

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



**PROPUESTA DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE UN NUEVO
SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS DE LLUVIA EN LA
CALLE LA PISCINA, SECTOR COCA COLA, PARROQUIA LA
SABANITA, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO
POR LAS BACHILLERES
GUTIERREZ C. ANNERYS
DEL C. Y TORRES R.
UVIENNI K. PARA
OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL.**

CIUDAD BOLÍVAR, FEBRERO DE 2020

ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, intitulado **“PROPUESTA DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE UN NUEVO SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS DE LLUVIA EN LA CALLE LA PISCINA SECTOR COCA COLA PARROQUIA LA SABANITA MUNICIPIO HERES ESTADO BOLIVAR .”**, presentado por las bachilleres **Gutiérrez Annerys Y Torres Uvienni**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Profesora Beatriz Echeverría

(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Profesor Pedro Gamboa

Jefe del Departamento de Ingeniería Civil

Ciudad Bolívar ____ de _____ 2020

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fortaleza y mi guía en cada paso y cada decisión que he tomado permitiéndome llegar hasta este momento tan importante en mi vida.

A mis padres Nelvis Cordero y Pedro Gutierrez por enseñarme los valores necesarios para mi formación como persona confiando siempre en mí y mis capacidades, además de su amor y apoyo incondicional en todo momento.

Annerys Gutierrez

Primeramente, a Dios por ser mi guía a lo largo del camino, por brindarme la fuerza y sabiduría necesarias para seguir luchando y por escuchar cada una de mis oraciones.

A mis padres José Torres y Uvileima Ramírez por ser los pilares fundamentales en mi vida, por su amor incondicional, por educarme y enseñarme que mientras hay constancia se pueden alcanzar cada una de las metas propuestas.

Por ultimo a mis hermanas Uvimar y Uvileimis por su apoyo y aliento en el transcurso de este recorrido.

Uvienni Torres

AGRADECIMIENTOS

Ante todo agradezco a Dios Todopoderoso por cuidarme durante todo este camino y darme la fortaleza necesaria para superar los obstáculos que se me han presentado durante este viaje.

A nuestra Universidad de Oriente por haberme permitido formarme como futura ingeniero civil, así como también a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos en especial a mi tutora Beatriz Echeverría por su disposición, paciencia, juicio y apoyo.

A mis padres que lo son todo en mi vida, por darme el impulso a lograr cada uno de mis sueños de la mejor manera posible, por sus consejos, sus oraciones y por siempre querer lo mejor para mí.

Annerys Gutierrez

A Dios por darme la dicha de estar viva y por ser mi fuente de fuerza.

A mis padres y hermanas cuyo amor y consejo han hecho de mí una mejor persona.

A la Universidad de Oriente por ser mi casa de estudio y contar con profesores que fueron pieza fundamental como mi tutora Beatriz Echeverría.

Uvienni Torres

RESUMEN

En este trabajo se planteó como objetivo general “Proponer la ingeniería básica de un nuevo sistema de drenaje de aguas de lluvia en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar”. La metodología se desarrolló bajo el esquema de una investigación documental y de campo debido a que la información fue recopilada de datos tomados directamente del lugar donde ocurren los hechos en observación y a su vez de tipo proyectiva puesto que; se dice que la investigación es proyectiva porque intenta proponer soluciones a una determinada situación. Se utilizó información facilitada por entes como el INAMEH, sirviendo de base para la determinación de datos hidrológicos e hidráulicos que fueron necesarios para el estudio de las aguas de escorrentía en la zona. Las técnicas utilizadas para recolectar los datos en la realización del proyecto fueron observación directa al sitio en estudio para conocer su problemática, revisión documental y consultas académicas. El método para la estimación del caudal (Q) fue el Método Racional donde $Q=C*I*A$, considerando dicho caudal para periodos de retorno de 5, 10 y 25 años donde resultó que para periodos de retorno de 5 años $Q=9,1108\text{m}^3/\text{seg}$, 10 años $=11,6657\text{m}^3/\text{seg}$ y para 25 años $=13,5940\text{m}^3/\text{seg}$. Finalmente se propone mejorar el sistema de drenaje a través de la construcción de un canal de tipo rectangular lo cual implicara una modificación de la actual geometría y dimensiones que se encontraran resumidos en tablas donde se muestran los caudales, elementos geométricos e hidráulicos, perfil longitudinal del canal y sección transversal del mismo.

CONTENIDO

Página

ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
CONTENIDO.....	vi
i	
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABLAS.....	xi
LISTA DE APÉNDICES.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	 5
 1.1 Planteamiento del problema.....	 5
1.2 Objetivos de la investigación.....	10
1.2.1 Objetivo general.....	10
1.2.2 Objetivos específicos.....	10
1.3 Justificación de la investigación.....	11
1.4 Alcance de la investigación	12
 CAPÍTULO II. GENERALIDADES.....	 13
 2.1 Ubicación geográfica.....	 13
2.2 Acceso al área de estudio.....	14
2.3 Caracterización del medio físico-natural.....	15
2.3.1 Geografía de la región	15

2.3.2 Vegetación.....	16
-----------------------	----

2.3.3 Geología	17
2.3.4 Geomorfología	19
2.3.5 Suelos.....	20
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	21
3.1 Antecedentes.....	21
3.2 Bases teóricas.....	23
3.2.1 Sistema de drenaje urbano	23
3.2.2 Tipos de drenajes	24
3.2.3 Objetivos del drenaje urbano	25
3.2.4 Drenaje superficial, primario y secundario (Bolinaga I, 1979)	26
3.2.5 Componentes de un sistema de drenaje.....	27
3.2.6 Variables hidrometeorológicas	28
3.2.7 Curvas IDF (Intensidad - Duración – Frecuencia).....	34
3.2.8 Estimación del coeficiente de escurrimiento	35
3.2.9 Estimación del coeficiente de infiltración	36
3.2.10 Estimación de caudales de diseño	38
3.2.11 Método Racional.....	39
3.2.12 Canales	41
3.2.13 Elementos hidráulicos de un canal.....	44
3.2.14 Tipos de flujo en un canal.....	50
3.2.15 Canales de drenaje.....	54
3.2.16 Radios mínimos en canales.....	56
3.2.17 Capacidad de conducción hídrica de una vía.....	57
3.3 Definición de términos básicos.....	59
3.4 Bases legales	65

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....71

4.1 Tipo de investigación	71
4.2 Diseño de investigación.....	72
4.3 Población	74
4.4 Muestra	74
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	75
4.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	75
4.5.1.1 Revisión bibliográfica	75
4.5.1.2 Observación directa.....	76
4.6 Flujograma de la investigación	77
4.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	77
4.7.1 Diagnosticar la situación actual en el sistema de drenaje	78
4.7.2. Caracterizar climatológicamente el área de estudio.....	79
4.7.3 Delimitación y determinación del área de la cuenca de drenaje en la zona de estudio	79
4.7.4 Determinación de los parámetros hidráulicos y geométricos del canal ..	79

CAPÍTULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....80

5.1 Diagnostico de la situación actual del sistema de drenajes de aguas pluviales existente en la zona.....	80
5.2 Caracterización climatológica del área de estudio.	82
5.2.1 Precipitación	82
5.2.2 Evaporación	84
5.2.3 Temperatura media mensual.....	86
5.3 Delimitación y determinación del área de la cuenca de drenaje	88
5.4 Delimitación de las variables dimensionales e hidrológicas en el área de estudio.....	89

5.4.1 Área y perímetro	89
5.4.2 Longitud Axial.....	89
5.4.3 Longitud del cauce	90
5.4.4 Pendiente media de la zona	90
5.4.5 Factor Forma.....	90
5.4.6 Coeficiente de Compacidad (Kc).....	91
5.4.7 Determinación de los caudales de diseño para periodos de retorno de 5, 10 y 25 años	92
5.5 Definición del trazado en planta y perfil longitudinal.....	99
5.5.1 Perfil longitudinal del canal.....	101
5.6 Determinación de los parámetros hidráulicos y geométricos del canal	101
CAPÍTULO VI. LA PROPUESTA.....	105
6.1 Objetivo de la propuesta.....	105
6.2 Alcance de la propuesta.....	105
6.3 Justificación de la propuesta.....	105
6.4 Metodología del trabajo.....	106
6.5 Propuesta del canal.....	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	108
Conclusiones.....	108
Recomendaciones.....	110
REFERENCIAS.....	111
APÉNDICES.....	114

LISTA DE FIGURAS

	Pagina
2.1 Mapa del Estado Bolívar.....	13
2.2 Tramo a estudiar tomando como punto inicial Rectificadora Mundial y punto final la Redoma de Puente Gómez	15
2.3 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana destacando La Provincia Geológica de Imataca (Mendoza, 1995)	18
2.4 Mapa de las provincias geológicas del Escudo de Guayana destacando la Provincia Geológica de Imataca(Dirección de Ambiente de la Gobernación del estado Bolívar, 2006).....	20
3.1 Curva de Intensidad- Duración- Frecuencia (IDF).....	35
3.2 Elementos geométricos de la sección de un canal(French, 1988, Hidráulica de Canales abiertos).....	44
3.3 Sección transversal de un canal trapecial(Rocha, 2002.).....	47
3.4 Altura del agua y ancho del canal).....	49
4.1 Flujograma de la investigación).....	78
5.1 Sumidero de rejas existente en la zona ubicado en frente del establecimiento Autopartes Guayana C.A.....	82
5.2 Formación de laguna en frente de la cauchera Mas Cauchos	82
5.3 Precipitación máxima, media y mínima mensual en (mm).Estación Ciudad Bolívar- Edo. Bolívar Periodo 1.987- 2.007(INAMEH,2017).....	84
5.4 Evaporación media mensual en (mm). Estado Punta Tamarindo Seria 4659 – Estado Anzoátegui Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente; INAMEH 2017).....	86
5.5 Temperatura media mensual en (°C) .Estación Ciudad Bolívar–Aeropuerto Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).....	88
5.6 Delimitación de la cuenca del drenaje	89
5.7 Inicio y final del cauce.....	95
5.8 Coeficiente de escurrimiento según la zona (Aparicio, 2001).....	98
5.9 Trazado en planta del canal	100
5.9 Rejillas para canales.....	104

LISTA DE TABLAS

	Pagina
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	14
5.1 Precipitación media mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar: Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH,2017)	84
5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estación Punta Tamarindo Serie 4659 – Estado Anzoátegui. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).	86
5.3 Temperatura media mensual en (°C). Estación: Ciudad Bolívar: Aeropuerto, Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (20 Años). (Fuente: INAMEH, 2017).	87
5.4 Áreas de la cuenca. (Residencial y pavimentada).....	90
5.5 Intensidad de la lluvia dependiendo de la duración y el tiempo de retorno..	96
5.6 Intensidades de lluvia para la cuenca para Periodos de retorno de 5,10 y 25 años	97
5.7 Caudal de la cuenca	99
5.8 Elementos geométricos del canal	104

LISTA DE APÉNDICES

	Pagina
A PERFIL LONGITUDINAL DEL CANAL.....	115
A.1 Perfil longitudinal del canal izquierdo.....	116
A.2 Perfil longitudinal del canal derecho.....	116
B SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CANAL.....	117
B.1 Sección transversal del canal diseñado.....	118

INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación terrestre vehicular cumplen un papel imprescindible para el desarrollo de la humanidad. De tal manera las mismas deben contar con sistemas de drenajes los cuales sean capaces de garantizar el paso continuo de vehículos sin ningún tipo de riesgo.

El desalojo del agua que llega a las vías resulta de vital importancia para el tránsito vehicular ya que, si no se cuenta con un adecuado sistema de drenaje en el que cada uno de sus elementos este distribuido de manera organizada y funcionando en óptimas condiciones; se producirían situaciones que afectarían tanto al estado de la calzada como a la seguridad de los vehículos y peatones que circulen por la zona.

Los sistemas de drenaje urbano comprenden una serie de elementos que van desde el sistema de captación de aguas pluviales hasta las canalizaciones y conductos que permitan la conducción y descarga de las aguas provenientes de la lluvia que se precipitan en el medio urbano y se dirigen hasta los cauces naturales o artificiales, para su libre escurrimiento. Su adecuado diseño permite garantizar que; para distintas frecuencias y duraciones de lluvia, no solo se proteja la integridad de las propiedades adyacentes sino también que se permita el libre tránsito de vehículos y personas durante la ocurrencia de la precipitación.

Actualmente en nuestro país los sistemas de drenaje son en su mayoría deficientes, situación que trae consigo una serie de problemáticas que van más allá de

un simple detalle de urbanismo. Para observarlo de manera más concisa se tiene como referencia la problemática existente en el sistema de drenaje perteneciente a la calle La Piscina ubicada en el Sector Coca Cola en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar en donde se presentan situaciones que afectan de manera negativa el desarrollo de las actividades diarias de los habitantes pertenecientes al sector, así como demás ciudadanos que circulan por dicha arteria vial.

Las constantes inundaciones en periodos en donde las precipitaciones son de intensidades elevadas y duraciones prolongadas son un signo evidente del mal estado el que se encuentra el sistema de drenaje perteneciente a esta calle, cuyo problema principal es la ausencia en su totalidad de un mantenimiento periódico.

En Ciudad Bolívar, es importante el diagnóstico de las obras de drenaje que se alojan dentro de esta problemática para conocer de qué forma éstas vierten el agua hacia su destino, pero la mala gestión del drenaje urbano es el detonante en el crecimiento de las problemáticas para la comunidad.

De esta forma, la idea es realizar un estudio de escurrimiento de las aguas pluviales en la zona ubicada en la calle La Piscina, Sector Coca Cola de Ciudad Bolívar, Estado Bolívar, el cual se hará con la finalidad de elaborar una propuesta de la ingeniería básica de un nuevo sistema de drenaje, el cual logre optimizar las condiciones en que se encuentra la calle en esta zona, lo cual beneficiará a los usuarios de la misma.

