

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



PROPUESTA DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN SUPERFICIAL DE AGUAS DE ESCORRENTIA PLUVIAL DE LA CALLE 6 DE LA URB VISTA HERMOSA 1 EN CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR.

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR LOS BACHILLERES EDUARDO, J. GONZALEZ, P Y LUISA, V RODRIGUEZ, B PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE DE 2023



ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, intitulado **PROPUESTA DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN SUPERFICIAL DE AGUAS DE ESCORRENTIA PLUVIAL DE LA CALLE 6 DE LA URB VISTA HERMOSA 1 EN CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR.** “presentado por los bachilleres: **EDUARDO, J GONZALEZ, P.** cedula de identidad: **26.479.015** Y **LUISA, V RODRIGUEZ, B.** cedula de identidad: **27.940.054** ha sido Aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:	Firma:
<u>Profesora Beatriz Echeverría</u> (Asesor Académico)	_____
<u>Profesor Francisco Monteverde</u> (Jurado)	_____
<u>Profesor Dafnis Echeverria</u> (Jurado)	_____
<u>Profesor Rodolfo González</u> Jefe del Departamento de Ingeniería Civil	<u>Profesor Francisco Monteverde</u> Director de Escuela

Ciudad Bolívar, octubre de 2023.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado principalmente a Dios omnipotente y todopoderoso, por siempre demostrarnos su infinito e inagotable amor y misericordia al permitirnos llegar a este momento tan especial.

A nuestros padres, hermanos, abuelos y tíos que nos brindaron apoyo incondicional en todo este proceso, que nunca nos faltó su mano para levantarnos de cualquier caída en este camino lleno de obstáculos.

A nuestra tutora Ing. Beatriz Echeverría quien estuvo en gran parte del camino, siempre tuvo la dedicación y entusiasmo por formarnos como excelentes profesionales.

Eduardo J. González P.

Luisa V. Rodríguez B.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios Padre y Todopoderoso que nos ha brindado el regalo de la vida, nos ha guiado en todo nuestro recorrido por esta etapa tan importante, día tras día fue proveedor de sabiduría y entendimiento para cumplir con cada una de nuestras responsabilidades y así poder llegar a este momento tan anhelado, gracias Padre amado.

Agradecemos a nuestros padres; Mildred Pino, Jorge Rodríguez y Magnolia Baca que han sido apoyo incondicional en todo momento, han sido proveedores de amor inagotable y de los recursos necesarios para poder culminar nuestra carrera Universitaria.

A nuestros abuelos; Nidia Pino, Luis Rodríguez y Virginia de Rodríguez que han dado fortaleza y palabras de aliento para no desmayar en los momentos de dificultad.

Nuestros tíos que colaboraron en nuestra formación integral siempre con buenos consejos, Mariano Pérez, Lilian Pérez, Aura Rodríguez, Adriana Rodríguez y Luis Rodríguez.

Agradecemos a la Ing. Beatriz Echeverría por asumir el reto de ser nuestra asesora y guía en la elaboración de este trabajo.

Eduardo J. González P.

Luisa V. Rodríguez B.

RESUMEN

En esta investigación se plantea como objetivo general Proponer la ingeniería básica para un sistema de recolección superficial de aguas de escorrentía pluvial de la calle 6 de la urb vista hermosa 1 en ciudad bolívar, municipio angostura del Orinoco, estado Bolívar., específicamente su inicio es en el perímetro lateral de la cárcel de vista hermosa hasta la av. Angostura del Orinoco. La metodología se desarrolló bajo el diseño de una investigación documental y de campo de tipo proyectiva se dice que la investigación es proyectiva porque intenta proponer soluciones a una determinada situación. Se utilizó información facilitada por entes como el INAMEH, que fueron necesarios para la determinación de datos hidrológicos e hidráulicos para el estudio. El método para la estimación del caudal fue el Método Racional. Finalmente se propone el diseño del sistema de captación de aguas pluviales lo cual implicara una modificación de la actual geometría y dimensiones que se encontraran resumidos en una tabla donde se muestran los caudales, elementos geométricos e hidráulicos, perfil longitudinal del canal y sección transversal del mismo.

CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE APÉNDICES	xii
INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Objetivos de la investigación	6
1.2.1 Objetivo general	6
1.2.2 Objetivos específicos	6
1.3 Justificación de la investigación	7
1.4 Alcance de la investigación	7
CAPÍTULO II GENERALIDADES	8
2.1. Ubicación geográfica del área	8
2.2. Acceso al área de estudio	8
2.3. Geología regional y/o local	9
2.4. Geografía de la región	10
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO	11
3.1. Antecedentes o estudios previos.....	11
3.2 Bases teóricas	12
3.2.1 Drenaje Urbano.....	12
3.2.2 Variables hidrometeorológicas:	12

3.2.3	Curvas IDF	17
3.2.4	Estimación del coeficiente de escurrimiento.....	18
3.2.5	Estimación del coeficiente de infiltración	19
3.2.6	Estimación de caudales de diseño	20
3.2.7	Método Racional.....	21
3.2.8	Canales.....	22
3.2.9	Elementos geométricos de los canales.....	23
3.2.10	Elementos hidráulicos de un canal.....	25
3.2.11	Tipos de flujo en un canal	29
3.2.12	Canales de drenaje	32
3.2.13	Elementos de diseño de un canal de drenaje.....	33
3.2.14	Capacidad de conducción hídrica de una vía.....	35
3.3	Definición de términos básicos	36
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE TRABAJO.....		38
4.1	Tipos de investigación.....	38
4.1.1	Proyecto factible o Investigación proyectiva.....	38
4.2	Diseño de la investigación.....	39
4.2.1	Investigación de campo	39
4.3	Población de la investigación	39
4.4	Muestra de la investigación.....	40
4.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
4.6	Flujograma de la investigación.....	41
4.7	procedimiento para el logro de los objetivos.....	43
4.7.1	Recopilación de la información, inspección del área de estudio y caracterización del área de estudio	43
4.7.2	Definición de parámetros, delimitación de la cuenca, perfil longitudinal y trazado en planta del canal.....	43
4.7.3	Delimitación de la cuenca y cálculos del caudal para periodos de retorno de 5, 10 y 25 años.	44

4.7.4	Establecer las características geométricas e hidráulicas del canal	44
CAPÍTULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		45
5.1	Caracterizar climatológicamente el área de estudio.	45
5.1.1	Precipitación.....	45
5.1.2	Evaporación.....	47
5.1.3	Temperatura media mensual	48
5.2	Definir los parámetros dimensionales e hidráulicos de la zona de captación en el área de estudio.	50
5.2.1	Área y perímetro	50
5.2.2	Longitud axial.....	50
5.2.3	Longitud del cauce.....	50
5.2.4	Pendiente media de la zona.....	50
5.2.5	Factor Forma.....	51
5.2.6	Coficiente de Compacidad (Kc).....	51
5.3	Determinar el caudal de la cuenca y subcuencas del área de estudio.....	52
5.3.1	delimitación de área de la cuenca y subcuencas de drenaje	52
5.3.2	Determinación del Periodo de Retorno.....	54
5.3.3	Determinacion del tiempo de concentracion de la cuenca.....	54
5.4	Definicion del trazado en planta y perfil longitudinal de los canales de drenaje previstos en la zona de estudio.	59
5.5	Determinación de los parámetros geométricos e hidráulicos de los canales de drenaje propuestos.	60
CAPÍTULO VI LA PROPUESTA DE DISEÑO		63
6.1	Objetivo de la propuesta	63
6.2	Alcance de la propuesta.....	63
6.3	Justificacion de la propuesta.....	63
6.4	Metodologia del trabajo.....	64
6.5	Propuesta de canales.....	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		65

REFERENCIAS	67
APÉNDICES	69

LISTA DE FIGURAS

2.1 Mapa del Estado Bolívar.....	8
2.2 Calle 5 de la urbanización Vista Hermosa 1 (Ciudad Bolívar estado Bolívar).....	9
3.1 Curvas de precipitación (intensidad-duración-frecuencia) Región hidrológica II. (MOP, 1967).	18
3.2. Elementos geométricos de la sección de un canal. (French, 1988).....	25
3.3. Sección transversal de un canal trapecial. Fuente: Rocha, 2002.....	27
3.4 Altura del agua y ancho del canal.	28
4.1 Flujograma de la investigación	42
5.1 Precipitación máxima, media y mínima mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar Periodo 1.987 – 2.007. (INAMEH, 2017).....	46
5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estado Punta Tamarindo, Serial: 4659 – Estado Anzoátegui Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente; INAMEH, 2017)	48
5.3 Temperatura media mensual en (°C) . Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).....	49
5.4 delimitación de la cuenca de drenaje (Gonzalez y Rodriguez, 2023).....	53
5.5 Inicio y final de cauce. (Gonzalez y Rodriguez, 2023).....	55
5.6 Coeficientes de escurrimiento según la zona. (Aparicio, 2001).....	58
5.7 Trazado en planta del canal de aguas pluviales de la calle 5 de vista hermosa 1. (Gonzalez y Rodriguez, 2023)	60
5.8 Elementos geométricos e hidráulicos de los canales (Gonzalez y Rodriguez, 2023)	62

LISTA DE TABLAS

5.1 Precipitación media mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987 – 2.007.(Fuente: INAMEH,2017).....	46
5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estación Punta Tamarindo Serial: 4659 – Estado Anzoátegui. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).	47
5.3 Temperatura media mensual en (°C). Estación: Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987 – 2.007 (20 Años). (Fuente: INAMEH, 2017).....	49
5.4 Areas de la cuenca. (Residencial y pavimentada) (Gonzalez y Rodriguez, 2023)	53
5.5 Intensidades de lluvia dependiendo de la duracion y el tiempo de retorno.	56
5.7 caudal de la cuenca. (Gonzalez y Rodriguez, 2023)	59
5.8 Elementos geométricos e hidráulicos de los canales (Gonzalez y Rodriguez, 2023)	62

LISTA DE APÉNDICES

APÉNDICE A_PERFILES LONGITUDINALES DE LOS CANALES	70
A.1 perfil longitudinal del canal de drenaje izquierdo y derecho. (Gonzalez y Rodriguez, 2023).....	71
APENDICE B_SECCION TRANSVERSAL DE LOS CANALES	72
B.1 Sección Transversal de los canales de drenaje derecho e izquierdo (Gonzalez y Rodriguez, 2023).....	73

INTRODUCCIÓN

Un canal de drenaje es aquel por donde se transportan los fluidos generalmente de agua y a diferencia de las tuberías, es abierto a la atmósfera. Es por ello que este proyecto tiene como finalidad proponer la ingeniería básica para un sistema de recolección superficial de aguas de escorrentía pluvial de la calle 6 de la urb vista hermosa 1 en ciudad bolívar, municipio angostura del Orinoco, estado Bolívar.

Los sistemas de drenaje fueron establecidos por la necesidad de drenar las aguas para empequeñecer los deterioros que las lluvias producen a la ciudadanía y las edificaciones. Sin embargo, el constante aumento urbano exige a una reflexión cuanto antes a la solución del drenaje, con el objetivo de preservar la integridad física de las vías, garantizar el libre desenvolvimiento de la ciudadanía en épocas de grandes lluvias.

En nuestro país la mayoría de los sistemas de drenajes son deficientes, el de la urbanización Vista Hermosa 1 en la parroquia Vista Hermosa, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar no está exento de presentar problemas graves ya que al presentarse precipitaciones de duración prolongada e intensidades elevadas pueden ocurrir inundaciones.

En esta investigación se pretende alcanzar la elaboración del sistema de drenaje superficial que pueda recibir sin problemas el caudal generado en esta área de la urbanización, ya que no se presenta limitación alguna para el logro de este proyecto. La investigación está estructurada en 6 capítulos en donde en cada capítulo se habla sobre:

Capítulo I. Situación a investigar: se presentan los argumentos que sustentan el planteamiento del problema, así como el enfoque requerido para que se desarrollará la investigación. Se especifican los objetivos necesarios para el desarrollo del estudio, la justificación y el alcance del mismo.

Capítulo II. Generalidades: se describen aspectos pertinentes a la investigación como su descripción, ubicación geográfica, acceso al área y características físicas de las vías.

Capítulo III. Marco teórico: se mencionan investigaciones realizadas por otros autores, las cuales sirvieron de referencias para considerar distintos factores y complementar algunos aspectos del presente estudio. Se presenta toda la información bibliográfica referente a las distintas áreas y componentes del estudio, además de las bases legales que aplican para el mismo.

Capítulo IV. Metodología de trabajo: se explica de manera precisa todas las etapas llevadas a cabo en el desarrollo del trabajo de grado y los pasos específicos necesarios para la recolección, procesamiento e interpretación de los datos.

Capítulo V. Análisis e interpretación de los resultados: es donde analiza e interpreta, los resultados obtenidos a través de los objetivos de la investigación.

Conclusiones y recomendaciones: se establecen los resultados de nuestro proyecto y se establecen las posibles recomendaciones de acuerdo a lo obtenido.

Referencias: representa la fuente de información para la realización del proyecto.

Apéndices y anexos: están comprendidos por las tablas y figuras que son de aporte para sustentar el proyecto.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad existe una evidente problemática en los sectores urbanizados de las grandes urbes pobladas de Latinoamérica, que han venido creciendo indiscriminadamente sin una planificación verdaderamente efectiva, pues en la mayoría de los casos las construcciones de las viviendas no cumplen con las leyes y reglamentaciones indicadas por los organismos establecidos para ello, en este caso específico, con las reglamentaciones que están relacionadas con la recolección, conducción y disposición de las aguas de lluvia.

El crecimiento de las ciudades exige notables inversiones en infraestructuras, siendo la mayoría de ellas utilizadas diariamente por el ciudadano. Este es el caso de las vías de comunicación, zonas verdes, centros hospitalarios, redes para suministro de fluidos, etc. No obstante, el uso de esas infraestructuras y el normal desarrollo de la actividad ciudadana están en ciertos momentos, condicionados por el correcto funcionamiento de otra infraestructura: la red de drenaje de aguas pluviales.

