

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



**PROPUESTA DE INGENIERÍA BÁSICA PARA UN SISTEMA
DE RECOLECCIÓN DE AGUAS PLUVIALES DE LA CALLE 8 DE
LA URBANIZACIÓN SANTA FE EN CIUDAD BOLÍVAR,
MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR.**

.

**TRABAJO FINAL
DE GRADO
PRESENTADO POR
LOS BACHILLERES
RICARDO A
HERNÁNDEZ M, Y
RAMSES A
D'ANELLO P PARA
OPTAR AL TÍTULO
DE INGENIERO
CIVIL**

CIUDAD BOLÍVAR, MAYO DE 2022



ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, intitulado “**PROPUESTA DE INGENIERÍA BÁSICA PARA UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS PLUVIALES DE LA CALLE 8 DE LA URBANIZACIÓN SANTA FE EN CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR.**”, presentado por los bachilleres **RICARDO ANDRES HERNÁNDEZ MAGALLANES, Y RAMSES ANTONIO D`ANELLO PAEZ**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres	Firmas
<u>Profesora Beatriz Echeverría.</u> (Asesor)	_____
_____ (Jurado)	_____
_____ (Jurado)	_____
_____ Profesor Rodolfo Gonzalez Jefe del departamento de Ingeniería Civil	_____ Profesor Francisco Monteverde Director de la escuela

Ciudad Bolívar, Mayo de 2022.

DEDICATORIA

Quiero dedicársela a Dios padre, a mis papas, Militza Magallanes y Luis Manuel Hernández por todo su esfuerzo y dedicación a la culminación de mi carrera, gracias a su apoyo y consejos en todo este gran viaje.

-Ricardo Hernández

El presente trabajo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

Se lo quiero dedicar a mis padres y a mis abuelos por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos, A mi hermano por estar siempre presente, acompañándome, pero en especial a mi abuelo José Antonio Páez, mi papa José Enrique D'Anello y mi mama Lizzeth Páez, que estuvieron conmigo, me apoyaron incondicionalmente y persistieron para que no me rindiera nunca y mi abuelo por ser mi inspiración en la vida y mi ejemplo a seguir. Mención especial a mis abuelos José Alberto D'Anello y María Echeverría que están en el cielo y a ellos también se lo quiero dedicar.

-Ramses D'Anello

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, quiero agradecer a Dios padre mi fuente inagotable de fe y oraciones permitieron guiar mis pasos hasta donde estoy ahora y con Dios siempre a mi lado.

A mis padres Militza Magallanes y Luis Manuel Hernández por ser mi apoyo en todos estos años de carrera, su dedicación, apoyo, consejos y esfuerzos, gracias por siempre estar presente y ser participe en esta gran camino que llega a su etapa final, quiero agradecer a mi abuela Alicia Grisolia por todo el apoyo que me brindo a lo largo de estos años, A mi novia Rosielys Carrisales por creer en mí, por su apoyo, por sus consejos y ayudarme a nunca bajar los brazos en los momentos más difíciles y su compañía todos estos años.

Agradecer a mi tutora Ing. Beatriz Echeverria, por todo el tiempo dedicado y todo su apoyo para conseguir los mejores resultados en nuestra tesis de grado.

-Ricardo Hernández

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presente.

Mis agradecimientos a la Universidad de Oriente, a mis profesores, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su dedicación, a mis amigos, familiares, futuros colegas y a mi compañero de tesis Ricardo Hernández que estuvieron y me ayudaron a lo largo de toda la carrera, a nuestra tutora Beatriz Echeverria, a mis padres José Enrique D'Anello y Lizzeth Páez, mi hermano Enrique D'Anello y mis abuelos José Antonio Páez y Argelia Martínez, por haberme orientado en todos los momentos que necesité sus consejos, gracias por toda la paciencia y apoyo. A mi novia Nathaly que a pesar de que llegó a mi vida en la recta final me apoyó incondicionalmente, agradezco enormemente cualquier tipo de apoyo recibido.

-Ramsés D'Anello

RESUMEN

En este trabajo se planteó como objetivo general proponer la ingeniería básica para un sistema de recolección de aguas pluviales de la calle 8 de la urbanización Santa Fe en Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco, Estado Bolívar, específicamente en el tramo comprendido entre la Panadería Inter Pan y la Av. Angostura a la altura del Colegio Cristo Rey. 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 diseño del sistema de captación de aguas pluviales lo cual implicaría 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	xi
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE APÉNDICES	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I SITUACIÓN A INVESTIGAR	4
1.1. Planteamiento del problema	4
1.2. Objetivos de la investigación	7
1.2.1. Objetivo general.....	7
1.2.2. Objetivos específicos	8
1.3 Justificación de la investigación	8
1.4 Alcance de la investigación	9
CAPÍTULO II GENERALIDADES	10
2.1. Ubicación geográfica del área	10
2.2. Acceso al área de estudio	10
2.3. Geología regional y/o local	11
2.4. Geografía de la región	12
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	13
3.1. Antecedentes o estudios previos.....	13
3.2 Bases teóricas	14
3.2.1 Variables hidrometeorológicas	14
3.2.2 Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia (IDF).....	15
3.2.3 Coeficiente de escorrentía.....	18

3.2.4	Tiempo de concentración de las aguas de escorrentía	19
3.2.5	Estimación del coeficiente de infiltración	20
3.2.6	Sistema de drenaje	21
3.2.7	Origen de las aguas en un sistema de drenaje.....	22
3.2.8	Componentes de un sistema de drenaje	22
3.2.9	Canales de drenajes.....	23
3.2.10	Canales abiertos	24
3.2.11	Clasificación de los canales según el material.....	25
3.2.12	Trazado de canales.....	25
3.2.13	Geometría del canal hidráulico	27
3.2.14	Elementos geométricos de un canal.....	29
3.2.15	Elementos hidráulicos de los canales abiertos	32
3.2.16	Flujo en un canal.....	34
3.2.17	Tipos de flujo en un canal.....	35
3.2.18	Estado del flujo	37
3.2.19	Efecto de viscosidad	37
3.2.20	Número de Reynolds	38
3.2.21	Efecto de la gravedad.....	39
3.2.23	Limitaciones del método racional.....	41
3.3	Definición de términos básicos	42
3.3.1	Abrupto	42
3.3.2	Áreas inundables.....	42
3.3.3	Canales de drenajes.....	42
3.3.4	Cartografía	42
3.3.5	Cavitación	43
3.3.6	Climatología.....	43
3.3.7	Coefficiente de escorrentía (C)	43
3.3.8	Coefficiente de Manning (n)	43
3.3.9	Colectores	43
3.3.10	Cota.....	44

3.3.11 Cuenca	44
3.3.12 Cuenca hidrográfica	44
3.3.13 Datum.....	44
3.3.14 Desnivel	45
3.3.15 Embaulamiento	45
3.3.16 Escorrentía	45
3.3.17 Fluctuar	45
3.3.18 Hidrología:	45
3.3.19 Inundación	46
3.3.20 Meteorología.....	46
3.3.21 Pendiente.....	46
3.3.22 Perfil longitudinal	46
3.3.23 Perfil transversal	46
3.3.24 Pluviómetro.....	47
3.3.25 Zanjas.....	47
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE TRABAJO	48
4.1 Tipos de investigación.....	48
4.1.1 Proyecto factible o Investigación proyectiva.....	48
4.2Diseño de la investigación.....	49
4.2.1 Investigación de campo	49
4.3 Población de la investigación	49
4.4 Muestra de la investigación.....	50
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	50
4.6 Flujograma de la investigación.....	51
4.7 procedimiento para el logro de los objetivos.....	53
4.7.1 Recopilación de la información, inspección del área de estudio y caracterización del área de estudio	53
4.7.2 Definición de parámetros, delimitación de la cuenca, perfil longitudinal y trazado en planta del canal.....	53

4.7.3	Delimitación de la cuenca y cálculos del caudal para periodos de retorno de 5, 10 y 25 años.....	54
4.7.4	Establecer las características geométricas e hidráulicas del canal redimensionado.....	54
	CAPÍTULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	55
5.1	Caracterizar climatológicamente el área de estudio.....	55
5.1.1	Precipitación.....	55
5.1.2	Evaporación.....	57
5.1.3	Temperatura media mensual	58
5.2	Definir los parámetros dimensionales e hidráulicos de la zona de captación en el área de estudio.....	60
5.2.1	Área y perímetro	60
5.2.2	Longitud axial.....	60
5.2.3	Longitud del cauce.....	60
5.2.4	Pendiente media de la zona.....	61
5.2.5	Factor Forma.....	61
5.2.6	Coefficiente de Compacidad (Kc).....	61
5.3	Determinar el caudal de la cuenca y subcuencas del área de estudio.....	62
5.3.2	Determinación del Periodo de Retorno.....	63
5.3.3	Determinacion del tiempo de concentracion de la cuenca.....	64
5.4	Definicion del trazado en planta y perfil longitudinal de los canales de drenaje previstos en la zona de estudio.....	69
5.5	Determinacion de los parámetros geométricos e hidráulicos de los canales de drenaje propuestos.....	71
	CAPÍTULO VI LA PROPUESTA DE DISEÑO	75
6.1	Objetivo de la propuesta.....	75
6.2	Alcance de la propuesta.....	75
6.3	Justificacion de la propuesta.....	75
6.4	Metodologia del trabajo.....	76
6.5	Propuesta de canales.....	76
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77

Conclusiones 77
Recomendaciones 78
REFERENCIAS 79

LISTA DE FIGURAS

2.1 Mapa del Estado Bolívar.	10
2.2 Calle 8 de la urbanización Santa Fe (Ciudad Bolívar estado. Bolívar)	11
3.1 Ejemplo de curvas IDF (Arocha, S., 1983).....	16
3.2 Elementos Geométricos de un canal, (Rodríguez, 2008).....	32
4.1 Flujograma de la investigación	52
5.1 Precipitación máxima, media y mínima mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar Periodo 1.987 – 2.007. (INAMEH,2017)	56
5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estado Punta Tamarindo, Serial: 4659 – Estado Anzoátegui Periodo 1.987 – 2.007(Fuente; INAMEH, 2017)	58
5.3 Temperatura media mensual en (°C) . Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).....	59
5.4 delimitación de la cuenca de drenaje (Danello y Hernandez, 2022).....	63
5.5 Inicio y final de cauce. (Danello y Hernandez, 2022	65
5.6 Coeficientes de escurrimiento según la zona. (Aparicio, 2001).....	68
5.7 Trazado en planta de los canales de aguas pluviales de la calle 8 de la urbanización Santa Fe (Danello y Hernandez, 2022)	70
5.8 elementos geometricos e hidraulicos de los canales calculados con el programa Hcanales (Danello y Hernandez, 2022)	74

LISTA DE TABLAS

3.1 Coeficientes de esorrentía (Arocha, 1983).....	18
3.2 Zonificación y coeficientes de esorrentía (Arocha, 1983).	19
3.3 Elementos geométricos de secciones transversales (Chow, V., 2004).	28
3.4 Velocidades máximas admisibles según el material de los colectores (Gaceta Oficial N° 5318, 1999)	34
5.1 Precipitación media mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987 – 2.007. (Fuente: INAMEH,2017).	56
5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estación Punta Tamarindo Serial: 4659 – Estado Anzoátegui. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).	57
5.3 Temperatura media mensual en (°C). Estación: Ciudad Bolívar- Aeropuerto, Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (20 Años). (Fuente: INAMEH, 2017).	59
5.4 Areas de la cuenca. (Residencial y pavimentada) (Danello y Hernandez, 2022) .	63
5.5 Intensidades de lluvia dependiendo de la duracion y el tiempo de retorno.	66
5.6 intensidades de lluvia de la cuenca para períodos de retorno de 5, 10 y 25 años. (Danello y Hernandez, 2022).....	67
5.7 caudal de la cuenca. (Danello Y Hernandez, 2022)	69
5.8 elementos geometricos e hidraulicos de los canales de drenaje (Danello y Hernandez, 2022).....	73

LISTA DE APÉNDICES

APÉNDICE A PERFILES LONGITUDINALES DE LOS CANALES	82
A.1 perfil longitudinal canal av. libertador – calle 8 ambos lados de la vía (Danello y Hernández, 2022)	83
A.2 perfil longitudinal canal tramo de la carrera 4 ambos lados de la vía (Danello y Hernández, 2022)	84
A.3 perfil longitudinal canal tramo de la calle 7 – av. Angostura ambos lados de la vía (Danello y Hernández, 2022)	85
APÉNDICE B SECCIÓN TRANSVERSAL DE LOS CANALES	86
B.1 Sección transversal de los canales de drenajes.(Danello y Hernández, 2022)	87

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de drenaje son de gran importancia para el desarrollo de la vida cotidiana de los habitantes en una ciudad, su finalidad es evitar al máximo los daños que las precipitaciones pueden ocasionar a las personas y también a sus propiedades.

