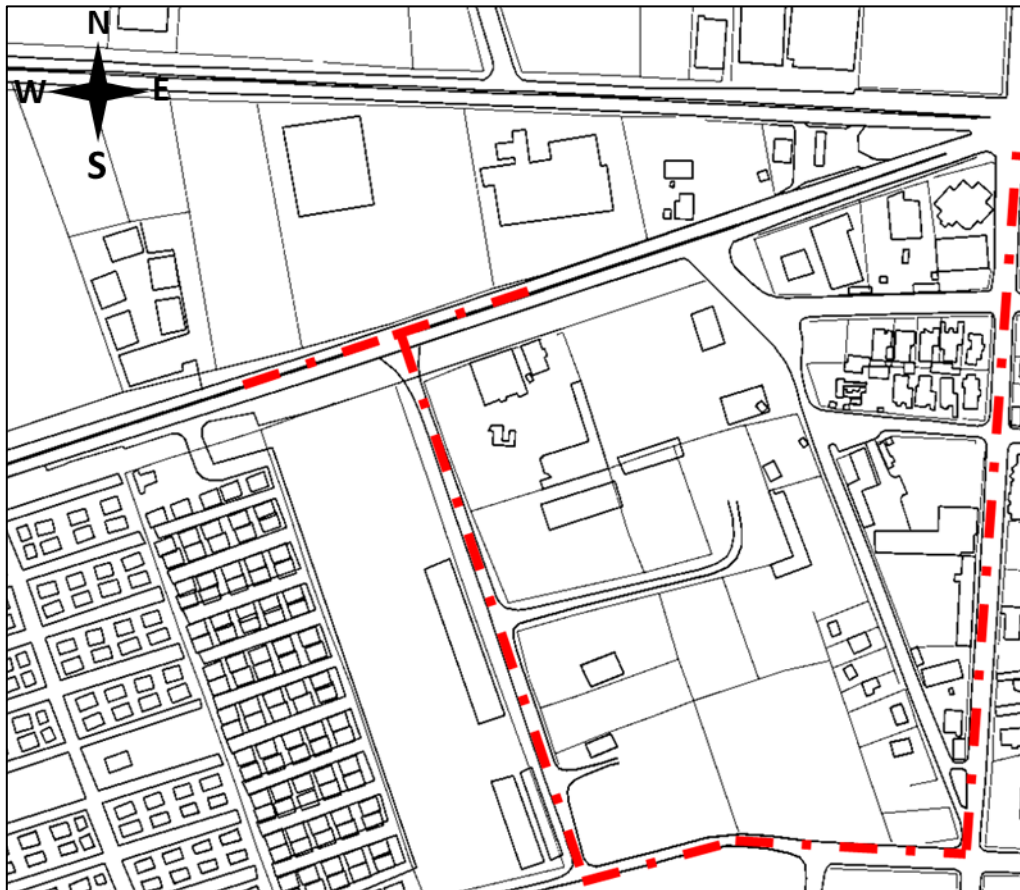


Figura 72. Esquema de 4ta abertura en la divisoria.
Fuente: los autores (2019).

Por todas estas razones expuestas, se plantea el diseño de un canal de giro a la izquierda y un canal de aceleración, cuyos criterios de diseño son exactamente los mismos tomados en cuenta para el diseño de la 2da abertura propuesta en este trabajo de grado, cuyas dimensiones se indican nuevamente en la tabla 62 y 63.

Tabla 62. Longitud del canal de giro a la izquierda en 4ta abertura propuesta

Velocidad	Long. almacenamiento	Distancia recorrida	Distancia frenado	Factor de fricción	Long. Transición	Longitud total
80 kph	20 m	55,5 m	80,5 m	0,30	136m	156 m

Fuente: los autores (2019).

Tabla 63. Longitud del canal de aceleración en la 4ta abertura propuesta.

Velocidad	Long. de Transición	Long. de Aceleración	Longitud Total	Ancho de canal
80 km/h	70 m	120 m	190 m	3 m

Fuente: los autores (2019).

4.2.3 Paradas.

Como se dijo en el Capítulo I, la ciudad de El Tigre posee un sistema de transporte interurbano e intraurbano, el tramo de avenida estudiado en este trabajo de grado, es transitado por una ruta intraurbana de suma importancia para el municipio que conecta a la ciudad de El Tigre con la ciudad de El Tigrito y a los habitantes del tramo con los distintos centros económicos de cada una de estas ciudades respectivamente. (Ver ruta interurbana en la sección 1.3.2.7)

Dicho esto, ya que la avenida no posee paradas para esta ruta, se proyecta un total de 6 paradas de autobuses, 3 en ambos sentidos de la carretera con la finalidad de carga y descarga de usuarios que dispondrán de un refugio para la espera del autobús, mediante una marquesina que se propone sobre la nueva zona de acera y demarcaciones peatonales en la calzada de la avenida para mejorar el acceso a los peatones. A continuación, se observa el esquema de las paradas propuestas.

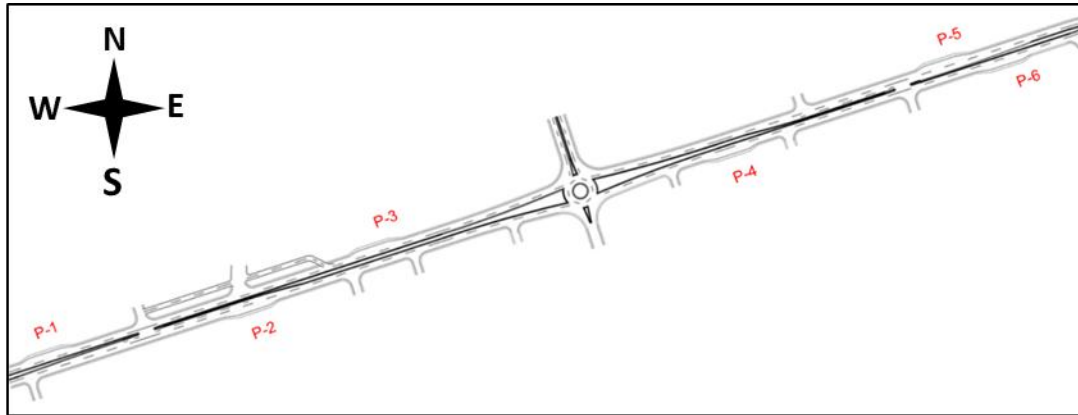


Figura 73. Paradas propuestas.
Fuente: los autores (2019).

Para su diseño, antes que nada, hay que plantearse las dimensiones que tendrán las paradas. En cuanto al ancho del canal del estacionamiento de los autobuses para carga y descarga de personas, se utilizará el ancho descrito en la figura 74 de 3 metros, y con respecto a la longitud que va a ocupar la parada, de acuerdo a lo establecido en la tabla 29, ya que estarían ubicadas en la mitad de la cuadra, y los autobuses más usuales son de 40 asientos, será de 41 metros. La distancia entre cada una de las paradas no debe exceder de 400 metros como fue explicado en la sección 2.2.6.11 y se calculará partiendo del principio de que un peatón no debe caminar más de 5 minutos, para lo que fue necesario conocer datos como velocidad promedio de un peatón (4 km/h).

Transformando de minutos a hora tenemos:

$$5 \text{ min} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 0.083 \text{ horas} \quad (\text{Ec. 13})$$

La distancia será entonces:

$$D = \frac{4 \text{ km}}{\text{h}} \times 0,83 \text{ h} \quad (\text{Ec. 14})$$

$$D = 0,3333 \text{ Km}$$

$$0,3333 \text{ km} \times \frac{1000 \text{ metros}}{60 \text{ km}} = 333,33 \text{ metros}$$

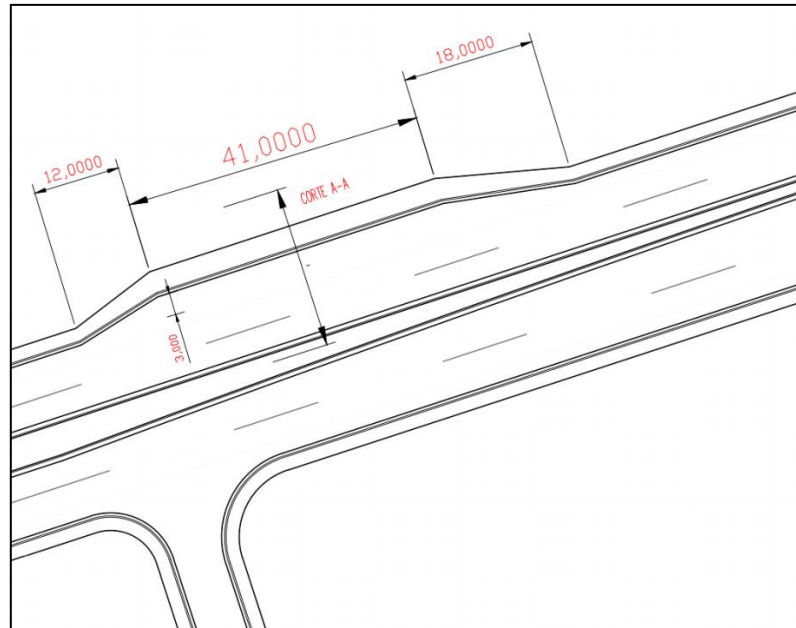


Figura 74. Geometría de las paradas propuestas.
Fuente: los autores (2019).

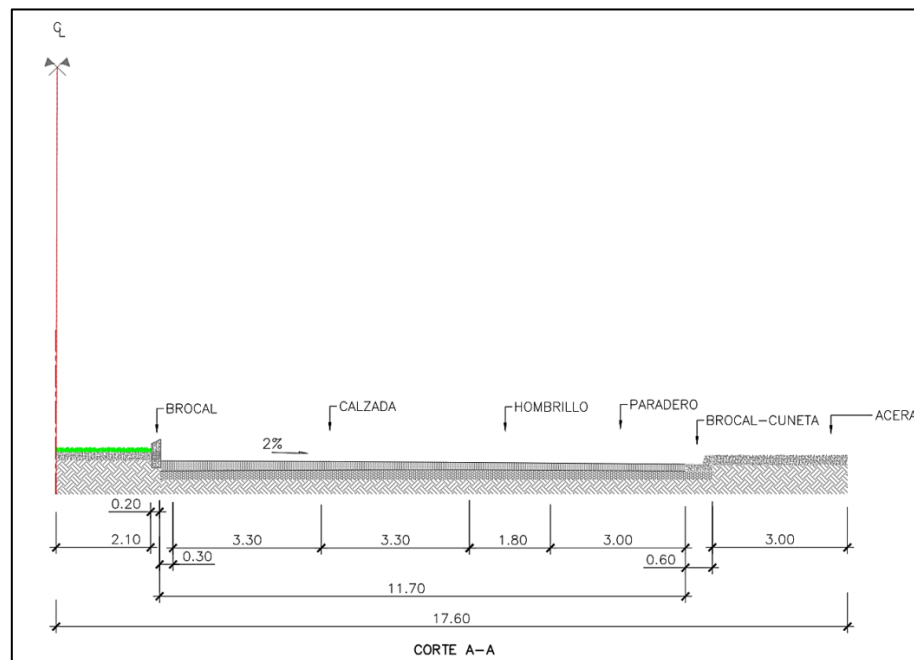


Figura 75. Corte D-D, Sección transversal propuesta con paradas.
Fuente: los autores (2019).

4.3 Diseño hidráulico

Al igual que la evaluación geométrica, la evaluación hidráulica consistió en visitas de campo para verificar las condiciones actuales señaladas en la sección 4.1.2.2 y en establecer un diseño hidráulico acorde con el diseño geométrico ya planteado. Los criterios y lineamientos seguidos para llevar a cabo este diseño, fueron los descritos a continuación.

Principalmente, se propuso un sistema de alcantarillado unitario ya que la implantación de un sistema combinado conllevaría a una investigación muy extensa en la que habría que evaluar el sistema de alcantarillado sanitario existente y a su vez determinar gastos de diseño de aguas negras y diseñar la red de recolección de aguas servidas.