El problema de las aguas lluvias en zonas urbanas tradicionalmente se ha enfrentado de manera de drenar y evacuar rápidamente los posibles excesos conduciéndolos mediante redes de colectores hacia el cauce natural más cercano. Recientemente se han planteado algunas observaciones ambientales a este esquema debido a los impactos que esta práctica produce en el sistema natural de drenaje hacia

aguas abajo de los lugares de descarga, fundamentalmente en relación al incremento de los riesgos de inundación y el aumento de erosión y sedimentación en los cauces. En respuesta a estos problemas algunas comunidades han propuesto un tratamiento distinto basado en la disposición local, más cerca de las fuentes de las aguas lluvias. Eso se logra infiltrando total o parcialmente las aguas lluvias, o almacenándolas para evacuarlas con posterioridad a las tormentas de manera de disminuir el volumen y los gastos máximos durante las tormentas. En el ambiente técnico este esquema se conoce como de control en la fuente.

En este orden de ideas se plantea la significación que tiene para los habitantes de estas poblaciones las dificultades que deben afrontar cuando comienza el ciclo de lluvias de cada año. De hecho, aun cuando las lluvias sean de corta duración, las vías de circulación permanecen anegadas de agua, ya que no existen pendiente adecuada en las cunetas que permitan el desagüe del agua que se acumula en las calles, producto de estas precipitaciones, lo que constituye una evidencia fehaciente del diseño y ejecución inadecuados de los sistemas de drenaje en estas áreas.

Por su ubicación nuestro país posee un clima intertropical en el que los doce meses tienen temperaturas medias superiores a los 18 °C. A esto se le añade que el ecuador es la región terrestre donde se encuentran los vientos fríos de un hemisferio (que está en invierno-otoño) con los de su opuesto, que serán más cálidos (por estar en verano-primavera), lo cual produce un estado de bajas presiones constantes llamado zona de convergencia intertropical lo que produce precipitaciones constantes e intensas durante la mayor parte del año.

Venezuela es uno de los países ubicado entre los primeros 100 de mayor tasa de natalidad en el mundo, es por eso que tanto él como muchos otros países deben cumplir con las exigencias habitacionales de la población, es por eso que cada vez se elaboran con más frecuencia planes habitacionales y diseño de urbanizaciones multifamiliar.

En este sentido, se puede observar que en Venezuela se presentan graves casos de inundaciones y crecidas de los cursos naturales del agua cuando se suscitan ciclos de pluviosidad de relativa intensidad y duración que generalmente provoca el colapso de los sistemas de drenajes, los cuales o no están establecidos o simplemente no tienen la capacidad requerida para la disposición de las aguas productos de las precipitaciones.

Ciudad Bolívar, específicamente la urbanización Vista Hermosa 1, no escapa de la realidad del país en materia de drenaje pluvial, por tratarse de una zona con más de 50 años de antigüedad los sistemas de drenaje pluvial son escasos y los pocos que existen están en condiciones no óptimas para drenar la totalidad del caudal de la urbanización que a lo largo de los años ha ido incrementando su crecimiento.

En la zona de estudio a pesar de tratarse de una zona de longitud corta, su cuenca es de un tamaño considerable y mayormente impermeable por ende sufre los problemas de los que hemos venido hablando, por lo tanto Es necesario diseñar un canal de descarga que conduzca efectivamente las aguas producto de las lluvias hacia el alcantarillado y pueda esta zona solventar su drenaje en épocas de lluvias, con la finalidad de preservar la vida, los bienes inmuebles, así como también la propia infraestructura vial.

Para llevar todo esto a cabo planteamos una serie de incógnitas:

¿Cómo es el clima presente en el sector de la zona de estudio?

¿Cuáles son las dimensiones y las condiciones hidráulicas de la zona de captación del área de estudio?

¿Cuál es el caudal de la cuenca y subcuencas de la zona de estudio?

¿Cómo es el trazado en planta y perfil longitudinal de los canales previstos para la zona?

¿Cuáles son las medidas geométricas y condiciones hidráulicas del canal de drenaje?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Proponer la ingeniería básica para un sistema de recolección superficial de aguas de escorrentía pluvial de la calle 6 de la urb vista hermosa 1 en ciudad bolívar, municipio angostura del Orinoco, estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar climatológicamente el área de estudio.
2. Definir los parámetros dimensionales e hidráulicos de la zona de captación en el área de estudio.
3. Determinar el caudal de la cuenca y subcuencas del área de estudio.
4. Definir el trazado en planta y perfil longitudinal de los canales de drenaje previstos en la zona de estudio.
5. Determinar los parámetros geométricos e hidráulicos de los canales de drenaje propuestos.

1.3 Justificación de la investigación

El presente estudio tiene como justificación que debido a las inundaciones urbanas ocasionadas por las precipitaciones y que estas a su vez crean un fenómeno que afecta señaladamente a la calidad de vida de los habitantes, Puede decirse que la propuesta de diseño de los canales para un sistema de recolección superficial de aguas pluviales en el área de estudio arrojaría diversos beneficios a la comunidad por cuanto se verán optimizados el tránsito y paso peatonal en la calle estudiada de la urbanización.

La presente investigación, pretende emplear conocimientos previamente adquiridos, como estudios climatológicos de la zona para así poder realizar un diseño adecuado que permita el drenaje de las aguas de lluvias de las calles. De no realizarse la investigación se corre el riesgo de que los problemas antes mencionados sean sufridos en el urbanismo.

1.4 Alcance de la investigación

Obtenida la información de la región la meta trazada es diseñar un sistema de drenaje de aguas pluviales en base a los datos adquiridos que de tal forma garanticen confort a la población.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1. Ubicación geográfica del área

El área de estudio se ubica entre la Av. Angostura y el perímetro lateral de la cárcel de vista hermosa, de la urbanización Vista Hermosa I, situada al noreste (NW) de Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco, Estado Bolívar. (Figura 2.1)



Figura 2.1 Mapa del Estado Bolívar.

2.2. Acceso al área de estudio

A la calle 6 de vista hermosa 1 podemos acceder en su punto de inicio al frente de la cárcel de vista hermosa atravesando las carreras 5,4 y 3 de la urbanización y en su punto final en la avenida Angostura urbanización Vista Hermosa.

2.4. Geografía de la región

Ciudad Bolívar, está localizada a 54 metros sobre el nivel del río Orinoco, separada de Puerto Ordaz y San Félix, ("Puerto Ordaz y San Félix") perteneciente al estado Bolívar). Ubicado al sur de este río en la parte del puente Angostura, se encuentra el principal puerto fluvial del este de Venezuela y de la Guayana también.

El municipio Angostura del Orinoco limita al norte con el río Orinoco, y el municipio Independencia del estado Anzoátegui, en el sur, limita con el municipio Raúl Leoni, al este limita con los municipios Caroní y Piar, finalmente, al oeste con el municipio Sucre. Ciudad Bolívar, está constituido por las parroquias: Catedral, Agua Salada, Sabanita, Vista Hermosa, Marhuanta, José Antonio Páez, (estas Parroquias son las que subdividen a la Ciudad) Orinoco, Panapana y Zea.

En la parte geológica, la ciudad presenta una gran estabilidad tectónica, porque está ubicada sobre las rocas ígneas del escudo Guayanés, que corresponden al Precámbrico, las formaciones geológicas más antiguas y estables de nuestro planeta.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes o estudios previos

Cedeño y Guerra (2010), en su trabajo de grado “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED DE AGUAS PLUVIALES ADYACENTES AL CANAL DE CINTURA EXISTENTES DESDE LA PROGRESIVA 0+000 HASTA LA 1+235 EN CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR”. Determinaron la capacidad hidráulica del sistema de drenaje en estudio y delimitaron las áreas tributarias que descargan las aguas pluviales en el canal siguiendo una metodología descriptiva utilizaron información de CVG Tecmin, a partir de estos datos pudieron conocer el material, sección transversal y perímetro mojado, con el cual se pudo calcular el radio hidráulico y el coeficiente de rugosidad ponderado que constituye la sección del canal de cintura, los caudales generados por cada área tributaria, se estudiaron por los métodos racional, chow y el hidrograma triangular según las curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF), reflejando como resultado un perímetro mojado de 9.20 m, un radio hidráulico de 0.57 m y el caudal máximo de 29.95 m³/s. Concluyendo así que debido al aumento de tamaño de la ciudad se van incorporando nuevas aguas de escorrentía a dicho canal provocando así las inundaciones. Esta investigación se considera relevante para la presente ya que pone de manifiesto el método racional para el cálculo de los caudales generados por áreas tributarias.

Romero, Maria (2017), en su trabajo de grado titulado PROPUESTA PARA EL REDIMENSIONAMIENTO DEL CANAL DE DRENAJE SUPERFICIAL DE AGUAS PLUVIALES EXISTENTE EN LA CARRERA 7 Y AVENIDA SAN FRANCISCO DE ASÍS DE LA URBANIZACIÓN VISTA HERMOSA I, CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA, concluyo

Proponer el redimensionamiento de un sistema de drenaje de aguas superficiales existente en la urbanización vista hermosa 1, municipio Heres, Edo Bolívar, Venezuela, específicamente en la avenida San Francisco de Asís y la carrera 7 de dicha urbanización. La metodología se desarrolló bajo el esquema de una investigación documental y de campo de tipo proyectiva se dice que la investigación es proyectiva porque intenta proponer soluciones a una determinada situación. Se utilizó información facilitada por entes como el INAMEH, que fueron necesarios para la determinación de datos hidrológicos e hidráulicos para el estudio. El método para la estimación del caudal fue el Método Racional. Finalmente se propone el rediseño del sistema de captación de aguas pluviales lo cual implicara una modificación de la actual geometría y dimensiones que se encontraran resumidos en una tabla donde se muestran los caudales, elementos geométricos e hidráulicos, perfil longitudinal del canal y sección transversal del mismo.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Drenaje Urbano.

En relación con la cita textual, Bolinaga (1979) señala: El drenaje superficial comprende las acciones correctivas constituidas por el conjunto de facilidades naturales y artificiales que conducen al escurrimiento superficial, desde el lugar de caída de las aguas de lluvia hasta su entrada en un cauce natural o en un conducto artificial, disminuyendo las molestias al tráfico de personas y vehículos. (p. 2)

3.2.2 Variables hidrometeorológicas:

3.2.2.1 Evaporación: Es el proceso por el cual el agua pasa de estado líquido a estado gaseoso, transfiriéndose a la atmósfera.

3.2.2.2 Humedad Relativa: Es la relación entre la presión de vapor real y la de saturación, expresada en porcentaje. Esta humedad se mide por medio del hidrógrafo

$$H_r = 100 \frac{e^a}{e_d} \quad (3.1)$$

3.2.2.3 Humedad absoluta: Es la masa de vapor de agua contenida en una unidad de volumen de aire:

$$\rho_v = \frac{\text{masa de vapor}}{\text{volumen de aire}} = \frac{M_v}{V_a} \quad (3.2)$$

3.2.2.4 Infiltración: Es un proceso por el cual el agua se transfiere desde la superficie del terreno hacia las profundidades. (Bateman, 2007, p. 6)

3.2.2.5 Precipitación: cualquier forma de humedad que llega a la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, rocío, etc.

Formación de las precipitaciones: Los elementos necesarios para la formación de las precipitaciones son: Humedad atmosférica, Radiación solar, Mecanismos de enfriamiento del aire, Presencia de núcleos higroscópicos para que haya condensación.

Tipos de precipitación

Precipitaciones convectivas. Se da cuando las masas de aire bajas se calientan acompañadas de vientos fríos superiores. Esto ocasiona una descompensación muy grande de fuerzas de empuje y de flotación, generando corrientes ascendentes de aire húmedo que al ir ascendiendo llegan a la presión de saturación y el vapor se condensa rápidamente. Los movimientos generados en este fenómeno dan lugar a una rápida coalescencia de las gotas de agua. Las tormentas generadas de esta forma son las culpables del denominado flash flood.

Precipitaciones orográficas. Cuando corrientes de aire húmedo que circula por los valles y choca contra las montañas. Este aire húmedo se ve forzado a ascender hacia estratos más altos. Es en ese momento que pueden chocar con estratos más fríos y secos ocasionando la condensación súbita del vapor de agua.

Precipitación por convergencia. Cuando dos masas de aire en movimiento y a diferente temperatura se chocan entre sí. Si una masa de aire frío se encuentra una masa de aire caliente, este tiende a ser desplazado hacia arriba formando un frente frío. Si en cambio es la masa de aire caliente en movimiento que se encuentra con una masa de aire frío, este tiende a moverse en una superficie inclinada formando un frente cálido. (Bateman, 2007, p. 21)

3.2.2.6 Radiación solar: Es el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta). Aproximadamente la mitad de las que recibimos, comprendidas entre $0,4\mu\text{m}$ y $0,7\mu\text{m}$, pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como luz visible. De la otra mitad, la mayoría se sitúa en la parte infrarroja del espectro y una pequeña parte en la ultravioleta. La porción de esta radiación que no es absorbida por la atmósfera, es la que produce quemaduras en la piel a la gente que se expone muchas horas al sol sin protección. La radiación solar se mide normalmente con un instrumento denominado piranómetro.

La aplicación de la Ley de Planck al Sol con una temperatura superficial de unos 6000 K nos lleva a que el 99% de la radiación emitida está entre las longitudes de onda $0,15\ \mu\text{m}$ (micrómetros o micras) y 4 micras. Como $1\ \text{angstrom } 1\ \text{Å} = 10^{-10}\ \text{m} = 10^{-6}\ \text{micras}$ resulta que el Sol emite en un rango de 1500 Å... hasta 40000 Å.... La luz visible se extiende desde 4000 Å... a 7400 Å... La radiación ultravioleta u ondas cortas iría desde los 1500 Å... a los 4000 Å... y la radiación infrarroja u ondas largas desde las 0,74 micras a 4 micras.

Efectos de la radiación solar sobre los gases atmosféricos: La atmósfera es diatérmica, es decir, que no es calentada directamente por la radiación solar, sino de manera indirecta a través de la reflexión de dicha radiación en el suelo y en la superficie de mares y océanos.