Para poder cumplir con su finalidad, es que se debe implementar un sistema de drenaje que permita que las aguas pluviales, puedan discurrir por las calles, hasta llegar a un cauce natural o artificial.

Para que esto pueda ocurrir , es necesario realizar un buen estudio de la cantidad de agua que puede escurrir en una zona determinada, para que así se pueda hacer un buen diseño de la capacidad hidráulica de las calles, de modo que satisfagan las condiciones antes expuestas.

El conocimiento detallado del sustento de las obras civiles ha adquirido gran importancia con el fin de obtener un método de contrarrestar un gran problema que se evidencia a la hora de hacer un urbanismo, como lo que es, el garantizar el control de inundaciones y de las aguas provenientes de las precipitaciones.

Es por esa razón, que existen las obras hidráulicas y sanitarias capaces de buscar la solución a dicho problema, con el fin de que las aguas pluviales puedan discurrir en una zona determinada, de igual manera se implementará el diseño de las tuberías, y las demás obras que encierra el sistema de drenaje pluvial.

En el presente trabajo de grado se expone la propuesta de ingeniería básica para un sistema de recolección de aguas pluviales de la calle 8 de la urbanización santa fe en ciudad bolívar, municipio angostura del Orinoco, estado bolívar La información de

la investigación se encuentra estructurada en seis capítulos estructurados de la siguiente manera:

Capítulo I. Situación a investigar: presenta la formulación del problema, se plantean los objetivos de la investigación, se justifica porque se está realizando un sistema de drenaje y el alcance del proyecto.

Capítulo II. Generalidades: se presentan las informaciones correspondientes a las generalidades de la zona donde se realiza el proyecto.

Capítulo III. Marco teórico: en el que se muestran los antecedentes de la investigación, y toda la teoría necesaria para comprender más a fondo el tema investigado.

Capítulo IV. Metodología de trabajo: en el cual se explica el tipo de investigación, población y muestra, técnica de recolección de datos, técnica de análisis y desarrollo del procedimiento para el logro de los objetivos.

Capítulo V. Análisis e interpretación de los resultados: la presentación de los análisis y resultados que consta de la interpretación de los datos climatológicos, la delimitación y dimensionamiento del área de captación del proyecto, el cálculo del caudal mediante la implementación del Método Racional, se determinaron las características físicas y ubicación de los canales, se realizó el trazado en planta, y se Determinaron los parámetros hidráulicos de la zona de captación.

Capítulo VI. La propuesta: propuesta definitiva de la disposición final de los canales y el número para el urbanismo.

Por último, son indicadas las conclusiones y recomendaciones referidas al trabajo realizado, las cuales son el producto de un profundo análisis de los resultados obtenidos y procuran el mejoramiento del sistema aportando posibles soluciones a los problemas que sirven de base a futuras investigaciones vinculadas a esta importante tecnología.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1. Planteamiento del problema

Desde el inicio de los asentamientos poblacionales el desarrollo de las ciudades ha enmarcado entre sus ramas lo referente a la evacuación de las aguas tanto pluviales como de aguas negras; en el primero de los casos la experiencia dice que es factible su depósito directo en cauce de ríos próximos sin generar de esta manera algún tipo de contaminación, a diferencia de las aguas negras o servidas en donde antes de arrojarlas a fuentes de agua naturales es necesario un previo tratamiento para procurar un menor impacto en el ambiente donde será depositado.

Los humanos al igual que muchos mamíferos tienden a agruparse en sociedades, y con esta estructura de vida que posibilita el progreso de la especie y que conlleva al desarrollo de urbanismos cada vez más complejos, también se suscitan problemáticas naturales de este tipo de sistema organizacional. Agruparse en grandes números de individuos genera una necesidad de avocarse a la mejora y solución de problemas relativos a las condiciones de vida que presentan tales complejos urbanísticos, entre ellos lo relacionado a la acumulación de aguas pluviales que se suscitan en ciertas zonas.

En las ciudades casi el 50 % de la población mundial vive en zonas urbanas, habiéndose incrementado más del 80% en los últimos 20 años, esto sin ninguna clase de planificación previa que pudiese evitar o aminorar inconvenientes relacionados con la sobrepoblación y condiciones de vida de dichas zonas; en la mayoría de las construcciones, como por ejemplo en construcción de viviendas, éstas no cumplen con las leyes y reglamentos establecidos por los organismos pertinentes, en el caso

específico de los sistemas de drenaje, existe una falta de cumplimiento en muchos centros urbanos en relación con las reglamentaciones que están relacionadas con la recolección, conducción y disposición de las aguas de lluvia.

Para el año 2014 las lluvias e inundaciones causaron la muerte de centenas de personas en Pakistán, la India y China, según reportes de las autoridades de esos países. En Paraguay, Después de grandes precipitaciones los ríos se desbordaron en algunas zonas de Asunción, dejando a 60 mil familias damnificadas. La Cruz Roja informó sobre la urgencia de la limpieza de los canales encargados de drenar el agua de lluvia.

Por su parte en Venezuela el diseño de drenajes está basado en estudios hechos para la estimación de las cantidades de lluvias caídas en periodos de tiempo considerables; sin embargo, esto no hace que el diseño pueda fallar y nos escapemos de los efectos causados por las inundaciones que han ocurrido en nuestro territorio como por ejemplo lo sucedido en el estado Vargas (Venezuela al día, 2014) donde los efectos de las torrenciales lluvias produjeron que los pueblos de Caruao, Chuspa, La Virginia y la Sabana quedarán incomunicados dejando también 5000 personas afectadas aparte de los daños a los tendidos eléctricos de la zona.

En nota de prensa (últimas Noticias, septiembre 2013) la dirección de Protección Civil Táchira, estudió decretar zonas de emergencia varios sectores de la entidad debido a que presentaban altas condiciones de riesgo para sus habitantes. Referente a la vialidad, se produjeron algunas fallas de borde y colapso de vías en algunas troncales y locales del estado. Muchos sectores fueron afectados por estas inundaciones como por ejemplo Rio Frio, Piscurí, puente Uribante y Mata de Café, por la Troncal 001 en Pico de Nariz así como también el circuito vial fronterizo en la Local Nueve y la carretera Trasandina pudiéndose sumar otros caseríos debido a que estaban en constante monitoreo de la zona.

En el estado Monagas por su parte según (Informe21.com, 2013) el periodo de lluvia dejó inundaciones que alcanzaron alturas de hasta 55 centímetros en sectores como Brisas del Orinoco y Alto Sucre; mientras que por otro lado fue afectada la infraestructura vial que en el caso del puente del municipio Santa Bárbara casi fue rebasado en su totalidad por el río Amana.

Mientras que en el estado Anzoátegui para la fecha del 1 de noviembre según (El Universal, 2013) un fuerte aguacero forzó a disponer de más de 300 funcionarios de protección civil de modo que ante cualquier contingencia pudieran evacuar a la población afectada rápidamente debido a que para ese momento ya habían colapsado los sistemas de drenajes existentes.

El problema de drenajes detiene el mejoramiento de los servicios públicos y básicos, así como también las condiciones o calidad de vida de las comunidades. El largo periodo que tardan en escurrir las aguas de lluvias junto con la inexistencia de drenajes subterráneos, constituyen un factor de suma importancia que agrava la tendencia natural de sufrir inundaciones durante los periodos lluviosos.

En términos generales podemos describir un sistema de drenaje de aguas pluviales como una solución eficiente para la evacuación de las aguas precipitadas, su adecuado diseño permitirá garantizar que, para distintas frecuencias y duraciones de las lluvias de diseño, no sólo se proteja la integridad de las propiedades sino también que se permita el libre tránsito de vehículos y personas durante la ocurrencia de la precipitación.

Considerando lo ya expuesto, se plantea la situación problemática que tales condiciones de ineficiencia y ausencia de estructuras para el drenaje de aguas pluviales generan en las poblaciones venezolanas, cuando comienza la temporada lluviosa. Cabe destacar, que aun cuando las lluvias pudiesen ser de corta duración, las vías de

circulación permanecen anegadas de agua, ya que no existen pendientes adecuadas en las cunetas que permitan desagüe del agua acumulada en las calles, producto de las precipitaciones, lo cual constituye una evidencia fehaciente de que el diseño y ejecución de los sistemas de drenaje son inadecuados en muchas localidades del país.

¿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 de aguas pluviales de la avenida Angostura 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 se justifica debido a que las inundaciones urbanas ocasionadas por las precipitaciones, constituyen un fenómeno que afecta notablemente a la calidad de vida de los habitantes y Por la necesidad de la existencia de un sistema de drenaje se propone hacer un estudio de la zona para obtener la información necesaria y poder realizar los cálculos de los distintos elementos que conforman el sistema que dará solución al problema de transporte de las aguas pluviales.

Puede decirse que la propuesta de diseño de los canales para un sistema de drenaje superficial de aguas pluviales en el área de estudio arrojaría muchos beneficios a la comunidad por cuanto se verán optimizados el tránsito y paso peatonal en la calle central de la urbanización.

De acuerdo a la presente investigación, se pretenden 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

El diseño adecuado para un sistema de drenaje superficial para aguas de lluvias, debe estar constituido principalmente por caracterizar el área de estudio climatológicamente basándose en los registros de evaporación, pluviosidad, humedad relativa de INAMEH y temperatura durante aproximadamente los últimos 10 años. Con la intención de establecer los parámetros hidráulicos y dimensionales de la zona de captación.

Con esta investigación se planea llevar a cabo una propuesta para la ingeniería básica de un sistema de canales de drenaje de aguas superficiales, Luego se deberá determinar el caudal de las cuencas y subcuencas de la zona estudiada, por otra parte, se definirá el trazado de planta y se realizará el perfil longitudinal de los canales que están previstos para el diseño del sistema de drenaje. Por último, se calcularán los parámetros geométricos e hidráulicos de los canales de drenaje propuestos para nuestra zona residencial.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1. Ubicación geográfica del área

El área de estudio se ubica entre la Av. Libertador y la Av. Angostura Boulevard de la urbanización de Santa Fe, 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

Para acceder a La calle 8 de la urbanización Santa Fe, podemos hacerlo por la avenida Libertador a la altura de la panadería Inter Pan, y por la avenida Angostura en dirección Este-Oeste (EW) a la altura de la calle 7 de la urbanización Santa Fe.

El Complejo de Imataca, tiene una gran importancia económica porque en él se localizan importantes depósitos de manganeso, concentraciones de caolín, mármoles dolomíticos y bauxitas lateríferas.

Bajo condiciones de abundantes precipitaciones periódicas, la formación ha sido erosionada para formar cadenas espectaculares de cárcavas. “Los sedimentos y 13 Aluviones Recientes, son sedimentos con una constitución limo-areno-arcillosa, bastantes sueltos y sumamente porosos.

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

Echeverría, B. (2015), desarrolló un trabajo de grado titulado **“INGENIERÍA BÁSICA DE UN SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS SUPERFICIALES PARA EL CONJUNTO RESIDENCIAL JOSÉ GREGORIO MONAGAS, EN SAN DIEGO DE CABRUTICA, MUNICIPIO JOSÉ GREGORIO MONAGAS, ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA.”** en el mismo se aplica una investigación de tipo proyectiva cuyo objetivo principal consiste en efectuar una propuesta de dimensionamiento preeliminar para un sistema de drenaje superficial de aguas pluviales para la población de San Diego de Cabrutica. Dicha investigación servirá de apoyo metodológico en cuanto al análisis de las condiciones climatológicas de la zona de estudio y para el dimensionamiento de los elementos del sistema de drenaje.

