



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS
PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO
VALENCIA, EDO. CARABOBO.**

Autores:
De Jesús M, Frede
Ospino G, Jorge L.

Urb. Yuma II, calle N°3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241)8714240 (master) – Fax: (0241)8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS
PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO
VALENCIA, EDO. CARABOBO.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores:

De Jesús M, Frede

C.I: 19.555.687

Ospino G, Jorge L.

C.I: 19.756.290

Tutor Académico: Medina Ángel

C.I: 15.299.274

San Diego, Octubre 2020.



Universidad
José Antonio Páez

UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
COORDINACION DE PASANTIAS Y TRABAJO DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE APROBACION DEL INFORME DE PASANTIA O

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO

Realizado por el (la) Br.

De Jesús Marques, Frede

C.I N° **V-19.555.687**, cursante de la carrera de Ingeniería **CIVIL** hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación asignándole la CALIFICACION DEFINITIVA DE **DIECIOCHO (18) PUNTOS**

El Jurado

Angel J Medina P

De Jesús Marques

Tutor académico (coordinador)

Nombre: **Ing. Angel J Medina P**
C. I. **V-15.299.274**

Jurado (1)

Nombre: **Ing. Luis F. Rodriguez**
C. I. **V- 15.148.806**

Jurado (2)

Nombre: **Ing. Manuel Figueira**
C. I. **V-17.315.996**

Fecha: **18/01/2021**

PARA SER LLENADO POR LA COORDINACIÓN DE PASANTIA Y TRABAJO DE GRADO

He recibido Original del Acta de Aprobación para ser colocada en la solvencia Académica

Nombre del Graduando:

Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado

C. I.

Fecha:

SEMESTRE:



UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
COORDINACION DE PASANTIAS Y TRABAJO DE GRADO

CONTROL DE ASISTENCIA
PROFESORES JURADO

Nombre del Profesor Jurado: Ing. Luis F. Rodriguez

Cédula de Identidad: V- 15.148.806

Semestre Lectivo: 2020-2CR

Trabajo correspondiente a el (los) alumnos:

NOMBRE ESTUDIANTE (S)	CEDULA DE IDENTIDAD	CARRERA
De Jesús Marques, Frede	V-19.555.687	Ingenieria Civil
Ospino García, Jorge Luis	V-19.756.290	Ingenieria Civil

Título del Trabajo: DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO

Fecha: 18/01/2021



UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
COORDINACION DE PASANTIAS Y TRABAJO DE GRADO

CONTROL DE ASISTENCIA
PROFESORES JURADO

Nombre del Profesor Jurado: Ing. Manuel Figueira

Cédula de Identidad: V-17.315.996

Semestre Lectivo: 2020-2CR

Trabajo correspondiente a el (los) alumnos:

NOMBRE ESTUDIANTE (S)	CEDULA DE IDENTIDAD	CARRERA
De Jesús Marques, Frede	V-19.555.687	Ingenieria Civil
Ospino García, Jorge Luis	V-19.756.290	Ingenieria Civil

Título del Trabajo: DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO

Fecha: 18/01/2021



FI-L-016-2020-2CR (TG)

Valencia, 16 de octubre de 2020

Ciudadanos:
De Jesus M., Frede.
19.555.687
Ospino G., Jorge L.
19.756.290
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 05-2020 de fecha 27-07-2020 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado *SISTEMA DE SUB DRENAJE PARA LA AV. PASEO MONUMENTAL, VALENIA, ESTADO. CARABOBO* presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Ángel Medina C.I: 15.299.274 como Tutor Académico que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Dra. Zaida Ostos

Decana (E) de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

Oz/a.a.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Ángel J. Medina P., portador de la cédula de identidad N° 15.299.274, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos De Jesus Marques Frede, portador de la cédula de identidad N° 19.555.687 y Ospino Garcia Jorge Luis, portador de la cédula de identidad N° 19.756.290, titulado **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, Octubre del año 2020

Ing. Ángel J. Medina P.

C.I.: 15.299.274

Ángel J Medina P

C.I. V-15.299.274

C.I.V 149.464



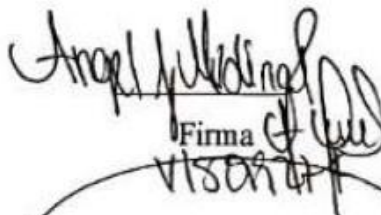
**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

San Diego, Febrero de 2020

ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben esta Acta deja constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO VALENCIA, ESTADO CARABOBO**” ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

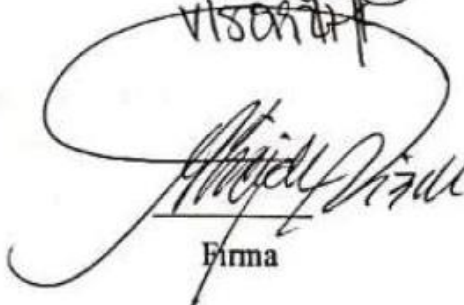
Ing. Ángel Medina
Tutor Académico


Firma

02/2020

Fecha

Ing. Alicia de Pizzella
Tutor Metodológico


Firma

02/2020

Fecha

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, le doy gracias a Dios por haberme acompañado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Gracias a Mis Padres María Fernanda De Jesús y Carlos Marques por darme los mejores consejos, son ejemplo de lucha y perseverancia para motivarme seguir adelante, mi inspiración para ser mejor cada día.

Le agradezco a Mari Alba Natera, por ser mi apoyo, que con sus palabras me hace sentir orgulloso de lo que soy. Agradecerle a la Sra. Clemencia Hernández y Carmen Natera por ser un apoyo incondicional en todo el desarrollo de mi carrera.

Gracias a mis compañeros Anthony Torres, Miguel Pérez, Karlin Torres, Osmer Vargas, Oscar Carrillo y Jorge Ospino por cada trasnocho y por ser una parte esencial en el recorrido de esta carrera. A la Universidad José Antonio Páez, casa de estudios que nos acogió durante toda la carrera Universitaria.

Gracias a los profesores que sin duda alguna fueron fundamental y motivación en el transcurso de la carrera a los Ingenieros Manuel Figueira, Freddy Lanza, José Antonio Ruiz, Alejandro Pocaterra, Manuel Aponte y Emerly Castillo. También agradecer a la Ing. Alicia Pizzella quien nos guió en la metodología para el desarrollo de este trabajo de investigación. Gracias al Ing. y profesor Ángel Medina que más que un tutor es un gran amigo, quien nos supo orientar en todo momento durante el periodo de realización de este proyecto, compartiéndonos sus conocimientos.

No puedo dejar de agradecerles a las Sras. Nitzza Villanueva, Mailed Morillo y Miletza Gómez, quienes en mi estancia como residente estudiantil, me brindaron sus consejos y atenciones, cuidando como un hijo más.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelos, tíos, primos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo. Gracias a Todos!

Atte. Frede De Jesús Marques

AGRADECIMIENTOS

Primeramente gracias a Dios, por guiarme para alcanzar esta nueva meta. Por no dejarme desfallecer en los momentos más críticos a lo largo de la carrera y en mi vida cotidiana. Gracias a ti Maribel García Torres, madre bella para ti este logro por motivarme, ayudarme y apoyarme siempre en lo que me propongo, este logro es más tuyo que mío. Gracias a ti Pascual Ospino Coronado, eres mi ejemplo a seguir por ti es que estoy alcanzando esta meta que con mucho orgullo te la dedico papa. Gracias a ti Juana Ospino Coronado, por educarme, por inculcarme valores para ser una persona de bien. Para ti este trabajo de grado, tía querida gracias por estar siempre ahí. A mis hermanos por brindarme siempre todo el apoyo y a toda mi familia en general, abuelos, tíos, primos y sobrinos especialmente: Alexis Díaz, Olida Ospino, José Ospino, Audis Ospino, Luis Ospino, Pascual Ospino R y Audis Andrés Ospino, este logro es de ustedes. Le agradezco a Marycheli Vivas, por ser mi apoyo, que con sus palabras me hace sentir orgulloso.

Gracias a mis amigos y compañeros que me dejó esta bonita carrera, amigos con los que compartí gratos momentos de los cuales me dejaron bonitas anécdotas: Daniel Martínez, Osmer Vargas, Nasthalie Martínez, Frede de Jesús, Kendra Guerrero (U.C), Edward Trosel (U.C), José Espinoza (U.C), Roger Castillo (U.C), Julio Noriega (U.C), Eduardo Bravo (U.C), José Forte (U.C), Héctor Reina (U.C), Kristal Mena, Vicsarit Aponte, Adriana Páez, Daylibeth López, Diosa Savarino, Oswaldo Aparicio, Víctor Ocanto, Yoselina Suárez, Sandra Rincón, María Andara y la familia Vargas Peraza.

A los ilustres ingenieros profesores: José Antonio Ruíz, Alejandro Pocaterra, Luis Rodríguez, Manuel Figueira, Emerly Castillo y Freddy Lanza.

A mi amigo y tutor quien es excelente persona y profesional: Ingeniero Ángel Medina que con su dedicación, carácter y experiencia me impartió las mejores clases de esta bonita carrera, siendo fundamental en la orientación para la ejecución de este trabajo de grado.

Atte. Jorge L. Ospino G.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULOS

I EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.....	4
1.2. Formulación del Problema.....	7
1.3. Objetivos de la Investigación.....	7
1.3.1. Objetivo general.....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
1.4. Justificación de la Investigación.....	7
1.5. Alcance de la Investigación.....	8
1.6. Delimitación de la Investigación.....	9
1.6.1. Delimitación Espacial.....	9

II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación.....	10
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	10
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	11
2.2. Bases teóricas.....	13
2.2.1. Aguas Pluviales.....	13
2.2.2. Infiltración.....	14
2.2.3. Sistema de subdrenajes de aguas pluviales.....	15

2.2.4. Drenes Franceses	15
2.2.5. Subdrenajes Longitudinales en Cunetas de Carreteras.....	16
2.2.6. Subdrenajes Transversales en Carreteras.....	17
2.2.7. Subdrenajes Transversales en Carreteras Lavaderos de Bordillos.....	18
2.2.8. Filtros y Materiales drenantes	18
2.2.9. Tuberías Drenantes.....	19
2.2.10. Mantos Drenantes.....	19
2.2.11. Subdrenes 100% sintéticos.....	20
2.2.12. Geotextiles.....	21
2.2.13. Tipos de geotextiles.....	21
2.2.14. Elementos Filtrantes	24
2.2.15. Empleo de materiales drenantes	25
2.2.16. Función de los Geotextiles	26
2.2.17. Principales conceptos y conclusiones relativas al diseño de Filtros ...	29
2.2.18. Importancia del Estudio Hidrológico en proyectos de Drenaje.....	31
2.2.19. Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia de las lluvias (I-D-F) ..	31
2.2.20. Características de la zona del proyecto de drenajes	32
2.2.21. Estimación del Caudal de Diseño de un Sistema de Subdrenaje.....	32
2.2.22. Caudal por Infiltración	32
2.2.23. Caudal de abatimiento por nivel freático	34
2.2.24. Dimensionamiento de la sección transversal de un sistema de subdrenaje empleando drenes longitudinales	35
2.2.25. Factibilidad.....	36
2.3. Bases legales.....	36
2.3.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999).	36
2.3.2. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.868...	37
2.3.3. Ley Orgánica del Ambiente (2006).	37
2.3.4. Plan de Desarrollo Urbano Local.....	37
2.4. Definición de Términos Básicos.	37

III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación.	40
3.2. Diseño de Investigación.	41
3.3. Nivel de Investigación.	42
3.4. Población y Muestra.	42
3.5. Técnicas de Recolección de Datos.	42
3.5.1. Revisión Documental.	43
3.5.2. Observación Directa.	43
3.5.3. Tabulación.	43
3.6. Instrumentos de Recolección y Análisis d Datos.	44
3.6.1. Google Earth.	44
3.6.2. Microsoft Excel.	44
3.6.3. AutoCAD.	45
3.6.4. Listas de Cotejo (Cuadros Comparativos).	45
3.7. Fases Metodológicas de la Investigación.	45

IV RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la situación actual del sistema de drenaje del tramo de vialidad en estudio.	47
4.2. Determinación de los parámetros básicos y valores críticos para la implementación y diseño del subdrenaje	52
4.2.1. Caracterización del Tramo de Estudio.	52
4.2.2. Topografía de la Zona de Estudio.	54
4.2.3. Geología de la Zona de Estudio.	57
4.2.4. Hidrología.	63
4.2.5. Información Pluviométrica.	69
4.2.6. Periodo de Retorno.	72
4.2.7. Delimitación del Perfil Longitudinal por Cambio de Pendiente.	72

4.2.8. Dirección del Sentido de Drenaje.....	73
4.2.9. Tiempo de Concentración.....	75
4.2.10. Caudal de Diseño Total.....	77
4.2.11. Gasto por Infiltración.....	78
4.3. Análisis de Sistemas de Subdrenaje con los Requerimientos necesario para el correcto Funcionamiento del Proyecto	79
4.3.1 Elección del Tipo de Subdrenaje a emplear.....	80
4.3.2 Dimensionamiento del Dren.....	81
4.3.3 Ancho y Profundidad de la Zanja.....	83
4.3.4 Estimación del Diámetro de la Tubería a utilizar.....	84
4.3.5 Cálculo Hidráulico para la escogencia del Geotextil.....	86
4.3.6 Factor de Seguridad Global.....	88
4.3.7 Evaluación del Geotextil a usar en el filtro.....	89
4.3.8 Geotextil Adecuado para el Diseño.....	92
4.3.9 Consideraciones Generales respecto al empleo de tuberías perforadas.....	93

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	95
5.1. Recomendaciones.....	98

REFERENCIAS.....	99
-------------------------	-----------

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice	Pág.
A Tablas de resultados del diseño de subdrenajes.....	102
B Data topografica de la vialidad Avenida Paseo Monumental.....	138
C Soporte estudios de suelos vialidad Avenida Paseo Monumental.....	156
D Registro fotografico vialidad Avenida Paseo Monumental.....	159

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pág.
1 Valores recomendados para Fi	33
2 Valores recomendados para Fr	33
3 Tramos inspeccionados en la vialidad en estudio (Avenida Paseo Monumental)	49
4 Especificaciones sísmicas de la zona de influencia de la vialidad en estudio Avenida Paseo Monumental	60
5 Precipitaciones máximas en la Estación Valencia GFV para diferentes duraciones.	71
6 Periodos de retorno del gasto de proyecto en años Obras de Drenaje.....	72
7 Tramo de estudio (I1-I2 Entrada Ciudad Plaza – Entrada Sector La Envidia) de acuerdo a la variación de pendiente.....	73
8 Dirección del sentido de Drenaje (Flujo de Vialidad). Tramo de estudio (I1-I2 Entrada Ciudad Plaza – Entrada Sector La Envidia)	74
9 Cobertura superficial.	76
10 Determinación de parámetros para el cálculo del tiempo de concentración. Tramo de estudio (I1-I2)	76
11 Calculo del tiempo de concentración. Tramo de estudio (I1-I2).....	76
12 Gasto de infiltración tramo de estudio I1-I2	79
13 Gasto total de diseño tramo de estudio I1-I2.....	79
14 Área transversal de la zanja de subdrenaje tramo I1-I2	83
15 Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje tramo I1-I2	84
16 Calculo para el diseño de tubería del subdrenaje tramo I1-I2	85
17 Cálculo de Permitividad última del geotextil tramo I4-I5.....	86
18 Permitividad requerida del geotextil tramo I4-I5	87
19 Permitividad admisible del geotextil tramo I4-I5.....	88
20 Factor de seguridad global del geotextil tramo I4-I5	89
21 Criterio de retención en la escogencia del geotextil tramo I4-I5.....	90
22 Criterio de permeabilidad en la escogencia del geotextil tramo I4-I5.....	90
23 Rango de propiedades representativas de geotextiles utilizadas para filtro..	92
24 Especificaciones Técnicas Geotextiles Rango NT 3000-NT 5000	93

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Delimitación Espacial de la vialidad Avenida Paseo Monumental	9
2	Escorrentía Área Natural vs. Área Urbanizada	13
3	Escorrentía Subsuperficial.....	15
4	Drenes Franceses. Imagen referencial de sistema constructivo	16
5	Subdrenaje Longitudinal.	17
6	Subdrenaje Transversal en carreteras	17
7	Subdrenaje Transversal tipo Lavaderos de Bordillos.....	18
8	Esquema de un subdren 100% Sintético	20
9	Vista macroscópica de algunos tipos de geotextiles tejidos.....	22
10	Vista macroscópica de geotextiles no tejidos.....	23
11	Función de refuerzo a la tracción del geotextil.	27
12	Función de drenaje del geotextil	28
13	Función de filtración del fluido del geotextil.	29
14	Sección transversal de un sistema de subdrenaje lateral en vías	34
15	Vista satelital de la vialidad Avenida Paseo Monumental.	48
16	Vista satelital de zonas de riesgo adyacentes al cauce del río Cabriales cercanas a la vialidad en estudio	51
17	Localización de Valencia en Venezuela.....	52
18	Localización de Valencia en Carabobo	53
19	Distribución de Parroquias en el Municipio Valencia.....	54
20	Vista de planta de elevación del Municipio Valencia	55
21	Vista de planta Modelo Elevación Digital (MED) del área de estudio	56
22	Vista de MED y Curvas de Nivel superpuestas en área de estudio.....	56
23	Curvas de Nivel del tramo de vialidad en estudio.....	57
24	Mapa geológico de Venezuela.....	59
25	Mapa de fallas activas en Venezuela.....	59
26	Mapa de zonificación sísmica Funvisis.....	60

27	Mapa hidrográfico de la cuenca del Lago de Valencia	61
28	Ubicación satelital del área de estudio de suelos.....	62
29	Perfil probable del suelo Corte Tipo entre Perforaciones P1 y P2	63
30	Localización nacional de la cuenca del río Cabriales.....	64
31	Localización satelital regional de la cuenca del río Cabriales.....	64
32	Localización satelital local de la cuenca del río Cabriales.	65
33	Modelo digital de elevaciones de la cuenca del río Cabriales.....	66
34	Variación de pendientes de la cuenca del río Cabriales	66
35	Sub-cuencas del río Cabriales.	67
36	Red hidrográfica de la cuenca del río Cabriales.....	67
37	Perfil Longitudinal del río Cabriales	68
38	Recorrido cauce del río Cabriales en Zona de estudio	68
39	Recorrido Canales de drenaje existentes en Zona de estudio.....	69
40	Precipitación promedio anual en la cuenca del río Cabriales.....	70
41	Régimen pluviométrico de la cuenca del río Cabriales	70
42	Ubicación de las estaciones pluviométricas en la cuenca en estudio	71
43	Sección Transversal de tramo de vialidad I1-I2.....	78
44	Velocidad de flujo de acuerdo a la pendiente del subdren y el material drenante	82
45	Ejemplo determinación de la velocidad de flujo tramo tipo.....	82
46	Factor de reducción para geotextiles en aplicaciones de drenaje	88
47	Esquema perforación de tuberías de subdrenajes	94



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS
PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO
VALENCIA, EDO. CARABOBO**

Autores: De Jesús, Frede y Ospino, Jorge.

Tutor: Ing. Ángel Medina.

Fecha: Octubre, 2020.

RESUMEN

El proyecto de investigación tiene como objetivo elaborar un diseño de un sistema de subdrenaje para la recolección de aguas pluviales en la Avenida Paseo Monumental en el Municipio Valencia, Estado Carabobo; como complemento al sistema de drenaje existente asegurando con ello un mejor funcionamiento de la estructura vial aumentando la vida útil y optimizando costos asociados al mantenimiento preventivo y correctivo a corto y largo plazo. La investigación se enmarca dentro del tipo proyecto factible, con un diseño mixto (Documental y de Campo) y un nivel del tipo descriptivo. El desarrollo del presente trabajo consta de cuatro etapas: en la primera se efectúa el diagnóstico de las condiciones actuales del sistema de drenaje en el tramo de estudio, en la segunda etapa se determinaron los parámetros básicos y valores críticos de diseño (topográficos, geológicos e hidrológicos), dado que es viable el proyecto, en la tercera etapa se estudia el tipo de sistema de subdrenaje que mejor se adapta a las condiciones presentes en el sitio; llevando a cabo la cuarta y última etapa correspondiente al diseño del sistema que consiste en emplear un subdrenaje longitudinal de zanja drenante del tipo francés de dimensiones 0,60 m x 0,80 m, con el empleo de geotextil NT 4000 y tubería perforada PVC de 4" de diámetro, empleando como material de filtro grava de 19 mm (3/4"), disponiendo dichas zanjas lateralmente en ambos canales de la vialidad.

Descriptor: Subdrenajes. Geotextiles. Drenaje Urbano.

INTRODUCCIÓN

Las redes de alcantarillado han cumplido históricamente con la función de evacuar el agua de las ciudades, ya sea la procedente de las precipitaciones, o el agua residual. Desde la antigüedad y hasta nuestros días, se han construido estas redes con el objeto de garantizar la higiene y evitar inundaciones.

Las obras de drenaje son todos aquellos componentes que permiten la recolección de las aguas pluviales, ya sea que estas fluyan directamente sobre la estructura de la vía, áreas drenables o sobre el cauce de corrientes que la vialidad deba salvar; empleando para este último caso drenajes transversales.

Tanto el drenaje como el subdrenaje son imprescindibles para el buen funcionamiento de una carretera, pues sirven para proteger el camino canalizando los escurrimientos de agua y evitando situaciones que pueden resultar riesgosas tanto para la estructura del pavimento como para los usuarios.

Por otra parte, se hace referencia que el estudio de los drenajes depende de diferentes factores relacionados al comportamiento del agua y al terreno donde transcurre la misma, entre ellos: la topografía, la hidrología y geología de la zona. De acuerdo a la variabilidad de las características de los factores mencionados anteriormente, los procesos y mecanismos que sean aplicables y que se ven afectados directamente a causa de las condiciones presentes en el sitio de estudio.

Los tipos de drenajes incluyen estructuras transversales, naturales, travesías, superficie y subdrenajes. Estas estructuras sirven para dispersar, para disminuir la velocidad o transportar el agua y para evitar la acumulación y reducir la fuerza erosiva del agua.

Para el sistema de subdrenaje (SDSD) para la recolección de aguas pluviales subsuperficiales se debe tomar en cuenta el posible crecimiento de las zonas urbanizadas a corto, mediano y largo plazo lo cual trae consigo innegables ventajas como la durabilidad de la estructura correcto funcionamiento de la vía, debido que esto afecta directamente a la capacidad de los servicios y su funcionalidad.

En resumen, cuando una carretera dispone de un sistema de drenaje adecuado, suficiente y que opera correctamente, disminuye sustancialmente la probabilidad de fallas y de otros efectos adversos que contribuyan a acortar su vida útil.

En el presente trabajo de investigación se propone la implementación de un sistema de subdrenajes para el mejoramiento de recolección de aguas pluviales en la vialidad Avenida Paseo Monumental, tramo de estudio que comprende desde la Entrada al Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección con el Sector Popular Barrio Cesar Girón, del Municipio Valencia, Estado Carabobo. Con la finalidad de identificar la problemática de la vía en estudio y establecer un diagnóstico adecuado de la situación actual del sistema de drenajes, se considera este como punto de partida del presente trabajo. Con lo cual es necesario analizar diferentes alternativas de subdrenaje que cumplan con los requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento y determinar el sistema que mejor adapte a las condiciones presentes en el sitio de estudio, para la cual se debe determinar previamente los parámetros básicos de la escorrentía superficial y valores del caudal de agua de lluvia con el fin de proyectar una obra factible y sustentable con el tiempo. Se ha desarrollado la presente investigación en cinco etapas o capítulos como se detalla a continuación:

CAPÍTULO I: En el cual se hace referencia al planteamiento y formulación del problema, para luego definir los objetivos de la investigación abarcando la justificación, delimitación y alcance de la misma.

CAPÍTULO II: El cual comprende el marco teórico, hace referencia a los antecedentes y bases teóricas que sustentan la investigación, incluyendo la definición de términos básicos.

CAPÍTULO III: Describe el marco metodológico, este contempla el tipo de investigación, nivel y diseño de la misma, además se da a conocer la población y muestra a estudiar, así como también las técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de datos y por último se describen las fases metodológicas de la investigación.

En cuanto al CAPÍTULO IV: En el cual se presentan los resultados obtenidos en la investigación, conjuntamente con el análisis e interpretación de los mismos.

Por último, en el CAPÍTULO V: Se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas del proceso investigativo llevado a cabo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.

Desde hace décadas, el ingeniero ha tenido en cuenta varias alternativas adecuadas para un mejor manejo de las corrientes de agua superficial y subterránea, de tal manera que al momento de realizar estudios de clima, suelo e hidrología; estos contribuyan a realizar un óptimo diseño y por ende llevar a cabo la construcción de un eficiente sistema de subdrenaje. A inicios del siglo XX, las innovaciones en las técnicas del subdrenaje así como del drenaje, han incrementado grandiosamente desde los famosos subdrenes franceses.

El exceso de agua en una estructura de pavimento oxida y/o debilita la carpeta asfáltica dando origen a la piel de cocodrilo, formado por sobrecargas o compresibilidad del terreno de fundación. Por lo tanto, se debe garantizar que la acumulación de agua infiltrada en un pavimento debe ser drenado y/o evacuado de la mejor manera posible fuera de las secciones de dicha infraestructura vial. Al momento de que ocurren inconvenientes con los sistemas de drenaje y/o subdrenaje, esta causa graves daños y fallas en los distintos tipos de pavimentos, la cual reduce la vida útil de dicha estructura vial.

Los problemas que se presentan en los pavimentos por la presencia del agua subterránea son a causa de una desbocada saturación y del surgimiento de presiones de poro súbitas, teniendo como rol fundamental la acción capilar del agua.

Todos los cambios y desequilibrios antrópicos que se le han generado al ciclo natural del agua en las zonas de desarrollo urbanístico, han acrecentado los riesgos ambientales sobre la población y la sobreexplotación de las fuentes de agua. Uno de los factores más evidentes son las inundaciones y afectaciones por

la humedad que se presentan en los asentamientos urbanos, determinados por las continuas fallas en la planificación urbana, evidenciados en la implementación de sistemas de drenaje de baja capacidad y muy poca orientación hacia la sostenibilidad de los recursos.

Se puede considerar que en todo desarrollo urbano, suele ocurrir una alteración del funcionamiento hidrológico de la zona con respecto a su condición inicial, ocasionando de esta manera una acción de cambio en la superficie del terreno que se está ocupando. Estos cambios afectan el ciclo hidrológico natural de las áreas urbanizadas, produciendo como consecuencia un aumento de volúmenes de escorrentía y una disminución en los niveles de infiltración de los suelos, impidiendo así la recarga natural de los acuíferos, entre otros aspectos. (Citado por Altarejos, 2008) donde explica que:

“En un ciclo hidrológico natural de un 100% de lluvia precipitada, un 40% de la misma es evapotranspirado, un 10% es lo que es recogido por la capa superficial y el restante 50% es infiltrado en el suelo; mientras que, para una superficie que ha sido impermeabilizada de cada 100% de lluvia precipitada un 25% es evapotranspirado, un 43% es captado por los sistemas de drenaje y solo un 32% es infiltrado al suelo”.

Una de las consecuencias inmediatas de este proceso de impermeabilización, es que se produce una acumulación de agua de lluvia sobre las zonas urbanizadas, y para evitar dicha acumulación en estas superficies su permeabilidad es menor, se deben proyectar infraestructuras de drenaje que recolecten rápidamente la acumulación generada, dando lugar a los sistemas convencionales de drenaje que se encuentran actualmente en las ciudades, conformados por las obras de captación y los colectores, cuyo objetivo primordial es captar y transportar lo antes posible las escorrentías generadas por las lluvias hacia el punto de disposición final y así, minimizar los riesgos de que afecten a la viabilidad ocasionando fallas o acortando su vida útil.

De igual forma, desde el punto de vista de los drenajes, con el aumento de las áreas impermeables, las mismas ocasionan la pérdida de capacidad de retención de los suelos, trayendo como consecuencia un aumento de la escorrentía superficial y por ende de los caudales que discurren a través de las calles y avenidas. En tal sentido, las obras de captación y conducción se hacen insuficientes desde el punto de vista hidráulico, por lo cual se generan inundaciones durante la ocurrencia de eventos de lluvias.

El Municipio Valencia, ubicado en el Estado Carabobo no escapa de esa realidad, presentando un muy acelerado crecimiento de construcciones y demanda de servicios, que no van precisamente de la mano del adecuado desarrollo de estructuras eficientes que cubran sus necesidades, siendo necesaria la implementación de estudios en materia de proyectos de desarrollo sostenible.

Es importante el análisis del tipo de obra a diseñar, considerando las variables propias de la zona de implantación; considerando que en el país existe una problemática en referencia a los sistemas de drenajes, en el cual la mayoría son deficientes o están carentes de un adecuado plan de mantenimiento, causando deterioro en las vías y graves casos de inundaciones y crecidas.

Por lo antes expuesto en el presente trabajo de investigación se contempla el diseño de un sistema de subdrenaje como complemento al sistema de drenaje existente en la vialidad Avenida Paseo Monumental, considerando la importancia que la misma representa al interconectar zonas de interés y ser una vía alterna que enlaza las parroquias Miguel Peña y Rafael Urdaneta del Municipio Valencia, Estado Carabobo, la cual podría consolidarse a corto plazo como una vía de movilización alterna en el desarrollo y expansión de nuevas áreas residenciales y mejoramiento de las zonas urbanas ya existentes. Por lo tanto, la propuesta tendría una relevancia significativa a nivel de la zona de estudio y áreas aledañas.

Para disponer de un mejor funcionamiento de la estructura vial y evitar los inconvenientes antes planteados, se considera la necesidad de diseñar un sistema de subdrenajes de aguas pluviales para la vialidad Avenida Paseo Monumental, tramo de estudio Entrada Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Cesar Girón, del Municipio Valencia, Estado Carabobo, garantizando con ello una respuesta a corto y mediano plazo de una mayor vida útil de la estructura vial

1.2. Formulación del problema.

¿Cómo podría mejorarse la recolección de aguas pluviales, en la Avenida Paseo Monumental, Municipio Valencia, Estado Carabobo?

1.3. Objetivos de la investigación.

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un subdrenaje como complemento al sistema de drenajes existente para la recolección de aguas pluviales en la Avenida Paseo Monumental, Municipio Valencia, Estado Carabobo.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Diagnosticar la situación actual del sistema de drenaje existente en el tramo de la vialidad en estudio.
- Determinar los parámetros básicos y valores críticos para la implementación y diseño del subdrenaje.
- Analizar diferentes tipos de sistemas de subdrenaje de aguas pluviales que sea óptimo cumpliendo con los requisitos para su funcionamiento.
- Diseñar el sistema de subdrenaje en la vialidad Avenida Paseo Monumental, tramo de estudio Entrada Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Cesar Girón, del Municipio Valencia, Estado Carabobo.

1.4. Justificación de la Investigación.

Las bases arcillosas de los terraplenes sobre los cuales se construyen las vías forman un lecho impermeable que actúa como una piscina donde el agua de

lluvia, al no escurrir libremente, satura el pavimento haciendo que se produzcan fallas y resquebrajamientos del mismo. Para evitar, o al menos para aliviar esta situación, se requiere de un adecuado drenaje que garantice que las aguas subterráneas no se eleven hasta niveles que pongan en peligro el pavimento, y que las aguas de lluvia que se infiltran a través de los pavimentos y sus juntas, sean descargadas adecuadamente. Se ha comprobado que los pavimentos que se han construido sin un subdrenaje efectivo, se deterioran mucho más rápidamente que aquellos con drenaje adecuados; esto a la larga, ocasiona que los costos de pavimentos no drenados puedan ser sustancialmente mayores que aquellos que si cuentan con un eficiente sistema de drenaje. Además, conservar los pavimentos significa un ahorro en materiales de reparación, lo cual visto el incremento en costos de los mismos, representara una economía cada vez mayor, ya que la vialidad requerirá de menos mantenimiento y un menor gasto de repavimentación.

En el Municipio Valencia, a través de los años se han evidenciado en las diferentes vialidades que conforman su red vial de una marcada ausencia de sistemas de drenajes, ineficiencia en el funcionamiento de los sistemas existentes ya sea por insuficiencia de los mismos o por la falta de mantenimiento, entre estas vías se encuentran la vialidad de la Avenida Paseo Monumental; lo cual repercute en daños a la estructura del pavimento afectando la vida útil del mismo. Debido a ello, se hace necesario la implementación del sistema de subdrenaje como alternativa para la recolección de aguas pluviales en el proyecto de estructura vial de la vialidad objeto del presente trabajo de investigación.

1.5 Alcance de la Investigación.

El alcance del presente diseño se establece como un complemento del sistema de drenaje principal de la vialidad en la Avenida Paseo Monumental, tramo de estudio Entrada Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Cesar Girón, del Municipio Valencia, Estado

Carabobo. Con lo cual se efectuará un diseño de sistema de subdrenaje acorde a las características, importancia y variables adaptadas al tramo en estudio. Estableciendo que se considerara como alternativa viable la que mejor se adecue a las condiciones presentes en sitio de estudio, es importante destacar que no se efectuarán ensayos de ninguna naturaleza (debido a la inversión de tiempo y costos que los mismos representan) y no incluirá un estudio de factibilidad económica a la alternativa seleccionada.

1.6. Delimitación de la Investigación.

1.6.1. Delimitación Espacial.

El área de estudio del presente trabajo de investigación está delimitado espacialmente a la vialidad en la Avenida Paseo Monumental, tramo de estudio Entrada Complejo Habitacional Ciudad Chávez (Progresiva 0+000) hasta la Intersección del Sector Popular Cesar Girón Progresiva (3+120,83), del Municipio Valencia, Estado Carabobo. (Ver Figura 1).



Figura 1: Delimitación Espacial de la vialidad Avenida Paseo Monumental.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación.

Todo trabajo de investigación se desarrolla en atención al conocimiento disponible aportado por investigaciones precedentes, es decir, se enmarca en un cuerpo de conocimientos que han sido producidos por investigadores a través de estudios realizados con anterioridad. De esta manera en la presente investigación se citaran los siguientes trabajos previos:

2.1.1 Antecedentes Internacionales.

Ballen, G., Rojas N. y Pérez M. (2014) en su trabajo de grado titulado “**Análisis de Factibilidad para la Implementación de un Geodren en el Barrio Ciudad Alsacia**” presentado ante la Universidad Católica de Colombia, en el cual se abordan elementos de importancia para la implementación de sistemas de subdrenajes según las condiciones presentes en el sitio de estudio. Se contemplan desde los aspectos básicos que corresponden a un estudio de las variables implícitas, evaluación de diferentes mecanismos a emplear con la finalidad de recolectar, conducir y disponer de manera adecuada las aguas pluviales, para con ello mantener y extender la vida útil de las carreteras del área donde se implementa el proyecto.

Alvarado, M. y Naranjo, J. (2012) en su trabajo especial de grado titulado “**Diseño del Subdrenaje Vial en la vía La Tranca – Tambo Viejo de 3.6 km**”, presentado en la Universidad de Cuenca, Ecuador para optar por el título de Ingeniero Civil, en la cual se diseñó un sistema de subdrenaje longitudinal que se ubica debajo de la cuneta, dividiéndose en tramos de longitud variable, proyectándose además el geotextil necesario para la obra; y, el material filtro y tubería de drenaje adecuados que cumpliesen con las especificaciones requeridas para esta investigación. De la misma se obtuvo información notable en referencia al objeto principal de un sistema de subdrenaje, el cual corresponde a desalojar los excesos de humedad del terreno donde se localice la obra; para preservar

y permitir una mayor estabilidad y durabilidad de la misma interceptando la escorrentía subsuperficial y abatiendo el nivel freático presentes, así mismo indica que para llevar a cabo un drenaje eficiente es necesario tener en cuenta las características geomorfológicas e hidrológicas propias del sitio en el cual se va establecer y recomienda emplear geotextiles en obras de subdrenaje por la función de filtro que desempeñan estos, evitando la saturación de las obras de subdrenaje propuestas.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

Hernández, O y Macero, T (2018) en su trabajo de grado: **“Implementación de sistema de subdrenaje de aguas pluviales Av. Paseo Valencia, tramo Kayson- Av. Sesquicentenario, Municipio Valencia. Estado Carabobo”**, para optar al título de ingeniero civil presentado ante la ilustre Universidad José Antonio Páez cuyo objetivo general se basó en el diseño un sistema de subdrenaje longitudinal, como alternativa para el mejoramiento en la recolección de aguas pluviales para la vialidad Av. Paseo Valencia, tramo Kayson - Av. Sesquicentenario, Municipio Valencia - Edo Carabobo. Esta investigación se utilizó como basamento teórico para las teorías de cálculo hidráulico y, posterior diseño de los dispositivos de subdrenajes, sirviendo como apoyo a la presente investigación para la escogencia del tipo de sistema que mejor se adapta a diferentes características de determinada vialidad.

Igualmente Morales, J (2017), en su trabajo de grado, realizó una investigación titulada **Plan maestro de drenaje de aguas de lluvia para la ciudad de Punto Fijo en el Municipio Carirubana Estado Falcón**, para optar al título de ingeniero civil presentado ante la Universidad Rafael Urdaneta. El objetivo de esta investigación consistió en la planificación integral del drenaje como saneamiento ambiental que ocasionan las aguas de lluvia, donde se estudió la variabilidad del drenaje y los parámetros fisiográficos de la cuenca hidrográfica.

Finalmente se concluye que el aporte de esta investigación permitió conocer los parámetros básicos tales como: topográficos e hidráulicos recolectados, estudio del área de influencia y, datos hidrológicos con los cuales se determinaron los factores necesarios, específicamente en los aspectos hidrológicos, el cual brindó a la

investigación la metodología de diseño de redes de recolección de aguas pluviales, plantear las obras de captación y los procedimientos para el cálculo del sistema de drenaje pluvial para el proyecto. Debido que en la vialidad en estudio, existen severos problemas en el sistema de drenajes lo cual dificulta su conducción a los puntos de descarga natural perjudicando a sus habitantes, es por ellos que se considera necesario complementar el sistema con sistemas de subdrenajes de aguas pluviales.

De igual forma se puede nombrar a Lastra M. y Jorge H. (2013) en su trabajo especial de grado titulado **“Evaluación del sistema de drenaje urbano de la Avenida Lara en la zona central de Valencia, Estado Carabobo, con respecto a los últimos registros pluviales de la zona”** para obtener el título de ingeniería Civil otorgado por la Universidad de Carabobo, con respecto a los últimos registros pluviales de la zona, con la finalidad de lograr el desenvolvimiento de las actividades que se realizan en la ciudad, el drenaje urbano como elemento componente del mecanismo de vialidad desempeña un papel importante dentro de este, ya que el responsable de impedir los daños causados por el ineficiente encausamiento de las aguas de lluvias.

Para lograrlo primeramente se recopiló información, como planos topográficos existente sobre la zona, se verificó la existencia y ubicación de los sistemas de drenaje y de las áreas sujetas a inundación, se determinó la capacidad del conducto y sus materiales así como también parámetros hidrológicos, por último se llegó a la conclusión de que el sistema de drenaje urbano en la Avenida Lara no es el adecuado para drenar las aguas de lluvia y que es necesario rediseñar el dicho sistema, lo cual permitió establecer patrones de calidad en el diseño de los dispositivos hidráulicos de la presente investigación. Este análisis sirvió como referente conceptual de la metodología de esta investigación.

En dicho trabajo especial de grado que tuvo como finalidad diseñar un sistema de captación de aguas de lluvia. Se analizaron los factores topográficos e hidrológicos del área en estudio, y a su vez se evaluó el estado de los elementos hidráulicos existentes dentro del sistema de captación de aguas de lluvia. Todo ello acorde a las variables que se requieren analizar en el presente trabajo de investigación.

2.2. Bases Teóricas.

A continuación, se presentan los fundamentos teóricos que sirven de soporte para el desarrollo de la presente investigación.

2.2.1 Agua Pluviales.

Las aguas pluviales son agua de lluvia que no es absorbida por el suelo, sino que escurre de edificios, calles, estacionamientos y otras superficies. Las aguas pluviales se recolectan en alcantarillas y fluyen a colectores pluviales y al sistema de drenaje pluvial de la ciudad. Las aguas pluviales pueden originar problemas debido al volumen de agua, la intensidad de la escorrentía y los contaminantes potenciales que transporte el agua, es decir, de su grado de contaminación. Según establece Gómez, (2008): “Las aguas pluviales es un término utilizado para hacer referencia al agua que entra en el sistema de alcantarillado que se origina durante los fenómenos meteorológicos con precipitación como resultado de la lluvia, nieve, granizo, etc.”. Las aguas pluviales que no se filtran fluyen superficialmente y se denominan escorrentías superficiales. (Ver Figura 2).

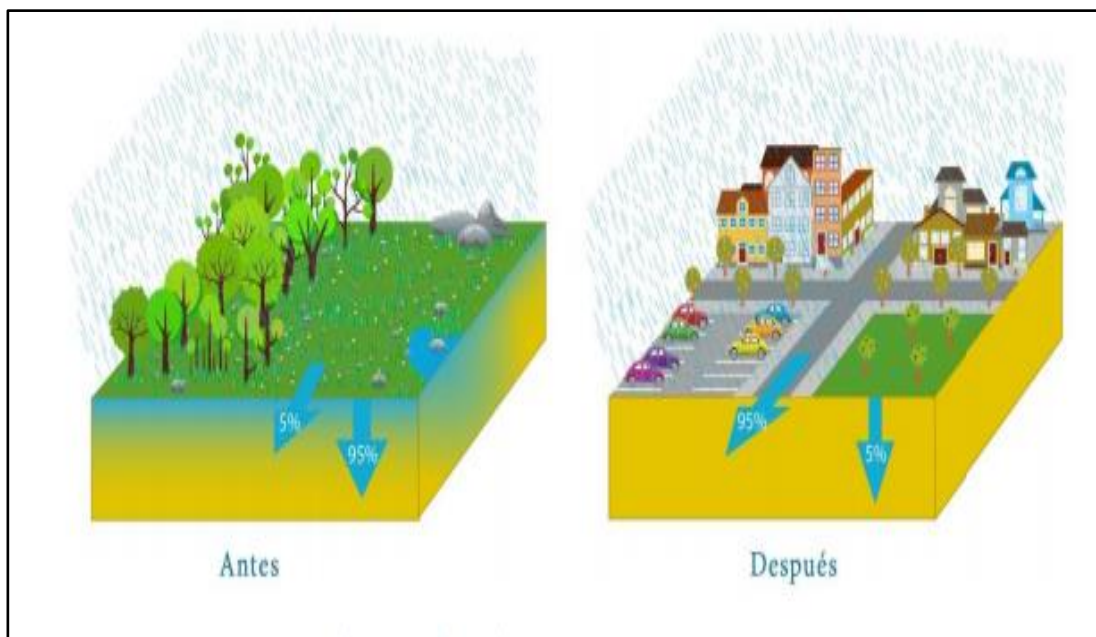


Figura 2: Escorrentía Área Natural vs. Área Urbanizada.

Fuente: [Documento en línea] Anónimo (2016)

En muchos casos, las aguas sobrantes fluyen por vías fluviales superficiales o se encuentran canalizadas en una mezcla de sistema de alcantarillado y de recogida de aguas pluviales donde se encaminan para su tratamiento a la planta de tratamiento de aguas residuales o se descargan directamente en las cuencas fluviales.

Las aguas pluviales son aquellas que una vez caen a la superficie son dirigidas hacia los sistemas de alcantarillado, para ser dirigidas hacia cauces naturales o artificiales, para su libre escurrimiento y así que estas aguas no causen problemas a ninguna estructura. Estas aguas también pueden ser reutilizadas ya que pueden ser dirigidas a plantas de tratamientos, las cuales tratan las aguas y pueden ser usadas para cualquier actividad.

2.2.2 Infiltración.

Es el paso del agua a través de la superficie del suelo, hacia el interior de la tierra. La tasa máxima a la que el agua puede entrar en un suelo se conoce como capacidad de infiltración. Si la llegada del agua a la superficie del suelo es menor que la capacidad de infiltración, toda el agua se infiltrará. Si la intensidad de precipitación en la superficie del suelo ocurre a una tasa que excede la capacidad de infiltración, el agua comienza a estancarse y se produce la escorrentía sobre la superficie de la tierra, una vez que la cuenca de almacenamiento está llena.

La capacidad de infiltración depende de muchos factores, tales como, el tipo de suelo, el contenido de humedad y el contenido de materia orgánica, la cobertura vegetal y la estación del año. De las características del suelo que afectan a la infiltración encontramos la porosidad no-capilar, que es posiblemente la más importante. La porosidad determina la capacidad de almacenamiento y tan bien afecta la resistencia al flujo, de esta manera la infiltración tiende a retardar el flujo de la superficie dando al agua tiempo adicional para penetrar el suelo. Según (Pérez G, 2017, pág. 1) [Documento en línea].

El agua precipitada sobre la superficie de la Tierra, queda detenida, escurre por ella, o bien penetra hacia el interior. De esta última fracción se dice que se ha infiltrado.

El interés económico del fenómeno, es evidente si se considera que la mayor parte de los vegetales utilizan para su desarrollo agua infiltrada y que el agua subterránea de una región tiene como presupuesto previo para su existencia, que se haya producido infiltración. (Ver figura 3).

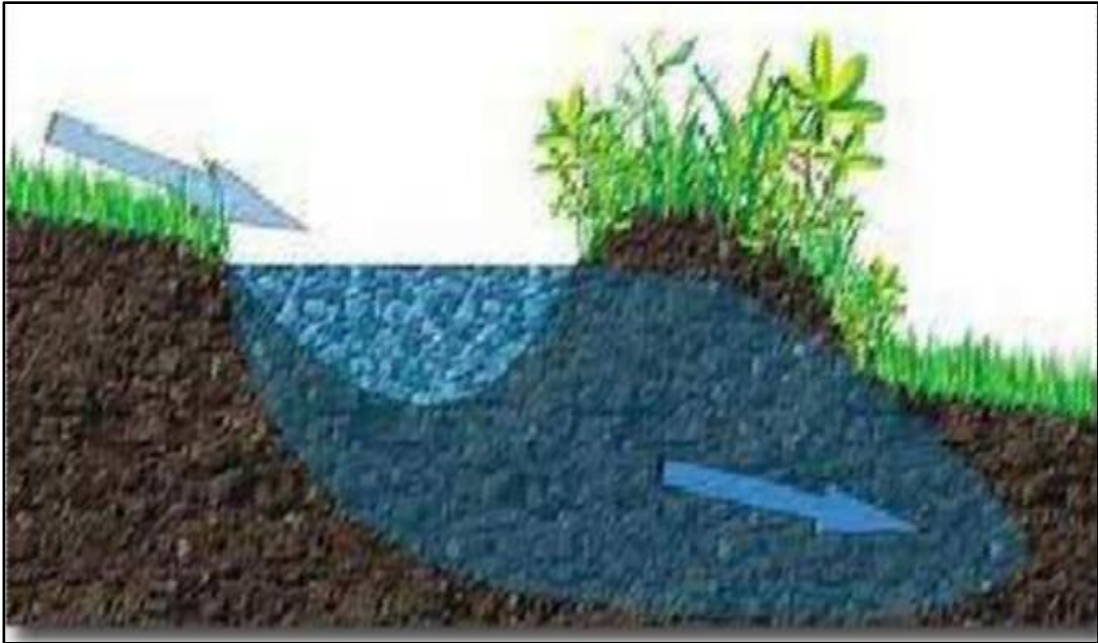


Figura 3: Escorrentía Subsuperficial.