Los fotones según su energía o longitud de onda son capaces de:

1. Foto ionizar la capa externa de electrones de un átomo (requiere una longitud de onda de 0,1 micra)
2. Excitar electrones de un átomo a una capa superior (requiere longitudes de onda entre 0,1 de micra y 1 micra).
3. Disociar una molécula (requiere longitudes de onda entre 0,1 de micra y 1 micra).
4. Hacer vibrar una molécula (requiere longitudes de onda entre 1 de micra y 50 micra).
5. Hacer rotar una molécula (requiere longitudes de onda mayores que 50 micras).

La energía solar tiene longitudes de onda entre 0,15 micras y 4 micras por lo que puede ionizar un átomo, excitar electrones, disociar una molécula o hacerla vibrar.

La energía térmica de la Tierra (radiación infrarroja) se extiende desde 3 micras a 80 micras por lo que sólo puede hacer vibrar o rotar moléculas, es decir, calentar la atmósfera. (Sanz, 2009, p. 2).

3.2.2.7 Temperatura: es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia. Como lo que medimos en sus movimientos, la temperatura no depende del número de partículas en un objeto y por lo tanto no depende de su tamaño. Por ejemplo, la temperatura de un caso de agua hirviendo es la misma que la temperatura de una olla de agua hirviendo, a pesar de que la olla sea mucho más grande y tenga millones y millones de moléculas de agua más que el cazo. (Hermans-Killam, 2001, P. 2)

3.2.2.8 Vientos: flujo de gases a gran escala. En la Tierra, el viento es el movimiento en masa del aire en la atmósfera en movimiento horizontal. Günter D. Roth lo define como “la compensación de las diferencias de presión atmosférica entre dos puntos”.

En meteorología se suelen denominar los vientos según su fuerza y la dirección desde la que soplan. Los aumentos repentinos de la velocidad del viento durante un tiempo corto reciben el nombre de ráfagas. Los vientos fuertes de duración intermedia (aproximadamente un minuto) se llaman turbonadas. Los vientos de larga duración tienen diversos nombres según su fuerza media como, por ejemplo, brisa, temporal, tormenta, huracán o tifón.

El viento se puede producir en diversas escalas: desde flujos tormentosos que duran decenas de minutos hasta brisas locales generadas por el distinto calentamiento de la superficie terrestre y que duran varias horas, e incluso globales, que son el fruto de la diferencia de absorción de energía solar entre las distintas zonas geoastronómicas de la Tierra.

Las dos causas principales de la circulación atmosférica a gran escala son el calentamiento diferencial de la superficie terrestre según la latitud, y la inercia y fuerza centrífuga producidas por la rotación del planeta.

En los trópicos, la circulación de depresiones térmicas por encima del terreno y de las mesetas elevadas puede impulsar la circulación de monzones.

En las áreas costeras, el ciclo brisa marina/brisa terrestre puede definir los vientos locales, mientras que en las zonas con relieve variado las brisas de valle y montaña pueden dominar los vientos locales. (Olcina, 1993).

3.2.3 Curvas IDF

Es importante además de cuantificar la lluvia que cae registrada en pluviómetros poder Predecir cuanto podrá caer en un futuro, cuál puede ser la máxima precipitación. Es importante para poder averiguar los caudales de agua que producen las cuencas en Eventos extremos de manera que se pueda diseñar las obras de contención, drenaje de Carreteras, alcantarillas y otras infraestructuras urbanas. El problema es que el evento Lluvia es un evento aleatorio y para estudiar su evolución y predicción ha de realizarse Mediante conceptos probabilísticos.

Las curvas IDF pretenden exactamente eso, asociar la intensidad con la duración de la Lluvia y la probabilidad de ocurrencia o frecuencia.

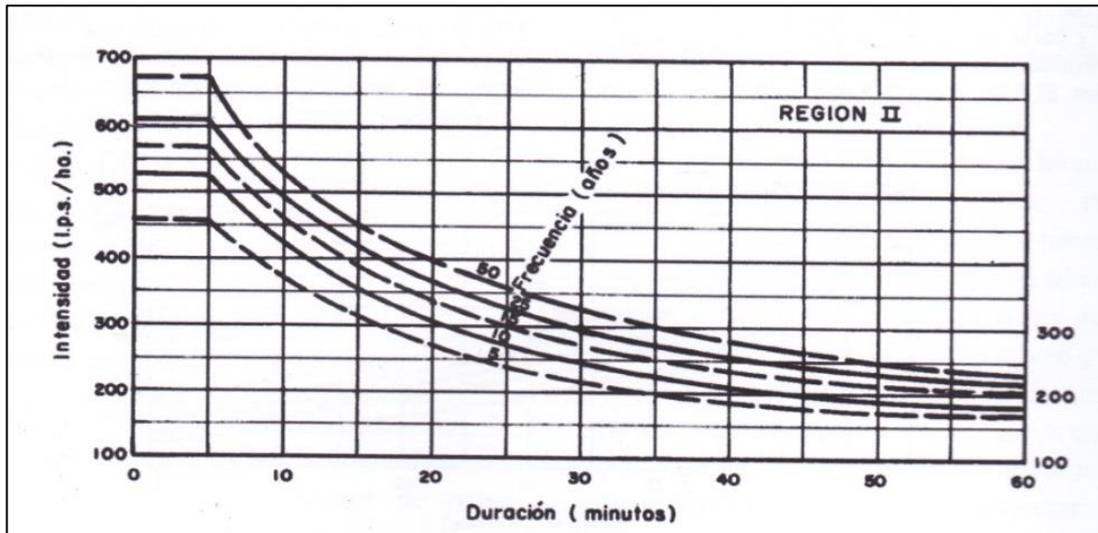


Figura 3.1 Curvas de precipitación (intensidad-duración-frecuencia) Región hidrológica II. (MOP, 1967).

3.2.4 Estimación del coeficiente de escurrimiento

Se denomina coeficiente de escurrimiento C , a la relación promedio entre el volumen de agua que escurre superficialmente V_e , en una cuenca a lo largo de periodo de tiempo, dividido por el volumen total precipitado V_p .

$$C = \frac{v_e}{v_p} \quad (3.3)$$

Esta definición es general y se usa para saber la producción media anual de una cuenca.

A nivel de episodio también se pueden definir estas cantidades. Si se limita al área de la cuenca A , el volumen precipitado por unidad de tiempo es exactamente el producto de la intensidad de lluvia i por el área de la cuenca. El volumen escurrido medido en la cuenca por unidad de tiempo es el caudal medio medido en la cuenca. (Bateman, 2007, p. 35, p. 41)

3.2.5 Estimación del coeficiente de infiltración

Proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

3.2.5.1 Capacidad de infiltración: Se denomina capacidad de infiltración a la cantidad máxima de agua que puede absorber un suelo en determinadas condiciones, valor que es variable en el tiempo en función de la humedad del suelo, el material que conforma al suelo, y la mayor o menor compactación que tiene el mismo.

3.2.5.2 Factores que afectan la capacidad de infiltración: Influyen en el proceso de infiltración: entrada superficial, transmisión a través del suelo, capacidad de almacenamiento del suelo, características del medio permeable, y características del fluido.

Entrada superficial: La superficie del suelo puede estar cerrada por la acumulación de partículas que impidan, o retrasen la entrada de agua al suelo.

Transmisión a través del suelo: El agua no puede continuar entrando en el suelo con mayor rapidez que la de su transmisión hacia abajo, dependiendo de los distintos estratos.

Acumulación en la capacidad de almacenamiento: El almacenamiento disponible depende de la porosidad, espesor del horizonte y cantidad de humedad existente.

Características del medio permeable: La capacidad de infiltración está relacionada con el tamaño del poro y su distribución, el tipo de suelo –arenoso, arcilloso-, la vegetación, la estructura y capas de suelos.

Características del fluido: La contaminación del agua infiltrada por partículas finas o coloides, la temperatura y viscosidad del fluido, y la cantidad de sales que lleva. (Custodio y Llamas. 1983)

3.2.6 Estimación de caudales de diseño

Los caudales de diseño se pueden obtener a partir de:

- Formulas Empíricas: recomendadas solo a nivel de estudios preliminares.
- Métodos Directos: cuando se dispone de información Fluviométrica.
- Métodos Indirectos: a partir de los datos de precipitación.

En nuestro país la medición de caudales se realiza solo para los grandes ríos, por lo tanto, los métodos directos tienen poca aplicación en drenaje menor y drenaje urbano.

Los métodos indirectos más utilizados en drenaje urbano son: El método racional y el método del hidrograma triangular (SCS o NRSC) existen sin embargo infinidad de métodos, los cuales se pueden consultar en los diferentes libros de hidrología. (Camacho, 2004. P.52)

3.2.7 Método Racional

Este método es el más utilizado en todo el mundo, sin dejar de lado a Venezuela, donde el INOS tradicionalmente ha venido empleándolo, el cálculo del gasto se hace de acuerdo a la fórmula:

$$Q = C * I * A \quad (3.4)$$

Donde Q es el gasto máximo en Litros/segundos; I vendría siendo la intensidad de la lluvia expresada en Litros/segundo por Hectáreas; A el área tributaria en Hectáreas y C el coeficiente de escorrentía.

El método supone que, si sobre un área determinada cayese una precipitación de intensidad uniforme en el tiempo y en el espacio, llegara un momento en que la cantidad de agua que cae equivale a la que sale del área, siempre y cuando esta sea impermeable. El tiempo en el cual se alcanza la equivalencia es el denominado tiempo de concentración t_c . Aun en el caso de que el área fuese totalmente impermeable, existirían pérdidas por evaporación y almacenamiento en depresiones, por ello el coeficiente C ajusta la relación entre el volumen precipitado por unidad de tiempo i A, al volumen escurrido por unidad de tiempo; es decir, C es una relación de escurrimiento – precipitación.

El método tiene una serie de limitaciones:

- Supone que la lluvia es uniforme en el tiempo (intensidad constante) lo cual es sólo cierto cuando la duración de la lluvia es muy corta.

- El Método Racional también supone que la lluvia es uniforme en toda el área de la cuenca en estudio, lo cual es parcialmente válido si la extensión de ésta es muy pequeña.
- Asume que la escorrentía es directamente proporcional a la precipitación (si duplica la precipitación, la escorrentía se duplica también). En la realidad, esto no es cierto, pues la escorrentía depende también de muchos otros factores, tales como precipitaciones antecedentes, condiciones de humedad antecedente del suelo, etc.
- Ignora los efectos de almacenamiento o retención temporal del agua escurrida en la superficie, cauces, conductos y otros elementos (naturales y artificiales).
- Asume que el período de retorno de la precipitación y el de la escorrentía son los mismos, lo que sería cierto en áreas impermeables, en donde las condiciones de humedad antecedente del suelo no influyen de forma significativa en la Escorrentía Superficial.

Pese a estas limitaciones, el Método Racional se usa prácticamente en todos los proyectos de drenaje vial, urbano o agrícola, siempre teniendo en cuenta que producirá resultados aceptables en áreas pequeñas y con alto porcentaje de impermeabilidad, por ello es recomendable que su uso se limite a Cuencas con extensiones inferiores a las 200 Ha. (Bolinaga, 1979. P.144)

3.2.8 Canales

Los canales son elementos que cumplen con la función de llevar el agua hacia la parte baja de los cortes, o rellenos, hasta otro canal de intersección, o hasta otro punto

de descarga, como por ejemplo una alcantarilla, estos canales pueden ser abiertos o cerrados, también dirigen el agua en el sentido longitudinal de la vía. Los canales al igual que las cunetas son de concreto, adicionalmente se les coloca acero a ambos lados. La inclinación del canal y de la vía no debe ser la misma, especialmente si la vía es plana. En aquellos casos en que la pendiente transversal del canal no es mucho mayor que la de la vía y las superficies son del mismo tipo, se considera este como parte de la vía. (Hernández y Polanco, 2006. P 30 y P 31)

Un canal abierto, según J. Aguirre 1980 en hidráulica de canales expresa que, puede considerarse como un gran tubo de corriente limitado por los contornos sólidos del canal y la superficie libre superior sometida a la presión atmosférica. Un análisis simplificado del flujo permanente permite establecer la profundidad y la velocidad en una sección como las características que definen el tipo de flujo de un canal.

3.2.9 Elementos geométricos de los canales

Según French (1988), en esta parte se definen las propiedades de una sección de canal que son determinadas por la forma geométrica del canal y tirante del flujo.

1. Tirante del flujo: es la distancia vertical desde el punto más bajo de la sección del canal a la superficie del agua. En bastantes casos, esta terminología se usa intercambiándola con el término tirante del flujo de la sección d , que es el tirante del flujo medido perpendicularmente al fondo del canal. La relación entre γ y d es:

$$\gamma = \frac{d}{\cos \theta} \quad (3.5)$$

En donde θ es el ángulo de la pendiente del fondo del canal con una línea horizontal. Si θ es pequeño $\gamma \approx d$

Únicamente en el caso de canales con inclinación (pendiente) pronunciada, es en donde hay una diferencia significativa entre γ y d .

2. Nivel del agua: es la elevación de la superficie libre del agua relativa a un plano de referencia. Si el punto más bajo de la sección de un canal se toma como el plano de referencia, entonces el nivel del agua y el tirante del flujo coinciden.
3. Ancho superficial T : el ancho superficial del canal es el ancho de la sección del canal en la superficie libre del agua.
4. Área Hidráulica A : es el área de la sección transversal del flujo, tomado normal a la dirección del flujo.
5. Perímetro mojado P : es la longitud de la línea que es la interfase entre el fluido y el contorno del canal.