Carvalho y Farías (2015), elaboraron un trabajo de grado titulado **“PROPUESTA DE SISTEMA DRENAJE SUPERFICIAL PARA CONDUCCIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN LAS RESIDENCIAS RÓMULO GALLEGOS, ZUATA, MUNICIPIO JOSÉ GREGORIO MONAGAS, ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA”** el cual tenía como objetivo presentar una alternativa para la disposición de las aguas pluviales mediante canales abiertos superficiales. Este trabajo de grado presenta un aporte metodológico significativo a la presente investigación por cuanto presenta los procedimientos para el trazado y cálculo de un sistema de drenaje para aguas pluviales lo cual podrá ser utilizado como método en el estudio objeto de este documento.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Variables hidrometeorológicas

Según Jimenez, H. (1986), se define a las variables hidrometeorológicas como:

La ciencia que estudia el ciclo del agua en la naturaleza. Abarca el estudio de las fases atmosféricas (evaporación, condensación y precipitación) y terrestre (intercepción de la lluvia, infiltración y derramamiento superficial) del ciclo hidrológico y especialmente de sus interrelaciones. Comprende la observación, procesamiento y análisis del comportamiento de los elementos hídricos, fundamentalmente las descargas de los ríos y los volúmenes almacenados en embalses naturales y artificiales así como de los factores meteorológicos. Las principales son:

3.2.1.1 Evaporación

Volumen de agua que se dispersa en la atmósfera, desde una superficie líquida, como el mar, un lago, un río, o desde un suelo sin vegetación. Generalmente se expresa en mm por unidad de superficie, por unidad de tiempo (Jimenez, H., 1986).

3.2.1.2 Humedad del aire

Se expresa en %, es directamente influenciada por: la temperatura; la radiación solar; el viento; la disponibilidad de humedad en el suelo; el tipo de vegetación; la proximidad o no de grandes superficies líquidas como el mar (Jimenez, H., 1986).

3.2.1.3 Precipitación

Generalmente se expresa en mm; es directamente influenciada por: los vientos; la topografía del área; presión atmosférica; presencia de frentes; temperatura (Jimenez, H., 1986).

3.2.1.4 Radiación solar

Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol, en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones de fusión nuclear que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía liberada del sol se transmite al exterior mediante la radiación solar (Jimenez, H., 1986).

3.2.1.5 Temperatura

Es una magnitud referida a las nociones comunes de caliente, tibio o frío que puede ser medida con un termómetro. Más específicamente, está relacionada directamente con la parte de la energía interna conocida como energía cinética, que es la energía asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional, o en forma de vibraciones (Jimenez, H., 1986) (p. 16)

3.2.2 Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia (IDF)

Según Arocha S., (1983):

Las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia que serán utilizadas en la zona de estudio, se encuentran en la región III, la cual se muestra a continuación:

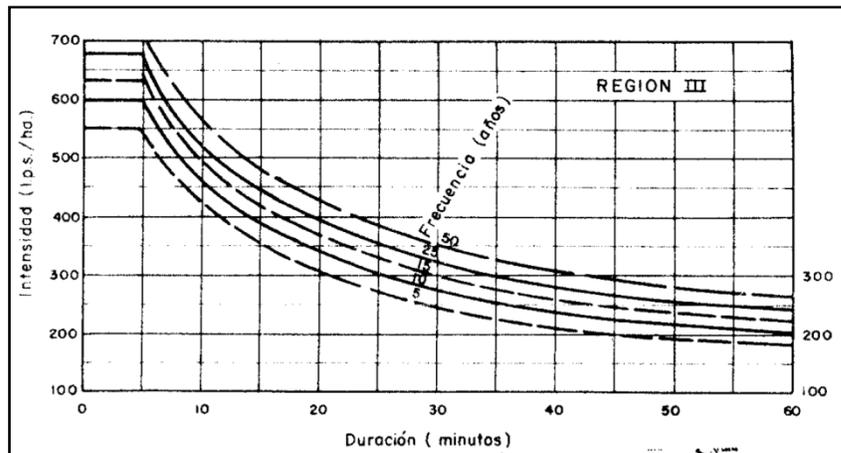


Figura 3.1 Ejemplo de curvas IDF (Arocha, S., 1983).

Las características de las lluvias a considerar en el diseño dependen del grado de protección que se desee, lo cual, por razones económicas, se basa en la importancia del sector, en su densidad de población y en los inconvenientes de tránsito por ser arterias principales o secundarias.

La recopilación de datos pluviográficos permite conocer la frecuencia con que ha ocurrido la lluvia de determinada intensidad; por tanto, cualquier previsión que hagamos estará basada en la información disponible; y si bien este es un fenómeno probabilístico, podrá existir un cierto rango de seguridad en cuanto a los daños o inconvenientes esperados para una determinada lluvia que supere la que tomamos como base para el diseño. Importa por tanto, seleccionar una frecuencia de lluvias que estime las inversiones que esto involucra y el grado de protección que ofrece (Arocha, S., 1983).

3.2.2.1 Frecuencia

El concepto de frecuencia está asociado al de probabilidad y se le llama también intervalo de recurrencia, y es el número de veces que un evento es igualado o excedido en un intervalo de tiempo determinado o en número de años (Arocha, S., 1983).

La frecuencia se denota por tanto como:

$$f = \frac{\text{n}^\circ \text{ de años}}{\text{n}^\circ \text{ de veces}} \quad (3.1)$$

Las normas INOS establecen que para el cálculo del caudal de aguas de lluvia se estimen las frecuencias siguientes: a) para zonas residenciales, de 2 a 5 años, b) para zonas comerciales y de elevado valor, de 5 a 15 años, dependiendo de su justificación económica, c) para obras de canalizaciones de cursos naturales, ríos o quebradas, 50 años o más.

3.2.2.2 Intensidad

La intensidad de una lluvia se define como el volumen de agua que precipita por unidad de tiempo, y generalmente se expresa en mm/h, mm/min, mm/s/ha o l/s/ha.

En el diseño de alcantarillados, generalmente se utiliza la unidad l/s/ha, sin embargo, muchas estaciones pluviográficas reportan sus datos en mm/h, por lo cual conviene tener presente el factor de conversión.

$$1 \text{ mm/h} = 2,78 \text{ l/s/ha} \quad (3.2)$$

La intensidad de lluvia depende de la duración de ésta, existiendo generalmente una relación inversa entre ellas (Arocha, S., 1983).

3.2.2.3 Duración

La duración de la lluvia es el tiempo comprendido entre el comienzo y el final de la lluvia, este final puede ser del total o el momento hasta donde es apreciable la lluvia para efectos prácticos. La lluvia según su duración puede denominarse como corta, cuando la duración es menor de 120 minutos, y larga, cuando es mayor de 120 minutos. (Arocha, S., 1983).

Las normas INOS establecen en su artículo 3.14.1 lo siguiente: “El tiempo de duración que debe considerarse para la determinación de la intensidad de lluvia, no será inferior a 5 minutos. En cada caso se fijará el tiempo de precipitación, de acuerdo a las condiciones locales”. (p. 207)

3.2.3 Coeficiente de escorrentía

Las normas del Instituto Nacional de Obras Sanitarias establecen los siguientes coeficientes de escorrentía:

Tabla 3.1 Coeficientes de escorrentía (Arocha, 1983).

COEFICIENTES DE ESCORRENTIA	
Características de la superficie	Coeficientes de escorrentía
Pavimentos de concreto.....	0,70 a 0,95
Pavimentos de asfalto	0,70 a 0,95
Pavimentos de ladrillo.....	0,70 a 0,85
Tejados y azoteas.....	0,75 a 0,95
Patios pavimentados.....	0,85
Camino de grava.....	0,30
Jardines y zonas verdes.....	0,30
Praderas	0,20

Asimismo, establece el rango de variación de los coeficientes de acuerdo a la zonificación:

Tabla 3.2 Zonificación y coeficientes de escorrentía
(Arocha, 1983).

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

Por razones prácticas, resulta útil la determinación de un coeficiente medio, bien sea por sectores o para toda la zona en proyecto, dependiendo de la extensión del mismo. Este coeficiente medio de escorrentía o de impermeabilidad, puede determinarse en función del área y de los coeficientes absolutos de cada una. (p. 204)

3.2.4 Tiempo de concentración de las aguas de escorrentía

Según Arocha, S., (1983), el tiempo de concentración se define como el tiempo máximo que tarda la partícula más alejada del área, drenando hasta el punto de recolección. Para el diseño de los colectores de aguas de lluvia en zonas urbanas, este tiempo de concentración representa la suma de dos tiempos: a) el tiempo que tarda la partícula más alejada en escurrir sobre la superficie, b) el tiempo de traslado que existe en una cierta longitud de colector, comprendida entre dos sumideros consecutivos.

El primero, tiempo de escurrimiento en la superficie, a través de cunetas, canales o sobre las zonas de escurrimiento natural, puede ser estimado o calculado para las distintas características de la superficie. En el caso de cuencas rurales, tal determinación se hace basada en medidas hechas directamente sobre el terreno, determinando la mayor distancia o recorrido de la partícula más alejada o bien por mediciones hechas en planos topográficos. Se establece una ecuación que permite estimar el tiempo de concentración conocida:

$$T_c = 0,0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (3.3)$$

Donde:

L = La longitud del cauce más largo, en m.

H = La diferencia de elevación entre el punto más remoto de la cuenca y la salida de la misma, en metros. (p. 207-208)

3.2.5 Estimación del coeficiente de infiltración

Schosinsky y Losilla (2000) señalan:

El "Manual de instrucciones de estudios hidrológicos" realizado por las Naciones Unidas, propone la siguiente ecuación para el análisis del coeficiente de infiltración, que corresponde a la fracción de lluvia que aparentemente se infiltra:

$$C = K_p + K_v + K_{fc} \quad (3.4)$$

Donde:

C [tanto por uno]= Coeficiente de infiltración.

Kp [tanto por uno]= Fracción que infiltra por efecto de pendiente.

Kv [tanto por uno]= Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal.

Kfc [tanto por uno]= Fracción que infiltra por textura del suelo. (p. 44)

3.2.6 Sistema de drenaje

En ingeniería y urbanismo un sistema de drenajes es el sistema de tuberías, sumideros o trampas, con sus conexiones, que permite el desalojo de líquidos, generalmente pluviales, de una población.

Los sistemas de drenajes pluviales se conocen con este nombre debido a que conducen el agua de a lugares donde se organiza su aprovechamiento. Este drenaje funciona gracias a la gravedad. Las tuberías se conectan en ángulo descendente, desde el interior de los predios a la red municipal, desde el centro de la comunidad hacia el exterior de la misma. Cada cierta distancia se perfora pozos de registro o bocas de visitas verticales para permitir el acceso a la red con fines de mantenimiento.

Principalmente, el sistema de drenaje está compuesto por una red de canales que recogen y conducen las aguas a otra parte, fuera del área a ser drenada, impidiendo al mismo tiempo, la entrada de las aguas externas. Típicamente estos sistemas se hacen necesarios en los amplios estuarios de los grandes ríos y en los valles donde el drenaje natural es deficiente.

La red de canales debe ser periódicamente limpiada, eliminando el fango que se deposita en ellos y las malezas que crecen en el fondo y en los taludes, caso contrario el flujo del agua se modificaría y se perdería la eficiencia del sistema (Arocha, S.,

1983).

3.2.7 Origen de las aguas en un sistema de drenaje

Las aguas destinadas a ser conducida por sistemas de drenaje provienen de: a) por escurrimiento superficial, la cual se produce cuando el caudal fluye sobre el terreno, pudiendo ser por aguas provenientes de las precipitaciones, b) por la elevación del nivel freático, causado por el riego, o por la elevación del nivel de un río próximo, c) directamente precipitadas en el área (Arocha, S., 1983).

3.2.8 Componentes de un sistema de drenaje

Cada uno de los elementos que constituyen los sistemas de drenajes varía según su función y ubicación (Arocha, S., 1983).

3.2.8.1 Canales interceptores

Los canales interceptores reciben agua por una sola de sus orillas o márgenes. El caso más común es el de una ladera que vierte sus aguas de escorrentía sobre un área plana adyacente: el canal interceptor, trazado a lo largo de la divisoria entre la vertiente inclinada y la zona plana, recibe las aguas de escorrentía y conserva el área plana libre de estos caudales. Para el diseño del canal interceptor el caudal se incrementa a lo largo del recorrido, de manera que las dimensiones del canal aumentan en la dirección hacia aguas abajo (Chow, V., 2008).