Lo que diferiría con el alcance de este proyecto en el que se establece que únicamente se evaluará la hidráulica de este tramo de la avenida, además cabe resaltar que como ya se explicó en la sección 2.2.7.1, muchos autores señalan que el sistema unitario o separado es el más usado porque entre otras cosas, se pueden mantener separadas las aguas de lluvia de las aguas sanitarias contaminadas y reutilizar el agua precipitada.

Una vez establecido el sistema de drenaje se procedió a seleccionar las estructuras de captación, conducción y mantenimiento a utilizar que como ya fue mencionado en el Capítulo II, representan los elementos más importantes de un sistema de drenaje y las características de cada una dependerán principalmente del volumen de agua para el que son diseñadas.

Así, partiendo de un elemento de conducción señalado a continuación, se procederá a la ubicación de las estructuras de captación y posteriormente a la determinación del sistema de desalojo de las aguas a un punto de disposición final como se explica a continuación.

4.3.1 Estructuras de captación

Las estructuras de captación seleccionadas, son sumideros de tipo ventana, coloquialmente conocidos como "bocas de sapo", ya que además de las ventajas de su uso descritas en la tabla 41, al visualizar el perfil longitudinal de la carretera en el plano E-3 del anexo E se puede observar que las pendientes no son constantes y son inferiores al 4%.

De esta manera, para conducir el agua hacia los sumideros o estructuras de captación, se seleccionó el brocal-cuneta del tipo A-3 descrito en la figura 22 del capítulo II con una pendiente en la cuneta de 4% como se observa en la figura 76, el cual recibirá el aporte de agua de las zonas adyacentes a la vía, que debido a sus pendientes escurran en el mismo; y de la carretera como tal, cuya pendiente transversal o bombeo igualmente escurre hacia el brocal cuneta.

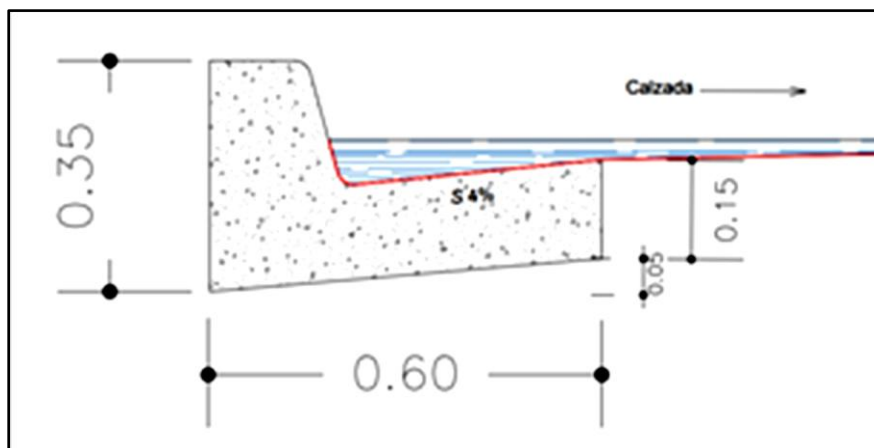


Figura 76. Brocal Cuneta a utilizar.
Fuente: los autores (2019).

Cabe destacar, que para saber las características que debe tener cada sumidero es necesario conocer la cantidad de agua que recibe por medio del brocal cuneta, la cual fue determinada mediante la aplicación del método racional como se explica a continuación.

4.3.1.1 División de la zona

Tomando en cuenta lo ya expresado con respecto a la pendiente longitudinal de la carretera, el primer paso llevado a cabo, fue la división de la zona en hojas de acuerdo dichas pendientes. La zona fue dividida en 5 hojas nortes y 5 hojas sur, y con base en el tipo de área a drenar, en subhojas como se observa en el plano E-6 del anexo E.

Una vez delimitadas las cuencas y subcuencas, mediante la utilización de la herramienta de medición de áreas del programa AutoCAD, se determinaron cada una de las áreas que componen cada subcuenca de acuerdo al tipo de superficie, con la finalidad de determinar un coeficiente medio de escorrentía en vista de que existen distintos tipos de superficie dentro de la subcuenca y por ende distintos coeficientes:

Tabla 64. Coeficiente de escorrentía y área de cada subcuenca (norte)

Cuenca	Subcuenca	Tipo	Extensión		Coeficiente de impermeabilidad	
			Área (ha)	%	Parcial	Total
1	1,1,N.	Multifamiliar Separada	5,9	0,78	0,5	0,39
		Calle	1,65	0,22	0,8	0,17
			<u>7,55</u>			<u>0,57</u>
	1,2,N.	Multifamiliar Separada	1,95	0,59	0,5	0,3
		Calle	1,33	0,41	0,8	0,32
			<u>3,28</u>			<u>0,62</u>
	1,3,N.	Zonas verdes	0,25	0,93	0,3	0,28
		Calle	0,02	0,07	0,8	0,06
			<u>0,27</u>			<u>0,34</u>
2	2,1,N.	Zonas verdes	4,38	0,95	0,3	0,29
		Calle	0,21	0,05	0,8	0,04
			<u>4,59</u>			<u>0,32</u>
3	3,1,N.	Zonas verdes	3,37	0,9	0,3	0,27
		Calle	0,38	0,1	0,8	0,08
			<u>3,75</u>			<u>0,35</u>
	3,2,N.	Calle	0,08	1	0,8	0,8
			<u>0,08</u>			<u>0,8</u>

Continuación de la tabla 64

4	4,1,N.	Calle	0,11	1	0,8	0,8
			0,11			0,8
	5,1,N.	Calle	0,41	1	0,8	0,8
			0,41			0,8
5	5,2,N.	Zona comercial	0,39	0,89	0,8	0,71
		Calle	0,05	0,11	0,8	0,09
			0,44			0,8
	5,3,N.	Calle	0,21	1	0,8	0,8
			0,21			0,8

Fuente: los autores (2019).

Tabla 65. Coeficiente de escorrentía y área de cada subcuenca (sur)

Cuenca	Subcuenca	Tipo	Extensión		Coeficiente de impermeabilidad	
			Área (ha)	%	Parcial	Total
1	1,1,S.	Multifamiliar Separada	1,79	0,94	0,5	0,47
		Calle	0,12	0,06	0,8	0,05
			1,91			0,52
	1,2,S.	Calle	0,41	1	0,8	0,8
			0,41			0,8
2	2,1,S.	Calle	0,09	1	0,8	0,8
			0,09			0,8
	2,2,S.	Multifamiliar Separada	0,17	0,65	0,5	0,33
Calle		0,09	0,35	0,8	0,28	
			0,26		0,6	
3	3,1,S.	Multifamiliar Separada	5,96	0,63	0,5	0,32
		Calle	3,46	0,37	0,8	0,29
			9,42			0,61
4	4,1,S.	Multifamiliar Separada	2,93	0,77	0,5	0,38
		Calle	0,89	0,23	0,8	0,19
			3,82			0,57
5	5,1,S.	Multifamiliar Separada	5,1	0,26	0,5	0,13
		Comercial	3,03	0,16	0,8	0,13
		Industrial	9,14	0,47	0,7	0,33
		Calle	2,12	0,11	0,8	0,09
			19,39			0,67

Fuente: los autores (2019).

4.3.1.2 Tiempos de concentración

El segundo paso llevado a cabo, fue la determinación de la intensidad de lluvia en base a la cual se hará el diseño del sistema de drenaje, para lo que fue necesario la determinación de los tiempos de concentración partiendo de las pendientes longitudinales de la vía para cada subcuenca.

Tabla 66. Tiempos de concentración de cada cuenca (norte)

Cuenca	Subcuenca	L	H1	H2	Tc
1	1,1,N.	180	271,55	269	6,33
	1,2,N.	220	269	267,67	7,4
	1,3,N.	25	267,67	267,48	1,39
2	2,1,N.	191,8	268,02	267,43	10,34
3	3,1,N.	213,2	268,02	267,1	9,85
	3,2,N.	75,95	267,1	266,77	4,45
4	4,1,N.	107,01	267,17	266,77	6,14
5	5,1,N.	337,04	267,17	265,42	13,06
	5,2,N.	45	265,42	265,19	2,79
	5,3,N.	189,31	265,19	264,2	8,36

Fuente: los autores (2019).

Tabla 67. Tiempos de concentración de cada cuenca (sur)

Cuenca	Subcuenc a	L	H1	H2	Tc
1	1,1,S	80	271,55	270,50	3,02
	1,2,S	345	270,50	267,43	10,81
2	2,1,S	95	267,72	267,43	6,043
	2,2,S	96,80	268,02	267,43	4,695
3	3,1	289,15	268,02	266,77	12,45
4	4,1	107,01	267,17	266,77	6,14
5	5,1	571,35	267,17	264,20	19,60

Fuente: los autores (2019).

La intensidad de la lluvia se determinó mediante la selección de una de las 18 zonas en las que se encuentra dividida Venezuela, específicamente en la que se encuentra ubicada la ciudad de El Tigre, estado Anzoátegui. Es así como se seleccionó la Zona III, y a su vez la curva de intensidad – duración - frecuencia (IDF) correspondiente a la misma. (Véase figura A-8 del Anexo A).

La frecuencia con que ha ocurrido la lluvia de determinada intensidad se estableció de 5 años de acuerdo a lo señalado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP, 1967) para zonas residenciales, tal como se señala en la tabla 40. Utilizando la curva IDF, mediante el uso de la técnica de interpolación, se entra con el tiempo de concentración, se sube verticalmente hasta interceptar la curva de frecuencia de 5 años y se proyecta horizontalmente hasta hallar el valor de la intensidad de la lluvia en lts/seg/ha.

4.3.1.3 Caudal de cada cuenca

Ya que el área de las subcuencas, es menor a 500 Hectáreas, el gasto que aportan será calculado mediante la aplicación del método racional explicado en la sección 2.2.7.2 que corresponde a la aplicación de la ecuación número 2.28.

Tabla 68. Gasto de cada subcuenca

Subcuenca	Frecuencia (años)	Intensidad (l/s/ha)	Q (l/s)	Q por metro (l/s/m)
1,1,N.	5,00	530,94	2267,11	12,60
1,2,N.		455,51	928,78	4,22
1,3,N.		550,00	50,05	2,00
2,1,N.		417,82	619,21	3,23
3,1,N.		425,43	559,44	2,62
3,2,N.		550,00	33,00	0,43

Continuación de la tabla 68				
4,1,N.		511,28	44,99	0,42
5,1,N.		372,96	122,33	0,36
5,2,N.		550,00	193,60	4,30
5,3,N.		450,00	75,60	0,40
1,1,S.		550,00	545,05	6,81
1,2,S.	5,00	414,73	136,03	0,39
2,1,S.		517,30	37,25	0,39
2,2,S.		515,00	86,35	0,89
3,1,S.		387,18	2225,51	7,70
4,1,S.		511,28	1113,06	10,40
5,1,S.		307,07	4012,79	7,02

Fuente: los autores (2019).

4.3.1.4 Ubicación de los sumideros y caudal

El siguiente paso a seguir fue la ubicación tentativa de sumideros, por lo que se separó cada hoyo y tomando en cuenta las pendientes de la misma se establecieron longitudes entre los sumideros presentadas en la tabla 69 (ver ubicación de sumideros en plano E-7 y tabla 70).

El caudal por metro obtenido de cada subhoya señalado en la tabla anterior fue multiplicado por la longitud para determinar el caudal de aporte de esa área y para el volumen captado de cada sumidero se utilizó la figura A-3 del anexo A para una ventana de 1,5 metros en la que, mediante interpolaciones e intercepción de los valores conocidos, se obtiene la siguiente relación de intercepción:

$$\frac{Q_1}{Q} = 0,7245 \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

Q, es el caudal que llega al sumidero.

Q₁, representa el caudal interceptado.