6. Radio Hidráulico R : es la relación del área hidráulica entre el perímetro mojado

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.6)$$

7. Tirante Hidráulico D : es la relación del área hidráulica con el ancho superficial

$$D = \frac{A}{T} \quad (3.7)$$

(P. 10)

Sección	Área A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Ancho superior T	Profundidad hidráulica D	Factor de la sección Z
 Rectángulo	by	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	b	y	$by^{3.49}$
 Trapezoide	$(b + ny)y$	$b + 2y\sqrt{1 + n^2}$	$\frac{(b + ny)y}{b + 2y\sqrt{1 + n^2}}$	$b + 2ny$	$\frac{(b + ny)y}{b + 2y}$	$\frac{[(b + ny)y]^{3.49}}{\sqrt{b + 2y}}$
 Triángulo	ny^2	$2y\sqrt{1 + n^2}$	$\frac{ny}{2\sqrt{1 + n^2}}$	$2ny$	y	$\frac{\sqrt{2}}{2} ny^{3.49}$
 Círculo	$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen } \theta)d^3$	$\frac{1}{2}\theta d$	$\frac{1}{4}\left(1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right)d$	$\frac{(\text{sen } \theta)d}{2\sqrt{1 - \cos \theta}}$ or $2\sqrt{1 - \cos \theta}$	$\frac{1}{4}\left(\frac{\theta - \text{sen } \theta}{\text{sen } \theta}\right)d$	$\frac{\sqrt{2}}{22} \frac{(\theta - \text{sen } \theta)^{3.49}}{(\text{sen } \theta)^{3.49}} d^{3.49}$
 Parábola	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8}{3}y$	$\frac{2Ty}{T + \frac{8}{3}y}$	$\frac{3A}{2y}$	y	$\frac{3}{8}\sqrt{6} Ty^{3.49}$
 Rectángulo con ángulos redondeados	$\left(\frac{\pi}{2} - 2\right)r^2 + (b + 2r)y$	$(\pi - 2)r + b + 2y$	$\frac{(\pi/2 - 2)r^2 + (b + 2r)y}{(\pi - 2)r + b + 2y}$	$b + 2r$	$\frac{(\pi/2 - 2)r^2}{b + 2r} + y$	$\frac{[(\pi/2 - 2)r^2 + (b + 2r)y]^{3.49}}{\sqrt{b + 2r}}$
 Triángulo con fondo redondeado	$\frac{2r^2}{3} - \frac{r^2}{4}(1 - \epsilon \cot^{-1} \epsilon)$	$\frac{r}{\epsilon}\sqrt{1 + \epsilon^2} - \frac{2r}{\epsilon}(1 - \epsilon \cot^{-1} \epsilon)$	$\frac{A}{P}$	$2r(y - r) + r\sqrt{1 + \epsilon^2}$	$\frac{A}{P}$	$A \sqrt{\frac{A}{P}}$

Figura. 3.2. Elementos geométricos de la sección de un canal. (French, 1988)

3.2.10 Elementos hidráulicos de un canal

Sección de máxima eficiencia hidráulica (M.E.H)

Según Rocha (2002) afirma que: “Como normalmente los datos son Q , n , z y S , hay muchas combinaciones de las incógnitas b e y , que satisfacen la fórmula de Manning

Anteriormente hemos visto los casos en los que hay una condición impuesta: Por ejemplo, el ancho de la base. Entonces se calcula el tirante que satisface la condición hidráulica. O bien sea al revés. También puede darse el caso que haya la libertad para escoger los valores de ancho de la base y el tirante. En estos casos puede buscarse la sección de máxima eficiencia hidráulica.

Se dice que una sección de máxima eficiencia hidráulica cuando para la misma área, pendiente y calidad de paredes deja pasar un gasto máximo. O bien, es aquella que para el mismo gasto, pendiente y calidad de paredes tiene un área mínima. La sección de máxima eficiencia hidráulica (M.E.H) se puede interpretar a la luz de la fórmula de Manning

$$Q = \frac{AR^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (3.8)$$

Luego

$$A^{5/3} = \frac{Qn}{S^{1/2}} P^{2/5} \quad (3.9)$$

$$A = \left[\frac{Qn}{S^{1/2}} \right]^{3/5} P^{2/5} \quad (3.10)$$

Como en un canal dado, Q, n y S son constantes

$$A = KP^{2/5} \quad (3.11)$$

La sección de M.E.H es aquella que para la misma área tiene el perímetro mínimo. En consecuencia, la sección de máxima eficiencia hidráulica es la semicircular.

Esto, basándose en la propiedad geométrica de ser el círculo la figura que para la misma área tiene el perímetro mínimo. En condiciones normales la sección de MEH involucra la mínima sección de excavación, de revestimiento y de superficie de infiltración. También debe tenerse presente que el perímetro mínimo involucra menor rozamiento. Sin embargo, los canales circulares son poco usados. Naturalmente que en un canal en media ladera la sección de MEH no da la mínima excavación. Para obtener

la sección de máxima eficiencia hidráulica en la práctica se reemplaza la sección semicircular por una trapezoidal.

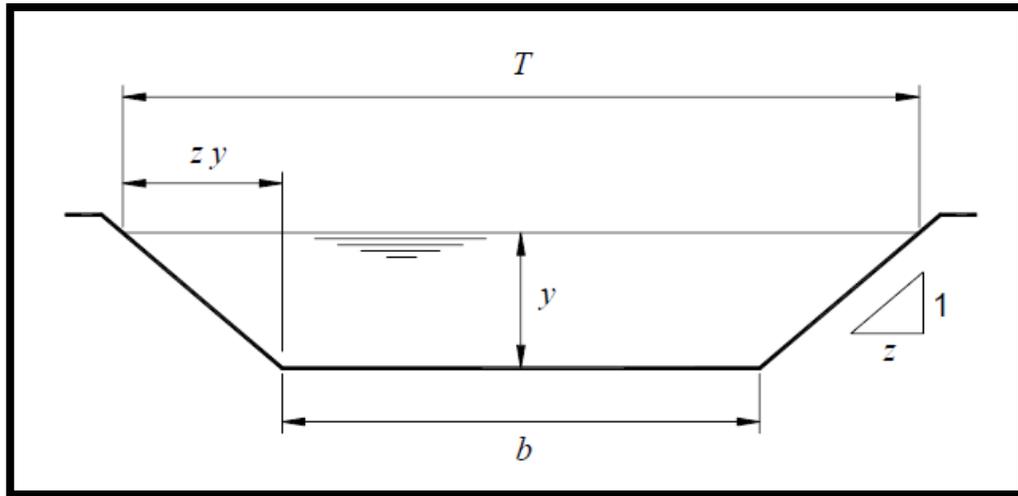


Figura. 3.3. Sección transversal de un canal trapezoidal. Fuente: Rocha, 2002.

Lo que nos interesa es la relación que debe haber entre b e y para que la sección sea de máxima eficiencia hidráulica. Llamemos m a esta relación

$$m = \frac{b}{y} \quad (3.12)$$

Mediante simples consideraciones geométricas se obtiene

$$A = (m + z)y^2 \quad (3.13)$$

De donde,

$$y = \sqrt{\frac{A}{m + z}} \quad (3.14)$$

El perímetro es

$$P = my + 2y\sqrt{1 + z^2} \quad (3.15)$$

Mediante operaciones matemáticas obtenemos m

$$m = 2(\sqrt{1 + z^2} - z)$$

Se concluye que para cada talud hay una relación m , que es la que da la máxima eficiencia hidráulica.

Así, por ejemplo, en un canal rectangular $z = 0$, de donde $m = 2$. Significa esto que en un canal rectangular la máxima eficiencia hidráulica se obtiene cuando el ancho es igual al doble del tirante.

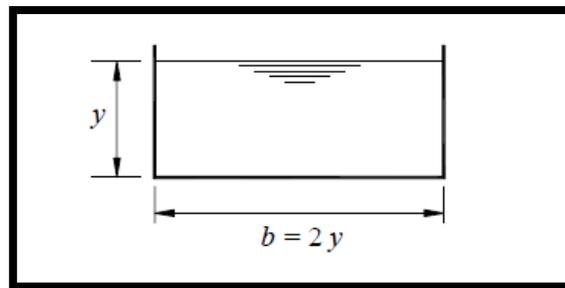


Figura 3.4 Altura del agua y ancho del canal.

Para las diferentes secciones trapeciales la relación m se obtiene para cada talud, aplicando la ecuación anterior.

Sabiendo que la fórmula de radio hidráulico es:

$$R = \frac{y}{2} \quad (3.17)$$

Lo que demuestra que en una sección de máxima eficiencia hidráulica el radio es igual a la mitad del tirante (sección trapezoidal). También puede obtener las condiciones de máxima eficiencia hidráulica para talud variable. Se busca así el llamado “talud más eficiente”. (P.281)

Para este caso el perímetro es:

$$P = y(m + 2\sqrt{1 + z^2}) \quad (3.18)$$

Por condición de MEH

$$m = 2(\sqrt{1 + z^2} - z) \quad (3.19)$$

Sustituyendo se obtiene que el perímetro mínimo es:

$$P_{min} = 4y\sqrt{1 + z^2} - 2yz \quad (3.20)$$

De donde

$$z = \frac{\sqrt{3}}{3} \quad (3.21)$$

3.2.11 Tipos de flujo en un canal

La clasificación del flujo en un canal depende de la variable de referencia que se tome, así tenemos:

3.2.11.1 Flujo permanente y no Permanente: Esta clasificación obedece a la utilización del tiempo como variable. El flujo es permanente si los parámetros (tirante, velocidad, área, etc.), no cambia con respecto al tiempo, es decir, en una sección del canal en todos los tiempos los elementos del flujo permanecen constantes

3.2.11.2 Flujo Uniforme y variado: Esta clasificación obedece a la utilización del espacio como variable. El flujo es uniforme si los parámetros (tirante, velocidad, área, etc.), no cambian con respecto al espacio, es decir, en cualquier sección del canal los elementos del flujo permanecen constantes.

El flujo variado se puede a su vez clasificar en gradual y rápidamente variado.

- *Flujo gradualmente:* es aquel en el cual los parámetros cambian en forma gradual a lo largo del canal, como es el caso de una curva de remanso producida por la intersección de una presa en el cauce principal elevándose el nivel del agua por encima de la presa, con efecto hasta varios kilómetros aguas arriba de la estructura.
- *Flujo Rápidamente variado:* es aquel en el cual los parámetros varían instantáneamente en una distancia muy pequeña, como es el caso del resalto hidráulico.

3.2.11.3 Flujo laminar y Turbulento: El comportamiento de flujo en un canal está gobernado principalmente por efectos de las fuerzas viscosas y de gravedad en relación con las fuerzas de inercia internas del flujo. En relación con el efecto de la viscosidad, el flujo puede ser laminar, de transición o turbulento. En forma semejante al flujo en conductores forzados, la importancia de la fuerza viscosa se mide a través del número de Reynolds (Re), que relaciona fuerzas de inercia de velocidad con fuerzas viscosas, definidas en este caso como:

$$R_e = \frac{v R}{\nu} \quad (3.22)$$

Dónde:

R = Radio Hidráulico de la sección transversal, en metros (m)

V = velocidad media, en metros por segundo (m/s)

ν = viscosidad cinemática del agua, en m²/s

En los canales se han comprobado resultados semejantes a flujos en tuberías, por lo que respecta a este criterio de clasificación. Para propósitos prácticos, en el caso de un canal, se tiene:

- Flujo laminar para $Re < 580$, en este estado las fuerzas viscosas son relativamente más grandes que las fuerzas de inercia.
- Flujo de transición para $580 \leq Re \leq 750$, estado mixto entre laminar y turbulento.
- Flujo turbulento para $Re > 750$, en este estado las fuerzas viscosas son débiles comparadas con las fuerzas de inercia.

En la mayoría de los canales, el flujo laminar ocurre muy raramente, debido a las dimensiones relativamente grandes de los mismos y a la baja viscosidad cinemática del agua.

3.2.11.4 Flujo Crítico, Subcrítico Y Supercrítico: En relación con el efecto de la gravedad, el flujo puede ser crítico, subcrítico y supercrítico; la importancia de la fuerza de gravedad se mide a través del número de Froude (F), que relaciona fuerzas de inercia de velocidad, con fuerzas gravitatorias, definidas en este caso como:

$$F = \frac{V}{\sqrt{g L}} \quad (3.23)$$

Dónde:

V = velocidad media de la sección, en m/s

g = aceleración de la gravedad, en m/s²

L = longitud característica de la sección, en m.

En canales, la longitud característica viene dada por la magnitud de la profundidad media o tirante medio y $(m)=A/T$, con lo cual se tiene:

$$F = \frac{v}{\sqrt{g y(m)}} \quad (3.24)$$

Entonces por el número de Froude, el flujo puede ser:

–Flujo Subcrítico si $F < 1$, en este estado las fuerzas de gravedad se hacen dominantes, por lo que el flujo tiene baja velocidad, siendo tranquilo y lento. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencias hacia aguas arriba.

–Flujo crítico si $F = 1$, en este estado, las fuerzas de inercia y gravedad están en equilibrio.

–

–Flujo Supercrítico si $F > 1$, en este estado las fuerzas de inercia son más pronunciadas, por lo que el flujo tiene una gran velocidad, siendo rápido o torrencioso. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencia hacia aguas abajo. (Arana, 2012. P. 5P. 6 P. 7 y P. 8)

3.2.12 Canales de drenaje

Los canales de drenaje se instalan en superficies de hormigón, ladrillo y adoquín. Son desagües de superficies lineales y por lo general se construyen en el borde de las

elevaciones, tales como las calzadas, para interceptar y direccionar el agua. Los canales de drenaje contienen pequeñas aberturas de rejilla o rejillas a lo largo de su superficie, que capturan y mueven el agua fuera de la propiedad. Las aberturas de las rejillas pueden ser grandes o pequeñas, dependiendo de las necesidades del dueño de casa y el volumen y la fuerza del agua que se canaliza.

El principal beneficio del canal de desagüe es que ayudan a controlar el agua y a prevenir inundaciones alrededor de las áreas de superficies duras, como piscinas, aceras, áreas de baldeo, calzadas y patios. El trabajo caro de concreto puede debilitarse y deteriorarse debido al exceso de humedad y las inundaciones, y el canal de desagüe evitan que el agua se estanque en los garajes, dañando los cimientos o causando derrame en las casas, por ejemplo. (Austin, 2012. P. 1)

3.2.13 Elementos de diseño de un canal de drenaje.

Se consideran algunos elementos topográficos, secciones, velocidades permisibles, entre otros:

- Trazo de canales. - Cuando se trata de trazar un canal o un sistema de canales es necesario recolectar la siguiente información básica: Fotografías aéreas, para localizar los poblados, caseríos, áreas de cultivo, vías de comunicación, etc.
- Planos topográficos y catastrales.
- Estudios geológicos, salinidad, suelos y demás información que pueda conjugarse en el trazo de canales.