Fuente: [Documento en línea] Anónimo (2016).

2.2.3 Sistema de subdrenajes de aguas pluviales.

Es aquel conjunto de obras que recogen, conducen y descargan fuera de la vía tanto de las aguas subterráneas como aquellas infiltradas a través de los poros y grietas del pavimento y de las juntas de construcción. Dichas obras cumplen primordialmente una función básica y su inexistencia o incapacidad se traduce en labores de mantenimiento. Por otra parte el subdrenaje cumple también la función complementaria, pues ayuda a mantener secos los pavimentos, garantizando mayor seguridad al tránsito vehicular.

2.2.4. Drenes Franceses.

Son drenes filtrantes con zanjas recubiertas de geotextil y rellenas de grava, dentro de las cuales circula el agua que proviene directamente de las superficies de drenaje o de una tubería de aportación. (Ver figura 4).



Figura 4: Drenes Franceses. Imagen referencial de sistema constructivo.

Fuente: <https://www.tencategeo.us/es-la/solutions/overview/>

El tiempo de estancia del agua en el dren debe ser alto y la velocidad del agua suficientemente lenta para que exista infiltración a través del geotextil. De este modo, en algunos drenes no es necesario dirigir el agua hasta el punto de vertido, pues al cabo de una cierta longitud se ha infiltrado totalmente.

Los drenes filtrantes, como todos los Sistema Urbano de Subdrenajes, en las vías se puede combinar junto a la calzada una franja filtrante con un dren filtrante de recogida, o una cuneta verde con un dren filtrante en su base, de forma que aumente su capacidad de absorción, ofreciendo una mayor atenuación de la escorrentía.

2.2.5. Subdrenajes Longitudinales en Cunetas de Carreteras.

Consisten en la apertura de zanjas al pie de las cunetas de las carreteras. Se realizan con profundidad mínima de 1.5 metros, hasta profundidades mayores, de anchos Variables pero nunca menores a 0,60 metros, según el caso específico. (Ver figura 5).

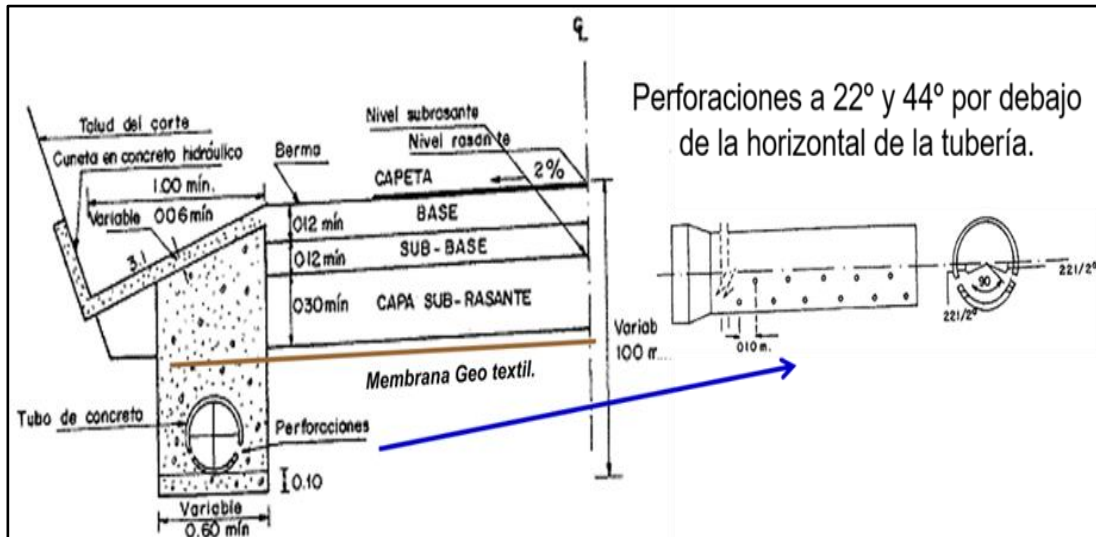


Figura 5: Subdrenaje Longitudinal.

Fuente: Técnicas de la Construcción, Pocaterra A. (2020)

2.2.6. Subdrenajes Transversales en Carreteras.

Consisten en la apertura de cunetas al pie de los taludes de cortes, al lateral de la vía, con profundidad mínima de 0.60 metros, hasta profundidades mayores, según el caso específico. Recogiendo las aguas en cajuelas de Alcantarillado, y enviándolas a la zona inferior, a través de tuberías de concreto especiales, confinadas por un muro de concreto con aletas para evitar la erosión de los taludes inferiores. (Ver figura 6).

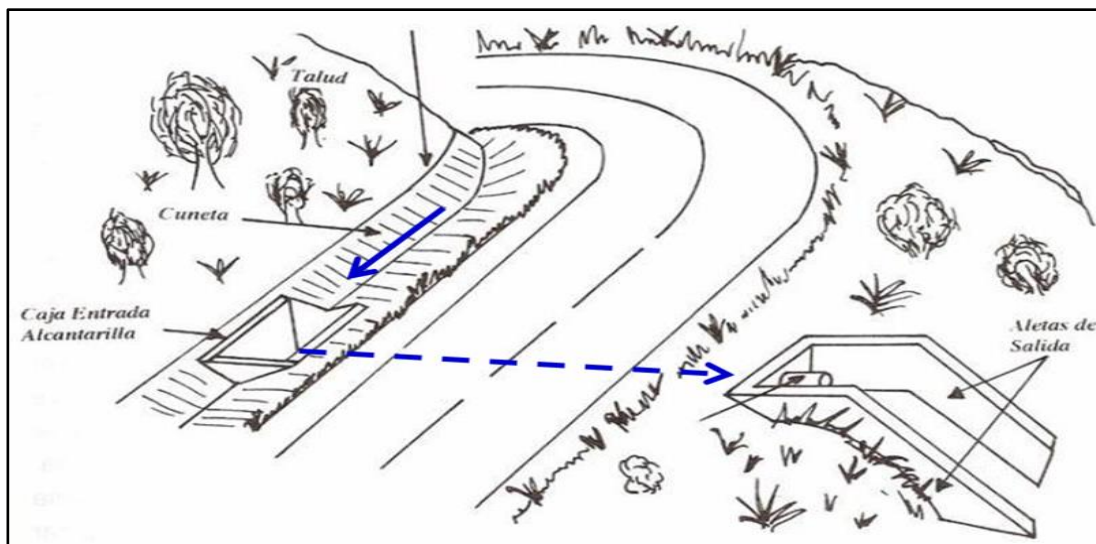


Figura 6: Subdrenaje Transversal en carreteras.

Fuente: Técnicas de la Construcción, Pocaterra A. (2020).

2.2.7. Subdrenajes Transversales en Carreteras Lavaderos de Bordillos.

Consisten en la apertura de cunetas al pie de las cunetas de recolección de aguas de las carreteras, al lateral de la vía, con profundidad mínima de 0.60 metros, hasta profundidades mayores, según el caso específico. Recogiendo las aguas en canales tipo “V” o “Trapezoidal” enviando las aguas, a la zona inferior, a depresiones naturales de la zona. Pueden ser naturales o de concreto, o también con drenes franceses. (Ver Figura 7).

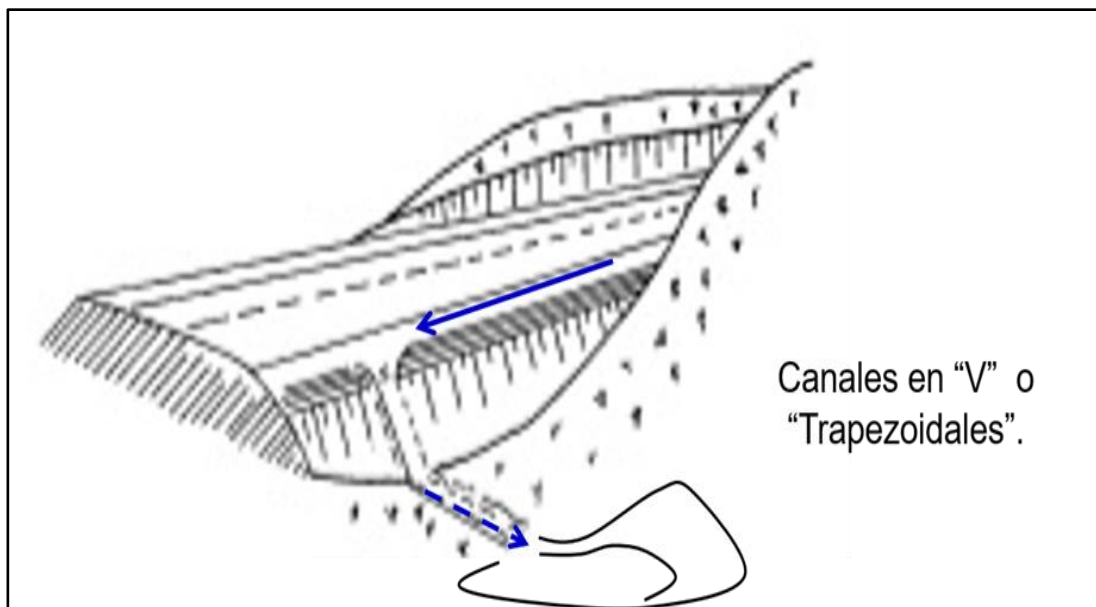


Figura 7: Subdrenaje Transversal tipo Lavaderos de Bordillos.

Fuente: Técnicas de la Construcción, Pocaterra A. (2020).

2.2.8. Filtros y Materiales drenantes.

El material de filtro evita una excesiva migración de partículas de suelo y simultáneamente permite el paso del agua, lo anterior implica que el geotextil (los filtros utilizados más frecuentemente son los rellenos localizados de material drenante y los geotextiles) debe tener una abertura aparente máxima adecuada para retener el suelo, cumpliendo simultáneamente con un valor mínimo admisible de permeabilidad, que permita el paso del flujo de una manera eficiente. Para llegar a la selección del geotextil no solo hay que tomar en cuenta lo anterior, sino además, la resistencia a la colmatación, supervivencia y durabilidad.

2.2.9. Tuberías Drenantes.

La tubería drenante es una tubería perforada, ranurada, entre otros., que normalmente estará rodeada de un relleno de material drenante o un geotextil, y que colocada convenientemente permite la captación de aguas freáticas o de infiltración. El diámetro interior mínimo de los tubos aceptados en varios países es mínimo de 4" (110 mm), salvo justificación en contra del proyecto efectuada, teniendo en cuenta las necesidades de limpieza y conservación del sistema. Cuando la sección no fuera circular, esta deberá permitir la inscripción de un círculo de dicho diámetro. En la mayoría de los subdrenes con material de diámetro inferior a 1½ de pulgada, es necesario el uso de la tubería colectora para filtros. Cuando se utilizan materiales gruesos, no siempre se coloca tubería colectora, debido a que se supone que el material es excelente conductor y no se requiere un elemento adicional para la recolección y la conducción del agua. Algunos autores recomiendan colocar tubería en todos los casos

2.2.10. Mantos Drenantes.

Son capas drenantes formadas por bloques, material granular o elementos drenantes prefabricados (generalmente geo-compuestos), que se disponen entre un relleno y el terreno natural sobre el que éste se cimenta. Deben recoger y conducir al sistema general de drenaje de las obras, surgencias (afloramiento) de agua procedentes del terreno natural y aportes provenientes del propio relleno en su caso. Asimismo tienen por función la interrupción de los procesos de ascensión capilar, al estar constituidos por materiales con huecos de mayor tamaño que los que permiten dicha elevación.

El área del manto depende de la zona a drenar. Salvo cuando estuviera constituido exclusivamente por geocompuestos, en cuyo caso el proyecto podrá justificar valores menores, el manto drenante tendrá:

- Un espesor mínimo de treinta centímetros (30 cm), debiendo encontrarse la línea de saturación al menos a diez centímetros (10 cm) bajo su cota superior.

- Asimismo, deberán disponerse filtros granulares o geotextiles para la protección del manto.
- En general el manto drenante deberá estar provisto de tuberías drenantes, con desagüe a colectores.

Normalmente, los mantos drenantes que quedan bajo las obras, no se podrán someter a trabajos de conservación sin que éstas se vean afectadas, por lo que resulta de especial importancia que su espesor sea el adecuado, que no se produzca su colmatación, y que el funcionamiento de tuberías drenantes y colectores sea correcto.

2.2.11. Subdrenes 100% sintéticos.

Debido a la dificultad de obtener materiales naturales para los subdrenes y con el desarrollo de las mallas sintéticas, se está haciendo popular el uso de los subdrenes 100% sintéticos. Los mismos representan una alternativa viable y que están tomando popularidad en su uso y aplicabilidad en sistemas de subdrenajes.

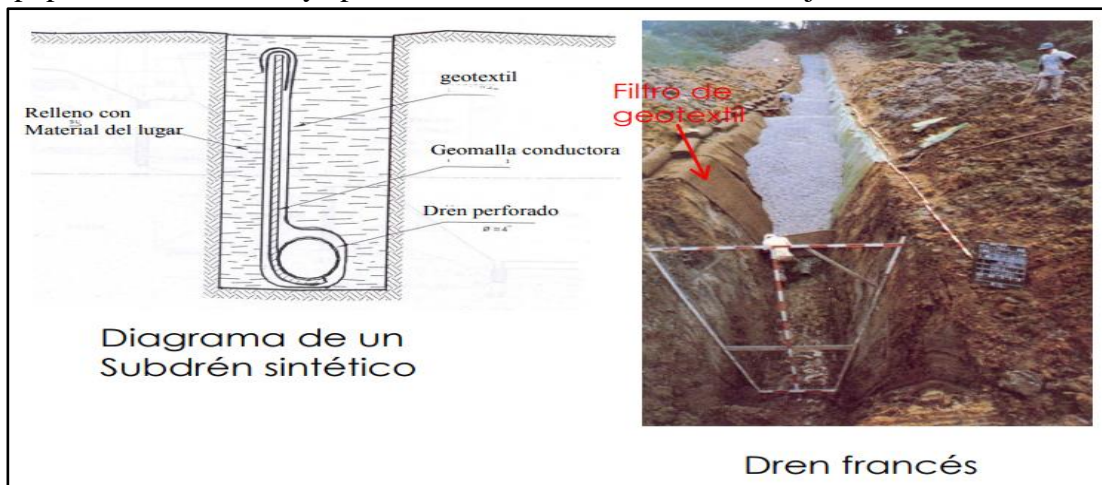


Figura 8: Esquema de un subdrén 100% Sintético.

Fuente: Técnicas de la Construcción, Pocaterra A. (2020).

Estos subdrenes constan de tres elementos básicos:

1. **Geomalla.** Se trata de una red sintética construida en tal forma que se forman unos canales que facilitan el flujo de agua.
2. **Geotextil.** La geomalla se envuelve en un geotextil, el cual actúa como filtro impidiendo el paso de partículas de suelo hacia la geomalla y permitiendo

a su vez el flujo de agua.

3. **Tubo colector perforado.** En el extremo inferior de la geomalla y envuelto por el geotextil se coloca una manguera perforada PVC especial para subdrenes, la cual recoge y conduce el agua colectada por la geomalla (Suárez, Control de aguas superficiales y subterráneas, 2006).

2.2.12. Geotextiles.

El geotextil es un material textil sintético plano formado por fibras poliméricas, similar a una tela de gran deformidad, estas garantizan la capacidad de drenaje en su propio plano y además funcionan como un material de filtro y separación lo cual ayuda a evitar el paso de partículas y dejarle el paso libre al agua, estos cuentan con la ventaja de evitar la colmatación del material drenante y aumentan la capacidad de evacuación de los líquidos. Los geotextiles que se definen como un material textil plano, permeable polimérico (sintético o natural) que puede ser No Tejido, Tejido o tricotado y que se utiliza en contacto con el suelo (tierra, piedras, etc.) u otros materiales en ingeniería civil para aplicaciones geotécnicas.

Los geotextiles más utilizados para filtro son los no tejidos, entre los cuales se deben diferenciar los perforados con alfileres, los pegados al calor y los pegados con resinas; aunque es común encontrar mezclas de los tres procesos de manera combinada.

La durabilidad de los geotextiles está en función de las fibras poliméricas y las resinas a los ataques ambientales. Los principales problemas de las telas filtrantes corresponden a su baja resistencia a la exposición a los rayos solares, los cuales las descomponen, a las altas temperaturas y a ciertos químicos (Suárez, Control de aguas superficiales y subterráneas, 2006).

2.2.13 Tipos de geotextiles.

A continuación se presentan los tipos de geotextiles existentes:

- **Geotextiles Tejidos**

Los geotextiles tejidos fueron los primeros en ser desarrollados y representan casi una cuarta parte de los geotextiles usados en el mundo. Dentro de los geotextiles se pueden especificar diferentes modalidades:

a) Geotextil Tejido Plano

Fabricado mediante el tejido de cintas por un procedimiento textil de una película cortada polimérica extruida. Es el tejido más simple y común, conocido también como “uno arriba y uno abajo”.

b) Geotextil Tejido Canasta

Este tejido usa dos o más urdimbres y/o tramas de relleno como si fuera una sola cinta. Por ejemplo, un tejido canasta pueden ser dos por dos urdimbres y tramas o dos tramas y una urdimbre, actuando como unidades individuales.

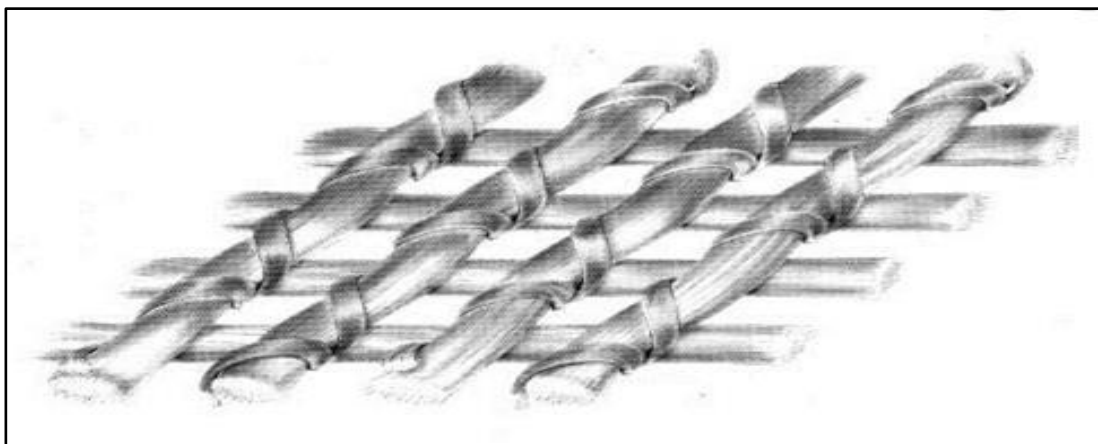


Figura 9: Vista macroscópica de algunos tipos de geotextiles tejidos.

Fuente: www.google.com

- Geotextiles no tejidos

Están formados por fibras o filamentos superpuestos en forma laminar, consolidándose esta estructura por distintos sistemas según cual sea el sistema empleado para unir los filamentos o fibras. Los geotextiles no tejidos se clasifican a su vez en:

a) Geotextiles no tejidos ligados mecánicamente o punzonados por agujas

Se forman a partir de un entrelazado de fibras o filamentos mezclados aleatoriamente, conformando lo que se denomina velo o napa. Este tipo de geotextiles tienen buenas características mecánicas manteniendo en parte el espesor de la napa el cual les confiere mayor estructura tridimensional, gran elongación (pueden estirarse desde un 40% hasta un 120% o más, antes de entrar en carga de rotura) lo que les

proporciona muy buena adaptabilidad a los terrenos no uniformes, unas excelentes propiedades para protección, (suele denominarse efecto colchón) y muy buenas funciones de filtración y separación.

b) Geotextiles no tejidos ligados termosoldados

Su espesor y su elongación son sensiblemente inferiores a la de los agujados, por lo cual su transmisividad y permeabilidad son menores, tienen buenas propiedades mecánicas y poca flexibilidad (es algo rígidos).

c) Geotextiles no ligados químicamente o resinados

La unión entre sus filamentos se consigue incorporando ligantes químicos o resinas. Este sistema no se utiliza para la fabricación de geotextiles de protección y separación, puesto que en su composición (de los de protección) deben evitarse elementos químicos distintos a los polímeros que pudiesen alterar sus propiedades y provoquen incompatibilidades químicas con otros materiales con los que pudiese estar en contacto. Su empleo está muy poco extendido debido a su elevado costo.



Figura 10: Vista macroscópica de geotextiles no tejidos.

Fuente: www.google.com (2020)

2.2.14. Elementos Filtrantes.

Todas las obras conectadas con la construcción de vías terrestres, han de hacerse en o sobre suelos o rocas que usualmente contienen agua. Las formaciones rocosas sanas suelen poder drenarse simplemente permitiendo que el agua salga libremente a zonas abiertas, tales como pozos de drenaje o túneles; estos materiales tienen la suficiente cohesión para permitir el paso del agua a su través sin que se produzcan erosiones nocivas. Pero los suelos o las rocas muy intemperizadas pueden ser fácilmente erosionados por las fuerzas que produce el agua al fluir a su través; si estos procesos se permiten sin restricción terminarán por desembocar en verdaderos problemas de erosión interna y tubificación. Así, todas las superficies a través de las que el agua salga al exterior deberán protegerse en los suelos, de manera que el agua pueda aflorar con facilidad, pero buscando también que las partículas del suelo queden en su lugar (Rico Alfonso, 2005).

Los materiales encargados de la doble misión de permitir el paso franco del agua hacia el exterior y de impedir el arrastre de las partículas del suelo protegido se llaman materiales filtro o, simplemente, filtros.

En general, los filtros deben satisfacer dos requerimientos contradictorios:

- 1) Los espacios entre las partículas del filtro en contacto con el suelo por proteger deben ser suficientemente pequeños como para que los finos de aquel no penetren en él.
- 2) Los espacios entre las partículas del filtro deben ser lo suficientemente grandes como para que el conjunto tenga la permeabilidad necesaria para que el agua pueda moverse libremente a su través y fluir rápidamente hacia el exterior, sin generar presiones de poro indeseables (Rico Alfonso, 2005).

Además, vale la pena señalar que un filtro puede ser exclusivamente de material granular o también se puede emplear geotextiles como una capa de transición antes de llegar al suelo subyacente.

2.2.15. Empleo de materiales drenantes.

- Empleo de agregados naturales

Estos materiales naturales cuando son de buena calidad son prácticamente indestructibles y eternos, en comparación a la vida útil de la obra; cuando se colocan convenientemente, tienen magnifico comportamiento tanto como filtros, como en lo que se refiere a la resistencia y a la compresibilidad. Finalmente, son abundantes en la naturaleza, de modo que su obtención y su manipulación suelen ser comparativamente más baratas. Su utilización suele estar combinada con la de tubos manufacturados, perforados o no, los que normalmente proporcionan la canalización y eliminación de las aguas.

Para cumplir su papel protector de filtro en forma conveniente, los materiales granulares naturales deben cumplir algunos requerimientos básicos que se han ido imponiendo por un efecto combinado de base teórica y, muchas veces, experimental.

Muchos de los requerimientos que se imponen a los materiales de filtro son de naturaleza granulométrica y se refieren a su graduación. Otros muy importantes, tienen que ver con el cuidado en la manipulación y colocación, para evitar contaminaciones y segregaciones. Puede haber también requerimientos de compactación, para reducir la posibilidad de que se presenten cambios en la graduación granulométrica por invasión de finos procedentes del suelo por proteger (Rico Alfonso, 2005).

De manera tradicional se ha usado arena gruesa o grava bien graduada con drenaje libre como material de filtro. Una capa de arena o de grava tiene comúnmente entre 15 y 30 cm de espesor. En algunas aplicaciones entresuelo.

- Empleo de Geotextiles

Los geotextiles tejidos o no tejidos punzonados con aguja se usan generalmente para lograr un filtro entre la roca y el suelo, con lo cual se evita la socavación y el movimiento del suelo. Son relativamente fáciles de instalar bajo la mayoría de las condiciones, halando la tela hasta que quede estirada sobre el área del suelo que se va a proteger antes de proceder a colocar el material de filtro.

Es necesario que el geotextil tenga un tamaño aparente de abertura de 0.25 y 0.5 mm. A falta de mayor información se usa un geotextil no tejido con aguja con peso de 200 gr/m² para muchas aplicaciones de filtración y separación de suelos.

Entre otras aplicaciones comunes de geotextiles o de materiales geosintéticos para caminos, se incluye el refuerzo de la subrasante a fin de reducir el espesor necesario de la capa de agregado colocada sobre suelos muy débiles; la separación del agregado de los suelos blandos de la subrasante; el refuerzo de estructuras terreas como pueden ser muros de retención y rellenos reforzados; y la recolección de sedimentos mediante barreras contra azolves. En la actualidad los geotextiles son de uso común para proporcionar zonas de filtro entre materiales de diferentes tamaños y granulometrías debido a que resultan económicos, son fáciles de instalar y se comportan bien dentro de una gran variedad de suelos.

2.2.16. Función de los Geotextiles.

El uso de los geotextiles tejidos y no tejidos en los diferentes campos de aplicación puede definirse mediante las funciones que va a desempeñar. A continuación se describen las distintas funciones y aplicaciones que pueden desempeñar los geotextiles, así como las exigencias mecánicas e hidráulicas necesarias para su desarrollo (Monroy, 2010).

a) Función de Separación

Consiste en la separación de dos capas de suelo de diferentes propiedades geotécnicas (granulometría, densidad, capacidad, etc.) evitando permanentemente la mezcla de material. De acuerdo con esta función, se presentan las siguientes aplicaciones (Monroy, 2010).

- Entre la subrasante y la base de piedra en caminos y pistas de aterrizaje pavimentados.
- Entre rellenos y capas de base de piedra.
- Entre taludes y bermas de estabilidad aguas abajo.
- Debajo de campos deportivos y de atletismo.

- Entre capas de drenaje en masas de filtro pobremente gradado.
- Entre diversas zonas de presas de tierra.
- Entre capas antiguas y nuevas de asfalto.

b) Función de Refuerzo

En esta función se aprovecha el comportamiento a tracción del geotextil para trabajar como complemento de las propiedades mecánicas del suelo, con el fin de controlar los esfuerzos transmitidos tanto en la fase de construcción como en el servicio de las estructuras, entre las principales aplicaciones están las siguientes (Monroy, 2010).

Refuerzo de suelos débiles y otros materiales.

- Para reforzar terraplenes.
- Para ayudar en la construcción de taludes pronunciados.
- Para reforzar presas de tierra y roca.
- Para estabilización temporal de taludes.
- Para detener o disminuir la reptación en taludes de suelo.
- Para reforzar pavimentos flexibles con juntas.
- Para mantener colchones de filtro de piedra gradada.
- Para anclar bloques de concreto en muros de retención pequeños.
- Para crear taludes laterales más estables debido a la alta resistencia friccional.

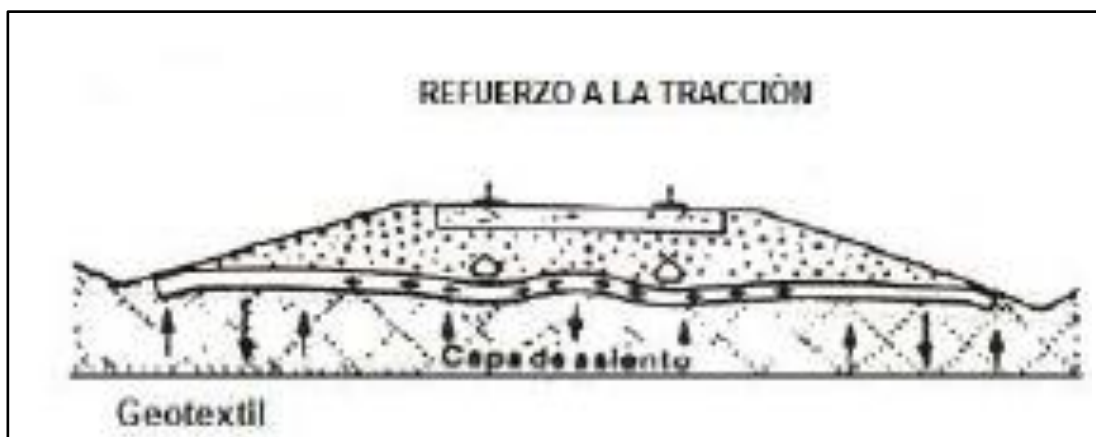


Figura 11: Función de refuerzo a la tracción del geotextil.

Fuente: PAVCO (2005).

c) Función de Drenaje

La efectividad del drenaje de un suelo dependerá de la capacidad de drenaje del geotextil empleado y del gradiente de presiones a lo largo del camino de evacuación del fluido.

A continuación se referencian las aplicaciones de los geotextiles cumpliendo la función de drenaje (Monroy, 2010):

- Como cubierta de drenaje debajo de un relleno de sobrecarga.
- Como un dren detrás de un muro de retención.
- Como un dren debajo de campos deportivos.
- Como un dissipador de presión de poros en rellenos de tierra.
- En reemplazo de drenes de arena.
- Para disipar el agua de filtración de las superficies de suelo o roca expuestas.

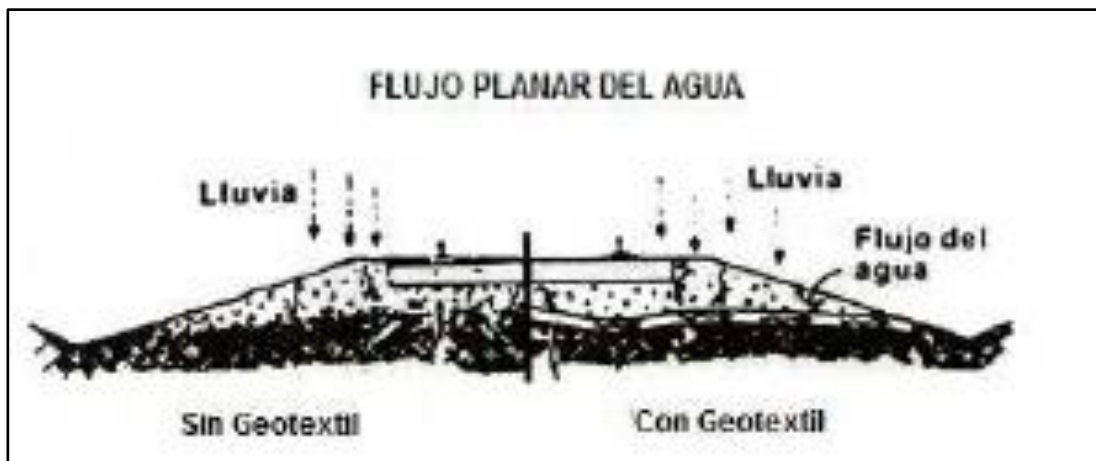


Figura 12: Función de drenaje del geotextil.

Fuente: PAVCO (2005).

d) Función Filtro

Esta función impide el paso a través del geotextil de determinadas partículas del terreno (según sea el tamaño de dichas partículas y del poro del geotextil) sin impedir el paso de fluidos o gases. En la práctica se utiliza el geotextil como filtro en muchos sistemas de drenaje. A continuación se referencian las aplicaciones de los geotextiles cumpliendo la función de filtro (Monroy, 2010).

- En lugar de filtro de suelo granular.

- Debajo de base de piedras para caminos y pistas de aterrizaje pavimentados.
- Alrededor de piedra picada sin subdrenes (drenes franceses).
- Para filtrar rellenos hidráulicos y sanitarios.
- Para proteger el material de drenaje en chimeneas.
- Entre el suelo de relleno y vacíos en muros de retención.
- Entre el suelo de relleno y muros de gaviones.

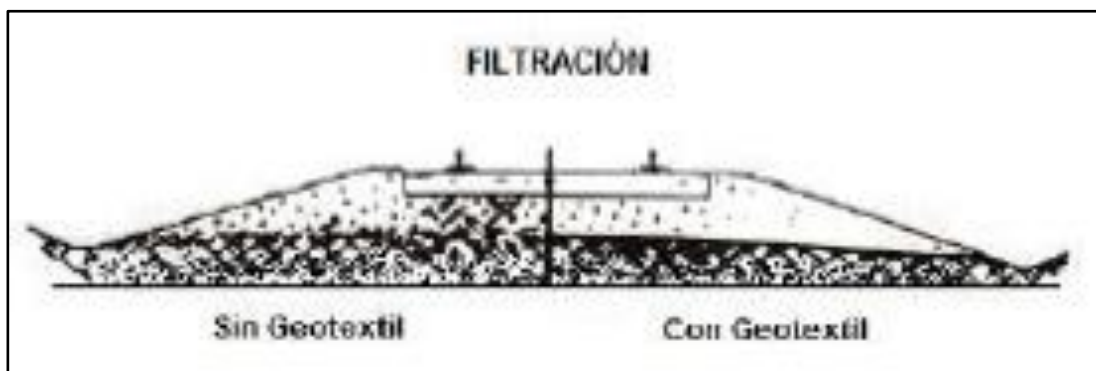


Figura 13: Función de filtración del fluido del geotextil.
Fuente: PAVCO (2005).

e) Función de Impermeabilización

Esta función se consigue desarrollando mediante la impregnación del geotextil con asfalto u otro material impermeabilizante sintético.

El geotextil debe tener la resistencia y rigidez necesaria para la colocación del mismo, así como la capacidad de deformación suficiente para compensar las tensiones térmicas (Monroy, 2010).

2.2.17. Principales conceptos y conclusiones relativas al diseño de Filtros.

a) Prevención de la erosión interna y de la tubificación

La primera regla para evitar la tubificación y la erosión interna es que las partículas del suelo no queden expuestas a espacios abiertos cuyo tamaño sea mayor que ellas mismas.

La segunda regla a tomar en cuenta es el sellado de cualquier grieta, juntas de construcción, contacto entre materiales diversos, etc., que pueda haber en los elementos

estructurales de que se haga uso en el drenaje general. Además de las reglas antes indicadas, existen criterios de tipo granulométrico en base a la experiencia donde cada uno de los cuales se deben cumplir en lo posible, para con ello garantizar un correcto desempeño de los filtros, cada uno de estos criterios se citara en capítulos posteriores correspondientes al diseño de filtros.

b) Prevención de la obstrucción de perforaciones en tuberías o de fugas de partículas finas del filtro a través de ellas

En los sistemas de subdrenaje es muy frecuente que en el interior de los filtros haya tubería perforada con huecos circulares o ranurados, con el objeto de recolectar y eliminar rápidamente las aguas. Se plantea la necesidad de que el material del filtro sea lo suficientemente grueso como para que no se fugue a través de tales perforaciones y para que no las obstruya, en base a esto se precisan ciertos criterios de acuerdo con el U.S Cuerpo de Ingenieros o por el U.S Bureau of Reclamation, donde cada uno de estos se detallaran en capítulos posteriores.

c) Requerimientos de permeabilidad en el material filtro

Se trata ahora de seleccionar el material del filtro de manera que se garantice suficiente capacidad de descarga como para eliminar rápida y eficazmente las aguas que se colecten, sin que se generen fuerzas de filtración o presiones perjudiciales.

d) Requerimientos de Segregación

Un peligro siempre presente en la construcción de filtros para subdrenaje es el cambio de las características granulométricas de cualquier mezcla por segregación durante la colocación, para ello se exige, entre otros factores que, la curva granulométrica del material filtrante sea suave, sin discontinuidades que delaten escasez de algún tamaño intermedio, con el mismo objeto se recomienda que el material filtrante se coloque con cierta humedad, si bien cuidando no adoptar una que perjudique la facilidad de lograr una buena compactación.

e) Disposición de las perforaciones en tuberías

Como se ha dicho, es muy común que en los sistemas de subdrenaje haya tubería perforada, embebida dentro del material filtrante. El objetivo del tubo es evidentemente

proporcionar una fácil y rápida conducción al agua y el objeto de las perforaciones es permitir el acceso del agua al interior del tubo.

2.2.18. Importancia del Estudio Hidrológico en proyectos de Drenaje.

El estudio hidrológico se debe presentar en todo tipo de proyectos de ingeniería, avalados por el ministerio del ambiente y recursos naturales para minimizar el impacto medio ambiental o civil en todo tipo de construcciones y así esas construcciones puedan desarrollarse con total normalidad sino también cumplan la función para la cual fueron proyectadas, sin la afectación del componente agua y poder brindar un buen servicio.

Se requieren de los estudios hidrológicos para determinar las lluvias críticas, que producen un incremento máximo en la elevación del nivel freático. Dado que la precipitación es altamente variable en el tiempo y en el espacio, se debe contar con un número suficiente de datos y preferiblemente de varias estaciones meteorológicas, para lograr un buen grado de probabilidad en los estimados de los elementos críticos. Lo que se desea en última instancia, es la lluvia crítica que produce la descarga máxima.

El análisis de los datos hidrológicos permite establecer la frecuencia, duración y severidad de las precipitaciones y sus efectos provocan en última instancia problemas de drenaje. La cantidad de precipitación que cae sobre el terreno en un cierto período se expresa como una altura (mm) que cubriría un plano horizontal sobre el suelo. La altura de la precipitación puede ser considerada como variable estadística, cuyo valor depende de estación del año, duración elegida y área en estudio. Según (Colbrand I, 2018).

2.2.19. Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia de las lluvias (I-D-F).

Las características de las lluvias a considerar en el diseño dependen del grado de protección que se desee, lo cual por razones económicas se basa en la importancia del sector, su densidad de población y en los inconvenientes de tránsito por ser arterias principales o secundarias. La recopilación de datos pluviográficos permite conocer la frecuencia con la que ha caído una lluvia de determinada intensidad. Por lo que estos datos nos servirán para tomar determinadas previsiones al proyectar el sistema.

La frecuencia está asociada al de probabilidad y se llama también intervalo de recurrencia, y es el número de veces que un evento es igualado o excedido en un intervalo de tiempo determinado o en un número de años.

2.2.20. Características de la zona del proyecto de drenajes.

Principalmente los factores que influyen sobre el grado de impermeabilidad los cuales facilitan o retardan el escurrimiento de las aguas superficiales, como lo son el tipo de superficie, sus pendientes, porcentajes de construcción y las necesidades de la localidad, por ello es indispensable entender las singularidades físicas del lugar de estudio como: hidrología, precipitaciones, topografía y condiciones del terreno, las cuales son necesarias para el correcto dimensionamiento de los primordiales elementos encontrados dentro del sistema de recolección de aguas pluviales.

2.2.21. Estimación del Caudal de Diseño de un Sistema de Subdrenaje.

Para diseñar subdrenes laterales en una vía, se debe considerar primero la distancia entre alcantarillas, o los sitios donde los subdrenes realizan la descarga del agua. Para establecer las distancias de los tramos de los subdrenes, se debe tener en cuenta que cada tramo conserve, en lo posible, características similares o condiciones geométricas de la vía similar (PAVCO, 2012).

El subdrenaje de vías incorpora dos fuentes de aporte de agua:

- El agua de infiltración proviene de aguas lluvia y superficiales que se filtran directamente a través de la carpeta del pavimento (debido a que las carpetas de pavimento, tanto rígidos como flexibles, no son impermeables) o a través del suelo aledaño al tramo de vía en consideración.
- Caudal aportado por diferencias entre el nivel freático y el nivel de evacuación del filtro en el pavimento, este valor de caudal por abatimiento de nivel freático en la mayoría de los casos se presenta a los dos lados de la sección transversal del subdrén.

2.2.22. Caudal por Infiltración.

El cálculo de este caudal se basa en los siguientes parámetros:

$$Q_{inf} = I_R * B * L * F_i * F_R$$

Dónde:

I_R : Precipitación máxima horaria de frecuencia anual, registrada en la zona del proyecto (mm/h - m/s).

Dependerá de la data e información pluviométrica obtenida de la zona de estudio, en condiciones normales se consideran para el diseño de subdrenajes una duración de 120 minutos y un periodo de retorno de al menos 2 años.

B : para subdrenes longitudinales, B es la semibanca de la vía (ancho de la vía/2) (m)

L : Longitud del tramo de drenaje (m).

F_i : Factor de infiltración (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Valores recomendados para F_i .

TIPO DE CARPETA	F_i
Carpetas asfálticas muy bien conservadas	0.3
Carpetas asfálticas normalmente conservadas	0.4
Carpetas asfálticas pobremente conservadas	0.5
Carpetas de concreto de cemento Portland	0,67

Fuente: Ospino y De Jesús (2020). Basado en el Manual de diseño con geosintéticos. PAVCO (2012).

F_R : Factor de retención de la base, refleja el hecho de que las bases, dada su permeabilidad, entregan lentamente el agua al subdren. (Ver Tabla 1).

Tabla 2: Valores recomendados para F_r .

TIPO DE CARPETA	F_r
Bases bien gradadas, en servicio 5 años o más	1/4
Bases bien gradadas, en servicio menos de 5 años	1/3
Bases de gradación abierta, en servicio 5 años o más	1/3
Bases de gradación abierta, en servicio menos de 5 años	1/2

Fuente: Ospino y De Jesús (2020). Basado en el Manual de diseño con geosintéticos. PAVCO (2012).

2.2.23. Caudal de abatimiento por nivel freático.

El cálculo de este caudal se basa en los siguientes parámetros:

$$Q_{NF} = K * i * A_a$$
$$i = \frac{N_d - N_f}{B}$$

$$A_a = (N_d - N_f) * L$$

Dónde:

K : Coeficiente de permeabilidad del suelo adyacente (cm/s - m/s).

i : Gradiente hidráulico.

N_d : Cota inferior del subdren (m). (Ver Figura 14).

N_f : Cota superior del nivel freático (cm). (Ver Figura 14).

A_a : Área efectiva para el caso de abatimiento del nivel freático (m²).

L : Longitud del tramo de drenaje (m).

Una vez estimados los caudales de aporte al sistema se obtiene el caudal de diseño:

$$Q_T = Q_{inf} + Q_{NF}$$

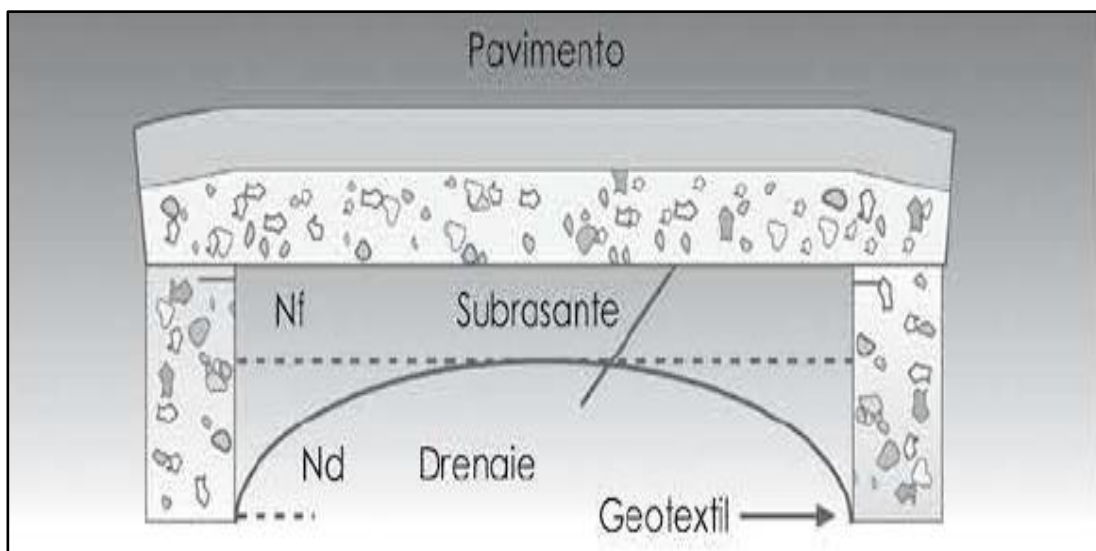


Figura 14: Sección transversal de un sistema de subdrenaje lateral en vías.

Fuente: PAVCO (2012).

2.2.24. Dimensionamiento de la sección transversal de un sistema de subdrenaje empleando drenes longitudinales.

Teniendo en cuenta el caudal final Q_T , el cual es la suma de los caudales calculados, se realiza el siguiente procedimiento:

$$Q_T = V * i * A$$

Dónde:

Q_T = Caudal total.

V = Velocidad de flujo, la cual depende de la pendiente longitudinal y del tamaño del agregado usado en el subdren.

i = Gradiente hidráulico que para el caso de subdrenes es = 1.

A = Área de la sección transversal del subdren, normalmente se fija el ancho y se despeja su altura.

Una vez obtenida la sección transversal del subdren, se puede calcular su perímetro. La longitud de desarrollo del geotextil corresponde al perímetro más el traslape (0.25 m – 0.35 m). Para el caso en que se necesite aumentar la eficiencia de los subdrenes es recomendable usar tubería perforada, forrada con geotextil, dentro del subdren, de esta manera se aumenta la eficiencia de drenaje, permitiendo el paso a un caudal mayor en una misma sección transversal. El diámetro de la tubería a usar se puede estimar haciendo uso de la ecuación de Manning. Por tanteo se asume un diámetro de tubería y se rectifica si cumple la siguiente igualdad:

$$Q_T = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

Q_T = Caudal total calculado

n = Coeficiente de Manning. Para tubería perforada usualmente es 0.013.

A = Área del tubo

R = AT/Pt (Área total / Perímetro total) A tubo lleno.

R = Pendiente del subdren.

2.2.25. Factibilidad.

Según Varela, “se entiende por Factibilidad las posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto”. El estudio de factibilidad es el análisis que realiza una empresa para determinar si el negocio que se propone será bueno o malo, y cuáles serán las estrategias que se deben desarrollar para que sea exitoso.