Si se despeja el valor de Q_1 se obtiene entonces:

$$Q_1 = 0,7245 \times Q \quad (\text{Ec. 16})$$

Esto significa, que el sumidero captará 72,45% del total de agua que llega a él, generando un remanente del 27,55%, dirigido por medio de la pendiente longitudinal de la calle mediante los brocales - cunetas hacia el siguiente sumidero. Estos valores se observan en la tabla 69 totalizada mediante el uso del programa "Microsoft Excel 2013".

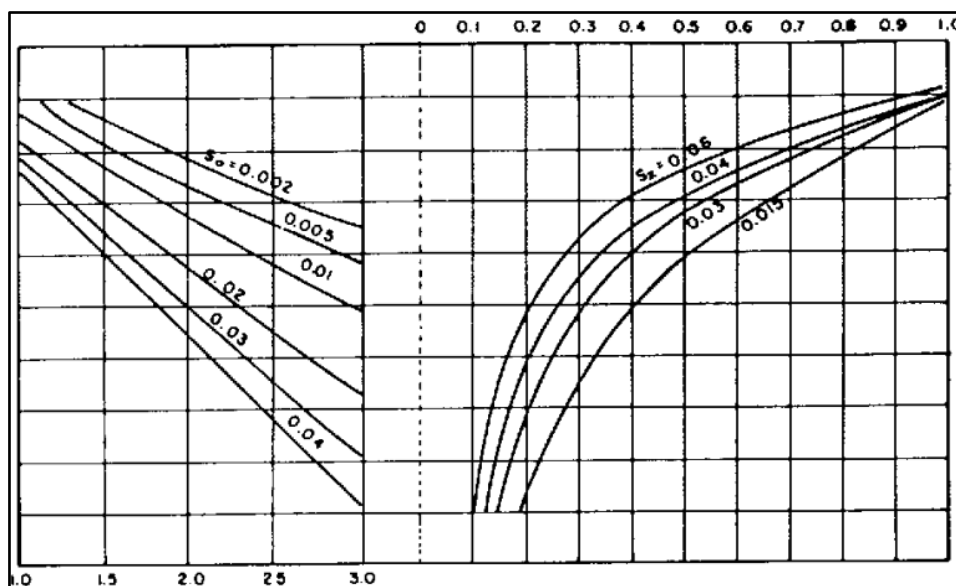


Figura 77. Gráfico de relación de interceptación para sumidero de ventana 1.5 m.

Fuente: NORVIAL (1985).

Tabla 69. Gasto captado por cada sumidero

Cuenca	Long	Norte			Sur		
		Sub-cuenca	Sumidero	Q recibido	Sub-cuenca	Sumidero	Q recibido
1	35		S-1-N	319,38	1,1,S	S-1-S	172,76
	35	1,1,N	S-2-N	319,38		S-2-S	172,76
	35		S-3-N	319,38	1,2,S	S-3-S	10,00

Continuación de la tabla 69

1	35	1,2,N	S-4-N	319,38	S-4-S	10,00	
	35		S-5-N	319,38	S-5-S	10,00	
	35		S-6-N	107,05	S-6-S	10,00	
	35		S-7-N	107,05	S-7-S	10,00	
	35		S-8-N	107,05	S-8-S	10,00	
	35		S-9-N	107,05	S-9-S	10,00	
1	35	1,2,N	S-10-N	107,05	1,2,S	S-10-S	10,00
	35		S-11-N	107,05		S-11-S	10,00
	40	1,3,N	S-12-N	58,02		S-12-S	11,43
2	52	2,1,N	S-13-N	121,63	2,1,S	S-13-S	14,77
	35		S-14-N	81,86		S-14-S	9,94
	35		S-15-N	81,86		S-15-S	9,94
	35		S-16-N	81,86	2,2,S	S-16-S	22,62
	35		S-17-N	81,86		S-17-S	22,62
3	35	3,1,N	S-18-N	66,54	3,1,S	S-18-S	195,17
	35		S-19-N	66,54		S-19-S	195,17
	35		S-20-N	66,54		S-20-S	195,17
	35		S-21-N	66,54		S-21-S	195,17
	35		S-22-N	66,54		S-22-S	195,17
	35		S-23-N	66,54		S-23-S	195,17
	35	3,2,N	S-24-N	11,02		S-24-S	195,17
	45		S-25-N	14,17		S-25-S	250,93
4	35	4,1,N	S-26-N	10,66	4,1,S	S-26-S	263,75
	35		S-27-N	10,66		S-27-S	263,75
	35		S-28-N	10,66		S-28-S	263,75
5	35	5,1,N	S-29-N	9,20	5,1,S	S-29-S	178,09
	35		S-30-N	9,20		S-30-S	178,09
	35		S-31-N	9,20		S-31-S	178,09
	35		S-32-N	9,20		S-32-S	178,09
5	35	5,1,N	S-33-N	9,20	5,1,S	S-33-S	178,09
	35		S-34-N	9,20		S-34-S	178,09
	35		S-35-N	9,20		S-35-S	178,09
	35		S-36-N	9,20		S-36-S	178,09
	35		S-37-N	9,20		S-37-S	178,09

Continuación de la tabla 69

5	35	5,2,N	S-38-N	109,09	S-38-S	178,09
	35		S-39-N	10,13	S-39-S	178,09
	35	5,3,N	S-40-N	10,13	S-40-S	178,09
	35		S-41-N	10,13	S-41-S	178,09
	35		S-42-N	10,13	S-42-S	178,09
	35		S-43-N	10,13	S-43-S	178,09
	44		S-44-N	12,73	S-43-S	223,89

Fuente: los autores (2019).

Tabla 70. Ubicación de los sumideros

Numero de sumidero	Norte		Sur	
	Coordenadas		Coordenadas	
	Este	Norte	Este	Norte
1	368548,526	982921,244	368559,346	982894,536
2	368582,377	982932,299	368591,362	982906,001
3	368617,122	982940,491	368624,965	982917,008
4	368651,076	982951,578	368658,565	982927,975
5	368378,271	982968,224	368692,001	982938,881
6	368719,134	982973,820	368725,944	982949,989
7	368753,995	982985,247	368760,444	982961,286
8	368786,021	982995,692	368795,042	982970,857
9	368821,473	982007,258	368827,852	982980,151
10	368857,478	983016,668	368862,553	982994,668
11	368888,782	983029,337	368895,749	983005,513
12	368927,686	983042,103	368933,709	983016,783
13	368972,994	983059,938	368983,493	983034,173
14	369010,487	983069,045	369013,439	983042,042
15	369044,335	983080,121	369051,124	983056,247
16	369077,609	983090,983	369084,860	983067,318

Continuación de la tabla 70

17	369111,281	983102,730	369118,609	983077,625
18	369144,188	983115,027	369150,578	983084,438
19	369177,321	983128,268	369187,052	983096,107
20	369199,871	983147,718	369213,764	983098,149
21	369242,566	983153,619	369253,905	983115,064
22	369278,340	983160,136	369287,533	983130,410
23	369312,824	983169,498	369320,878	983143,316
24	369346,881	983179,446	369355,037	983155,621
25	369393,614	983191,951	369397,280	983166,576
26	369427,368	983202,846	369431,081	983177,627
27	369461,061	983213,397	369465,222	983191,935
28	369488,366	983227,913	369498,756	983202,882
29	369525,523	983237,360	369532,452	983213,873
30	369559,464	983248,471	369564,288	983224,289
31	369591,074	983258,804	369596,081	983234,676
32	369616,152	983266,975	369619,336	983240,383
33	369653,921	983282,489	369661,392	983256,012
34	369688,7536	983293,378	369695,471	983267,149
35	369721,810	983301,561	369732,663	983276,169
36	369755,461	983312,579	369765,161	983286,772
37	369787,688	983323,082	369794,958	983299,692
38	369820,952	983333,947	369828,137	983309,637
39	369856,528	983344,212	369867,817	983324,395
40	369889,738	983354,033	369895,607	983333,805
41	369923,926	983364,633	369929,768	983344,555
42	369957,327	983375,041	369963,182	983354,930
43	369990,964	983385,527	369996,810	983365,447
44	370023,198	983395,548	370030,043	983375,765

Fuente: los autores (2019).

4.3.2 Disposición Final

Una vez determinado el caudal que recibe cada sumidero el punto siguiente es establecer el sistema de conducción, pero para diseñar y seleccionar un sistema adecuado es necesario determinar el punto de disposición final de las aguas de lluvia recolectadas.

En este sentido, el Plan de Desarrollo Urbano Local (1988), establece que las áreas de El Tigre y El Tigrito deben drenar hacia los ríos Tigre y Caris, por lo que se considera la disposición final en la quebrada San Mateo que forma parte del río Tigre y se encuentra ubicada en la calle San Mateo del municipio San José de Guanipa como se puede observar en el plano E-8 del anexo E, en virtud de que no solo se cumpliría con lo planificado, sino que se traduciría también en beneficios que se puede apreciar en la tabla 71.

No obstante, esta se encuentra a 3.5 km de distancia del sitio en estudio por lo que disponer las aguas en este punto conllevaría una obra de gran envergadura debido a las grandes cantidades de demoliciones, movimientos de tierra y materiales necesarios para su ejecución.

Tomando en cuenta lo ya mencionado se evalúan otros puntos de disposición final más cerca al área en estudio, como lo es una laguna de infiltración ubicada al finalizar la Av. La Paz en sentido Sur como se puede ver en el plano E-8 del anexo E, cuyos beneficios se observan en la tabla 71.

Partiendo de lo antes expuesto y analizando cada uno de los beneficios de las dos posibles disposiciones, se decidió seleccionar como punto de descarga final la laguna de infiltración por su cercanía al sitio en estudio, resultar más económica, ejecutarse en menor tiempo y proveer la serie de beneficios ya mencionados.

Tabla 71. Beneficios de disposición final.

Quebrada San Mateo del rio Tigre	Laguna de infiltración (Av. La Paz sur)
Las aguas son vertidas directamente, por ende, no necesitan ser tratada antes de su descarga.	Las aguas son vertidas directamente, por ende, no necesitan ser tratada antes de su disposición final.
Aumento del caudal en el rio Tigre.	Aumento del caudal en aguas subterráneas debido a la buena capacidad de infiltración y permeabilidad de la formación presente en la mesa de Guanipa.
Reducción de la temperatura mediante el aumento de la vegetación en las zonas adyacentes al rio.	Mayor rendimiento en los distintos pozos para el abastecimiento de agua potable a los habitantes de la zona.
Incremento de la fertilidad de la zona.	Incrementa la fertilidad y vegetación de la zona.
Mejoría en los ecosistemas debido al sustento de agua y fuente de alimento para las innumerables formas de vida, como hongos, vegetales, animales y demás seres vivos.	Cercanía al sitio en estudio.
Disminución de contaminación debido al aporte de aguas sin contaminantes químicos.	Buenas condiciones actuales para la inserción de diferentes tipos de estructuras de sistema de conducción, debido a que no se tendrá que demoler obras concreto o asfáltica.
Se cumpliría con lo establecido en el Plan de desarrollo Urbano Local (1988).	Disminución de volúmenes de movimiento de tierra y materiales para la ejecución. Bajos costos para su ejecución.

Fuente: los autores (2019).

4.3.3 Estructuras de conducción

Con respecto a las estructuras de conducción Arocha (1983) explica que la conducción de las aguas de lluvia hacia el punto de disposición final, se hace mediante colectores o conductos y es así como se decidió realizar la conducción a través de colectores, siguiendo los lineamientos señalados en la sección 2.2.7.3.

La conducción consistirá en un conjunto de colectores secundarios que recibirán las aguas provenientes de la captación de cada sumidero y la transportarán a un colector principal dividido en tramos de acuerdo al aporte que reciben. Cada tramo está definido por tuberías de concreto descritas en

la norma COVENIN 332-80 y 333-80 y su diámetro será determinado mediante la siguiente ecuación que resulta del despeje de la ecuación 32 de Manning explicado en el Capítulo II.

$$D = \frac{2.16Qn}{S_o}^{3/8} \quad (\text{Ec. 17})$$

Para los colectores secundarios se seleccionó una pendiente de 4.4% y para los colectores principales se trató de seguir la topografía del terreno, no obstante, esta en algunos casos presenta cambios de dirección en las pendientes longitudinales como se puede observar en el plano E-3 del anexo E, por lo que se seleccionaron pendientes entre las máximas y mínimas establecidas en la tabla 45.