3.2.8.2 Canales recolectores

Los canales recolectores reciben agua por sus dos márgenes; pueden ser corrientes naturales o canales artificiales. Los caudales de diseño y las capacidades de los canales se incrementan a lo largo del recorrido (Chow, V., 2008).

3.2.8.3 Cunetas, sumideros y alcantarillas

Las cunetas son canales pequeños que se utilizan en combinación con los sumideros y las alcantarillas en los sistemas de drenaje de vías, aeropuertos, calles y patios. La localización de los sumideros limita las magnitudes de los caudales en las cunetas. Las alcantarillas son conductos cerrados, parcialmente llenos, que reciben los caudales de los sumideros en forma puntual a lo largo de su recorrido hasta el sitio de entrega del sistema de alcantarillado (Chow, V., 2008).

3.2.8.4 Estaciones de bombeo

En casos especiales se utilizan equipos de bombeo para drenar áreas bajas; las aguas bombeadas se entregan luego a un sistema principal de drenaje en forma puntual. (Chow, V., 2008).

3.2.9 Canales de drenajes

Conducciones a superficie libre que se utilizan en sistemas de suministro de agua y drenajes de aguas pluviales. Estos sistemas 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. (Chow, V., 2008).

3.2.10 Canales abiertos

Con respecto a los canales, Chow, V., (2008) señala:

Un canal abierto es un conducto abierto en el cual el agua fluye con superficie libre. De acuerdo con su origen un canal puede ser natural o artificial.

3.2.10.1 Canales naturales

También se conocen como corrientes naturales; toman los nombres de ríos, quebradas, arroyos, caños o zanjones de acuerdo con su importancia. Se caracterizan porque su caudal es variable, transportan material sólido como carga de fondo o en suspensión, están sometidos a procesos de socavación y de sedimentación, cambian de curso, forman brazos e islas, sufren continuos ataques de las corrientes contra las márgenes y pueden desbordarse generando inundaciones en las zonas aledañas (Chow, V., 2008).

3.2.10.2 Canales artificiales

Se diseñan y se construyen para conducir volúmenes de agua desde una fuente de suministro hasta un centro de consumo.

Su funcionamiento está controlado y no deben estar sujetos a procesos de erosión y sedimentación.

En tramos de muy baja pendiente pueden ser excavados en el terreno natural y no necesitan revestimiento; sin embargo, en la mayoría de los casos los canales son revestidos en arcilla, piedra pegada, losas de concreto, concreto reforzado o elementos prefabricados (Chow, V., 2008). (p. 19)

3.2.11 Clasificación de los canales según el material

Existen diversos materiales que recubren la sección transversal de un canal hidráulico, a nivel general estos se clasifican en excavados y revestidos (Chow, V., 2008).

3.2.11.1 Canales excavados

El diseño de los canales excavados está limitado por las velocidades de flujo, la carga de sedimentos y las filtraciones hacia terrenos adyacentes a través del fondo y las orillas. En terrenos erosionables los canales excavados terminan siendo similares a las corrientes naturales al cabo del tiempo, porque pierden su geometría inicial por causa de algunos procesos (Chow, V., 2008).

3.2.11.2 Canales revestidos

Los canales revestidos permiten velocidades altas, disminuyen las filtraciones y requieren de secciones transversales más reducidas que los anteriores. Sin embargo, su costo y su duración dependen de la calidad del revestimiento y del manejo adecuado que se dé a las aguas sub superficiales. Los materiales de revestimiento pueden ser arcilla, suelo-cemento, ladrillo, losas de concreto simple o reforzado, piedra pegada, etc. (Chow, V., 2008).

3.2.12 Trazado de canales

La Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales (2010), propone:

Cuando se trata de trazar un canal o un sistema de canales es necesario recolectar la siguiente información básica:

1. Fotografías aéreas, para localizar los poblados, caseríos, áreas de cultivo, vías de comunicación, etc.
2. Planos topográficos y catastrales.
3. 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:

1. Reconocimiento del terreno.
2. Trazo preliminar.
3. Trazo definitivo.

Aquellos terrenos con pendiente transversal mayor a 25%, se recomienda escala de 1:500, caso contrario con pendiente transversal menor a 25%, se recomienda escalas de 1:1000 a 1:2000.

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.

Una vez definido el trazo del canal, se proceden a dibujar el perfil longitudinal de

dicho trazo, las escalas más usuales son de 1:1000 o 1:2000 para el sentido horizontal y 1:100 o 1:200 para el sentido vertical, normalmente la relación entre la escala horizontal y vertical es de 1 a 10. (p. 7-9)

3.2.13 Geometría del canal hidráulico

Según Chow T, (1994) denota:

La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y variable durante su recorrido.

Los canales artificiales generalmente se diseñan con formas geométricas regulares como la trapezoidal, rectangular, triangular y parabólica cuando se trata de secciones abiertas; cuando es cerrada la circular, rectangular y de herradura son las predominantes.

3.2.13.1 Canal de sección trapecial

El trapecio es la forma más común para canales con bancas en tierra sin recubrimiento, debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad (Chow, V., 1994).

3.2.13.2 Canal de sección rectangular

El rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, como mampostería, roca, metal o madera (Chow, V., 1994).

3.2.13.3 Canal de sección triangular

La sección triangular sólo se utiliza para pequeñas acequias, cunetas a lo largo de carreteras y trabajos de laboratorio (Chow, V., 1994).

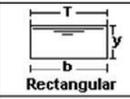
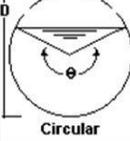
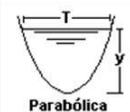
3.2.13.4 Canal de sección circular

El círculo es la sección más común para alcantarillados y alcantarillas de tamaños pequeño y mediano (Chow, V., 1994).

3.2.13.5 Canal de sección parabólica

La parábola se utiliza como una aproximación a secciones de canales naturales de tamaños pequeño y mediano (Chow, V., 1994) (p. 20-21)

Tabla 3.3 Elementos geométricos de secciones transversales (Chow, V., 2004).

Sección	Área hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

3.2.14 Elementos geométricos de un canal

Según Chow, V., (2004):

Un canal abierto es un conducto en el cual el agua fluye con una superficie libre. De acuerdo con su origen un canal puede ser natural o artificial; los canales naturales incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la tierra, y los canales artificiales con aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo humano.

Los elementos geométricos son propiedades de una sección de canal que pueden ser definidos por completo por la geometría de la sección y la profundidad de flujo.

Estos elementos son muy importantes y se utilizan con amplitud en el cálculo de flujo. A continuación se dan la definición de varios elementos geométricos.

3.2.14.1 La profundidad del flujo (y)

Es la distancia vertical desde el punto más bajo de una sección del canal hasta la superficie libre (Chow, V., 2004).

3.2.14.2 El nivel

Es la elevación o distancia vertical desde un nivel de referencia o datúm hasta la superficie libre. Si el punto más bajo de la sección de canal se escoge como el nivel de referencia, el nivel es idéntico a la profundidad del flujo (Chow, V., 2004).

3.2.14.3 El ancho superficial (T)

Es el ancho de la sección del canal en la superficie libre (Chow, V., 2004) .

3.2.14.4 El área mojada (A)

Es el área de la sección transversal del flujo perpendicular a la dirección del flujo (Chow, V., 2004).

3.2.14.5 El perímetro mojado (P)

Es la longitud de la línea de intersección de la superficie de canal mojada y de un plano transversal perpendicular a la dirección de flujo (Chow, V., 2004).

3.2.14.6 El radio hidráulico (R)

Es la relación del área mojada con respecto a su perímetro mojado (Chow, V., 2004).

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.5)$$

3.2.14.7 La profundidad hidráulica (D)

Es la relación entre el área mojada y el ancho de la superficie (Chow, V., 2004) .

$$D = \frac{A}{T} \quad (3.6)$$

3.2.14.8 Factor de sección para el cálculo de flujo crítico (Z)

Es el producto del área mojada y la raíz cuadrada de la profundidad hidráulica (Chow, V., 2004).

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

3.2.14.9 Factor de sección para el cálculo de flujo uniforme

Es el producto del área mojada y el radio hidráulico elevado a la 2/3 . (Chow, V., 2004) (p. 19-23)

Asimismo Rodríguez (2008), agrega los siguientes elementos geométricos:

3.2.14.10 Talud (m)

Es la relación de la proyección horizontal a la vertical de la pared lateral (se llama también talud de las paredes laterales del canal). Es decir “m” es el valor de la proyección horizontal cuando la vertical es 1, aplicando relaciones trigonométricas. Es la cotangente del ángulo de reposo del material (θ), es decir:

$$m = \frac{x}{d} \quad (3.8)$$

El talud depende del tipo de material en que se construya el canal, a fin de evitar derrumbes. Por ejemplo, cuando se dice que un canal tiene talud 1.5:1, quiere decir que la proyección horizontal de la pared lateral es 1.5 veces mayor que la proyección vertical que es 1, por lo tanto el talud $m = 1.5$, esto resulta de dividir la proyección horizontal que vale 1.5 entre la vertical que vale 1 (Rodríguez, 2008).

3.2.14.11 Coeficiente de rugosidad (n)

Depende del tipo de material en que se aloje el canal . (Rodríguez, 2008).

3.2.14.12 Pendiente (S)

Es la pendiente longitudinal de la rasante del canal (Rodríguez, 2008). .

3.2.14.13 Libre bordo (Lb)

Es la distancia que hay desde la superficie libre del agua hasta la corona del bordo, se expresa en m (Rodríguez, 2008) . (p. 5-6)

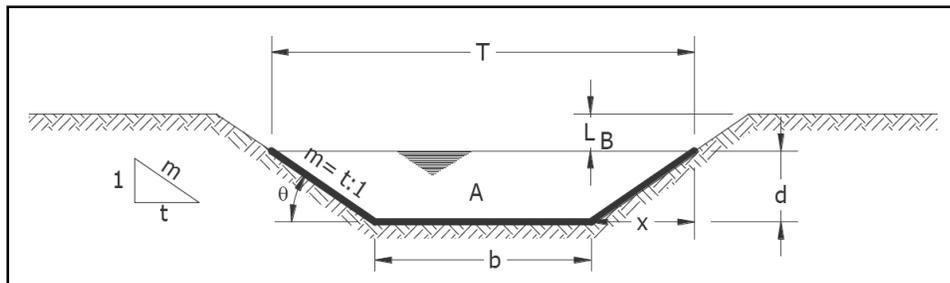


Figura 3.2 Elementos Geométricos de un canal, (Rodríguez, 2008).

3.2.15 Elementos hidráulicos de los canales abiertos

Son dos ecuaciones las que permiten el diseño de un canal, la ecuación de la continuidad y la fórmula de Manning.

La ecuación de la continuidad se expresa de la siguiente manera:

$$Q = V * A \quad (3.9)$$

Y la fórmula de Manning para calcular la velocidad de un canal, que es la más aplicable en la práctica:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (3.10)$$

Por lo tanto:

$$Q = A * \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (3.11)$$

Donde:

A = Área hidráulica en m².

Q = Gasto en m³/s.

N = Coeficiente de rugosidad de Manning.

R = Radio hidráulico en m.

S = Pendiente del canal.

V = Velocidad media en m/s (Chow, V., 2004).

La velocidad mínima a sección llena, en colectores de alcantarillados de aguas servidas será de 0,60 m/s. La velocidad mínima a sección llena, en colectores de alcantarillados de aguas pluviales, será de 0,75 m/s colectores de alcantarillado, dependerá del material a emplearen los mismos.

La velocidad máxima a sección llena en colectores de alcantarillados, dependerá del material a emplear en los mismos.

Las velocidades máximas admisibles, según el material de los colectores serán las de la tabla 3.5 del decreto 5.318, Art. 3.24.