Una vez obtenido los datos precisos, se procede a trabajar en gabinete dando un trazo preliminar, el cual se replantea en campo, donde se hacen los ajustes necesarios, obteniéndose finalmente el trazo definitivo. En el caso de no existir información topográfica básica se procede a levantar el relieve del canal, procediendo con los siguientes pasos:

- **Reconocimiento del terreno**

Se recorre la zona, anotándose todos los detalles que influyen en la determinación de un eje probable de trazo, determinándose el punto inicial y el punto final.

- **Trazo preliminar**

Se procede a levantar la zona con una brigada topográfica, clavando en el terreno las estacas de la poligonal preliminar y luego el levantamiento con teodolito, posteriormente a este levantamiento se nivelará la poligonal y se hará el levantamiento de secciones transversales, estas secciones se harán de acuerdo a criterio, si es un terreno con una alta distorsión de relieve, la sección se hace a cada 5 m, si el terreno no muestra muchas variaciones y es uniforme la sección es máximo a cada 20 m.

- **Trazo definitivo**

Con los datos de (b) se procede al trazo definitivo, teniendo en cuenta la escala del plano, la cual depende básicamente de la topografía de la zona y de la precisión que se desea:

- Terrenos con pendiente transversal mayor a 25%, se recomienda escala de 1:500.

- Terrenos con pendiente transversal menor a 25%, se recomienda escalas de 1:1000 a 1:2000.

- **Radios mínimos en canales**

En el diseño de canales, el cambio brusco de dirección se sustituye por una curva cuyo radio no debe ser muy grande, y debe escogerse un radio mínimo, dado que al trazar curvas con radios mayores al mínimo no significa ningún ahorro de energía, es decir la curva no será hidráulicamente más eficiente, en cambio sí será más costoso al darle una mayor longitud o mayor desarrollo. (Arana, 2012. P. 8 y P. 9)

3.2.14 Capacidad de conducción hídrica de una vía

La capacidad hidráulica de conducción de una vía se puede calcular por la fórmula de Izzard, la cual establece que:

$$Cv = 0,00175 \times \frac{Z}{n} \times S_o^{1/2} \times Y^{8/3} \quad (3.25)$$

En donde:

Cv = capacidad de conducción de la vía.

Z = es el inverso de la pendiente transversal o bombeo de la vía (si el bombeo es del 2%, el termino Z vale 50).

n = coeficiente de rugosidad de Manning: en el caso del asfalto se suele usar un valor de 0,016 para dicho coeficiente y en el caso de que el pavimento sea de concreto, se acostumbra a usar un valor de 0,014.

S_o = pendiente longitudinal de la vía.

Y = altura del agua en cm al pie del brocal (depende del ancho de la lámina de inundación y del bombeo de la vía). (Ruiz, 2011. P. 199)

Conociendo la pendiente transversal y longitudinal de la calle, puede determinarse el ancho mojado en la calzada que provea un determinado caudal, mediante la ecuación de Manning, así como la altura que dicho gasto alcanza en el borde de la acera o en la cuneta.

Generalmente se toma 2% como pendiente transversal de la calle; pudiendo en algunos casos incrementarse la depresión en el borde, creando la cuneta que aumenta la capacidad de escurrimiento.

Considerando la condición de la calle con pendiente transversal de 2%, pero sin cuneta, se tiene:

$$\text{Área mojada} = 25 (Y_o)^2 \quad (3.26)$$

$$\text{Perímetro Mojado} = 51 Y_o \quad (3.27)$$

$$\text{Radio Hidráulico} = \frac{25}{51} Y_o \quad (3.28)$$

Las Normas INOS establecen la condición de ancho mojado en la calle de 1,50 m para ciertas zonas y permite a la totalidad de la calzada como área inundable en otros casos. (Arocha, 1983. P. 211)

3.3 Definición de términos básicos

Alcantarilla: acueducto subterráneo, o sumidero, fabricado para recoger las aguas de lluvia o residuales y darles paso.

Alcantarillados: sistema o red de alcantarillas para canalizar las aguas de lluvia. Aunque las alcantarillas son mayormente empleadas en drenaje de carreteras, puede requerirse su uso en drenaje urbano, para el cruce de un pequeño cauce natural o de un

conducto abierto debajo de una vía terrestre o de un terraplén. Las alcantarillas son, por lo general, de concreto de sección rectangular, circular o tipo herradura, o bien metálicas de tipo abovedada o circular.

Caudal: volumen de agua que pasa por un punto (sección de un área), en un intervalo de tiempo. Las unidades más usadas para medir caudal son metros cúbicos por segundo (m^3/s) y litros por segundo (LPS).

Canales: son conducciones que se utilizan en sistemas de suministro de agua y en sistemas de drenaje de aguas lluvias. Los sistemas de drenaje de aguas lluvias constan de un canal principal y una serie de ramales secundarios y terciarios que captan en sus recorridos los caudales de escorrentía que se generan en sus áreas de influencia. 40

Cuenca (hoya): es un concepto geográfico e hidrológico que se define como el área de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre y transita o drena a través de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal y por ésta hacia un punto común de salida que puede ser un almacenamiento de agua interior, como un lago, una laguna o el embalse de una presa, en cuyo caso se llama cuenca endorreica. Normalmente la corriente principal es la que define el nombre de la cuenca.

Hidrograma: es un gráfico que muestra la variación en el tiempo de alguna información hidrológica tal como: nivel de agua, caudal, carga de sedimentos para un río, arroyo o canal, si bien típicamente representa el caudal frente al tiempo; esto es equivalente a decir que es el gráfico de la descarga (L^3/T) de un flujo en función del tiempo. Éstos pueden ser hidrogramas de tormenta e hidrogramas anuales, los que a su vez se dividen en perennes y en intermitentes.

Régimen: se refiere a la variabilidad que tiene un flujo de agua.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipos de investigación

4.1.1 Proyecto factible o Investigación proyectiva

Se denomina Proyecto Factible a la elaboración de una propuesta viable, destinada a atender necesidades específicas a partir de un diagnóstico. **El Manual de Tesis de Grado y Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Libertador, (2003)**, plantea:

“Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos. El proyecto debe tener el apoyo de una investigación de tipo documental, y de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades.” (p. 16).

Esta investigación es un proyecto factible ya que la propuesta se utilizará para la realización del diseño de un sistema de canales que se utilizará para drenar las aguas pluviales que escurran en la calle 6 de la urbanización vista hermosa 1 de Ciudad Bolívar estado Bolívar.

4.2Diseño de la investigación

4.2.1 Investigación de campo

Según los autores Palella y Martins (2010), definen: La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta. (p.88)

Según el autor Arias F. (2012), define: “la investigación documental es 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. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos. (p.27)

Esta investigación es de campo ya que los datos topográficos fueron tomados directamente de la zona de estudio y documental porque información como datos climatológicos que fueron obtenidos directamente del instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMEH) y la ubicación geográfica por medio de documentos provenientes de los entes competentes.

4.3 Población de la investigación

La población según Balestrini, M. (1997), se define como "cualquier conjunto de elementos de la que se quiere conocer o investigar alguna de sus características". (P 126)

En el presente caso se considerará como población de la investigación toda la superficie de la calle 6 de la urbanización vista hermosa 1 susceptible de captar aguas pluviales.

4.4 Muestra de la investigación

La muestra según Balestrini, M. (1997), se define como: "una parte o subconjunto de la población" (p.130); ésta podrá representar o no en buena forma a la población y su tamaño dependerá del tipo de estudio que se desee realizar y de acuerdo a la profundidad del mismo, donde hay que considerar varios factores entre ellos el tipo de distribución y el nivel de significación estadística, para poder seleccionarla, lo cual forma parte de la estadística inferencia.

La muestra de la investigación será considerada de igual tamaño que la población por considerarse esta de dimensiones finitas y mensurables.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La entrevista no estructurada, según Arias, F; "más que un simple interrogatorio es una técnica basada en un dialogo o conversación "cara a cara", entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida" (p.73).

Estas entrevistas no estructuras fueron hechas a los habitantes de la urbanización vista hermosa que se encuentran a las adyacencias de la av. angostura, se les realizaron preguntas como, ¿la cantidad de agua que se queda en las vías luego de las lluvias?, ¿si la escorrentía de las calles era baja o alta?, que podían responder fácilmente.

La observación según Arias, F. (2006), es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad.

La observación puede ser: simple o no participante y participante. Así mismo, también se clasifica en: libre o no estructurada y estructurada.

Las consultas en la web es aquella técnica de recopilación en la que la información es tomada de páginas de internet, tales como la página del instituto nacional de meteorología e hidrología INAMEH www.inameh.gob.ve

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron en esta investigación son: GPS, Cámara Fotográfica Digital, Computadora Portátil, Internet e imágenes satelitales de la zona.

4.6 Flujograma de la investigación

Para la realización de esta investigación se seguirá el flujograma mostrado en la figura 4.1 en el cual se mencionan las actividades a realizar necesarias para el logro de los objetivos específicos planteados

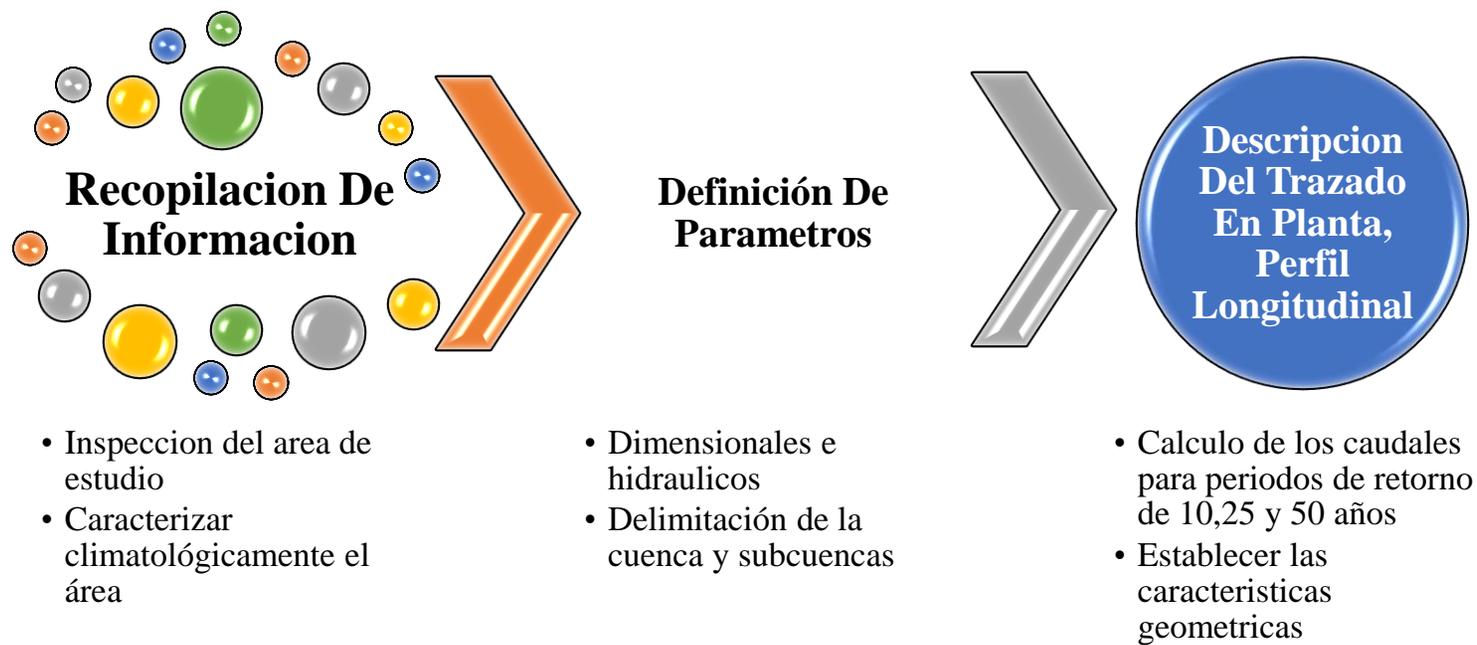


Figura 4.1 Flujoograma de la investigación

4.7 procedimiento para el logro de los objetivos

A continuación, se describirá la metodología que ha sido esquematizada en el flujograma de trabajo.

4.7.1 Recopilación de la información, inspección del área de estudio y caracterización del área de estudio

Esta actividad comprendió la recopilación y consulta de toda la información tanto bibliográfica como cartográfica existente del área de estudio, que sirve de base en la elaboración de la investigación.

En la parte bibliográfica fueron revisados trabajos de investigación y libros relacionados al tema d estudio, información extraída en la biblioteca de la universidad de oriente, núcleo Bolívar. Además de trabajos de investigación publicados en la web referentes a esta investigación.

4.7.2 Definición de parámetros, delimitación de la cuenca, perfil longitudinal y trazado en planta del canal

Se efectuará el reconocimiento de las condiciones actuales de la calle 5 en donde se planea plantear la propuesta del canal de drenaje superficial de aguas pluviales, se delimitará la cuenca que se considera de interés en el drenaje de dicha calle de igual manera se realizó el trazado en planta sobre mapas de la zona y el perfil longitudinal se realizó tomando en consideración las cotas de entrada y salida de la calle.

4.7.3 Delimitación de la cuenca y cálculos del caudal para periodos de retorno de 5, 10 y 25 años.

Se delimito el área de la cuenca mediante el uso del programa de dibujo computarizado AutoCAD, y luego mediante el método racional se realizó el cálculo del caudal para periodos de retorno de 5, 10 y 25 años.

4.7.4 Establecer las características geométricas e hidráulicas del canal

Para las características tanto geométricas como hidráulicas del diseño del canal se decidió trabajar con el software H-canales.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Caracterizar climatológicamente el área de estudio.

Para establecer las características del clima se efectuó un análisis cuantitativo, con base en los datos de los promedios mensuales y anuales de los parámetros registrados por la estación meteorológica Ciudad Bolívar - Aeropuerto.