Dicho esto, las características como el caudal que transportan, pendiente, diámetro y longitud de la red de colectores principales se observan en la tabla 72 y las de los colectores secundarios en la tabla 73; y a partir de esta red de colectores se procede a la elaboración del plano de vista de planta de la red de drenaje expuesto en el plano E-8 del anexo E y el plano E-9 de su respectivo perfil longitudinal.

Tabla 72. Colector principal.

Tramo	Norte					Sur					Centro				
	Q (lts/seg)	Diámetro (m) (pulg)	Long (m)	Pend.		Q (lts/seg)	Diámetro (m) (pulg)	Long (m)	Pend.		Q (lts/seg)	Diámetro (m) (pulg)	Long. (m)	Pend.	
1-2	319,38	0,45	17,96	35,00		172,76	0,36	14,27	35,00		-	-	-	-	-
2-3	638,76	0,58	23,30	35,00	-1.7 %	345,53	0,46	18,50	35,00	-1.7 %	-	-	-	-	-
3-4	958,14	0,68	27,12	35,00		355,53	0,47	18,70	35,00		-	-	-	-	-
4-5	1277,52	0,88	35,36	35,00		365,52	0,55	22,12	35,00		-	-	-	-	-
5-6	1596,90	0,96	38,45	35,00		375,52	0,56	22,34	35,00		-	-	-	-	-
6-7	1703,95	0,98	39,40	35,00		385,52	0,56	22,56	35,00		-	-	-	-	-
7-8	1811,00	1,01	40,31	35,00	-7.3‰	395,52	0,57	22,78	35,00	-7.3‰	-	-	-	-	-
8-9	1918,06	1,03	41,18	35,00		405,52	0,57	23,00	35,00		-	-	-	-	-
9-10	2025,11	1,05	42,03	35,00		415,52	0,58	23,21	35,00		-	-	-	-	-
10-11	2132,16	1,07	42,85	35,00		425,51	0,59	23,42	35,00		-	-	-	-	-
11-12	2239,22	1,29	51,57	40,00		435,51	0,70	27,91	40,00		-	-	-	-	-
12-13	2297,23	1,30	52,06	52,00		446,94	0,70	28,18	52,00		-	-	-	-	-
13-14	2418,86	1,33	53,08	35,00		461,71	0,71	28,52	35,00		-	-	-	-	-
14-15	2500,73	1,34	53,75	35,00		471,65	0,72	28,75	35,00		-	-	-	-	-
15-16	2582,59	1,36	54,40	35,00		481,59	0,72	28,98	35,00	-	-	-	-	-	-
16-17	2664,45	1,38	55,04	35,00	-3‰	504,21	0,74	29,48	35,00	3‰	-	-	-	-	-
17-18	2746,32	1,39	55,67	35,00		526,83	0,75	29,97	35,00		-	-	-	-	-
18-19	2812,86	1,40	56,17	35,00		722,00	0,84	33,73	35,00		-	-	-	-	-
19-20	2879,40	1,42	56,66	35,00		917,17	0,92	36,90	35,00		-	-	-	-	-
20-21	2945,93	1,43	57,15	35,00		1112,34	0,99	39,67	35,00		-	-	-	-	-

Continuación de la tabla 72

21-22	3012,47	1,44	57,63	35,00		1307,51	1,05	42,14	35,00		-	-	-	-	-
22-23	3079,01	1,45	58,11	35,00		1502,68	1,11	44,40	35,00		-	-	-	-	-
23-24	3145,55	1,46	58,57	35,00		1697,85	1,16	46,48	35,00		-	-	-	-	-
24-25	3156,57	1,47	58,65	45,00		1893,02	1,21	48,42	45,00		-	-	-	-	-
25-26	3170,73	1,47	58,75	35,00		2143,96	1,27	50,73	35,00		-	-	-	-	-
26-27	3181,40	1,47	58,82	35,00	3%	2407,71	1,32	52,99	35,00	3%	-	-	-	-	-
27-28	3192,06	1,47	58,90	35,00		2671,46	1,38	55,09	35,00		-	-	-	-	-
28-29	3202,72	1,47	58,97	35,00		2935,22	1,43	57,07	35,00		-	-	-	-	-
29-30	3211,92	1,48	59,04	35,00		3113,31	1,46	58,35	35,00		-	-	-	-	-
30-31	3221,13	1,48	59,10	35,00		3291,41	1,49	59,58	35,00		-	-	-	-	-
31-32	3230,33	1,48	59,16	35,00		3469,50	1,52	60,77	35,00		-	-	-	-	-
32-F-33	3239,53	0,89	35,79	10,00	-4,4%	3647,60	0,94	37,42	10,00	-4,4%	2401,41	1,63	65,04	26,00	
33-34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2214,11	1,58	63,09	35,00	
34-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2026,81	1,53	61,04	35,00	
35-36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1839,51	1,47	58,86	35,00	
36-37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1652,21	1,41	56,53	35,00	
37-38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1464,91	1,35	54,04	35,00	
38-39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1177,73	1,24	49,79	35,00	1%
39-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	989,50	1,17	46,65	35,00	
40-41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	801,28	1,08	43,10	35,00	
41-42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	613,06	0,97	38,98	35,00	
42-43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	424,84	0,85	33,97	35,00	
43-44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	236,62	0,68	27,28	35,00	

Fuente: los autores (2019).

Tabla 73. Colectores secundarios.

Colector	Norte				Pend.	Sur				
	Q (lts/seg)	Diámetro (m) (pulg)	Long (m)	Pend.		Q (lts/seg)	Diámetro (m) (pulg)	Long (m)	Pend.	
1	319,38	0,38	15,01	7,50		172,76	0,30	11,92	5,00	
2	319,38	0,38	15,01	7,5		172,76	0,30	11,92	2,50	
3	319,38	0,38	15,01	2,50		10,00	0,10	4,10	2,50	
4	319,38	0,38	15,01	2,50		10,00	0,10	4,10	2,5	
5	319,38	0,38	15,01	12,50		10,00	0,10	4,10	2,5	
6	107,05	0,25	9,97	2,50		10,00	0,10	4,10	2,5	
7	107,05	0,25	9,97	2,50		10,00	0,10	4,10	2,5	
8	107,05	0,25	9,97	2,50		10,00	0,10	4,10	2,5	
9	107,05	0,25	9,97	5,00		10,00	0,10	4,10	5	
10	107,05	0,25	9,97	2,50		10,00	0,10	4,10	2,5	
11	107,05	0,25	9,97	2,50		10,00	0,10	4,10	2,5	
12	58,02	0,20	7,92	2,50		11,43	0,11	4,31	5	
13	121,63	0,26	10,45	5,00		14,77	0,12	4,74	2,5	
14	81,86	0,23	9,01	2,50		9,94	0,10	4,09	5	
15	81,86	0,23	9,01	2,50		9,94	0,10	4,09	2,5	
16	81,86	0,23	9,01	2,50		22,62	0,14	5,56	2,5	
17	81,86	0,23	9,01	2,50		22,62	0,14	5,56	2,5	
18	66,54	0,21	8,34	5,00	4,4%	195,17	0,31	12,48	7,5	4,4%
19	66,54	0,21	8,34	7,50		195,17	0,31	12,48	7,5	
20	66,54	0,21	8,34	17,50		195,17	0,31	12,48	15	
21	66,54	0,21	8,34	12,50		195,17	0,31	12,48	10	
22	66,54	0,21	8,34	7,50		195,17	0,31	12,48	7,5	
23	66,54	0,21	8,34	5,00		195,17	0,31	12,48	5	
24	11,02	0,11	4,25	5,00		195,17	0,31	12,48	5	
25	14,17	0,12	4,67	2,50		250,93	0,34	13,72	5	
26	10,66	0,10	4,20	2,50		263,75	0,35	13,97	2,5	
27	10,66	0,10	4,20	2,50		263,75	0,35	13,97	5	
28	10,66	0,10	4,20	2,50		263,75	0,35	13,97	2,5	
29	9,20	0,10	3,97	2,50		178,09	0,30	12,06	2,5	
30	9,20	0,10	3,97	2,50		178,09	0,30	12,06	2,5	
31	9,20	0,10	3,97	2,50		178,09	0,30	12,06	2,5	
32	9,20	0,10	3,97	2,50		178,09	0,30	12,06	2,5	
33	9,20	0,10	3,97	15,00		178,09	0,30	178,09	12,5	
34	9,20	0,10	3,97	15,00		178,09	0,30	178,09	12,5	

Continuación de la tabla 73

35	9,20	0,10	3,97	12,50		178,09	0,30	178,09	15	
36	9,20	0,10	3,97	12,50		178,09	0,30	178,09	15	
37	9,20	0,10	3,97	12,50		178,09	0,30	178,09	12,5	
38	109,09	0,25	10,04	12,50		178,09	0,30	178,09	12,5	
39	10,13	0,10	4,12	10,00	4.4%	178,09	0,30	178,09	15	44%
40	10,13	0,10	4,12	10,00		178,09	0,30	178,09	12,5	
41	10,13	0,10	4,12	10,00		178,09	0,30	178,09	12,5	
42	10,13	0,10	4,12	10,00		178,09	0,30	178,09	12,5	
43	10,13	0,10	4,12	10,00		178,09	0,30	178,09	12,5	
44	12,73	0,11	4,48	10,00		223,89	0,33	223,89	10,0	

Fuente: los autores (2019).

4.3.4 Estructuras de conexión

Las estructuras de conexión a utilizar, denominadas bocas de visita estas estructuras deben ser colocadas en los cambios de pendiente, cambios de diámetro, conexión de uno o más colectores, entre otros casos, como se explicó en la sección 2.2.7.3 del capítulo II.

Tomando en consideración la sección antes mencionada, se dispuso la colocación de 76 bocas de visita en total para la red de drenaje propuesta, en su gran mayoría en las conexiones del colector secundario con el colector principal y un último boca de visita ubicado en la progresiva 5+624,00 en el cual se conectan los colectores principales a este boca de visita que sería la disposición final, de allí las aguas recolectadas correrán al sitio de descarga final como lo es la laguna de infiltración ya explicada anteriormente.

Partiendo de la tabla 44 e indicaciones de los tipos de boca de visita y su función para las diferentes conexiones en la sección antes mencionada, en la tabla 74 se puede apreciar los tipos de estructura de conexión adoptados para la red de drenaje propuesta observada en el plano E-8 del anexo E, y en la tabla 75 su ubicación con sus respectivas coordenadas para cada uno ellos conjuntamente con su altitud.

Tabla 74. Bocas de visita de la red

Boca de Visita	Tipos de Boca de Visita			Boca de Visita	Tipos de Boca de Visita		
	Norte	Sur	Centro		Norte	Sur	Centro
BV-1	Tipo Ia	Tipo Ia	-	BV-24	Tipo IVa	Tipo IVa	-
BV-2	Tipo Ia	Tipo Ia	-	BV-25	Tipo IVa	Tipo IVa	-
BV-3	Tipo Ia	Tipo Ia	-	BV-26	Tipo IVa	Tipo IVa	-
BV-4	Tipo Ia	Tipo Ia	-	BV-27	Tipo IVa	Tipo IVa	-
BV-5	Tipo Ia	Tipo Ia	-	BV-28	Tipo IVa	Tipo IVa	-
BV-6	Tipo Ia	Tipo Ia	-	BV-29	Tipo IVa	Tipo IVa	-
BV-7	Tipo Ia	Tipo Ia	-	BV-30	Tipo IVa	Tipo IVa	-
BV-8	Tipo Ia	Tipo Ia	-	BV-31	Tipo IVa	Tipo IVa	-
BV-9	Tipo Ia	Tipo Ia	-	BV-32	Tipo IVa	Tipo IVa	-
BV-10	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-F	-	-	Tipo IVb
BV-11	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-33	-	-	Tipo IVb
BV-12	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-34	-	-	Tipo IVa
BV-13	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-35	-	-	Tipo IVa
BV-14	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-36	-	-	Tipo IVa
BV-15	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-37	-	-	Tipo IVa
BV-16	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-38	-	-	Tipo IVa
BV-17	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-39	-	-	Tipo IVa
BV-18	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-40	-	-	Tipo IVa
BV-19	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-41	-	-	Tipo Ia
BV-20	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-42	-	-	Tipo Ia
BV-21	Tipo IVa	Tipo Ia	-	BV-43	-	-	Tipo Ia
BV-22	Tipo IVa	Tipo Iva	-	BV-44	-	-	Tipo Ia
BV-23	Tipo IVa	Tipo Iva	-				

Fuente: los autores (2019).