El estudio de factibilidad es la calificación del potencial del éxito del proyecto, la posibilidad de que la realización de un producto haya sido aprobada y se obtengan los resultados esperados. Es el análisis de una empresa para determinar si el negocio que se propone será bueno o malo. Además, determina si dicho negocio contribuye con la conservación, protección o restauración de los recursos naturales y el ambiente (Luna, 2001)

Además de los estudios técnicos y económicos, es necesario realizar el estudio de factibilidad ambiental para determinar si el proyecto en cuestión cumple con las limitantes establecidas por los entes reguladores del ambiente, según Vega (2016) algunos de los factores que se consideran en esta clase de estudio son los “Culturales, sociales, políticos, legales, históricos, territoriales y medio ambientales de la zona, y las restricciones que estas características traen consigo”.

2.3. Bases Legales.

2.3.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999).

- **Capítulo IX: De los Derechos Ambientales.**

Artículo 127. Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia.

Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

2.3.2 Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.868.

La presente ley tiene por objeto la ordenación del desarrollo urbanístico en todo el territorio nacional con el fin de procurar el crecimiento armónico de los centros poblados. El desarrollo urbanístico salvaguarda los recursos ambientales y la calidad de vida en los centros urbanos, la misma comprende el conjunto de acciones y regulaciones tendentes a la planificación, desarrollo, conservación y renovación de los centros poblados.

2.3.3 Ley Orgánica del Ambiente (2006).

Esta ley tiene por objeto establecer las disposiciones y desarrollar los principios rectores para conservación del ambiente en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la Sociedad, para logro del bienestar social, contribuyendo al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad.

2.3.4 Plan de Desarrollo Urbano Local.

Es un instrumento de planificación para organizar el entorno urbano, propiciando un desarrollo articulado, coherente y concentrado, que refleje el equilibrio entre la localización de actividades y los servicios requeridos. Su objetivo principal es plantear un “*mapa de ruta*” que oriente el desarrollo del Municipio para las generaciones futuras, de acuerdo a lineamientos estratégicos enfocados en elevar la calidad de vida de la comunidad. Al elaborar un PDUL, es posible diseñar un crecimiento armónico del municipio, integrando en la planificación el desarrollo de los servicios de redes, vialidad y equipamientos urbanos, considerando las necesidades de la población y su proyección con el futuro.

2.4 Definiciones de términos.

Alcantarilla: Conducto subterráneo para conducir agua de lluvia, aguas servidas o una Combinación de ellas.

Canal: Tipo de construcción usado con el fin de transportar fluidos, los cuales son generalmente utilizados para aguas, a diferencia de las tuberías, este es abierto a la atmosfera. También puede ser utilizado como vías artificiales de navegación.

Capacidad de infiltración: velocidad máxima con que el agua percola en el suelo. La misma depende de muchos factores; un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor en relación a un suelo arcilloso y compacto.

Captación: Función de una Estructura que permite la entrada de las aguas hacia el sistema pluvial.

Caudal: Es el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en una unidad de tiempo.

Colector: Es el conducto del alcantarillado público en el cual se vierten aguas servidas y pluviales de distintos ramales de una alcantarilla. Es construido bajo tierra, a menudo en medio de las calles.

Cuenca: Es toda proporción de terreno cuyas aguas de lluvias que corren por la superficie misma del terreno, se concentra y pasan por un punto de drenaje.

Cuneta: Estructura hidráulica descubierta, estrecha y de sentido longitudinal destinada al transporte de aguas de lluvia, generalmente situada al borde de la vialidad.

Desbordamiento: Es el agua excedente que se encuentra en reposo al sobrepasar los límites normales del cauce de agua superficial.

Escorrentía: Es el agua que corre por los cauces, puede incluirse el escurrimiento superficial, el flujo sus superficial y el subterráneo o base.

Escurrimento Superficial: Proviene del agua que no se infiltra directamente en el suelo y se mueve sobre la superficie del terreno.

Gasto: gasto o caudal es el volumen de agua que pasa por una sección dada de un canal en un tiempo dado, esto indica que el gasto tiene dimensión de volumen sobre tiempo.

Gasto de diseño: generalmente es el evento o caudal máximo de escurrimiento que se ocurre en una zona en un período de retorno establecido, el cual corresponde a la cantidad de agua que debe ser desalojada. Esos caudales son evaluados por el período de retorno de la lluvia que las genera conjuntamente con la importancia de la zona.

Geomecánicas: implica el estudio geológico del comportamiento del suelo y rocas. Las dos principales disciplinas de la geomecánica son la mecánica de suelos y la mecánica de rocas.

Geomembrana: Son un recubrimiento, una membrana o barrera de muy baja permeabilidad aplicada a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos.

Geotextil: material textil sintético plano, compuesto por fibras de diferentes materiales (vegetales, artificiales, sintéticos).

Granulometría: Relación de porcentajes en que se encuentran los diferentes tamaños de granos de un árido respecto al total. El tamaño de los granos del suelo tiene una gran influencia sobre la compacidad, impermeabilidad y resistencias mecánicas.

Hidrología: es aquella rama de la geografía física relacionada con el origen, la distribución y las propiedades de las aguas en la tierra.

Infiltración: Movimiento del agua a través de la superficie del suelo hacia el perfil del mismo. Agua de lluvia que penetran en el suelo por percolación.

Intensidad de precipitación: Cantidad de agua que llueve, medida en altura de precipitación, en una unidad tiempo.

Periodo de Retorno: “Grado de protección o riesgo aceptable consiste, además de fijar un límite de inundación, en la selección del gasto de diseño de cada componente del sistema; gasto, que a su vez, se vincula estrechamente con el concepto de probabilidad de ocurrencia” de acuerdo a Franceschi, L. (1984).

Permeabilidad: Capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

Precipitación: Resultado de la condensación del vapor de agua atmosférico, el cual se deposita en la superficie de la tierra.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se indican los procedimientos y métodos que se utilizarán para la ejecución de la investigación, con la finalidad de lograr los objetivos propuestos.

Según Tamayo y Tamayo (2003), “la metodología constituye la medula del plan; se refiere a la descripción de las unidades de análisis o de investigación, técnicas de observación y recolección de datos, los instrumentos, los procedimientos y las técnicas de análisis de los datos obtenidos en el estudio”. El marco metodológico que define la siguiente investigación está constituido por los siguientes aspectos: tipo, diseño y nivel de la investigación, población y muestra; y técnicas e instrumentos de recolección de datos y las fases metodológicas para lograr el desarrollo del objetivo general.

3.1 Tipo de la investigación.

El tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a realizar. Orienta sobre la finalidad general del estudio y sobre la manera de recoger las informaciones o datos necesarios. Arias (2006).

La investigación está enmarcada dentro de la modalidad de proyecto factible, el manual de trabajos de grado de especialización maestría y tesis doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) (1.990), indica que un proyecto factible “es una proposición sustentada en un modelo operativo factible, orientado a resolver un problema planteado o a satisfacer las necesidades en una institución o campo de interés nacional”. En la presente investigación se plantea el manejo de la escorrentía subsuperficial proveniente de las aguas pluviales, adicionalmente de proponer una alternativa adecuada para la implementación de un sistema de subdrenaje acorde a las características presentes en el tramo de estudio el cual presenta unas necesidades específicas, con lo cual se desarrolla una propuesta viable que mejore las condiciones presentes en la actualidad.

3.2 Diseño de la investigación.

La presente investigación se cataloga como un diseño no experimental, de acuerdo con Palella y Martins (2006) “es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable”. En este tipo de diseño se observan los fenómenos tal como se dan para luego ser analizados, no se construye una situación específica si no que se observa las que existen.

Por otra parte, la investigación está basada en un proceso de recolección de información a través de distintas fuentes, lo que Fidiás, A. define como una investigación documental “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas”. Del mismo modo se enmarca en un diseño de campo que Arias, F. (2006), lo define como:

“Aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. (Pág. 31)”

Lo que quiere decir que se adquieren los datos sin alterar ninguna de sus variables, empleando datos primarios tomados por los investigadores directamente y sin alterar sus variables.

Por lo tanto, bajo esta premisa se afirma que el presente proyecto de investigación responde a un diseño Mixto (Documental y de Campo), dado que se efectuara el diagnóstico, análisis y estudio de la vialidad Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo; en un momento específico del tiempo y sin llegar a modificar las condiciones ni procesos naturalmente existentes por cuanto en ningún momento se manipula la variable en estudio.

3.3 Nivel de investigación.

Sánchez Carlessi H. y Reyes Meza C. (2006), manifiestan que siguiendo a Selltiz, Jahoda (1965), podemos identificar tres niveles o esquemas básicos de investigación, los cuales se dividen en Investigación exploratoria, descriptiva y explicativa.

La investigación corresponde a una investigación descriptiva Hernández, Fernández y Baptista (2003), definen la investigación descriptiva como el estudio donde: “el propósito del investigador es describir situaciones y eventos, es decir cómo es y se manifiesta determinado fenómeno”, en este sentido este estudio describe y analiza las características y repuestas de la zona de estudio ante un fenómeno determinado y describe el comportamiento de la misma frente a distintas estrategias para la resolución de la problemática.

3.4 Población y Muestra.

Tamayo y Tamayo, (2003), indican que “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. Sierra, (2004). “La muestra es un subconjunto de la población, es decir es una parte de la población. Debe ser representativa de la población de donde procede”. En algunos casos tanto la población como la muestra pueden ser la misma, esto ocurre por ser un objeto único de estudio. Respetando los planteamientos anteriores, se consideró como población y muestra para el siguiente trabajo de grado, a la vialidad Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo, la cual es el objeto de estudio para el diseño de un sistema de subdrenajes de aguas pluviales.

3.5 Técnicas de Recolección de Datos.

“Se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (Arias, 2006).

En función a esto, la información que se manejó en el presente trabajo fue

adquirida por medio de recursos físicos de carácter bibliográfico, así como también datos obtenidos en campo; por otro lado, los dispositivos de manejo y administración de la información correspondieron a medios digitales y tecnológicos como lo son aquellos programas de almacenamiento de información y administración de datos.

3.5.1 Revisión Documental

Según Gálvez A (2002), define esta técnica como “Un procedimiento estructurado cuyo objetivo es la localización y recuperación de información relevante para un usuario que quiere dar respuesta a cualquier duda relacionada con su práctica, ya sea esta clínica, docente, investigadora o de gestión”. En la investigación se realizó una revisión y selección de documentos que aportan información especializada (medio de artículos de prensa, estudios previos, leyes, decretos entre otros) para el desarrollo de la misma y dan validez y soporte a información obtenida por otras técnicas de recolección de datos.

3.5.2 Observación Directa.

El ser humano desde el principio de los tiempos ha utilizado la observación, a través de sus sentidos de percepción para recolectar la información que considera importante en su aprendizaje y desarrollo, de la misma forma, el “percibir activamente de la realidad exterior con el propósito de obtener los datos que, previamente, han sido definidos como de interés para la investigación” (Sabino, 1992) constituye la mejor aplicación para la recolección de datos que en el marco teórico del presente trabajo, se han constituido como los aspectos influyentes y determinantes en el estudio hidráulico para el puente en estudio.

Para efectos de este estudio la observación directa tendrá como fin recolectar en primera persona por parte del investigador, todos los factores asociados a la situación planteada en el tramo estudiado de vialidad.

3.5.3 Tabulación.

Para Sabino (1992) la tabulación “Significa hacer tablas, listados de datos que los muestren agrupados y contabilizados. Para ello es preciso contar cada una de las respuestas que aparecen, distribuyéndolas de acuerdo a las categorías o códigos

previamente definidos” (p. 141). Esta técnica resultó útil para el presente proyecto de investigación en la representación de los datos obtenidos mediante observación directa, revisión documental y levantamientos topográficos, por cuanto facilitó su comprensión y su uso como base para el trabajo.

3.6 Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos.

En función de las técnicas de recolección de datos, se establecen los instrumentos de recolección de datos necesarios para manejar y administrar la información obtenida, siendo estos definidos como “cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital, que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (Arias, 2006).

3.6.1 Google Earth.

Es una aplicación (software) desarrollada por Google en 2009, que permite al usuario visualizar cualquier lugar del planeta Tierra, la Luna y Marte, valiéndose de imágenes satelitales, fotografías aéreas, datos geográficos preexistentes y modelos generados por computadora para la creación de superficies en dos y tres dimensiones (2D y 3D), sobre las cuales pueden realizarse mediciones de distancias, alturas y pendientes, con alta precisión y libertad; el programa además brinda la opción de imprimir imágenes y datos, exportarlos a otras aplicaciones y compartirlos por correo.

Ante tales beneficios, se decidió utilizar la aplicación referida para realizar el levantamiento planialtimétrico de la vialidad Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo, considerando que de tal forma se logra un alto grado de exactitud en las mediciones a la vez que se reduce la duración del proceso.

3.6.2 Microsoft Excel.

Excel es un programa informático desarrollado y distribuido por Microsoft Corp. Se trata de un software que permite realizar tareas contables y financieras gracias a sus funciones desarrolladas específicamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de

cálculo. Se distingue de todos los programas ofimáticos porque permite trabajar con datos numéricos, con los números que se almacenan en Excel se pueden realizar cálculos aritméticos básicos y también aplicar funciones matemáticas de mayor complejidad, o utilizar funciones estadísticas.

Excel facilita en gran medida el trabajo con números y permite analizarlos fácilmente y generar reportes con herramientas como los gráficos y las tablas dinámicas.

3.6.3 AutoCAD.

Es un programa, como su nombre lo dice, para diseñar, CAD significa Computer Aid Design, en el que se puede realizar todo tipo de diseños técnicos, muy útil para ingenieros y arquitectos, pudiendo crear diseños de todo tipo en 2D y 3D, planos, objetos, cortes de objetos entre otros.

3.6.4 Listas de Cotejo (Cuadros Comparativos)

Arias (2012) señala que las listas de cotejo o chequeo son instrumentos empleados para la recopilación de datos obtenidos por observación planificada, en los cuales se deja constancia de la presencia o ausencia de alguna característica o comportamiento particular en las unidades estudiadas. Considerando lo anterior, se llevará a cabo por medio de este instrumento la inspección del estado del tramo en estudio.

3.7 Fases Metodológicas.

La presente investigación, se llevará a cabo mediante las siguientes fases:

Fase I: Diagnostico de la situación actual del sistema de drenaje en el tramo de vialidad en estudio.

En esta fase se recopila mediante diversas fuentes bibliográficas, visita a campo y aplicaciones de instrumentos las condiciones actuales, en cuanto a la situación del sistema de drenaje existente en el tramo de estudio.

Fase II: Determinación de los parámetros básicos y valores críticos para la implementación y diseño del subdrenaje.

En la presente fase de determinan las variables y parámetros necesarios para llevar a cabo el proyecto de subdrenaje. Se describe la ubicación espacial del proyecto, obteniendo información geológica, topográfica, datos relativos a la hidrología del área de estudio, entre otros; lo que permitirá, que la opción de diseño sea acorde a las características y adaptada a las necesidades reales.

Fase III: Análisis de diferentes tipos de sistemas de subdrenajes de aguas pluviales que sea el más adecuado considerando un análisis técnico y cumpliendo con los requisitos para su funcionamiento.

En esta fase se estudian y analizan diferentes sistemas de subdrenajes, identificando las alternativas que mejor se ajusten a las condiciones y parámetros de la zona, la cual servirá de base para la determinación de la opción que se diseñara como estructura de subdrenaje para la vialidad en estudio, garantizando la durabilidad y eficiencia de la misma.

Fase IV: Diseñar el sistema de subdrenaje en la vialidad Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo.

En esta última fase se presentan los criterios adoptados, así como los métodos empleados para el diseño del diseño de subdrenaje. De igual manera se muestran los cálculos, detalles de interés de acuerdo a la naturaleza del objeto del presente estudio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el presente capítulo, se desarrollan detalladamente los objetivos específicos planteados a través de la metodología propuesta y se muestran los resultados obtenidos. Se tiene como punto de partida el diagnóstico de las condiciones actuales de la vialidad en estudio, se analizan los parámetros y variables de importancia desde el punto de vista técnico, y finalmente se expone la propuesta a implementar en el diseño del sistema de subdrenaje como complemento de la red de drenaje vial existente.

4.1. Diagnóstico de la situación actual del sistema de drenaje del tramo de vialidad en estudio.

Como punto de partida, es de importancia efectuar un diagnóstico de la situación actual del sistema de drenaje del tramo de vialidad en estudio; considerando como prioridad analizar los riesgos naturales y antropogénicos potenciales en el área de influencia y sus adyacencias, para con ello estudiar las posibles amenazas y establecer un diseño acorde a las características presentes.

Dentro de los diversos riesgos naturales se consideran para el presente estudio las inundaciones, las cuales se suscitan a través de los años de acuerdo a las características hidrográficas de la zona, en las cuales en ciertos eventos que se han presentado se arrastran una cantidad de sedimentos los cuales se van acumulando en los drenajes existentes en el tramo de vialidad en estudio, partes del sistema tienden a obstruirse y a su podría colapsar la red recolección de aguas pluviales, lo antes descrito se agrava por la carencia y/o ausencia de planes de mantenimiento preventivo y correctivo.

Aun considerando la pandemia que presenta el mundo por el COVID-19 y que en Venezuela el Gobierno Nacional ha decretado desde marzo del 2020 periodos de cuarentena radical, durante el lapso de las semanas de flexibilización se efectuó una visita de campo para una evaluación del sistema de drenaje en la zona de estudio.

La vialidad en estudio corresponde a la Avenida Paseo Monumental (antes conocida como Avenida Hipódromo), la cual se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Valencia. La misma enlaza vías de importancia como lo son la Avenida Bolívar Sur con la Avenida Sesquicentenario (conexión que se lleva a cabo por intermedio del Elevado de Sur) y calles alternas de importancia como la calle Boyacá que interconecta numerosos sectores populares de la zona del sur al norte de la ciudad.

En el mismo orden de ideas la vía estudiada es punto de enlace entre las parroquias urbanas Miguel Peña y Rafael Urdaneta, sirviendo como vía de acceso a sectores como: Barrio Cesar Girón, Democracia, Asentamiento Campesino Los Samanes, Sector La Envidia (que conecta con el sur hacia la vía El Paíto), Ciudad Plaza, Ciudad Chávez y Santa Inés; así como a su vez conecta con la vialidad Intercomunal Valencia Flor Amarillo (a la altura de Megamercado) por intermedio de la vialidad de los sectores populares de Parque Valencia. (Ver Figura 15).



Figura 15: Vista satelital de la vialidad Avenida Paseo Monumental.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

A fin de disponer de un manejo adecuado de la vialidad en estudio se efectúa un replanteo de la Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos

comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo, para proceder a verificar las condiciones del sistema de drenaje, tomando como referencia las intersecciones de entrada a sectores residenciales que se encuentran aledaños a los tramos considerados (Ver Tabla 3).

Tabla 3:Tramos inspeccionados en la vialidad en estudio (Avenida Paseo Monumental).

TRAMO	INTERSECCIONES DE REFERENCIA		LONGITUD TRAMO(m)	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL
	INICIO	FIN			
I0-I1	I0: Entrada Ciudad Chávez	I1: Entrada Ciudad Plaza	983,26	0+000,00	0+983,26
I1-I2	I1: Entrada Ciudad Plaza	I2: Entrada Sector La Envidia	435,74	0+983,26	1+419,00
I2-I3	I2: Entrada Sector La Envidia	I3: Entrada A.C Los Samanes	521,61	1+419,00	1+940,61
I3-I4	I3: Entrada A.C Los Samanes	I4: Entrada CICPC Plaza de Toros	680,79	1+940,61	2+621,40
I4-I5	I4: Entrada CICPC Plaza de Toros	I5: Intersección Cesar Girón	499,43	2+621,40	3+120,83
			3.120,83		

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

La conformación del sistema de drenaje superficial de los tramo en estudio en la vialidad inspeccionada constan de la superficie de pavimento asfáltico para la recepción inicial del agua de lluvia, la cual por medio del bombeo (pendiente transversal) conduce el agua a los laterales de la vía, eso considerando las curvas de pavimento presentes en los diferentes tramos; luego se detalla la presencia del brocal-cuneta en los laterales de la vía, el cual permite mantener un ancho de inundación permisible en la calzada, pero a su vez funciona como componente del sistema superficial conduciendo el gasto recolectado en función de las pendientes longitudinales de la vía hacia los puntos bajos. Se dispone además de estructuras de captación frontal (sumideros de reja) pero que se encuentran ubicados en el lateral derecho sentido Este-Oeste de la vialidad, estos están presentes en los tramos I0-I1 (Entrada Ciudad Chávez – Entrada Ciudad Plaza) y del tramo I1-I2 (Entrada Ciudad

Plaza – Entrada Sector La Envidia); los cuales captan el agua de escorrentía superficial para por intermedio de un sistema de drenaje existente y descargan en los canales hacia cauces cercanos. Finalmente se encuentra la presencia de canales transversales en ciertos tramos de la vía en el tramo I0-I1 (Entrada Ciudad Chávez – Entrada Ciudad Plaza) y en el tramo I2-I3 (Entrada Sector La Envidia – Entrada Sector A.C Los Samanes) el cual de igual forma cumple la función de conducir el agua de escorrentía superficial que recibe gran parte de las áreas que componen los terrenos donde se asientan las instalaciones del Hipódromo Nacional de Valencia (HINAVA) y sectores aledaños, teniendo como punto de descarga final hacia el Sector Flor Amarillo (I0-I1) y en el cauce del río Cabriales (I2-I3).

En el tramo I3-I4 (Entrada Sector A.C Los Samanes – Entrada CICPC Plaza de Toros) la vialidad atraviesa el cauce del río Cabriales por intermedio de un puente, observando que se han dispuesto en las riberas cercanas al puente tanto en el sentido Norte como en el sentido Sur de elementos protección contra la erosión del tipo muros de gaviones, específicamente en la parte posterior de la edificación del CICPC Plaza de Toros.

En el tramo I4-I5 (Entrada CICPC Plaza de Toros – Intersección Sector Cesar Girón) se evidencian condiciones similares en las estructuras de drenaje disponiendo de una isla central con áreas verdes de ancho considerable.

En referencia al sistema de subdrenaje no se detallan componentes a simple vista más que se evidencia la presencia de áreas verdes en la isla central y laterales de la vialidad donde se infiltra parte de la escorrentía superficial. No se encuentran otros elementos de Sistemas de Drenajes Urbanos Sostenibles (SDUS).

En el tramo correspondiente a la ubicación de la Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo, en referencia al estado de las estructuras de captación (sumideros de reja) gran parte de ellos se encuentran en

condiciones precarias con las rejillas deterioradas y obstruidas por sedimentos lo que evidencia una marcada falta de mantenimiento.

Por lo tanto, en base a la situación actual se debe considerar la implementación de nuevos sistemas de drenajes para complementar los ya existentes, empleando para ello propuestas basadas no solo en los elementos de drenaje convencional, sino en la inclusión de sistemas sostenibles que se integren con el entorno.

Se evidencia que zonas residenciales de los sectores populares A.C Los Samanes en la margen izquierda y los sectores Barrios Cesar Girón, Antonio Jose de Sucre, La Democracia y la edificación del CICPC Plaza de Toros en la margen derecha; no se respetan las distancias mínimas al cauce del Río Cabriales según se indica y se constata en mapas satelitales. Ver Figura 16.

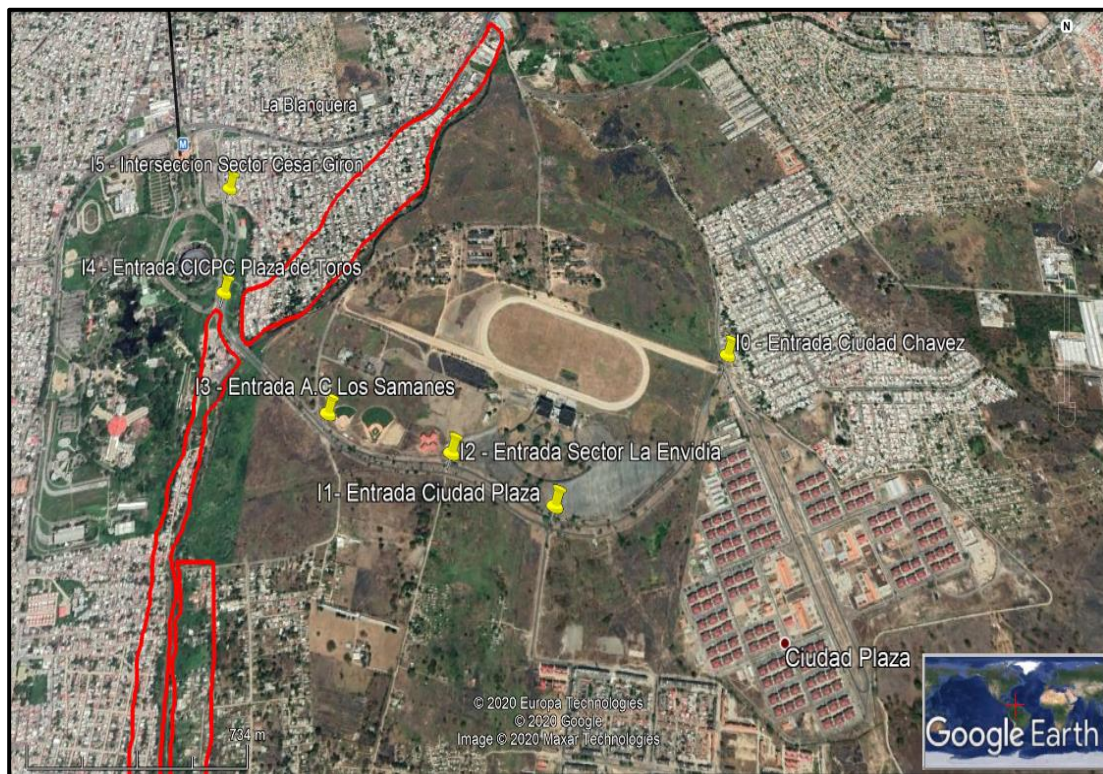


Figura 16: Vista satelital de zonas de riesgo adyacentes al cauce del río Cabriales cercanas a la vialidad en estudio.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

4.2. Determinación de los parámetros básicos y valores críticos para la implementación y diseño del subdrenaje.

El diseño de un sistema de subdrenaje depende principalmente de las diferentes características de la zona y las necesidades de la localidad, por ello es necesario conocer las variables de importancia del lugar de estudio tales como: precipitaciones, hidrología, topografía y condiciones del terreno, las cuales son necesarias para el correcto dimensionamiento de los principales elementos encontrados dentro del sistema de recolección de aguas pluviales, siendo estas los principales parámetros a considerar.

4.2.1. Caracterización de la zona de estudio.

El Municipio Valencia es uno de los 14 municipios autónomos que conforman el Estado Carabobo en la Región Central de Venezuela, así como también uno de los 5 municipios que integraba la ciudad de Valencia. Nace bajo el nombre de Nuestra Señora de la Anunciación de Nueva Valencia del Rey que posteriormente evolucionó a Nueva Valencia del Rey. Su capital municipal es la ciudad de Valencia. Se encuentra ubicada en la Región Centro-Sur del Estado Carabobo georeferenciado en base a las siguientes coordenadas: 10°05'00" N y 67°58'00" O. (Ver Figuras 17 y 18)



Figura 17: Localización de Valencia en Venezuela.

Fuente: Basado en Wikipedia (2020).



Figura 18: Localización de Valencia en Carabobo.

Fuente: Wikipedia (2020).

El Municipio Valencia posee una superficie de 623 km² y tiene una población estimada de 829.856 de habitantes según el Censo Nacional 2011 acogiendo al 37% de la población total del estado, lo que lo convierte en el municipio más poblado del Estado Carabobo y de toda la Región Central de Venezuela. Aquí también se encuentra el asiento principal de la ciudad de Valencia, capital de la entidad y principal centro industrial de la Región Central. La principal arteria vial del municipio es la Autopista Regional del Centro (Caracas-Valencia). El Municipio Valencia posee 09 parroquias civiles (Candelaria, Catedral, Socorro, Miguel Peña, Rafael Urdaneta, San Blas, San Jose, Santa Rosa, y la No Urbana Negro Primero). (Ver Figura 19).

La vialidad en estudio se encuentra dentro de los límites de la Parroquia Miguel Peña la cual limita al Norte con la Parroquia Urbana Candelaria, al Oeste con el Municipio Libertador, al Sur con la Parroquia No urbana Negro Primero y al Este con frontera del Municipio Carlos Arvelo, subiendo al Norte con la Parroquia Rafael Urdaneta en un tramo corto y luego con la Parroquia Urbana Santa Rosa.



Figura 19: Distribución de Parroquias en el Municipio Valencia.

Fuente: Wikipedia (2020).

Se encuentran enclavadas en la zona vías de importancia como la Avenida Bolívar Sur (Avenida Las Ferias) el cual conecta con el Elevador del Sur en su intersección con la Avenida Sesquicentenario (enlazando con la vía El Paíto (Sur)) lo cual representa un punto importante de interconexión entre las distintas parroquias urbanas que componen el Municipio Valencia.

4.2.2 Topografía de la Zona de Estudio.

El norte de la ciudad de Valencia se encuentra limitado por pendientes de la vertiente sur del parque nacional San Esteban, dividido por las montañas del Área Protectora de Valencia que separa al Municipio San Diego a través de la Fila El Orégano del municipio Naguanagua y la Parroquia San José. La fila tiene una altura máxima de 800 msnm y abruptos desniveles, terminando hacia el sur en el Cerro Copey, formando el Morro de San Blas.

Al oeste de la ciudad, se encuentran otras estribaciones de menor tamaño pero de significativa importancia. Destacan las elevaciones del Parque Municipal Cerro El Casupo, las cuales alcanzan los 980 m de altura en su punto más elevado. Al norte de esta formación, se encuentra la Fila El Café, con el cerro El Café como su principal altura (1300 msnm), en el Municipio Naguanagua.

Al Sur continúa el Casupo rodeado por barriadas en la fila La Guacamaya, donde se encuentran abruptos desniveles y formaciones importantes como la cueva de Los Indios y el cerro El Calvario. Su altura máxima se encuentra a 700 msnm. En el municipio Libertador se encuentra el cerro El Tigre, con 900 msnm. El resto de la ciudad está asentada en las planicies del Lago de Valencia sin presentar otros accidentes geográficos de importancia.

Para tal proceso se emplearon las aplicaciones software Google Earth, OpenStreetMap, Global Mapper y AutoCAD esto para la obtención y manejo de la data de georeferencia correspondiente al tramo de estudio. En correspondencia a la información de elevaciones generales del área de influencia se refleja lo siguiente a partir de OpenStreetMap (Ver Figura 20).

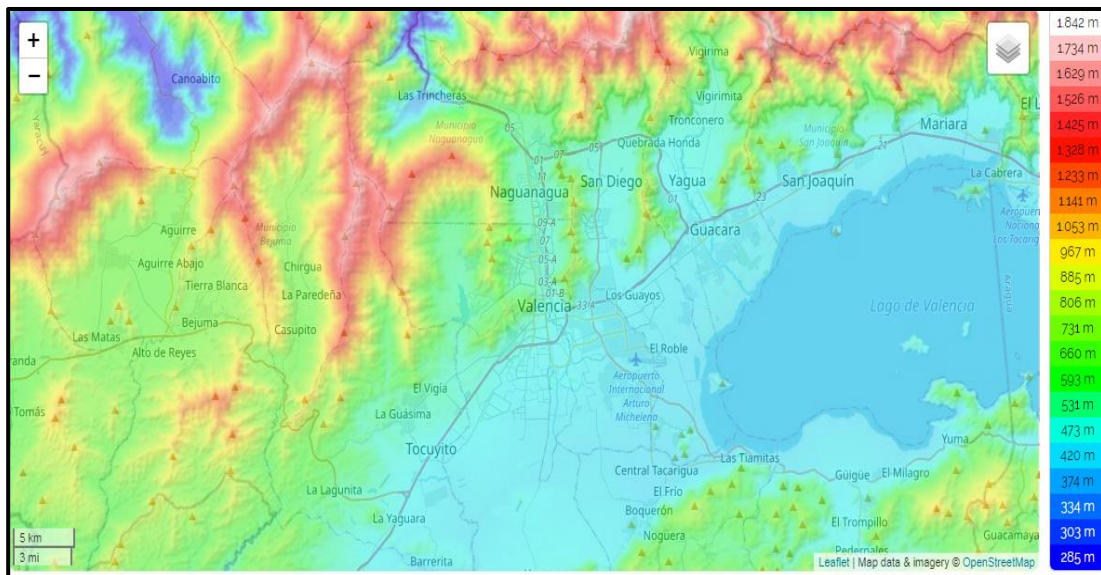


Figura 20: Vista de planta de elevación del Municipio Valencia.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en OpenStreetMap (2020).

A continuación se presentan imágenes correspondientes al MED (Modelo de Elevación Digital del área de estudio (Ver Figura 21) y la superposición del MED con las curvas de nivel (Ver Figura 22) las mismas se obtuvieron empleando el programa Global Mapper. En el mismo orden se muestran solo las curvas de nivel representadas en el área de influencia de la vialidad estudiada (Ver Figura 23)

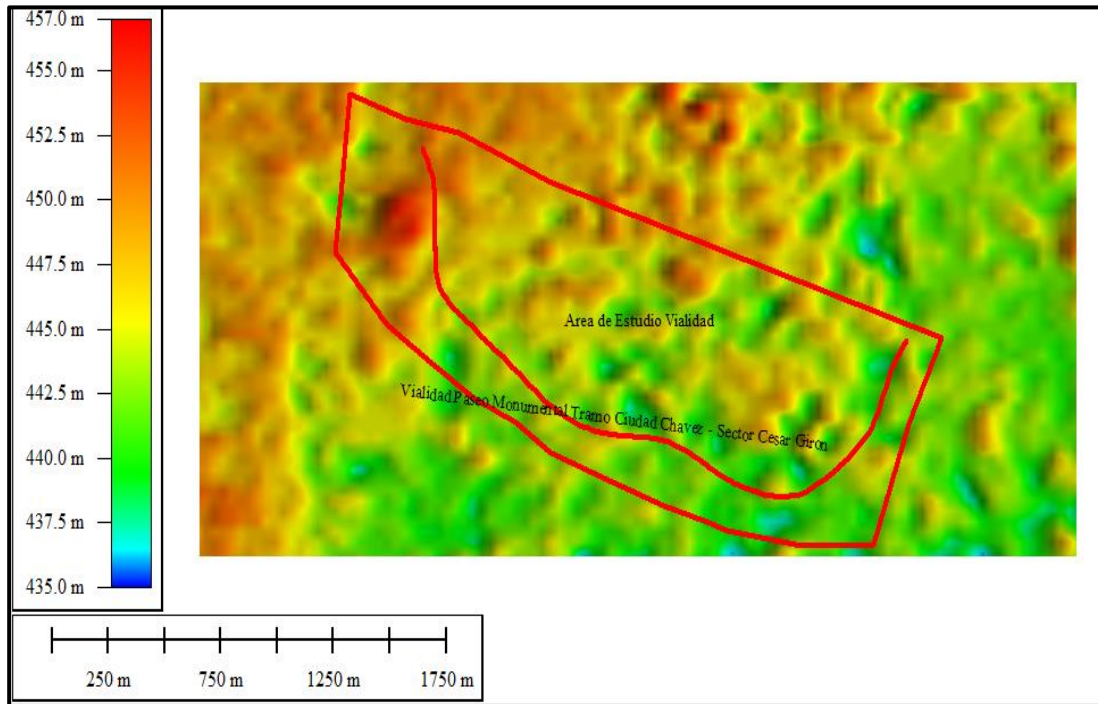


Figura 21: Vista de planta Modelo Elevación Digital (MED) del área de estudio.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Global Mapper (2020).

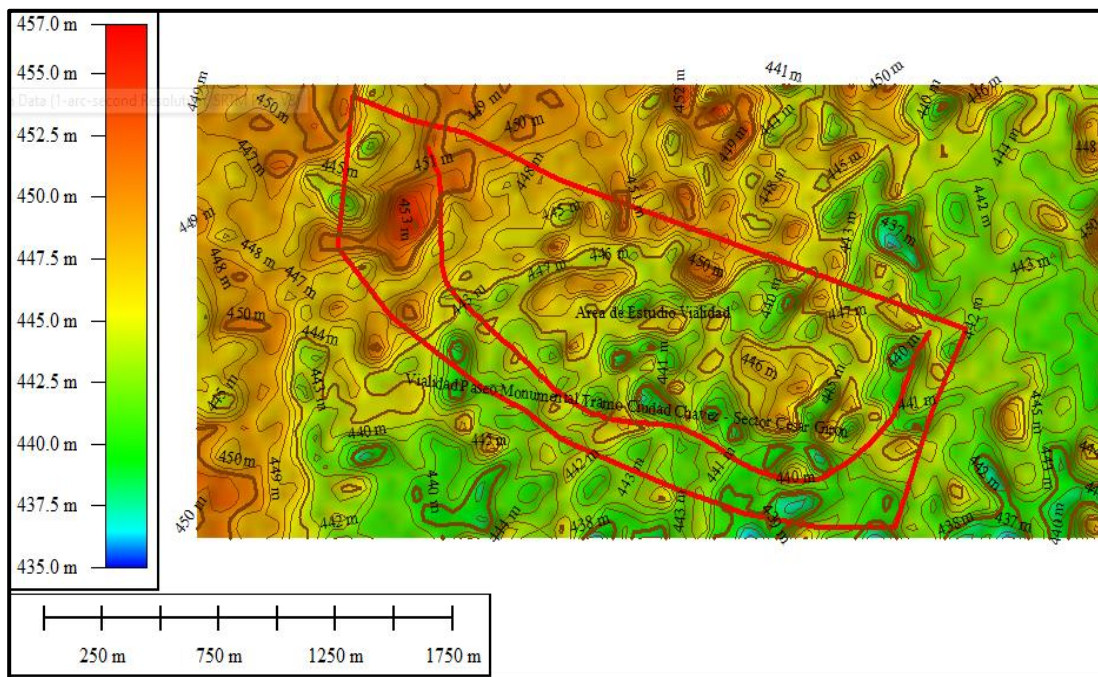


Figura 22: Vista de MED y Curvas de Nivel superpuestas en área de estudio.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Global Mapper (2020).

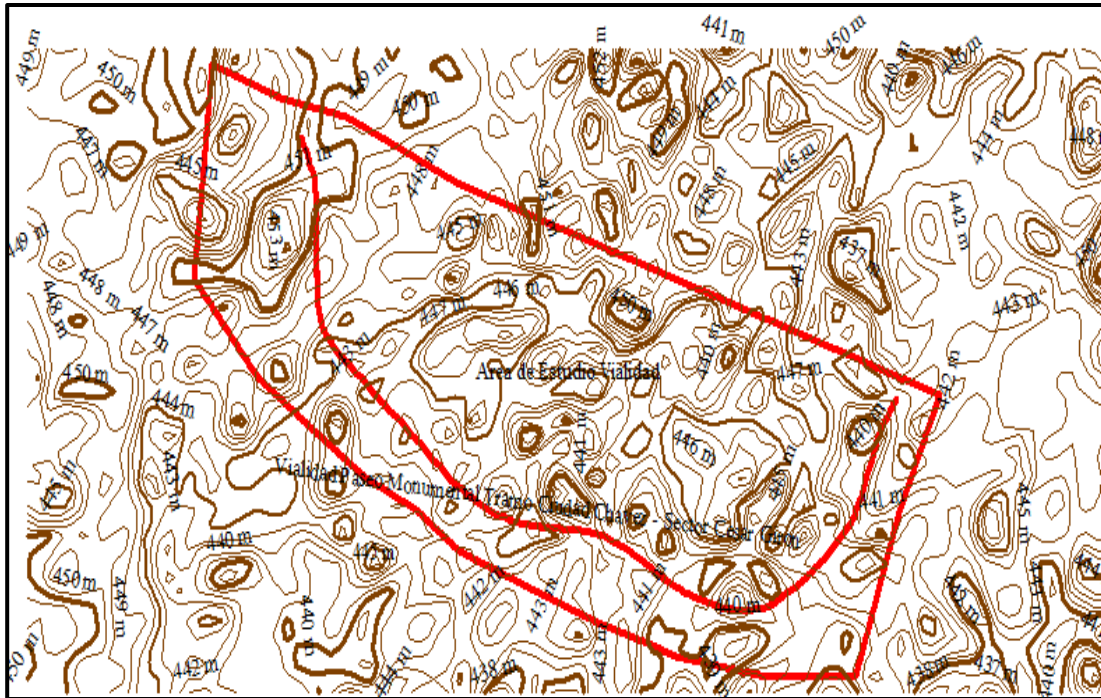


Figura 23: Curvas de Nivel del tramo de vialidad en estudio.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Global Mapper (2020).

4.2.3 Geología de la Zona de Estudio.

La planicie del Lago de Valencia, con una extensión aproximadamente de 1.280 Km², está localizada en la parte media de la depresión formada entre la Cordillera de la Costa y la Serranía del Interior (conocida como Graben de Valencia). Los terrenos que circundan en este importante reservorio de agua, están constituidos por sedimentos Cuaternarios, predominantemente arenosos, muy fértiles y con suave inclinación hacia el lago. Los bordes de la planicie o piedemontes están constituidos por rocas metamórficas. Algunas reliquias del relieve anterior se aprecian en elevaciones y cerros aislados dentro del depósito de sedimentos cuaternarios y otros afloramientos de rocas metamorfizadas, como las pequeñas islas que se aprecian en el lago. La cuenca del Lago de Valencia es una depresión originada por movimientos tectónicos a finales del Cretáceo; actualmente se denomina como Fosa Tectónica formada por la Falla de la Victoria, la cual tiene una sismicidad moderada. Esta cuenca está rodeada por las Formaciones Las Mercedes, Las Brisas y Peña de Mora.

La cuenca del Lago de Valencia está rellena por sedimentos aluviales y fluviales cuya fuente principal es la Cordillera de la Costa y la Serranía del Interior. Igualmente, existen depósitos lacustres de origen orgánico formados por conchas de diatomeas y otros microorganismos.

Estos depósitos están constituidos por una alternancia irregular de capas de arcillas, limos, arenas y gravas de granulometría variable. Autores como Peeters (1968) y Bockh (1956) y exploraciones del Ministerio del Ambiente, consideran que estos sedimentos fluvio-lacustres alcanzan un espesor máximo de unos 400 metros en la parte central de la cuenca, aunque es variable hacia el norte y mucho menor espesor hacia el sur.

Las extensas planicies formadas por los sedimentos lacustres están constituidas en buena parte por conchas de diatomeas que en periodos más fríos de la historia geológica de la cuenta se reprodujeron en masivas cantidades en las aguas del lago. Estos sedimentos, conocidos como “tierra de diatomeas”, son de importante valor económico aunque sus yacimientos se encuentran intercalados por depósitos aluviales y contaminados con materia orgánica.

A nivel estructural, la ubicación del proyecto, está influenciada por el Sistema de Fallas de La Victoria, el cual se extiende hacia el este unos 350 km desde del sur de Barquisimeto a Cabo Codera, cruza la Cordillera de la Costa al norte de Venezuela, principalmente cortando el manto metamórfico Mesozoico emplazados durante la colisión oblicua entre el arco proto-Caribe y el margen pasivo de América del Sur con rumbo $N 77^\circ E \pm 3^\circ$.

El sistema de falla limita con la cuenca del río Tuy al norte y atraviesa la cuenca del Lago de Valencia. Es paralelo a la estructura de la Cordillera de la Costa y está conformado por las fallas: Guacamaya, El Horno, La Cabrera, La Victoria y Pichao. Se caracteriza por un desplazamiento lateral y dextral.

La recurrencia para sismos de magnitud 6-7 Ms es de 1500 años para rupturas completas de la falla en un mismo evento. La tasa de movimiento de la falla es de 0.55 mm por año. (Audemard, F; 2000). (Ver Figuras 24 y 25)

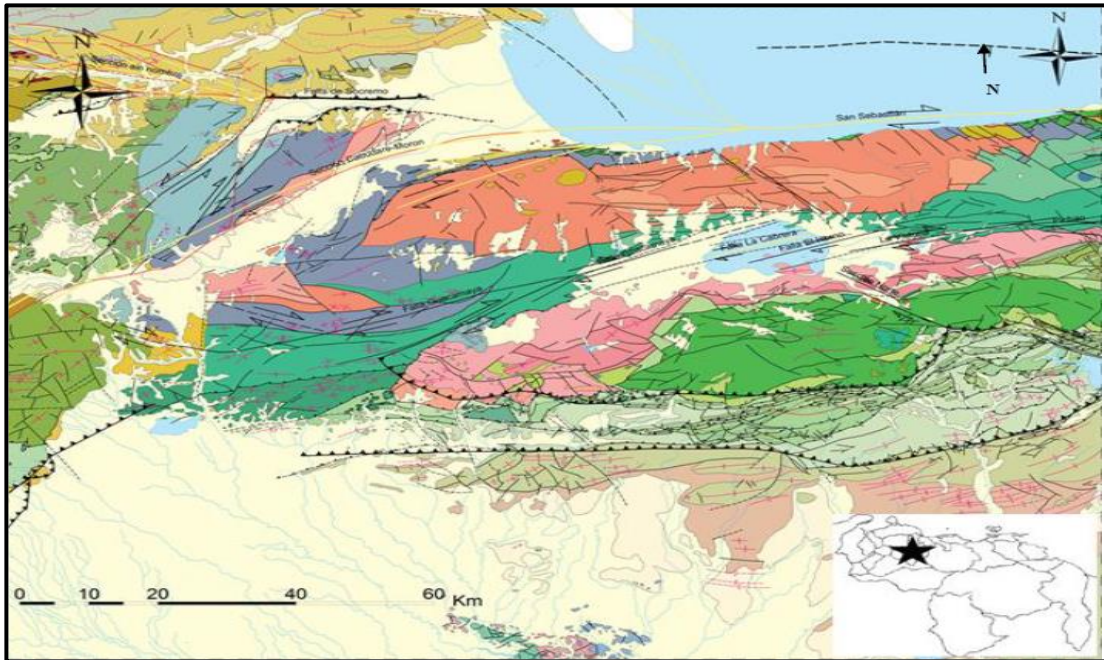


Figura 24: Mapa geológico de Venezuela.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en data de Funvisis (2016).