Para caracterizar climatológicamente el área se analizaron las tres (3) variables meteorológicas fundamentales que podrían incidir en la variación de los caudales por la cuenca del área de estudio: Precipitación, Evaporación y Temperatura, medias mensuales respectivamente. Esta información climatológica fue medida de la Estación: Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Tipo C1, Serial: 3882, administrada por el componente de Aviación Militar de las Fuerzas Armadas Bolivariana. Asimismo, la información climatológica es administrada por el Instituto de meteorología e Hidrología (INAMEH).

5.1.1 Precipitación

Se recabó información de precipitación correspondiente al lapso comprendido 1.987-2007 (20 años).

La tabla 5.1, muestra los valores medios (MED), máximos (MÁX) y mínimos (MÍN) de la precipitación medida en la estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto.

Tabla 5.1 Precipitación media mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987 – 2.007.(Fuente: INAMEH,2017).

Prec.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MED	17.6	11.0	11.3	22.6	102.9	161.2	184.9	159.8	114.3	87.9	72.0	52.1	83.1
MÁX.	131.0	93.0	120.0	150.0	357.0	376.0	495.0	507.0	332.0	620.0	310.0	420.0	325.9
MÍN	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	41.0	31.0	33.0	6.0	13.0	6.0	3.0	11.25

En la figura 5.1 se presenta la Precipitación media anual para el período considerado.

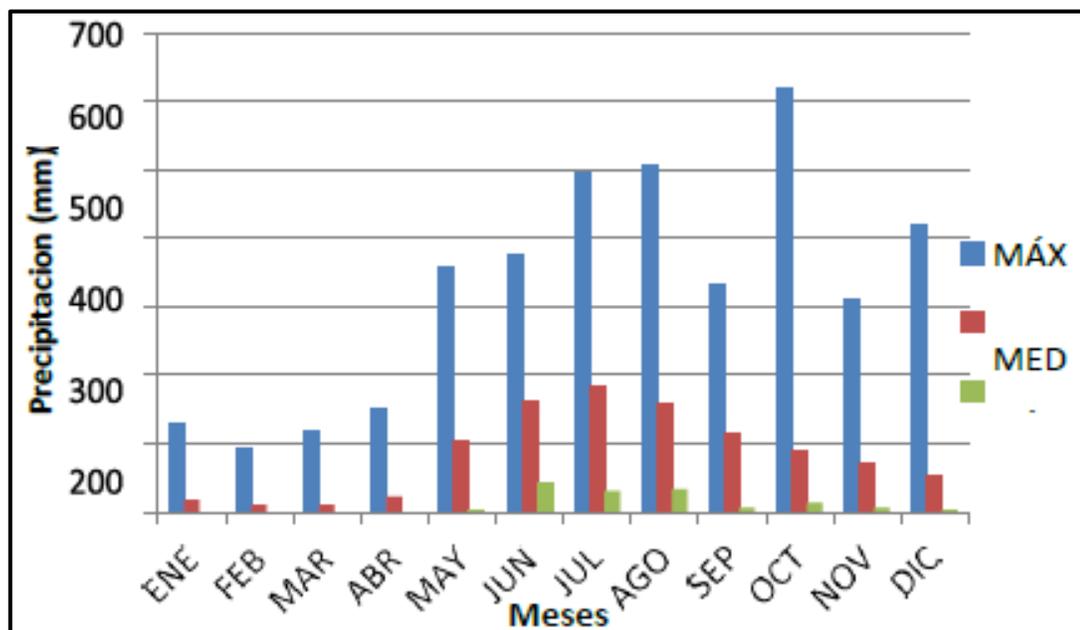


Figura 5.1 Precipitación máxima, media y mínima mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar Período 1.987 – 2.007. (INAMEH, 2017)

La precipitación media anual para el período analizado, registrada en la Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto corresponde a 83.13 mm.

La Precipitación, responde a un régimen de tipo unimodal, es decir, presenta un valor medio máximo de lluvia mensual promedio espacial para el período de 184.9 mm para el mes de julio y un mínimo de 11.0 mm para el mes de febrero respectivamente.

La época de lluvia se inicia en el mes de mayo y se mantiene hasta el mes de diciembre; con una duración de ocho (8) meses, siendo el mes de julio el más lluvioso en promedio para el período climático considerado.

5.1.2 Evaporación

Debido a que la Estación Climatológica Ciudad Bolívar-Aeropuerto, no mide evaporación al sol, fue necesario utilizar los datos de la Estación Punta Tamarindo, Serial: 4659, actualmente eliminada y ubicada en el poblado de Soledad, a la salida del Puente Angostura, la cual está muy cerca de la zona en estudio.

En la tabla 5.2 se muestra los valores medios (MED), máximos (MÁX) y mínimos (MÍN) de evaporación anual de la Estación Punta Tamarindo–Estado Anzoátegui.

Tabla 5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estación Punta Tamarindo Serial: 4659 – Estado Anzoátegui. Período 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).

Evap	ENE	FEB	MAR	ABR	MA Y	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU AL
MED	212.1	228.5	274.4	252.1	237.9	174.0	171.6	185.3	193.7	206.0	195.6	193.5	210.4
MÁ X	276.2	321.2	388.0	345.0	337.1	268.3	237.7	246.5	266.7	280.8	276.2	260.3	292.0
MIN	172.1	209.8	194.7	195.6	134.2	207.6	161.7	155.2	174.0	188.6	208.0	191.0	186.7

La figura 5.2 muestra la Evaporación media anual para el período considerado

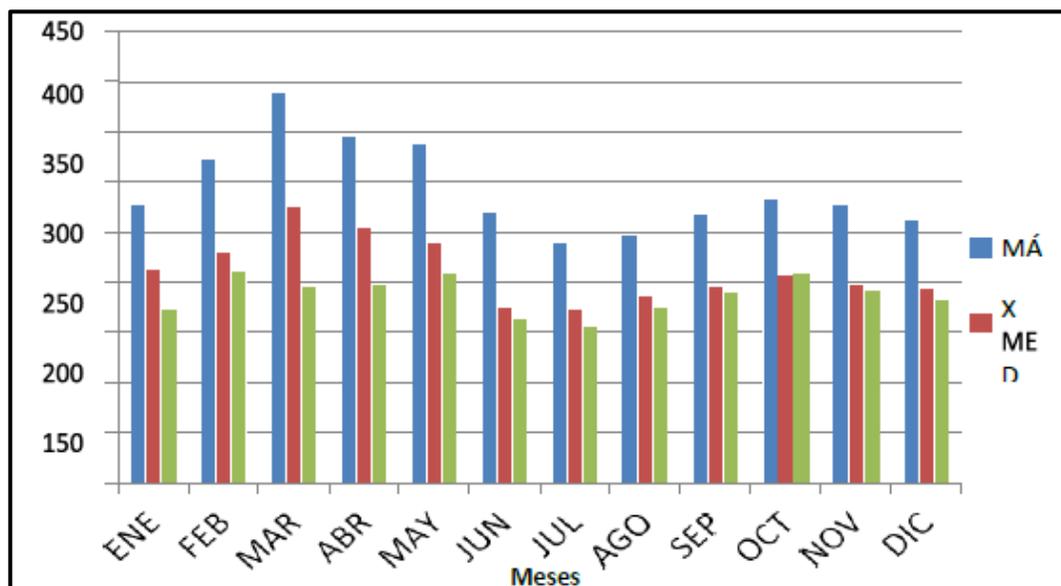


Figura 5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estado Punta Tamarindo, Serial: 4659 – Estado Anzoátegui Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente; INAMEH, 2017)

De la figura anterior, se observa que el parámetro Evaporación responde a un régimen de tipo unimodal, es decir, presenta un máximo de evaporación media mensual de 274.4 mm para el mes de marzo y otro secundario de 252.1 mm en el mes de abril. El valor mínimo de evaporación es de 171.6 mm en el mes ocurre de julio. El valor total anual es de 2.524.8 mm y la media anual de 190.6 mm.

5.1.3 Temperatura media mensual

Para caracterizar la temperatura media del aire, se utilizaron datos medidos en la Estación: Ciudad Bolívar-Aeropuerto.

La tabla 5.3 muestra los valores medios (MED), máximos (MAX) y mínimos (MIN) anuales de Temperatura de la estación considerada.

Tabla 5.3 Temperatura media mensual en (°C). Estación: Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (20 Años). (Fuente: INAMEH, 2017).

TEMP.	ENE	FEB	MAR	ABR	MA Y	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MED	25.1	25.1	26.2	26.7	26.7	25.7	25.5	25.7	26.9	26.3	25.9	25.3	25.9
MAX	29.3	29.5	29.8	31.4	31.0	29.0	29.0	29.7	30.3	30.4	30.6	29.0	29.9
MIN	25.1	25.8	25.9	26.6	26.1	25.9	23.0	23.7	26.2	25.4	25.4	24.8	25.3

La figura 5.3 muestra la temperatura media anual del periodo climatológico considerado

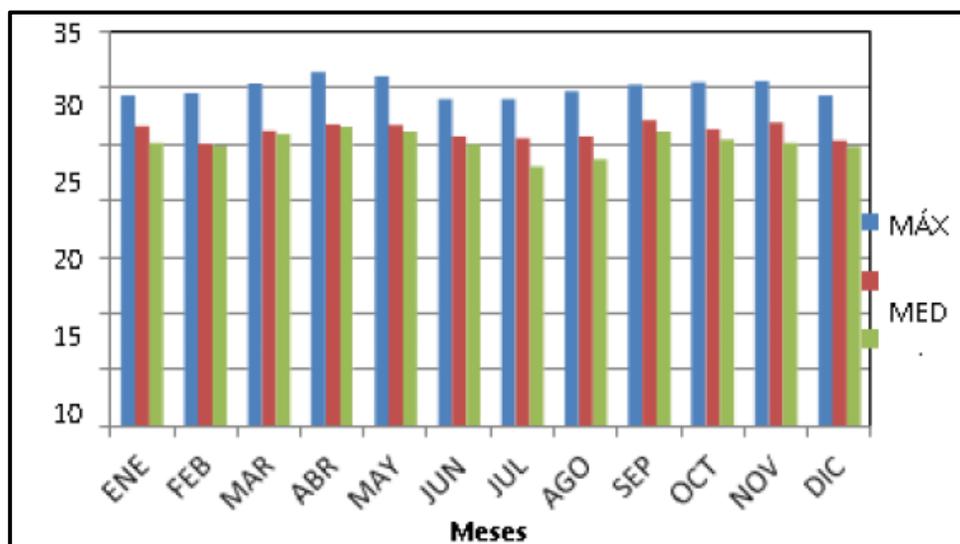


Figura 5.3 Temperatura media mensual en (°C) . Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).

Del análisis del record de datos de temperaturas medias mensuales y del gráfico de la distribución temporal, se puede concluir lo siguiente:

La temperatura media espacial del aire, para el período climatológico estudiado promedio espacial para la zona de influencia es de 25.9 °C.

La temperatura media obedece a un régimen térmico de tipo unimodal, es decir, presenta un valor máximo de 26.9 °C para el mes de septiembre y valor mínimo de 25.1 °C, para el mes de enero.

5.2 Definir los parámetros dimensionales e hidráulicos de la zona de captación en el área de estudio.

5.2.1 Área y perímetro

Al delimitar la zona, mediante el uso de AutoCAD, se obtuvo un área de 47,67 Ha, y un perímetro de 3,317 Km.

5.2.2 Longitud axial

La longitud axial de la cuenca es de 1.195,297 m o 1,195 km. y no es más que la distancia en línea recta medida desde la desembocadura de la cuenca hasta el punto más alejado o punto de descarga.

5.2.3 Longitud del cauce

Se refiere al recorrido en km del cauce principal de la microcuenca, desde su nacimiento hasta el punto de descarga. La longitud de cauce cuenta con unos 1424,262 m o 1,424 km.

5.2.2 Pendiente media de la zona

La diferencia desde el inicio de la cuenca hasta el final del canal es de 17 mts ya que la elevación al inicio de la cuenca cuenta con 71 mts y la elevación o cota al final

de nuestro canal es de 54 mts y tomando la longitud del cauce obtenemos una pendiente media de la zona de 1,2%

5.2.5 Factor Forma

Es un índice de la tendencia de las crecientes de los ríos. La cuenca que presente un valor del factor forma cercana a 0,785 (Ff de cuenca circular), será más propensa a producir crecientes mayores.

$$Ff = A / (Lax)^2 \quad (5.1)$$

Donde

A= Área de la cuenca (Km²)

Lax= Longitud Axial (Km)

$$Ff = 0.477\text{km}^2 / (1,195 \text{ km})^2 = 0.334$$

5.2.6 Coeficiente de Compacidad (Kc)

Consiste en comparar el perímetro de la cuenca receptora con el de un círculo que tuviera su misma superficie:

$$Kc = 0,282 * /P (A^{1/2}) \quad (5.2)$$

Donde

P= Perímetro de la cuenca (km)

A= Área de la cuenca (km²)

K_c será siempre mayor que 1. Mientras mayor sea su valor, mayor será la irregularidad de la forma circular.

Por lo tanto, obtenemos un coeficiente de compacidad de:

$$K_c = 0,282 * (3,317\text{Km}) / (0,477 \text{ km}^2)^{1/2} = 1,354$$

5.3 Determinar el caudal de la cuenca y subcuencas del área de estudio.

El cálculo del caudal de la cuenca se llevará a cabo tomando en cuenta los siguientes criterios:

5.3.1 delimitación de área de la cuenca y subcuencas de drenaje

Para el computo del caudal de diseño sera obligatorio puntualizar la superficie para la cual el mismo estará en cabida de almacenar, por lo tanto la forma más práctica de determinar estos caudales es haciendo una repartición del caudal total del urbanismo en función de su área, al delimitar el área a servir por cada tramo podemos obtener el caudal de diseño correspondiente a la cuenca.

5.3.2 Determinación del Periodo de Retorno

Lapso medio en años entre la ocurrencia de un suceso igual o mayor a una magnitud dada, entendiéndose esto por periodo de diseño el cual; debe ser seleccionado cuidadosamente para que el sistema de recolección de agua sea eficiente en la capacidad de conducción del gasto de diseño.