Tabla 3.4 Velocidades máximas admisibles según el material de los colectores (Gaceta Oficial N° 5318, 1999)

Material de la tubería	Velocidad límite (m/s)
a) Concreto	
Rcc28 = 210 kg/cm ²	5,00
Rcc28 = 280 kg/cm ²	6,00
Rcc28 = 350 kg/cm ²	7,50
Rcc28 = 420 kg/cm ²	9,50
b) Arcilla vitrificada	6,00
c) PVC	4,50
d) Hierro fundido, acero	Sin límite

3.2.16 Flujo en un canal

Según Sotelo (2002):

El flujo en un canal se produce, principalmente, por la acción de la fuerza de gravedad y se caracteriza porque expone una superficie libre a la presión atmosférica, siendo el fluido un líquido. Por lo general agua. El movimiento de un líquido a superficie libre se ve afectado por las mismas fuerzas que intervienen en el flujo dentro de un tubo, a saber:

1. La fuerza de gravedad, como la más importante en el movimiento.
2. La fuerza de resistencia ocasionada en las fronteras rígidas por la fricción y la naturaleza casi siempre turbulenta del flujo.

3. La fuerza producida por la presión que se ejerce sobre las fronteras del canal, particularmente en las zonas donde cambia su geometría.

4. La fuerza debida a la viscosidad del líquido de poca importancia si el flujo es turbulento.

A estas se agregan, excepcionalmente, las siguientes: a) la fuerza de tensión superficial, consecuencia directa de la superficie libre, b) las fuerzas ocasionales debidas al movimiento de sedimento arrastrado. (p. 18)

3.2.17 Tipos de flujo en un canal

Según Chow, V. (2004), define:

El flujo en canales abiertos puede clasificarse en muchos tipos y describirse de varias maneras. La siguiente clasificación se hace de acuerdo con el cambio en la profundidad del flujo con respecto al tiempo y al espacio.

3.2.17.1 Flujo permanente y no permanente: tiempo como criterio

Se dice que el flujo en un canal abierto es permanente si la profundidad del flujo no cambia o puede suponerse constante durante el intervalo de tiempo en consideración.

El flujo es no permanente si la profundidad cambia con el tiempo (Chow, V., 2004).

3.2.17.2 Flujo uniforme y flujo variado: espacio como criterio

Se dice que el flujo en canales abiertos es uniforme si la profundidad de flujo es la misma en cada sección del canal. Un flujo uniforme puede ser permanente o no permanente según cambie o no la profundidad con respecto al tiempo (Chow, V., 2004).

3.2.17.3 Flujo uniforme permanente

Es el tipo de flujo fundamentalmente que se considera en la hidráulica de canales abiertos donde la profundidad del flujo no cambia durante el intervalo de tiempo bajo consideración.

El establecimiento de un flujo uniforme no permanente requeriría que la superficie del agua fluctuara de un tiempo a otro pero permaneciendo paralela al fondo del canal. En efecto, esta es una condición prácticamente imposible.

El flujo es variado si la profundidad de flujo cambia a lo largo del canal. El flujo variado puede ser permanente o no permanente (Chow, V., 2004).

3.2.17.4 Flujo variado

El flujo variado puede clasificarse además como rápidamente variado o gradualmente variado.

El flujo es rápidamente variado si la profundidad del agua cambia de manera abrupta en distancias comparativamente cortas; de otro modo es gradualmente variado.

Un flujo gradualmente rápidamente variado también se conoce como fenómeno local; algunos ejemplos son el resalto hidráulico y la caída hidráulica (Chow, V., 2004).

3.2.18 Estado del flujo

Chow, V. (1994), afirma que el estado o comportamiento del flujo en canales abiertos está gobernado básicamente por los efectos de la viscosidad y gravedad en relación con las fuerzas inerciales del flujo. La tensión superficial del agua puede afectar el comportamiento del flujo bajo ciertas circunstancias, pero no juega un papel significativo en la mayor parte de los problemas de canales abiertos que se presentan en ingeniería.

3.2.19 Efecto de viscosidad

El flujo puede ser laminar, turbulento o transicional según el efecto de la viscosidad en relación con la inercia. Esta relación se define mediante el número de Reynolds. (p. 7)

3.2.19.1 Flujo laminar

Rodríguez (2008), expresa que el flujo es laminar si las fuerzas viscosas son muy fuertes en relación con las fuerzas inerciales, de tal manera que la viscosidad juega un papel importante en determinar el comportamiento del flujo.

En el flujo laminar las partículas de agua se mueven en trayectorias suaves definidas o líneas de corriente, y las capas de fluido con espesor infinitesimal parecen deslizarse sobre capas adyacentes.

3.2.19.2 Flujo turbulento

El flujo es turbulento si las fuerzas viscosas son débiles en relación con las fuerzas inerciales. En flujo turbulento, las partículas del agua se mueven en trayectorias irregulares, que no son suaves ni fijas, pero que en conjunto todavía representan el movimiento hacia delante de la corriente entera (Chow, V., 2004).

3.2.19.3 Flujo Transicional

Entre los estados de flujo laminar y turbulento existe un estado mixto o transicional. (Chow, V., 2004).

3.2.20 Número de Reynolds

De acuerdo a Rocha (2002):

El efecto de la mayor o menor viscosidad del fluido sobre las condiciones del escurrimiento se expresa por el parámetro adimensional denominado número de Reynolds. El número de Reynolds representa la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas y tiene por expresión:

$$R_e = \frac{VL}{\nu} \quad (3.12)$$

Dónde:

R_e = Número de Reynolds.

V = Velocidad media del escurrimiento (m/s).

L = Longitud característica (m).

ν = Viscosidad cinemática que es igual a la relación entre la viscosidad dinámica o absoluta (μ) y la densidad del fluido (ρ), (m^2/s). (p. 13)

3.2.21 Efecto de la gravedad

Chow, V., (1994) señala que el efecto de la gravedad sobre el estado de flujo se representa por la relación entre las fuerzas inerciales y las fueras gravitacionales. Esta relación está dada por el número de Froude:

3.2.21.1 Número de Froude

El número de Froude está definido como:

$$F = \frac{V}{\sqrt{gL}} \quad (3.13)$$

Dónde:

F = Número de Froude.

V = Velocidad media del flujo (m/s).

g = Aceleración de la gravedad (m/s^2).

L = Longitud característica (m) (Chow, V., 2004)..

3.2.22 Método racional

Desarrollado en el año de 1889, pero por su sencillez todavía se sigue utilizando. Este método presenta una serie de limitaciones en la que muchos autores recomiendan su uso para áreas pequeñas, debido que su aplicación en áreas grandes da valores muy elevados con respecto al verdadero. Es por esta razón que es muy empleado en el diseño

de colectores pluviales, además de su simplicidad, partir de los resultados arrojados ofrece una dimensión segura para su funcionamiento, sin embargo, puede llegar a ocasionar sobre diseño, los cuales generarían costos excesivos.

Franceschi A, Luis (1984), recomienda:

La aplicación para el caudal de diseño de drenaje urbano y rural en cuencas cuyo valor no supere 200 ha, mientras la norma 5.318 (aplicada a la ingeniería civil) recomienda su uso hasta 500 ha para el diseño de colectores pluviales.

Arocha (1983) comenta:

La determinación del gasto de diseño para un sistema de recolección de aguas de lluvias en zonas pobladas atiende generalmente al método racional.

El método racional asume que el caudal máximo que se acumula en un determinado punto, como consecuencia de la escorrentía de aguas pluviales está expresado por la ecuación:

$$Q = C * I * A \text{ (l/s)} \quad (3.14)$$

Donde:

Q = Caudal en l/s.

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad de lluvia (l/s/ha).

A = Área en ha.

El método considera la intensidad de lluvias, para una duración igual a el tiempo de concentración, ya que se estima que habrá un incremento de caudal a medida que se incrementa el área, puesto que la disminución en intensidad con el tiempo es compensado con el mayor incremento de área. Cuando toda el área ha contribuido, ésta permanece constante pero habrá disminución de intensidad a mayor tiempo, y por tanto el gasto disminuiría. (p. 209-210)

3.2.23 Limitaciones del método racional

Bolinaga J, (1979) explica que el método racional tiene una serie de limitaciones a saber como lo son:

1. La lluvia es uniforme en el tiempo; es decir, su intensidad es constante, lo cual, en la práctica, es solo verdad para duraciones muy cortas.
2. La lluvia es uniforme en el espacio; es decir, tiene la misma intensidad al mismo tiempo sobre toda el área tributaria. Esto es prácticamente valido para áreas muy pequeñas.
3. Ignora el efecto de almacenamiento o retención temporal en las superficies, conductos, cauces, etc., el cual es mayor mientras menos impermeable sea el área.
4. El coeficiente de escorrentía es constante, lo cual es solo cierto para áreas impermeables.

Supone que el gasto calculado tiene la misma frecuencia de la precipitación, lo cual es más cierto en áreas impermeables, donde las condiciones previas de humedad del subsuelo no influyen significativamente en la esorrentía. (p. 144).

3.3 Definición de términos básicos

3.3.1 Abrupto

Dicho de un terreno escarpado, quebrado o de difícil acceso. (Real Academia Española, 2012).

3.3.2 Áreas inundables

Son aquellas superficies diferentes de las planicies inundables, que pueden ser ocupadas durante un tiempo prudencialmente largo, por aguas provenientes del escurrimiento superficial. (Bolinaga J, 1979).

3.3.3 Canales de drenajes

Es una cuneta que se encuentra ubicada en la orilla de la carretera para recoger y conducir el agua superficial para drenaje alejándola del lecho de la vía. (Carciente J, 1985).

3.3.4 Cartografía

Arte de trazar mapas geográficos. (Real Academia Española, 2012).

3.3.5 Cavitación

Formación de burbujas de vapor o de gas en el seno de un líquido, causada por las variaciones que este experimenta en su presión. (Real Academia Española, 2012).

3.3.6 Climatología

Tratado del clima, conjunto de las condiciones propias de un determinado clima. (Real Academia Española, 2012).

3.3.7 Coeficiente de escorrentía (C)

Se denomina coeficiente de escorrentía al cociente entre el caudal de agua que circula por una sección de una cuenca a consecuencia de un suceso lluvioso (lluvia neta), y el volumen de agua que ha precipitado sobre la misma (lluvia total). Es decir, se trata de la proporción de lluvia real que produce escorrentía superficial. (Gustavo A, 2003).

3.3.8 Coeficiente de Manning (n)

Es un valor adimensional utilizado en la ecuación de Manning en los cálculos de capacidades de colectores, tuberías o canales que funcionan a gravedad cuya cuantía depende del material. (Gustavo A, 2003).

3.3.9 Colectores

Son los cauces naturales o los conductos construidos por el hombre (canales, tuberías, etc.) que transportan las aguas y que son drenajes primarios o secundarios, según sea el caso. (Bolinaga J, 1979).

3.3.10 Cota

Altura de un punto sobre el nivel de otro plano de referencia. (Real Academia Española, 2012).

3.3.11 Cuenca

Es un concepto geográfico e hidrológico que se define como el área de las 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.

Cuando sus descargas llegan hasta el mar se les denominan cuencas exorreicas. Normalmente la corriente principal es la que define el nombre de la cuenca. (Zinck A, 1977).

3.3.12 Cuenca hidrográfica

El territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. (Zinck A, 1977).

3.3.13 Datum

Cota tomada como base para graficar un perfil. (López, 1998).

3.3.14 Desnivel

Diferencia de altura entre dos puntos. (Real Academia Española, 2012).

3.3.15 Embaulamiento

Es un conducto artificial que sirve para llevar las aguas de lluvia, por lo general más eficientes hidráulicamente en la velocidad de las aguas, ya que poseen pendientes que incrementan los gastos máximos. (Carciente J, 1985).

3.3.16 Escorrentía

Ocurre cada vez que la corriente de agua llega a un cauce superficial producto de haberse discurrido de los charcos y depresiones. (Carciente J, 1985).

3.3.17 Fluctuar

Dicho de un cuerpo, vacilar sobre las aguas por el movimiento agitados de ellas. (Real Academia española, 2012).

3.3.18 Hidrología:

También llamada hidrografía es la ciencia de la naturaleza que estudia el agua dentro del planeta Tierra, tanto en los aspectos de ocurrencia como acumulación y circulación desde el punto de vista cualitativo, cuantitativo y estadístico. (Chow T, 1994).

3.3.19 Inundación

Son producto de las fuertes lluvias que a causa de la acción indiscriminada del hombre en cuencas, cauces de los ríos y quebradas y el depósito de basura que taponan drenajes naturales, son algunas de las causas por las cuales se origina este fenómeno. (Gustavo A, 2007).