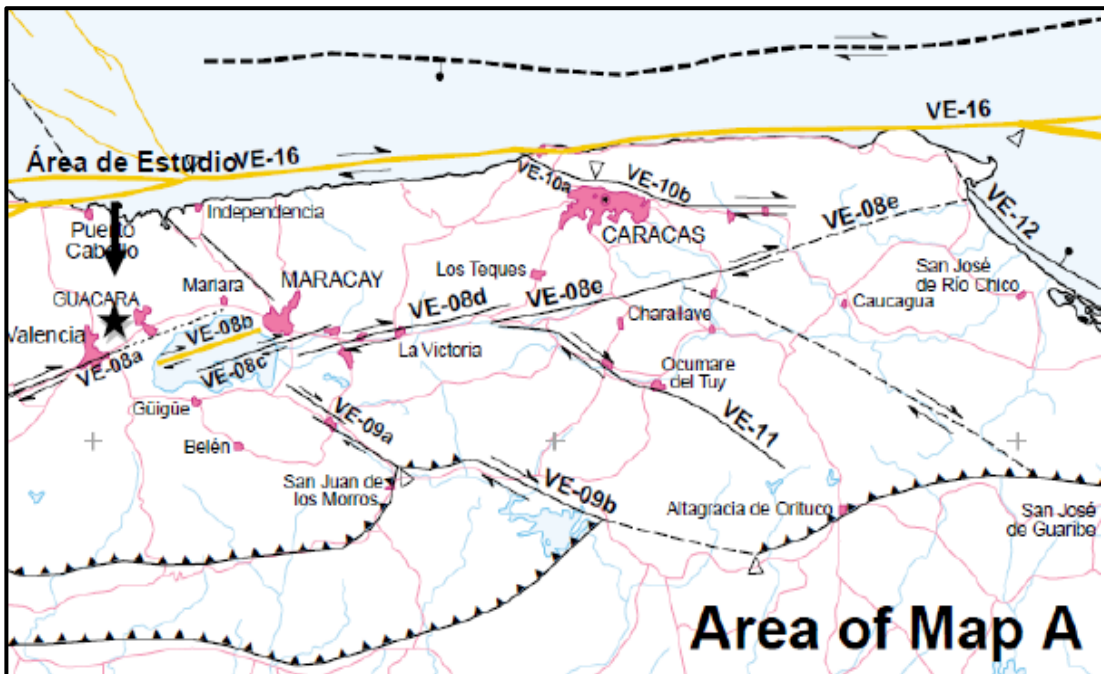


Figura 25: Mapa de fallas activas en Venezuela.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en data de Funvisis (2016).

De acuerdo a la Norma Venezolana para Edificaciones Sismorresistentes, COVENIN 1756-1: 2001, las especificaciones sísmicas de la zona en estudio se observan a continuación (Ver Tabla 4 y Figura 26)

Tabla 4: Especificaciones sísmicas de la zona de influencia de la vialidad en estudio Avenida Paseo Monumental.

Zona Sísmica	Coficiente de Aceleración Horizontal	Peligro Sísmico	Forma Espectral	Factor de Corrección	Factor de Importancia	Velocidad de Onda (Prof. 15<H<50)
5	0.30g	Elevado	S3	$\Phi = 0.75$	Grupo B2	Vsp: 170-250

Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Norma COVENIN 1756-1: 2001 (2016).

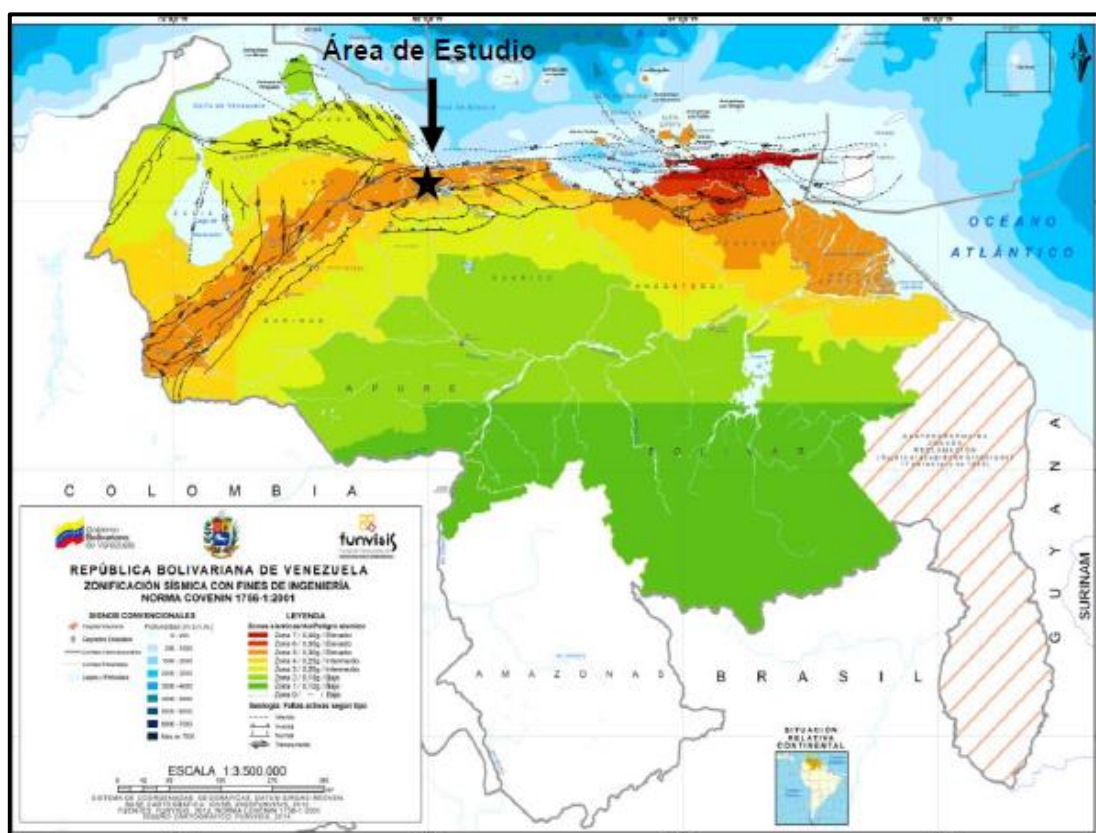


Figura 26: Mapa de zonificación sísmica Funvisis.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en data de Funvisis (2016).

De acuerdo a las teorías de Seed & Idriss modificadas según NCEER 1996, NCEER/NSF 1998, y la norma COVENIN 1756-2001, comparando los resultados de campo y laboratorio obtenidos, donde se reportan estratos de arcillas con 85% de finos de consistencia suelta a media, y aguas freáticas a partir de los 12,00 m, se considera que los suelos del sitio, no son susceptibles a sufrir el fenómeno de licuación. Sin embargo puede haber un efecto de amplificación del sismo en caso de ocurrencia. En base a estudios de suelos efectuado por la empresa Ingeroca (2016), se obtuvo información detallada de las condiciones de suelos del área de estudio. En referencia a las aguas subterráneas se reportó la presencia del nivel freático a los 12,00 m. Se debe tener en cuenta que el sector donde se ubica el terreno es susceptible a sufrir fluctuaciones importantes del nivel de las aguas debido a la cercanía del área de estudio con la ribera del río Cabriales, esto puede ocasionar lavado del material fino y condiciones de soporte inadecuadas para el sistema de fundación. (Ver Figura 27)

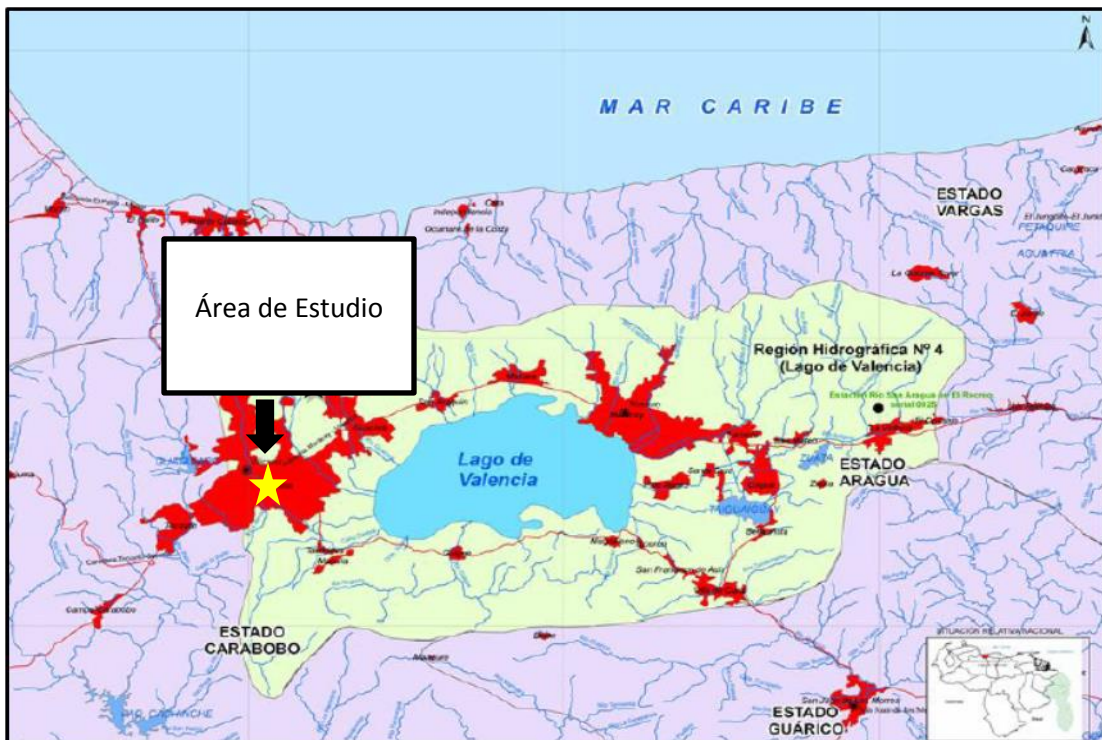


Figura 27: Mapa hidrográfico de la cuenca del Lago de Valencia.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Ingeroca (2016).

En referencia del suelo obtenido en las calicatas El material proveniente del terreno natural del área de las calicatas #1 y #2, clasifica como Arcilla Limosa Arenosa s(CL-ML), color marrón aceituna, posee un 34.97% de material fino pasante por el tamiz #200, su humedad natural promedio es de 9.76%, su clasificación HIGHWAY RESEARCH BOARD (HBR) es A-4.

En referencia a las perforaciones efectuadas en el estudio de suelos elaborado por la empresa Ingeroca las mismas se detallan a continuación (Ver Figura 28)

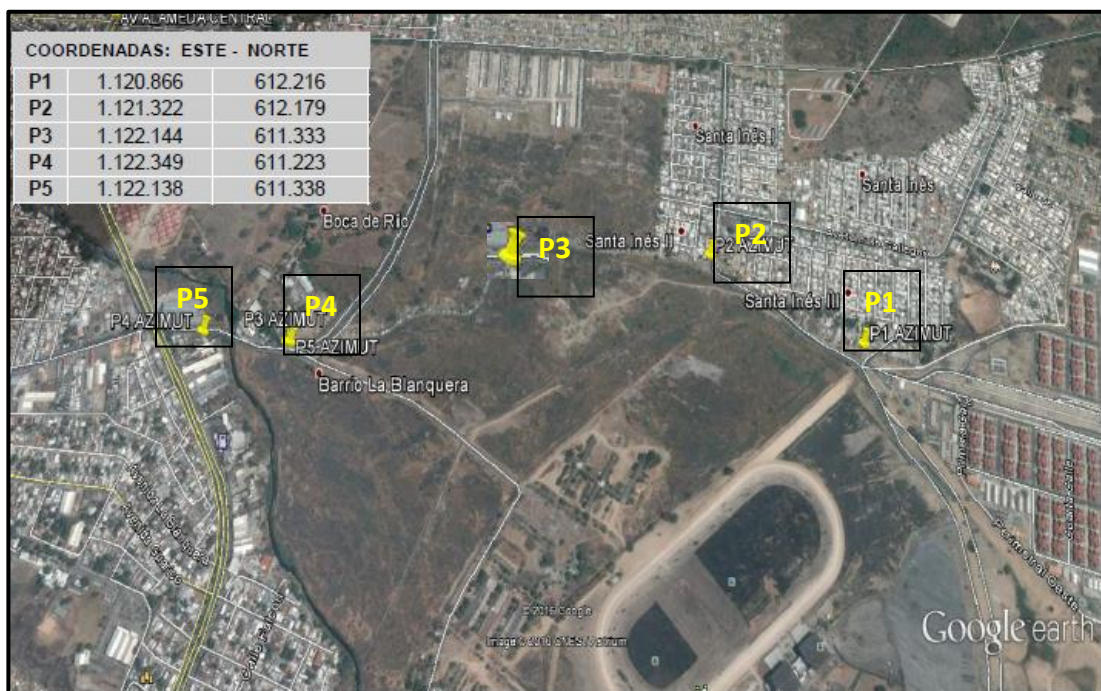


Figura 28: Ubicación satelital del área de estudio de suelos.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Ingeroca (2016).

Las perforaciones exploradas, se caracterizan por presentar en la superficie un Material de Relleno, compuesto por restos de asfalto, raíces, fragmentos de bloques, grava y arena de 0,5 m hasta 1,00 m de profundidad; y a partir de ella, el subsuelo, se encuentra constituido por: Arcilla Limosa Arenosa s(CL-ML) seguido de Arcilla de baja a mediana plasticidad Arenosa s(CL) y Arcilla de baja a mediana plasticidad con Arena (CL)s, la cual posee una consistencia media hasta los 8 metros, con un contenido de material fino que oscila entre el 55% y 85%. A partir de los 8 metros de profundidad

incrementan su dureza constantemente hasta la profundidad de sondeo. La Humedad Natural varia a lo largo de los sondeos, con valores entre 1.57% y 23.20%. La resistencia a la penetración varía con la profundidad, con valores de NSPT que van desde 6 golpes/pie hasta los 40 golpes/pie. (Ver Figura 29)

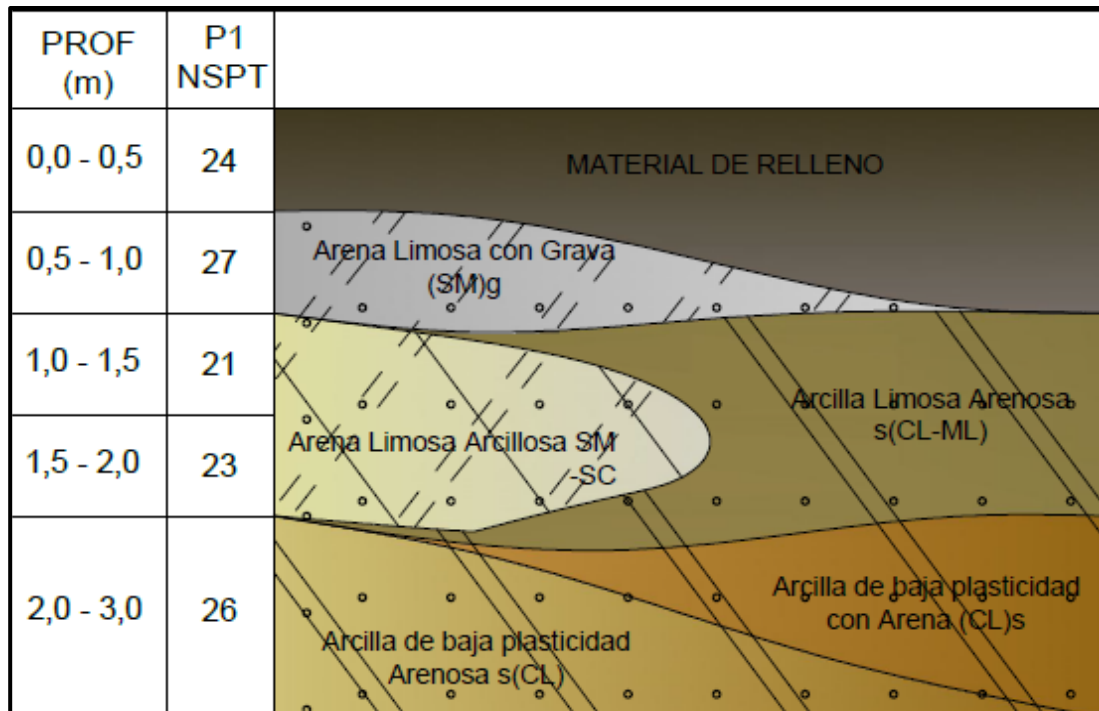


Figura 29: Perfil probable del suelo Corte Tipo entre Perforaciones P1 y P2.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Ingeroca (2016).

4.2.4 Hidrología.

El río Cabriales se encuentra dentro de la cuenca de su mismo nombre, en el Estado Carabobo, su nacimiento se tiene en la vertiente sur de la serranía del litoral (Briceño et al, 1999), en el Parque Nacional San Esteban a una cota aproximada de 1.650 msnm entre los cerros Agua Linda y El Novillo, recorre de norte a sur pasando por los siguientes municipios: Naguanagua y Valencia donde desemboca en el desparramadero El Paíto. La delimitación geográfica de la cuenca del río Cabriales es como sigue: por el norte la cordillera de la costa con coordenadas: 10° 20' 33.42", por el sur con la cuenca del río Pao cuyas coordenadas son: 10° 5' 44.02", por el este con la cuenca del río Los Guayos (municipio San Diego) cuyas coordenadas son: 67° 58'

21.70" y por el oeste con la cuenca del río Guataparó y Tocuyito con coordenadas: 68° 4' 31.58". Se presenta a continuación la ubicación nacional, regional y local de la cuenca del río Cabiliales (Ver Figuras 30, 31 y 32)



Figura 30: Localización nacional de la cuenca del río Cabiliales.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.



Figura 31: Localización satelital regional de la cuenca del río Cabiliales.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

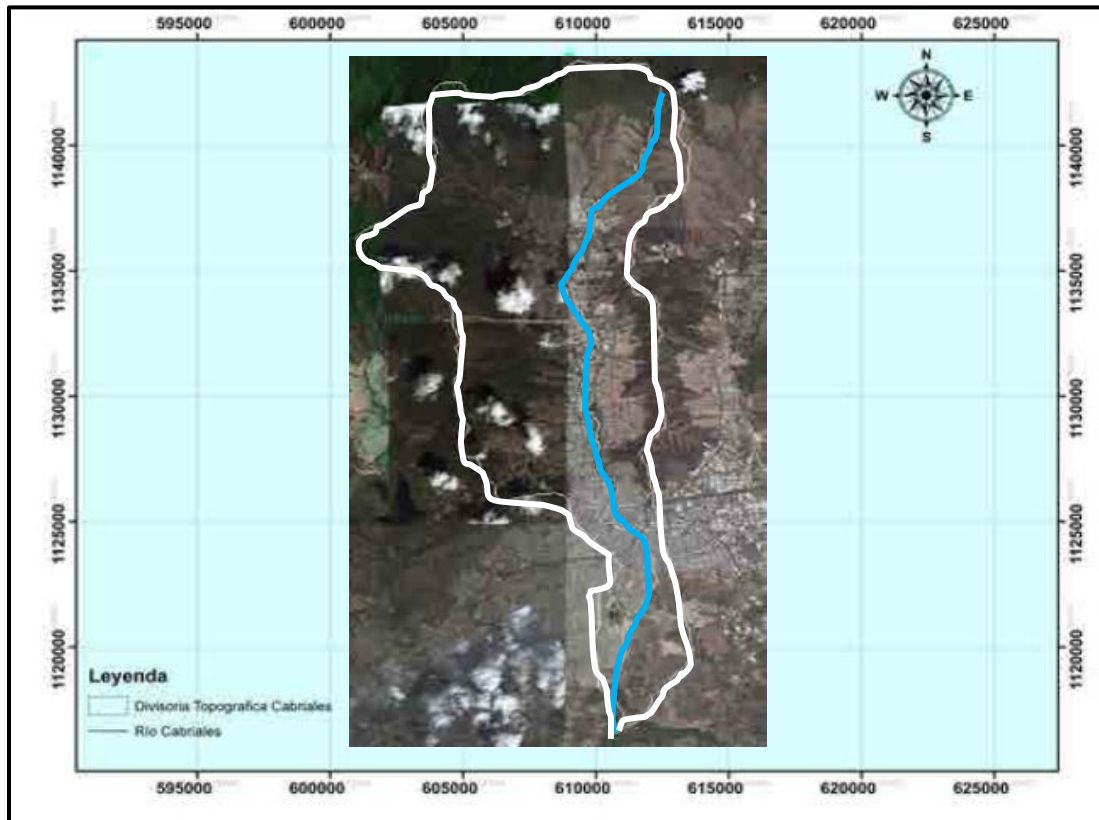


Figura 32: Localización satelital local de la cuenca del río Cabriales.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

El río Cabriales fluye hacia el sur de la cuenca, apreciándose una cantidad importante de meandros y puentes, donde discurre por diversas zonas urbanas, sirviendo como uno de los drenajes primarios de la ciudad, hasta descargar en forma natural en el desparramadero El Paíto al sur de la ciudad desde donde se desbordan hacia la cuenca del río Pao (Morassutti, 2005). El río Pao es una subcuenca del río Orinoco y alimenta los embalses Pao-Cachinche y Pao-Las Balsas.

El río Cabriales se puede incluir dentro de un cauce estático y de inestabilidad dinámica. El relieve está compuesto por dos grandes zonas, una montañosa y otra plana. La parte montañosa representa un 38% del área total de la cuenca y se caracteriza por presentar entalles profundos y cuevas elevadas, En tanto, en la depresión se tiene un relieve plano que representa el 62% restante del área total de la cuenca, con pendientes

inferiores al 1%. En referencia a data de la variación orográfica (DEM) de la cuenca (Ver Figura 33) y la variación de las pendientes (Ver Figura 34)

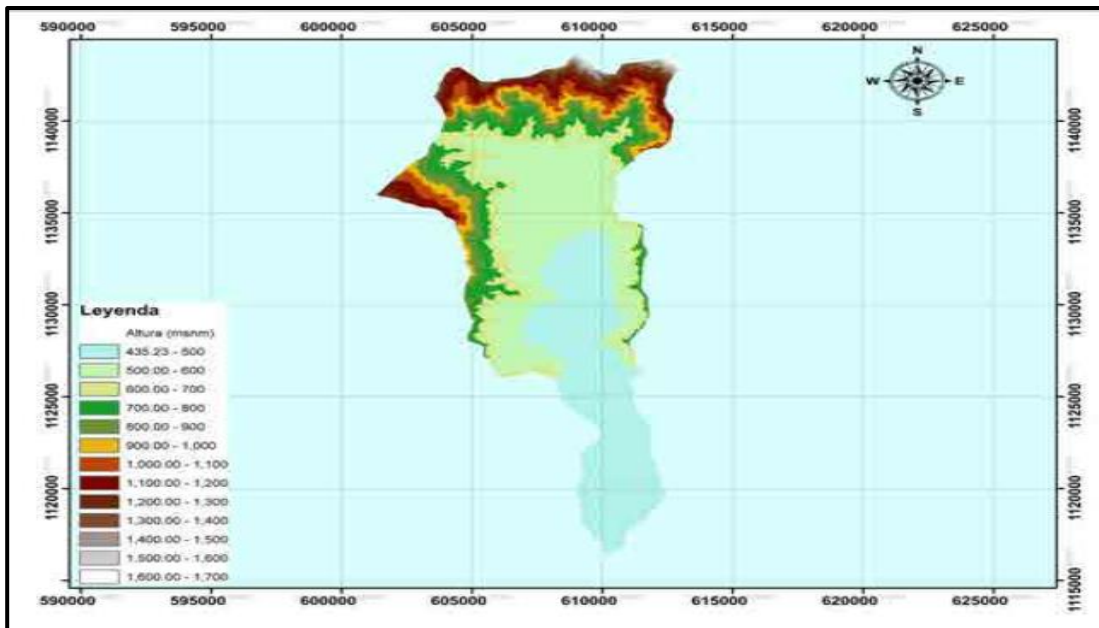


Figura 33: Modelo digital de elevaciones de la cuenca del río Cabriales.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Global Mapper (2011).



Figura 34: Variación de pendientes de la cuenca del río Cabriales.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Global Mapper (2011).

En relación a la configuración de las subcuencas que integran la cuenca del río Cabriales y la red hidrográfica de la misma se pueden detallar a continuación (Ver Figuras 35 y 36)

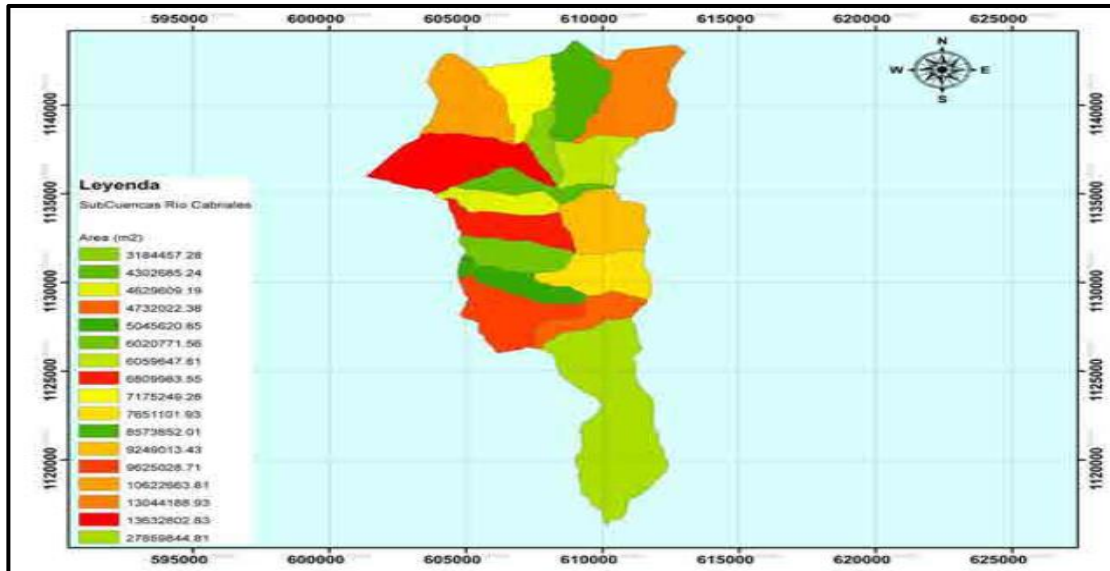


Figura 35: Sub-cuencas del río Cabriales.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Valencia, F (2011).

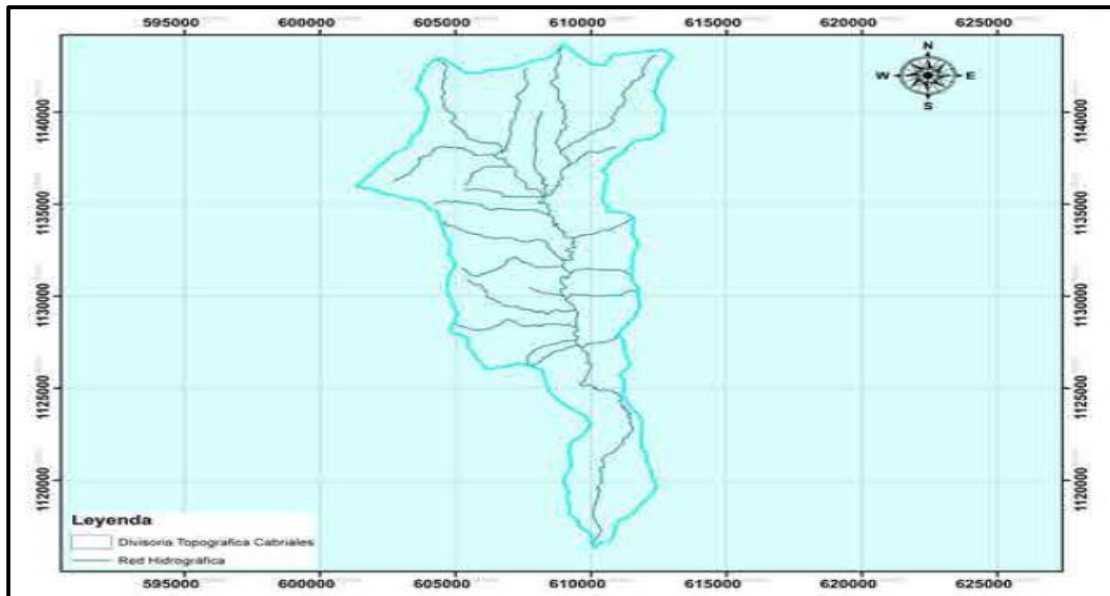


Figura 36: Red hidrográfica de la cuenca del río Cabriales.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Valencia, F (2011).

Y como información de relevancia se presenta el perfil longitudinal del río Cabriales (Ver Figura 37)

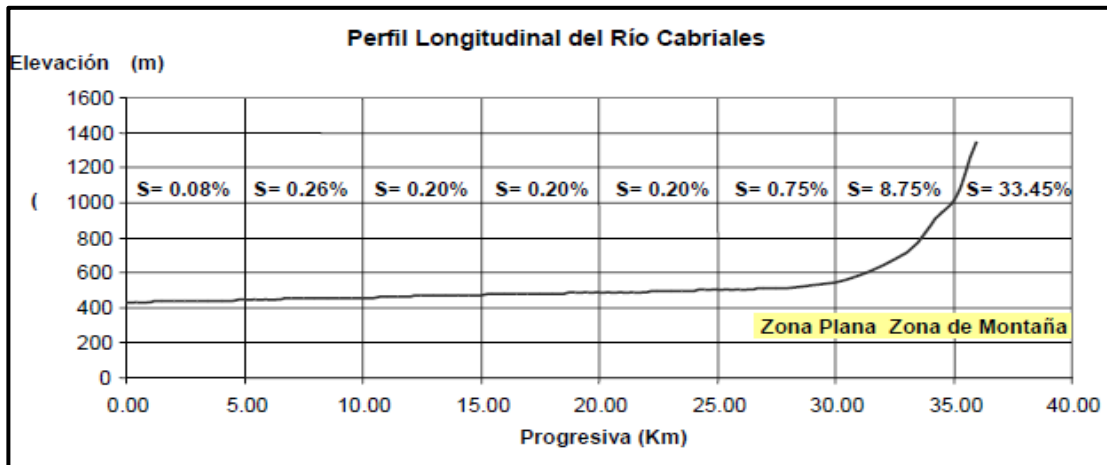


Figura 37: Perfil Longitudinal del río Cabriales.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Valencia, F (2011).

En el tramo I3-I4 (Entrada Sector A.C Los Samanes – Entrada CICPC Plaza de Toros) la vialidad atraviesa el cauce del río Cabriales por intermedio de un puente, según se evidencia (Ver Figura 38)



Figura 38: Recorrido cauce del río Cabriales en Zona de estudio.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

En referencia a los canales transversales que atraviesan la vialidad en estudio se encuentran en los tramos I0-I1 (Entrada Ciudad Chávez – Entrada Ciudad Plaza) y en el tramo I2-I3 (Entrada Sector La Envidia – Entrada Sector A.C Los Samanes) según se observa (Ver Figura 39)

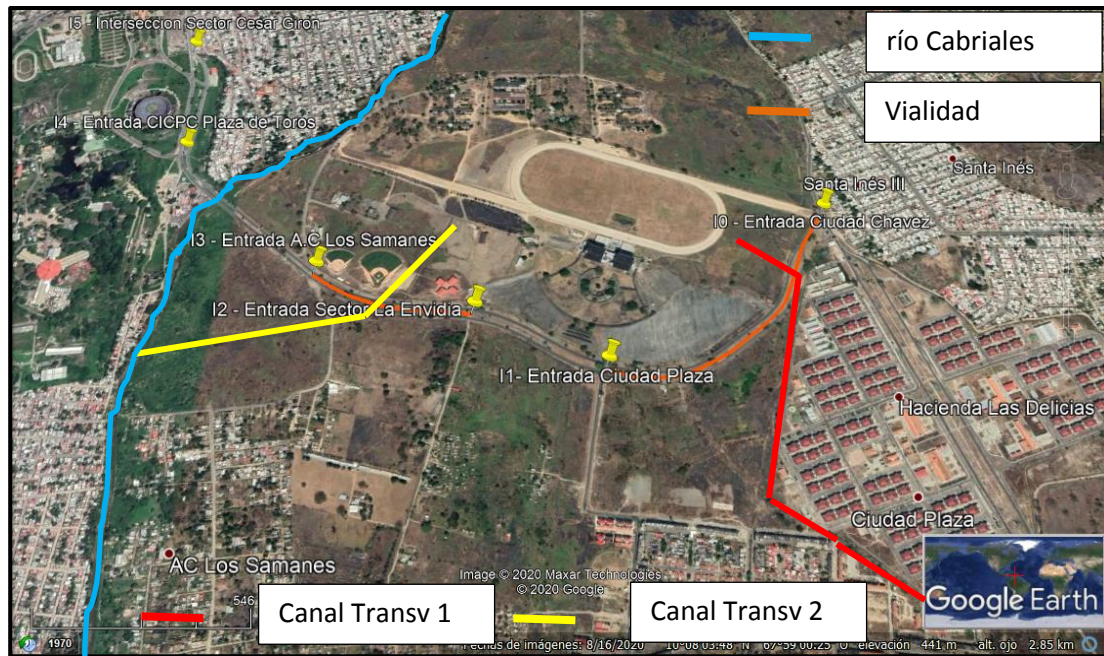


Figura 39: Recorrido Canales de drenaje existentes en Zona de estudio.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

4.2.5. Información Pluviométrica.

Las condiciones climáticas son de clima estacional donde se caracteriza por tener bien definidos dos estaciones o períodos: seco, donde hay ausencia predominante de precipitaciones, esto entre los meses de Octubre y Marzo, y húmedo, donde ocurren un gran número de precipitaciones, esto entre los meses de Marzo a Octubre. La temperatura es uniforme durante casi todo el año, con una media de 24,5 °C. Las precipitaciones anuales alcanzan los 1.500 mm en las áreas de montañas, en los sectores costeros de Morón-Puerto Cabello, presenta un promedio anual de 900 mm, hacia la depresión del Lago de Valencia oscila entre 900 y 1.300 mm y en la cuenca del río

Cabriales entre 1050 mm y 1400 mm (Ver Figura 40) y la variación mensual de la precipitación donde se destacan los meses húmedos y secos (Ver Figura 41)

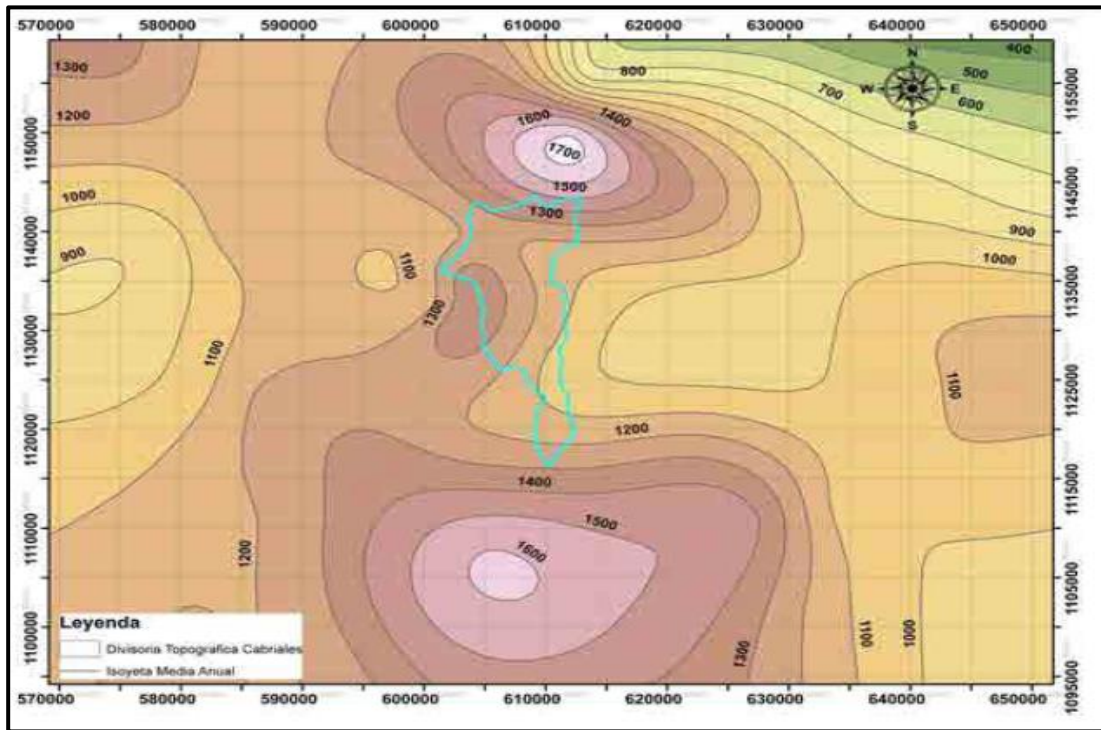


Figura 40: Precipitación promedio anual en la cuenca del río Cabriales.

Fuente: Valencia. F (2016).

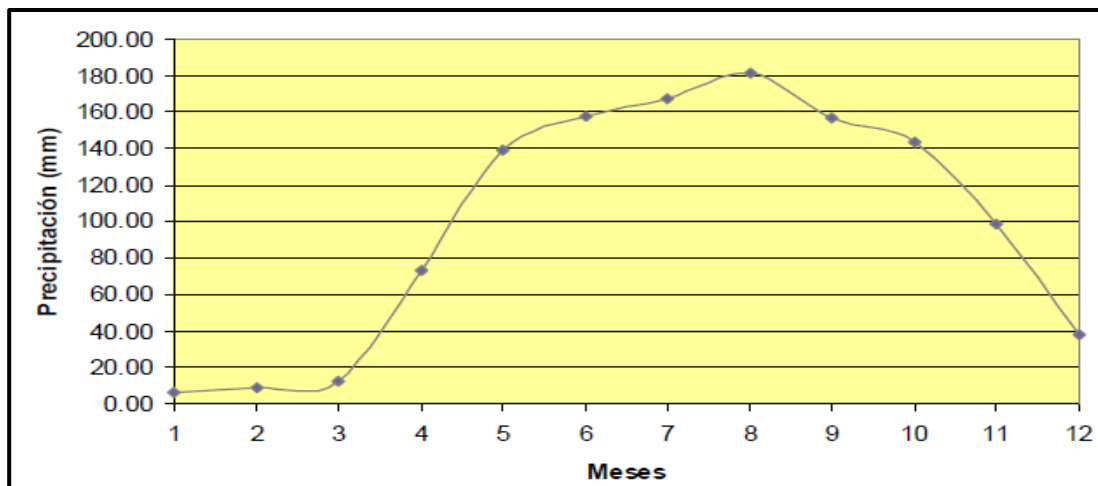


Figura 41: Régimen pluviométrico de la cuenca del río Cabriales.

Fuente: Valencia. F (2016).

En referencia a la información pluviométrica, se consideran la data de las estaciones pluviométricas ubicada en la cuenca del río Cabriales (Ver Figura 42)

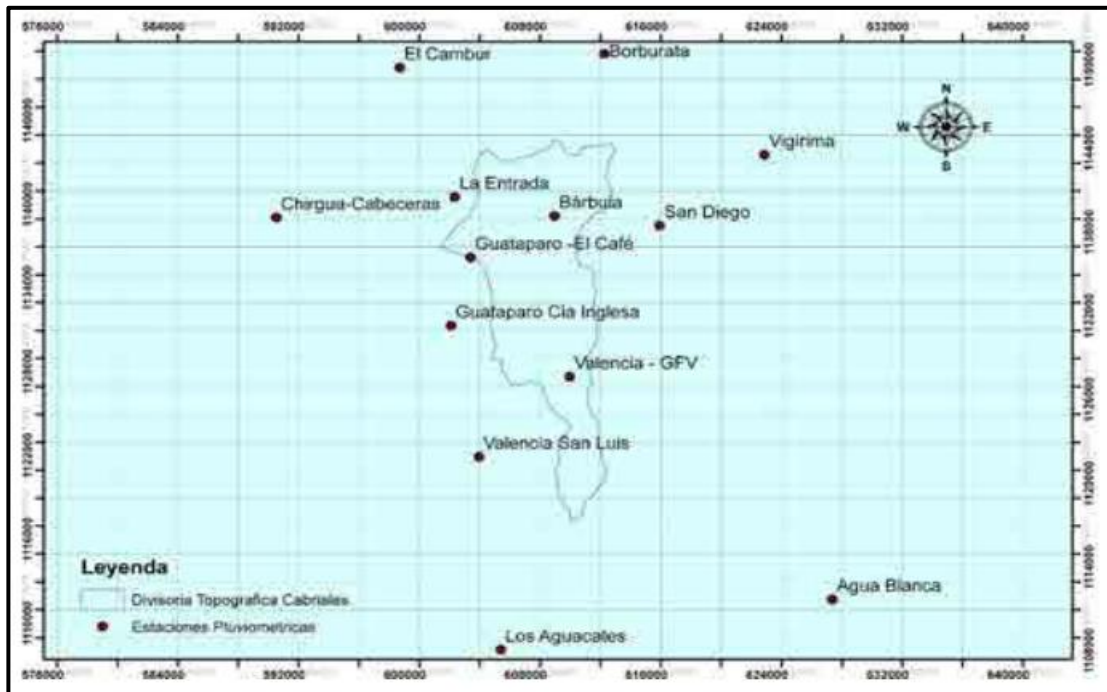


Figura 42: Ubicación de las estaciones pluviométricas en la cuenca en estudio.

Fuente: Valencia. F. Basado en datos del INAMEH. (2016).

Considerando la ubicación de la vialidad se maneja la información correspondiente a la Estación Pluviométrica Valencia-GFV (Ver Tabla 5)

Tabla 5: Precipitaciones máximas en la Estación Valencia GFV para diferentes duraciones.

Tr (años)	Duraciones (minutos)								
	15	30	60	120	180	360	540	720	1440
200	44,00	60,50	110,00	113,00	116,00	139,00	148,00	149,00	174,00
100	40,90	56,20	101,00	103,00	107,00	127,00	135,00	136,00	159,00
50	37,80	51,80	91,30	93,00	96,80	115,00	122,00	123,00	144,00
20	33,60	45,90	78,50	79,90	83,80	98,30	104,00	105,00	123,00
10	30,40	41,40	68,60	69,80	73,70	85,70	90,70	91,50	107,00
5	27,00	36,70	58,20	59,20	63,20	72,60	76,70	77,30	90,60
2,33	22,93	30,90	45,55	46,25	50,29	56,43	59,36	59,75	70,21

Fuente: De Jesus y Ospino (2020). Basado en datos del INAMEH. (2016).

4.2.6. Periodo de Retorno.

En el presente estudio se considera que el sistema de drenaje debe permitir el normal desenvolvimiento del tránsito peatonal y de vehículos. El periodo de retorno debe ser fijado en función del uso de los terrenos en el caso de drenaje urbano o en función al tipo de vialidad, en el caso de drenaje vial. Para el estudio de la presente vialidad se tomaran en consideración los valores de acuerdo al tipo de proyecto de drenaje (Ver Tabla 6).

Tabla 6: Periodos de retorno del gasto de proyecto en años Obras de Drenaje.

PERIODOS DE RETORNO DEL GASTO DE PROYECTO EN AÑOS					
OBRA DE DRENAJE	TIPO DE VÍA				
	Vías Férreas	Vías Expresas	Mas de 2 Canales	2 Canales	Caminos
Drenaje longitudinal (Función complementaria)					
Canales revestidos adyacentes a vía	25	10	10	5	5
Canales revestidos paralelos a la vía	10	10	10	5	5
Canales revestidos de grama	---	10	---	---	---
Zanjas no revestidas	---	---	---	---	5
Sumideros en la isla central	---	25	---	---	---
Drenaje de puntos bajos	25	25	25	10	10
Pasos inferiores en distribuidores	---	25	25	---	---

Fuente: De Jesus y Ospino (2020). Basado en Bengaray, M. (2001).

4.2.7. Delimitación del Perfil Longitudinal por Cambio de Pendiente.

Para efectos de establecer el sentido de flujo se establece el criterio de considerar la variación de pendientes en los tramos de estudios. Con lo cual es necesario obtener la información planialtimétrica de la vialidad, ello se pudo obtener con el apoyo de Google Earth, Global Mapper y GPSVisualizer como herramientas.

Debido a la cantidad de información para efectos de una mejor comprensión y disposición de los resultados del presente trabajo de investigación se refleja el estudio de un tramo tipo, estableciendo que los tramos restantes se encuentran en Apéndice destinado para mostrar la totalidad de los tramos. En el presente caso se establece el tramo I1-I2 (Entrada Ciudad Plaza – Entrada Sector La Envidia) como el tramo tipo.

Se delimita el perfil longitudinal en los cambios de pendiente existentes. (Ver tabla 7).

Tabla 7: Tramo de estudio (I1-I2 Entrada Ciudad Plaza – Entrada Sector La Envidia) de acuerdo a la variación de pendiente.

ANÁLISIS VARIACIÓN DE PENDIENTES VIALIDAD POR TRAMOS						
TRAMO I1-I2 (Entrada Ciudad Plaza – Entrada Sector La Envidia)						
Progresiva	Distancia (km)	Distancia (m)	Distancia. Acumulada (m)	Cota (msnm)	S m/m	S %
0+983,26	0,0000000	0,00	0,00	440,643	-	-
1+004,47	0,021213	21,21	21,21	440,264	-0,01786893	-1,787
1+028,65	0,0453882	24,18	45,39	440,148	-0,004797353	-0,480
1+049,80	0,0665381	21,15	66,54	440,384	0,011158392	1,116
1+070,08	0,0868201	20,28	86,82	440,534	0,00739645	0,740
1+092,42	0,1091649	22,34	109,16	440,616	0,003670546	0,367
1+118,27	0,135012	25,85	135,01	440,683	0,002591876	0,259
1+144,68	0,1614164	26,41	161,42	441,167	0,018326392	1,833
1+167,97	0,184706	23,29	184,71	441,674	0,021769	2,177
1+193,94	0,2106794	25,97	210,68	442,281	0,023373123	2,337
1+219,86	0,2365984	25,92	236,60	442,947	0,025694444	2,569
1+243,33	0,2600719	23,47	260,07	442,577	-0,015764806	-1,576
1+271,36	0,2880965	28,03	288,10	442,364	-0,007599001	-0,760
1+295,38	0,3121242	24,02	312,12	442,484	0,004995837	0,500
1+323,60	0,3403449	28,22	340,34	442,943	0,01626506	1,627
1+348,92	0,3656577	25,32	365,66	442,745	-0,007819905	-0,782
1+371,40	0,388137	22,48	388,14	442,403	-0,015213523	-1,521
1+393,78	0,4105174	22,38	410,52	441,917	-0,021715818	-2,172
1+419,00	0,4357356	25,22	435,74	441,271	-0,025614592	-2,561

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Ver Apéndice A. Tablas de los siguientes tramos de estudio de acuerdo a la variación de pendiente.