La presente investigación se encuentra estructurada en 6 capítulos, organizados de la siguiente manera:

Capítulo I. Situación a Investigar: en él se muestra claramente la problemática que se presenta en la zona, se detallan los objetivos que se desean alcanzar dentro de la investigación, se justifica la necesidad de investigar sobre el tema planteado y se mencionan los alcances de dicha investigación.

Capítulo II. Generalidades: en este capítulo se mencionan los aspectos principales como son: la ubicación geográfica de la zona de estudio, el acceso al área, las características físico-naturales, las características de la vegetación, la fauna predominante y las características del suelo.

Capítulo III. Marco teórico: menciona los antecedentes de la investigación, así como también el conjunto de aspectos teóricos que proporcionan una base conceptual del tema a investigar.

Capítulo IV. Metodología de trabajo: establece la metodología a seguir para encaminar la investigación a los objetivos establecidos y a su vez dar respuesta al problema planteado. Haciendo mención al tipo y diseño de investigación empleada, muestra e instrumentos para la recolección de datos. Además, se diseña el flujograma que representa las diferentes actividades realizadas para el desarrollo de la investigación.

Capítulo V. Análisis e interpretación de resultados: expone los resultados de los objetivos de la investigación, y que fueron determinados siguiendo la metodología planteada en el Capítulo IV.

Capítulo VI. La Propuesta: plantea, de acuerdo a los resultados analizados en el Capítulo V, una propuesta para dar solución a la problemática en estudio.

Conclusiones y recomendaciones: es la parte final de la investigación generada del análisis de los resultados como consecuencia final del estudio.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

El continuo y rápido crecimiento de las ciudades en el mundo, conlleva una progresiva impermeabilización del suelo, la cual altera gravemente el ciclo hidrológico natural del agua. Cada vez se requieren colectores más grandes, más largos y surge la necesidad de depurar el agua de lluvia que en su origen era limpia.

A nivel mundial el crecimiento poblacional exige notables inversiones en infraestructuras. Este es el caso de las vías de comunicación, zonas agrícolas, centros hospitalarios, redes para el suministro de agua, entre otras. No obstante, el uso de estas infraestructuras y el normal desarrollo de las actividades cotidianas están, en ciertos momentos, condicionadas por el correcto funcionamiento de las obras de drenaje de aguas pluviales.

Muchos países de Latinoamérica en alguna ocasión han sufrido los daños causados por las inundaciones originadas por lluvias torrenciales, entre estos podemos citar la mayor catástrofe de este fenómeno de 1959 ocurrida en Uruguay, donde comenzó a llover en el país sin escampar durante un mes lo cual dejó graves consecuencias como el de la represa de Rincón del Bonete, pieza fundamental del sistema de generación eléctrica uruguayo, que fue sobrepasada por las aguas y quedó

fuera de servicio, este evento implicó la evacuación urgente de todos los pobladores de la ciudad de Paso de los Toros (situada pocos kilómetros más abajo) y zonas vecinas, en total unas 10.000 personas.

Con el estudio científico el uso de los canales hidráulicos se incrementó la forma de usarlos, ya que desde la antigüedad su uso se daba con la finalidad de abastecer de agua a las poblaciones.

Anteriormente los sistemas de drenajes de aguas de lluvia estaban diseñados con el principal objetivo de evitar inundaciones, sin considerar el potencial daño ambiental que se produce a través del agua de escorrentía que arrastra una cantidad considerable de carga contaminante. Pero, hoy en día este modelo de drenaje en el que no se tiene en cuenta la calidad de dichas aguas de escorrentía urbana, está cambiando ya que surge la necesidad de afrontar la gestión de las aguas pluviales desde una perspectiva diferente a la convencional, que combine aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales. Actualmente, en muchos países, se promueve una reforma en el planeamiento urbanístico considerando unas nuevas técnicas de drenaje que gestionen de forma eficiente la calidad de las aguas de escorrentía urbana dando lugar al aumento progresivo del uso de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS).

Estos sistemas de drenaje sustentable ya se practican en varios países, especialmente los desarrollados, donde existen normas y manuales de uso al respecto. En Venezuela apenas se comienza a estudiar, con cierto detalle, el uso de estas alternativas, lo que traería de manera positiva mejoras al sistema de drenaje nacional

logrando un mejor uso de las aguas pluviales y disminuir los daños provocados en las vías, que en su mayoría se encuentran deterioradas.

En nuestro país el uso de sistemas de drenajes para controlar el exceso de agua que se acumula en las depresiones topográficas de un terreno tanto en áreas urbanas como en sectores rurales pueden variar en todo su conjunto, debido a que existen sistemas de drenajes los cuales están constituidos por canales hidráulicos superficiales o cunetas, estos también pueden estar combinados con sumideros de ventana o de rejilla los cuales desahogan las aguas pluviales hacia la parte subterránea que a la vez es conducida por medio de colectores o por canales hidráulicos subterráneos.

Por lo general estas aguas desembocan en ríos, lagunas o quebradas y en el mar en las zonas costeras, sin embargo, muchas de estas obras hidráulicas carecen de un funcionamiento efectivo, ya sea por obstrucción por la falta de mantenimiento o un exceso en las aguas pluviales para la cual estos drenajes no cumplen en su diseño.

En Ciudad Bolívar, estado Bolívar, notamos como cada vez que caen lluvias, nuestras calles convertidas en lagunas, principalmente en las zonas donde no existen drenajes o los que existen son ineficientes o no funcionan por falta de constante mantenimiento por las autoridades pertinentes. Según (El Diario de Guayana, 2011), en Septiembre de 2011, 33 familias resultaron afectadas por las lluvias que azotaron a Ciudad Bolívar, en total resultaron 8 sectores inundados, entre ellos Terraza del Hipódromo, donde resultaron damnificados las 33 familias; es decir, 62 adultos y 66 niños. Otro caso fue el que publicó (Diario El Expreso, 2011) en Noviembre de 2011,

calles, avenidas, urbanizaciones y barrios inundados; y la notable falta de drenajes se notaron en la ciudad debido a las fuertes lluvias.

El deterioro progresivo de las calles, avenidas y carreteras provocado por un mal sistema de drenaje ocurre la mayoría de las veces en periodos de lluvia la cual se puede presentar en grandes cantidades. Evidencia de ello se presenta en la calle La Piscina, Sector La Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar donde a consecuencias de lo antes expuesto se observa el mal estado de la calle e incluso las aguas provenientes de las fuertes lluvias logran rebasar la capacidad o caudal máximo de agua que puede circular por la misma.

Estas situaciones se generan por distintos factores entre los cuales tiene relevancia, el mal diseño de la calzada y la ausencia de un sistema de drenaje adecuado que permita la circulación de las aguas fuera del pavimento llevándolas así a su fuente de agua local. Con el fin de disminuir los daños generados a las estructuras adyacentes, el colapso de tránsito, el desbordamiento del sistema de cloacas y alcantarillado además de evitar inconvenientes las personas que circulen por la acera.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto resulta conveniente proponer la Ingeniería básica de un nuevo sistema de drenajes de aguas de lluvia como una alternativa para dar soluciones en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar.

En función a la problemática mencionada caben las siguientes interrogantes que ayudaran al desarrollo de la investigación:

¿Cuál es la situación actual del sistema de drenaje en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar?

¿Cómo es el clima presente en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar?

¿Cuál es la delimitación del área de la cuenca de drenaje en la zona de estudio?

¿Cuáles son las variables dimensionales e hidrológicas en el área de estudio?

¿Cómo será el trazado en planta y perfil longitudinal del nuevo sistema de drenaje previsto en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar?

¿Cuáles son los parámetros hidráulicos y geométricos del nuevo sistema de drenaje de aguas de lluvia en el área de estudio?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Proponer la ingeniería básica de un nuevo sistema de drenaje de aguas de lluvia en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar situación actual referente al sistema de drenaje de aguas de lluvia en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres Estado Bolívar.
2. Caracterizar climatológicamente el área de estudio.
3. Delimitar y determinar el área de la cuenca de drenaje en el área de estudio.
4. Determinar las variables dimensionales e hidrológicas en el área de estudio.

5. Definir el trazado en planta y perfil longitudinal del canal de drenaje previsto en la zona de estudio.
6. Determinar los parámetros hidráulicos y geométricos del canal.

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 de la calle La Piscina, Sector Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar.

Puede decirse que el diseño de un nuevo sistema de drenaje impulsara el desarrollo de acciones mediante la propuesta de la misma para lograr la ejecución y/o construcción de alternativas que permitirán beneficiar a la comunidad en general presente en el sector. Dado que el problema que persiste en el mal sistema de drenaje impacta a los ciudadanos peatones y los que circulan en sus vehículos.

Además de esto brindar conocimientos necesarios del tema e impulsar ideas para proyectos del estado, logrando así el buen funcionamiento de la vialidad a transitar y tener un urbanismo planificado en todas sus áreas.

En consecuencia la universidad lograra propuestas para proyectos futuros a ejecutarse en la ciudad con respecto a sistemas de drenajes.

1.4 Alcance de la investigación

Con esta investigación se planea llevar a cabo una propuesta para la ingeniería básica de un nuevo sistema de drenaje de aguas de lluvia en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar la cual se ajustará en caso de ser necesario a una solución que logre generar respuestas a los eventuales problemas de drenajes que se presenten en la comunidad.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica

El área de estudio se ubica en la calle La Piscina, situada en el Sector Coca Cola perteneciente a la Parroquia La Sabanita en el Municipio Heres, Estado Bolívar. (Figura 2.1)



Figura 2.1 Mapa del Estado Bolívar

Tabla 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.

REFERENCIA	PUNTO	COORDENADAS UTM	
		NORTE	OESTE
NORTE	AVENIDA SUCRE	08°07'25,5''	63°33'25''
SUR	AVENIDA MENCA DE LEONI	08°06'57,8''	63°33'46,7''
AREA EN ESTUDIO	INICIO DEL TRAMO RECTIFICADORA MUNDIAL	08°07'04,07''	63°33'41,9''
ESTE	CALLE PRINCIPAL LA SABANITA	08°07'0,75''	63°33'29,7''
OESTE	AVENIDA MENCA DE LEONI	08°07'04,7''	63°33'44,5''

2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al área de estudio se realiza por vía terrestre, a través de la Avenida Menca de Leoni, específicamente en el mercado El Adobito, a través del Paseo Gaspari o bien sea por la calle La Piscina intersección con la Avenida Sucre.

El tramo seleccionado en estudio perteneciente a la calle La Piscina; está comprendido desde Rectificadora Mundial hasta la Redoma de Puente Gómez. (Figura 2.2)

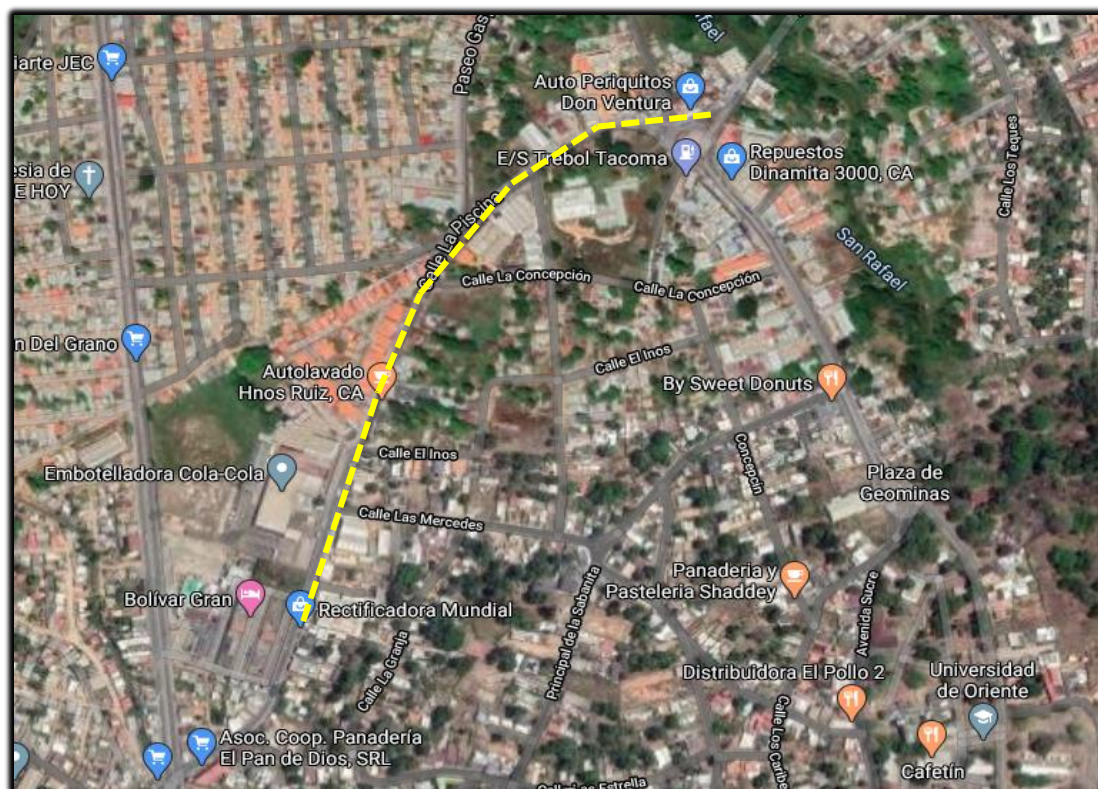


Figura 2.2 Tramo a estudiar tomando como punto inicial Rectificadora Mundial y punto final la Redoma de Puente Gómez (Ciudad Bolívar Edo. Bolívar)

2.3 Caracterización del medio físico-natural

2.3.1 Geografía de la región

Ciudad Bolívar, está localizada a 54 metros sobre el nivel del río Orinoco. 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.