3.3.20 Meteorología

Ciencia que trata de la atmósfera y los meteoros. (Real Academia española, 2012).

3.3.21 Pendiente

Proporción entre la distancia de cotas entre dos puntos y su longitud. (López, 1998).

3.3.22 Perfil longitudinal

Es la representación gráfica de la intersección del terreno con un plano vertical que contiene al eje longitudinal de nivelación, con esto se obtiene la forma altimétrica del terreno a lo largo de la mencionada línea. (Bolinaga J, 1979).

3.3.23 Perfil transversal

Es la representación gráfica de la intersección del terreno con un plano vertical perpendicular al eje longitudinal, este se realiza en cada uno de los puntos que definen al perfil longitudinal, es decir, se realiza en todos los puntos de cambio. (Bolinaga J, 1979).

3.3.24 Pluviómetro

Aparato que sirve para medir la lluvia que cae en lugar y tiempo dados. (Real Academia española, 2012).

3.3.25 Zanjas

Son canales abiertos que tienen como objeto recoger el agua que proviene de las plataformas de la vía. (Carciente J, 1985).

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 avenida angostura 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 avenida angostura 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

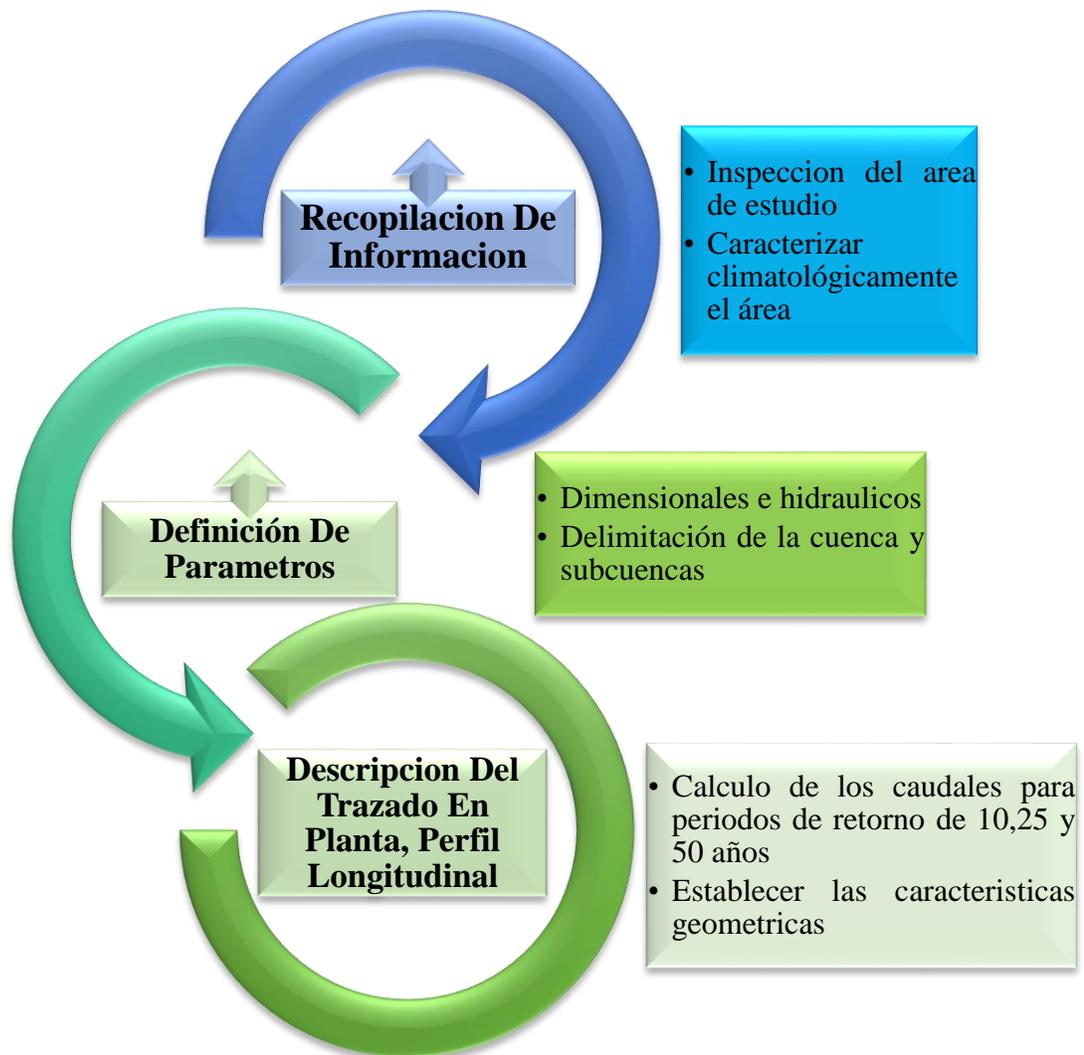


Figura 4.1 Flujograma de la investigación

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 central 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 redimensionado.

Para las características tanto geométricas como hidráulicas del rediseño 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.

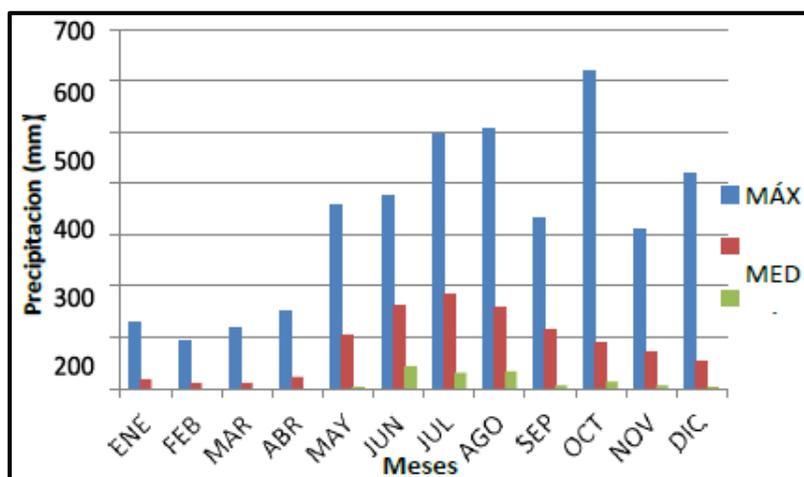


Figura 5.1 Precipitación máxima, media y mínima mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar Período 1.987 – 2.007. (INAMEH, 2017)

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

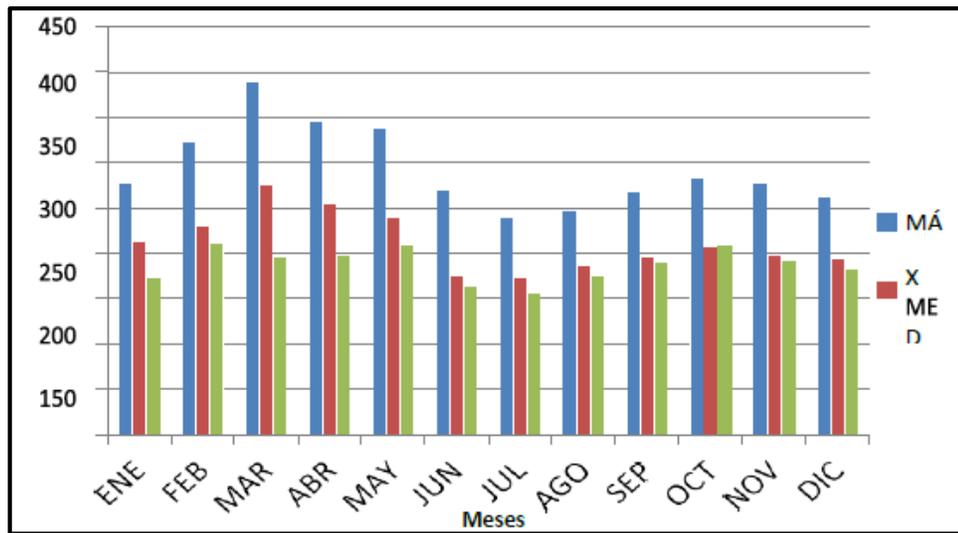


Figura 5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estado Punta Tamarindo, Serial: 4659 – Estado Anzoátegui Período 1.987 – 2.007 (Fuente; INAMEH, 2017)

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

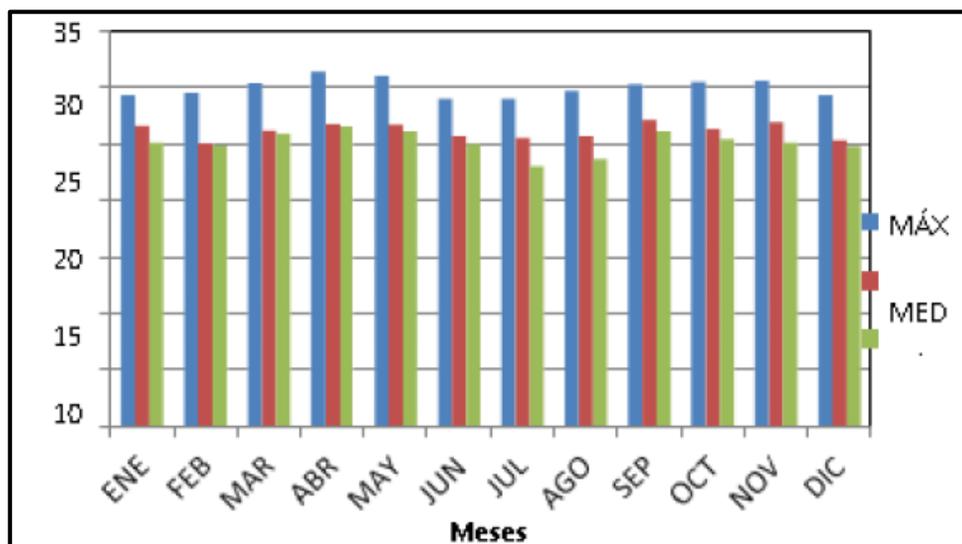


Figura 5.3 Temperatura media mensual en (°C) . Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).

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

La delimitación de la zona de estudio se hizo utilizando programas como AutoCAD y Google Earth, observando los puntos de elevación de nuestro terreno se eligió un área de 720.136,170m² o 72,014 ha, de igual forma se obtuvo un perímetro de 4.157,635 m o 4,20 km aproximadamente.

5.2.2 Longitud axial

La longitud axial de la cuenca es de 1089,355 m o 1,10 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 1.204,460 m o 1,20 km.

5.2.4 Pendiente media de la zona

La diferencia desde el inicio de la cuenca hasta el final del canal es de 10 mts ya que la elevación al inicio de la cuenca cuenta con 64 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 0.83%

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)

$$Ff = 0,720\text{km}^2 / (1,10 \text{ km})^2 = 0,5950$$

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:

$$K_c = 0,282 * (4,157\text{Km}) / (0,720 \text{ km}^2)^{1/2} = 1,2737$$

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

Al momento de realizar la determinación de los caudales de las cuencas y subcuencas se tomaran en cuenta algunos criterios importantes los cuales iremos desglosando a lo largo del siguiente objetivo:

5.3.1 delimitación de área de la cuenca y subcuencas de drenaje

Para el calculo del caudal de diseño sera imperioso concretar el área para la cual el mismo estará en capacidad de recoger, por lo tanto la forma mas práctica de determinar estos caudales es haciendo una repartición del caudal total del urbanismo en función de su área, al delimitar el zona a servir por cada tramo podemos obtener el caudal de diseño correspondiente a la cuenca y subcuencas.



Figura 5.4 delimitación de la cuenca de drenaje (Danello y Hernandez, 2022)

Tabla 5.4 Areas de la cuenca. (Residencial y pavimentada)
(Danello y Hernandez, 2022)

Zona	Área	
	Ha	M2
Residencial	66,3330	6633330,215
Pavimento	5,6805	56805,955
Total	72.0140	720136,170

5.3.2 Determinación del Periodo de Retorno

Lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento 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 concentracion. 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.

H : Diferencia de elevacion en metros, entre el inicio del cauce principal y el sitio considerado.