Tabla 75. Ubicación de bocas de visita de la red

Progresiva	Norte			Sur			Centro		
	Coordenadas		Altitud	Coordenadas		Altitud	Coordenadas		Altitud
	Este	Norte		Este	Norte		Este	Norte	
4+497,00	368553,054	982917,101	271.250	368558,666	982898,551	271.250	-	-	-
4+532,00	368586,777	982928,094	270.500	368592,390	982909,545	270.500	-	-	-
4+567,00	368620,452	982938,990	270.056	368626,248	982919,980	270.056	-	-	-
4+602,00	368654,223	982950,080	269.259	368659,836	982931,531	269.259	-	-	-
4+637,00	368687,946	982961,073	268.866	368693,559	982942,524	268.866	-	-	-
4+672,00	368721,67	982972,067	268.500	368727,282	982953,517	268.500	-	-	-
4+707,00	368756,396	982983,426	268.329	368762,036	982964,785	268.329	-	-	-
4+742,00	368790,119	982994,419	268.090	368795,674	982976,06	268.090	-	-	-
4+777,00	368823,842	983005,412	267.888	368829,397	982987,053	267.888	-	-	-
4+812,00	368857,478	983016,668	267.598	368863,120	982998,046	267.598	-	-	-
4+847,00	368891,220	983027,599	267.477	368896,039	983009,039	267.477	-	-	-
4+887,00	368929,695	983040,146	267.497	368935,318	983021,586	267.497	-	-	-
4+939,00	368979,558	983056,485	267.576	368985,199	983037,863	267.576	-	-	-
4+974,00	369013,303	983067,379	267.630	369018,923	983048,856	267.630	-	-	-
5+009,00	369047,005	983078,537	267.820	369052,609	983059,976	267.820	-	-	-
5+044,00	369080,683	983089,666	267.965	369086,332	983070,969	267.965	-	-	-
5+079,00	369114,406	983100,659	268.001	369120,056	983081,962	268.001	-	-	-
5+114,00	369148,129	983111,652	268.013	369153,779	983092,955	268.013	-	-	-
5+149,00	369181,852	983122,645	268.001	369187,502	983103,949	268.001	-	-	-
5+184,00	369215,575	983133,638	267.750	369221,182	983115,069	267.750	-	-	-
5+219,00	369249,277	983144,653	267.061	369254,905	983126,062	267.061	-	-	-
5+254,00	369283,006	983155,671	266.751	369288,628	983137,055	266.751	-	-	-

Continuación de la tabla 75

5+289,00	369316,736	983166,601	266.753	369322,351	983148,048	266.753	-	-	-
5+324,00	369350,427	983177,716	266.830	369356,074	983159,041	266.830	-	-	-
5+364,00	369393,614	983191,951	266.950	369399,288	983173,219	266.950	-	-	-
5+399,00	369247,368	983202,846	267.000	369433,011	983184,212	267.000	-	-	-
5+434,00	369461,061	983213,937	267.073	369466,701	983195,296	267.073	-	-	-
5+469,00	369494,784	983224,930	267.160	369500,424	983206,289	267.160	-	-	-
5+504,00	369258,507	983235,923	267.165	369534,147	983217,282	267.165	-	-	-
5+539,00	369562,230	983246,916	267.160	369565,969	983227,654	267.160	-	-	-
5+574,00	369594,052	983257,288	267.073	369597,786	983238,045	267.073	-	-	-
5+609,00	369618,435	983265,227	266.789	369622,169	983245,984	266.789	-	-	-
5+624,00	-	-	-	-	-	-	369627,513	983258,196	266.593
5+644,00	-	-	-	-	-	-	369052,097	983266,263	266.388
5+679,00	-	-	-	-	-	-	369685,821	983277,096	266.177
5+714,00	-	-	-	-	-	-	369719,544	983288,089	266.033
5+749,00	-	-	-	-	-	-	369753,267	983299,082	265.905
5+784,00	-	-	-	-	-	-	369786,99	983310,075	265.789
5+819,00	-	-	-	-	-	-	369820,713	983321,068	265.500
5+854,00	-	-	-	-	-	-	369854,436	983332,062	265.680
5+889,00	-	-	-	-	-	-	369888,159	983343,055	265.500
5+924,00	-	-	-	-	-	-	369922,090	983353,361	265.250
5+959,00	-	-	-	-	-	-	369956,026	983363,65	265.095
5+994,00	-	-	-	-	-	-	369989,874	983374,232	265.000
6+029,00	-	-	-	-	-	-	370023,685	983384,933	264.800

Fuente: los autores (2019).

4.4 Ejecución de las propuestas

Para la implantación de las propuestas geométricas e hidráulicas planteadas, se seleccionó el material indicado y se determinaron las cantidades de cada material, al mismo tiempo de que se realizó la estimación del costo de la obra.

4.4.1 Selección de los materiales

Tabla 76. Materiales de construcción.

Estructura	Material	Descripción
Colectores principales	Tubos de concreto	Tubos de concreto clase IV, con juntas de goma para colectores principales.
Colectores secundarios	Tubos de concreto	Tubos de concreto clase II con resistencia a la compresión de 280 kg/cm ² con juntas de goma.
Bocas de visita	Concreto	Base de concreto de RCC 210 kg/cm ² . Cilindro y cono excéntrico de concreto de resistencia mínima a la compresión de 180 kg/cm ² .
Colchón de arena para colectores principales y secundarios.	Arena	Relleno granular fino sobre el cual estará apoyado el tubo.
Relleno de zanjas para colectores	Material de relleno proveniente de los cortes de sitio	Compactado al 95 % en los primeros 30 cm por encima del lomo del colector y 100% hasta la subrasante de vialidad
Sub-base de vialidad	Relleno de granzón natural	Resistencia capaz de desarrollar un CBR > 20 ≤ 60. Compactado al 95% según el ensayo "Proctor Modificado". Deberá estar libre de materia orgánica, escombros y lodo.
Base de pavimento y carpeta de rodamiento	Material asfáltico proporcionado por planta	Base asfáltica en caliente tipo IV.
Riego de adherencia e imprimación	Material asfáltico	RC-250 líquido.
Aceras	Concreto y acero	Aceras vaciadas en sitio de concreto de RCC 180 kg/cm ² con malla de acero truckson electrosoldada de 6" x 6".
Brocal cuneta	Concreto	Concreto vaciado en sitio de RCC 250 kg/cm ² a los 28 días.

Fuente: los autores (2019).

4.4.2 Cálculos métricos

Al hablar de cálculos métricos se hace referencia al cálculo detallado de las cantidades de obras llevadas a cabo para la realización de la obra, por lo que es indispensable su determinación para la correcta ejecución y planificación económica de la misma.

Estas obras generan a su vez partidas que son la base para elaborar el presupuesto del proyecto y corresponden a las siguientes actividades:

- Obras preliminares
- Preparación de sitio
- Movimiento de tierra
- Obras hidráulicas y drenaje
- Obras de concreto
- Vialidad
- Obras complementarias

Las cantidades de las diferentes partidas a ejecutar en cada actividad fueron determinadas tomando en cuenta una serie de criterios de medición y desarrollando los cálculos respectivos en base a los planos del proyecto y detalles de las propuestas ya mencionadas.

Los criterios utilizados para la estimación de las cantidades de obra a ejecutar para cada actividad fueron los siguientes:

- Metro lineal (m): la cantidad correspondiente se obtuvo de la medición en planos mediante la herramienta line, poliline, dist, dimension y length en metros y fracción centesimal.

- Metro Cuadrado (m²), Hectárea (ha): la cantidad correspondiente se obtuvo multiplicando el largo y ancho de la obra ejecutada, en metro y mediante la creación de líneas, figuras geométricas, polígonos y herramientas de medición de áreas del programa AutoCAD.

- Metro Cúbico (m³): la cantidad correspondiente de material se obtuvo multiplicando el largo por el ancho y por el espesor de la obra ejecutada, cuando el espesor sea uniforme; cuando el espesor es irregular o existen áreas de corte y relleno, se contaron con las distintas secciones transversales y los volúmenes fueron determinados mediante la aplicación del método de las secciones descrito en la sección 2.2.3.2. Posteriormente cada volumen obtenido dependiendo de su estado (suelto o en banco), fue determinado partiendo de la ecuación 2.5 que toma en cuenta el factor de esponjamiento descrito en la tabla 6 de cada material.

- Pieza (pza), Unidad (und): la cantidad correspondiente a la ejecución total de un elemento de obra, compuesta o no por elementos diferentes.

4.4.2.1 Preparación del sitio

Es necesario realizar trabajos previos y la modificación de ciertas características de la topografía del terreno, ya que como se explicó el diseño geométrico e hidráulico de este trabajo de grado consiste en la incorporación de canales de giro, canales de cambio de velocidad, dispositivo a nivel (redoma), paradas, ampliación de la calzada e isla central, y todo el sistema de captación y conducción de las aguas de lluvia, para lo que se deberá hacer lo siguiente.

- Remover un espesor de 30 centímetros de capa vegetal en los laterales de la vía en toda su longitud cuyo ancho será variable, lo que determinará distintas áreas de capa vegetal a remover (ver tabla 78).

- Eliminar parte de las obras de concreto existentes.

• Remover una sección de las obras asfálticas existentes, carpeta de rodamiento de 5 cm de espesor y sub-base de pavimento de 10 cm y de la estructura del pavimento hasta llegar a la base del mismo para colocar nuevos brocales en nueva isla central y redoma y en otras secciones para enterrar los colectores secundarios conectados al colector principal.

Tabla 77. Cantidad de obras asfálticas a demoler.

Obra	Progresivas	Longitud (m)	Ancho (m)
	4+436 – 4+541	105	3,8
	4+541 – 4+621	80	0,8
Ampliación de isla central existente	4+643 – 4+764	121	0,8
	4+764 – 5+042	278	3,8
	5+382 – 5+417	70	3,8
	5+417 – 5+538	121	0,8
	Redoma	5+042 – 5+382	340
	5+620 – 5+646	26	1,25
	5+646 – 5+681	35	1,25
	5+681 – 5+716	35	1,25
	5+716 – 5+751	35	1,10
	5+751 – 5+786	35	1,10
Inserción de colector principal	5+786 – 5+821	35	0,95
	5+821 – 5+856	35	0,95
	5+856 – 5+891	35	0,80
	5+891 – 5+926	35	0,80
	5+926 – 5+961	35	0,65
	5+961 – 5+996	35	0,50
	5+996 – 6+030	35	0,35

Continuación De la tabla 77

	5+644		0,65
Colectores secundarios desde los sumideros a el colector principal en un ángulo de 60°	5+679	Ancho total de la calzada actual	0,65
	5+714		0,65
	5+749		0,65
	5+748		0,65
	5+819		0,70
	5+854		0,65
Colectores secundarios desde los sumideros a el colector principal en un ángulo de 60°	5+889	Ancho total de la calzada actual	0,65
	5+924		0,65
	5+959		0,65
	5+994		0,65
	6+030		0,65

Fuente: los autores (2019).

Tabla 78. Dimensiones de capa vegetal a excavar.

Progresivas	Área (m²)	Longitud (m)	Espesor (m)
4+456,00 – 5+036,00	5684,00	580	
5+036,00 – 5+376,00	5850,86	340	0,30
5+376,00 – 5+816,00	4312,00	440	
Total de área	15846,86		

Fuente: los autores (2019).