2.3.2 Vegetación

De acuerdo con la clasificación ecológica por el método de Holdridge, el Estado Bolívar, corresponde a Bosques, asociados a la presencia de tierras bajas ubicadas por debajo de los 100 metros sobre el nivel del mar, en este caso representada por los bosques de galería ubicados en las márgenes del río Orinoco los cuales forman una asociación edáfica siempre verde, monoestratificada, con las raíces en la zona de saturación de humedad, con una altura hasta los 25 metros. Al Sur de Ciudad Bolívar están presentes formaciones herbáceas caracterizadas por ser unas formaciones vegetales monoestratificada donde predominan gramíneas perennes y dispuestas en macollas, exentas casi totalmente de elementos arbóreos o arbustivos, aunque pueden ser interrumpidas con la presencia de morichales y bosques de galerías. (MINFRA, 2006).

Debido a los grandes usos establecidos por diferentes usos que se le dan a la tierra, la vegetación del área no corresponde a un patrón homogéneo, existiendo gran cantidad de especies invasoras e introducidas que han alterado definitivamente la composición florística natural. Entre las especies predominantes se presenta el lirio de agua o bora (*Eichhornia crassipes*); especies rebalseras como el geranio rebalsero, el guayabo rebalsero y el chaparrillo rebalsero (Dirección de Ambiente de la Gobernación del estado Bolívar, 2.001).

2.3.3 Geología

Localmente en el área se distinguen tres unidades litológicas, representadas de más antigua a más joven por el Complejo de Imataca, que conforman colinas redondeadas sobre las cuales está ubicado el Casco Histórico, la Formación Mesa que produce un paisaje de pendientes suaves, y los sedimentos recientes.

2.3.3.1 Complejo de Imataca

Se extiende como una faja angosta en dirección Suroeste-Noreste por unos 550 Km de longitud desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco, donde queda cubierta bajo los sedimentos de éste; y en dirección Noroeste-Sureste aflora por unos 80 Km de ancho desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Gurí.

2.3.3.2 Formación mesa

Se extiende por los llanos centro-orientales y orientales (estados Guárico, Anzoátegui, Monagas); sin embargo, se encuentran algunos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar (inmediatamente al Sur del río Orinoco).

2.3.3.3 Sedimentos recientes

Están conformados por materiales provenientes de la disgregación de la Formación Mesa y descomposición de las rocas del Complejo de Imataca, los cuales son arrastrados y depositados por las aguas de escorrentía y el viento hacia los diferentes ríos de la región (Betancourt, 1.998 en Flores y Calzadilla).

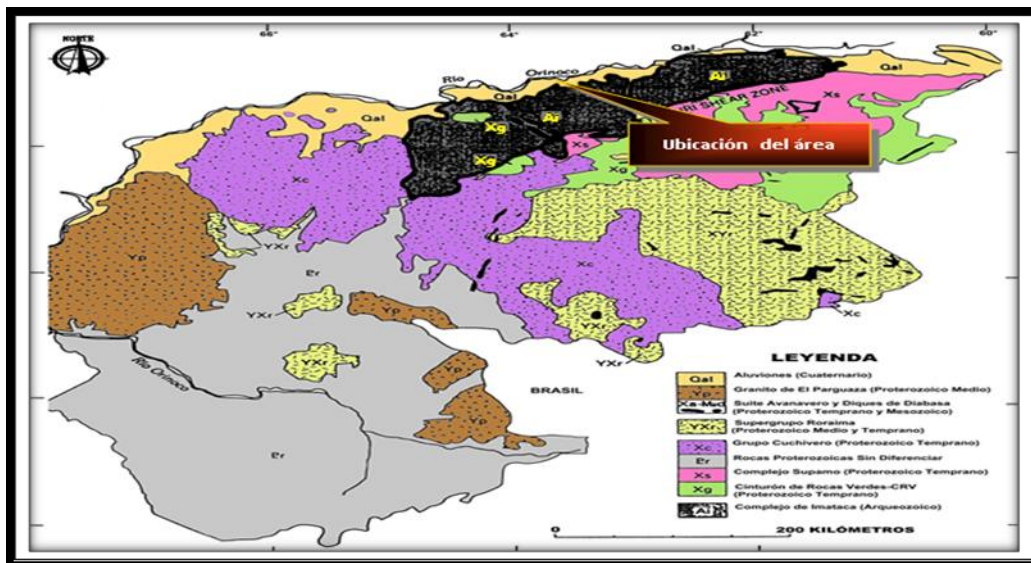


Figura 2.3 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana destacando La Provincia Geológica de Imataca (Mendoza, 1995).

2.3.4 Geomorfología

El relieve del área de estudio se representa una depresión natural que constituye una zona de inundación del río Orinoco, y conforma un tipo de relieve de llanura o planicie aluvial sometida al régimen de inundación anual de este río. La misma está constituida por sedimentos del Reciente (Dirección de Ambiente de la Gobernación del estado Bolívar, 2006).

El área presenta una topografía plana de pendientes generales entre 0-4%, con depresiones ocupadas por estos cuerpos de agua. Bordeando las lagunas se encuentra la planicie modelada sobre los sedimentos no consolidados de la Formación Mesa, y localmente al Suroeste los afloramientos rocosos del Complejo de Imataca constituyen las mayores elevaciones (Dirección de Ambiente de la Gobernación del estado Bolívar, 2006).

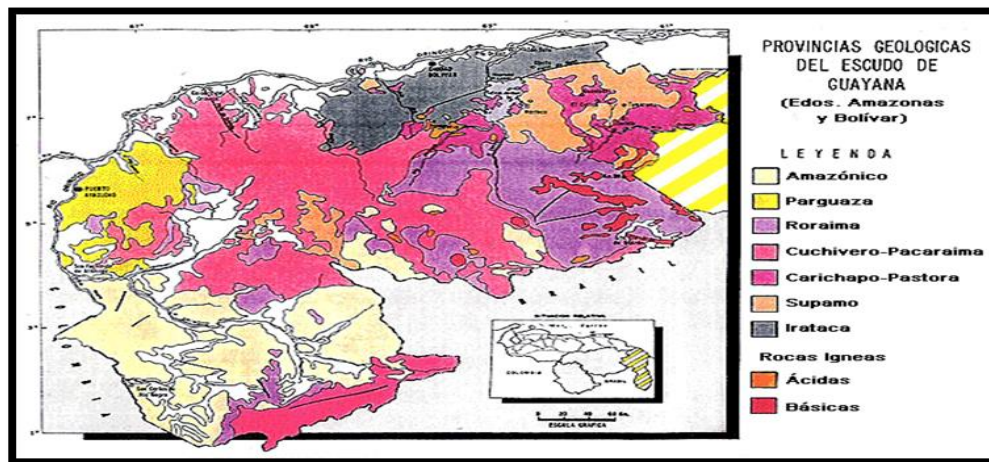


Figura 2.4 Mapa de las provincias geológicas del Escudo de Guayana Destacando la Provincia Geológica de Imataca (Dirección de Ambiente de la Gobernación del estado Bolívar, 2006).

2.3.5 Suelos

El área en estudio ubicada en las inmediaciones del Sector Coca Cola de Ciudad Bolívar está constituida por rocas ígneas de la Sierra Imataca, correspondiente al basamento del Escudo de Guayana y a los cuales se les asigna una edad precámbrica, y por rocas sedimentarias pertenecientes a la formación mesa de edad plioceno- pleistoceno. Las interpretaciones del uso de la tierra con algunos fines de ingeniería son muy generales y de ninguna manera sustituye los estudios específicos para construir obras. Se estima que los suelos sean desde moderados a profundos (>80 cm), con texturas arenosas, francas, franco arcillosas y francolimosas (Dirección de Ambiente de la Gobernación del estado Bolívar, 2006).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

A continuación se analizarán los aportes que se obtuvieron a través de anteriores trabajos de investigación, vinculados con el presente estudio. De esta forma, se obtuvo el basamento teórico requerido para el desarrollo del presente trabajo investigativo.

La Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Venezuela (2015), realizó un proyecto de investigación cuyo título es **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES UBICADO EN LA PROGRESIVA NACIONAL 212+500, TRAMO 600 DE LA TRONCAL 10 EN SENTIDO MATURÍN - EL BLANQUERO, EL ROSARIO- MUNICIPIO MATURÍN ESTADO MONAGAS**. Este trabajo guarda relación con la presente investigación ya que su finalidad es proponer un sistema de drenaje de aguas provenientes de las lluvias a fin de determinar las variables hidrológicas e hidráulicas que se presenten en el sitio.

La Universidad de Carabobo, facultad de ingeniería civil, Venezuela (2011) realizó un proyecto de investigación denominado: **DISEÑO DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS DE UN CENTRO COMERCIAL EN SAN**

DIEGO (MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO). Este trabajo nos permitió definir la estructura de las bases teóricas adecuadas, acerca de los sistemas de drenajes urbanos.

Groismann et al (1999) señalan como conclusión de su trabajo que la probabilidad de que exista un aumento en la magnitud de fuertes precipitaciones en verano es cuatro veces mayor que la precipitación media esperada. Si consideramos que la mayoría de los sistemas de drenaje urbano se calculan para periodos de retorno de 10 años como máximo 14, y que dichos valores son tomados de valores de precipitaciones históricas, aunque extremas, no sería de extrañar que ante estas nuevas condiciones climáticas, como son las planteadas en dicho estudio, los sistemas no cumplan ni siquiera para esos años previstos en el diseño, causando como mínimo inundaciones en calles y avenidas. Este trabajo de investigación guarda relación con nuestro estudio, ya que nos brinda la información necesaria para determinar que existe una probabilidad significativa de precipitaciones imprevistas en tiempos de verano lo cual para el diseño de un sistema de drenaje sería de gran importancia en cuanto a su periodo de retorno y así evitar inundaciones en calles y avenidas.

Romero María, (2017), en su trabajo de grado titulado: **PROPUESTA PARA EL REDIMENSIONAMIENTO DEL CANAL DE DRENAJE SUPERFICIAL DE AGUAS PLUVIALES EXISTENTE EN LA CARRERA 7 Y AVENIDA SAN FRANCISCO DE ASÍS DE LA URBANIZACIÓN VISTA HERMOSA I, CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.** Fundamentó su proyecto de tipo factible, apoyado en la modalidad de investigación documental y de campo. El mismo consistía en brindar soluciones a la problemática planteada por medio de la delimitación de la cuenca del drenaje

existente y sus características, la determinación de los caudales de diseño para periodos de retorno de 10,25 y 15 años, así como también; el establecimiento de las características hidráulicas del canal existente para posteriormente calcular el caudal por medio del método racional. Esta investigación es de importancia para la presente, porque nos permite guiar en la determinación del caudal de la cuenca y subcuencas en el área de estudio a través del método racional, así como también los parámetros geométricos e hidráulicos en el canal de drenaje propuesto.

3.2 Bases teóricas.

3.2.1 Sistema de drenaje urbano

Sistema usualmente compuesto por canales y tuberías cuya función principal es permitir la retirada de las aguas que se acumulan en depresiones topográficas del terreno, causando problemas ya sea a la agricultura o a las áreas urbanas. El origen de las aguas pueden ser: por escurrimiento superficial, directamente precipitadas en el área o por la elevación del nivel freático, causado por el riego o por la elevación del nivel de un río próximo.

“Se entenderá por sistema de drenaje urbano un conjunto de acciones, materiales o no, destinadas a evitar, en la medida de lo posible, que las aguas pluviales causen daños a las personas a las propiedades en las ciudades u obstaculicen el normal desenvolvimiento de la vida urbana. Dentro del término aguas pluviales quedan comprendidas no solamente las originadas de las precipitaciones que caen

directamente sobre las áreas urbanizadas que conforman la población, sino también aquellas que se precipiten sobre otras áreas, pero que discurran través de la ciudad, bien sea por cauces naturales, conductos artificiales o simplemente a lo largo de su superficie”(Bolinaga , 1979).

Por su parte, Palacios (2008) describe un sistema de drenaje de una urbanización como “aquel conjunto de obras (sumideros, colectores, canales, etc.), cuya función es interceptar y conducir hacia un sitio de disposición previamente seleccionado las aguas de origen pluvial, de modo que ellas no causen u originen problemas de inundación en la urbanización.

3.2.2 Tipos de drenajes

3.2.2.1 Drenaje superficial

Abarca fundamentalmente las posibilidades para la conducción del escurrimiento desde donde cae la lluvia hasta donde desagua en el sistema primario o en el sistema secundario, está constituido por los canales, brocales, calles, avenidas, techos, jardines y todas aquellas superficies por donde escurren las aguas pluviales.

3.2.2.2 Drenaje primario

Constituido por los cursos naturales y por los conductos y obras construidas para proteger la vida de personas y evitar los daños a propiedades.

3.2.2.3 Drenaje secundario

Conjunto de obras constituidas para facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales sin perturbar de manera brusca el tráfico de vehículos y personas.

3.2.3 Objetivos del drenaje urbano

Para el drenaje urbano, aunque el objetivo principal sea siempre garantizar la vida de los habitantes, no se puede olvidar los enormes costos que generan la pérdida de bienes y propiedades, o en la interferencia de actividades, propias de la población, por inmersión, sumersión o arrastre. Por otro lado, las soluciones para aliviar esos daños, serian distintas si se tratara de una ciudad a las orillas de un gran rio o si ocurriera el desbordamiento de una quebrada, o por el exceso de aguas pluviales acumuladas sobre calles, avenidas, techos, entre otros. Por ello se pueden definir dos objetivos del drenaje urbano: básico y complementario.

3.2.3.1 Objetivo básico

Preservar la vida humana y evitar los daños que las aguas pueden ocasionar a personas y propiedades en la zona urbana.

3.2.3.2 Objetivo complementario

Garantizar el normal desenvolvimiento de la vida de los habitantes de la zona sin que las aguas molesten excesivamente el libre tránsito de personas y vehículos.

3.2.4 Drenaje superficial, primario y secundario (Bolinaga I, 1979)

El drenaje superficial abarca fundamentalmente las posibilidades para la conducción del escurrimiento desde donde cae la lluvia hasta donde desagua en el sistema primario o en el sistema secundario, está constituido por los canales, brocales, calles, avenidas, techos, jardines y todas aquellas superficies por donde escurren las aguas pluviales.