4.2.8. Dirección del Sentido de Drenaje.

Una vez definido el perfil longitudinal, se procedió a determinar la dirección del sentido de flujo de agua por donde escurrirá en cada uno de los tramos establecidos de acuerdo a la variación de pendiente. (Ver tabla 8).

Dónde:

Pendiente Media S:

$$S = \frac{L1 * P1 + L2 * P2 + \dots Ln * Pn}{L \text{ total}}$$

ΔL : Recorrido Superficial del Agua (m), No puede ser mayor a 90 m ni menor de 25 m (Francisco Camacho, Diseño de Obras de Drenaje Volumen I).

\sqrt{S} : Raíz Cuadrada de la Pendiente Media.

L: Longitud Total de Cada Tramo (m)

Tabla 8: Dirección del sentido de Drenaje (Flujo de Vialidad). Tramo de estudio (I1-I2 Entrada Ciudad Plaza – Entrada Sector La Envidia).

DIRECCIÓN DEL SENTIDO DEL FLUJO VIALIDAD TRAMO I1-I2						
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia						
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	S (m/m)	L*S (m/m)	S Media (m/m)
	0+983,26	-	-	-	-	
38	1+004,47	21,21	-1,787	-0,017868930	-0,37900	-0,01091
39	1+028,65	24,18	-0,480	-0,004797353	-0,11600	
40	1+049,80	21,15	1,116	0,011158392	0,23600	0,01464
41	1+070,08	20,28	0,740	0,007396450	0,15000	
42	1+092,42	22,34	0,367	0,003670546	0,08200	
43	1+118,27	25,85	0,259	0,002591876	0,06700	
44	1+144,68	26,41	1,833	0,018326392	0,48400	
45	1+167,97	23,29	2,177	0,021769000	0,50700	
46	1+193,94	25,97	2,337	0,023373123	0,60700	
47	1+219,86	25,92	2,569	0,025694444	0,66600	-0,01132
48	1+243,33	23,47	-1,576	-0,015764806	-0,37000	
49	1+271,36	28,03	-0,760	-0,007599001	-0,21300	0,01108
50	1+295,38	24,02	0,500	0,004995837	0,12000	
51	1+323,60	28,22	1,627	0,016265060	0,45900	-0,01753
52	1+348,92	25,32	-0,782	-0,007819905	-0,19800	
53	1+371,40	22,48	-1,521	-0,015213523	-0,34200	
54	1+393,78	22,38	-2,172	-0,021715818	-0,48600	
55	1+419,00	25,22	-2,561	-0,025614592	-0,64600	

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Ver Apéndice A. Tablas de los siguientes tramos de estudio de acuerdo a la dirección del sentido del drenaje.

4.2.9. Tiempo de Concentración.

Corresponde al tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca aporten de manera simultánea agua a través de la escorrentía, al punto de salida o desagüe. Se encuentra determinado por el tiempo que tarda en llegar el agua que procede del punto hidrológico más alejado.

Por lo tanto, el tiempo de concentración sería el tiempo de equilibrio o duración necesaria para que con una intensidad de escorrentía constante se alcance el caudal máximo. (Ver tabla 10 y 11).

Para ello consideramos el T_c como la sumatoria del T_v (Tiempo de Viaje) y el T_{cs} (Tiempo de escurrimiento por las laderas), según la fórmula:

$$T_c = T_v + T_{cs}$$

Donde T_{cs} se calcula en base a lo siguiente:

$$T_{cs} = \frac{\Delta L}{(M\sqrt{s})}$$

ΔL : Longitud del recorrido superficial del agua en el cauce principal

M : Factor de cobertura superficial

\sqrt{s} : Raíz cuadrada de la pendiente media del tramo recorrido.

Para este caso se tomó $M = 400$ por pavimentos ubicado en el libro de Diseño de Obras de Drenaje, por el Ingeniero Francisco Camacho. (Ver tabla 9).

Para el caso del T_v se establece la siguiente formula:

$$T_v = 0,0195\left(\frac{L}{\sqrt{s}}\right)^{0,77}$$

T_v : Tiempo de viaje (min).

\sqrt{s} : Raíz cuadrada de la pendiente media del tramo recorrido.

L : Recorrido superficial del agua.

A partir de lo cual se pueden establecer el cálculo de los tiempos de concentración correspondientes a los tramos de la vialidad en estudio.

Tabla 9: Cobertura superficial.

No.	Cobertura	M
1	Bosque Húmedo Tropical	50
2	Cultivos Terráceos, Pastos Altos	100
3	Potreros, Pastizales Cortos	140
4	Cultivos en Hileras	150
5	Ninguna Vegetación	200
6	Pavimentos o Cárcavas Incipientes	400

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Tabla 10: Determinación de parámetros para el cálculo del tiempo de concentración. Tramo de estudio (I1-I2).

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL CALCULO DEL Tc								
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	S media (m/m)	ΔL	$\Delta L/vs$	L/vs
38	39	0+983,26	1+028,65	45,39	-0,01091	25,00	239,35	434,56
40	47	1+028,65	1+219,86	191,21	0,01464		206,62	1.580,30
48	49	1+219,86	1+271,36	51,50	-0,01132		234,97	484,04
50	51	1+271,36	1+323,60	52,24	0,01108		237,50	496,29
52	55	1+323,60	1+419,00	95,40	-0,01753		188,82	720,54

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Tabla 11: Calculo del tiempo de concentración. Tramo de estudio (I1-I2).

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN								
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	M	Tcs (min)	Tv (min)	Tc (min)
38	39	0+983,26	1+028,65	45,39	400,00	0,60	2,10	2,70
40	47	1+028,65	1+219,86	191,21		0,52	5,66	6,18
48	49	1+219,86	1+271,36	51,50		0,59	2,28	2,87
50	51	1+271,36	1+323,60	52,24		0,59	2,32	2,91
52	55	1+323,60	1+419,00	95,40		0,47	3,09	3,56

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Ver Apéndice A. Tablas de Cálculo de los siguientes tramos de estudio de acuerdo al tiempo de concentración.

4.2.10. Caudal de Diseño Total.

En base a lo expuesto en el Capítulo II (Marco Teórico) puede definirse como la suma de los caudales de infiltración y de abatimiento del nivel freático, por lo tanto, se constituye de la siguiente forma:

$$Q_{total} = Q_{inf} + Q_{NF}$$

De acuerdo al informe realizado por HVM Ingenieros (Bogotá, mayo de 2011), la estimación del caudal en cuanto a infiltración se realiza asumiendo una porción fija de la precipitación que cae sobre el pavimento. De tal manera, la ecuación que expresa la cantidad de agua por infiltración es:

$$Q_{in} = I_R * B * L * F_i * F_R$$

I_R = Precipitación máxima horaria de frecuencia anual, registrada en la zona del proyecto.

B = Para subdrenajes longitudinales, B es la semibanca de la vía (ancho de la vía/2).

L = Longitud del tramo de drenaje

F_i = Factor de infiltración (Ver Tabla 1).

F_R = Factor de retención de la base, refleja el hecho de que las bases dado su tiempo de servicio disminuyen su permeabilidad. (Ver Tabla 2).

Para obtener el valor de I_R se consideró una precipitación en milímetros por hora (mm/h), el cual se determinará a través de los datos de precipitación anual correspondiente al Municipio Valencia, los cuales fueron obtenidos la data pluviométrica (INAMEH) y se expresan en la tabla de precipitaciones máximas en la Estación Valencia GFV (Ver Tabla 5).

Se procedió a determinar un valor de I_R , considerando una precipitación anual con una duración de 120 minutos y un periodo de retorno de 10 años.

A través de la tabla 5 podemos concluir un valor de I_R correspondiente a una precipitación de 69,80 mm/hora, dicho valor será utilizado para determinar el gasto de infiltración.

$$IR = \frac{\frac{69.80 \text{ mm/hora}}{1000 \text{ m}}}{3600 \text{ seg}} = 0,0000193889 \text{ m/s}$$

La sección de vialidad en visita a campo efectuada es variable de acuerdo al tramo en estudio, por lo cual como se está considerando el tramo tipo I1-I2 se refleja en el presente capítulo siendo esta una vía del tipo bidireccional de 2 canales por sentido de circulación de ancho de 10,30 m y una isla centra de 22,00 de ancho; en referencia a las secciones restantes se reflejan en el Apéndice correspondiente.

El subdrenaje a implementar será colocado paralelo a la vía en los laterales de la vialidad en cada sentido de circulación.

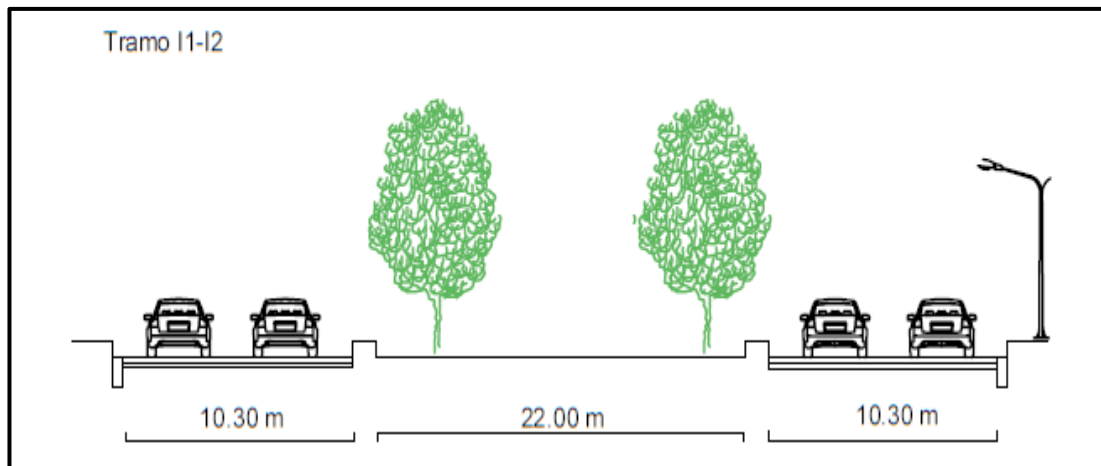


Figura 43: Sección Transversal de tramo de vialidad I1-I2.

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

4.2.11. Gasto por infiltración

$$Q_{inf} = 0,0000193889 \text{ m/s} * 5,15\text{m} * 50\text{m} * 0,40 * 0,33 = 0,000659 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

El resultado obtenido corresponde al gasto de infiltración (Ver Tabla 12) que es capaz de soportar cada tramo tipo de subdrenaje perteneciente a la vialidad en estudio (considerando 50,00 de espaciamiento entre tanquillas de descarga); de igual forma se puede obtener el gasto de infiltración total por tramos, tomando el valor de L como la longitud de cada intervalo de estudio. Se decidió estudiar cada tramo de estudio a una

distancia correspondiente a 50,00 m, con la finalidad de mantener la uniformidad del sistema de subdrenaje tanto para los cálculos como para la fase constructiva.

Se considera en base a la inspección de campo efectuada que se dispone de un tipo de carpeta asfáltica normalmente conservada $F_i = 0,40$ y un tipo de base de gradación abierta, en servicio 5 años o más (Ver Tabla 1 y 2).

Tabla 12: Gasto de infiltración tramo de estudio I1-I2.

GASTO DE INFILTRACIÓN POR TRAMOS SUBDRENAJE TIPO						
Tramos	Longitud (m)	B (m)	I_r (m/s)	F_i	F_r	Q_{inf} (m ³ /s)
I1-I2	50,00	5,15	1,93889E-05	0,40	0,33	6,59E-04

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Ver Apéndice A. Tablas de los siguientes tramos de estudio de acuerdo al gasto por infiltración.

En referencia al gasto de abatimiento del nivel freático en base al estudio de suelos, se establece que el mismo se encuentra muy por debajo del nivel proyectado de la estructura vial por lo cual no será considerado en el presente estudio.

Gasto Total de Diseño: Una vez estimados los caudales de aporte del sistema, es decir, el caudal por infiltración y caudal por abatimiento de nivel freático, se obtiene el caudal total del diseño. (Ver Tabla 13).

$$Q_T = (0,000659 + 0)m^3 / seg = 0,000659 m^3 / seg$$

Tabla 13: Gasto total de diseño tramo de estudio I1-I2.

GASTO TOTAL DE DISEÑO POR TRAMOS SUBDRENAJE TIPO			
Tramos	Q_{inf} (m ³ /s)	Q_{Nf} (m ³ /s)	Q_{total} (m ³ /s)
I1-I2	6,59E-04	0,00	6,59E-04

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Ver Apéndice A: Tablas de los siguientes tramos de estudio de acuerdo al gasto total de diseño.

4.3. Análisis de Sistemas de Subdrenaje con los Requerimientos Necesarios para el Correcto Funcionamiento del Proyecto.

Es necesario demostrar y garantizar que un proyecto sea duradero y sustentable para que todas las estimaciones de diseño realizadas sean las adecuadas para cumplir

de manera satisfactoria con las necesidades de la topografía de la zona, su hidrología y su geotecnia, en la vialidad Avenida Paseo Monumental tramo I0-I5 (Entrada Ciudad Chávez – Intersección Sector Cesar Girón) del Municipio Valencia, Estado Carabobo para un correcto funcionamiento del sistema de recolección de agua subsuperficial de la vialidad en estudio.

4.3.1. Elección del Tipos de Subdrenaje a emplear.

Efectuando un análisis en base a las características topográficas, geotécnicas, así como la importancia de las mismas se consideró la elección del subdrenaje tradicional con recubrimiento de la zanja con geotextil y tubería perforada en la propuesta de la Avenida Paseo Monumental tramo I0-I5 (Entrada Ciudad Chávez – Intersección Sector Cesar Girón) del Municipio Valencia, Estado Carabobo.

Para el correcto funcionamiento de este tipo de subdrenaje, es necesario la implementación de geotextiles; los cuales trabajan dependiendo de la resistencia de las fibras poliméricas y las resinas, a los ataques ambientales. Los principales problemas de las telas filtrantes corresponden a su baja resistencia a la exposición a los rayos solares, (los cuales las descomponen), a las altas temperaturas y al ataque de productos químicos. Al emplear un geotextil en la construcción de filtros se asegura la retención de partículas finas con una adecuada resistencia a los esfuerzos presentes en la interacción suelo-estructura y se garantiza el drenaje de los excesos de agua nocivos para la estabilidad de la obra.

Gracias a la resistencia a la colmatación, las obras de subdrenaje se mantienen funcionales durante mayores periodos y no requieren mantenimiento, garantizando un adecuado drenaje, lo que se traduce en mejores condiciones de seguridad y durabilidad de las obras a proteger.

Los geotextiles con una mayor resistencia a la colmatación, son los geotextiles no tejidos punzonados por agujas, en los cuales el riesgo a que se taponen gran parte de sus orificios es muy bajo debido al espesor que poseen y a los altos valores de porosidad que presentan.

Los geotextiles tejidos tienen baja porosidad y el riesgo de colmatación muy alto, con la consecuencia de una pérdida súbita en la permeabilidad, razón por la cual no se recomienda usar como filtros en esta propuesta de sistemas de subdrenaje.

Por lo antes expuesto en el presente diseño se considerará el empleo de geotextil no tejido (NT).

4.3.2. Dimensionamiento del Dren.

Se procedió a establecer las dimensiones del dren a partir de los resultados obtenidos; con la finalidad de adquirir las medidas necesarias y que estas a su vez cumplan con las normativas existentes. Se utilizó como material drenante, grava con tamaño uniforme de 19 mm (3/4”), este material se emplea para rellenar adecuadamente las zanjas drenantes; con la finalidad hidráulica de prevenir la invasión de suelos en caso de utilizarse tuberías drenantes.

$$Q_{Total} = V * i * A$$

Q_{Total} : Caudal expresado en la Tabla 13.

V: Velocidad de flujo, depende absolutamente de la pendiente longitudinal y el material drenante. (Ver Figura 44)

i: Corresponde al gradiente hidráulico, se define como la pérdida de energía experimentada por unidad de longitud. Para el presente trabajo de grado se consideró un valor de $i=1$, de manera que se pueda optimizar el funcionamiento del subdrenaje. Esto corresponde a una variación de la misma cantidad de unidades verticales por unidad horizontal donde la pendiente del flujo es de 45° , todo ello de acuerdo a lo descrito en el Capítulo II Marco Teórico).

A: Área de la sección transversal. (Ver Tabla 14)

$$A = \frac{Q_{Total}}{V * i}$$

El mecanismo a aplicar corresponde a considerar el tipo de material drenante, con ello se emplea la Figura 44 teniendo como dato de entrada la pendiente del dren, para efectos iniciales corresponde a la pendiente del tramo de vialidad se intercepta con

la línea del material drenante escogido y se puede determinar la Velocidad de flujo (cm/s). (Ver Figura 45)

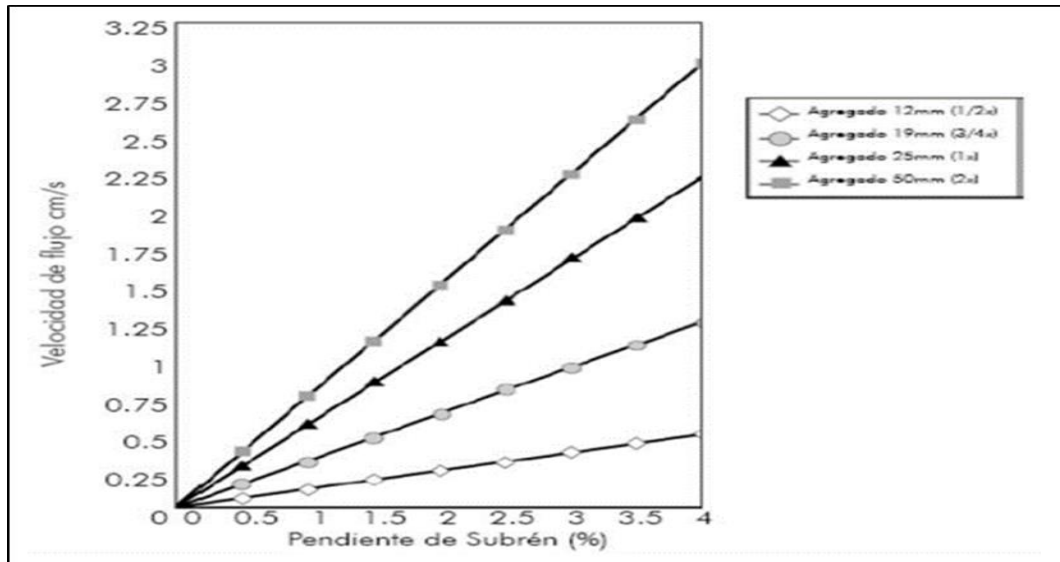


Figura 44: Velocidad de flujo de acuerdo a la pendiente del subdrén y el material drenante.

Fuente: PAVCO (2012).

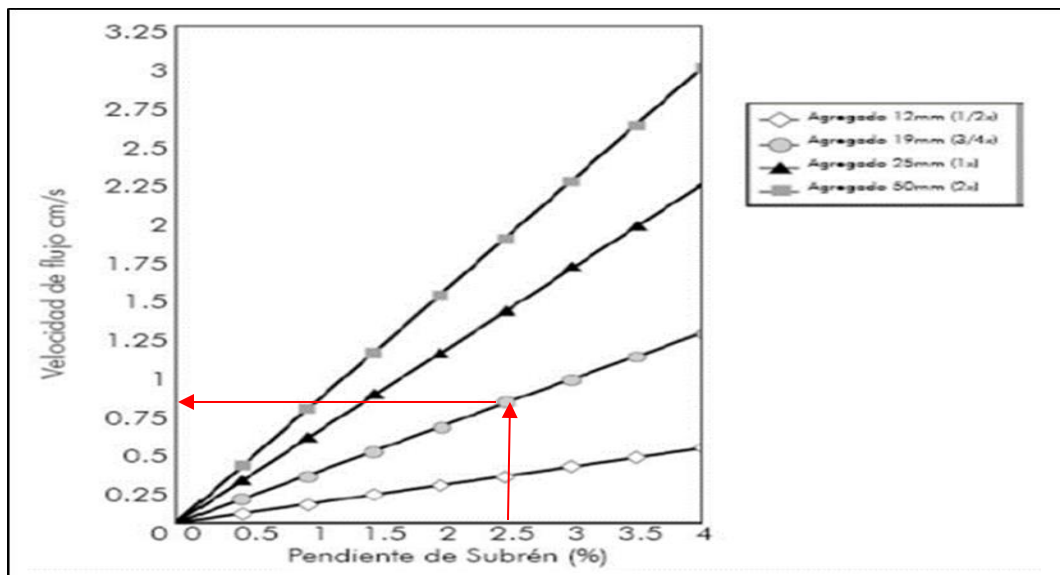


Figura 45: Ejemplo determinación de la velocidad de flujo tramo tipo.

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en PAVCO (2012).

Tabla 14: Área transversal de la zanja de subdrenaje tramo I1-I2.

ÁREA TRANSVERSAL DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I1-I2							
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia							
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	V (m/s)	i	Qt (m3/s)	A (m2)
	0+983,26	-	-	-	-	-	-
38	1+004,47	21,21	-1,787	0,0103	1,00000	0,00066	0,06
39	1+028,65	24,18	-0,48	0,0028	1,00000	0,00066	0,24
40	1+049,80	21,15	1,116	0,0065	1,00000	0,00066	0,10
41	1+070,08	20,28	0,74	0,0043	1,00000	0,00066	0,15
42	1+092,42	22,34	0,367	0,0021	1,00000	0,00066	0,31
43	1+118,27	25,85	0,259	0,0015	1,00000	0,00066	0,44
44	1+144,68	26,41	1,833	0,0106	1,00000	0,00066	0,06
45	1+167,97	23,29	2,177	0,0126	1,00000	0,00066	0,05
46	1+193,94	25,97	2,337	0,0135	1,00000	0,00066	0,05
47	1+219,86	25,92	2,569	0,0149	1,00000	0,00066	0,04
48	1+243,33	23,47	-1,576	0,0091	1,00000	0,00066	0,07
49	1+271,36	28,03	-0,76	0,0044	1,00000	0,00066	0,15
50	1+295,38	24,02	0,5	0,0029	1,00000	0,00066	0,23
51	1+323,60	28,22	1,627	0,0094	1,00000	0,00066	0,07
52	1+348,92	25,32	-0,782	0,0045	1,00000	0,00066	0,15
53	1+371,40	22,48	-1,521	0,0088	1,00000	0,00066	0,08
54	1+393,78	22,38	-2,172	0,0126	1,00000	0,00066	0,05
55	1+419,00	25,22	-2,561	0,0148	1,00000	0,00066	0,04

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Ver Apéndice A. Tablas de los siguientes tramos de estudio de acuerdo al área transversal de la sección.

4.3.3 Ancho y Profundidad de la zanja.

Para determinar la sección transversal se fija el ancho, el cual corresponde al ancho de la base de la pala de la retroexcavadora, el cual se establece en un ancho de 0,60 m ya que es el mínimo a nivel constructivo, y con ello se procede a calcular la profundidad de la zanja del drenaje. (Ver Tabla 15).

Se evidencia que la profundidad máxima es de 0,73 m por lo cual se puede establecer un valor de profundidad para la zanja de subdren de 0,80 m para el tramo en estudio.

Tabla 15: Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje tramo I1-I2.

DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I1-I2				
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia				
Tramo	Progresiva	A (m2)	Ancho (m)	Profundidad (m)
	0+983,26	-	-	-
38	1+004,47	0,06	0,60	0,10
39	1+028,65	0,24	0,60	0,40
40	1+049,80	0,1	0,60	0,17
41	1+070,08	0,15	0,60	0,25
42	1+092,42	0,31	0,60	0,52
43	1+118,27	0,44	0,60	0,73
44	1+144,68	0,06	0,60	0,10
45	1+167,97	0,05	0,60	0,08
46	1+193,94	0,05	0,60	0,08
47	1+219,86	0,04	0,60	0,07
48	1+243,33	0,07	0,60	0,12
49	1+271,36	0,15	0,60	0,25
50	1+295,38	0,23	0,60	0,38
51	1+323,60	0,07	0,60	0,12
52	1+348,92	0,15	0,60	0,25
53	1+371,40	0,08	0,60	0,13
54	1+393,78	0,05	0,60	0,08
55	1+419,00	0,04	0,60	0,07

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

4.3.4. Estimación del diámetro de la tubería a utilizar.

Para permitir el paso de un caudal mayor en una misma sección transversal, se debe aumentar la capacidad y eficiencia de los subdrenajes, a través del uso de tuberías perforadas o ranuradas. Por tanteo se asume un diámetro de tubería PVC de 4'' el cual se verifica por medio de la ecuación de Manning. (Ver Tabla 16).

La expresión de Manning es la siguiente:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

Q: Caudal Total drenado (m³/s)

A: Área de la sección transversal de la tubería en m²

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

n: Coeficiente de rugosidad de Manning con un parámetro en función del material de 0.013 para tuberías perforadas tipo empleadas en sistema de subdrenajes (Manual PAVCO Geosintéticos Novena Edición, 2012).

R: Radio hidráulico de la sección transversal de la tubería (A/ P)

S: Pendiente del subdrenaje.

Tabla 16: Calculo para el diseño de tubería del subdrenaje tramo I1-I2.

DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I1-I2									
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia									
Tramo	Progresiva	S %	Qt (m3/s)	n	φ (mm)	Área (m2)	Rh (m)	Qcap (m3/s)	Vc (m/s)
	0+983,26	-							
38	1+004,47	-1,787	0,00066	0,013	110	0,00950	0,028	0,0090	0,95
39	1+028,65	-0,48						0,0047	0,49
40	1+049,80	1,116						0,0071	0,75
41	1+070,08	0,74						0,0058	0,61
42	1+092,42	0,367						0,0041	0,43
43	1+118,27	0,259						0,0034	0,36
44	1+144,68	1,833						0,0091	0,96
45	1+167,97	2,177						0,0099	1,04
46	1+193,94	2,337						0,0103	1,08
47	1+219,86	2,569						0,0108	1,14
48	1+243,33	-1,576						0,0085	0,89
49	1+271,36	-0,76						0,0059	0,62
50	1+295,38	0,5						0,0048	0,51
51	1+323,60	1,627						0,0086	0,91
52	1+348,92	-0,782						0,0060	0,63
53	1+371,40	-1,521						0,0083	0,87
54	1+393,78	-2,172						0,0099	1,04
55	1+419,00	-2,561						0,0108	1,14

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Ver Apéndice A. Tablas de los siguientes tramos de estudio de acuerdo al diseño de tuberías.

4.3.5. Cálculo Hidráulico para la Escogencia del Geotextil

Se deben tomar en cuenta diferentes factores hidráulicos para la escogencia del geotextil a utilizar, debido a que este depende de la cantidad de flujo volumétrico que puede pasar por unidad de área, es decir la tasa de flujo que va a pasar por el mismo, por el cual se deben evaluar los siguientes factores que darán como resultado en geotextil a utilizar:

- Permittividad ultima.
- Permittividad requerida.
- Permittividad admisible.

Cada uno de estos factores son de sumo interés su evaluación, consideración y chequeo para establecer de forma adecuada el tipo de geotextil requerido en el sistema de subdrenaje en estudio.

❖ Permittividad Última.

La Permittividad es un dato por el fabricante, pero también puede ser otorgada por corroboración de la siguiente manera. (Ver Tabla 17).

Dónde:

$$\psi = \frac{K}{t}$$

Ψ : Permittividad Última

K: Permeabilidad del Geocompuesto

T: Espesor del Geotextil

Se evalúa el tramo I4-I5 ya el mismo presenta el mayor gasto de diseño.

Tabla 17: Cálculo de Permittividad última del geotextil tramo I4-I5.

PERMITTIVIDAD ULTIMA			
Geotextiles No Tejidos	NT 3000	NT 4000	NT 5000
K	0,27	0,20	0,22
t	1,80	2,00	2,20
ψ_{ult}	0,15	0,10	0,10

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

❖ **Permitividad Requerida.**

Cuando se usan geotextiles como medios filtrantes para grandes caudales, se debe revisar la cantidad de flujo volumétrico que puede pasar por unidad de área (tasa de flujo), en el plano normal al geotextil, frente a la cantidad de flujo volumétrico a evacuar por metro línea, se debe evaluar la Permitividad requerida en función del caudal total que se requiere pasar por el filtro. (Ver Tabla 18).

Dónde:

$$\psi_{req} = \frac{Qt}{\Delta h * H * L}$$

ψ_{req} : Permitividad requerida.

Qt: Caudal por tramo.

Δh : Cabeza hidráulica, que es igual a la altura del subdrenaje.

H: Altura del subdren.

L: Longitud del tramo de drenaje.

Tabla 18: Permitividad requerida del geotextil tramo I4-I5.

PERMITIVIDAD REQUERIDA				
Qt (m3/s)	L (m)	H (m)	Δh	ψ_{req}
9,09E-04	50,00	0,80	0,80	2,84E-05

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

❖ **Permitividad Admisible.**

Para el cálculo de la permitividad admisible, es necesario tomar en cuenta la permitividad última, que es aportada por el fabricante y los factores de reducción que se disponen según el tipo de proyecto. (Ver Figura 46 y Tabla 19).

Dónde:

$$\psi_{adm} = \frac{\psi_{ult}}{(FR_{scb} * FR_{cr} * FR_{in} * FR_{cc} * FR_{bc})}$$

ψ_{adm} : Permitividad admisible.

ψ_{ult} : Permitividad última.

FR_{SCB}: Factor de reducción por y taponamiento.

FR_{CR}: Factor de reducción por creep o fluencia.

FR_{IN}: Factor de reducción por intrusión.

FR_{CC}: Factor de reducción por colmatación química.

FR_{BC}: Factor de reducción por colmatación biológica.

Área	Colmatación	Reducción de vacíos por Creep	Intrusión en los vacíos	Colmatación Química	Colmatación Biológica
	FR _{SCB}	FR _{CR}	FR _{IN}	FR _{CC}	FR _{BC}
Filtros en el espaldón de muros de contención	2.0 a 4.0	1.5 a 2.0	1.0 a 1.2	1.0 a 1.2	1.0 a 1.3
Sistema de subdrenaje	2.0 a 10.0	1.0 a 1.5	1.0 a 1.2	1.2 a 1.5	2.0 a 4.0
Filtros de control de erosión	2.0 a 10.0	1.0 a 1.5	1.0 a 1.2	1.0 a 1.2	2.0 a 4.0
Filtros en rellenos sanitarios	2.0 a 10.0	1.5 a 2.0	1.0 a 1.2	1.2 a 1.5	2.0 a 5.0
Drenaje por gravedad	2.0 a 4.0	2.0 a 3.0	1.0 a 1.2	1.2 a 1.5	1.2 a 1.5
Drenaje por presión	2.0 a 3.0	2.0 a 3.0	1.0 a 1.2	1.1 a 1.3	1.1 a 1.3

Figura 46: Factor de reducción para geotextiles en aplicaciones de drenaje.

Fuente: Manual geosintéticos PAVCO (2012)

Luego de obtenidos los valores de la tabla para cada factor de reducción, se procedió al cálculo de la permitividad admisible descrito a continuación.

Tabla 19: Permitividad admisible del geotextil tramo I4-I5.

PERMITIVIDAD ADMISIBLE			
Geotextiles NT	NT 3000	NT 4000	NT 5000
ψ_{ult}	0,15	0,10	0,10
FR _{SCB}	2		
FR _{CR}	1,25		
FR _{IN}	1,1		
FR _{CC}	1,25		
FR _{BC}	2		
ψ_{adm}	0,0218	0,0145	0,0145

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

4.3.6. Factor de Seguridad Global.

Finalmente se compara la permitividad admisible con la requerida para determinar el factor de seguridad global. (Ver Tabla 20).

Dónde:

$$FSg = \frac{\psi_{adm}}{\psi_{req}}$$

$FSg > 1.0$

FSg: Factor de seguridad global.

ψ_{adm} : Permitividad admisible.

ψ_{req} : Permitividad requerida.

Tabla 20: Factor de seguridad global del geotextil tramo I4-I5.

FACTOR DE SEGURIDAD GLOBAL			
Geotextil NT	ψ_{adm}	ψ_{req}	FSg
3000	0,0218	2,84E-05	7,68E+02
4000	0,0145		5,11E+02
5000	0,0145		5,11E+02

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

4.3.7. Evaluación del geotextil a Usar en el Filtro.

El filtro evita una excesiva migración de partículas de suelo y simultáneamente permite el paso del agua, lo anterior implica que el geotextil debe tener una abertura aparente máxima adecuada para retener el suelo, cumpliendo simultáneamente con un valor mínimo admisible de permeabilidad que permita el paso del flujo de una manera eficiente a la geored. Para la selección del geotextil hay que tener en cuenta la resistencia a la colmatación y durabilidad.

La metodología de diseño, consiste en revisar, cuál de los geotextiles, satisface las características hidráulicas y mecánicas que resulten de la revisión de los criterios de diseño que se presentan a continuación:

❖ Criterio de Retención

Asegura que las aberturas sean lo suficientemente pequeñas para evitar la migración del suelo hacia el medio drenante o hacia donde se dirige el flujo. De acuerdo con lo establecido en "Geotextiles Engineering Manual" de la Federal Highway Administration (FHWA) y basados en los criterios de retención de Christopher y Holtz (1989), Carroll (1983), un geotextil debe cumplir con la siguiente condición. (Ver Tabla 21).

Dónde:

TAA: Es el tamaño de abertura aparente, dato suministrado por el fabricante corresponde a la abertura de los espacios libres (mm).

D85: Tamaño de partículas (mm) corresponde al 85% de suelo que pasa al ser tamizado.

B: Coeficiente que depende del tipo de geotextil.

Para geotextiles no tejidos: B= 1,8

Tabla 21: Criterio de retención en la escogencia del geotextil tramo I4-I5.

CRITERIO DE RETENCIÓN					
Geotextil NT	TAA	D85	B	D85*B	TAA < D85*B
3000	0,150	9,50	1,80	17,10	CUMPLE
4000	0,106	9,50	1,80	17,10	CUMPLE
5000	0,125	9,50	1,80	17,10	CUMPLE

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

❖ **Criterio de Permeabilidad.**

Se debe permitir un adecuado flujo del agua a través del geotextil considerando su habilidad para esto. Para la estimación del criterio de permeabilidad existen dos condiciones, siendo la primera una condición de flujo estable y la segunda es condiciones de flujo crítico, como se busca un correcto desempeño del diseño a largo plazo reduciendo riesgos la estimación se hará por condiciones de flujo crítico. (Ver Tabla 22).

Dónde:

$$K_g > 10 * K_s$$

K_g: Permeabilidad del geotextil.

K_s: Permeabilidad del suelo.

Tabla 22: Criterio de permeabilidad en la escogencia del geotextil tramo I4-I5.

CRITERIO DE PERMEABILIDAD				
Geotextil NT	Kg	Ks	10*Ks	Kg > 10*KS
3000	0,27	2,38E-03	2,38E-02	CUMPLE
4000	0,20	2,38E-03	2,38E-02	CUMPLE
5000	0,22	2,38E-03	2,38E-02	CUMPLE

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

❖ **Criterio de Colmatación.**

Este criterio está relacionado con la porosidad del geotextil, lo cual incide en forma directa en la permeabilidad, por cuanto a menor porosidad el riesgo de incrustación de partículas de material en el geotextil se incrementa. Para este efecto, en general se emplean los geotextiles no tejidos por presentar una mayor resistencia a la colmatación.

Los geotextiles con una mayor resistencia a la colmatación, son los geotextiles no tejidos punzonados por agujas, en los cuales el riesgo a que se taponen gran parte de sus orificios es muy bajo debido al espesor que poseen y a los altos valores de porosidad que presentan.

Debido a que el geotextil a utilizar para el diseño del proyecto es un geotextil no tejido la porosidad de los geotextiles no tejidos punzonados por agujas son superiores al 80%, por lo tanto, este tipo de geotextiles cumplen con este criterio.

❖ **Criterio de Durabilidad.**

Este criterio se basa en la resistencia que debe tener un geotextil en el tiempo, bien sea por ataque químico, biológico o por intemperismo. Los geotextiles por ser un material fabricado de polipropileno, no son biodegradables, son altamente resistentes al ataque químico como por ejemplo en el manejo de lixiviados.

No se recomienda el uso de los geotextiles como sistemas de drenaje en sitios donde vayan a quedar expuestos a los rayos ultravioleta por un tiempo prolongado. Donde por razones de instalación y funcionamiento los geotextiles estén expuestos al ataque de los rayos ultravioleta, estos deberán estar fabricados por compuestos, que le proporcionan una alta resistencia a la degradación UV.

❖ **Criterio de Supervivencia.**

El geotextil en el proceso de instalación y a lo largo de su vida útil puede estar sometido a unos esfuerzos, en los cuales deben ser soportados por el mismo, de tal manera que no afecten drásticamente sus propiedades físicas, hidráulicas y físicas.

El geotextil debe tener unos valores mínimos de resistencia mecánica con el objeto que soporte las actividades de instalación y manipulación. Estas propiedades

son: resistencia a la tensión, resistencia al punzonamiento, resistencia al estallido y resistencia al rasgado. (Ver Tabla 23).

Tabla 23: Rango de propiedades representativas de geotextiles utilizadas para filtro.

	Resistencia a la Tensión	Elongación Máxima	Caudal de Flujo	Peso Unitario
Geotextil	kN/m	%	l/m ² /s	g/m ³
TEJIDOS				
Monofilamento	20 a 80	5 a 35	25 a 2000	150 a 300
Hilo	40 a 800	5 a 30	20 a 80	250 a 1300
Cinta	8 a 90	15 a 20	5 a 15	100 a 200
NO TEJIDOS				
Punzonado	7 a 90	50 a 80	25 a 200	150 a 2000
Fundido	3 a 25	20 a 60	25 a 150	70 a 350
Con Resina	4 a 30	30 a 50	20 a 100	130 a 800

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

4.3.8. Geotextil Adecuado para el Diseño.

Ahora se procedió a seleccionar el tipo de filtro a utilizar, que garantice suficiente capacidad de descarga como para eliminar rápida y eficazmente las aguas que se colecten, sin que se generen fuerzas de filtración o presiones perjudiciales.

Se ha realizado una comparación de tres geotextiles para verificar cual se adecua mejor al diseño necesario para nuestra vialidad en estudio. Todos los factores verificados cumplen con la condición, pero hemos descartado el geotextil NT 3000 ya que no cumple con la función de estabilización.

Por los cálculos y criterios demostrados se ha seleccionado el geotextil NT 4000, se considera el más adecuado ya que cumple con las propiedades mecánicas, hidráulicas y físicas, para una función óptima de filtración, protección, drenaje, separación y estabilización del tramo en estudio, siendo un diseño más económico ya que el NT 5000 también cubre las necesidades de la vialidad. (Ver Tabla 24).

De igual forma es importante resaltar que es finalmente un estudio de factibilidad técnico y económico quien determina el geotextil adecuado a ser empleado.

Tabla 24: Especificaciones Técnicas Geotextiles Rango NT 3000-NT 5000

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	UNIDAD	NT 3000	NT 4000	NT 5000
Método Grab Resistencia a la tensión Elongación	ASTM D4632	N (lb) %	830 (187) >50	1080 (243) >50	1165 (262) >50
Resistencia al punzonamiento	ASTM D4833	N (lb)	440 (100)	590 (134)	700 (159)
Método CBR Resistencia al punzonamiento	ASTM D6241	kN	2.4	3.1	3.4
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D4533	N (lb)	315 (71)	360 (81)	420 (94)
Método Mullen Burst Resistencia al Estallido	ASTM D3786	kPa (psi)	2208 (320)	2829 (410)	3174 (460)
PROPIEDADES HIDRÁULICAS	NORMA	UNIDAD	NT 3000	NT 4000	NT 5000
Tamaño de abertura aparente	ASTM D4751	mm (N. tamiz)	0.125 (120)	0.09 (170)	0.09 (170)
Permeabilidad	ASTM D4491	cm/s	35x10 ⁻²	26x10 ⁻²	24x10 ⁻²
Permitividad	ASTM D4491	s ⁻¹	1.8	1.2	1.0
Tasa de flujo	ASTM D4491	L/min/m ²	4980	3440	3160
Retención de asfalto	ASTM D6140	L/m ²	N.A	N.A	N.A
PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	UNIDAD	NT 3000	NT 4000	NT 5000
Espesor	ASTM D5199	mm	2.0	2.2	2.4
Resistencia UV @ 500 horas	ASTM D4355	%	>70	>70	>70
Punto de fusión	ASTM D276	°C	N.A	N.A	N.A
Rollo ancho	Medido	m	3.5*3.8*4.0	3.5*3.8*4.0	3.5*3.8*4.0
Rollo largo	Medido	m	120	130	120
Rolo área	Calculado	m ²	420*456*480	455*494*520	420*456*480
FUNCIÓN DEL GEOTEXTIL	NORMA	UNIDAD	NT 3000	NT 4000	NT 5000
Filtración			X	X	X
Drenaje			X	X	X
Protección			X	X	X
Separación			X	X	X
Estabilización				X	X
Pavimentación					

Fuente: De Jesus y Ospino (2020). Basado en el Manual geosintéticos PAVCO (2012).

4.3.9. Consideraciones generales respecto empleo de las tuberías perforadas.

No conviene perforar la parte superior del tubo, pues ello favorecería la entrada de partículas finas del material filtro, tampoco conviene colocar perforaciones en la parte más baja del tubo, pues se propiciaría la salida del agua captada, cuando su velocidad disminuya o cuando se tenga un gasto bajo. (Ver en Figura 47).

La descarga de las aguas de lluvia captadas por sistema de subdrenaje propuesto se efectuará de manera adecuada a través de los siguientes mecanismos: a un cauce

natural, canal de drenaje, sistema de drenaje existente o área verde inundable donde no genere afectaciones de ningún tipo. Considerando que ya se dispone un sistema de drenaje en la Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo; pero por limitaciones de que eso ya corresponde a un estudio que requiere tiempo y esfuerzo, no pudo efectuarse un estudio detallado del mismo; se deberá considerar la descarga en el canal de aguas de lluvia, colector de drenaje existente siempre y cuando el mismo se encuentre presente y se posibilite dicha conexión entre los sistemas de drenaje. Además es importante considerar que por el propio mecanismo de funcionamiento de la zanja de subdrenaje, el sistema podría recolectar el agua de tal manera que cuando cese la precipitación por condición propia la misma percole en el suelo adyacente a la zanja de subdrenaje, ya que la pendiente definida en el sistema y la tubería de drenaje proyectada permitirían la conducción del gasto a un punto bajo de acuerdo al perfil longitudinal de la vía; garantizando el objetivo primordial que es el desalojar el agua de la estructura vial.

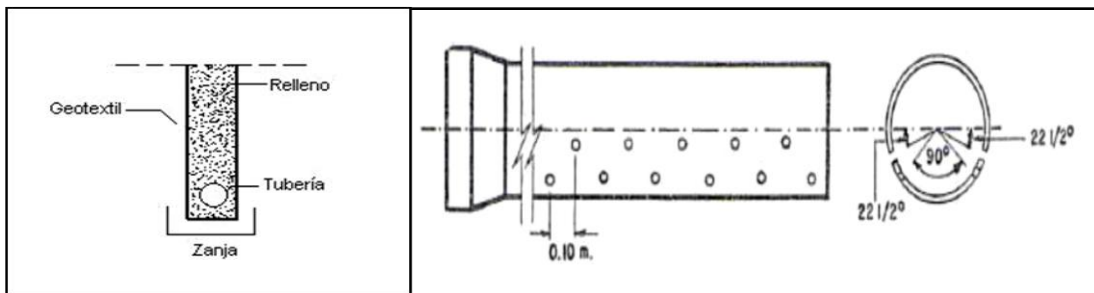


Figura 47: Esquema perforación de tuberías de subdrenajes.

Fuente: Rico Alfonso (2005)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Luego de efectuado el presente estudio y analizadas las diferentes variables correspondientes al diseño de un sistema de subdrenaje en la Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo, se evidencia la factibilidad de implementar este tipo de sistema de drenaje profundo, esto en base a la facilidad de implementar el mismo y siendo un sistema complementario al sistema de drenaje existente en la vialidad.

En base a una sencillo integración con los sistemas de drenajes superficiales el diseño objeto de la presente investigación representa una opción adecuada para en conjunto con las estructuras existentes drenar los excedentes de agua de la vialidad en estudio.

De acuerdo al diagnóstico la vialidad la cual abarca un total de 3.120,83 m (3,12 Km) el punto de referencia I0: Entrada Ciudad Chávez y finaliza en la I5: Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, el cual presenta pendientes variables que se encuentran en el rango de 0,235% a 3,701%. Se adopta el criterio de efectuar el estudio de tramos de longitud delimitados cada 50,00 metros con el empleo de tanquillas de aguas pluviales de concreto, las cuales permitirán la descarga de las aguas ya sea al sistema de drenaje existente, canales transversales de drenaje, áreas verdes inundables y de forma indirecta por la cercanía a la vía en estudio al cauce del río Cabriales. El tipo de vialidad corresponde a una estructura vial en dirección ambos sentidos; con dos carriles por sentido, y se presenta hombrillo en el tramo I4-I5 (Entrada CICPC Plaza de Toros – Sector Cesar Girón); en todos los casos se encuentra presente isla central diferenciando claramente el tramo I2-I3 (Entrada Sector La Envidia – Entrada Sector A.C Los Samanes) donde se encuentra implantada una ciclovía.

El sistema de subdrenaje propuesto se ubicará de forma paralela al carril de la vialidad, cuyo ancho de la calzada es variable de acuerdo al tramo estudiado pero que fluctúa entre los 9,90 m (tramos I0-I1 y I3-I4), los 10,30 m (tramos I1-I2 y I2-I3) y los 14,20 m para el tramo I4-I5.

En base al estudio geotécnico de referencia se establece claramente la no presencia del nivel freático hasta una profundidad de 12 metros (perforaciones P4 y P5); pero considerando la proximidad al río Cabriales el estudio deja bien claro que el sector donde se ubica la vialidad es susceptible de sufrir fluctuaciones en el nivel de las aguas, lo cual puede ocasionar lavado del material fino. En base a este punto se efectuó el diseño no considerando el gasto de abatimiento del nivel freático en vista de que lo reflejado en el estudio y comparando con otros estudios de la zona lo ubican por debajo de la rasante del subdren.