Para llevar a cabo dicha fórmula debemos conocer la diferencia de elevación entre el inicio del cauce y el sitio considerado como final del canal, para este caso la elevación en el punto A* o inicio del cauce es de 65.72 mts y la elevación en el punto B* o sitio considerado como final del canal es de 51.91 lo cual nos arroja una diferencia de 13.81 mts.(figura 5.7)



Figura 5.5 Inicio y final de cauce. (Danello y Hernandez, 2022)

Sustituyendo en la formula de tiempo de concentracion obtenemos:

$$T_c = 0,0195 \left(\frac{1196,549 \text{ mts}^3}{10 \text{ mts}} \right)^{0,385}$$

$$T_c = 28,8432 \text{ min}$$

Obtenido el tiempo de concentración nos disponemos a transformarlo a horas para poder ingresar a la tabla de intensidad de lluvia.

$$T_c \text{ (horas)} = 0,4807 \text{ horas}$$

La intensidad será determinada en función de la duración y el periodo de retorno y el tiempo de concentración, esta intensidad será estimada con los datos suministrados por el INAMEH. (tabla 5.6)

Tabla 5.5 Intensidades de lluvia dependiendo de la duración 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 5.7)

Tabla 5.6 intensidades de lluvia de la cuenca para períodos de retorno de 5, 10 y 25 años. (Danello y Hernandez, 2022)

Loongitud	Cota		Dif Cota	Tiempo concent Tc	Período retorno Tr	Intensidad de lluvia I	
	inicial	final				(mm/hr)	(lps/ha)
(m)	(m)	(m)	(m)	(min)	(años)		
1196,55	64,00	54,00	10,00	28,84	5	102,9372	286,1654
1196,55	64,00	54,00	10,00	28,84	10	127,702	355,0116
1196,55	64,00	54,00	10,00	28,84	25	150,3196	417,8885
1196,55	64,00	54,00	10,00	28,84	50	163,86	455,5308

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 5.8

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:

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

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)

$$Cep = ((66,3330 * 0.6) + (5,6805 * 0.825)) / 72,014ha$$

$$Cep = 0,6177$$

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. (Danello Y Hernandez, 2022)

Zona	Area (ha)	Ce pond	Intensidad (lps/ha)	Caudal	
				(lps)	(m ³ /s)
Residencial	66,333	0,618	417,888488	17122,519	17,123
Pavimentada	5,681			1466,306	1,466
total	74,014				
			total	18588,825	18,589

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

Se pretende realizar el trazado de los canales para la calle 8 de la urb Santa Fe y que estos consten de alineaciones rectas y curvas, los canales que estaran dispuestos en linea recta permiten la circulacion del caudal de forma uniforme a lo largo del mismo. De igual forma se tomara la precaucion de que las curvas no causen efectos negativos ni inconvenientes de gran dimensión a la hora de la realización de los canales. El canal tendra inicio en la parte mas alta de nuestra zona estudiada, esta se encuentra a la altura de la panaderia interpan en interseccion con la avenida Libertador 8°06'38"N 63°31'58.6"W y su final en la parte baja de la calle 7 de la urbanización en intersección con avenida angostura 8°06'57.5"N 63°31'45"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.

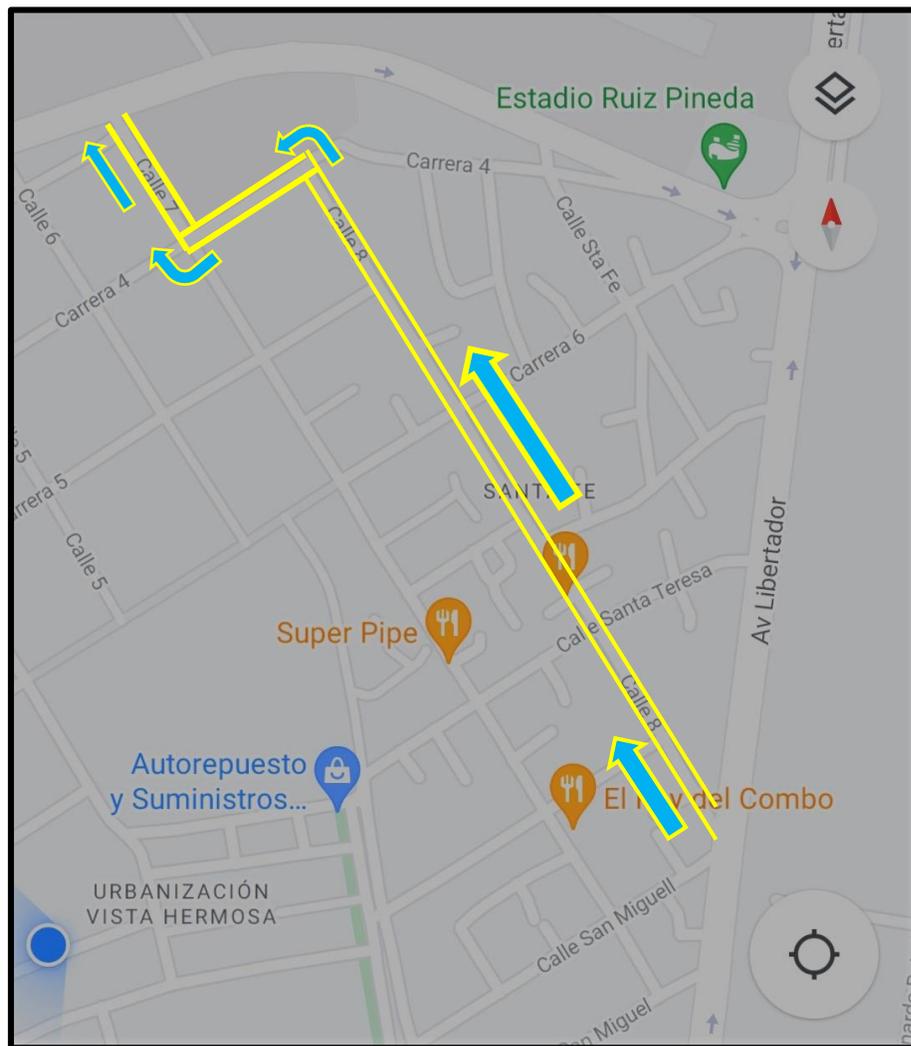


Figura 5.7 Trazado en planta de los canales de aguas pluviales de la calle 8 de la urbanización Santa Fe (Danello y Hernandez, 2022)

Los canales tendran una longitud total de 1196,549, el primer tramo sera desde la interseccion en la av. Libertador hasta llegar al cruce con la carrera 4 (878 mts), luego tenemos el tramo comprendido en la carrera 4 hasta la interseccion con la calle 7 (159 mts) y el resto del canal sera el comprendido en el ultimo tramo de la calle 7 hasta la av. Angostura tendra una longitud de 159,549 mts.

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

Para el instante en que fue preciso determinar la capacidad de los canales, se requirio del calculo y la seccion de los parametros mas 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 condiciones 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 hidraulicas de las vias 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 9,4 Lps

para los tramos de via que conforman la zona estudiada por lo tanto es necesario el diseño de canales para drenar las aguas de lluvias

El diseño de los canales es de seccion rectangular con bases que van desde 0,50 m hasta 1,50 m,. En la materia de hidraulica el caudal que fluye por los canales diseñados es de 9,2945 m³/seg 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.

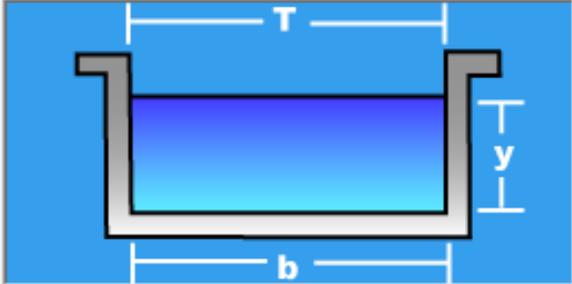
Tabla 5.8 elementos geometricos e hidraulicos de los canales de drenaje (Danello y Hernandez, 2022)

	Caudal	Pendiente	Pendiente	Coef	Ancho	Ancho	Profund	Borde	Profund	Perimetro	Area	Radio	Velocidad	Número
	drenado	longitudinal	taludes	rugosidad	solera	superficie		libre	total	mojado		hidráulico		Froude
	Qd	So	z	n	b	T	y	Bl	yt	Pm	A	Rh	V	Fr
	(m ³ /s)	(m/m)			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m/s)	
derecho	9,295	0,008357	0,00	0,016	1,50	1,50	1,68	0,50	2,18	4,8605	2,52	0,519	3,7	0,908
izquierdo	9,295	0,008357	0,00	0,016	1,50	1,50	1,68	0,50	2,18	4,8605	2,52	0,519	3,7	0,908

Lugar:	<input type="text" value="calle 8 santa fe"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Danello y Hernandez"/>
Tramo:	<input type="text" value="libertador- angostura"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="concreto"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="9.2945"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1.5"/>	m
Talud (Z):	<input type="text"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.016"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.008357"/>	m/m



El diagrama muestra un canal trapezoidal con un fondo azul y agua de color azul más oscuro. Se indican tres parámetros geométricos: 'T' para el tirante normal (altura del agua), 'b' para el ancho de la solera (base inferior) y 'y' para la altura del agua desde la solera.

Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="1.6802"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="4.8605"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="2.5204"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.5185"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.5000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="3.6877"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9083"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="2.3734"/>	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Figura 5.8 elementos geométricos e hidráulicos de los canales calculados con el programa Hcanales (Danello y Hernandez, 2022)

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA DE DISEÑO

6.1 Objetivo de la propuesta

Proponer la ingeniería básica para un sistema de recolección de aguas pluviales de la avenida Angostura en Ciudad Bolívar, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar.

6.2 Alcance de la propuesta

Con la propuesta se busca alcanzar que mediante un sistema de drenajes de aguas pluviales, previamente diseñado sea capaz de soportar y transportar de manera eficiente la escorrentia que se produce en la calle 8 de la urbanizacion santa fe de la parroquia Vista hermosa del municipio Angostura del Orinoco, Estado Bolívar, Venezuela.

6.3 Justificacion de la propuesta

Con la realizacion 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

Delimitación del 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 y curvas, que sirvan al drenaje pluvial de la calle central 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 parametros climaticos, analizadas en el area de estudio donde se pudo observar una precipitacion promedio anual de 83,1 mm, evaporacion promedio anual de 210,4 mm, temperatura promedio anual de 25,9 °c, podemos concluir que la zona de estudio posee un clima tipico de bosque seco tropical.

2. Morfometricamente el area de estudio la cual debe ser drenada de las escorrentias superficiales tiene un area de 72,014 ha, como cuenca de drenaje asimismo presenta una pendiente promedio de total de 0.8%°. Por otro lado la longitud del cauce principal es de 1,20 km, el factor forma y compacidad presentan valores de 0.5950 ff y 1,2737 kc respectivamente lo cual permite caracterizar la cuenca como poco generadora de inundaciones.

3. La cuenca de drenaje total del area de estudio debera manejar un caudal 18,589 m³/seg, a traves de la cual se trazaron los canales principales que manejaran caudales de 9,2945 m³/seg respectivamente.

4. El trazado en planta de los canales fueron disenados siguiendo en primer lugar una alineacion recta a ambos lados de la via 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 de 1,50 m con profundidades de 2.18 m. Estos diseños permitirán que los flujos de las aguas drenadas se mantengan en velocidades que respetan los criterios de las velocidades mínimas y máximas permisibles en el diseño de canales.