El drenaje primario está constituido por los cursos naturales y por los conductos y obras construidas para proteger la vida de personas y evitar los daños a propiedades.

El drenaje secundario es el conjunto de obras constituidas para facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales sin perturbar de manera brusca el tráfico de vehículos y personas.

3.2.5 Componentes de un sistema de drenaje

Dentro de esta amplia definición se distinguen diversos tipos de instalaciones encaminadas a cumplir tales fines, agrupadas en función del tipo de aguas que pretenden alejar o evacuar, o de la disposición geométrica con respecto al eje de la vía.

3.2.5.1 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.

3.2.5.2 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.

3.2.5.3 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.

3.2.6 Variables hidrometeorológicas

3.2.6.1 Evaporación

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

3.2.6.2 Humedad Relativa

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

$$Hr = 100 \frac{e^a}{e^d} \quad (3.1)$$

3.2.6.3 Humedad absoluta

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

$$Pv = \frac{\text{masa de vapor}}{\text{volumen de aire}} = \frac{mv}{va} \quad (3.2)$$

3.2.6.4 Infiltración

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

3.2.6.5 Precipitación

Cualquier forma de humedad que llega a la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, rocío, entre otros.

❖ Formación de las precipitaciones.

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

❖ Tipos de precipitación.

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

Precipitaciones orográfica: cuando corrientes de aire húmedo que circula por los valles y choca contra las montañas. Este aire húmedo se ve forzado a ascender

hacia estratos más altos. Es en ese momento que pueden chocar con estratos más fríos y secos ocasionando la condensación súbita del vapor de agua.

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

3.2.6.6 Radiación solar

Es el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta). Aproximadamente la mitad de las que recibimos, comprendidas entre $0.4\mu\text{m}$ y $0.7\mu\text{m}$, pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como luz visible. De la otra mitad, la mayoría se sitúa en la parte infrarroja del espectro y una pequeña parte en la ultravioleta. La porción de esta radiación que no es absorbida por la atmósfera, es la que produce quemaduras en la piel a la gente que se expone muchas horas al sol sin protección. La radiación solar se mide normalmente con un instrumento denominado piranómetro.

La aplicación de la Ley de Planck al Sol con una temperatura superficial de unos 6000 K nos lleva a que el 99% de la radiación emitida está entre las longitudes de onda $0,15\mu\text{m}$ (micrómetros o micras) y 4 micras. Como $1\text{ Å} = 10^{-10}\text{ m}$ resulta que el Sol emite en un rango de 1500 Å... hasta 40000

La luz visible se extiende desde 4000 Å... a 7400 Å... La radiación ultravioleta u ondas cortas iría desde los 1500 Å... a los 4000 Å... y la radiación infrarroja u ondas largas desde las 0,74 micras a 4 micras.

❖ Efectos de la radiación solar sobre los gases atmosférico

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

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

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

3.2.6.7 Temperatura

Es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia. Como lo que medimos en sus movimientos, la temperatura no depende del número de partículas en un objeto y por lo tanto no depende de su tamaño. Por ejemplo, la temperatura de un cazo de agua hirviendo es la misma que la temperatura de una olla

de agua hirviendo, a pesar de que la olla sea mucho más grande y tenga millones y millones de moléculas de agua más que el cazo. (Hermans-Killam, 2001, P. 2)

3.2.6.8 Vientos

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

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

El viento se puede producir en diversas escalas: desde flujos tormentosos que duran decenas de minutos hasta brisas locales generadas por el distinto calentamiento de la superficie terrestre y que duran varias horas, e incluso globales, que son el fruto de la diferencia de absorción de energía solar entre las distintas zonas geoastronómicas de la Tierra. Las dos causas principales de la circulación atmosférica a gran escala son el calentamiento diferencial de la superficie terrestre según la latitud, y la inercia y fuerza centrífuga producidas por la rotación del planeta. En los

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

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

3.2.7 Curvas IDF (Intensidad - Duración – Frecuencia)

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 ls/s/ha. La intensidad de la lluvia depende de la duración de esta, existiendo generalmente una relación inversa entre ellas.

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

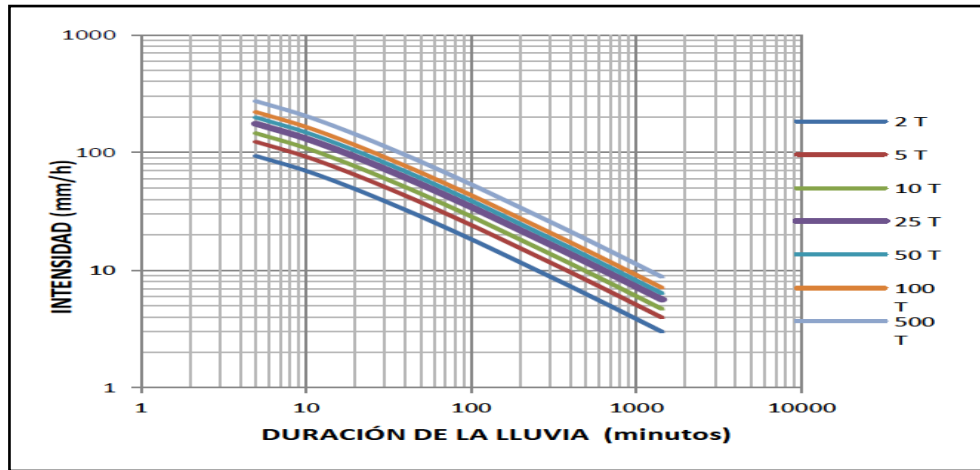


Figura 3.1 Curva de Intensidad- Duración- Frecuencia (IDF).

3.2.8 Estimación del coeficiente de escurrimiento

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

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

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

A nivel de episodio también se pueden definir estas cantidades. Si se limita al área de la cuenca A , el volumen precipitado por unidad de tiempo es exactamente el producto de la intensidad de lluvia i por el área de la cuenca. El volumen escurrido

medido en la cuenca por unidad de tiempo es el caudal medio medido en la cuenca. (Bateman, 2007, Pp. 35, Pp. 41).

3.2.9 Estimación del coeficiente de infiltración

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

3.2.9.1 Capacidad de infiltración.

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

3.2.9.2 Factores que afectan la capacidad de infiltración

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

3.2.9.3 Entrada superficial

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

3.2.9.4 Transmisión a través del suelo

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

3.2.9.5 Acumulación en la capacidad de almacenamiento

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

3.2.9.6 Características del medio permeable

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

3.2.9.7 Características del fluido

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

3.2.10 Estimación de caudales de diseño

Los caudales de diseño se pueden obtener a partir de:

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

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

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

3.2.11 Método Racional

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

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

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

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

3.2.11.1 El método tiene una serie de limitaciones

- ❖ Supone que la lluvia es uniforme en el tiempo (intensidad constante) lo cual es solo cierto cuando la duración de la lluvia es muy corta.
- ❖ El Método Racional también supone que la lluvia es uniforme en toda el área de la cuenca en estudio, lo cual es parcialmente válido si la extensión de ésta es muy pequeña.
- ❖ Asume que la escorrentía es directamente proporcional a la precipitación (si duplica la precipitación, la escorrentía se duplica también). En la realidad, esto no es cierto, pues la escorrentía depende también de muchos otros factores, tales como precipitaciones antecedentes, condiciones de humedad antecedente del suelo, etc.
- ❖ Ignora los efectos de almacenamiento o retención temporal del agua escurrida en la superficie, cauces, conductos y otros elementos (naturales y artificiales).

Asume que el período de retorno de la precipitación y el de la escorrentía son los mismos, lo que sería cierto en áreas impermeables, en donde las condiciones de humedad antecedente del suelo no influyen de forma significativa en la Escorrentía Superficial.

Pese a estas limitaciones, el Método Racional se usa prácticamente en todos los proyectos de drenaje vial, urbano o agrícola, siempre teniendo en cuenta que producirá resultados aceptables en áreas pequeñas y con alto porcentaje de

impermeabilidad, por ello es recomendable que su uso se limite a Cuencas con extensiones inferiores a las 200 Ha. (Bolinaga, 1979. P.144)

3.2.12 Canales

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

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

3.2.12.1 Elementos geométricos de los canales

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

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

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

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

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

- ❖ Nivel del agua: es la elevación de la superficie libre del agua relativa a un plano de referencia. Si el punto más bajo de la sección de un canal se toma como el plano de referencia, entonces el nivel del agua y el tirante del flujo coinciden.

- ❖ Ancho superficial T: el ancho superficial del canal es el ancho de la sección del canal en la superficie libre del agua.
- ❖ Área Hidráulica A: es el área de la sección transversal del flujo, tomado normal a la dirección del flujo.
- ❖ Perímetro mojado P: es la longitud de la línea que es la interface entre el fluido y el contorno del canal.
- ❖ Radio Hidráulico R : es la relación del área hidráulica entre el perímetro mojado o:

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

- ❖ Tirante Hidráulico D: es la relación del área hidráulica con el ancho superficial

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

Sección	Área A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Ancho superior T	Profundidad hidráulica D	Factor de la sección Z
 Rectángulo	by	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	b	y	$by^{1.48}$
 Trapezoide	$(b + ny)y$	$b + 2y\sqrt{1 + n^2}$	$\frac{(b + ny)y}{b + 2y\sqrt{1 + n^2}}$	$b + 2ny$	$\frac{(b + ny)y}{b + 2y}$	$\frac{[(b + ny)y]^{1.48}}{\sqrt{b + 2y}}$
 Triángulo	ny^2	$2y\sqrt{1 + n^2}$	$\frac{ny}{2\sqrt{1 + n^2}}$	$2ny$	$\frac{y}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2} ny^{1.48}$
 Círculo	$\frac{1}{2}(\theta - \sin \theta)d^3$	$\frac{1}{2}\theta d$	$\frac{1}{2}\left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta}\right)d$	$\frac{(\sin \theta) d}{2\sqrt{1 - \cos \theta}}$	$\frac{1}{2}\left(\frac{\theta - \sin \theta}{\sin \theta}\right)d$	$\frac{\sqrt{2}}{2} \frac{(\theta - \sin \theta)^{1.48}}{(\sin \theta)^{1.48}} d^{1.48}$
 Parábola	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8}{3}y$	$\frac{2Ty}{T + \frac{8}{3}y}$	$\frac{3}{2}T$	$\frac{y}{2}$	$\frac{1}{2} \sqrt{2} Ty^{1.48}$
 Rectángulo con ángulos redondeados	$\left(\frac{r}{3} - 2\right)r^2 + (b + 2r)y$	$(x - 2)r + b + 2y$	$\frac{(x/2 - 2)r^2 + (b + 2r)y}{(x - 2)r + b + 2y}$	$b + 2r$	$\frac{(x/2 - 2)r^2}{b + 2r} + y$	$\frac{[(x/2 - 2)r^2 + (b + 2r)y]^{1.48}}{\sqrt{b + 2r}}$
 Triángulo con fondo redondeado	$\frac{T^2}{6n} - \frac{r^3}{3} (1 - \sin^{-1} \frac{r}{x})$	$\frac{T}{n} \sqrt{1 + n^2} - \frac{2r}{n} (1 - \sin^{-1} \frac{r}{x})$	$\frac{A}{P}$	$2(x - r) + r\sqrt{1 + n^2}$	$\frac{A}{P}$	$A \sqrt{\frac{A}{P}}$

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

3.2.13 Elementos hidráulicos de un canal

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

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

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

Se dice que una sección de máxima eficiencia hidráulica cuando para la misma área, pendiente y calidad de paredes deja pasar un gasto máximo. O bien, es aquella que para el mismo gasto, pendiente y calidad de paredes tiene un área mínima.

La sección de máxima eficiencia hidráulica (M.E.H) se puede interpretar a la luz de la fórmula de Manning.

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

Luego:

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

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

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

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

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

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

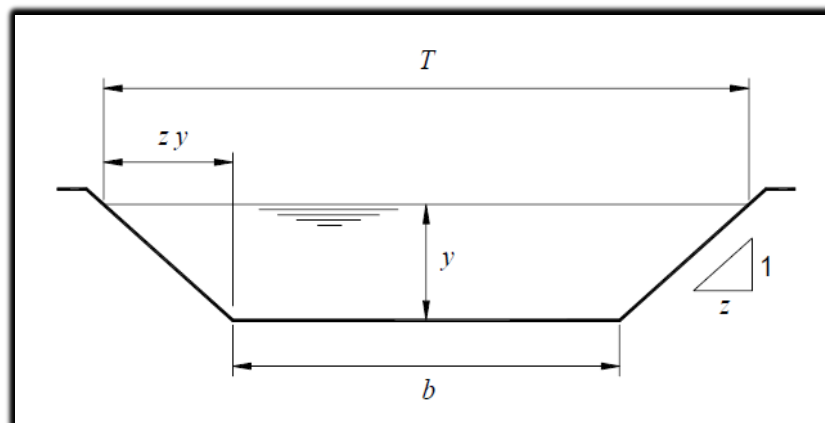


Figura. 3.3 Sección transversal de un canal trapezoidal (Rocha, 2002.)

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

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

Mediante simples consideraciones geométricas se obtiene:

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

De donde,

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

El perímetro es

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

Mediante operaciones matemáticas obtenemos m

$$m = 2(\sqrt{1+z^2} - z) \quad (3.16)$$

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

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

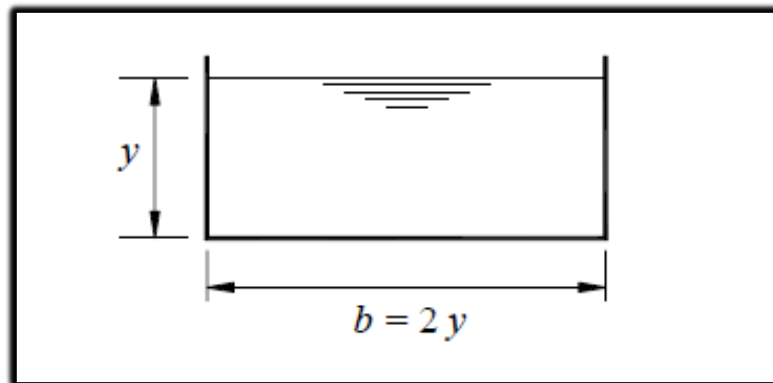


Figura.3.4. Altura del agua y ancho del canal.