Tabla 79. Obras de concreto a demoler.

Obras	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)
Cunetas	138	3	0,3
Brocal (isla central)	3599,4	0,8	0,2

Fuente: los autores (2019).

4.4.2.2 Vialidad

En vista de que se propone la ampliación de la calzada existente debido a que parte de la calzada actual se dispondrá para la realización de las estructuras de concreto en canales de giro y redomas, y otra parte será demolida para enterrar los colectores principales, es necesario calcular los espesores con los que debe contar el nuevo asfaltado. Tal como ya fue mencionado en el Capítulo II de este trabajo de grado, para determinar las dimensiones y características del pavimento es necesario conocer el volumen de tránsito, la composición de ese tránsito, el peso y la composición de sus ejes.

Dicho esto, tomando en cuenta los volúmenes obtenidos de los aforos vehiculares en las tablas del 51 a 54, se puede fijar un tránsito promedio diario (TPD) de 2.220 veh/h de los cuales 270 veh/h son pesados y representan el volumen diario de tráfico pesado (VTP), es decir, un porcentaje de vehículos pesados de 12%. En el caso de las cargas que recibe el pavimento, como se explica en la sección 2.2.6.1 de acuerdo al tipo de eje las normas venezolanas indican pesos reglamentarios para cada uno.

Debido a que no se cuenta con las herramientas para la realización de un pesaje del tránsito ya que el mismo conllevaría al uso de instrumentos mecanizados de alto costo, se tomó como punto de partida estas mismas magnitudes reglamentarias para la determinación de las cargas equivalentes, por lo que fue necesario analizar los ejes de cada vehículo por separado.

Existe un factor de equivalencia que expresa el daño que causa el paso de un eje patrón en un pavimento según el método venezolano de diseño de pavimentos flexibles, para lo que se define un canal de diseño. De acuerdo a lo señalado en la sección 2.2.6.1 ya que el tránsito es desbalanceado según lo reflejado en el aforo vehicular se escoge como canal de diseño el canal

sometido a condiciones más severas de carga, es decir, el canal lento del sentido Tigre- Tigrito. Seguidamente, se siguió la metodología descrita en la sección 2.2.6.1 designando los siguientes datos para la aplicación del número estructural venezolano señalado en la ecuación 2.7.

- El factor de crecimiento (F), tiene un valor de 45,76 y fue determinado mediante la ecuación 2.14 con una tasa de crecimiento de vehículos (TC) de 1% y periodo de diseño (n) de 20 años de acuerdo a la sección 2.2.6.1.

- El factor canal (C) de la tabla 10, equivale a 0,50 para un total de 2 canales de circulación por sentido

- El valor del factor de ajuste por tránsito desbalanceado (A), se seleccionó de la tabla 11 para una carretera con tránsito desbalanceado, obteniendo un valor de 1,20

- El total de ejes equivalentes $N'd$ es igual a 14.376 ejes. Se determinó a partir de los factores de ejes equivalentes señalados por el MTC, al separar cada vehículo por tipo, ejes y pesos usuales para posteriormente multiplicarlos por dichos factores.

- El factor camión (FC), viene dado por la relación entre el total de ejes equivalentes explicado en el punto anterior y el volumen total de ejes de vehículos pesados. Obedece a la expresión de la ecuación 2.13 de la cual se obtuvo un valor igual a 10.

- El volumen diario de tráfico pesado (VTPi) es de 1456,008 veh/día. Corresponde a la ecuación 2.12 y es el resultado de la multiplicación del promedio diario de tránsito para el año inicial de diseño (PDTi) obtenido de los conteos vehiculares realizados por el porcentaje de vehículos pesados (%VP).

- Las cargas equivalentes para el año inicial de diseño de acuerdo con la ecuación 2.11 equivalen a 14.560,08 ejes por día.

- Las cargas equivalentes diarias para el año inicial de diseño (N't), de acuerdo a la ecuación 2.10, tienen un valor de 1,31E+08 ejes

- Los valores de la relación de soporte california (CBR) fueron seleccionados de la tabla 8 y 9 para los distintos tipos de estructura del pavimento especificados en la tabla 79 a continuación.

- El factor regional por pendiente (Rg) para pendiente menor al 3% será de 1.

- Las cargas totales en el periodo de diseño (Nt) corresponderán a la ecuación 2.8 que consiste en multiplicar las cargas equivalentes diarias para el año inicial de diseño (N't) por el factor regional (Rg), lo que resulta en un valor de Nt igual a 1,31E+08 ejes.

Todos estos valores, conllevarán a la determinación del número estructural venezolano (NEV), que a su vez servirá para la determinación de los espesores de cada capa junto al coeficiente estructural explicado en el capítulo II de este trabajo de grado mediante la ecuación 2.7. El perfil longitudinal de la vialidad puede visualizarse en el plano E-10 del anexo E.

$$NEV = 3,236 * Nt^{10^{(0,094 \log CBR (i) - 0,932)}} / CBR (i)^{0,533}$$

Tabla 80. Espesores de estructuras de la vialidad.

Estructura	CB R	NEV	Coeficiente estructural (a)	Espesor (e)
Sub - Rasante	20 %	16,98	0.091	50
Sub - Base	40 %	11,88	0,115	35
Base asfáltica	-	9,98	0,202	10
Capa de rodamiento	-	-	0,324	5

Fuente: los autores (2019).

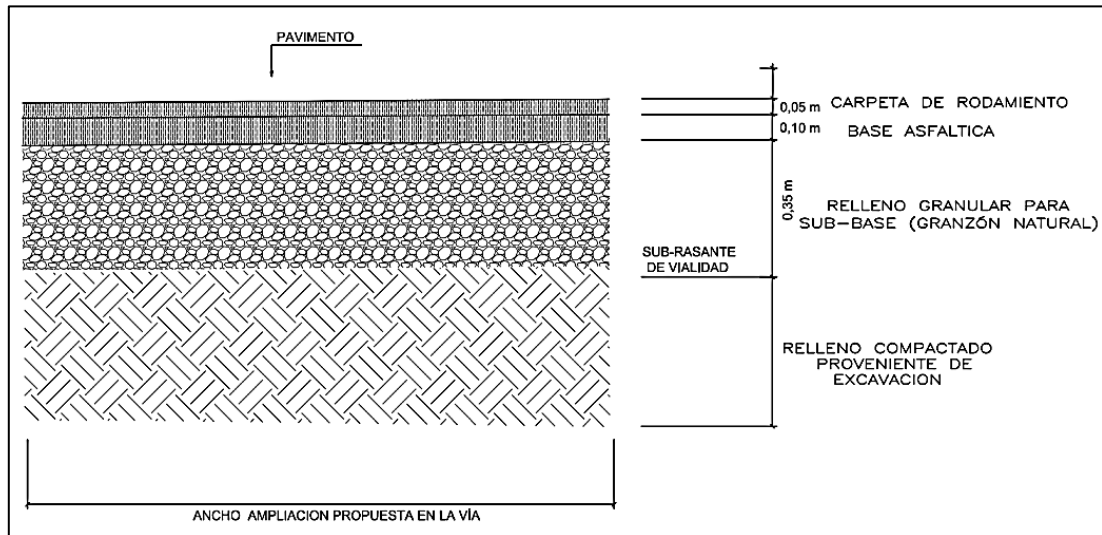


Figura 78. Estructura de la vialidad.
Fuente: los autores (2019).

4.4.2.3 Drenaje

Para realizar el proyecto de drenaje, se seleccionan las estructuras de drenaje específicas, cuyo detalle puede ser visualizado en el plano E-12 del anexo E; y es necesario excavar zanjas para enterrar los distintos colectores con su debida base de material granular, cuya profundidad varía en función de la pendiente establecida para cada colector señalada en las tablas 72 y 73.

• Colectores principales y secundarios

Los colectores principales y secundarios deberán tener como mínimo los diámetros resultantes en las tablas 72 y 73, sin embargo, estos diámetros fueron ajustados en función de facilitar su compra como se observa en las tablas D-1 y D-2 del anexo D. El tipo de tubería seleccionado será de clase II para colectores secundarios y clase IV para colectores principales con sus distintos espesores.

• Zanja para colectores

En cuanto a las dimensiones que debe tener la zanja, como se puede observar en la figura 79, el ancho está dado por la adición de 20 centímetros a cada lado de la tubería sin exceder los anchos máximos establecidos en el MOP (1967) para zanjas de tuberías; la profundidad a excavar para colectores está dada por la suma del diámetro del colector, más el colchón de arena, más la altura entre el lomo de la tubería y la sub-rasante de vialidad que varía en función de la pendiente que se maneje en cada colector establecidas en las tablas 72 y 73 (ver dimensiones de zanja y volúmenes a excavar para zanjas en tabla D-1 y D-2 del anexo D).

Por otro lado, una vez tendida la tubería se rellenarán las zanjas con el mismo material excavado mediante maquinaria liviana para la compactación primeramente hasta a 0,30 metros después del lomo de la tubería, luego con el mismo material hasta llegar a la subrasante de vialidad, y el material sobrante será desechado. Por consiguiente, el volumen de material de relleno en estado suelto será igual al volumen de excavación de material en banco menos el área negativa de la tubería ya tendida; y el volumen de material a desechar será igual al volumen de material restante del excavado menos el compactado, cada uno con su debido factor de esponjamiento descrito en la tabla 6, como se puede observar a continuación.

Tabla 81. Volumen de relleno y bote para zanjas de colectores

Zanja	Volumen negativo en banco (m ³)	Volumen de relleno en banco (m ³)	Volumen de relleno suelto (m ³)	Volumen de bote suelto (m ³)
Colector Principal	3165,33	8766,47	11396,411	4114,929
Colectores secundarios	90,45	978,62	1272,206	117,585
Total	3255,78	9745,09	12668,617	4232,514

Fuente: los autores (2019).

• Colchón de Arena

Para la colocación de la tubería, se escogió el tipo de apoyo B que estará conformado con un relleno compactado en este caso arena de espesor 10 cm tal como se muestra en la siguiente figura y será extendido en las zanjas para colectores descritas en las tablas anteriores. El volumen total resultará de la consideración de un porcentaje adicional del material granular en función del esponjamiento del mismo, y este será compactado a mano cómo se puede observar en la tabla 82.

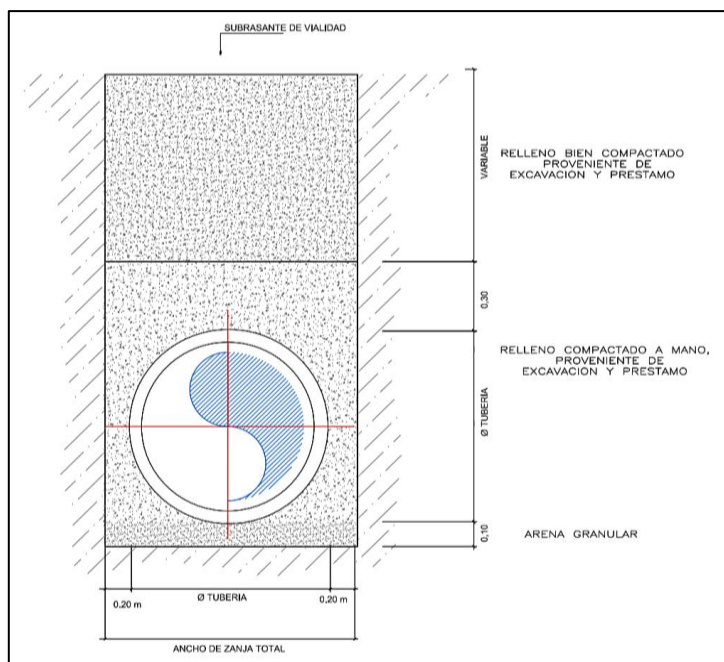


Figura 79. Dimensiones de zanjas para colectores.
Fuente: los autores (2019).

Tabla 82. Volúmenes de colchon de arena

Colector	Volumen de arena (m ³)	Factor de esponjamiento	Volumen total (m ³)
Principal	392,69	1,15	451,59
Secundarios	45,51	1,15	52,34
		Total	503,93

Fuente: los autores (2019).