En referencia al estudio hidrológico, se efectuaron los cálculos para la obtención de los tiempos de concentración los cuales son necesarios para el patrón de diseño en el drenaje vial. En la determinación del periodo de retorno para el subdrenaje diferentes autores y bibliografías consideran un rango de valores en función de la naturaleza e importancia del mismo, en el presente estudio se consideró un periodo de retorno (T_r) de 10 años, esto con la finalidad de obtener un dimensionamiento del sistema el cual permite manejar gastos acordes a los generados por eventos de precipitación anteriores registrados en la zona, sin que ello cause impacto apreciable en los factores técnicos y económicos. Respecto a la duración de la lluvia en base a la información del tiempo de concentración y en recopilación de diversas fuentes presentan variabilidad de criterios en el presente estudio se consideró una duración de 120 minutos. Para determinar el valor del I_r se empleó la información pluviométrica suministrada por el INAMEH para la estación Valencia GFV, en el cual se obtiene el valor de la precipitación máxima horaria de 69,80 mm/h para luego proceder a la determinación del gasto de diseño del sistema de subdrenaje.

En la escogencia del sistema de subdrenaje el presente diseño, se estableció emplear un subdrenaje longitudinal del tipo zanja drenante. La razón del mismo es la

facilidad de construcción, eficiencia y simplicidad; estando conformado por una excavación, la colocación de un geotextil como medio de filtro, un medio drenante conformado por grava y en la parte inferior una tubería perforada para evacuar el agua captada.

La longitud de los tramos de estudio se determinó en 50,00 m lo cual permite uniformizar los gastos que se manejan para establecer dentro del diseño una sección transversal constante para la zanja del subdren la cual será de un ancho de 0.60 m y una profundidad de 0,80 metros, la consideración de uniformizar el sistema es mantener una sección mínima que simplifique la construcción. El ancho viene determinado por el valor mínimo de la pala del equipo retroexcavador y la profundidad mínima para garantizar la seguridad de la tubería del subdren. El material drenante será grava con tamaño uniforme de 19 mm (3/4") lo cual representa un material drenante acorde a las necesidades del sistema. A su vez la tubería del subdren arroja un diámetro de 4" (110 mm) la cual será del tipo PVC perforada. Respecto a este particular podría emplearse una tubería de menor diámetro, pero se considera este valor debido a la importancia de la Avenida Paseo Monumental, esto permitiría manejar gastos mayores a los proyectados sirviendo como sistema de drenaje subsuperficial primario para la vía en estudio, y a su vez, como complemento a las estructuras de drenaje convencionales existentes en la zona.

En referencia al tipo de geotextil determinado en el diseño luego de evaluar los diferentes parámetros (retención, permeabilidad, colmatación y supervivencia) para la escogencia del mismo, será del tipo no tejido NT 4000 en base al criterio de que otros modelos de geotextil igualmente cumplen; pero este en base a criterios técnicos y económicos es el más adecuado para el sistema propuesto. Los geotextiles no tejidos no intervienen en la permeabilidad del tipo de suelo que se presente.

Finalmente se puede concluir que un buen manejo del agua en las estructuras viales conlleva a una reducción notable de los costos por mantenimiento de la misma, recalcando la importancia que el subdrenaje tiene independientemente de los costos que acarrea la implementación de dicho sistema.

5.2. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se establecen las siguientes recomendaciones:

- Por la cercanía que presenta la vialidad estudiada respecto al cauce del río Cabriales, se hace necesario un estudio de áreas de inundación; para con ello efectuar un estudio integral de todos los sistemas de drenaje existentes, para evitar problemas que puedan generar la crecida de dicho curso de agua.
- Establecer planes de mantenimiento preventivo y/o correctivo aplicable a la infraestructura hidráulica de recolección de aguas pluviales, para con esto evitar el deterioro y deficiente funcionamiento de los sistemas lo que se traduce en anegaciones de la vialidad causando atascos de tráfico y deteriorando la estructura vial, dicho deterioro considerando que el agua es una de los factores críticos en la durabilidad del pavimento.
- Establecer la importancia de la implementación de sistemas de subdrenajes en los proyectos de vialidad desde la etapa de concepción del mismo, es más que evidente que un sistema de subdrenaje es conveniente y beneficioso, pero se hace marcada la tendencia de indicar que el mismo representa un costo y en muchos casos se establece que es elevado, entonces no se considera por lo cual se recomienda efectuar un estudio de comparación costos del subdrenaje vs. mantenimiento de la vialidad.
- Establecer mecanismos de actualización de documentos técnicos y de la información para lograr mecanismos de gestión integral de data, normas técnicas que permitan el desarrollo de sistemas de drenaje integrales (superficial y la inclusión de drenajes profundos).
- Adoptar un plan de gestión integral, con la integración de los organismos de competencia para su puesta en marcha para consolidar los requerimientos de la infraestructura de recolección de agua pluviales en los diferentes sectores del Municipio Valencia.

- Elaborar un estudio de factibilidad técnica con la inclusión de diversas propuestas de sistemas de recolección de aguas pluviales, como por ejemplo los SUDS (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible).

REFERENCIAS

- Aguilar, Cesar (2008). **Análisis comparativo entre sistemas de drenajes con geosintéticos versus sistemas de drenajes naturales para muros de contención.** Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile.
- Arias, F. (2006). **El Proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica.** Quinta edición. Editorial Episteme, Caracas.
- Arocha, Simón (1983). **Cloacas y drenajes.** Caracas. Editorial Ediciones Vega. Caracas. Venezuela
- Bengaray, Manuel (2001). Drenajes viales para ingenieros viales. Universidad central de Venezuela. Publicaciones del departamento de ingeniería vial. Caracas. Venezuela.
- Calle, Henry (2013). **Estudio de drenaje superficial y subdrenaje para la estabilización del macrodeslizamiento de puente Loma de la vía Lentag-Rio San Francisco de 50 km de longitud ubicada en la provincia del Azuay.** Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Chávez, Nilda (2007) **Introducción a la investigación educativa.** Editorial Colección general. Maracaibo. Venezuela.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (30 de diciembre de 1999). Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36860
- Falcón y Herrera (2005) **Análisis del dato estadístico** (Guía didáctica), Universidad Bolivariana de Venezuela. Caracas. Venezuela.
- Hernandez, O y Macero, T (2018). **Implementación de sistema de subdrenaje de aguas pluviales Av. Paseo Valencia, tramo Kayson- Av. Sesquicentenario, Municipio Valencia. Estado Carabobo.** Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad Jose Antonio Páez (UJAP). Venezuela.

- Lastra M, y Jorge H. (2013). **Evaluación del sistema de drenaje urbano de la Avenida Lara en la zona central de Valencia, Estado Carabobo, con respecto a los últimos registros pluviales de la zona.** Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Marín, Elizabeth y Pérez, Ivette (2014). **Drenaje y subdrenaje en carreteras.** Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil. Instituto Politécnico Nacional. Escuela superior de ingeniería y arquitectura unidad Zacatenco. México D.F.
- Méndez, Carlos (2007). **Metodología de la investigación.** Cuarta edición.
- Monroy, Francisco (2010). **Diseño de sistemas de subdrenaje con elementos filtrantes en obras viales.** Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Morales, J (2017). **Plan maestro de drenaje de aguas de lluvia para la ciudad de Punto Fijo en el Municipio Carirubana Estado Falcón.** Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad Rafael Urdaneta. Venezuela.
- Orozco Mónica (2007). **Sistemas de subdrenaje en obras de estabilización.** Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil. Escuela colombiana de ingeniera Julio Garavito. Bogotá. Colombia
- PAVCO (2005). **Manual de diseño con geosintéticos.**
- PAVCO (2012). **Manual de diseño con geosintéticos.** Novena edición.
- Pocaterra, A. Técnicas de la construcción. (2020). Carabobo. Venezuela.
- Tamayo, M. (2003). El proceso de la investigación científica. Cuarta edición. México D.F, México: Editorial Limusa, S.A de C.V. Grupo Noriega Editores.

Apéndice A: Tablas de Resultados del Diseño de Sistema de Subdrenaje (SDSD) de Aguas Pluviales para los tramos de la vialidad en estudio.

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS
PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO
VALENCIA, EDO. CARABOBO.**

Autor (es): De Jesús M, Frede
C.I: V – 19.555.687
Ospino G, Jorge L
C.I: V- 19.756.290

San Diego, Octubre de 2020.

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pág.
A1. Análisis de variación de pendiente (Tramo I0 – I1).....	105
A2. Análisis de variación de pendiente (Tramo I1 – I2).....	106
A3. Análisis de variación de pendiente (Tramo I2 – I3).....	107
A4. Análisis de variación de pendiente (Tramo I3 – I4).....	107
A5. Análisis de variación de pendiente (Tramo I4 – I5).....	109
A6. Dirección del sentido de drenaje (Tramo I0 – I1).	110
A7. Dirección del sentido de drenaje (Tramo I1 – I2)	111
A8. Dirección del sentido de drenaje (Tramo I3 – I4)	112
A9. Dirección del sentido de drenaje (Tramo I3 – I4).	113
A10. Dirección del sentido de drenaje (Tramo I4 – I5)	114
A11. Determinación de parámetros para el cálculo del tiempo de concentración y cálculo del tiempo de concentración (Tramo I0 – I1)	116
A12. Determinación de parámetros para el cálculo del tiempo de concentración y cálculo del tiempo de concentración (Tramo I1 – I2)	117
A13. Determinación de parámetros para el cálculo del tiempo de concentración y cálculo del tiempo de concentración (Tramo I2 – I3).	118
A14. Determinación de parámetros para el cálculo del tiempo de concentración y cálculo del tiempo de concentración (Tramo I3 – I4)	119
A15. Determinación de parámetros para el cálculo del tiempo de concentración y cálculo del tiempo de concentración (Tramo I4 – I5).	120
A16. Gasto de infiltración por tramos	121
A17. Gasto total de diseño.	121
A18. Área transversal de la zanja de subdrenaje (Tramo I0 – I1).....	121
A19. Área transversal de la zanja de subdrenaje (Tramo I1 – I2).....	123
A20. Área transversal de la zanja de subdrenaje (Tramo I2 – I3).....	123
A21. Área transversal de la zanja de subdrenaje (Tramo I3 – I4).....	124
A22. Área transversal de la zanja de subdrenaje (Tramo I4 – I5).....	126
A23. Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje (Tramo I0 – I1)	127

A24.	Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje (Tramo I1 – I2).	128
A25.	Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje (Tramo I2 – I3).	129
A26.	Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje (Tramo I3 – I4)	129
A27.	Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje (Tramo I4 – I5).	131
A28.	Cálculo para el diseño de tuberías del subdrenaje (Tramo I0 – I1).....	132
A29.	Cálculo para el diseño de tuberías del subdrenaje (Tramo I1 – I2).....	133
A30.	Cálculo para el diseño de tuberías del subdrenaje (Tramo I2 – I3).....	134
A31.	Cálculo para el diseño de tuberías del subdrenaje (Tramo I3 – I4).....	135
A32.	Cálculo para el diseño de tuberías del subdrenaje (Tramo I4 – I5).....	137

A1. Análisis de variación de pendiente (Tramo I0 – I1).

ANÁLISIS VARIACIÓN DE PENDIENTES VIALIDAD TRAMO I0-I1						
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza						
Progresiva	Distancia (km)	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)	S m/m	S %
0+000	0,0000000	0,00	0,00	443,426	-	-
0+025,07	0,0250664	25,07	25,07	443,276	-0,005983247	-0,598
0+051,58	0,0515796	26,51	51,58	442,615	-0,024933987	-2,493
0+077,57	0,0775676	25,99	77,57	441,653	-0,037014236	-3,701
0+103,63	0,1036349	26,06	103,63	441,310	-0,013161934	-1,316
0+130,32	0,1303208	26,69	130,32	440,995	-0,011802173	-1,180
0+160,51	0,1605149	30,19	160,51	440,848	-0,004869162	-0,487
0+192,37	0,1923735	31,86	192,37	441,307	0,01440678	1,441
0+226,65	0,2266494	34,28	226,65	441,781	0,013827305	1,383
0+260,38	0,2603816	33,73	260,38	442,081	0,00889416	0,889
0+288,95	0,2889469	28,57	288,95	441,864	-0,00759538	-0,760
0+319,36	0,3193582	30,41	319,36	441,525	-0,011147649	-1,115
0+346,72	0,3467179	27,36	346,72	441,458	-0,00244883	-0,245
0+375,60	0,3756011	28,88	375,60	441,806	0,012049861	1,205
0+402,91	0,4029098	27,31	402,91	442,780	0,035664592	3,566
0+430,82	0,4308191	27,91	430,82	443,631	0,030490863	3,049
0+462,67	0,4626671	31,85	462,67	444,356	0,022762951	2,276
0+488,97	0,4889682	26,30	488,97	444,772	0,01581749	1,582
0+513,35	0,5133453	24,38	513,35	444,986	0,008777687	0,878
0+540,72	0,5407232	27,37	540,72	444,191	-0,029046401	-2,905
0+568,88	0,5688768	28,16	568,88	443,465	-0,02578125	-2,578
0+597,05	0,5970477	28,17	597,05	442,835	-0,022364217	-2,236
0+630,23	0,6302324	33,18	630,23	442,199	-0,019168174	-1,917
0+666,91	0,6669099	36,68	666,91	441,315	-0,024100327	-2,410
0+693,22	0,6932158	26,31	693,22	440,721	-0,022576967	-2,258
0+722,77	0,7227739	29,55	722,77	440,165	-0,018815567	-1,882
0+751,73	0,7517302	28,96	751,73	440,439	0,009461326	0,946
0+773,07	0,7730685	21,34	773,07	440,827	0,018181818	1,818
0+798,87	0,7988735	25,80	798,87	441,278	0,01748062	1,748
0+820,66	0,820659	21,79	820,66	441,590	0,014318495	1,432
0+843,90	0,8439028	23,24	843,90	441,534	-0,002409639	-0,241
0+866,76	0,8667607	22,86	866,76	441,471	-0,002755906	-0,276

CONTINUACIÓN ... ANÁLISIS VARIACIÓN DE PENDIENTES VIALIDAD TRAMO IO-I1						
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza						
Progresiva	Distancia (km)	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)	S m/m	S %
0+887,85	0,8878515	21,09	887,85	441,345	-0,005974395	-0,597
0+911,59	0,9115925	23,74	911,59	441,273	-0,003032856	-0,303
0+928,25	0,9282518	16,66	928,25	441,221	-0,003121248	-0,312
0+947,12	0,9471228	18,87	947,12	441,094	-0,00673026	-0,673
0+966,75	0,966749	19,63	966,75	440,880	-0,010901681	-1,090
0+983,26	0,9832634	16,51	983,26	440,643	-0,014354936	-1,435

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A2. Análisis de variación de pendiente (Tramo I1 – I2).

ANÁLISIS VARIACIÓN DE PENDIENTES VIALIDAD TRAMO I1-I2						
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia						
Progresiva	Distancia (km)	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)	S m/m	S %
0+983,26	0,0000000	0,00	0,00	440,643	-	-
1+004,47	0,021213	21,21	21,21	440,264	-0,01786893	-1,787
1+028,65	0,0453882	24,18	45,39	440,148	-0,004797353	-0,480
1+049,80	0,0665381	21,15	66,54	440,384	0,011158392	1,116
1+070,08	0,0868201	20,28	86,82	440,534	0,00739645	0,740
1+092,42	0,1091649	22,34	109,16	440,616	0,003670546	0,367
1+118,27	0,135012	25,85	135,01	440,683	0,002591876	0,259
1+144,68	0,1614164	26,41	161,42	441,167	0,018326392	1,833
1+167,97	0,184706	23,29	184,71	441,674	0,021769	2,177
1+193,94	0,2106794	25,97	210,68	442,281	0,023373123	2,337
1+219,86	0,2365984	25,92	236,60	442,947	0,025694444	2,569
1+243,33	0,2600719	23,47	260,07	442,577	-0,015764806	-1,576
1+271,36	0,2880965	28,03	288,10	442,364	-0,007599001	-0,760
1+295,38	0,3121242	24,02	312,12	442,484	0,004995837	0,500
1+323,60	0,3403449	28,22	340,34	442,943	0,01626506	1,627
1+348,92	0,3656577	25,32	365,66	442,745	-0,007819905	-0,782
1+371,40	0,388137	22,48	388,14	442,403	-0,015213523	-1,521
1+393,78	0,4105174	22,38	410,52	441,917	-0,021715818	-2,172
1+419,00	0,4357356	25,22	435,74	441,271	-0,025614592	-2,561

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A3. Análisis de variación de pendiente (Tramo I2 – I3).

ANÁLISIS VARIACIÓN DE PENDIENTES VIALIDAD TRAMO I2-I3						
I2: Entrada Sector La Envidia-I3: Entrada A.C Los Samanes						
Progresiva	Distancia (km)	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)	S m/m	S %
1+419,00	0,0000000	0,00	0,00	441,271	-	-
1+456,95	0,0379518	37,95	37,95	441,814	0,0143083	1,431
1+482,29	0,0632938	25,34	63,29	442,284	0,018547751	1,855
1+506,69	0,0876867	24,40	87,69	442,750	0,019098361	1,910
1+529,29	0,110289	22,60	110,29	443,350	0,026548673	2,655
1+550,18	0,1311806	20,89	131,18	443,993	0,030780278	3,078
1+574,76	0,155762	24,58	155,76	444,771	0,031651749	3,165
1+602,73	0,1837301	27,97	183,73	445,698	0,033142653	3,314
1+638,68	0,2196845	35,95	219,68	445,260	-0,012183588	-1,218
1+673,65	0,2546512	34,97	254,65	444,375	-0,025307406	-2,531
1+701,11	0,2821082	27,46	282,11	443,771	-0,02199563	-2,200
1+729,51	0,3105081	28,40	310,51	443,625	-0,005140845	-0,514
1+753,89	0,334891	24,38	334,89	443,560	-0,00266612	-0,267
1+779,01	0,3600123	25,12	360,01	443,500	-0,002388535	-0,239
1+803,47	0,3844723	24,46	384,47	443,567	0,002739166	0,274
1+825,19	0,4061876	21,72	406,19	443,624	0,002624309	0,262
1+850,37	0,4313685	25,18	431,37	443,687	0,002501986	0,250
1+877,45	0,4584534	27,08	458,45	443,803	0,004283604	0,428
1+902,45	0,4834479	25,00	483,45	443,947	0,00576	0,576
1+921,98	0,5029815	19,53	502,98	443,861	-0,004403482	-0,440
1+940,61	0,5216101	18,63	521,61	443,809	-0,002791197	-0,279

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A4. Análisis de variación de pendiente (Tramo I3 – I4).

ANÁLISIS VARIACIÓN DE PENDIENTES VIALIDAD TRAMO I3-I4						
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros						
Progresiva	Distancia (km)	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)	S m/m	S %
1+940,61	0,0000000	0,00	0,00	443,809	-	-
1+955,54	0,0149301	14,93	14,93	443,771	-0,002545211	-0,255
1+971,10	0,0304876	15,56	30,49	443,817	0,002956298	0,296

CONTINUACIÓN... ANÁLISIS VARIACIÓN DE PENDIENTES VIALIDAD TRAMO I3-I4						
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros						
Progresiva	Distancia (km)	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)	S m/m	S %
1+989,72	0,0491138	18,62	49,11	443,867	0,002685285	0,269
2+010,87	0,0702634	21,15	70,26	443,947	0,003782506	0,378
2+027,07	0,0864635	16,20	86,46	443,985	0,002345679	0,235
2+049,93	0,1093192	22,86	109,32	443,926	-0,002580927	-0,258
2+076,07	0,1354564	26,14	135,46	443,861	-0,002486611	-0,249
2+099,34	0,1587349	23,27	158,73	443,801	-0,002578427	-0,258
2+127,25	0,1866424	27,91	186,64	443,893	0,00329631	0,330
2+145,98	0,2053709	18,73	205,37	443,987	0,005018687	0,502
2+168,31	0,2277016	22,33	227,70	443,928	-0,002642185	-0,264
2+191,58	0,2509737	23,27	250,97	443,996	0,002922217	0,292
2+210,34	0,2697306	18,76	269,73	444,049	0,00282516	0,283
2+229,39	0,2887821	19,05	288,78	444,145	0,00503937	0,504
2+246,66	0,3060498	17,27	306,05	444,323	0,010306891	1,031
2+267,41	0,3267958	20,75	326,80	444,495	0,008289157	0,829
2+281,91	0,3413042	14,50	341,30	444,453	-0,002896552	-0,290
2+300,79	0,3601802	18,88	360,18	444,405	-0,002542373	-0,254
2+315,73	0,3751212	14,94	375,12	444,369	-0,002409639	-0,241
2+330,89	0,3902771	15,16	390,28	444,320	-0,00323219	-0,323
2+347,92	0,4073088	17,03	407,31	444,207	-0,006635349	-0,664
2+364,26	0,4236522	16,34	423,65	444,073	-0,008200734	-0,820
2+385,64	0,4450264	21,38	445,03	444,000	-0,003414406	-0,341
2+392,74	0,4521259	7,10	452,13	444,017	0,002394366	0,239
2+400,56	0,4599524	7,82	459,95	444,036	0,002429668	0,243
2+407,10	0,4664929	6,54	466,49	444,065	0,004434251	0,443
2+414,62	0,4740133	7,52	474,01	444,085	0,002659574	0,266
2+425,18	0,4845651	10,56	484,57	444,110	0,002367424	0,237
2+439,15	0,4985417	13,97	498,54	444,143	0,002362205	0,236
2+455,84	0,5152308	16,69	515,23	444,183	0,002396645	0,240
2+471,48	0,5308722	15,64	530,87	444,226	0,002749361	0,275
2+487,47	0,5468567	15,99	546,86	444,267	0,002564103	0,256
2+508,29	0,5676787	20,82	567,68	444,570	0,014553314	1,455
2+525,32	0,5847131	17,03	584,71	445,037	0,027422196	2,742
2+544,16	0,603545	18,84	603,55	445,512	0,025212314	2,521
2+563,34	0,6227267	19,18	622,73	445,951	0,022888425	2,289

CONTINUACIÓN... ANÁLISIS VARIACIÓN DE PENDIENTES VIALIDAD TRAMO I3-I4						
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros						
Progresiva	Distancia (km)	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)	S m/m	S %
2+579,66	0,6390518	16,32	639,05	446,286	0,020526961	2,053
2+598,51	0,6579034	18,85	657,90	446,475	0,010026525	1,003
2+612,06	0,6714493	13,55	671,45	446,423	-0,003837638	-0,384
2+621,40	0,6807875	9,34	680,79	446,380	-0,004603854	-0,460

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A5. Análisis de variación de pendiente (Tramo I4 – I5).

ANÁLISIS VARIACIÓN DE PENDIENTES VIALIDAD TRAMO I4-I5						
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón						
Progresiva	Distancia (km)	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)	S m/m	S %
2+621,40	0,0000000	0,00	0,00	446,380	-	-
2+632,58	0,011184	11,18	11,18	446,320	-0,005366726	-0,537
2+645,26	0,0238567	12,68	23,86	446,248	-0,005678233	-0,568
2+664,66	0,0432613	19,40	43,26	446,127	-0,006237113	-0,624
2+681,81	0,0604093	17,15	60,41	446,019	-0,006297376	-0,630
2+717,65	0,0962524	35,84	96,25	447,002	0,027427455	2,743
2+735,69	0,1142869	18,04	114,29	446,445	-0,030875831	-3,088
2+771,69	0,1502948	36,00	150,29	447,560	0,030972222	3,097
2+787,08	0,1656847	15,39	165,68	448,043	0,031384016	3,138
2+803,31	0,1819057	16,23	181,91	448,549	0,031176833	3,118
2+820,3	0,1988995	16,99	198,90	448,987	0,025779871	2,578
2+836,02	0,214619	15,72	214,62	449,215	0,014503817	1,450
2+856,00	0,2345994	19,98	234,60	449,514	0,014964965	1,496
2+874,85	0,2534507	18,85	253,45	449,797	0,015013263	1,501
2+894,55	0,2731547	19,70	273,15	450,084	0,014568528	1,457
2+911,39	0,2899939	16,84	289,99	450,295	0,012529691	1,253
2+926,28	0,304884	14,89	304,88	450,411	0,007790463	0,779
2+942,91	0,3215085	16,63	321,51	450,546	0,008117859	0,812
2+962,52	0,3411169	19,61	341,12	450,722	0,008975013	0,898
2+982,79	0,3613907	20,27	361,39	450,885	0,008041441	0,804
3+004,24	0,3828425	21,45	382,84	450,991	0,004941725	0,494
3+022,77	0,4013677	18,53	401,37	450,927	-0,003453859	-0,345

CONTINUACIÓN... ANÁLISIS VARIACIÓN DE PENDIENTES VIALIDAD TRAMO I4-I5						
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón						
Progresiva	Distancia (km)	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)	S m/m	S %
3+041,02	0,4196171	18,25	419,62	450,863	-0,003506849	-0,351
3+058,22	0,4368212	17,20	436,82	450,961	0,005697674	0,570
3+074,92	0,4535227	16,70	453,52	450,902	-0,003532934	-0,353
3+091,47	0,4700652	16,55	470,07	450,701	-0,012145015	-1,215
3+106,15	0,4847522	14,68	484,75	450,473	-0,015531335	-1,553
3+120,83	0,49943	14,68	499,43	450,279	-0,013215259	-1,322

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A6. Dirección del sentido de drenaje (Tramo I0 – I1).

DIRECCIÓN DEL SENTIDO DEL FLUJO VIALIDAD TRAMO I0-I1						
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza						
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	S (m/m)	L*S (m/m)	S Media (m/m)
	0+000	-	-	-	-	
1	0+025,07	25,07	-0,598	-0,005983247	-0,15000	-0,01606
2	0+051,58	26,51	-2,493	-0,024933987	-0,66100	
3	0+077,57	25,99	-3,701	-0,037014236	-0,96200	
4	0+103,63	26,06	-1,316	-0,013161934	-0,34300	
5	0+130,32	26,69	-1,180	-0,011802173	-0,31500	
6	0+160,51	30,19	-0,487	-0,004869162	-0,14700	
7	0+192,37	31,86	1,441	0,014406780	0,45900	0,01235
8	0+226,65	34,28	1,383	0,013827305	0,47400	
9	0+260,38	33,73	0,889	0,008894160	0,30000	
10	0+288,95	28,57	-0,760	-0,007595380	-0,21700	-0,00722
11	0+319,36	30,41	-1,115	-0,011147649	-0,33900	
12	0+346,72	27,36	-0,245	-0,002448830	-0,06700	
13	0+375,60	28,88	1,205	0,012049861	0,34800	0,02117
14	0+402,91	27,31	3,566	0,035664592	0,97400	
15	0+430,82	27,91	3,049	0,030490863	0,85100	
16	0+462,67	31,85	2,276	0,022762951	0,72500	
17	0+488,97	26,30	1,582	0,015817490	0,41600	
18	0+513,35	24,38	0,878	0,008777687	0,21400	

CONTINUACIÓN... DIRECCIÓN DEL SENTIDO DEL FLUJO VIALIDAD TRAMO I0-I1						
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza						
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	S (m/m)	L*S (m/m)	S Media (m/m)
19	0+540,72	27,37	-2,905	-0,029046401	-0,79500	-0,02302
20	0+568,88	28,16	-2,578	-0,025781250	-0,72600	
21	0+597,05	28,17	-2,236	-0,022364217	-0,63000	
22	0+630,23	33,18	-1,917	-0,019168174	-0,63600	
23	0+666,91	36,68	-2,410	-0,024100327	-0,88400	
24	0+693,22	26,31	-2,258	-0,022576967	-0,59400	
25	0+722,77	29,55	-1,882	-0,018815567	-0,55600	
26	0+751,73	28,96	0,946	0,009461326	0,27400	0,01456
27	0+773,07	21,34	1,818	0,018181818	0,38800	
28	0+798,87	25,80	1,748	0,017480620	0,45100	
29	0+820,66	21,79	1,432	0,014318495	0,31200	
30	0+843,90	23,24	-0,241	-0,002409639	-0,05600	-0,00582
31	0+866,76	22,86	-0,276	-0,002755906	-0,06300	
32	0+887,85	21,09	-0,597	-0,005974395	-0,12600	
33	0+911,59	23,74	-0,303	-0,003032856	-0,07200	
34	0+928,25	16,66	-0,312	-0,003121248	-0,05200	
35	0+947,12	18,87	-0,673	-0,006730260	-0,12700	
36	0+966,75	19,63	-1,090	-0,010901681	-0,21400	
37	0+983,26	16,51	-1,435	-0,014354936	-0,23700	

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A7. Dirección del sentido de drenaje (Tramo I1 – I2).

DIRECCIÓN DEL SENTIDO DEL FLUJO VIALIDAD TRAMO I1-I2						
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia						
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	S (m/m)	L*S (m/m)	S Media (m/m)
	0+983,26	-	-	-	-	
38	1+004,47	21,21	-1,787	-0,017868930	-0,37900	-0,01091
39	1+028,65	24,18	-0,480	-0,004797353	-0,11600	
40	1+049,80	21,15	1,116	0,011158392	0,23600	0,01464
41	1+070,08	20,28	0,740	0,007396450	0,15000	
42	1+092,42	22,34	0,367	0,003670546	0,08200	
43	1+118,27	25,85	0,259	0,002591876	0,06700	
44	1+144,68	26,41	1,833	0,018326392	0,48400	

CONTINUACIÓN... DIRECCIÓN DEL SENTIDO DEL FLUJO VIALIDAD TRAMO I1-I2						
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia						
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	S (m/m)	L*S (m/m)	S Media (m/m)
45	1+167,97	23,29	2,177	0,021769000	0,50700	0,01464
46	1+193,94	25,97	2,337	0,023373123	0,60700	
47	1+219,86	25,92	2,569	0,025694444	0,66600	
48	1+243,33	23,47	-1,576	-0,015764806	-0,37000	-0,01132
49	1+271,36	28,03	-0,760	-0,007599001	-0,21300	
50	1+295,38	24,02	0,500	0,004995837	0,12000	0,01108
51	1+323,60	28,22	1,627	0,016265060	0,45900	
52	1+348,92	25,32	-0,782	-0,007819905	-0,19800	-0,01753
53	1+371,40	22,48	-1,521	-0,015213523	-0,34200	
54	1+393,78	22,38	-2,172	-0,021715818	-0,48600	
55	1+419,00	25,22	-2,561	-0,025614592	-0,64600	

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A8. Dirección del sentido de drenaje (Tramo I2 – I3).

DIRECCIÓN DEL SENTIDO DEL FLUJO VIALIDAD TRAMO I2-I3						
I2: Entrada Sector La Envidia-I3: Entrada A.C Los Samanes						
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	S (m/m)	L*S (m/m)	S Media (m/m)
	1+419,00	-	-	-	-	
56	1+456,95	37,95	1,431	0,014308300	0,54300	0,02410
57	1+482,29	25,34	1,855	0,018547751	0,47000	
58	1+506,69	24,40	1,910	0,019098361	0,46600	
59	1+529,29	22,60	2,655	0,026548673	0,60000	
60	1+550,18	20,89	3,078	0,030780278	0,64300	
61	1+574,76	24,58	3,165	0,031651749	0,77800	
62	1+602,73	27,97	3,314	0,033142653	0,92700	
63	1+638,68	35,95	-1,218	-0,012183588	-0,43800	-0,01247
64	1+673,65	34,97	-2,531	-0,025307406	-0,88500	
65	1+701,11	27,46	-2,200	-0,021995630	-0,60400	
66	1+729,51	28,40	-0,514	-0,005140845	-0,14600	
67	1+753,89	24,38	-0,267	-0,002666120	-0,06500	
68	1+779,01	25,12	-0,239	-0,002388535	-0,06000	
69	1+803,47	24,46	0,274	0,002739166	0,06700	0,00362
70	1+825,19	21,72	0,262	0,002624309	0,05700	

CONTINUACIÓN... DIRECCIÓN DEL SENTIDO DEL FLUJO VIALIDAD TRAMO I2-I3						
I2: Entrada Sector La Envidia-I3: Entrada A.C Los Samanes						
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	S (m/m)	L*S (m/m)	S Media (m/m)
71	1+850,37	25,18	0,250	0,002501986	0,06300	0,00362
72	1+877,45	27,08	0,428	0,004283604	0,11600	
73	1+902,45	25,00	0,576	0,005760000	0,14400	
74	1+921,98	19,53	-0,440	-0,004403482	-0,08600	-0,00362
75	1+940,61	18,63	-0,279	-0,002791197	-0,05200	

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A9. Dirección del sentido de drenaje (Tramo I3 – I4).

DIRECCIÓN DEL SENTIDO DEL FLUJO VIALIDAD TRAMO I3-I4						
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros						
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	S (m/m)	L*S (m/m)	S Media (m/m)
	1+940,61	-	-	-	-	
76	1+955,54	14,93	-0,255	-0,002545211	-0,03800	-0,00255
77	1+971,10	15,56	0,296	0,002956298	0,04600	0,00299
78	1+989,72	18,62	0,269	0,002685285	0,05000	
79	2+010,87	21,15	0,378	0,003782506	0,08000	
80	2+027,07	16,20	0,235	0,002345679	0,03800	
81	2+049,93	22,86	-0,258	-0,002580927	-0,05900	-0,00255
82	2+076,07	26,14	-0,249	-0,002486611	-0,06500	
83	2+099,34	23,27	-0,258	-0,002578427	-0,06000	
84	2+127,25	27,91	0,330	0,003296310	0,09200	0,00399
85	2+145,98	18,73	0,502	0,005018687	0,09400	
86	2+168,31	22,33	-0,264	-0,002642185	-0,05900	-0,00264
87	2+191,58	23,27	0,292	0,002922217	0,06800	0,00572
88	2+210,34	18,76	0,283	0,002825160	0,05300	
89	2+229,39	19,05	0,504	0,005039370	0,09600	
90	2+246,66	17,27	1,031	0,010306891	0,17800	
91	2+267,41	20,75	0,829	0,008289157	0,17200	
92	2+281,91	14,50	-0,290	-0,002896552	-0,04200	-0,00419
93	2+300,79	18,88	-0,254	-0,002542373	-0,04800	
94	2+315,73	14,94	-0,241	-0,002409639	-0,03600	
95	2+330,89	15,16	-0,323	-0,003232190	-0,04900	
96	2+347,92	17,03	-0,664	-0,006635349	-0,11300	

CONTINUACIÓN... DIRECCIÓN DEL SENTIDO DEL FLUJO VIALIDAD TRAMO I3-I4						
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros						
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	S (m/m)	L*S (m/m)	S Media (m/m)
97	2+364,26	16,34	-0,820	-0,008200734	-0,13400	-0,00419
98	2+385,64	21,38	-0,341	-0,003414406	-0,07300	
99	2+392,74	7,10	0,239	0,002394366	0,01700	0,01163
100	2+400,56	7,82	0,243	0,002429668	0,01900	
101	2+407,10	6,54	0,443	0,004434251	0,02900	
102	2+414,62	7,52	0,266	0,002659574	0,02000	
103	2+425,18	10,56	0,237	0,002367424	0,02500	
104	2+439,15	13,97	0,236	0,002362205	0,03300	
105	2+455,84	16,69	0,240	0,002396645	0,04000	
106	2+471,48	15,64	0,275	0,002749361	0,04300	
107	2+487,47	15,99	0,256	0,002564103	0,04100	
108	2+508,29	20,82	1,455	0,014553314	0,30300	
109	2+525,32	17,03	2,742	0,027422196	0,46700	
110	2+544,16	18,84	2,521	0,025212314	0,47500	
111	2+563,34	19,18	2,289	0,022888425	0,43900	
112	2+579,66	16,32	2,053	0,020526961	0,33500	
113	2+598,51	18,85	1,003	0,010026525	0,18900	
114	2+612,06	13,55	-0,384	-0,003837638	-0,05200	-0,00415
115	2+621,40	9,34	-0,460	-0,004603854	-0,04300	

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A10. Dirección del sentido de drenaje (Tramo I4 – I5).

DIRECCIÓN DEL SENTIDO DEL FLUJO VIALIDAD TRAMO I4-I5						
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón						
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	S (m/m)	L*S (m/m)	S Media (m/m)
	2+621,40	-	-	-	-	
116	2+632,58	11,18	-0,537	-0,005366726	-0,06000	-0,00598
117	2+645,26	12,68	-0,568	-0,005678233	-0,07200	
118	2+664,66	19,40	-0,624	-0,006237113	-0,12100	
119	2+681,81	17,15	-0,630	-0,006297376	-0,10800	
120	2+717,65	35,84	2,743	0,027427455	0,98300	0,02743
121	2+735,69	18,04	-3,088	-0,030875831	-0,55700	-0,03088

CONTINUACIÓN... DIRECCIÓN DEL SENTIDO DEL FLUJO VIALIDAD TRAMO I4-I5						
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón						
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	S (m/m)	L*S (m/m)	S Media (m/m)
122	2+771,69	36,00	3,097	0,030972222	1,11500	0,01693
123	2+787,08	15,39	3,138	0,031384016	0,48300	
124	2+803,31	16,23	3,118	0,031176833	0,50600	
125	2+820,3	16,99	2,578	0,025779871	0,43800	
126	2+836,02	15,72	1,450	0,014503817	0,22800	
127	2+856,00	19,98	1,496	0,014964965	0,29900	
128	2+874,85	18,85	1,501	0,015013263	0,28300	
129	2+894,55	19,70	1,457	0,014568528	0,28700	
130	2+911,39	16,84	1,253	0,012529691	0,21100	
131	2+926,28	14,89	0,779	0,007790463	0,11600	
132	2+942,91	16,63	0,812	0,008117859	0,13500	
133	2+962,52	19,61	0,898	0,008975013	0,17600	
134	2+982,79	20,27	0,804	0,008041441	0,16300	
135	3+004,24	21,45	0,494	0,004941725	0,10600	
136	3+022,77	18,53	-0,345	-0,003453859	-0,06400	-0,00348
137	3+041,02	18,25	-0,351	-0,003506849	-0,06400	-0,00348
138	3+058,22	17,20	0,570	0,005697674	0,09800	0,00570
139	3+074,92	16,70	-0,353	-0,003532934	-0,05900	-0,01089
140	3+091,47	16,55	-1,215	-0,012145015	-0,20100	
141	3+106,15	14,68	-1,553	-0,015531335	-0,22800	
142	3+120,83	14,68	-1,322	-0,013215259	-0,19400	

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A11. Determinación de parámetros para el cálculo del tiempo de concentración y cálculo del tiempo de concentración (Tramo I0 – I1).

Determinación de parámetros para el cálculo del tiempo de concentración (Tramo I0 – I1).

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL CALCULO DEL Tc								
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	S media (m/m)	ΔL	ΔL/vS	L/vS
1	6	0+000	0+160,51	160,51	-0,01606	25,00	197,27	1.266,57
7	9	0+160,51	0+260,38	99,87	0,01235		224,96	898,67
10	12	0+260,38	0+346,72	86,34	-0,00722		294,22	1.016,12
13	18	0+346,72	0+513,35	166,63	0,02117		171,82	1.145,23
19	25	0+513,35	0+722,77	209,42	-0,02302		164,77	1.380,27
26	29	0+722,77	0+820,66	97,89	0,01456		207,19	811,26
30	37	0+820,66	0+983,26	162,60	-0,00582		327,70	2.131,37

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Cálculo del tiempo de concentración (Tramo I0 – I1).

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN								
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	M	Tcs (min)	Tv (min)	Tc (min)
1	6	0+000	0+160,51	160,51	400,00	0,49	4,78	5,27
7	9	0+160,51	0+260,38	99,87		0,56	3,67	4,23
10	12	0+260,38	0+346,72	86,34		0,74	4,03	4,77
13	18	0+346,72	0+513,35	166,63		0,43	4,42	4,85
19	25	0+513,35	0+722,77	209,42		0,41	5,10	5,51
26	29	0+722,77	0+820,66	97,89		0,52	3,39	3,91
30	37	0+820,66	0+983,26	162,60		0,82	7,13	7,95

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A12. Determinación de Parámetros para el cálculo del tiempo de concentración y Calculo del tiempo de concentración (Tramo I1 – I2).

Determinación de Parámetros para el cálculo del tiempo de concentración (Tramo I1 – I2).

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL CALCULO DEL Tc								
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	S media (m/m)	ΔL	ΔL/vS	L/vS
38	39	0+983,26	1+028,65	45,39	-0,01091	25,00	239,35	434,56
40	47	1+028,65	1+219,86	191,21	0,01464		206,62	1.580,30
48	49	1+219,86	1+271,36	51,50	-0,01132		234,97	484,04
50	51	1+271,36	1+323,60	52,24	0,01108		237,50	496,29
52	55	1+323,60	1+419,00	95,40	-0,01753		188,82	720,54

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Cálculo del tiempo de concentración (Tramo I1 – I2).

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN								
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	M	Tcs (min)	Tv (min)	Tc (min)
38	39	0+983,26	1+028,65	45,39	400,00	0,60	2,10	2,70
40	47	1+028,65	1+219,86	191,21		0,52	5,66	6,18
48	49	1+219,86	1+271,36	51,50		0,59	2,28	2,87
50	51	1+271,36	1+323,60	52,24		0,59	2,32	2,91
52	55	1+323,60	1+419,00	95,40		0,47	3,09	3,56

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A13. Determinación de Parámetros para el cálculo del tiempo de concentración y Calculo del tiempo de concentración (Tramo I2 – I3).

Determinación de Parámetros para el cálculo del tiempo de concentración (Tramo I2 – I3).

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL CALCULO DEL Tc								
I2: Entrada Sector La Envidia-I3: Entrada A.C Los Samanes								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	S media (m/m)	ΔL	$\Delta L/vS$	L/vS
56	62	1+419,00	1+602,73	183,73	0,02410	25,00	161,04	1.183,51
63	68	1+602,73	1+779,01	176,28	-0,01247		223,88	1.578,59
69	73	1+779,01	1+902,45	123,44	0,00362		415,51	2.051,64
74	75	1+902,45	1+940,61	38,16	-0,00362		415,51	634,24

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Cálculo del tiempo de concentración (Tramo I2 – I3).

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN								
I2: Entrada Sector La Envidia-I3: Entrada A.C Los Samanes								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	M	Tcs (min)	Tv (min)	Tc (min)
56	62	1+419,00	1+602,73	183,73	400,00	0,40	4,53	4,93
63	68	1+602,73	1+779,01	176,28		0,56	5,66	6,22
69	73	1+779,01	1+902,45	123,44		1,04	6,92	7,96
74	75	1+902,45	1+940,61	38,16		1,04	2,80	3,84

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A14. Determinación de Parámetros para el cálculo del tiempo de concentración y Calculo del tiempo de concentración (Tramo I3 – I4).

Determinación de Parámetros para el cálculo del tiempo de concentración (Tramo I3 – I4).

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL CALCULO DEL Tc								
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	S media (m/m)	ΔL	$\Delta L/vS$	L/vS
76	76	1+940,61	1+955,54	14,93	-0,00255	25,00	495,07	295,66
77	80	1+955,54	2+027,07	71,53	0,00299		457,20	1.308,14
81	83	2+027,07	2+099,34	72,27	-0,00255		495,07	1.431,16
84	85	2+099,34	2+145,98	46,64	0,00399		395,78	738,37
86	86	2+145,98	2+168,31	22,33	-0,00264		486,56	434,60
87	91	2+168,31	2+267,41	99,10	0,00572		330,55	1.310,31
92	98	2+267,41	2+385,64	118,23	-0,00419		386,22	1.826,50
99	113	2+385,64	2+598,51	212,87	0,01163		231,82	1.973,90
114	115	2+598,51	2+621,40	22,89	-0,00415		388,08	355,32

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Cálculo del tiempo de concentración (Tramo I3 – I4).

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN								
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	M	Tcs (min)	Tv (min)	Tc (min)
76	76	1+940,61	1+955,54	14,93	400,00	1,24	1,56	2,80
77	80	1+955,54	2+027,07	71,53		1,14	4,90	6,04
81	83	2+027,07	2+099,34	72,27		1,24	5,25	6,49
84	85	2+099,34	2+145,98	46,64		0,99	3,15	4,14
86	86	2+145,98	2+168,31	22,33		1,22	2,10	3,32
87	91	2+168,31	2+267,41	99,10		0,83	4,90	5,73
92	98	2+267,41	2+385,64	118,23		0,97	6,33	7,30
99	113	2+385,64	2+598,51	212,87		0,58	6,72	7,30
114	115	2+598,51	2+621,40	22,89		0,97	1,79	2,76

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A15. Determinación de Parámetros para el cálculo del tiempo de concentración y Cálculo del tiempo de concentración (Tramo I4 – I5).

Determinación de Parámetros para el cálculo del tiempo de concentración (Tramo I4 – I5).

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL CALCULO DEL Tc								
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	S media (m/m)	ΔL	$\Delta L/vS$	L/vS
116	119	2+621,40	2+681,81	60,41	-0,00598	25,00	323,29	781,19
120	120	2+681,81	2+717,65	35,84	0,02743		150,95	216,40
121	121	2+717,65	2+735,69	18,04	-0,03088		142,27	102,66
122	135	2+735,69	3+004,24	268,55	0,01693		192,14	2.063,94
136	137	3+004,24	3+041,02	36,78	-0,00348		423,79	623,48
138	138	3+041,02	3+058,22	17,20	0,00570		331,13	227,82
139	142	3+058,22	3+120,83	62,61	-0,01089		239,57	599,97

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Cálculo del tiempo de concentración (Tramo I4 – I5).

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN								
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón								
TRAMO INICIO	TRAMO FINAL	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD	M	Tcs (min)	Tv (min)	Tc (min)
116	119	2+621,40	2+681,81	60,41	400,00	0,81	3,29	4,10
120	120	2+681,81	2+717,65	35,84		0,38	1,23	1,61
121	121	2+717,65	2+735,69	18,04		0,36	0,69	1,05
122	135	2+735,69	3+004,24	268,55		0,48	6,96	7,44
136	137	3+004,24	3+041,02	36,78		1,06	2,77	3,83
138	138	3+041,02	3+058,22	17,20		0,83	1,27	2,10
139	142	3+058,22	3+120,83	62,61		0,60	2,69	3,29

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A16. Gasto de infiltración por tramos.

GASTO DE INFILTRACIÓN POR TRAMOS SUBDRENAJE TIPO						
Tramo	Longitud (m)	B (m)	Ir (m/s)	Fi	Fr	Qinf (m3/s)
I0-I1	50,00	4,95	1,93889E-05	0,40	0,33	6,33E-04
I1-I2	50,00	5,15	1,93889E-05	0,40	0,33	6,59E-04
I2-I3	50,00	5,15	1,93889E-05	0,40	0,33	6,59E-04
I3-I4	50,00	4,95	1,93889E-05	0,40	0,33	6,33E-04
I4-I5	50,00	7,10	1,93889E-05	0,40	0,33	9,09E-04

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A17. Gasto total de diseño por tramos.