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

Sabiendo que la fórmula de radio hidráulico es:

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

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

Para este caso el perímetro es:

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

Por condición de MEH:

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

Sustituyendo se obtiene que el perímetro mínimo es:

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

De donde:

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

3.2.14 Tipos de flujo en un canal

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

3.2.14.1 Flujo permanente y no Permanente

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

3.2.14.2 Flujo Uniforme y variado

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

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

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

3.2.14.3 Flujo laminar y Turbulento

El comportamiento de flujo en un canal está gobernado principalmente por efectos de las fuerzas viscosas y de gravedad en relación con las fuerzas de inercia internas del flujo. En relación con el efecto de la viscosidad, el flujo puede ser laminar, de transición o turbulento.

En forma semejante al flujo en conductores forzados, la importancia de la fuerza viscosa se mide a través del número de Reynolds (Re), que relaciona fuerzas de inercia de velocidad con fuerzas viscosas, definidas en este caso como:

$$Re = \frac{v R}{\theta} \quad (3.22)$$

Dónde:

R = Radio Hidráulico de la sección transversal, en metros (m). V = Velocidad media, en metros por segundo (m/s).

θ = Viscosidad cinemática del agua, en m^2/s .

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

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

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

3.2.14.4 Flujo Crítico, Subcrítico Y Supercrítico

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

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

Dónde:

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

g = Aceleración de la gravedad, en m/s²

L = Longitud característica de la sección, en m.

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

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

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

- ❖ Flujo Subcrítico: Si $F < 1$, en este estado las fuerzas de gravedad se hacen dominantes, por lo que el flujo tiene baja velocidad, siendo tranquilo y lento. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencias hacia aguas arriba.
- ❖ Flujo crítico: Si $F = 1$, en este estado, las fuerzas de inercia y gravedad están en equilibrio
- ❖ Flujo Supercrítico: Si $F > 1$, en este estado las fuerzas de inercia son más pronunciadas, por lo que el flujo tiene una gran velocidad, siendo rápido o torrencioso. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencia hacia aguas abajo. (Arana, 2012. P. 5P. 6 P. 7 y P. 8)

3.2.15 Canales de drenaje

Los canales de drenaje se instalan en superficies de hormigón, ladrillo y adoquín. Son desagües de superficies lineales y por lo general se construyen en el borde de las elevaciones, tales como las calzadas, para interceptar y direccionar el agua. Los canales de drenaje contienen pequeñas aberturas de rejilla o rejillas a lo largo de su superficie, que capturan y mueven el agua fuera de la propiedad. Las aberturas de las rejillas pueden ser grandes o pequeñas, dependiendo de las necesidades del dueño de casa y el volumen y la fuerza del agua que se canaliza.

El principal beneficio del canal de desagüe es que ayudan a controlar el agua y a prevenir inundaciones alrededor de las áreas de superficies duras, como piscinas,

aceras, áreas de baldeo, calzadas y patios. El trabajo caro de concreto puede debilitarse y deteriorarse debido al exceso de humedad y las inundaciones y el canal de desagüe evitan que el agua se estanque en los garajes, dañando los cimientos o causando derrame en las casas, por ejemplo. (Austin, 2012. p. 1)

3.2.15.1 Elementos de diseño de un canal de drenaje.

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

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

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

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

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

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

- ❖ Terrenos con pendiente transversal mayor a 25%, se recomienda escala de 1:500.
- ❖ Terrenos con pendiente transversal menor a 25%, se recomienda escalas de 1:1000 a 1:2000.

3.2.16 Radios mínimos en canales

En el diseño de canales, el cambio brusco de dirección se sustituye por una curva cuyo radio no debe ser muy grande, y debe escogerse un radio mínimo, dado

que al trazar curvas con radios mayores al mínimo no significa ningún ahorro de energía, es decir la curva no será hidráulicamente más eficiente, en cambio sí será más costoso al darle una mayor longitud o mayor desarrollo. (Arana, 2012. Pp. 8 y Pp. 9)

3.2.17 Capacidad de conducción hídrica de una vía

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

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

En donde:

Cv = Capacidad de conducción de la vía.

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

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

So = Pendiente longitudinal de la vía.

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

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

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

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

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

$$\text{Perimetro mojado} = 51 Y_o \quad (3.27)$$

$$\text{Radio Hidraulico} \quad (3.28)$$

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

3.3 Definición de términos básicos

3.3.1. Acequias

Zanjas por donde se conducen las aguas. (Martínez, 2008).

3.3.2. Aguas pluviales

Son las aguas productos de la lluvia o precipitación que escurren sobre la superficie del terreno. (Chow, Maidment, & Mays, 1994).

3.3.3. Cauce

Lecho de los ríos y arroyos. Conducto descubierto o acequias por donde corren las aguas de riego o residuales. (Martínez, 2008).

3.3.4. Caudal

Volumen de agua que pasa por un punto (sección de un área), en un intervalo de tiempo. Las unidades más usadas para medir caudal son metros cúbicos por segundo (m^3/s) y litros por segundo (LPS). (Bolinaga, 1979)

3.3.5. Clima

Es el conjunto de los valores promedios de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Estos valores promedio se obtienen con la recopilación de la información meteorológica durante un periodo de tiempo suficientemente largo. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

3.3.6. Cuenca

Es un concepto geográfico e hidrológico que se refiere como el área de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre y transita o drena a través de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal y por esta 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 cuenta endorreica. Normalmente la corriente principal es la que define el nombre de la cuenca. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

3.3.7. Drenaje superficial

Se define como un conjunto de obras destinadas a la recogida de las aguas pluviales, su canalización y evacuación a los cauces naturales, sistemas de alcantarillado o a la capa freática de terreno. (Bolinaga, 1979)

3.3.8. Drenaje transversal

Es aquel que permite el paso del agua a través de los cauces naturales bloqueados por la infraestructura viaria, de forma que no se produzcan destrozos en esta última. Comprende pequeñas y grandes obras de paso, como puentes y viaductos. (Bolinaga, 1979)

3.3.9. Escurrimiento

Es la parte de la precipitación que fluye por gravedad por la superficie del terreno (escurrimiento superficial) o por el interior del mismo hasta aparecer en una corriente de agua. El escurrimiento superficial es una función de la intensidad y duración de la precipitación, permeabilidad de la superficie del suelo, tipo y extensión de la vegetación, área de la cuenca de captación, geometría de los cauces, profundidad de la superficie freática, pendiente del terreno, etc. (Guadalupe de la Lanza Espino, Carlos Cáceres, Salvador Adame, 1999)

3.3.10. Fluido

Material que ofrece poca o ninguna resistencia a las fuerzas que tienden a cambiar la forma. de la Lanza Espino, Cáceres, Adame, 1999)

3.3.11. Flujo

Movimiento de un fluido. (de la Lanza Espino, Cáceres, Adame, 1999)

3.3.12. Hidráulica

Se define como la aplicación de la mecánica de fluidos en ingeniería, para construir dispositivos que funcionan con líquidos, por lo general agua o aceite. La hidráulica resuelve problemas como el flujo de fluidos por conductos o canales abiertos y el diseño de presas de embalse, bombas y turbinas. (Bolinaga, 1979)

3.3.13. Número de Reynolds

El número de Reynolds (Re) es un parámetro adimensional cuyo valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento. El número de Reynolds depende de la velocidad del fluido, del diámetro de tubería, o diámetro equivalente si la conducción no es circular, y de la viscosidad cinemática o en su defecto densidad y viscosidad dinámica. (Chow, 1994)

En una tubería circular se considera:

$Re < 2300$ El flujo sigue un comportamiento laminar.

$2300 < Re < 4000$ Zona de transición de laminar a turbulento.

$Re > 4000$ El fluido es turbulento.

3.3.14. Número de Froude

El número de Froude es un número adimensional definido como la relación de una velocidad característica a una velocidad de la onda gravitatoria. Se puede equivalentemente definir como la relación de inercia de un cuerpo a las fuerzas gravitatorias (Relaciona el efecto de las fuerzas de inercia con las fuerzas de gravedad que actúan sobre un fluido). En la mecánica de fluidos, el número de Froude se usa para determinar la resistencia de un objeto parcialmente sumergido en movimiento a través del agua, y permite la comparación de objetos de diferentes tamaños.

3.3.15. Pendiente

Podríamos definir la pendiente del terreno en un punto dado como el ángulo que forma el plano horizontal con el plano tangente a la superficie del terreno en ese punto. Es, en definitiva, la inclinación o desnivel del suelo. En lugar de expresarla como un ángulo, es más interesante representar la pendiente del terreno como un valor de tanto por ciento. Esto se obtiene multiplicando por 100 la tangente del ángulo que define el desnivel del suelo.

3.3.16. Régimen

Se refiere a la variabilidad que tiene el flujo de agua. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

3.3.17. Superficie

Extensión en que solo se consideran dos dimensiones, longitud y latitud. (Martínez, 2008)

3.3.18. Topografía

Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales. (Carciente J, 1981)

3.3.19. Volumen

El volumen como magnitud es entendido como el espacio que ocupa un cuerpo. La misma posee tres dimensiones, alto, ancho y largo.

Según el Sistema Internacional de Unidades, el volumen es representado por el metro cúbico. En la vida cotidiana el litro también puede ser considerado como una unidad del volumen.

3.4 Bases legales

3.4.1 Decreto Extraordinario N° 5.138

3.4.1.1 Artículo 3.15: los coeficientes de escorrentía a utilizar, con respecto al tipo de superficie son los siguientes:

Tabla 3.1 Coeficientes de escorrentía según el tipo de superficie (Gaceta Oficial N°5318, Art. 3.15, 1999).

Características de la Superficie	Coeficiente de Escorrentía
Pavimento de concreto	0,70 a 0,95
Pavimento de asfalto	0,70 a 0,95
Pavimento de ladrillos	0,70 a 0,85
Tejados y azoteas	0,75 a 0,95
Patios pavimentados	0,85
Caminos de gravas	0,30
Jardines y zonas verdes	0,30
Praderas	0,20

3.4.1.2 Artículo 3.16: el rango de variación de los coeficientes promedio para las distintas zonas, es como se muestra en la tabla 3.18.

Tabla 3.2 Coeficientes de escorrentía promedios para distintas zonas (Gaceta Oficial N° 5318, Art. 3.16, 1999)

Zona	Coeficiente de Escorrentía
Comercial, en el centro de la localidad	0,70 a 0,95
Comercial, en otra ubicación	0,50 a 0,70
Residencia unifamiliar	0,30 a 0,50
Residencia multifamiliar separadas	0,4 a 0,6
Residencia multifamiliar agrupadas	0,60 a 0,75
Residencias suburbanas	0,25 a 0,40
Zona Industrial	0,50 a 0,60
Parques y cementados	0,10 a 0,25
Parques de juegos	0,20 a 0,35

3.4.1.3 Artículo 3.22; Coeficiente de rugosidad: los valores del coeficiente de rugosidad “n” a utilizar según el material de los colectores, serán los siguientes, tabla 3.19.

Tabla 3.3 Coeficiente de rugosidad de acuerdo al material (Gaceta Oficial N° 5318, Art. 3.22, 1999)

Material	“n”
a) Colectores cerrados prefabricados	
P.V.C	0,012
P.E.A.D	0,012
Fiberglass	0,012
Acero	0,012
Hierro fundido	0,012
Hierro fundido dúctil	0,012
Arcilla virificada	0,013
Concreto ($\varnothing > 61\text{cm}$ (24”))	0,013
Concreto ($\varnothing < 53\text{cm}$ (21”))	0,015
b) Colectores cerrados vaciados en sitio	
Concreto	0,014
Canales	
Revestimiento de asfalto	0,015
Revestimiento de concreto	0,015
Excavados en tierra	0,022-0,030
Lechos pedregosos y taludes con grama	0,035

3.4.1.4 Artículo 3.23; Velocidad mínima: la velocidad mínima a sección llena, en colectores de alcantarillados de aguas servidas será de 0,6 m/s. La velocidad mínima a sección llena, en colectores de alcantarillados de aguas pluviales y únicos, será de 0,75 m/s.

3.4.1.5 Artículo 3.24; Velocidad máxima: la velocidad máxima a sección llena en colectores de alcantarillado, dependerá del material a emplear en los mismos.

Las velocidades máximas admisibles, según el material de los colectores se muestran en la tabla 3.20.

Tabla 3.4 Velocidades máximas admisibles según el material de los colectores (Gaceta Oficial N° 5318, Art. 3.24, 1999).

Material de la tubería		Velocidad limite en 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

3.4.1.6 Artículo 3.28; Pendientes mínimas: la pendiente mínima de los colectores del sistema alcantarillado, estará determinado por las velocidades mínimas admisibles a sección llena.

3.4.1.7 Artículo 3.29; Pendientes máximas: las pendientes máximas de los colectores de un sistema de alcantarillado, serán los correspondiente a las velocidades máximas admisibles a sección llena, según el material empleado en los mismos.

3.4.1.8 Artículo 3.91; Planos de un sistema de alcantarillado para aguas pluviales: se ejecutarán en escalas 1:1000; 1:2000 o 1:2500, según corresponda en cada caso, en tantas hojas como sea necesario. Los planos de plantas del sistema se realizaran dibujando en el plano topográfico con curvas de nivel de la localidad y alrededores, los colectores, bocas de visita y sumideros, indicando además:

❖ Límites del área a drenar:

1. Nombre de cada calle existente o en proyecto, así como el de los barrios y otros.
2. Ríos, quebradas y zanjones con sus puentes, alcantarillados y otros.
3. Plazas, parques y jardines públicos.
4. Edificios y lugares importantes, como aeródromos, estadios, cuarteles, hospitales, escuelas y otros.
5. Fuentes públicas de abastecimiento de agua, instalaciones de tratamiento de agua, pozos depósitos y otros.
6. Instalaciones de aguas servidas, estaciones de bombeos y otras obras.
7. Zanjas de posible extensión futura de la localidad.