- **Bocas de visita**

Las bocas de visita en los cuales se realizará la conexión de colectores secundarios con el colector principal serán de tipo Ia, IVa e IVb y están compuestos por una base, cilindros y un cono excéntrico. Las dimensiones de cada elemento son las establecidas en la sección 2.2.7.3 para cada tipo de estructura de conexión, en la tabla D-3, D-4, D-5 del anexo D se puede observar la cantidad de material a excavar para bases de bocas de visitas, cantidad de concreto necesario para el relleno de dicha base, acero de refuerzo y cantidad de metros de cilindros necesarios. (Ver detallado de bocas de visita en plano E-12)

- **Sumideros de ventana**

Los sumideros de tipo ventana, serán construidos siguiendo las dimensiones señaladas en la figura 44 y mediante la utilización de encofrados, vaciado y colocación de los materiales señalados en la sección 4.4.1, los resultados finales se pueden observar en las tablas 83, 84 y 85. (Ver detallado de bocas de visita en plano E-12)

4.4.2.4 Obras de concreto

- Brocal tipo A-1 para la ampliación de la isla central descritos en la sección 2.2.6.10, en la tabla 86 se observa el volumen de concreto.

- Brocal-cuneta A-3 utilizado para conducir el agua precipitada hacia los sumideros descritos en la sección 2.2.6.10, en la tabla 87 se puede observar la longitud y volumen a usar para la fabricación de ella.

- Aceras de 1,80 metros de ancho, excepto en los sitios destinados a paradas, donde tendrá un ancho de 3 metros, en la tabla 88 se puede observar la longitud, el espesor adoptado y su volumen de concreto total correspondiente a todo el tramo en estudio.

Tabla 83. Volumen de excavacion para sumideros

Elementos de cada sumidero	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad (m)	Volumen unitario (m ³)	Total de sumideros	Volumen Total (m ³)
Ventana	0,75	1,65	0,7	0,86625	88	76,23
Cajón	1,1	1,3	0,95	1,3585	88	119,55
					Total	195,78

Fuente: los autores (2019).

Tabla 84. Volumen de relleno para sumideros

Elementos de cada sumidero	Área (m ²)	Largo (m)	Volumen unitario (m ³)	Total de sumideros	Volumen Total (m ³)	
Ventana	0,373	1,65	0,61545	88	54,1596	
Cajón	1	0,95	0,95	88	83,6	
					Total	137,7596

Fuente: los autores (2019).

Tabla 85. Total de acero para sumideros

Elementos de cada sumidero	Acero de refuerzo	Metros	Total de metros lineales	Cabillas L = 12 Peso = 0,994	Total de peso (Kg)
Ventana	1/2"	739,2	5315,20	443	440,34
Cajón		4576			

Fuente: los autores (2019).

Tabla 86. Relleno de brocales A-1

Progresivas		Isla Central (m)	Área (m ²)	Volumen Total (m ³)
Inicial	Final			
4+284,00	4+456,00	172		13,76
4+456,00	4+620,00	342		27,36
4+640,00	5+044,00	804		64,32
5+044,00	5+176,00	283		22,64
Redoma		54,6	0,08	4,368
5+216,00	5+346,00	283		22,64
5+346,00	5+600,00	516		41,28
5+620,00	5+038,50	837		66,96
Calle colectora		146		11,68
Calle local		140		11,2
Total		3577,6		286,21

Fuente: los autores (2019).

Tabla 87. Relleno de brocal-cuneta A-3

Norte				Sur					
Progresivas		Longitud (m)	Área de Brocal-cuneta (m ²)	Volumen de concreto (m ³)	Progresivas		Longitud (m)	Área de Brocal-cuneta (m ²)	Volumen de concreto (m ³)
Inicial	Final				Inicial	Final			
4+456,00	4+750,00	317,9		42,5986	4+456,00	4+660,00	238,4		31,9456
4+770,00	5+185,00	474,5		63,583	4+660,00	4+895,00	253,6		33,9824
5+218,00	5+480,00	353,6	0,134	47,3824	4+905,00	5+185,00	388,66	0,134	52,08044
5+490,00	6+038,47	568,2		76,1388	5+218,00	5+455,00	295,9		39,6506
					5+465,00	5+615,00	179,2		24,0128
					5+625,00	6+038,47	499		66,866
	Total	1714,2		229,70		Total	1854,76		248,54

Fuente: los autores (2019).

Tabla 88. Volumen de relleno de aceras

Norte					Sur						
Progresivas		Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Volumen de concreto (m ³)	Progresivas		Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor	Volumen de concreto (m ³)
Inicial	Final					Inicial	Final				
4+456,00	4+750,00	317,9			114,444	4+456,00	4+660,00	238,4			85,824
4+770,00	5+185,00	474,5			170,82	4+660,00	4+895,00	253,6			91,296
5+218,00	5+480,00	353,6	1,8	0,2	127,296	4+905,00	5+185,00	388,66	1,8	0,2	139,9176
5+490,00	6+038,47	568,2			204,552	5+218,00	5+455,00	295,9			106,524
						5+465,00	5+615,00	179,2			64,512
						5+625,00	6+038,47	499			179,64
	Parada	123	1.2	0.2	29,52			123	1	0,2	29,52
	Total	1837,2					Total	1798,56			
	Sumidero	259,6						259,6			
	Total (Sin sumidero)	1577,6			553,18			1538,96			603,78

Fuente: los autores (2019).

4.5 Planificación

El proyecto para la ejecución de las obras necesarias para la realización de las propuestas geométricas e hidráulicas planteadas, comprende un conjunto de acciones planificadas en función del objetivo y en un espacio temporal establecido. La planificación implica determinar los pasos necesarios para completar el proyecto en cuestión, asignando responsabilidades, administrando eficientemente las inversiones y el talento humano, así como establecer las fechas de realización y alcance de los hitos principales de manera coherente y a tiempo. Para facilitar su control, el proyecto se ha dividido en actividades que marcan el avance parcial de su desarrollo. El grafico D-1 del anexo D, muestra al Programa de Eventos Principales o Master Plan del proyecto.

4.5.1 Gestión del proyecto.

A los fines de ejecución del proyecto se estructuró un equipo de trabajo organizado por tareas o disciplinas, el cual estará completamente focalizado en el objetivo medular para la ejecución de las obras necesarias. A tales fines se realizó la estructura organizacional para el cumplimiento de los objetivos del proyecto en cuestión. En total la estructura contempla la contratación de 32 profesionales en diferentes disciplinas. El grafico D-2 y la tabla D-6 del anexo D, muestran la estructura organizacional mencionada.

4.5.2 Tiempo de duración y cronograma de construcción.

Para culminar de manera exitosa las fases a ejecutar para la planificación, y construcción de la propuesta se estima un tiempo total aproximado de 3 años. En el cuadro D-3 del anexo D, se presentan separadamente los cronogramas resumidos con los tiempos estimados para la fase de actividades tanto de planificación como de construcción.

4.5.3 Inversión total del proyecto

La inversión total estimada para la planificación, y construcción del proyecto, alcanza los 581.821,03 MMBS. El Presupuesto general de las obras a ejecutar y los análisis de precios unitarios son mostrados en el anexo F. Los cálculos de los antes mencionados análisis de precios unitarios que soportan el estimado de costos fueron realizados con el *software* comercial "IP3 Control de obras".

A los fines de control y gestión de todas las inversiones a realizar en la planificación y construcción del proyecto, se ha calendarizado la inversión en el cuadro resumen mostrado en la tabla D-7 que también se puede visualizar detalladamente en la tabla D-8 y la gráfica de inversión acumulada D-4 del anexo D.

Los costos asociados a los gastos de personal del proyecto fueron calculados tomando como base el tabulador del Colegio de Ingenieros vigentes a diciembre del año 2019, el cual es mostrado en el anexo A signado con el numero A-3 y A-4.

Debido a problemas asociados a la inestabilidad económica por la cual atraviesa el país no son incluidas las inversiones necesarias para honrar los compromisos asociados a indemnizaciones a los afectados por las expropiaciones con fines de utilidad pública a ser realizados en el proyecto.

4.5.4 Capacidad y Vida Útil del Proyecto

El proyecto para la planificación y construcción de los diseños geométricos e hidráulicos aquí propuestos, se considerará con un horizonte de vida útil de 20 años, y servirá de dotación de infraestructura de apoyo al desarrollo de la Faja Petrolífera del Orinoco y a los desarrollos industriales conexos, así como también representa una inversión en el sector de bienes y servicios requeridos para el desarrollo del sur del estado Anzoátegui.

4.5.5 Generación de Empleo

Se propone que la contratación de mano de obra en las fases tanto de planificación como la de construcción, sea realizada de preferencia entre los profesionales y mano de obra especializada residentes en la conurbación El Tigre - San José de Guanipa y San Tome, aunque no se descarta que se incorpore personal de otras localidades.

De esta forma, se generarían empleos directos que estén por el orden de los 60 puestos de trabajo, y 180 empleo indirectos. Estos últimos proporcionados por el sector de bienes y servicios de la anteriormente mencionada conurbación, dinamizando de esa manera el desarrollo económico de la zona por espacio de aproximadamente 3 años que duraría el proyecto.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

La ciudad de El Tigre, municipio Simón Rodríguez, estado Anzoátegui, representa un punto importante de conexión entre las troncales más importantes del país como lo son la troncal 15 y 16 y al mismo tiempo genera gran aporte económico para la nación, por lo que con el transcurrir de los años se aumentó el asentamiento en esta zona y este proceso de urbanización conlleva a la planificación de la ciudad en el año 1988 mediante la realización del “Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre- San José de Guanipa”

No obstante, a pesar de esta planificación establecer los lineamientos en base a los cuales debe crecer y desarrollarse la zona, con el tiempo la falta de control y de implantación de estos lineamientos resulto en el desarrollo de forma desorganizada de ciertas áreas. Tal es el caso de la prolongación de la av. Jesús Subero entre progresiva 4+456,00 hasta 6+038,47, objeto de estudio en este trabajo de grado, en donde se pudo determinar que el sistema vial planificado no fue ejecutado debido a la no realización de la sección de vía propuesta y a la urbanización en zonas cuya zonificación estaba destinada a vías locales y colectoras, generando problemas en el sistema vial.

Para evaluar de las características de la zona y cumplir con el objetivo principal de este trabajo de grado, el primer paso a llevar a cabo fue la recopilación de información y recaudación de los datos de la misma para lo que se realizaron actividades en campo como inventarios viales, levantamientos topográficos (GPS, estación total) y exploración en

levantamientos aerofogrametricos, complementando la información contenida en levantamientos topográficos suministrados por autoridades gubernamentales y organismos competentes.

Así, en base a estos levantamientos, se pudo comprobar que la planimetría de la zona ha variado mucho, ya que para aquel entonces la avenida y algunas las zonas adyacentes no existían y en su lugar había una carretera de tierra llamada “Carretera Vea”.

De igual forma, de acuerdo a lo establecido en las normas venezolanas de vialidad NORVIAL y las normas venezolanas para el proyecto de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC), y mediante la aplicación de los parámetros establecidos en las mismas se pudo determinar que a pesar de la carretera poseer un nivel de servicio C y un tránsito estable, posee una serie de problemáticas observadas con respecto a la geometría, que se deben a que elementos como la isla central y espacios utilizados como paradas, no cumplen con las dimensiones para el propósito y función que desempeñan, situación que también es consecuencia del incumplimiento de los lineamientos establecidos en el Plan de Desarrollo Urbano del año 1988 ya mencionado.

Por ello, considerando una serie de factores como el espacio existente en los extremos de la carretera, el comportamiento de todo el sistema vial del municipio Simón Rodríguez y San José de Guanipa y la zonificación actual de las zonas adyacentes a la carretera, se proponen soluciones como la ampliación de la isla central actual para la inserción de dos canales de giro que cumplan con los lineamientos establecidos en las normas citadas; en la progresiva 5+196.00 la construcción de una calle del tipo colectora con sentido Av. Jesús Subero – Norte conectada a la Av. Intercomunal; y acondicionar la calle existente en esta progresiva en sentido Av. Jesús Subero – Sur con la finalidad de que se comporte como una local creando

una intersección conectada por un dispositivo a nivel tipo redoma y así contar con un sistema vial en el que cada uno de sus componentes cumpla con una función importante dentro del mismo.