En el caso del diseño de canales abiertos se utilizarán obras hidráulicas para canalización de aguas de lluvias en ciudades de tamaño de mediano a grande de 20 a 50 años. Estimándose la construcción de estos canales para un periodo de diseño de 25 años.

5.3.3 Determinacion del tiempo de concentracion de la cuenca

Una vez delimitadas las áreas que drenan al canal, se procede a calcular el tiempo de concentración. El cálculo de este parámetro se realiza mediante muchas ecuaciones en esta investigación se decidió estimar el tiempo de concentración usando la siguiente fórmula:

$$T_c = 0,0195 (L^3/H)^{0,385} \quad (5.4)$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentracion en minutos

L = Longitud en metros, desde el sitio de nacimiento del cauce en estudio hasta el sitio considerado.

$$T_c (\text{horas}) = 0,4792 \text{ horas}$$

La intensidad será determinada en función de la duración y el periodo de retorno y e3 tiempo de concentracion, esta intensidad sera estimada con los datos suministrados por el INAMEH. (tabla 5.5)

Tabla 5.5 Intensidades de lluvia dependiendo de la duracion y el tiempo de retorno.

Duración (h)	Tr (Años)				
	5	10	25	50	100
0,25	150	160	190	210	235
0,5	99	125	147	160	175
1	60	78	90	108	119
3	25	30	36	42	47
6	14	16	20	23	25
9	9	12	14	15	17
12	7	8	10	11	12
24	4	5	5,8	6	7

Para los períodos de retorno de 5, 10 y 25 años obtenemos las siguientes intensidades de lluvias (tabla 5.6)

Tabla 5.6 intensidades de lluvia de la cuenca para períodos de retorno de 5, 10 y 25 años. (Gonzalez y Rodriguez, 2023)

Período de retorno	Intensidad	
	(mm/h)	(lps/ha)
5 años	103,2432	287,0161
10 años	127,912	355,5954
25 años	150,5776	418,6057

5.3.4 Determinación del coeficiente de escurrimiento de la cuenca.

Para el cálculo o determinación del coeficiente de escurrimiento se considerarán los criterios dados por Aparicio (2001) de acuerdo a la zonificación del uso de la tierra.

Para esta investigación se tomó un valor medio entre el mínimo y máximo que parecen en la figura 5.6

Para las zonas residenciales el coeficiente de escurrimiento seleccionado fue 0.60 y para las zonas o calles asfaltadas o pavimentadas el coeficiente que se selecciono fue de 0.825. como en la mayoría de las parcelas se tenía zona residencial y pavimentadas el coeficiente de escurrimiento se ponderó utilizando la siguiente fórmula:

$$Cep = ((Area\ 1 * Ce\ 1) + (Area\ 2 * Ce\ 2)) / Area\ total$$

Tipo de superficie	Coeficiente de escurrimiento	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0,70	0,95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0,50	0,70
Zonas residenciales unifamiliares	0,30	0,50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0,40	0,60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0,60	0,75
Zonas residenciales semiurbanas	0,25	0,40
Zonas industriales espaciadas	0,50	0,80
Zonas industriales densas	0,60	0,90
Parques	0,10	0,25
Zonas deportivas	0,20	0,35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0,20	0,40
Zonas suburbanas	0,10	0,30
Calles asfaltadas	0,70	0,95
Calles hormigonadas	0,70	0,95
Calles adoquinadas	0,70	0,85
Aparcamientos	0,75	0,85
Techados	0,75	0,95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0,05	0,10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0,10	0,15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0,15	0,20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0,13	0,17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0,18	0,22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0,25	0,35

Figura 5.6 Coeficientes de escurrimiento según la zona. (Aparicio, 2001)

$$Cep = (38,65 \cdot 0,6) + (3,47 \cdot 0,825) + (5,55 \cdot 0,20) / 47,67 \text{ha}$$

$$Cep = 0.5695$$

Recordemos que para esta investigación se decidió calcular el caudal de diseño de los canales por el método racional, para este cálculo es necesario saber los coeficientes de escurrimiento, las intensidades de lluvia de la zona y las áreas de las zonas.

El periodo de retorno a utilizar será el de 25 años.

Tabla 5.7 caudal de la cuenca. (Gonzalez y Rodriguez, 2023)

Zona	Area (ha)	Ce pond	Intensidad Lluvia (lps/ha)	Caudal	
				(lps)	(m ³ /s)
Residencial	38,650	0.5695	418,605728	9214,003935	9,214
Pavimentada	3,466			826,2804046	0.826
vegetación	5,550			1323,09759	1,323
			total	11363,38193	11,363

5.4 Definición del trazado en planta y perfil longitudinal de los canales de drenaje previstos en la zona de estudio.

El esquema de los canales para la calle 6 de la urb vista hermosa 1 consta de alineaciones rectas, los canales que estan dispuestos en linea recta permiten la circulacion del caudal de forma uniforme a lo largo del mismo. El canal tendra inicio a la altura de la entrada de la carcel $8^{\circ}06'46,91''N$ $63^{\circ}32'07,55''W$ y su final en la avenida angostura $8^{\circ}07'02,35''N$ $63^{\circ}32'16,82''W$

Los perfiles longitudinales de estos canales principales pueden apreciarse en el Apendice A, para estos se tomo la distancia de los canales para llevarlos a cabo, debemos mencionar que todos los canales tienen un recubrimiento de 0,30 m de concreto de lo largo del mismo. En los perfiles se puede apreciar de manera horizontal las progresivas de la calle por donde va el canal y debajo de cada una de estas progresivas, de manera vertical se aprecian las diferentes cotas que corresponden al respectivo datum utilizado, la cota de la rasante mejorada que vendria siendo la cota superior de nuestro canal luego tenemos la cota del lecho del canal que no es mas que el fondo de nuestro canal y finalmente la cota de excavacion que seria la cota del lecho del canal y le restamos los 0,30 m de recubrimiento.

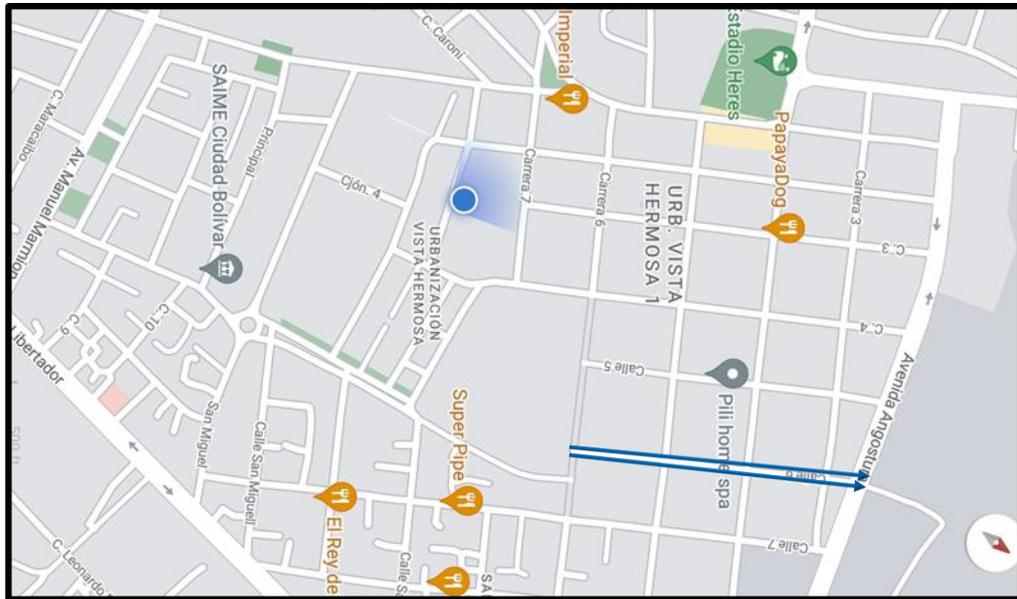


Figura 5.7 Trazado en planta del canal de aguas pluviales de la calle 6 de vista hermosa 1. (Gonzalez y Rodriguez, 2023)

El canal tendra una longitud total de 555 mts, este sera diseñado de un tramo, a cada lado de la calle estara dispuesto un canal para drenar el agua escurrida en dicha zona..

5.5 Determinación de los parámetros geométricos e hidráulicos de los canales de drenaje propuestos.

Para el instante en que fue preciso establecer la cabida de los canales, se requirio del calculo y la sección de los parametros más precisos, los canales se diseñaron bajo condiciones ideales ya que la presencia de desechos solidos disminuye la calidad del funcionamiento de los canales. Una de las condicines que se deben tener en cuenta a la hora de determinar los parametros seria la pendiente media y el coeficiente de rugosidad, en este caso por tratarse de un revestimiento de concreto el coeficiente seria 0.016.

Como las capacidades hidráulicas de las vías no son capaces de soportar la cantidad de caudal que pasara por las mismas fue necesario el diseño de un sistema de drenajes de canales que consta de 3 canales principales.

las capacidades hidráulicas de la vía fueron calculadas por la fórmula de izzard la cual establece que:

$$C_v = 0.00175 * Z/n * S_o^{1/2} * Y^{8/3}$$

Y de la cual se obtuvo como resultado que la vía no es capaz de soportar la cantidad de caudal que pasará por la misma ya que la capacidad de esta es de 11,2 Lps por lo tanto es necesario el diseño de canales para drenar las aguas de lluvias

El diseño de nuestros canales es de sección rectangular con una base de 1,20 mts.,. En la materia de hidraulica el caudal que fluye por los canales diseñados es de 12,325 m³/s, para evitar que estos sufrieran de desbordes los canales se diseñaron con capacidades mayores, el rango establecido de la velocidad minima es de 0,75 m/s y la velocidad maxima es de 6 m/s. Las secciones transversales de los canales diseñados pueden apreciarse en el Apendice B.

El calculo de los elementos geometricos e hidraulicos de los canales se hizo mediante el uso del programa H canales 3.0, el programa trabaja en funcion a la formula de la maning, fue diseñado por el ingeniero Peruano Maximo Villón Béjar, que nos permite diseñar de una forma mas rapida y eficaz los canales.

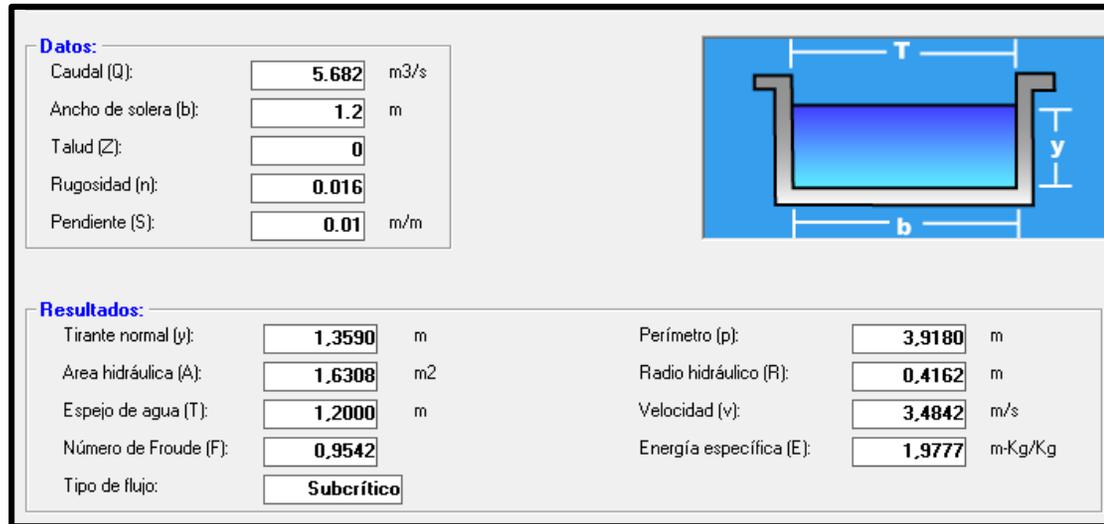


Figura 5.8 Elementos geométricos e hidráulicos de los canales (González y Rodríguez, 2023)

Tabla 5.8 Elementos geométricos e hidráulicos de los canales (González y Rodríguez, 2023)

Subcuenca	Caudal drenado Qd (m ³ /s)	Pendiente longitudinal So (m/m)	Pendiente taludes z	Coef rugosidad	Ancho solera b (m)	Ancho superficie T (m)	Profund y (m)	Borde libre Bl (m)	Profund total yt (m)	Perímetro mojado Pm (m)	Área A (m ²)	Radio hidráulico Rh (m)	Velocidad V (m/s)	Número Froude Fr
izquierdo	5,682	0,01193 6	0,00	0,016	1,20 0	1,200	1,360	0,41 0	1,770	3,920	1,63 0	0,420	3,5	0,954
derecho	6,163	0,01193 6	0,00	0,016	1,20 0	1,200	1,360	0,41 0	1,770	3,920	1,63 0	0,420	3,5	0,950

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA DE DISEÑO

6.1 Objetivo de la propuesta

Proponer la ingeniería básica para un sistema de recolección superficial de aguas de escorrentía pluvial de la calle 6 de la urb vista hermosa 1 en ciudad bolívar, municipio angostura del Orinoco, estado Bolívar.

6.2 Alcance de la propuesta

Se desea alcanzar mediante un sistema de drenajes de aguas superficiales, preliminarmente diseñado soportar y transportar de manera eficiente la escorrentia que se produce en la calle 6 de la urb vista Hermosa 1, de la parroquia Vista hermosa del municipio Angostura del Orinoco, Estado Bolívar, Venezuela.

6.3 Justificacion de la propuesta

Con la realización del sistema de drenajes propuesto se aumentara tanto la calidad de vida como tambien se garantizara el buen drenaje de las aguas de lluvias del urbanismo, se disminuiran las inundaciones y se preveeran enfermedades causadas por el estancamiento de aguas.

6.4 Metodología del trabajo

Delimitamos el área de la cuenca, recopilación de la información y material técnico relacionado con el estudio topográfico, hidrológico y de suelo. Como método de cálculo del gasto de diseño se procedió a la aplicación del Método Racional.