8. Autopistas, carreteras y caminos de la localidad.
9. Canales de riego, de matariología, drenajes existentes y otros servicios públicos.
10. Punto de referencia acotada (B.M).
11. Cotas de la parte superior de las tapas de las bocas de visita y de todos los puntos notables de la localidad.
12. La dirección norte-sur astronómica.
13. Divisiones de redes, tramos, indicando además el número de hectáreas de cada área tributaria y el número de red; y la escala correspondiente y referencia.

❖ Canales. Se dibujarán los ejes correspondientes, debiéndose indicar, además:

1. Longitud de cada tramo en metros.
2. Comienzo y fin de cada curva, con indicación del o los radios.
3. Pendiente en ‰ (por mil).
4. Gasto máximo a conducir en lt/s.
5. Forma de la sección y dimensiones en metros.

CAPÍTULO IV

METOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

Proyecto factible o Investigación proyectiva.

Se denomina proyecto factible la elaboración de una propuesta destinada atender necesidades específicas a partir de un diagnóstico. El Manual de Trabajos de Grados de 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 puedan referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener el apoyo de una investigación documental y de campo o un diseño que involucre ambas modalidades” (p. 16).

Esta investigación se considera proyectiva o factible porque se propone la ingeniería básica de un nuevo sistema de drenaje de aguas de lluvia en la calle La Piscina, perteneciente al sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar; esto implica aprovechar al máximo todos los conocimientos adquiridos en el área de estudio para lograr cumplir con los objetivos planteados y así

brindar solución al problema que se presenta, arropando las necesidades de la comunidad en cuestión.

Por otro lado, Ballestrini, M (2001) menciona que las investigaciones proyectivas “están orientadas a proporcionar respuestas o soluciones a problemas planteados en una determinada realidad: organizacional, social, económica, educativa, etc. En este sentido, la delimitación de la propuesta final, pasa inicialmente por la realización de un diagnóstico de la situación existente y la determinación de las necesidades del hecho estudiado, para formular el modelo operativo en función de las demandas de la realidad abordada”.

4.2 Diseño de investigación

De acuerdo con la manera de enfocar el problema y las estrategias o métodos aplicados en el mismo para lograr los objetivos, se puede afirmar que el diseño de la investigación es de campo, debido a que consistirá en la recolección de datos directamente del sitio donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, y documental porque requiere de conocimientos previos para enfocar ciertas técnicas de control, lineamientos o parámetros que se pueden aplicar para evitar que se ocasionen problemas de drenaje debido a la circulación de aguas pluviales en la calle La Piscina.

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.

En el caso específico de la presente investigación se dice que es documental ya que se consultarán, analizarán, y procesarán informaciones climatológicas del INAMEH, planos topográficos de Ciudad Bolívar emitidos por la alcaldía de Heres entre otras.

Mientras tanto 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.

Claro está, en una investigación de campo también se emplean datos secundarios, sobre todo los provenientes de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se elabora el marco teórico. No obstante, son los datos primarios obtenidos a través del diseño de campo, los esenciales para el logro de los objetivos planteados.

Esta investigación utiliza estrategia de campo ya que se realizan observaciones y mediciones topográficas directamente en el lugar de estudio.

4.3 Población

Según Méndez, C. (2001); definió población como “...un conjunto finito o infinito de personas u objetos que presentan características comunes...” (p. 22).

Según Arias Fidiás (2006) “La población finita: agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran” (p.82).

La población de la investigación en el presente estudio se define como el espacio donde se extraerá la muestra que va a ser estudiada, para efectos de esta investigación la población vendrá dada por el Sector La Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar, la cual la tomaremos en ambos sentidos de la calle.

4.4 Muestra

La muestra según Castro F. (2003), “Representa una parte de la totalidad de los sujetos de la investigación. De allí que es importante asegurarse que los elementos de la muestra sean lo suficientemente representativos de la población, que puedan permitir hacer generalizaciones de manera precisa.” (p. 67).

Para efectos de esta investigación la muestra será considerada el 100% de la población objeto de estudio debido a que la misma es finita.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos. Según Sabino C. (2002), “las técnicas e instrumentos para la recolección de datos son, en principio, cualquier recurso del cual se vale el investigador para estudiar los fenómenos y extraer de ellos información.” (p.52).

Por su parte, Bisquera R (2002) comenta que: “Son aquellos medios técnicos que se utilizan para registrar las observaciones ó facilitar el tratamiento”. (p.87). Dada la naturaleza del proyecto objeto de estudio y en función de los datos que se requieran, se utilizaran las siguientes técnicas y protocolos instrumentales de la investigación.

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

4.5.1.1 Revisión bibliográfica

Permite la recolección de distintas fuentes ajustándose al tema de estudio, contribuyendo a la obtención de información más detallada, que nos facilite el trabajo, entre los cuales tenemos: libro, normas, tesis, publicaciones electrónicas, registros técnicos de la empresa o cualquier otra información que sirva de ayuda y se encuentre disponible.

4.5.1.2 Observación directa

Según Tamayo y T. (2000), la observación directa es entendida como: “aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” (p. 62).

Mientras que Sabino, C. (2002), la define como: “el uso sistemático de los sentidos humanos en la búsqueda de datos necesarios para llevar a cabo el desarrollo del trabajo” (83).

La observación proporciona información directa y se ejecuta de forma estructurada porque se realiza con la ayuda de elementos técnicos apropiados, tales como: fichas, cuadros, tablas, entre otros, por tal razón esta resulta ser una técnica muy importante, ya que mediante su aplicación se pueden especificar todas las actividades relacionadas a la investigación, de tal manera que se pueda precisar e identificar todos los factores más importantes dentro del proyecto.

4.5.1.3 Entrevista no estructurada

Esta técnica permitió recolectar la información necesaria para la realización de esta investigación. Estas entrevistas consisten en hacer preguntas a las personas que viven en el área, sin llevar una estructura definida para obtener información actualizada, precisa y detallada, todo con el propósito de tener ideas más claras de las

actividades y procesos que serán llevadas a cabo para la evaluación del sistema de drenaje del sector la coca cola.

4.6 Flujograma de la investigación

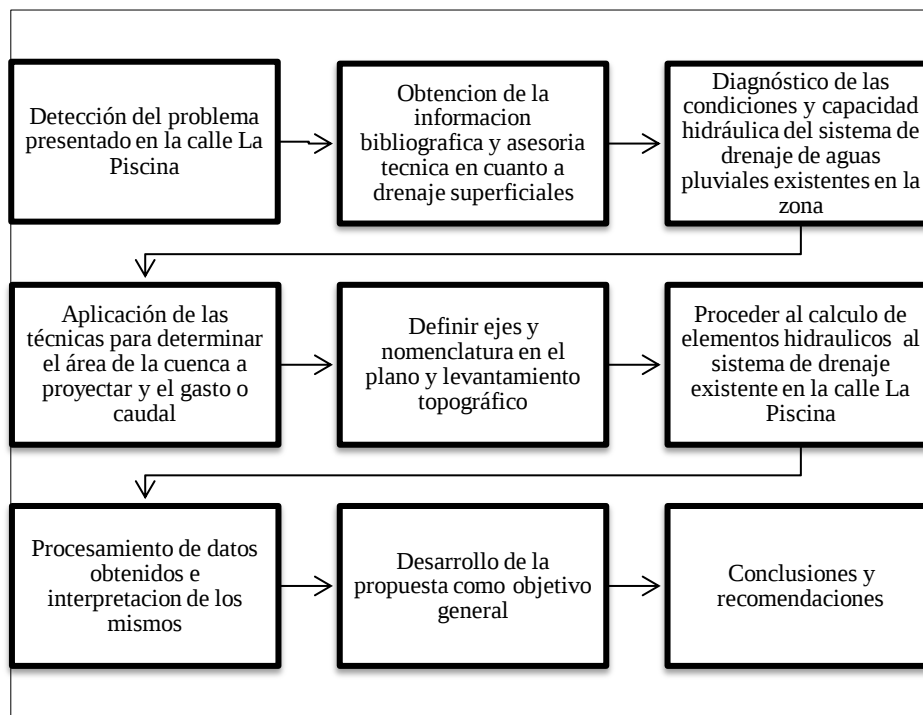


Figura 4.1 Flujograma de la investigación

4.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

4.7.1 Diagnosticar la situación actual en el sistema de drenaje

Se realiza un recorrido de campo para identificar, mediante la observación directa, los elementos participantes en la zona de estudio. Se evalúa la condición en la que se encuentran los elementos del sistema de drenaje existente, para describir la situación en la que operan. Durante el recorrido, se toman fotografías de los puntos de interés, donde se aprecian los puntos relevantes que identifican la problemática que existe y darle solución a través de una propuesta. Las actividades comprendidas en el recorrido de campo, fueron las siguientes:

1. Visitas al área específicamente en el tramo a estudiar para observar las condiciones e identificar la situación (mediante registros fotográficos).
2. Se realizó la identificación y descripción de las condiciones en las que se encuentran los elementos del sistema de drenaje existentes.
3. Se acudió a la zona para evaluar la situación de la zona en estudio y el comportamiento del sistema de drenaje existente durante los períodos de lluvia.

4.7.2. Caracterizar climatológicamente el área de estudio

La caracterización climatológica se realizó tomando en cuenta los datos del INAMEH.

4.7.3 Delimitación y determinación del área de la cuenca de drenaje en la zona de estudio

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

4.7.4 Determinación de los parámetros hidráulicos y geométricos del canal

Para la propuesta se tomó en cuenta el diseño de un canal en el cual se decidió trabajar con el software H-canales para obtener las características tanto hidráulicas como geometrías del mismo.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Diagnostico de la situación actual del sistema de drenajes de aguas pluviales existente en la zona

Una vez realizado el recorrido de la zona , la calle La Piscina, Sector Coca Cola tomando en cuenta como punto de inicio desde Rectificadora Mundial hasta la redoma de Puente Gómez como punto final, se notó la ausencia de sistemas de drenaje de aguas pluviales en la mayor parte del tramo como (sumideros, canales, alcantarillas, cajones), tomando en cuenta que son 871,60 metros de longitud estudiada se observó dos sumideros de rejillas el primero ubicado a unos pocos metros de la cauchera Mas Cauchos en el canal derecho en sentido Norte-Sur y el otro al frente del establecimiento Autopartes Guayana C.A en el canal izquierdo en sentido contrario y un sumidero de ventana ubicado a unos pocos metros antes de llegar a la estación de servicio Trébol Tacoma, dichos sumideros no están funcionando de manera adecuada, ya que se encuentran obstruidos por la acumulación de sedimentos y vegetación, debido al mal mantenimiento de los mismos y además el gasto que se acumula está por encima de la capacidad de los sumideros. Las observaciones antes mencionadas son el motivo principal de la acumulación de agua en la zona de estudio.



Figura 5.1 Sumidero de rejas existente en la zona ubicado en frente del establecimiento Autopartes Guayana C.A



Figura 5.2 Formación de laguna en frente de la cauchera Mas Cauchos

.5.2 Caracterización climatológica del 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).

5.2.1 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 5.3 se presenta la Precipitación media anual para el período considerado.

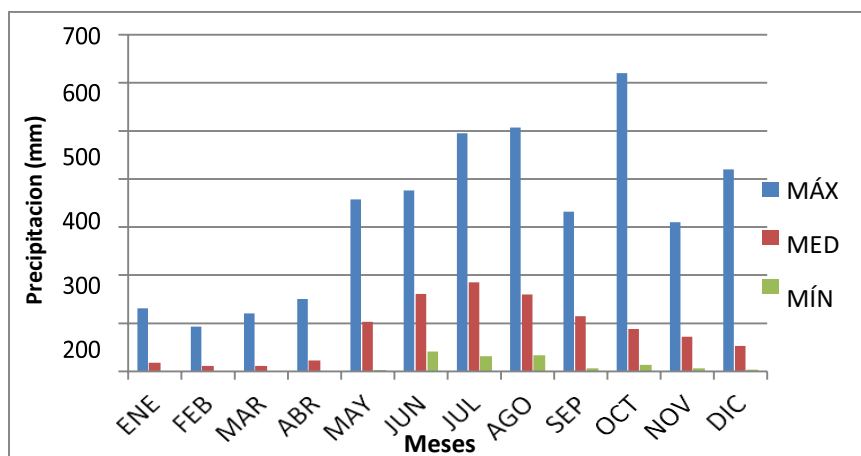


Figura 5.3 Precipitación máxima, media y mínima mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar Período 1.987 – 2.007. (INAMEH, 2017)

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.

5.2.2 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.