GASTO TOTAL DE DISEÑO POR TRAMOS SUBDRENAJE TIPO			
Tramo	Qinf (m3/s)	QNf (m3/s)	Qtotal (m3/s)
I0-I1	6,33E-04	0,00	6,33E-04
I1-I2	6,59E-04	0,00	6,59E-04
I2-I3	6,59E-04	0,00	6,59E-04
I3-I4	6,33E-04	0,00	6,33E-04
I4-I5	9,09E-04	0,00	9,09E-04

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A18. Área transversal de la zanja de subdrenaje (Tramo I0 – I1).

ÁREA TRANSVERSAL DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I0-I1							
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza							
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	V (m/s)	i	Qt (m3/s)	A (m2)
	0+000	-	-	-	-	-	-
1	0+025,07	25,07	-0,598	0,0035	1,00000	0,00063	0,18
2	0+051,58	26,51	-2,493	0,0144	1,00000	0,00063	0,04
3	0+077,57	25,99	-3,701	0,0214	1,00000	0,00063	0,03
4	0+103,63	26,06	-1,316	0,0076	1,00000	0,00063	0,08
5	0+130,32	26,69	-1,180	0,0068	1,00000	0,00063	0,09
6	0+160,51	30,19	-0,487	0,0028	1,00000	0,00063	0,23
7	0+192,37	31,86	1,441	0,0083	1,00000	0,00063	0,08
8	0+226,65	34,28	1,383	0,0080	1,00000	0,00063	0,08

CONTINUACIÓN... ÁREA TRANSVERSAL DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I0-11							
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza							
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	V (m/s)	i	Qt (m3/s)	A (m2)
9	0+260,38	33,73	0,889	0,0051	1,00000	0,00063	0,12
10	0+288,95	28,57	-0,760	0,0044	1,00000	0,00063	0,14
11	0+319,36	30,41	-1,115	0,0065	1,00000	0,00063	0,10
12	0+346,72	27,36	-0,245	0,0014	1,00000	0,00063	0,45
13	0+375,60	28,88	1,205	0,0070	1,00000	0,00063	0,09
14	0+402,91	27,31	3,566	0,0206	1,00000	0,00063	0,03
15	0+430,82	27,91	3,049	0,0177	1,00000	0,00063	0,04
16	0+462,67	31,85	2,276	0,0132	1,00000	0,00063	0,05
17	0+488,97	26,3	1,582	0,0092	1,00000	0,00063	0,07
18	0+513,35	24,38	0,878	0,0051	1,00000	0,00063	0,12
19	0+540,72	27,37	-2,905	0,0168	1,00000	0,00063	0,04
20	0+568,88	28,16	-2,578	0,0149	1,00000	0,00063	0,04
21	0+597,05	28,17	-2,236	0,0129	1,00000	0,00063	0,05
22	0+630,23	33,18	-1,917	0,0111	1,00000	0,00063	0,06
23	0+666,91	36,68	-2,410	0,0140	1,00000	0,00063	0,05
24	0+693,22	26,31	-2,258	0,0131	1,00000	0,00063	0,05
25	0+722,77	29,55	-1,882	0,0109	1,00000	0,00063	0,06
26	0+751,73	28,96	0,946	0,0055	1,00000	0,00063	0,11
27	0+773,07	21,34	1,818	0,0105	1,00000	0,00063	0,06
28	0+798,87	25,8	1,748	0,0101	1,00000	0,00063	0,06
29	0+820,66	21,79	1,432	0,0083	1,00000	0,00063	0,08
30	0+843,90	23,24	-0,241	0,0014	1,00000	0,00063	0,45
31	0+866,76	22,86	-0,276	0,0016	1,00000	0,00063	0,39
32	0+887,85	21,09	-0,597	0,0035	1,00000	0,00063	0,18
33	0+911,59	23,74	-0,303	0,0018	1,00000	0,00063	0,35
34	0+928,25	16,66	-0,312	0,0018	1,00000	0,00063	0,35
35	0+947,12	18,87	-0,673	0,0039	1,00000	0,00063	0,16
36	0+966,75	19,63	-1,090	0,0063	1,00000	0,00063	0,10
37	0+983,26	16,51	-1,435	0,0083	1,00000	0,00063	0,08

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A19. Área transversal de la zanja de subdrenaje (Tramo I1 – I2).

ÁREA TRANSVERSAL DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I1-I2							
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia							
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	V (m/s)	i	Qt (m3/s)	A (m2)
	0+983,26	-	-	-	-	-	-
38	1+004,47	21,21	-1,787	0,0103	1,00000	0,00066	0,06
39	1+028,65	24,18	-0,48	0,0028	1,00000	0,00066	0,24
40	1+049,80	21,15	1,116	0,0065	1,00000	0,00066	0,10
41	1+070,08	20,28	0,74	0,0043	1,00000	0,00066	0,15
42	1+092,42	22,34	0,367	0,0021	1,00000	0,00066	0,31
43	1+118,27	25,85	0,259	0,0015	1,00000	0,00066	0,44
44	1+144,68	26,41	1,833	0,0106	1,00000	0,00066	0,06
45	1+167,97	23,29	2,177	0,0126	1,00000	0,00066	0,05
46	1+193,94	25,97	2,337	0,0135	1,00000	0,00066	0,05
47	1+219,86	25,92	2,569	0,0149	1,00000	0,00066	0,04
48	1+243,33	23,47	-1,576	0,0091	1,00000	0,00066	0,07
49	1+271,36	28,03	-0,76	0,0044	1,00000	0,00066	0,15
50	1+295,38	24,02	0,5	0,0029	1,00000	0,00066	0,23
51	1+323,60	28,22	1,627	0,0094	1,00000	0,00066	0,07
52	1+348,92	25,32	-0,782	0,0045	1,00000	0,00066	0,15
53	1+371,40	22,48	-1,521	0,0088	1,00000	0,00066	0,08
54	1+393,78	22,38	-2,172	0,0126	1,00000	0,00066	0,05
55	1+419,00	25,22	-2,561	0,0148	1,00000	0,00066	0,04

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A20. Área transversal de la zanja de subdrenaje (Tramo I2 – I3).

ÁREA TRANSVERSAL DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I2-I3							
I2: Entrada Sector La Envidia-I3: Entrada A.C Los Samanes							
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	V (m/s)	i	Qt (m3/s)	A (m2)
	1+419,00	-	-	-	-	-	-
56	1+456,95	37,95	1,431	0,0083	1,00000	0,00066	0,08
57	1+482,29	25,34	1,855	0,0107	1,00000	0,00066	0,06
58	1+506,69	24,4	1,91	0,0111	1,00000	0,00066	0,06
59	1+529,29	22,6	2,655	0,0154	1,00000	0,00066	0,04
60	1+550,18	20,89	3,078	0,0178	1,00000	0,00066	0,04

CONTINUACIÓN...ÁREA TRANSVERSAL DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I2-I3							
I2: Entrada Sector La Envidia-I3: Entrada A.C Los Samanes							
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	V (m/s)	i	Qt (m3/s)	A (m2)
61	1+574,76	24,58	3,165	0,0183	1,00000	0,00066	0,04
62	1+602,73	27,97	3,314	0,0192	1,00000	0,00066	0,03
63	1+638,68	35,95	-1,218	0,0071	1,00000	0,00066	0,09
64	1+673,65	34,97	-2,531	0,0147	1,00000	0,00066	0,04
65	1+701,11	27,46	-2,2	0,0127	1,00000	0,00066	0,05
66	1+729,51	28,4	-0,514	0,0030	1,00000	0,00066	0,22
67	1+753,89	24,38	-0,267	0,0015	1,00000	0,00066	0,44
68	1+779,01	25,12	-0,239	0,0014	1,00000	0,00066	0,47
69	1+803,47	24,46	0,274	0,0016	1,00000	0,00066	0,41
70	1+825,19	21,72	0,262	0,0015	1,00000	0,00066	0,44
71	1+850,37	25,18	0,25	0,0014	1,00000	0,00066	0,47
72	1+877,45	27,08	0,428	0,0025	1,00000	0,00066	0,26
73	1+902,45	25	0,576	0,0033	1,00000	0,00066	0,20
74	1+921,98	19,53	-0,44	0,0025	1,00000	0,00066	0,26
75	1+940,61	18,63	-0,279	0,0016	1,00000	0,00066	0,41

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A21. Área transversal de la zanja de subdrenaje (Tramo I3 – I4).

ÁREA TRANSVERSAL DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I3-I4							
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros							
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	V (m/s)	i	Qt (m3/s)	A (m2)
	1+940,61	-	-	-	-	-	-
76	1+955,54	14,93	-0,255	0,0015	1,00000	0,00063	0,42
77	1+971,10	15,56	0,296	0,0017	1,00000	0,00063	0,37
78	1+989,72	18,62	0,269	0,0016	1,00000	0,00063	0,39
79	2+010,87	21,15	0,378	0,0022	1,00000	0,00063	0,29
80	2+027,07	16,2	0,235	0,0014	1,00000	0,00063	0,45
81	2+049,93	22,86	-0,258	0,0015	1,00000	0,00063	0,42
82	2+076,07	26,14	-0,249	0,0014	1,00000	0,00063	0,45
83	2+099,34	23,27	-0,258	0,0015	1,00000	0,00063	0,42
84	2+127,25	27,91	0,33	0,0019	1,00000	0,00063	0,33
85	2+145,98	18,73	0,502	0,0029	1,00000	0,00063	0,22

CONTINUACIÓN... ÁREA TRANSVERSAL DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I3-I4							
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros							
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	V (m/s)	i	Qt (m3/s)	A (m2)
86	2+168,31	22,33	-0,264	0,0015	1,00000	0,00063	0,42
87	2+191,58	23,27	0,292	0,0017	1,00000	0,00063	0,37
88	2+210,34	18,76	0,283	0,0016	1,00000	0,00063	0,39
89	2+229,39	19,05	0,504	0,0029	1,00000	0,00063	0,22
90	2+246,66	17,27	1,031	0,0060	1,00000	0,00063	0,11
91	2+267,41	20,75	0,829	0,0048	1,00000	0,00063	0,13
92	2+281,91	14,5	-0,29	0,0017	1,00000	0,00063	0,37
93	2+300,79	18,88	-0,254	0,0015	1,00000	0,00063	0,42
94	2+315,73	14,94	-0,241	0,0014	1,00000	0,00063	0,45
95	2+330,89	15,16	-0,323	0,0019	1,00000	0,00063	0,33
96	2+347,92	17,03	-0,664	0,0038	1,00000	0,00063	0,17
97	2+364,26	16,34	-0,82	0,0047	1,00000	0,00063	0,13
98	2+385,64	21,38	-0,341	0,0020	1,00000	0,00063	0,32
99	2+392,74	7,1	0,239	0,0014	1,00000	0,00063	0,45
100	2+400,56	7,82	0,243	0,0014	1,00000	0,00063	0,45
101	2+407,10	6,54	0,443	0,0026	1,00000	0,00063	0,24
102	2+414,62	7,52	0,266	0,0015	1,00000	0,00063	0,42
103	2+425,18	10,56	0,237	0,0014	1,00000	0,00063	0,45
104	2+439,15	13,97	0,236	0,0014	1,00000	0,00063	0,45
105	2+455,84	16,69	0,24	0,0014	1,00000	0,00063	0,45
106	2+471,48	15,64	0,275	0,0016	1,00000	0,00063	0,39
107	2+487,47	15,99	0,256	0,0015	1,00000	0,00063	0,42
108	2+508,29	20,82	1,455	0,0084	1,00000	0,00063	0,08
109	2+525,32	17,03	2,742	0,0159	1,00000	0,00063	0,04
110	2+544,16	18,84	2,521	0,0146	1,00000	0,00063	0,04
111	2+563,34	19,18	2,289	0,0133	1,00000	0,00063	0,05
112	2+579,66	16,32	2,053	0,0119	1,00000	0,00063	0,05
113	2+598,51	18,85	1,003	0,0058	1,00000	0,00063	0,11
114	2+612,06	13,55	-0,384	0,0022	1,00000	0,00063	0,29
115	2+621,40	9,34	-0,46	0,0027	1,00000	0,00063	0,23

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A22. Área transversal de la zanja de subdrenaje (Tramo I4 – I5).

ÁREA TRANSVERSAL DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I4-I5							
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón							
Tramo	Progresiva	Longitud (m)	S %	V (m/s)	i	Qt (m3/s)	A (m2)
	2+621,40	-	-	-	-	-	-
116	2+632,58	11,18	-0,537	0,0031	1,00000	9,09E-04	0,29
117	2+645,26	12,68	-0,568	0,0033	1,00000	9,09E-04	0,28
118	2+664,66	19,4	-0,624	0,0036	1,00000	9,09E-04	0,25
119	2+681,81	17,15	-0,63	0,0036	1,00000	9,09E-04	0,25
120	2+717,65	35,84	2,743	0,0159	1,00000	9,09E-04	0,06
121	2+735,69	18,04	-3,088	0,0179	1,00000	9,09E-04	0,05
122	2+771,69	36	3,097	0,0179	1,00000	9,09E-04	0,05
123	2+787,08	15,39	3,138	0,0182	1,00000	9,09E-04	0,05
124	2+803,31	16,23	3,118	0,0181	1,00000	9,09E-04	0,05
125	2+820,3	16,99	2,578	0,0149	1,00000	9,09E-04	0,06
126	2+836,02	15,72	1,45	0,0084	1,00000	9,09E-04	0,11
127	2+856,00	19,98	1,496	0,0087	1,00000	9,09E-04	0,10
128	2+874,85	18,85	1,501	0,0087	1,00000	9,09E-04	0,10
129	2+894,55	19,7	1,457	0,0084	1,00000	9,09E-04	0,11
130	2+911,39	16,84	1,253	0,0073	1,00000	9,09E-04	0,12
131	2+926,28	14,89	0,779	0,0045	1,00000	9,09E-04	0,20
132	2+942,91	16,63	0,812	0,0047	1,00000	9,09E-04	0,19
133	2+962,52	19,61	0,898	0,0052	1,00000	9,09E-04	0,17
134	2+982,79	20,27	0,804	0,0047	1,00000	9,09E-04	0,19
135	3+004,24	21,45	0,494	0,0029	1,00000	9,09E-04	0,31
136	3+022,77	18,53	-0,345	0,0020	1,00000	9,09E-04	0,45
137	3+041,02	18,25	-0,351	0,0020	1,00000	9,09E-04	0,45
138	3+058,22	17,2	0,57	0,0033	1,00000	9,09E-04	0,28
139	3+074,92	16,7	-0,353	0,0020	1,00000	9,09E-04	0,45
140	3+091,47	16,55	-1,215	0,0070	1,00000	9,09E-04	0,13
141	3+106,15	14,68	-1,553	0,0090	1,00000	9,09E-04	0,10
142	3+120,83	14,68	-1,322	0,0077	1,00000	9,09E-04	0,12

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A23. Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje (Tramo I0 – I1).

DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I0-I1				
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza				
Tramo	Progresiva	A (m2)	Ancho (m)	Profundidad (m)
	0+000	-	-	-
1	0+025,07	0,18	0,60	0,30
2	0+051,58	0,04	0,60	0,07
3	0+077,57	0,03	0,60	0,05
4	0+103,63	0,08	0,60	0,13
5	0+130,32	0,09	0,60	0,15
6	0+160,51	0,23	0,60	0,38
7	0+192,37	0,08	0,60	0,13
8	0+226,65	0,08	0,60	0,13
9	0+260,38	0,12	0,60	0,20
10	0+288,95	0,14	0,60	0,23
11	0+319,36	0,1	0,60	0,17
12	0+346,72	0,45	0,60	0,75
13	0+375,60	0,09	0,60	0,15
14	0+402,91	0,03	0,60	0,05
15	0+430,82	0,04	0,60	0,07
16	0+462,67	0,05	0,60	0,08
17	0+488,97	0,07	0,60	0,12
18	0+513,35	0,12	0,60	0,20
19	0+540,72	0,04	0,60	0,07
20	0+568,88	0,04	0,60	0,07
21	0+597,05	0,05	0,60	0,08
22	0+630,23	0,06	0,60	0,10
23	0+666,91	0,05	0,60	0,08
24	0+693,22	0,05	0,60	0,08
25	0+722,77	0,06	0,60	0,10
26	0+751,73	0,11	0,60	0,18
27	0+773,07	0,06	0,60	0,10
28	0+798,87	0,06	0,60	0,10
29	0+820,66	0,08	0,60	0,13
30	0+843,90	0,45	0,60	0,75
31	0+866,76	0,39	0,60	0,65
32	0+887,85	0,18	0,60	0,30

CONTINUACIÓN... DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I0-I1				
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza				
Tramo	Progresiva	A (m2)	Ancho (m)	Profundidad (m)
33	0+911,59	0,35	0,60	0,58
34	0+928,25	0,35	0,60	0,58
35	0+947,12	0,16	0,60	0,27
36	0+966,75	0,1	0,60	0,17
37	0+983,26	0,08	0,60	0,13

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A24. Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje (Tramo I1 – I2).

DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I1-I2				
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia				
Tramo	Progresiva	A (m2)	Ancho (m)	Profundidad (m)
	0+983,26	-	-	-
38	1+004,47	0,06	0,60	0,10
39	1+028,65	0,24	0,60	0,40
40	1+049,80	0,1	0,60	0,17
41	1+070,08	0,15	0,60	0,25
42	1+092,42	0,31	0,60	0,52
43	1+118,27	0,44	0,60	0,73
44	1+144,68	0,06	0,60	0,10
45	1+167,97	0,05	0,60	0,08
46	1+193,94	0,05	0,60	0,08
47	1+219,86	0,04	0,60	0,07
48	1+243,33	0,07	0,60	0,12
49	1+271,36	0,15	0,60	0,25
50	1+295,38	0,23	0,60	0,38
51	1+323,60	0,07	0,60	0,12
52	1+348,92	0,15	0,60	0,25
53	1+371,40	0,08	0,60	0,13
54	1+393,78	0,05	0,60	0,08
55	1+419,00	0,04	0,60	0,07

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A25. Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje (Tramo I2 – I3).

DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I2-I3				
I2: Entrada Sector La Envidia-I3: Entrada A.C Los Samanes				
Tramo	Progresiva	A (m²)	Ancho (m)	Profundidad (m)
	1+419,00	-	-	-
56	1+456,95	0,08	0,60	0,13
57	1+482,29	0,06	0,60	0,10
58	1+506,69	0,06	0,60	0,10
59	1+529,29	0,04	0,60	0,07
60	1+550,18	0,04	0,60	0,07
61	1+574,76	0,04	0,60	0,07
62	1+602,73	0,03	0,60	0,05
63	1+638,68	0,09	0,60	0,15
64	1+673,65	0,04	0,60	0,07
65	1+701,11	0,05	0,60	0,08
66	1+729,51	0,22	0,60	0,37
67	1+753,89	0,44	0,60	0,73
68	1+779,01	0,47	0,60	0,78
69	1+803,47	0,41	0,60	0,68
70	1+825,19	0,44	0,60	0,73
71	1+850,37	0,47	0,60	0,78
72	1+877,45	0,26	0,60	0,43
73	1+902,45	0,2	0,60	0,33
74	1+921,98	0,26	0,60	0,43
75	1+940,61	0,41	0,60	0,68

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A26. Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje (Tramo I3 – I4).

DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I3-I4				
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros				
Tramo	Progresiva	A (m²)	Ancho (m)	Profundidad (m)
	1+940,61	-	-	-
76	1+955,54	0,42	0,60	0,70
77	1+971,10	0,37	0,60	0,62
78	1+989,72	0,39	0,60	0,65

CONTINUACIÓN... DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I3-I4				
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros				
Tramo	Progresiva	A (m2)	Ancho (m)	Profundidad (m)
79	2+010,87	0,29	0,60	0,48
80	2+027,07	0,45	0,60	0,75
81	2+049,93	0,42	0,60	0,70
82	2+076,07	0,45	0,60	0,75
83	2+099,34	0,42	0,60	0,70
84	2+127,25	0,33	0,60	0,55
85	2+145,98	0,22	0,60	0,37
86	2+168,31	0,42	0,60	0,70
87	2+191,58	0,37	0,60	0,62
88	2+210,34	0,39	0,60	0,65
89	2+229,39	0,22	0,60	0,37
90	2+246,66	0,11	0,60	0,18
91	2+267,41	0,13	0,60	0,22
92	2+281,91	0,37	0,60	0,62
93	2+300,79	0,42	0,60	0,70
94	2+315,73	0,45	0,60	0,75
95	2+330,89	0,33	0,60	0,55
96	2+347,92	0,17	0,60	0,28
97	2+364,26	0,13	0,60	0,22
98	2+385,64	0,32	0,60	0,53
99	2+392,74	0,45	0,60	0,75
100	2+400,56	0,45	0,60	0,75
101	2+407,10	0,24	0,60	0,40
102	2+414,62	0,42	0,60	0,70
103	2+425,18	0,45	0,60	0,75
104	2+439,15	0,45	0,60	0,75
105	2+455,84	0,45	0,60	0,75
106	2+471,48	0,39	0,60	0,65
107	2+487,47	0,42	0,60	0,70
108	2+508,29	0,08	0,60	0,13
109	2+525,32	0,04	0,60	0,07
110	2+544,16	0,04	0,60	0,07

CONTINUACIÓN... DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I3-I4				
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros				
Tramo	Progresiva	A (m2)	Ancho (m)	Profundidad (m)
111	2+563,34	0,05	0,60	0,08
112	2+579,66	0,05	0,60	0,08
113	2+598,51	0,11	0,60	0,18
114	2+612,06	0,29	0,60	0,48
115	2+621,40	0,23	0,60	0,38

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A27. Dimensionamiento de la zanja de subdrenaje (Tramo I4 – I5).

DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I4-I5				
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón				
Tramo	Progresiva	A (m2)	Ancho (m)	Profundidad (m)
	2+621,40	-	-	-
116	2+632,58	0,29	0,60	0,48
117	2+645,26	0,28	0,60	0,47
118	2+664,66	0,25	0,60	0,42
119	2+681,81	0,25	0,60	0,42
120	2+717,65	0,06	0,60	0,10
121	2+735,69	0,05	0,60	0,08
122	2+771,69	0,05	0,60	0,08
123	2+787,08	0,05	0,60	0,08
124	2+803,31	0,05	0,60	0,08
125	2+820,3	0,06	0,60	0,10
126	2+836,02	0,11	0,60	0,18
127	2+856,00	0,1	0,60	0,17
128	2+874,85	0,1	0,60	0,17
129	2+894,55	0,11	0,60	0,18
130	2+911,39	0,12	0,60	0,20
131	2+926,28	0,2	0,60	0,33
132	2+942,91	0,19	0,60	0,32
133	2+962,52	0,17	0,60	0,28
134	2+982,79	0,19	0,60	0,32

CONTINUACIÓN... DIMENSIONAMIENTO DE LA ZANJA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I4-I5				
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón				
Tramo	Progresiva	A (m2)	Ancho (m)	Profundidad (m)
135	3+004,24	0,31	0,60	0,52
136	3+022,77	0,45	0,60	0,75
137	3+041,02	0,45	0,60	0,75
138	3+058,22	0,28	0,60	0,47
139	3+074,92	0,45	0,60	0,75
140	3+091,47	0,13	0,60	0,22
141	3+106,15	0,1	0,60	0,17
142	3+120,83	0,12	0,60	0,20

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A28. Cálculo para el diseño de tubería del subdrenaje (Tramo I0 – I1).

DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I0-I1									
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza									
Tramo	Progresiva	S %	Qt (m3/s)	n	φ (mm)	Área (m2)	Rh (m)	Qcap (m3/s)	Vc (m/s)
	0+000	-							
1	0+025,07	-0,598	0,00063	0,013	110	0,00950	0,028	0,0052	0,55
2	0+051,58	-2,493						0,0106	1,12
3	0+077,57	-3,701						0,0130	1,37
4	0+103,63	-1,316						0,0077	0,81
5	0+130,32	-1,180						0,0073	0,77
6	0+160,51	-0,487						0,0047	0,49
7	0+192,37	1,441						0,0081	0,85
8	0+226,65	1,383						0,0079	0,83
9	0+260,38	0,889						0,0064	0,67
10	0+288,95	-0,760						0,0059	0,62
11	0+319,36	-1,115						0,0071	0,75
12	0+346,72	-0,245						0,0033	0,35
13	0+375,60	1,205						0,0074	0,78
14	0+402,91	3,566						0,0127	1,34
15	0+430,82	3,049						0,0118	1,24
16	0+462,67	2,276						0,0102	1,07
17	0+488,97	1,582						0,0085	0,89

CONTINUACIÓN... DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE SUBDRENAJE VIALIDAD									
TRAMO I0-I1									
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza									
Tramo	Progresiva	S %	Qt (m3/s)	n	φ (mm)	Área (m2)	Rh (m)	Qcap (m3/s)	Vc (m/s)
18	0+513,35	0,878	0,00063	0,013	110	0,00950	0,028	0,0063	0,66
19	0+540,72	-2,905						0,0115	1,21
20	0+568,88	-2,578						0,0108	1,14
21	0+597,05	-2,236						0,0101	1,06
22	0+630,23	-1,917						0,0093	0,98
23	0+666,91	-2,410						0,0105	1,11
24	0+693,22	-2,258						0,0101	1,06
25	0+722,77	-1,882						0,0092	0,97
26	0+751,73	0,946						0,0066	0,69
27	0+773,07	1,818						0,0091	0,96
28	0+798,87	1,748						0,0089	0,94
29	0+820,66	1,432						0,0081	0,85
30	0+843,90	-0,241						0,0033	0,35
31	0+866,76	-0,276						0,0035	0,37
32	0+887,85	-0,597						0,0052	0,55
33	0+911,59	-0,303						0,0037	0,39
34	0+928,25	-0,312						0,0038	0,40
35	0+947,12	-0,673						0,0055	0,58
36	0+966,75	-1,090						0,0070	0,74
37	0+983,26	-1,435						0,0081	0,85

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A29. Cálculo para el diseño de tubería del subdrenaje (Tramo I1 – I2).

DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I1-I2									
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia									
Tramo	Progresiva	S %	Qt (m3/s)	n	φ (mm)	Área (m2)	Rh (m)	Qcap (m3/s)	Vc (m/s)
	0+983,26	-							
38	1+004,47	-1,787	0,00066	0,013	110,00	0,00950	0,028	0,0090	0,95
39	1+028,65	-0,48						0,0047	0,49
40	1+049,80	1,116						0,0071	0,75

CONTINUACIÓN... DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I1-I2									
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia									
Tramo	Progresiva	S %	Qt (m3/s)	n	φ (mm)	Área (m2)	Rh (m)	Qcap (m3/s)	Vc (m/s)
41	1+070,08	0,74	0,00066	0,013	110,00	0,00950	0,028	0,0058	0,61
42	1+092,42	0,367						0,0041	0,43
43	1+118,27	0,259						0,0034	0,36
44	1+144,68	1,833						0,0091	0,96
45	1+167,97	2,177						0,0099	1,04
46	1+193,94	2,337						0,0103	1,08
47	1+219,86	2,569						0,0108	1,14
48	1+243,33	-1,576						0,0085	0,89
49	1+271,36	-0,76						0,0059	0,62
50	1+295,38	0,5						0,0048	0,51
51	1+323,60	1,627						0,0086	0,91
52	1+348,92	-0,782						0,0060	0,63
53	1+371,40	-1,521						0,0083	0,87
54	1+393,78	-2,172						0,0099	1,04
55	1+419,00	-2,561						0,0108	1,14

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A30. Cálculo para el diseño de tubería del subdrenaje (Tramo I2 – I3).

DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I2-I3									
I2: Entrada Sector La Envidia-I3: Entrada A.C Los Samanes									
Tramo	Progresiva	S %	Qt (m3/s)	n	φ (mm)	Área (m2)	Rh (m)	Qcap (m3/s)	Vc (m/s)
	1+419,00	-	0,00066	0,013	110,00	0,00950	0,028		
56	1+456,95	1,431						0,0081	0,85
57	1+482,29	1,855						0,0092	0,97
58	1+506,69	1,91						0,0093	0,98
59	1+529,29	2,655						0,0110	1,16
60	1+550,18	3,078						0,0118	1,24
61	1+574,76	3,165						0,0120	1,26
62	1+602,73	3,314						0,0123	1,29
63	1+638,68	-1,218						0,0074	0,78

CONTINUACIÓN... DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I2-I3									
I2: Entrada Sector La Envidia-I3: Entrada A.C Los Samanes									
Tramo	Progresiva	S %	Qt (m3/s)	n	φ (mm)	Área (m2)	Rh (m)	Qcap (m3/s)	Vc (m/s)
64	1+673,65	-2,531	0,00066	0,013	110	0,00950	0,028	0,0107	1,13
65	1+701,11	-2,2						0,0100	1,05
66	1+729,51	-0,514						0,0048	0,51
67	1+753,89	-0,267						0,0035	0,37
68	1+779,01	-0,239						0,0033	0,35
69	1+803,47	0,274						0,0035	0,37
70	1+825,19	0,262						0,0034	0,36
71	1+850,37	0,25						0,0034	0,36
72	1+877,45	0,428						0,0044	0,46
73	1+902,45	0,576						0,0051	0,54
74	1+921,98	-0,44						0,0045	0,47
75	1+940,61	-0,279						0,0036	0,38

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A31. Cálculo para el diseño de tubería del subdrenaje (Tramo I3 – I4).

DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I3-I4									
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros									
Tramo	Progresiva	S %	Qt (m3/s)	n	φ (mm)	Área (m2)	Rh (m)	Qcap (m3/s)	Vc (m/s)
	1+940,61	-	0,00063	0,013	110	0,00950	0,028		
76	1+955,54	-0,255						0,0034	0,36
77	1+971,10	0,296						0,0037	0,39
78	1+989,72	0,269						0,0035	0,37
79	2+010,87	0,378						0,0041	0,43
80	2+027,07	0,235						0,0033	0,35
81	2+049,93	-0,258						0,0034	0,36
82	2+076,07	-0,249						0,0034	0,36
83	2+099,34	-0,258						0,0034	0,36
84	2+127,25	0,33						0,0039	0,41
85	2+145,98	0,502						0,0048	0,51
86	2+168,31	-0,264						0,0035	0,37
87	2+191,58	0,292						0,0036	0,38

CONTINUACIÓN... DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE SUBDRENAJE VIALIDAD									
TRAMO I3-I4									
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros									
Tramo	Progresiva	S %	Qt (m3/s)	n	φ (mm)	Área (m2)	Rh (m)	Qcap (m3/s)	Vc (m/s)
88	2+210,34	0,283	0,00063	0,013	110	0,00950	0,028	0,0036	0,38
89	2+229,39	0,504						0,0048	0,51
90	2+246,66	1,031						0,0068	0,72
91	2+267,41	0,829						0,0061	0,64
92	2+281,91	-0,29						0,0036	0,38
93	2+300,79	-0,254						0,0034	0,36
94	2+315,73	-0,241						0,0033	0,35
95	2+330,89	-0,323						0,0038	0,40
96	2+347,92	-0,664						0,0055	0,58
97	2+364,26	-0,82						0,0061	0,64
98	2+385,64	-0,341						0,0039	0,41
99	2+392,74	0,239						0,0033	0,35
100	2+400,56	0,243						0,0033	0,35
101	2+407,10	0,443						0,0045	0,47
102	2+414,62	0,266						0,0035	0,37
103	2+425,18	0,237						0,0033	0,35
104	2+439,15	0,236						0,0033	0,35
105	2+455,84	0,24						0,0033	0,35
106	2+471,48	0,275						0,0035	0,37
107	2+487,47	0,256						0,0034	0,36
108	2+508,29	1,455						0,0081	0,85
109	2+525,32	2,742						0,0112	1,18
110	2+544,16	2,521						0,0107	1,13
111	2+563,34	2,289						0,0102	1,07
112	2+579,66	2,053						0,0097	1,02
113	2+598,51	1,003						0,0067	0,71
114	2+612,06	-0,384						0,0042	0,44
115	2+621,40	-0,46						0,0046	0,48

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

A32. Cálculo para el diseño de tubería del subdrenaje (Tramo I4 – I5).

DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE SUBDRENAJE VIALIDAD TRAMO I4-I5									
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón									
Tramo	Progresiva	S %	Qt (m3/s)	n	φ (mm)	Área (m2)	Rh (m)	Qcap (m3/s)	Vc (m/s)
	2+621,40	-							
116	2+632,58	-0,537						0,0049	0,52
117	2+645,26	-0,568						0,0051	0,54
118	2+664,66	-0,624						0,0053	0,56
119	2+681,81	-0,63						0,0053	0,56
120	2+717,65	2,743						0,0112	1,18
121	2+735,69	-3,088						0,0118	1,24
122	2+771,69	3,097						0,0119	1,25
123	2+787,08	3,138						0,0119	1,25
124	2+803,31	3,118						0,0119	1,25
125	2+820,3	2,578						0,0108	1,14
126	2+836,02	1,45						0,0081	0,85
127	2+856,00	1,496						0,0082	0,86
128	2+874,85	1,501						0,0083	0,87
129	2+894,55	1,457	0,00063	0,013	110	0,00950	0,028	0,0081	0,85
130	2+911,39	1,253						0,0075	0,79
131	2+926,28	0,779						0,0059	0,62
132	2+942,91	0,812						0,0061	0,64
133	2+962,52	0,898						0,0064	0,67
134	2+982,79	0,804						0,0060	0,63
135	3+004,24	0,494						0,0047	0,49
136	3+022,77	-0,345						0,0040	0,42
137	3+041,02	-0,351						0,0040	0,42
138	3+058,22	0,57						0,0051	0,54
139	3+074,92	-0,353						0,0040	0,42
140	3+091,47	-1,215						0,0074	0,78
141	3+106,15	-1,553						0,0084	0,88
142	3+120,83	-1,322						0,0077	0,81

Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Apéndice B: Data Topográfica de la Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo

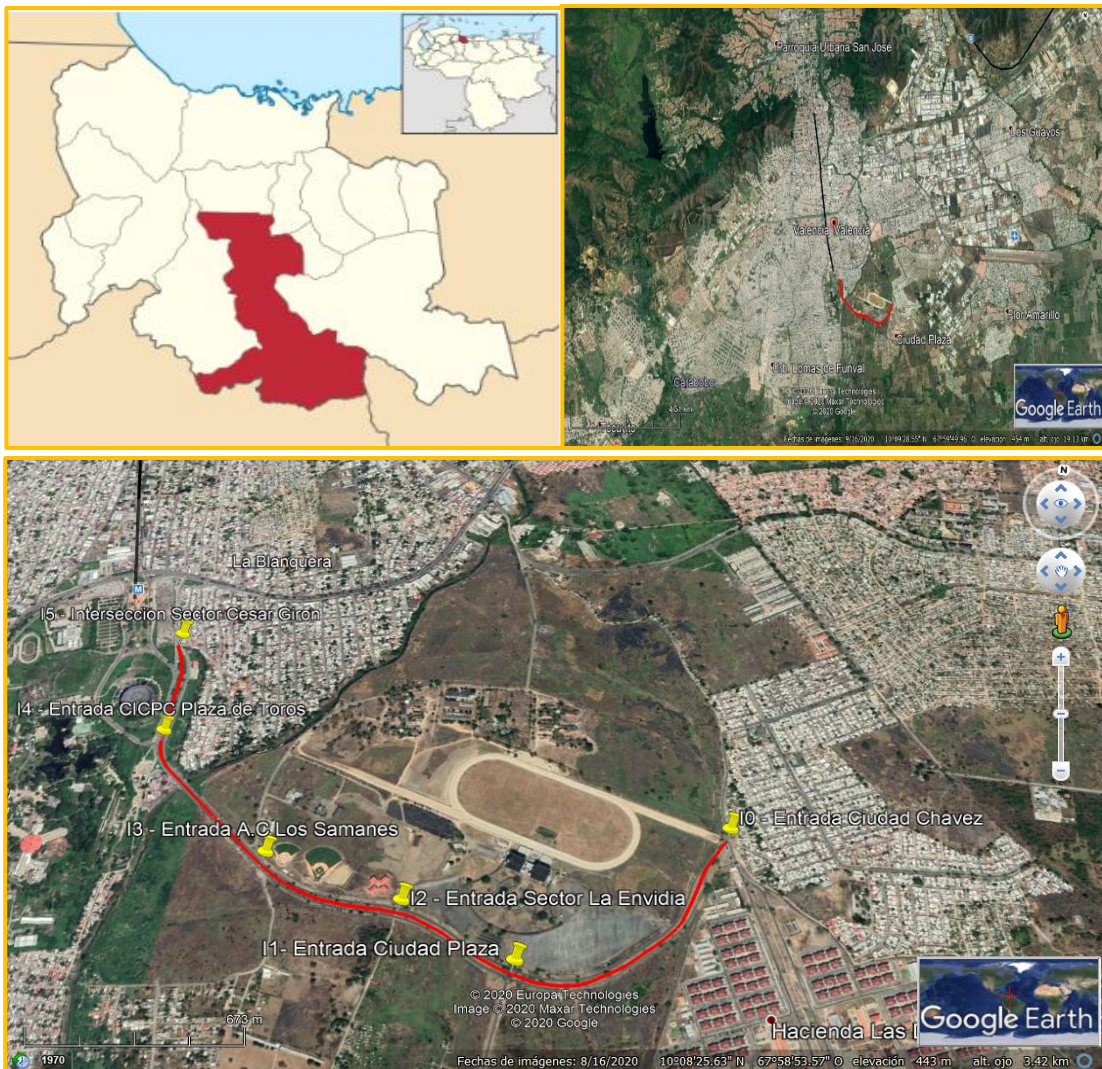
DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO.

Autor (es): De Jesús M, Frede
C.I: V – 19.555.687
Ospino G, Jorge L
C.I: V- 19.756.290

San Diego, Octubre de 2020.

B1. Delimitación espacial de la Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo.

DELIMITACIÓN ESPACIAL DE LA VÍA EN ESTUDIO	
Estado	Carabobo
Municipio	Valencia
Vía en estudio	Av. Paseo Monumental



Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

B2. Data topográfica de la Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo.

TRAMO	COORDENADAS DE REFERENCIA			
	INICIO		FIN	
	LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
I0-I5	10,138041	-67,975948	10,144318	-67,995200

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

Coordenadas de referencia de la vialidad Avenida Paseo Monumental en estudio por tramos desde la intersección I0 (Entrada Ciudad Chávez) hasta la intersección I5 (Intersección Sector Cesar Girón)

TRAMO	COORDENADAS DE REFERENCIA			
	INICIO		FIN	
	LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
I0-I1	10,138041	-67,975948	10,133191	-67,982235
I1-I2	10,133191	-67,982235	10,134821	-67,985813
I2-I3	10,134821	-67,985813	10,136076	-67,990287
I3-I4	10,136076	-67,990287	10,140271	-67,994637
I4-I5	10,140267	-67,994637	10,144318	-67,995200

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

Identificación de puntos de referencia de la vialidad en estudio por tramos desde la intersección I0 (Entrada Ciudad Chávez) hasta la intersección I5 (Intersección Sector Cesar Girón)

TRAMO	INTERSECCIONES DE REFERENCIA		LONGITUD TRAMO(m)	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL
	INICIO	FIN			
I0-I1	I0: Entrada Ciudad Chávez	I1: Entrada Ciudad Plaza	983,26	0+000,00	0+983,26
I1-I2	I1: Entrada Ciudad Plaza	I2: Entrada Sector La Envidia	435,74	0+983,26	1+419,00
I2-I3	I2: Entrada Sector La Envidia	I3: Entrada A.C Los Samanes	521,61	1+419,00	1+940,61
I3-I4	I3: Entrada A.C Los Samanes	I4: Entrada CICPC Plaza de Toros	680,79	1+940,61	2+621,40
I4-I5	I4: Entrada CICPC Plaza de Toros	I5: Intersección Cesar Girón	499,43	2+621,40	3+120,83
			3.120,83		

Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

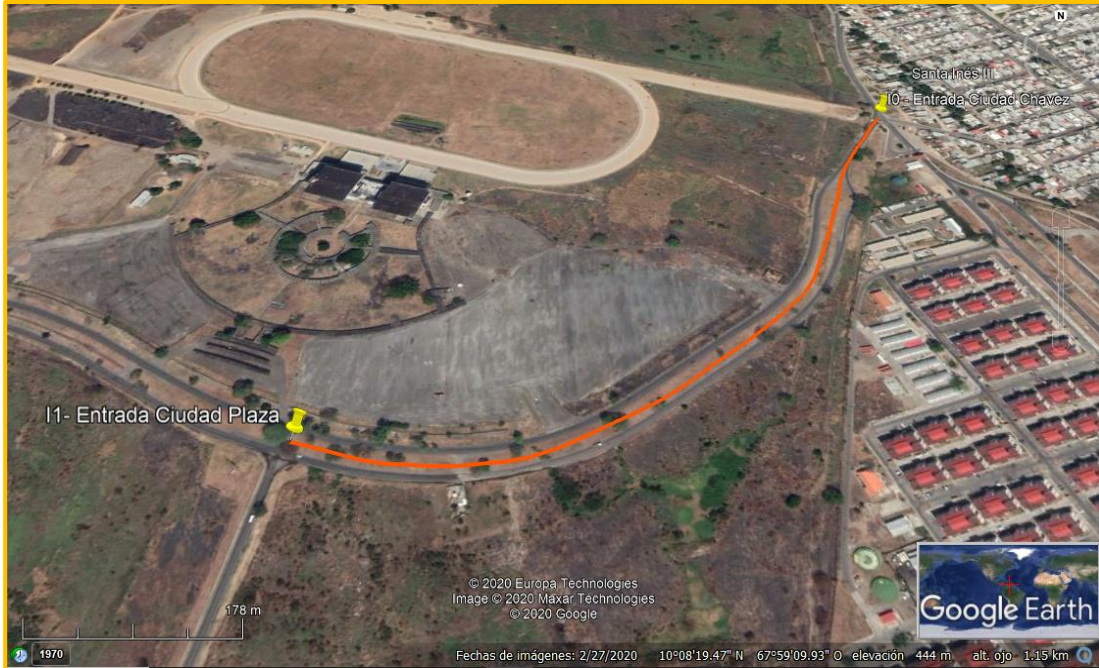
Data topográfica de la Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo I0-I1

DATA TOPOGRÁFICA VIALIDAD TRAMO I0-I1					
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza					
Progresiva	LAT	LONG	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)
0+000	10,138041	-67,975948	0,00	0,00	443,426
0+025,07	10,137856	-67,976078	25,07	25,07	443,276
0+051,58	10,137650	-67,976200	26,51	51,58	442,615
0+077,57	10,137456	-67,976333	25,99	77,57	441,653
0+103,63	10,137255	-67,976455	26,06	103,63	441,310
0+130,32	10,137045	-67,976573	26,69	130,32	440,995
0+160,51	10,136795	-67,976680	30,19	160,51	440,848
0+192,37	10,136521	-67,976765	31,86	192,37	441,307
0+226,65	10,136232	-67,976874	34,28	226,65	441,781
0+260,38	10,135947	-67,976978	33,73	260,38	442,081
0+288,95	10,135709	-67,977075	28,57	288,95	441,864
0+319,36	10,135457	-67,977183	30,41	319,36	441,525
0+346,72	10,135230	-67,977280	27,36	346,72	441,458

CONTINUACIÓN... DATA TOPOGRÁFICA VIALIDAD TRAMO I0-I1					
I0: Entrada Ciudad Chávez-I1: Entrada Ciudad Plaza					
Progresiva	LAT	LONG	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)
0+375,60	10,135011	-67,977422	28,88	375,60	441,806
0+402,91	10,134833	-67,977594	27,31	402,91	442,780
0+430,82	10,134651	-67,977769	27,91	430,82	443,631
0+462,67	10,134458	-67,977983	31,85	462,67	444,356
0+488,97	10,134301	-67,978163	26,30	488,97	444,772
0+513,35	10,134164	-67,978337	24,38	513,35	444,986
0+540,72	10,134004	-67,978527	27,37	540,72	444,191
0+568,88	10,133840	-67,978722	28,16	568,88	443,465
0+597,05	10,133687	-67,978927	28,17	597,05	442,835
0+630,23	10,133526	-67,979182	33,18	630,23	442,199
0+666,91	10,133366	-67,979475	36,68	666,91	441,315
0+693,22	10,133248	-67,979683	26,31	693,22	440,721
0+722,77	10,133123	-67,979921	29,55	722,77	440,165
0+751,73	10,133029	-67,980167	28,96	751,73	440,439
0+773,07	10,132988	-67,980357	21,34	773,07	440,827
0+798,87	10,132966	-67,980591	25,80	798,87	441,278
0+820,66	10,132946	-67,980788	21,79	820,66	441,590
0+843,90	10,132945	-67,981000	23,24	843,90	441,534
0+866,76	10,132961	-67,981207	22,86	866,76	441,471
0+887,85	10,132968	-67,981399	21,09	887,85	441,345
0+911,59	10,133007	-67,981611	23,74	911,59	441,273
0+928,25	10,133053	-67,981755	16,66	928,25	441,221
0+947,12	10,133104	-67,981919	18,87	947,12	441,094
0+966,75	10,133153	-67,982090	19,63	966,75	440,880
0+983,26	10,133191	-67,982235	16,51	983,26	440,643

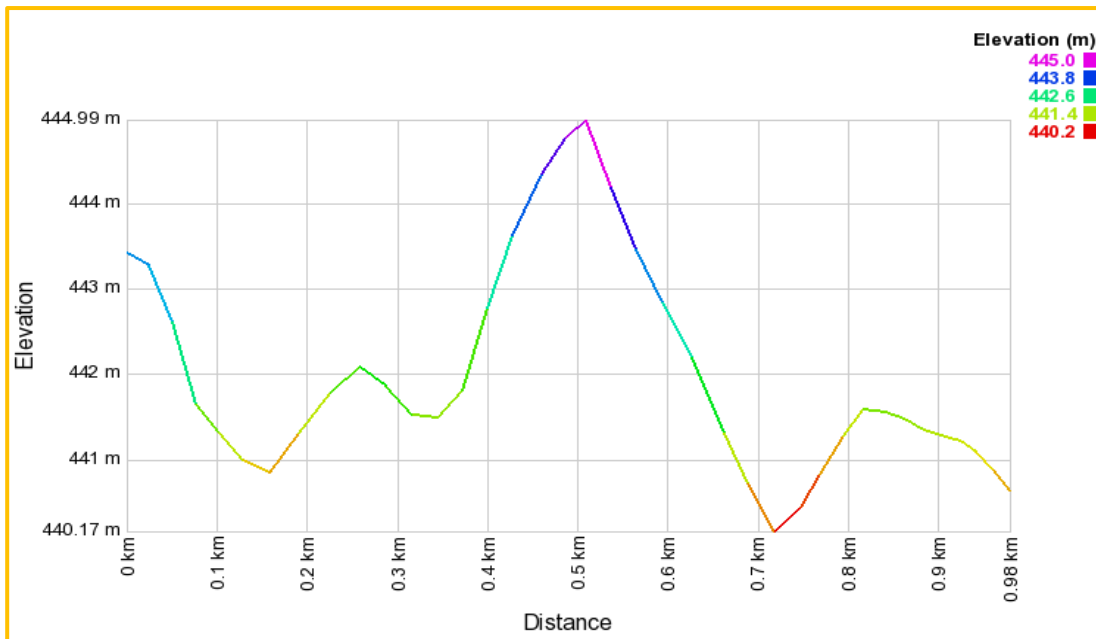
Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