Se pudo constatar que el drenaje de la ciudad nunca ha sido planificado y solo se estableció que las aguas provenientes de las precipitaciones y escorrentías, deben ser destinadas hacia vertientes de los ríos Tigre y Caris. Se concluye que las problemáticas en el sistema de drenaje, se deben a que los pocos elementos de drenaje como cunetas, no tienen un punto de descarga final y todo la escorrentía de las aguas depende de las pendientes longitudinales de la vía, por lo que una vez realizado el estudio de la altimetría de la zona y determinadas las zonas adyacentes que escurren hacia la vía, se planteó un nuevo sistema donde los caudales son conducidos a través de brocales-cunetas a un punto de captación denominado sumidero de ventana, luego a alcantarillas tubulares que en función de pendientes establecidas finalmente descargarán las aguas hacia el punto final.

Los lineamientos y detalles de los sistemas propuestos de vialidad y drenaje, obras y actividades complementarias, están formulados y esquematizados en planos mediante *software* de diseño, al mismo tiempo de que cada actividad que se realiza en la construcción posee su debido análisis de personal, cantidad de material, equipos y costos asociados a la ejecución de cada una de esas actividades, por lo que se puede decir que este proyecto contiene todas las herramientas necesarias para su ejecución e implantación.

4.2 Recomendaciones

En primer lugar, se recomienda la aplicación de las propuestas de diseño aquí descritas ya que con su realización se reestablecería el

funcionamiento del sistema vial y se solventarían los problemas geométricos e hidráulicos que presenta el tramo de avenida, lo que se traduciría en menor ocurrencia de accidentes de tránsito, mejor desplazamiento de los usuarios y mejor nivel de servicio de la vía en general.

Se recomienda un levantamiento planialtimétrico preciso de un área de 800 hectáreas con vértices en los puntos E366.996,853; N984007,547, E370.248,743; N984.007,541, E366.996,853; N981.545,600, E370.248,743; N981.545,600, para determinar con exactitud la geomorfología del terreno y realizar los ajustes correspondientes al cada una de las propuestas aquí presentadas ya que como se mencionó, en la información suministrada existía un desplazamiento de 320 metros, lo que corresponde a que el datum de posicionamiento geodésico utilizado para aquel entonces en el país era La Canoa y actualmente es la Red Geodésica Venezolana (REGVEN) con ejes coordenados basados en el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS).

Se debe revisar y actualizar el Plan de Desarrollo Urbano Ambiental del Área Metropolitana El Tigre- San José de Guanipa, en vista de varios factores como los cambios que ha sufrido el municipio con respecto al año 1988, en el que se elaboró el plan, por ejemplo que la zonificación de uso planteada no fue ejecutada y actualmente se cuenta con otra zonificación y que la actual avenida Jesús Subero anteriormente Carretera Vea estaba proyectada como una vía local y hoy en día representa una de las vías arteriales más importantes del municipio.

Se sugiere la investigación de posibles puntos de disposición final además de los aquí ya expuestos y, por tanto, la realización de una matriz de análisis y evaluación de los beneficios que proporcionaría la descarga de las aguas recolectadas por toda la red de drenaje de la avenida Jesús Subero estos puntos.

Del mismo modo, se debe ejecutar un plan de mantenimiento preventivo en la red de drenaje con el objetivo de minimizar inundaciones en el área por obstrucciones en las ventanas de los sumideros o acumulación de sedimentos en los colectores.

Se recomienda la colocación de todas las obras complementarias necesarias para el buen funcionamiento de las soluciones aquí propuestas. Dichas obras ya indicadas en el análisis económico de la propuesta, como señales de tránsito, rayado en el pavimento, iluminación, entre otras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, F. G. (1999). *El proyecto de investigación* (3ª ed.). Caracas: Editorial Espíteme.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica* (6ª ed.). Caracas: Editorial Espíteme.
- Arocha, S. (1983). *Cloacas y Drenaje*. Caracas: Edición Vega.
- Benitez, R. (1978). *Topografía para Ingenieros Civiles* (t. 2). Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educacion.
- Caterpillar (1994). *Caterpillar Performance Handbook*. Illinois, Estados Unidos: Autor.
- Cárdenas F. y Ronnie R. (2006). *Diseño de un sistema de drenaje pluvial óptimo y funcional para el sector "la rotaria" de la parroquia Raúl Leoni de Maracaibo edo. Zulia* [Tesis en línea]. Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo. Disponible en: <http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2301-06-00469.pdf> [Consulta 2017, febrero 1]
- Comisión Nacional del Agua. (2009). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. [Documento en línea] Tlalpan, México. Disponible: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/publicaciones/SGAPDS-29.pdf>
- Corredor M., G. (1988), *Apuntes de Pavimentos*. (vol. 1). Caracas: Facultad de Ingenieria de la Universidad Santa Maria.
- CORPOVEN, S.A y MINDUR. (1988). Plan de Desarrollo Urbano Local del Área Metropolitana El Tigre – San José de Guanipa. El Tigre: Autores.
- COVENIN (1997). *Norma Venezolana COVENIN 614-97. Límite de Peso para vehículos de carga*. Caracas: Fondonorma.
- COVENIN (1987). *Norma Venezolana COVENIN 2000:1987. Sector Construcción. Especificaciones, Codificación y Mediciones. Parte 1: Carreteras*. Caracas: Fondonorma.
- COVENIN (1980). *Norma Venezolana COVENIN 332-80 Tubos de concreto armado para uso en sistemas de alcantarillado sin presión*. Caracas: Fondonorma.

- COVENIN (1980). *Norma Venezolana COVENIN 333-80. Tubos de concreto sin armar para uso en sistemas de alcantarillado sin presión*. Caracas: Fondonorma.
- Gascón Sancho, J. (1981). *El mapa, su contenido y su lectura*. Caracas: Dirección de Cartografía Nacional.
- Instituto Nacional de Estadísticas (2011). *Censo Poblacional*. Caracas: Autor.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (2019). *Datos climáticos de la estación El Tigre*. El Tigre: Autor.
- Instituto Nacional de Obras Sanitarias (1975). *Normas e instructivos para el proyecto de alcantarillados*. Caracas: Autor.
- Ley de División Político Territorial del Estado Anzoátegui. *Gaceta Oficial de la República de Venezuela*, 200, (extraordinario), junio 27, 1995.
- Lizardo, E. y Ostty I. (2016). *Evaluación de la curva La Parchita (115 + 320,00), y la curva Kashama (123 + 650,00) en la vía nacional troncal 16, estado Anzoátegui*. Cantaura: Universidad De Oriente Extension Cantaura.
- Lopez R., L. A. (1997) *Cartilla de Urbanismo*. Maracay: Imagen Editorial.
- Ministerio de Obras Publicas (1967). *Manual de drenaje*. Caracas: Autor.
- Ministerio de Transporte y Comunicación (1997). *Normas para el proyecto de carretera*. Caracas: Autor.
- Ministerio de Transporte y Comunicación (1985). *NORVIAL*. Caracas: Autor.
- Ministerio de Transporte y Comunicación (1981). *Manual de Vialidad Urbana*. Caracas: Autor.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (1991). *Plan de Ordenación del Territorio. Estado Anzoátegui*. Caracas: Autor.
- Parker, H. y McGuire, J. W. (1989). *Ingeniería de Campo Simplificada para Arquitectos y Constructores*. Mexico: Editorial Limusa.

- Pajuelo, C. (2010). *Importancia de los Inventarios Viales en los Contratos por Niveles de Servicio*. [Documento en línea] Lambayeque, Peru. Disponible: <http://www.slideshare.net/CarlosPajuelo/importancia-de-inventarios-viales-en-contratos-por-niveles-de-servicio-en-el-per>
- Pérez, J., Gardey, A. (2009). *Definición de drenaje*. [Página web en línea]. Disponible en: <http://definicion.de/drenaje/>
- Pérez, J. (2016). *Definición de calzada*. [Página web en línea]. Disponible en: <http://definicion.de/calzada/>
- Pérez, J. (2017). *Definición de cuneta*. [Página web en línea]. Disponible en: <http://definicion.de/cuneta/>
- Serrano, G. y Arocha, C. (2017). *Evaluación de las redes de recolección de aguas servidas y aguas de lluvia existentes en el sector Inavi I, Cantaura, Municipio Pedro María Freites, estado Anzoátegui*. Cantaura: Universidad De Oriente Extension Cantaura.
- Te Chow, V., Maidment, D. R. y Mays L.W. (1994). *Hidrología Aplicada*. Santafé de Bogotá, Colombia: D'Vinni Editorial.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2002). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas: FEDUPEL.
- Wolf, P. R. y Ghilani C. D. (2009). *Topografía*. (11ª ed.) Mexico: Alfaomega Grupo Editor.

HOJAS DE METADATOS

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

Título	“Evaluación Geométrica e Hidráulica de la prolongación de la av. Jesús Subero entre progresivas 4+456,00 hasta 6+038,47 ubicada en El Tigre, municipio Simón Rodríguez, edo. Anzoátegui”.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Alcalá Marín, Ángela Andreina	CVLAC	24.228.312
	e-mail	angelaalcala.24@gmail.com
	e-mail	
Gutiérrez Sánchez, Yonder Alirio	CVLAC	24.190.377
	e-mail	yonderags@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

evaluación, evaluación geométrica, evaluación hidráulica, topografía, vialidad,
plan urbano local, El Tigre, Jesús Subero, geometría, tránsito, drenaje, planos
hidráulica, AutoCAD.

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

La avenida "Jesús Subero" es una vía arterial que actualmente forma parte del sistema vial del municipio Simón Rodríguez del Estado Anzoátegui, cuenta con problemas geométricos e hidráulicos que pueden ser observados a simple vista y que son tangibles al momento de transitar por ella; por lo que se emprendió una investigación exhaustiva de la misma. Mediante una investigación de tipo documental y de campo, con un nivel descriptivo, se realizó una evaluación precisa de las condiciones que presenta y aplicando lineamientos establecidos en las normas venezolanas de vialidad e hidráulica (NORVIAL 1985, MTC 1997, INOS 1975 y manual de drenaje MOP 1967), se proponen soluciones geométricas tales como la inserción de canales de giro y la colocación de un dispositivo rotatorio siguiendo el sistema vial planificado para el municipio desde sus inicios; y soluciones hidráulicas con estructuras de drenaje que desalojen el agua proveniente de escorrentías de lluvia de la calle y de zonas adyacentes a ella, junto con los planos de detalle y el análisis de los costos que conllevaría la realización de cada propuesta.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail										
Ing. Daniel Cabrera	ROL	CA		AS		TU	X	JU			
	CVLAC	17.421.606									
	e-mail	danieldjc1986@gmail.com									
	e-mail										
Ing. Anabel González	ROL	CA		AS		TU		JU	X		
	CVLAC	16.573.233									
	e-mail	anabelyoelin@hotmail.com									
	e-mail										
Urb. Elys Rondón	ROL	CA		AS		TU		JU	X		
	CVLAC	8.440.241									
	e-mail	elysronon@gmail.com									
	e-mail										

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2020	11	06
-------------	-----------	-----------

Lenguaje: SPA

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

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
ProyectoPIC17062.doc	Aplication/Word

Alcance:

Espacial: OPCIONAL

Temporal: OPCIONAL

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 Anzoátegui / Extensión Cantaura

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



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"**.

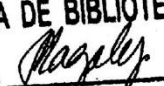
Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,


JUAN A. BOLANOS CUNELE
Secretario



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR 
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

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/maruja

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”.

Alcalá Marín, Ángela Andreina

AUTOR

Gutiérrez Sánchez, Yonder Alirio

AUTOR

Prof. Daniel Cabrera

TUTOR