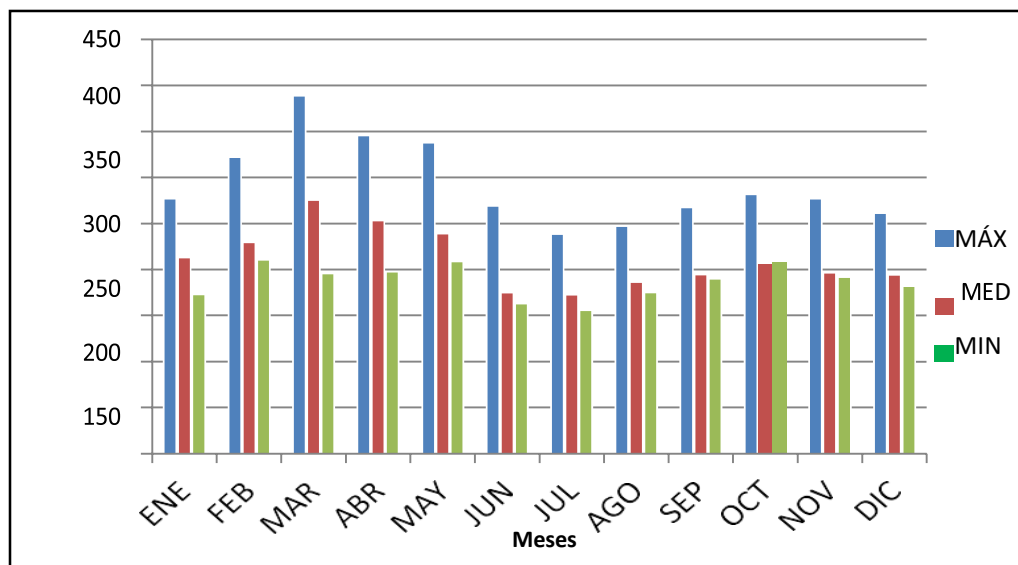
En la tabla 5.2 se muestra los valores medios (MED), máximos (MÁX) y mínimos (MÍN) de evaporación anual de la Estación Punta Tamarindo–Estado Anzoátegui.

Tabla 5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estación Punta Tamarindo

Serial: 4659 – Estado Anzoátegui. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).

Evap	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
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
MÁX	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 5.4 muestra la Evaporación media anual para el período considerado



Figuran 5.4 Evaporación media mensual en (mm). Estado Punta Tamarindo, Serial: 4659 – Estado Anzoátegui Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017)

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

5.2.3 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	MAY	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 5.5 muestra la temperatura media anual del periodo climatológico considerado.

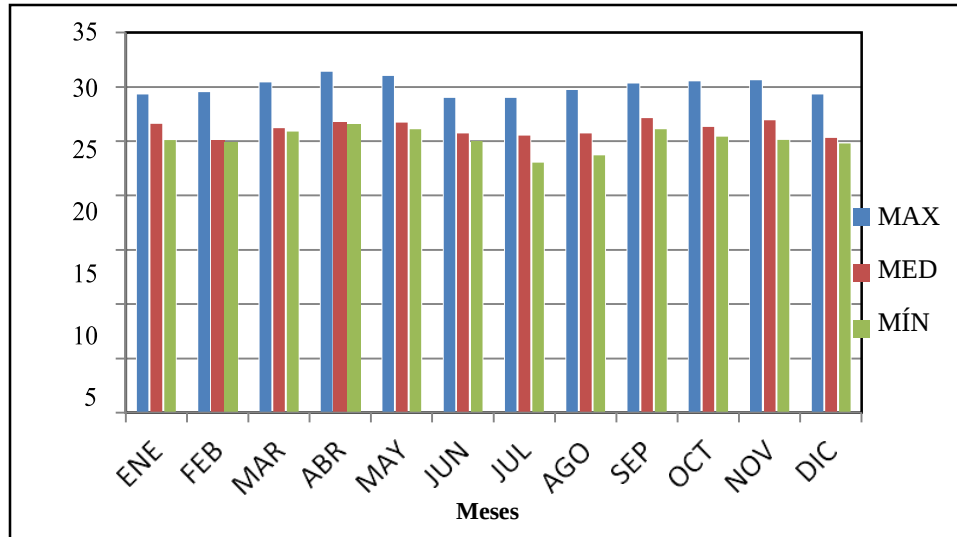


Figura 5.5 Temperatura media mensual en (°C) . Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Periodo 1.987 – 2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).

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.

Tabla 5.4 Áreas de la cuenca. (Residencial y pavimentada)

Zona	Área	
	Ha	M2
Residencial	59,092	590923,403
Pavimento	9,295	92949,657
Total	68,387	683873,060

5.4 Delimitación de las variables dimensionales e hidrológicas en el área de estudio.

5.4.1 Área y perímetro

Al delimitar la zona, mediante el uso de AutoCAD 2014, se obtuvo un área de 68,387 Ha y un perímetro de 3,258 Km.

5.4.2 Longitud Axial

La longitud axial de la cuenca es de 1,226 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.

5.4.3 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 1673,4 m o 1,673 km.

5.4.4 Pendiente media de la zona

La diferencia desde el inicio de la cuenca hasta el punto de descarga es de 7,19 mts ya que la elevación al inicio de la cuenca cuenta con 42,19 mts y la elevación o cota al final de nuestro punto de descarga es de 35.00 mts y tomando la longitud del cauce obtenemos una pendiente media de la zona de 0.4%

5.4.5 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)

$$Ff = 0.684 \text{ km}^2 / (1,226 \text{ km})^2 = 0.455$$

5.4.6 Coeficiente de Compacidad (Kc)

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

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

Donde

P= Perímetro de la cuenca (Km)

A= Área de la cuenca (Km²)

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

Por lo tanto obtenemos un coeficiente de compacidad de:

$$K_c = 0,282 (3,258 \text{ Km}) / (0,684 \text{ Km}^2)^{1/2} = 1,111$$

5.4.7 Determinación de los caudales de diseño para periodos de retorno de 5, 10 y 25 años

El cálculo del caudal se efectuara mediante la fórmula del método racional que dice que el caudal es igual a coeficiente de escurrimiento por intensidad de la lluvia por el área.

$$Q = C * I * A \quad (5.3)$$

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

5.4.7.1 Determinación del Periodo de Retorno

El período de retorno es el lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada, entendiéndose esto por período 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.

Para efectos de esta investigación tomaremos períodos de retorno de 5, 10 años y 25 años.

5.4.7.2 Determinación del tiempo de concentración de la cuenca

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

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

Donde

T_c = Tiempo de concentración en minutos

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

H = Diferencia de elevación 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 o punto de descarga, para este caso la elevación en el punto A* o inicio del cauce es de 42.19 mts y la elevación en el punto B* o sitio considerado como final es de 35.00 lo cual nos arroja una diferencia de 7,19 mts. (Figura 5.7)

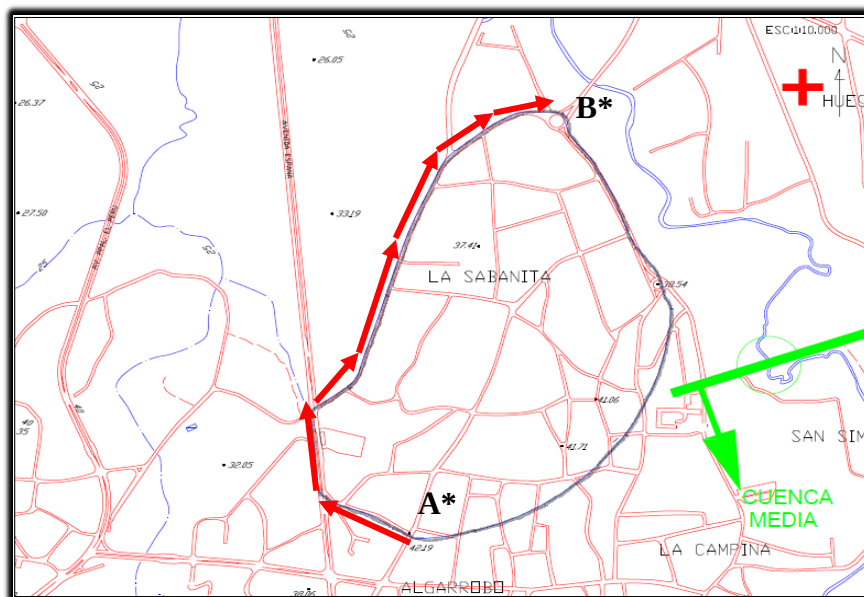


Figura 5.7 Inicio y final del cauce.

Sustituyendo en la fórmula de tiempo de concentración obtenemos:

$$T_c = 0,0195 ((1673,4 \text{ mts})^3 / 7,19 \text{ mts})^{0,385}$$

$$T_c = 48.245 \text{ min}$$

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

$$T_c (\text{horas}) = 0.8041 \text{ horas}$$

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 5.5)

Tabla 5.5 Intensidad de la 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 5.6)

Tabla 5.6 Intensidades de lluvia para la cuenca para
Periodos de retorno de 5, 10 y 25 años.

Período de retorno	Intensidad	
	(mm/h)	(lps/ha)
5 años	75,6	210,168
10 años	96,8	269,104
25 años	112,8	313,584

5.4.7.3 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 seleccionó fue de 0.825. Como en la mayoría de las parcelas se tenía zonas residenciales y pavimentadas el coeficiente de escurrimiento se ponderó utilizando la siguiente fórmula: (figura 5.8).

$$Cep = ((\text{Area 1} * Ce 1) + (\text{Area 2} * Ce 2)) / \text{Area total} \quad (5.5)$$

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 5.8 Coeficiente de escurrimiento según la zona.
(Aparicio, 2001)

$$Cep = ((59,092ha \cdot 0.6) + (9,295ha \cdot 0.25)) / 68,387 ha$$

$$Cep = 0.6339$$

Recordemos que para esta investigación se decidió calcular el caudal de diseño del canal 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. (Tabla 5.7)

Tabla 5.7 Caudal de la cuenca.

Caudal de diseño 5 años		Caudal de diseño 10 años		Caudal de diseño 25 años	
m ³ /seg	lps	m ³ /seg	Lps	m ³ /seg	lps
9,1108	9.110,8 919	11,6657	11.665,79 82	13,5940	13.594,0292

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.

El caudal de diseño será entonces: $Q = 13,5940 \text{ m}^3/\text{seg}$ ó $13.594,0292 \text{ lps}$

5.5 Definición del trazado en planta y perfil longitudinal del canal

El trazado de los canales para el urbanismo consta de alineaciones rectas y curvas, los canales que están dispuestos en línea recta permiten la circulación del caudal de forma uniforme a lo largo del mismo. Al mismo tiempo se tomó la precaución de que las curvas no causaran efectos negativos ni problemas de gran magnitud a la hora de la realización de los canales.

El trazado del canal va desde el punto A hasta el punto B, cuenta con una longitud de aproximadamente 871,60mts , se encontrara ubicado en lado derecho desde Rectificadora Mundial y a pocos metros después de la intersección entre la calle La Piscina y el Paseo Gaspari el canal se interceptara a través de la calle hasta llegar al lado izquierdo de la misma y seguirá hasta concluir su punto de descarga.

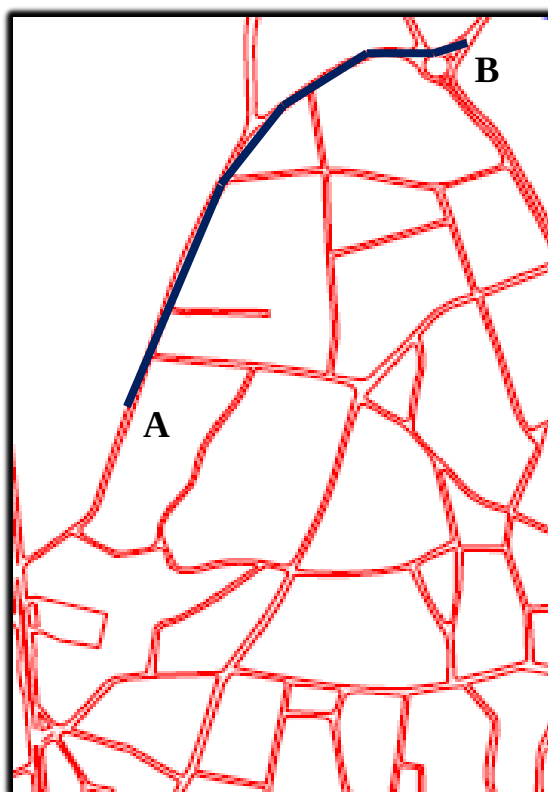


Figura 5.9 Trazado en planta del canal

5.5.1 Perfil longitudinal del canal.

El perfil longitudinal del canal puede apreciarse en el Apéndice A, para este se tomó la longitud del canal para llevarlo a cabo, debemos mencionar que el canal tiene un recubrimiento de 0,15 m de concreto a largo del mismo. En el perfil 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.

5.6 Determinación de los parámetros hidráulicos y geométricos del canal

Para el momento en que fue necesario determinar la capacidad del canal, se requirió del cálculo y la sección de los parámetros más precisos, el canal se diseñó bajo condiciones ideales ya que la presencia de desechos sólidos disminuye la calidad del funcionamiento del mismo. Una de las condiciones que se deben tener en cuenta a la hora de determinar los parámetros sería la pendiente media y el coeficiente de rugosidad, en este caso por tratarse de un revestimiento de concreto el coeficiente sería 0.016.

Como la capacidad hidráulica de la vía fue calculada 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 es de 6,475 lps, y por lo tanto es necesario el redimensionamiento del canal existente.

El diseño de los canales es de sección rectangular se diseñó con una base de que van desde 0,3 m hasta 2,5 m. En la materia de hidráulica el caudal que fluyen por la calle es de 13,5940m³/seg ya que se eligió un periodo de diseño de 25 años, para evitar que este sufriera desbordes el canal se diseñó con una capacidad un poco mayor, el rango establecido de la velocidad mínima es de 0,75 m/s y la velocidad máxima es de 6 m/s.

El cálculo de los elementos geométricos e hidráulicos del canal se hizo mediante el uso del programa H canales 3.0, el programa trabaja en función a la fórmula de Maning y fue diseñado por el ingeniero Peruano Máximo Villón Béjar, que nos permite diseñar de una forma más rápida y eficaz los canales.

Tabla 5.8 Elementos geométricos del canal.

Ancho inundación	Perímetro mojado
1,5 m	5,254 m
Base (m)	Radio hidráulico
2	0,6193 m
tirante de agua (y)	Espejo de Agua (T)
1,627 m	2 m
Área (m2)	S%
3,597	0,6
Longitud (m)	Borde Libre + Y
871,60	1,927

La sección transversal del canal diseñado puede apreciarse en el Apéndice B.