Una vez determinado el gasto de diseño y de haber calculado las áreas de parcelas y vialidad, se determinaron los parámetros utilizados para el cálculo del caudal de diseño como lo son las escorrentías, tiempo de concentración e intensidad de lluvia de la zona, se procede al diseño al canal abierto que conducirá las escorrentías superficiales, tomando en cuenta las especificaciones y normas para la construcción del mismo.

Luego de obtenidos los caudales de cada canal se procedió al diseño de los mismos mediante el uso de la fórmula de Manning y así se obtuvieron los parámetros geométricos e hidráulicos.

6.5 Propuesta de canales

Esta propuesta está basada en un sistema de canales de alineaciones rectas, que sirvan al drenaje pluvial de la calle 6 de la urbanización Vista Hermosa 1.

El sistema está conformado por 2 canales con la capacidad de drenar y escurrir eficientemente los caudales determinados y manteniendo velocidades superiores a la mínima 0,75 m/seg y menores a la máxima 5 m/seg.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

1. De acuerdo a las magnitudes promedio de los parámetros climáticos, analizadas en el área de estudio donde se pudo observar una precipitación promedio anual de 83,1 mm, evaporación promedio anual de 210,4 mm, temperatura promedio anual de 25,9 °C, podemos concluir que la zona de estudio posee un clima típico de bosque seco tropical.

2. Nuestra zona de estudio morfométricamente tiene un área de 47,67 ha, como cuenca de drenaje asimismo presenta una pendiente promedio de total de 1.2%. Por otro lado la longitud del cauce principal es de 1,424 km, el factor forma y compacidad presentan valores de 0.334 ff y 1,354 kc respectivamente lo cual permite caracterizar la cuenca como poco generadora de inundaciones.

3. La cuenca de drenaje total del área de estudio deberá manejar un caudal 11,363 m³/seg, esta ha sido dividida en 2 y viajará a través de los canales principales.

4. El trazado en planta de los canales fueron diseñados siguiendo en primer lugar una alineación recta a ambos lados de la vía hacia el lado norte de la cuenca.

5. En virtud del reducido espacio disponible en las vías de comunicación se han previsto diseño de canales de sección rectangular, cuyo ancho será 1,20 m con una profundidad de 1,77 mts. Estos diseños permitirán que los flujos de las aguas drenadas se mantengan entre los criterios de las velocidades mínimas y máximas permisibles en el diseño de canales.

Recomendaciones

1. Es recomendable la protección de los canales con rejillas para evitar el posterior acarreo de sedimentos hacia los sistemas de drenajes.
2. Aun cuando se han diseñado canales para que desarrollen velocidades dentro del rango permisible se deberán implementar programas de mantenimiento anuales para limpieza de sedimentos que hayan podido ser transportados hasta los canales. Fundamentalmente antes de cada ciclo de lluvia de tal manera de garantizar el buen funcionamiento.

Asimismo un plan de inspección y mantenimiento quinquenal (5 años) para el mantenimiento correctivo de las obras de concreto que garanticen la integridad física de dichas estructuras

REFERENCIAS

- Arias, F. (2006). EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. (5ª Ed.) Caracas, Venezuela.
- Arias, F. (2012) EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, (6ª Ed). Caracas, Venezuela.
- Arocha, S. (1983). **CLOACAS Y DRENAJES** (1ª Ed). Caracas, Venezuela.
- Balestrini, M. (1997). ¿CÓMO SE ELABORA UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN? Caracas, Venezuela.
- Bolinaga, J. (1979). DRENAJE URBANO, (1ª Ed). Caracas, Venezuela.
- Centro de Estudios Hidrográficos. (1970). “MANUAL DE HIDROLOGÍA”. (1970) Madrid: HERAS, R.
- Custodio, E. (1983). - MANUAL LLAMAS: “HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA”. Ediciones Omega. Barcelona. (España).
- Dolz, J. y Gómez, M. (1994). PROBLEMÁTICA DEL DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES EN ZONAS URBANAS Y DEL ESTUDIO HIDRÁULICO DE LAS REDES DE COLECTORES. (Vol. 1 Núm. 1) Barcelona, España: Catalunya
- rench, R. (1988). HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS, (1ª Ed). México D.F, México.
- Hidrología Básica y Aplicada, (2007). (pagina web en línea) disponible en: <http://www.upct.es/~minaees/hidrologia.pdf>
- Ing., Camacho, F. (2004). DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE Vol. 1. (1ª Ed). Caracas, Venezuela.

Ing. Delgado, R. (2012). HIDRÁULICA DE CANALES, editorial: universidad central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

LA RADIACIÓN SOLAR. (2009). (página web en línea) disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos65/radiacion-solar/radiacion-solar2.shtml>

OLCINA, G. (1993) CLIMATOLOGÍA. (3ª ed.). Madrid, España.

Palacios Ruiz, A. (2011). ACUEDUCTOS, CLOACAS Y DRENAJES. (2ª Ed). Caracas, Venezuela.

Palella y Martins. (2010), METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA (3ª Ed). Caracas, Venezuela

¿QUÉ ES UN CANAL?, (2012). (página web en línea) disponible en: http://www.ehowenespanol.com/canal-drenaje-info_307806/

¿QUÉ ES LA TEMPERATURA? (2001) (página web en línea). Disponible en: http://legacy.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/thermal/temperature_sp_06sep01.html

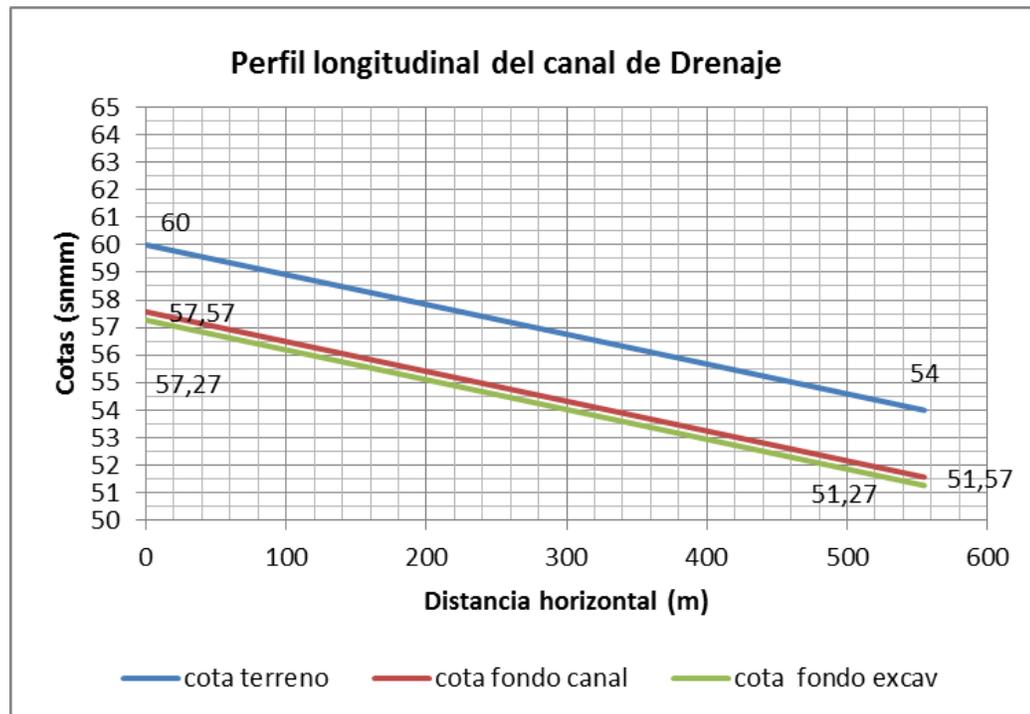
Rocha, A. (2002). HIDRÁULICA DE TUBERÍAS Y CANALES. (1ª Ed).

Universidad Autónoma de México. (1976). “HIDROLOGÍA”. México: SPRINGALL, R.

Universidad Pedagógica Libertador, (2003). EL MANUAL DE TESIS DE GRADO Y ESPECIALIZACIÓN Y MAESTRÍA Y TESIS DOCTORALES. Caracas, Venezuela.

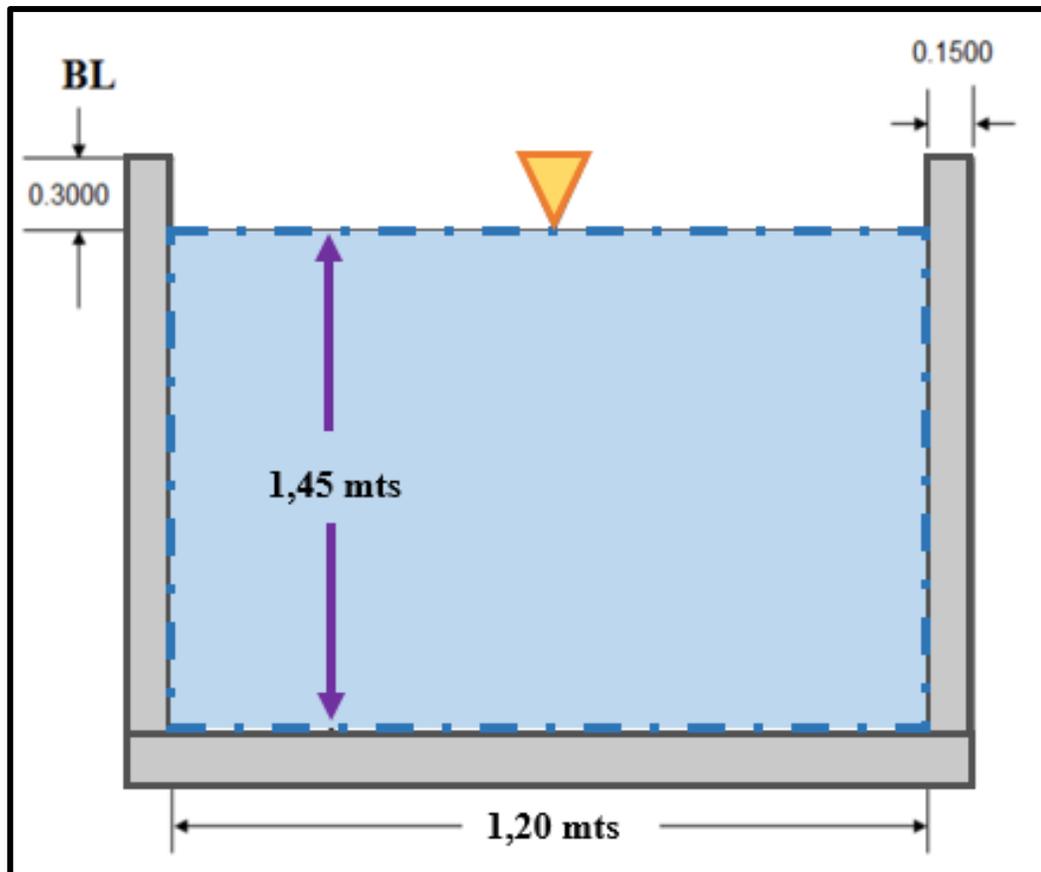
APÉNDICES

APÉNDICE A
PERFILES LONGITUDINALES DE LOS CANALES



A.1 perfil longitudinal del canal de drenaje izquierdo y derecho. (González y Rodríguez, 2023)

APENDICE B
SECCION TRANSVERSAL DE LOS CANALES



B.1 Sección Transversal de los canales de drenaje derecho e izquierdo (González y Rodríguez, 2023)

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

Título	PROPUESTA DE LA INGENIERÍA BÁSICA PARA UN SISTEMA DE RECOLECCION SUPERFICIAL DE AGUAS DE ESCORRENTIA PLUVIAL DE LA CALLE 6 DE LA URB VISTA HERMOSA 1 EN CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
EDUARDO JOSE GONZALEZ PINO	CVLAC	<u>26.479.015</u>
	e-mail	Eduardo_gonzalezpino@hotmail.com
	e-mail	
LUISA VIRGINIA RODRIGUEZ BACA	CVLAC	27.940.054
	e-mail	Luiviroba2105@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Drenajes
Precipitación
Pluvial
Avenida
Angostura

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Area	Subárea
Departamento de Ingeniería Civil	Ingeniería Civil

Resumen (abstract):

En esta investigación se plantea como objetivo general Proponer la ingeniería básica para un sistema de recolección superficial de aguas de escorrentía pluvial de la calle 6 de la urb vista hermosa 1 en ciudad bolívar, municipio angostura del Orinoco, estado Bolívar., específicamente su inicio es en el perímetro lateral de la cárcel de vista hermosa hasta la av. Angostura del Orinoco. La metodología se desarrolló bajo el diseño de una investigación documental y de campo de tipo proyectiva se dice que la investigación es proyectiva porque intenta proponer soluciones a una determinada situación. Se utilizó información facilitada por entes como el INAMEH, que fueron necesarios para la determinación de datos hidrológicos e hidráulicos para el estudio. El método para la estimación del caudal fue el Método Racional. Finalmente se propone el diseño del sistema de captación de aguas pluviales lo cual implicara una modificación de la actual geometría y dimensiones que se encontraran resumidos en una tabla donde se muestran los caudales, elementos geométricos e hidráulicos, perfil longitudinal del canal y sección transversal del mismo.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Beatriz, echeverria	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	V-21.013.748
	e-mail	Echeverriabcc92@gmail.com
	e-mail	
Dafnis, Echeverria	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	V-4.506.408
	e-mail	Echeverriadafnis2807@gmail.com
	e-mail	
Francisco, Monteverde	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2023		

Lenguaje Español _____

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

Archivo(s):

Nombre de archivo

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M
N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6
7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: _____

Temporal: _____

Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniero Civil

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio: Departamento de Ingeniería Civil

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

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

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

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

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA

RECIBIDO POR *Martínez*

FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

Juan A. Bolanos Curvelo

JUAN A. BOLANOS CURVELO
Secretario

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

JABC/YGC/maruja

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

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

AUTOR 1
GONZALEZ, P. EDUARDO, J
C.I:26.479.015

AUTOR 2
RODRIGUEZ, B LUISA, V.
C.I:27.940.054



TUTOR
Beatriz, Echeverria
ci. 21.013.748