Recomendaciones

1. Se recomienda evaluar en las calles laterales la posibilidad de implementación de canales o sistema de drenaje subterráneo en aras del aprovechamiento de la superficie vial.
2. Es recomendable la protección de los canales con rejillas para evitar el posterior acarreo de sedimentos hacia los sistemas de drenajes.
3. 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

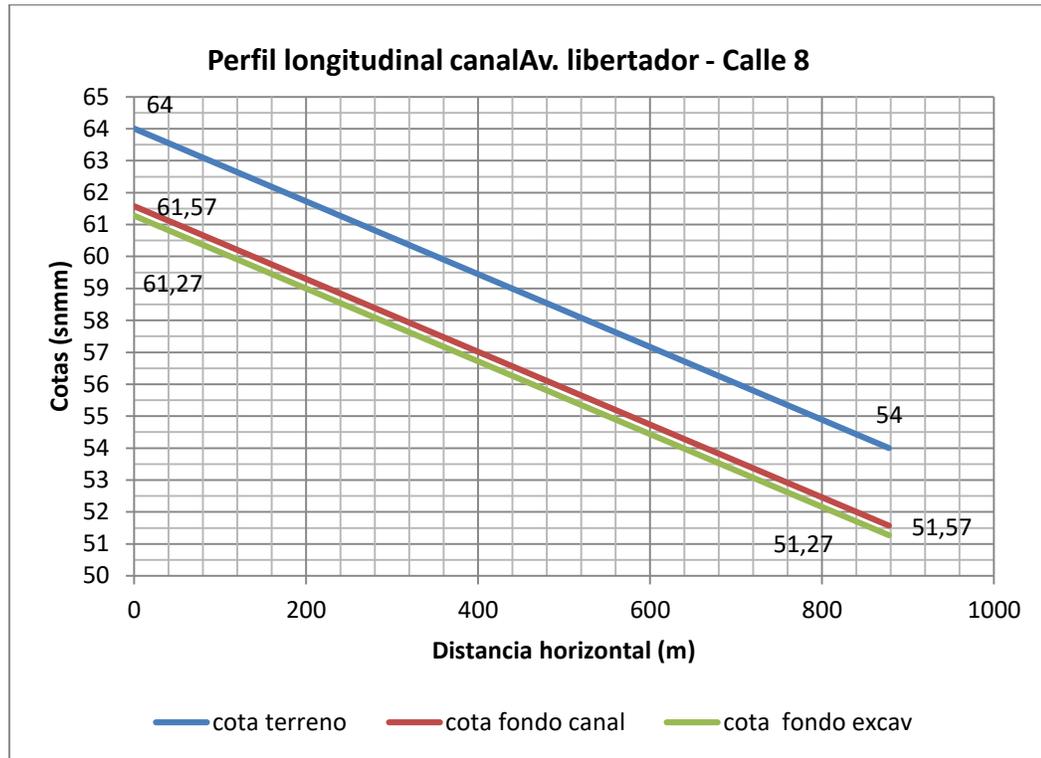
Rocha, A. (2002). HIDRÁULICA DE TUBERÍAS Y CANALES. (1ª Ed).

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

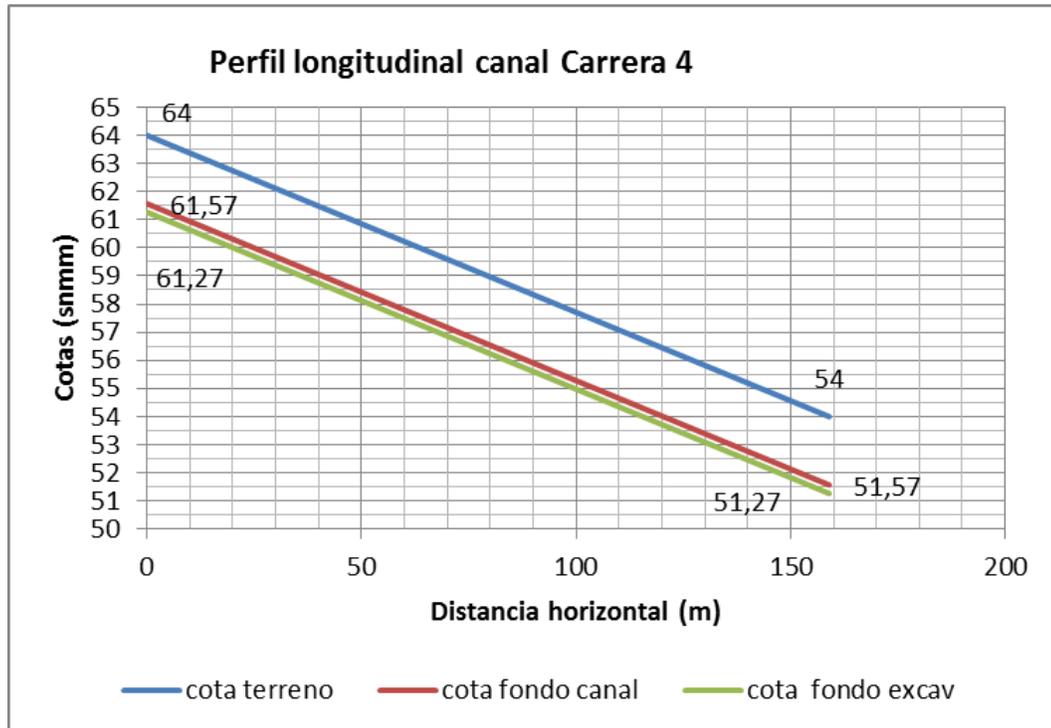
Universidad Pedagógica Libertador, (2003). EL MANUAL DE TESIS DE GRADO Y ESPECIALIZACIÓN Y MAESTRÍA Y TESIS DOCTORALES. Caracas, Venezuela.

APÉNDICES

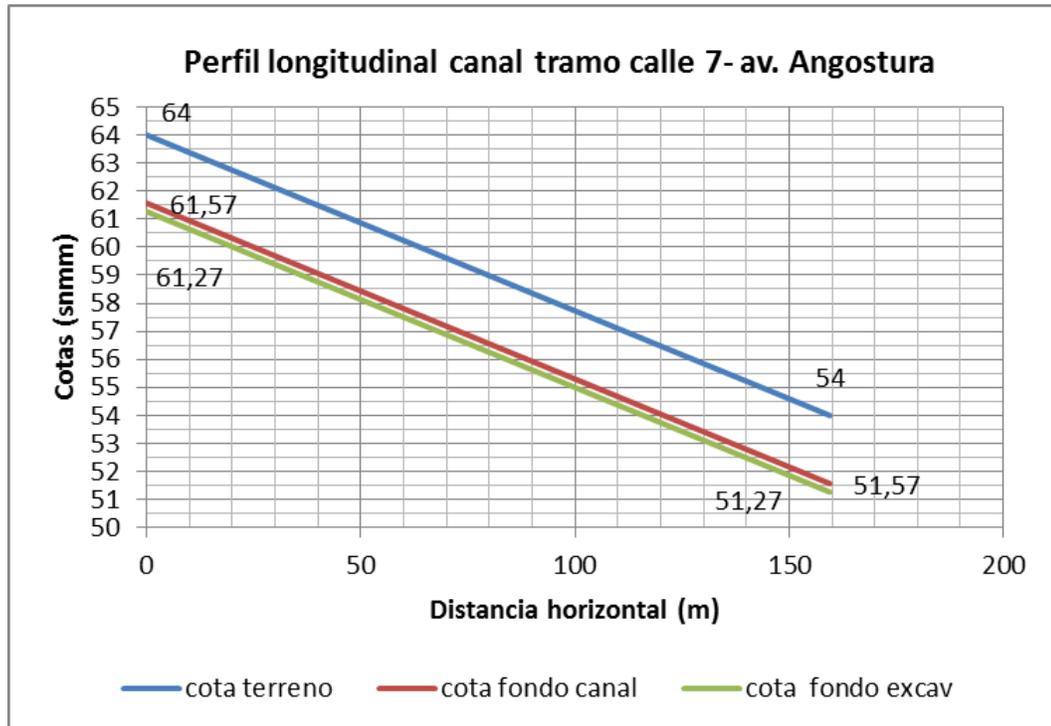
APÉNDICE A
PERFILES LONGITUDINALES DE LOS CANALES



Apéndice A.1 perfil longitudinal canal av. libertador – calle 8 ambos lados de la vía (Danello y Hernández, 2022)

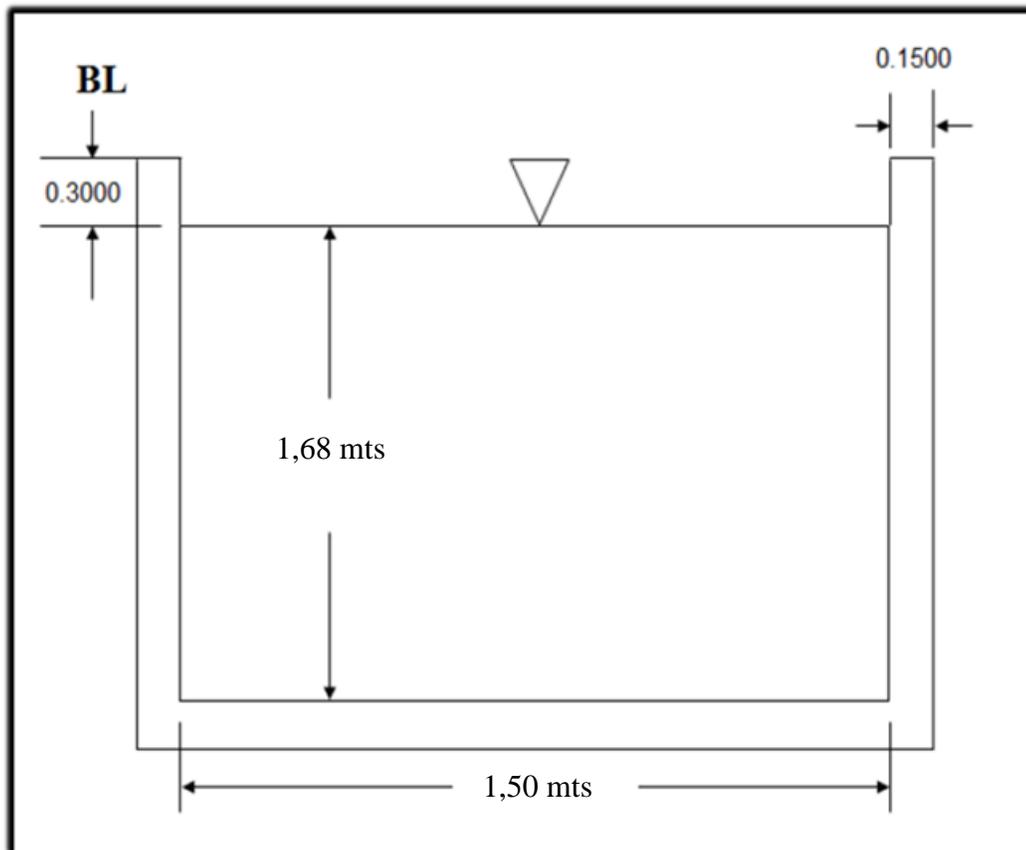


Apéndice A.2 perfil longitudinal canal tramo de la carrera 4 ambos lados de la vía (Danello y Hernández, 2022)



Apéndice A.3 perfil longitudinal canal tramo de la calle 7 – av. Angostura ambos lados de la vía (Danello y Hernández, 2022)

APÉNDICE B
SECCIÓN TRANSVERSAL DE LOS CANALES



Apéndice B.1 Sección transversal de los canales de drenajes.(Danello y Hernández, 2022)

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

Título	PROPUESTA DE INGENIERÍA BÁSICA PARA UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS PLUVIALES DE LA CALLE 8 DE LA URBANIZACIÓN SANTA FE EN CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
RAMSES ANTONIO D`ANELLO PAEZ	CVLAC	25.493.460
	e-mail	ramsesdanello@gmail.com
	e-mail	
RICARDO ANDRES HERNANDEZ MAGALLANES	CVLAC	26.374.920
	e-mail	Ricardoahm10@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Propuesta
Canales
Drenaje
Pluvial

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Departamento de Ingeniería Civil	Ingeniería Civil

Resumen (abstract):

En este trabajo se planteó como objetivo general proponer la ingeniería básica para un sistema de recolección de aguas pluviales de la calle 8 de la urbanización santa fe en ciudad bolívar, municipio angostura del Orinoco, estado bolívar, específicamente en el tramo comprendido entre la panadería inter pan y la av. angostura a la altura del colegio cristo rey . 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 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	
Echeverría, Beatriz	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	
Echeverría, Dafnis	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	
Monteverde, Francisco	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

2022	07	12
------	----	----

Lenguaje Español

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

Archivo(s):

Nombre de archivo
Drenajescanales.doc

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: _____ (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

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.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,


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.

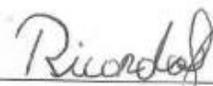
JABC/YGC/maruja

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



AUTOR 2



TUTOR

**Beatriz Echeverria
21.018.748**