VISTA SATELITAL VIALIDAD AVENIDA PASEO MONUMENTAL TRAMO I0-I1



Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

PERFIL TOPOGRÁFICO AVENIDA PASEO MONUMENTAL TRAMO I0-I1



Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

Data topográfica de la Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo I1-I2

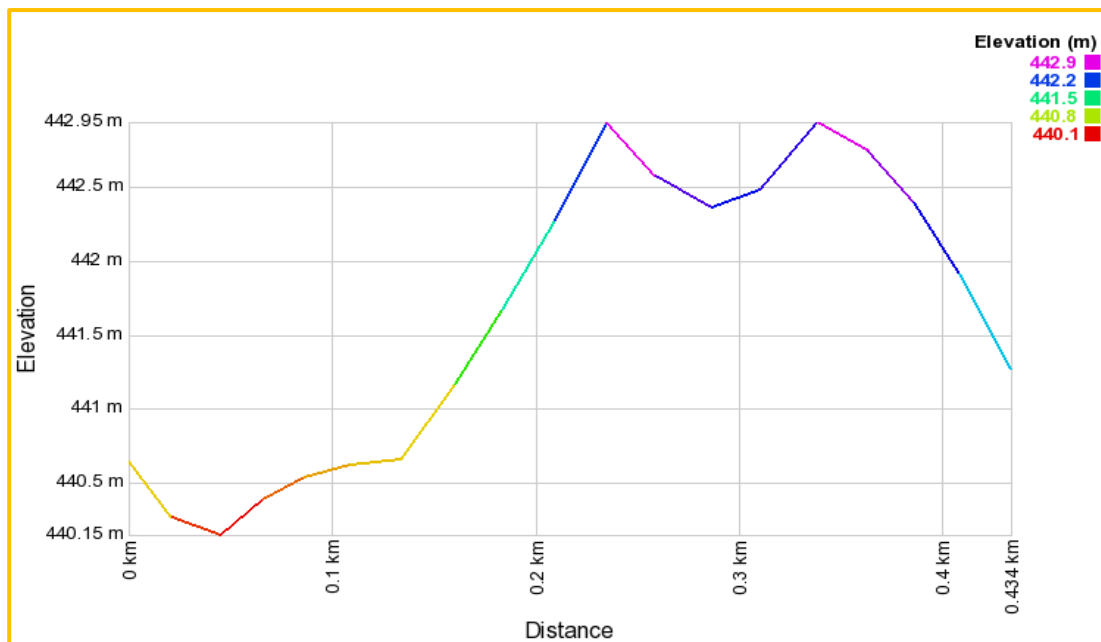
DATA TOPOGRÁFICA VIALIDAD TRAMO I1-I2					
I1: Entrada Ciudad Plaza-I2: Entrada Sector La Envidia					
Progresiva	LAT	LONG	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)
0+983,26	10,133191	-67,982235	0,00	0,00	440,643
1+004,47	10,133258	-67,982415	21,21	21,21	440,264
1+028,65	10,133337	-67,982620	24,18	45,39	440,148
1+049,80	10,133409	-67,982798	21,15	66,54	440,384
1+070,08	10,133492	-67,982962	20,28	86,82	440,534
1+092,42	10,133575	-67,983147	22,34	109,16	440,616
1+118,27	10,133680	-67,983357	25,85	135,01	440,683
1+144,68	10,133794	-67,983568	26,41	161,42	441,167
1+167,97	10,133895	-67,983753	23,29	184,71	441,674
1+193,94	10,134018	-67,983954	25,97	210,68	442,281
1+219,86	10,134145	-67,984151	25,92	236,60	442,947
1+243,33	10,134260	-67,984330	23,47	260,07	442,577
1+271,36	10,134378	-67,984555	28,03	288,10	442,364
1+295,38	10,134462	-67,984756	24,02	312,12	442,484
1+323,60	10,134565	-67,984990	28,22	340,34	442,943
1+348,92	10,134654	-67,985202	25,32	365,66	442,745
1+371,40	10,134732	-67,985390	22,48	388,14	442,403
1+393,78	10,134786	-67,985586	22,38	410,52	441,917
1+419,00	10,134821	-67,985813	25,22	435,74	441,271

VISTA SATELITAL VIALIDAD AVENIDA PASEO MONUMENTAL TRAMO I1-I2



Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

PERFIL TOPOGRÁFICO AVENIDA PASEO MONUMENTAL TRAMO I1-I2



Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

Data topográfica de la Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo I2-I3

DATA TOPOGRÁFICA VIALIDAD TRAMO I2-I3					
I2: Entrada Sector La Envidia-I3: Entrada A.C Los Samanes					
Progresiva	LAT	LONG	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)
1+419,00	10,134821	-67,985813	0,00	0,00	441,271
1+456,95	10,134859	-67,986157	37,95	37,95	441,814
1+482,29	10,134892	-67,986385	25,34	63,29	442,284
1+506,69	10,134895	-67,986607	24,40	87,69	442,750
1+529,29	10,134903	-67,986813	22,60	110,29	443,350
1+550,18	10,134917	-67,987003	20,89	131,18	443,993
1+574,76	10,134932	-67,987226	24,58	155,76	444,771
1+602,73	10,134950	-67,987480	27,97	183,73	445,698
1+638,68	10,135003	-67,987803	35,95	219,68	445,260
1+673,65	10,135052	-67,988118	34,97	254,65	444,375
1+701,11	10,135097	-67,988364	27,46	282,11	443,771
1+729,51	10,135186	-67,988606	28,40	310,51	443,625
1+753,89	10,135257	-67,988816	24,38	334,89	443,560
1+779,01	10,135336	-67,989030	25,12	360,01	443,500
1+803,47	10,135420	-67,989235	24,46	384,47	443,567
1+825,19	10,135512	-67,989409	21,72	406,19	443,624
1+850,37	10,135625	-67,989607	25,18	431,37	443,687
1+877,45	10,135752	-67,989817	27,08	458,45	443,803
1+902,45	10,135877	-67,990005	25,00	483,45	443,947
1+921,98	10,135975	-67,990152	19,53	502,98	443,861
1+940,61	10,136076	-67,990287	18,63	521,61	443,809

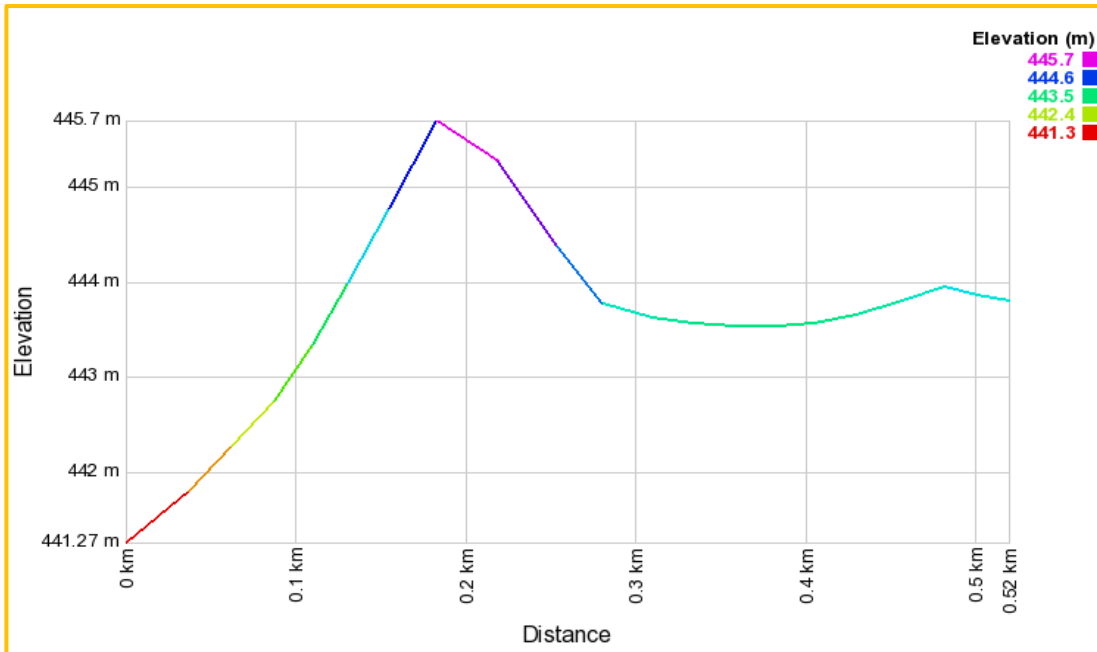
Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

VISTA SATELITAL VIALIDAD AVENIDA PASEO MONUMENTAL TRAMO I2-I3



Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

PERFIL TOPOGRÁFICO AVENIDA PASEO MONUMENTAL TRAMO I2-I3



Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

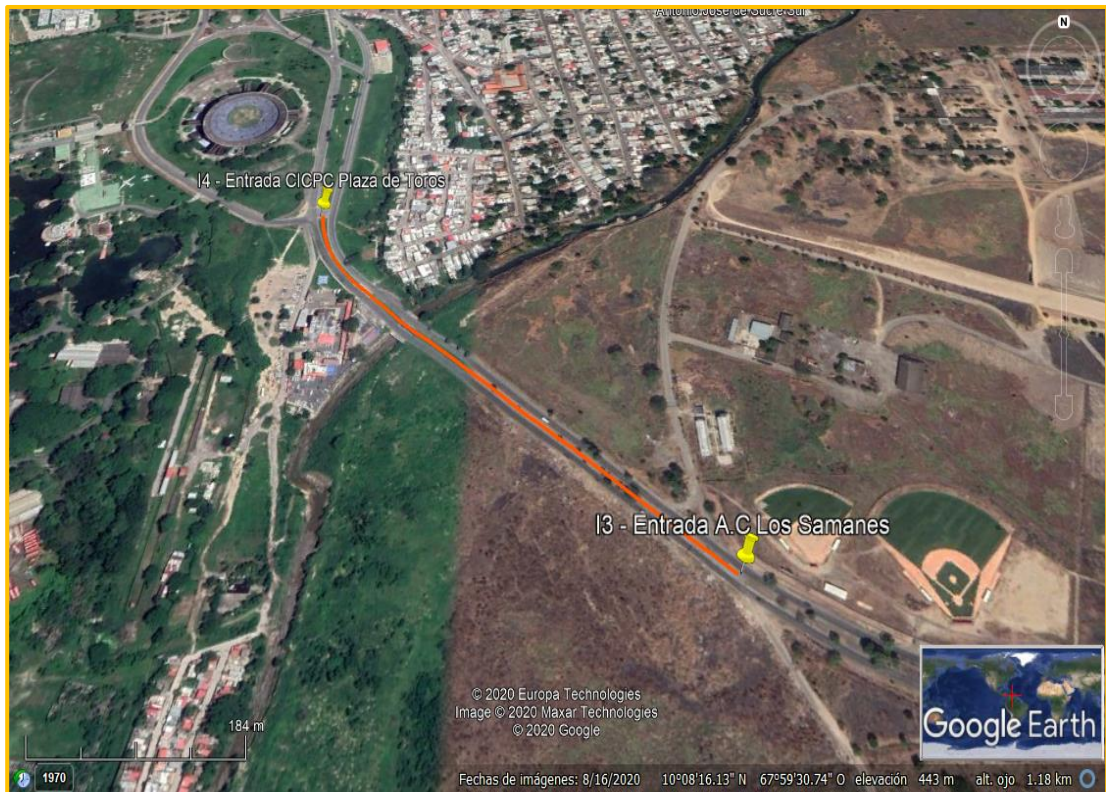
Data topográfica de la Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo I3-I4

DATA TOPOGRÁFICA VIALIDAD TRAMO I3-I4					
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros					
Progresiva	LAT	LONG	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)
1+940,61	10,136076	-67,990287	0,00	0,00	443,809
1+955,54	10,136162	-67,990391	14,93	14,93	443,771
1+971,10	10,136253	-67,990498	15,56	30,49	443,817
1+989,72	10,136357	-67,990630	18,62	49,11	443,867
2+010,87	10,136480	-67,990776	21,15	70,26	443,947
2+027,07	10,136573	-67,990888	16,20	86,46	443,985
2+049,93	10,136704	-67,991047	22,86	109,32	443,926
2+076,07	10,136853	-67,991230	26,14	135,46	443,861
2+099,34	10,136993	-67,991387	23,27	158,73	443,801
2+127,25	10,137155	-67,991580	27,91	186,64	443,893
2+145,98	10,137267	-67,991706	18,73	205,37	443,987
2+168,31	10,137390	-67,991866	22,33	227,70	443,928
2+191,58	10,137525	-67,992027	23,27	250,97	443,996
2+210,34	10,137628	-67,992162	18,76	269,73	444,049
2+229,39	10,137737	-67,992295	19,05	288,78	444,145
2+246,66	10,137840	-67,992411	17,27	306,05	444,323
2+267,41	10,137964	-67,992551	20,75	326,80	444,495
2+281,91	10,138047	-67,992652	14,50	341,30	444,453
2+300,79	10,138155	-67,992784	18,88	360,18	444,405
2+315,73	10,138241	-67,992888	14,94	375,12	444,369
2+330,89	10,138329	-67,992992	15,16	390,28	444,320
2+347,92	10,138428	-67,993110	17,03	407,31	444,207
2+364,26	10,138527	-67,993219	16,34	423,65	444,073
2+385,64	10,138651	-67,993367	21,38	445,03	444,000
2+392,74	10,138692	-67,993416	7,10	452,13	444,017
2+400,56	10,138739	-67,993468	7,82	459,95	444,036
2+407,10	10,138775	-67,993514	6,54	466,49	444,065
2+414,62	10,138816	-67,993568	7,52	474,01	444,085
2+425,18	10,138877	-67,993641	10,56	484,57	444,110
2+439,15	10,138957	-67,993738	13,97	498,54	444,143
2+455,84	10,139050	-67,993857	16,69	515,23	444,183
2+471,48	10,139147	-67,993959	15,64	530,87	444,226
2+487,47	10,139239	-67,994070	15,99	546,86	444,267

CONTINUACIÓN... DATA TOPOGRÁFICA VIALIDAD TRAMO I3-I4					
I3: Entrada A.C Los Samanes-I4: Entrada CICPC Plaza de Toros					
Progresiva	LAT	LONG	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)
2+508,29	10,139371	-67,994204	20,82	567,68	444,570
2+525,32	10,139490	-67,994300	17,03	584,71	445,037
2+544,16	10,139626	-67,994401	18,84	603,55	445,512
2+563,34	10,139774	-67,994489	19,18	622,73	445,951
2+579,66	10,139910	-67,994543	16,32	639,05	446,286
2+598,51	10,140070	-67,994598	18,85	657,90	446,475
2+612,06	10,140189	-67,994623	13,55	671,45	446,423
2+621,40	10,140271	-67,994637	9,34	680,79	446,380

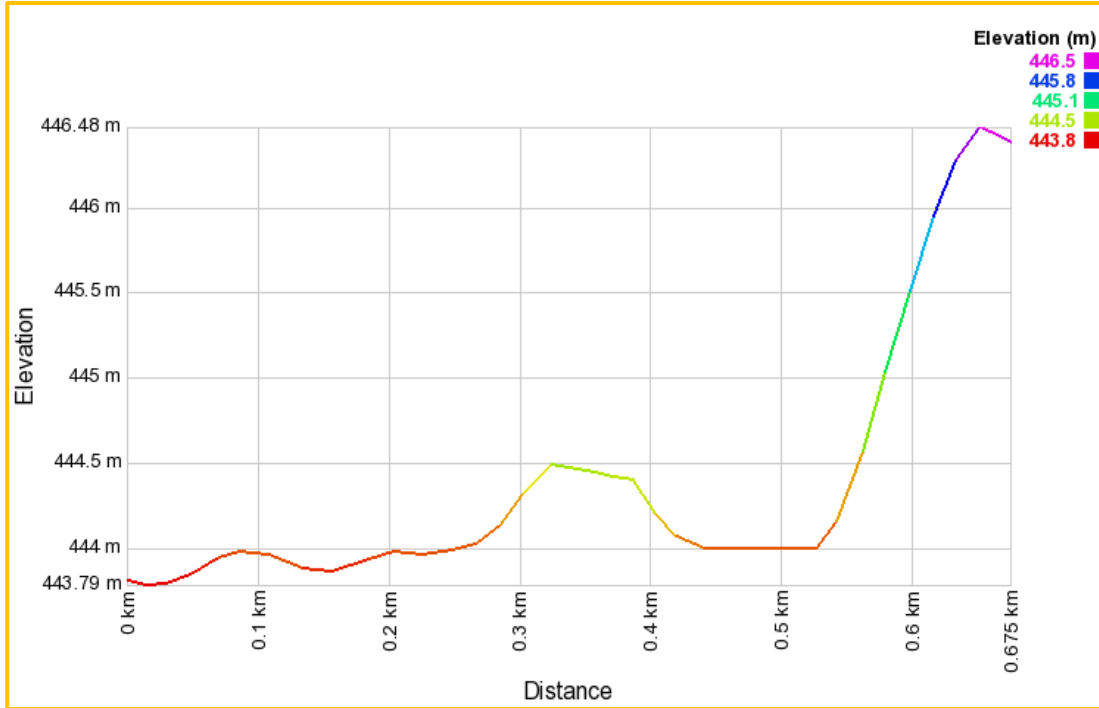
Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

VISTA SATELITAL VIALIDAD AVENIDA PASEO MONUMENTAL TRAMO I3-I4



Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

PERFIL TOPOGRÁFICO AVENIDA PASEO MONUMENTAL TRAMO I3-I4



Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

Data topográfica de la Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo I4-I5

DATA TOPOGRÁFICA VIALIDAD TRAMO I4-I5					
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón					
Progresiva	LAT	LONG	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)
2+621,40	10,140267	-67,994637	0,00	0,00	446,380
2+632,58	10,140366	-67,994642	11,18	11,18	446,320
2+645,26	10,140479	-67,994653	12,68	23,86	446,248
2+664,66	10,140653	-67,994657	19,40	43,26	446,127
2+681,81	10,140806	-67,994661	17,15	60,41	446,019
2+717,65	10,141127	-67,994677	35,84	96,25	447,002
2+735,69	10,140965	-67,994669	18,04	114,29	446,445
2+771,69	10,141288	-67,994682	36,00	150,29	447,560
2+787,08	10,141426	-67,994686	15,39	165,68	448,043
2+803,31	10,141571	-67,994688	16,23	181,91	448,549
2+820,3	10,141723	-67,994692	16,99	198,90	448,987
2+836,02	10,141864	-67,994691	15,72	214,62	449,215

CONTINUACIÓN... DATA TOPOGRÁFICA VIALIDAD TRAMO I4-I5					
I4: Entrada CICPC Plaza de Toros-I5: Intersección Cesar Girón					
Progresiva	LAT	LONG	Distancia (m)	Dist. Acumulada (m)	Cota (msnm)
2+856,00	10,142043	-67,994693	19,98	234,60	449,514
2+874,85	10,142212	-67,994695	18,85	253,45	449,797
2+894,55	10,142388	-67,994694	19,70	273,15	450,084
2+911,39	10,142539	-67,994691	16,84	289,99	450,295
2+926,28	10,142672	-67,994690	14,89	304,88	450,411
2+942,91	10,142821	-67,994691	16,63	321,51	450,546
2+962,52	10,142995	-67,994714	19,61	341,12	450,722
2+982,79	10,143173	-67,994749	20,27	361,39	450,885
3+004,24	10,143362	-67,994781	21,45	382,84	450,991
3+022,77	10,143518	-67,994837	18,53	401,37	450,927
3+041,02	10,143668	-67,994902	18,25	419,62	450,863
3+058,22	10,143812	-67,994957	17,20	436,82	450,961
3+074,92	10,143948	-67,995019	16,70	453,52	450,902
3+091,47	10,144079	-67,995089	16,55	470,07	450,701
3+106,15	10,144198	-67,995146	14,68	484,75	450,473
3+120,83	10,144318	-67,995200	14,68	499,43	450,279

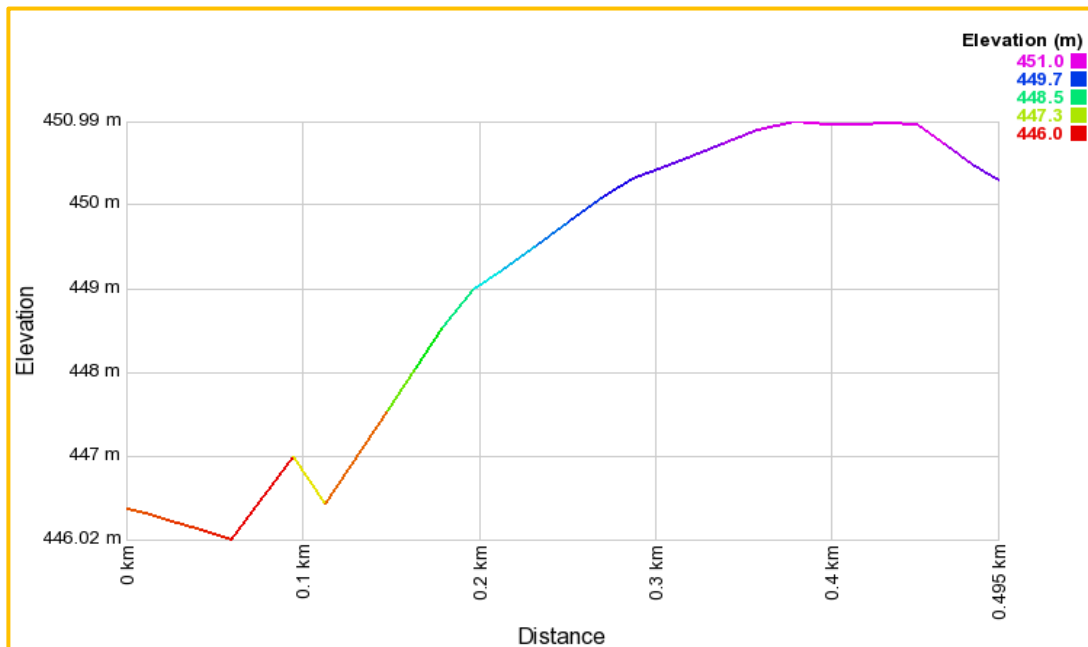
Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

VISTA SATELITAL VIALIDAD AVENIDA PASEO MONUMENTAL TRAMO I4-I5



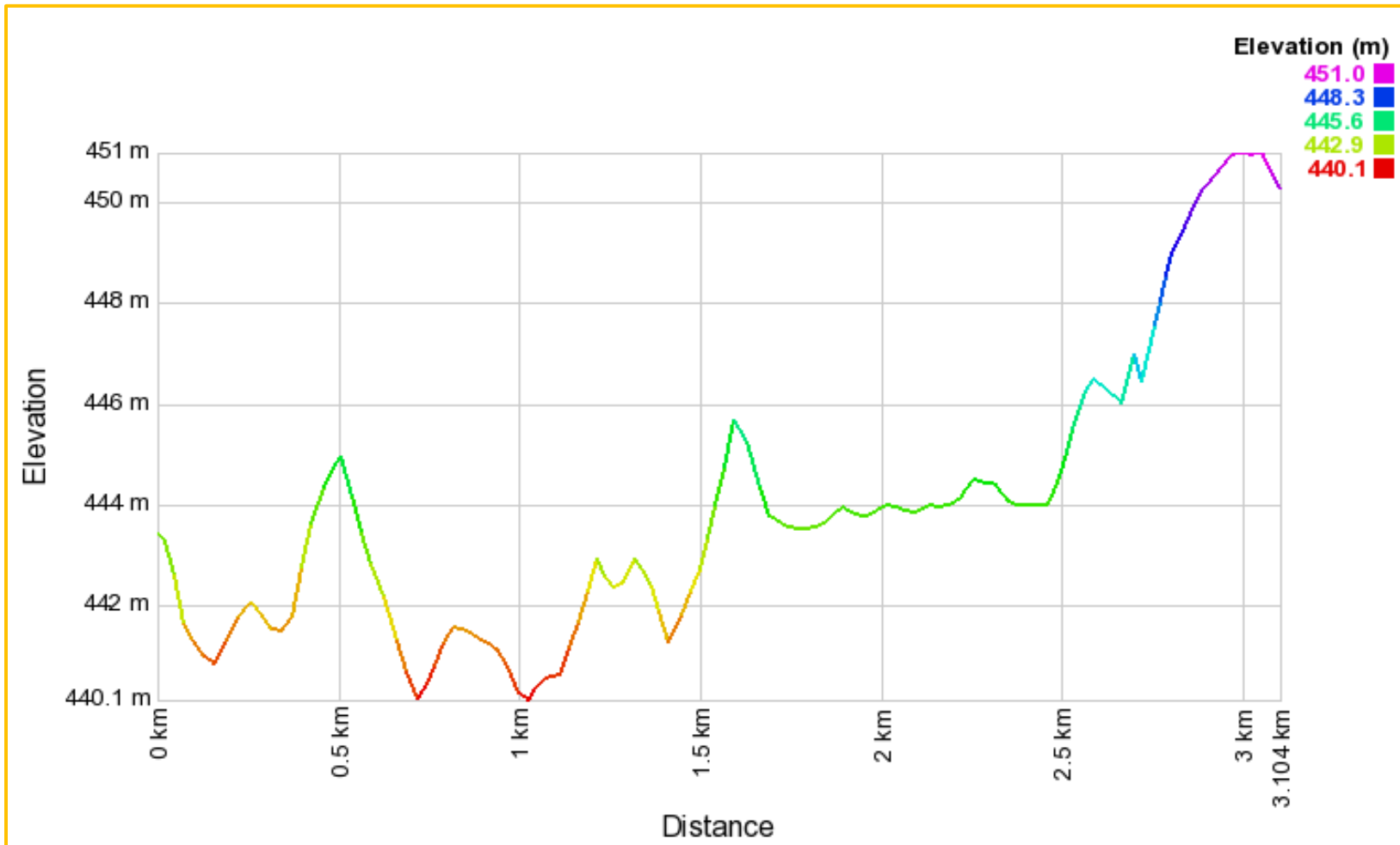
Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

PERFIL TOPOGRÁFICO AVENIDA PASEO MONUMENTAL TRAMO I4-I5



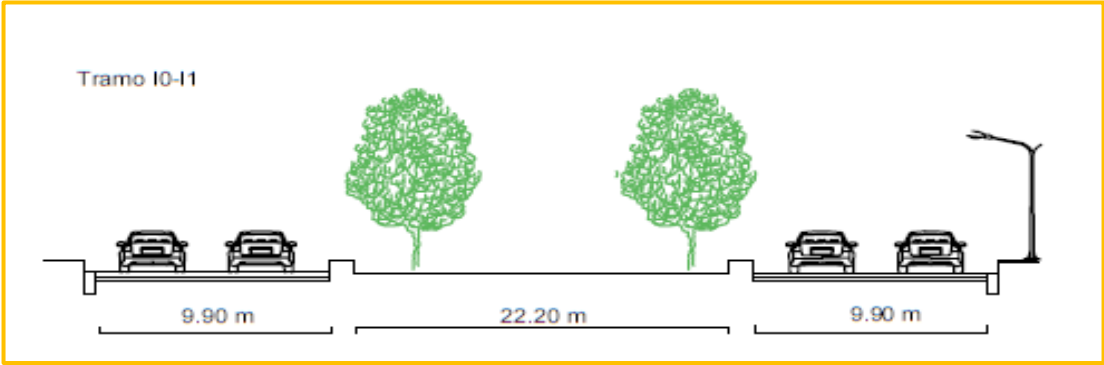
Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

PERFIL TOPOGRÁFICO AVENIDA PASEO MONUMENTAL TRAMO I0-I5



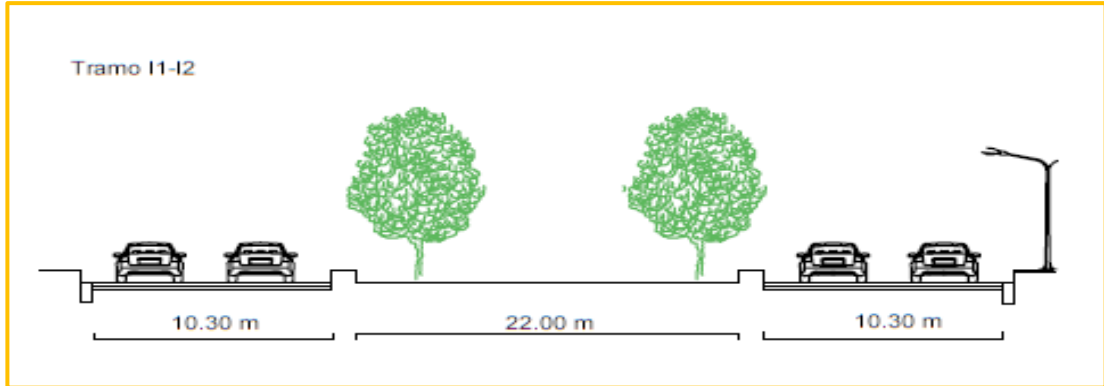
Fuente: Elaborado por De Jesus y Ospino (2020). Basado en Google Earth.

Sección Tipo de Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo I0-I1



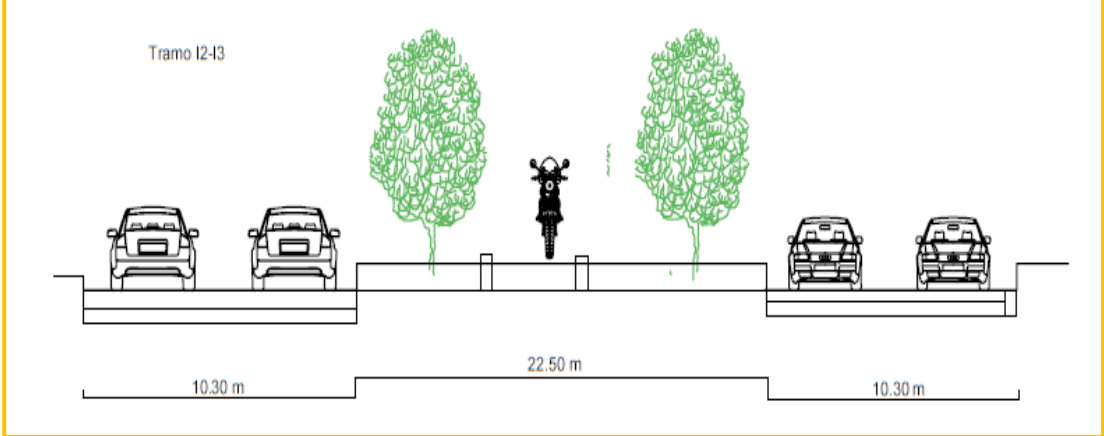
Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Sección Tipo de Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo I1-I2



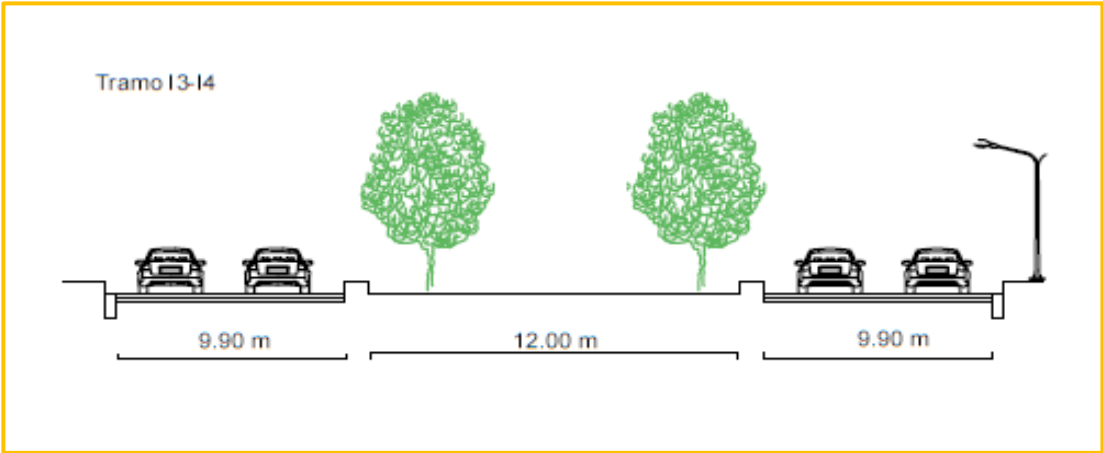
Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Sección Tipo de Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo I2-I3



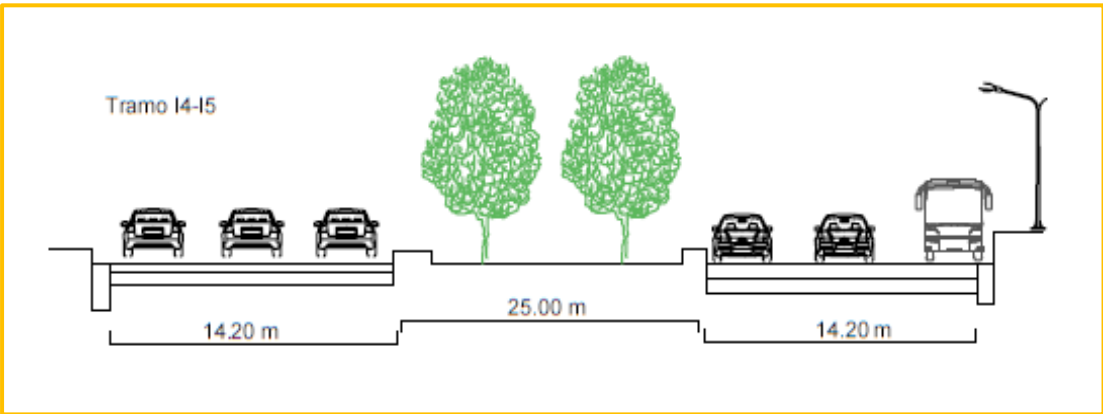
Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Sección Tipo de Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo I3-I4



Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Sección Tipo de Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo I4-I5



Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Apéndice C: Soporte Estudios de Suelos de la Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo

DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO.

Autor (es): De Jesús M, Frede
C.I: V – 19.555.687
Ospino G, Jorge L
C.I: V- 19.756.290

San Diego, Octubre de 2020.

C1. Litología de la Perforación P1. Referencia Intersección I0: Entrada Ciudad Chávez

INGE ROCA															LABORATORIO DE SUELOS										FORMULARIO	
RIF J-07529801-2															LITOLOGIA DE LA PERFORACION										LAB-PS-10	
TIPO DE MUESTRA	N° DE MUESTRA	PROF. (m)	DATOS DE CAMPO	SIMB. LIT.	LITOLOGÍA	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA			Gs	γ T (t/m3)	Ø°	C T (t/m2)	GRANULOMETRIA	N	GRAFICO DE N° DE GOLPES VS PROFUNDIDAD	% H	GRAFICO DE HUMEDAD VS PROFUNDIDAD					
										LL	LP	LP														
S	1	0,00-0,50			MATERIAL DE RELLENO													24		9,92						
S	2	0,50-1,00			ARENA LIMOSA CON GRAVA	(SM)g	22,56	40,50	36,94	NP	NP	NP	3,49					27		13,04						
S	3	1,00-1,50			ARENA LIMOSA ARCILLOSA	SM-SC	0,00	50,70	49,30	26,83	21,57	5,27						21		8,26						
S	4	1,50-2,00																23		6,26						
S	5	2,00-3,00			ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA	s(CL)	0,00	41,94	58,06	18,90	10,21	8,69						26		15,26						
DATOS DE LA PERFORACIÓN			TIPOS DE MUESTRAS			PARAMETROS			LITOLOGÍA DE LA PERFORACIÓN																	
PESO DEL MARTILLO (lb)			140	INTERVALOS DE MUESTRAS			I	LÍMITE LÍQUIDO			LL (%)			DATOS DE LA PERFORACIÓN												
ALTURA DE CAIDA (m)			0,76	MUESTRA SECA			S	LÍMITE PLÁSTICO			LP (%)															
TIPO DE SACAMUESTRAS			CS	MUESTRA LAVADA			L	ÍNDICE DE PLASTICIDAD			P (%)			FECHA:			PERFORACIÓN N°:			HOJA N°:			TOTAL MUESTRAS:			
SACA MUESTRAS			1 1/2"	MUESTRA ROTADA			R	GRAVEDAD ESPECÍFICA			Gs (%)			12-may-16			P1			15			5			
FORROS			2 1/2"	MUESTRA NO REALIZADA			NR	PESO UNITARIO SECO			γ Tm3			CLIENTE: PROMOTORA AZMUT 88 C.A.												
BROCAS				MUESTRA NO RECUPERADA			NO	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA			Ø°			OBRA: ESTUDIOS GEOTECNICO PARA PROYECTO DE VIALIDAD DE AV PASEO VALENCIA, COMPLEJO HABITACIONAL CIUDAD CHAVEZ.												
CUCHARA ESTÁNDAR			CS	NO POSEE MUESTRA			NP	COHESION			C Tm2			UBICACIÓN: TERRENO DE CIUDAD CHAVEZ, SUR DE VALENCIA EDO CARABOBO.												
DIAMANTE			D	CONDICIONES DE CAMPO				NÚMERO DE GOLPES			N (golpes/pie)			REFERENCIA: 090316												
WINDA			W	NIVEL FREÁTICO				% DE GRAVA						OBSERVACIONES:												
CINCEL			C	AGUAS DE INFILTRACIÓN				% DE ARENA						REALIZADO POR:												
				AGUAS EMPERCHADAS				% DE FINOS						REVISADO POR:												
COORDENADAS:				ESTE:				NORTE:																		

Fuente: Ingeroca (2016).

C2. Granulometría de Perforaciones (Perforación P1). Referencia Intersección I0: Entrada Ciudad Chávez

INGEROCA REF. J. 07529801-2		LABORATORIO DE SUELOS GRANULOMETRIA POR TAMIZADO		FORMULARIO LAB-FOR-004 VERSION: 18/06/2014 PAGINA: 1 de 1			
CLIENTE:	PROMOTORA AZIMUT 68 C.A.			REFERENCIA:	090316		
OBRA:	ESTUDIOS GEOTECNICO PARA PROYECTO DE VIALIDAD DE AV PASEO VALENCIA, COMPLEJO HABITACIONAL CIUDAD CHAVEZ.			FECHA DE INICIO DEL ENSAYO:	07/04/2016		
UBICACIÓN:	TERRENO DE CIUDAD CHAVEZ, SUR DE VALENCIA EDO CARABOBO.			FECHA DE FINALIZACION DEL ENSAYO:	08/04/2016		
COVENIN 255-06, COVENIN 2232-85, COVENIN 258-09, ASTM D6913-04							
TIPO DE SUELO:	ARENA LIMOSA CON GRAVA			N° DE PERFORACIÓN:	P1		
CLASIFICACIÓN S.U.C.S Y H.R.B.	(SM)g		A-4	CODIGO MUNSELL:	5Y-6/1		
PESO TOTAL DE LA MUESTRA:	175,50			COLOR:	GRIS		
PESO FINAL DE LA MUESTRA:	115,70						
TAMIZ	TAMAÑO NOMINAL (mm)	PESO RETENIDO PARCIAL. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE	PROMEDIO DE % DE HUMEDAD	13,04
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00	N° MUESTRA:	2
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00	PROFUNDIDAD	0,50-1,00
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,100	0,00	0,00	0,00	100,00		
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00	LL	NP
3/8"	9,520	15,50	8,83	8,83	91,17	LP	NP
# 4	4,750	24,10	13,73	22,56	77,44	IP	NP
#10	2,000	20,40	11,62	34,19	65,81	FRACCIONES DEL SUELO	
#20	0,840	13,40	7,64	41,82	58,18	% GRAVA	22,56
#40	0,420	9,10	5,19	47,01	52,99	% ARENA	40,50
#60	0,250	7,20	4,10	51,11	48,89	% FINOS	36,94
# 100	0,150	8,70	4,96	56,07	43,93	VALORES DE GRADACIÓN	
# 140	0,106	6,20	3,53	59,60	40,40	CU:	NP
# 200	0,074	6,07	3,46	63,06	36,94	CC:	NP

LEYENDA: NP (NO POSEE)

OBSERVACIONES:

ESTADO DE LA MUESTRA: MEDIA

Fuente: Ingeroca (2016)

Apéndice D: Registro Fotográfico de la Vialidad Avenida Paseo Monumental tramo de estudio entre los puntos comprendidos desde la Intersección de Entrada a Complejo Habitacional Ciudad Chávez hasta la Intersección del Sector Popular Barrio Cesar Girón, Municipio Valencia en el Estado Carabobo

DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUB DRENAJE (SDSD) DE AGUAS PLUVIALES, EN LA AV. PASEO MONUMENTAL, MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO.

Autor (es): De Jesús M, Frede
C.I: V – 19.555.687
Ospino G, Jorge L
C.I: V- 19.756.290

San Diego, Octubre de 2020.

D1. INFORME FOTOGRÁFICO AVENIDA PASEO MONUMENTAL

Vista Aérea Avenida Paseo Monumental

Orientación: Sentido Norte-Sur

Referencia Tramo I4-I5 Entrada CICPC – Intersección Sector Cesar Girón. Vialidad que se visualiza al lado izquierdo de la Plaza de Toros Monumental de Valencia. Se detallan las intersecciones siguientes I3 (Entrada Sector A.C Los Samanes) e I2 (Entrada Sector La Envidia).



Fuente: Drone Valencia (2016).

Vista de la Intersección I0 (Entrada Ciudad Chávez)

Referencia: Tramo I0-I1 (Entrada Ciudad Chávez – Entrada Ciudad Plaza)



Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Nota: Se detalla presencia de brocales y aceras en los laterales de la vialidad, en el lado izquierdo se aprecia la vía de acceso al Sector Santa Inés III. El sentido de circulación de los vehículos es hacia y desde el Urbanismo Ciudad Chávez I Etapa con conexión a la Avenida Paseo Monumental.

Vista de canal de drenaje Transversal 1

Referencia: Tramo I0-I1 (Entrada Ciudad Chávez – Entrada Ciudad Plaza)



Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Nota: Se evidencia ausencia de mantenimiento, presencia de vegetación en los laterales del canal, aun tomando en consideración que el mismo sirve para drenar la extensión de terrenos donde se encuentra el HINAVA (Hipódromo Nacional de Valencia). Al fondo se observa el cabezal de la alcantarilla en su paso con la vialidad en estudio.

Vista de condiciones de estructuras de drenaje tipo sumideros de rejilla en lateral derecho de vialidad sentido I0-I1 a la altura de los estacionamientos del HINAVA.

Referencia: Tramo I0-I1 (Entrada Ciudad Chávez – Entrada Ciudad



Plaza) Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Nota: Se constata deterioro evidente de los sumideros (ausencia de rejillas para retención de sólidos, vegetación y sedimentos presente en la tanquilla; con lo cual se muestra el estado de inoperatividad de dicha estructura.

Estado de la Vialidad I0-I1 (Sentido de circulación de Ciudad Plaza a Ciudad Chávez)

Referencia: Tramo I0-I1 (Entrada Ciudad Chávez – Entrada Ciudad Plaza)



Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Nota: Se detalla presencia de brocales y aceras en los laterales de la vialidad. Se aprecia deterioro en algunos sectores de la carpeta de rodamiento.

Vista de la Intersección I1 (Entrada Ciudad Plaza)

Referencia: Tramo I0-I1 (Entrada Ciudad Chávez – Entrada Ciudad Plaza)



Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Nota: Se detalla presencia de brocales y aceras en los laterales de la vialidad. Al fondo se encuentra Ciudad Plaza (complejo habitacional anteriormente desarrollado por Fontur (Fondo Nacional del Turismo) y luego intervenido por la Gran Misión Vivienda Venezuela (GMMV).

Vista de la vía de Acceso al Sector La Envidia en la Intersección I2

Referencia: Tramo I2-I3 (Entrada Sector La Envidia – Entrada A.C Los Samanes)



Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Nota: Se aprecia marcada ausencia de una vialidad consolidada hacia el Sector La Envidia; no existe pavimento, brocales, aceras así como evidencia de la no presencia de estructuras de drenaje de ningún tipo.

Vista de Vialidad Tramo I2-I3 (Detalle Isla Central y Ciclovía)

Referencia: Tramo I2-I3 (Entrada Sector La Envidia– Entrada A.C Los Samanes)



Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Nota: Se detalla presencia de brocales y aceras en los laterales de la vialidad. Se aprecia el carril de la ciclovía implantada en el presente tramo en el área correspondiente a la isla central.

Vista de canal de drenaje Transversal 2

Referencia: Tramo I2-I3 (Entrada Sector La Envidia – Entrada Sector A.C Los Samanes)



Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Nota: Se evidencia ausencia de mantenimiento, presencia de vegetación en el lateral derecho del canal sentido I2-I3, considerando que dicho canal recolecta las aguas pluviales de los terrenos aledaños para descargar al río Cabriales.

Vista de la vía de Acceso al Sector A.C Los Samanes en la Intersección I3

Referencia: Tramo I3-I4 (Entrada Sector A.C Los Samanes – Entrada CICPC Plaza de Toros)



Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Nota: Se aprecia marcada ausencia de una vialidad consolidada hacia el Sector A.C Los Samanes; no existe pavimento, brocales, aceras así como evidencia de la no presencia de estructuras de drenaje de ningún tipo.

Vista desde el Puente sobre el río Cabriales, sentido Sur detrás de terrenos del CICPC Plaza de Toros

Referencia: Tramo I4-I5 (Entrada CICPC Plaza de Toros – Intersección Sector Cesar Girón)



Fuente: De Jesus y Ospino (2020).

Nota: Se observa estructuras de protección de las riberas (muros de gaviones) en el río Cabriales en su margen derecha sentido Norte-Sur, en la foto en el recuadro superior se detalla estructuras de descarga de aguas pluviales desde los terrenos del CICPC Plaza de Toros hacia el cauce del río Cabriales.