Debemos agregar a nuestro estudio la implementación de rejillas sobre el canal para la protección del mismo y brindar comodidad tanto para los peatones como para los vehículos que circularían por la calle en estudio, además de ser mejor visto en cuanto a diseño. Por otro lado, se evitaría que se obstruya con desperdicios arrojados por la sociedad. Un modelo de estas rejillas es la mostrada en la imagen 5.10.

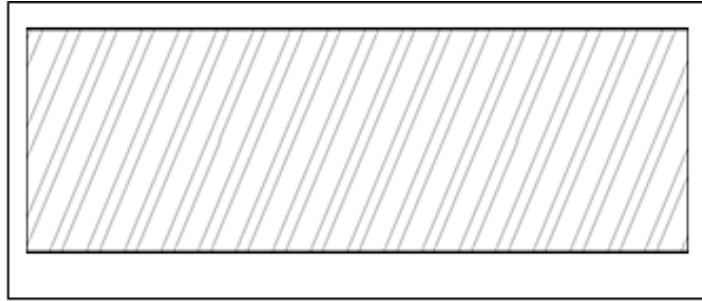


Figura 5.10 Rejilla para canales

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA

6.1 Objetivo de la propuesta

Propuesta de la ingeniería básica de un nuevo sistema de drenaje de aguas de lluvia en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar.

6.2 Alcance de la propuesta

Se desea lograr que mediante un nuevo sistema de drenaje de aguas de lluvia previamente diseñado sea capaz de soportar y transportar de manera eficaz el escurrimiento superficial que se produce en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar.

6.3 Justificación de la propuesta

Con la realización del sistema de drenaje propuesto mejorara la calidad de vida de los ciudadanos tanto peatones como los que circulan en sus vehículos garantizando un buen drenaje de las aguas de lluvia del urbanismo logrando así su planificación,

además de disminuir inundaciones, así como también el desarrollo de enfermedades causado 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 hacia el punto de descarga final, 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 del canal

Esta propuesta está basada en un sistema de drenaje de aguas de lluvia, con descarga hacia los ríos y quebradas más cercanos.

El sistema está conformado por un canal principal con la capacidad de drenar y escurrir eficientemente el caudal determinado para su diseño y manteniendo velocidades superiores a la mínima 0,75 m/seg y menores a la máxima 6 m/seg.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Mediante el diagnóstico del sistema de drenaje se determinó que habían estructuras de captación (sumideros de rejillas y ventanas) existentes en el área de estudio las cuales no estaban en buen funcionamiento ya que el agua que se acumula es muy grande para la capacidad del mismo y el mal mantenimiento aunado a ello provocó que se acumularan los sedimentos y la vegetación.
2. De acuerdo a las magnitudes promedio de los parámetros climáticos, analizados en el área de estudio donde se pudo observar una precipitación promedio anual de 83,13 mm, evaporación promedio anual de 190,6 mm, temperatura promedio anual de 25,9°C, podemos concluir que la zona de estudio posee un clima tropical.
3. El área de la cuenca en estudio estará determinada por zonas residenciales y pavimentada las cuales dieron como resultado un área total de 68,387 Ha.
4. Morfométricamente el área de estudio la cual debe ser drenada de las escorrentías superficiales tiene una superficie de 68,387 Ha, como cuenca de drenaje asimismo presenta una pendiente promedio total de 0.4%. La longitud del cauce principal es de 1673,4 m o 1,673 km, el factor forma y compactación presentan valores de 0.455 ff y 1,111 kc respectivamente lo cual permite caracterizar la cuenca como poco

generadora de inundaciones. Además, la cuenca de drenaje total del área de estudio maneja un caudal 9,1108 m³/seg para un período de retorno de 5 años, para 10 años se manejan 11,6657 m³/seg y para 25 años se maneja un caudal de 13,45940 m³/seg.

5. El trazado en planta del canal viene dado por una alineación recta y con pocos puntos de inflexión y con una fluidez del caudal de sur a norte a lo largo de la calle La Piscina.

Así mismo el perfil longitudinal del mismo posee una pendiente de 0.6%, con cotas que van desde 40,00 m hasta 35,00 m.

6. En virtud del reducido espacio disponible en las vías de comunicación se ha previsto el diseño de un canal de sección rectangular, cuyo ancho oscilara entre 0,3 m y 2,5 m con profundidades que variaran entre 0,40 m y 1,7 m. Estos diseños permitirán que los flujos de las aguas drenadas se mantengan en velocidades entre 0,786 m/seg y 4 m/seg respetando los criterios de las velocidades mínimas y máximas permisibles en el diseño de canales.

Recomendaciones

1. Llevar a cabo la propuesta expuesta en el Capítulo VI del presente trabajo de investigación, la construcción de un nuevo sistema de drenajes de aguas de lluvia en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar de forma que se le dé solución a la situación problemática planteada en esta investigación.

2. 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.

3. Fomentar dentro de los habitantes de dicho sector, reuniones y charlas, que ayuden a la concientización de la disposición de materiales, desechos y/o basura, para evitar el bote incontrolado en aceras y terrenos baldíos, ya que la mayoría de estos desechos, debido a las precipitaciones y esorrentía en la zona son transportados o llevados hacia las calles y de esta forma daña el verdadero propósito de los sistemas de drenaje, trayendo como consecuencia los problemas de inundación que se ven hoy en día en muchos sectores de nuestra región.

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).

Corporación Venezolana de Guayana (CVG) Tecmin, (2014) Bolívar,
Venezuela.

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

French, R. (1988). **HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS**, (1ª Ed). México D.F, México. **HIDROLOGÍA BÁSICA Y APLICADA**, (2007). (Página web en línea) disponible en: <http://www.upct.es/~minaees/hidrologia.pdf>

Instituto Nacional de Meteorología e hidrología (INAMEH), (2014). Bolívar, Venezuela.

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>

Naim, N., (2011) **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA QUEBRADA QUITA CALZÓN, CUENCA HIDROGRÁFICA URBANA DEL RÍO SAN RAFAEL, CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR**. Trabajo de Grado, Escuela de Ciencias de la tierra, Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar (p. 109 - 110).

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

APÉNDICES

APÉNDICE A
PERFIL LONGITUDINAL DEL CANAL

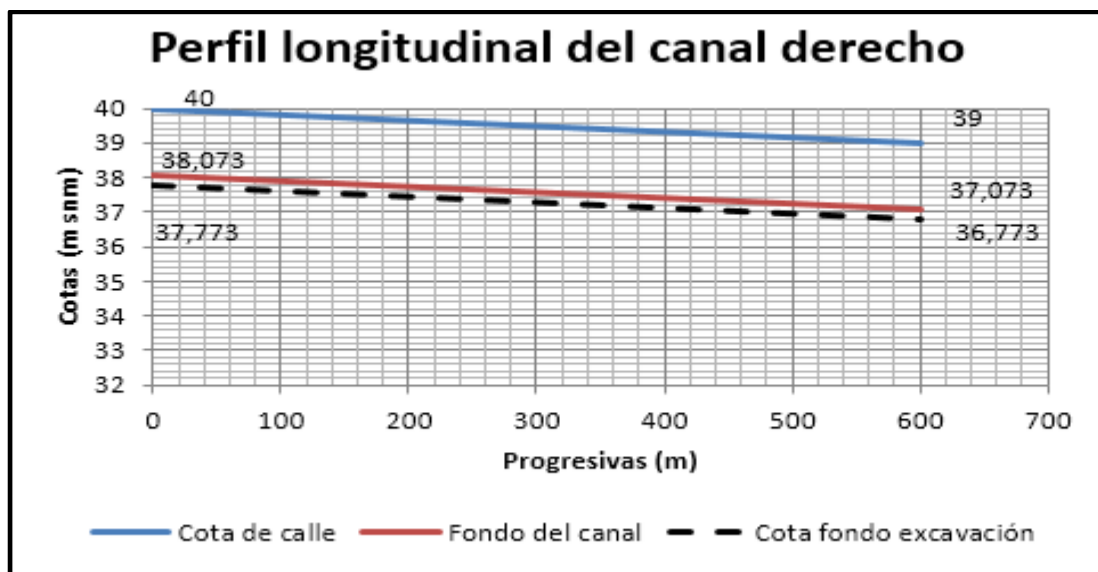


Figura A.1 Perfil longitudinal del canal izquierdo

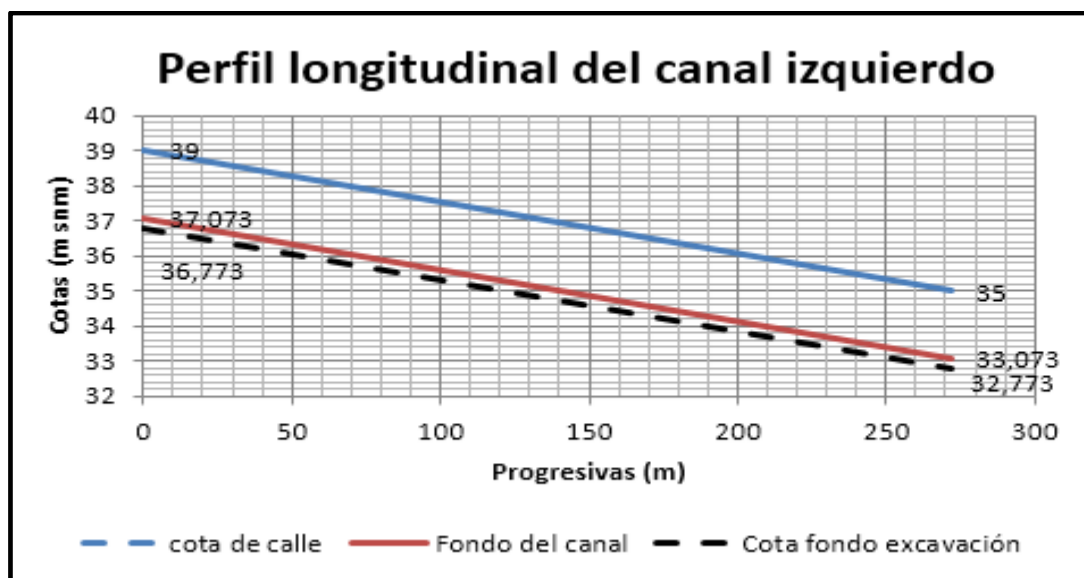


Figura A.2 Perfil longitudinal del canal derecho

APÉNDICE B
SECCION TRANSVERSAL DEL CANAL

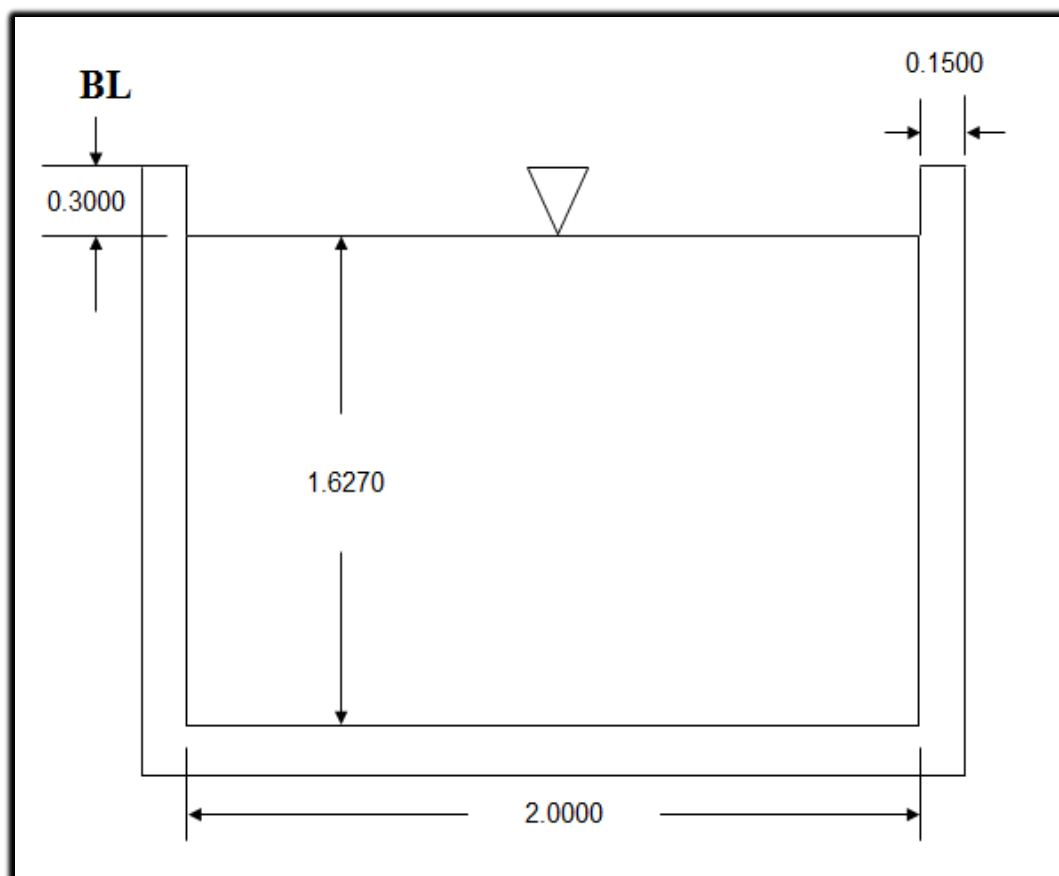


Figura B.1 Sección transversal del canal diseñado

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	PROPUESTA DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE UN NUEVO SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS DE LLUVIA EN LA CALLE LA PISCINA, SECTOR COCA COLA, PARROQUIA LA SABANITA, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR
Subtítulo	

Autor

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Gutierrez C., Annerys Del C.	CVLAC	25.695.407
	e-mail	annerysg16@gmail.com
	e-mail	
Torres R., Uvienni K.	CVLAC	27.115.841
	e-mail	uviennikelimar@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Aguas pluviales
Drenaje
Caudal
Propuesta
Parámetros Hidráulicos
Variables climáticas
Trabajo de grado

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias De La Tierra	Ingeniería Civil

Resumen (abstract):

En este trabajo se planteó como objetivo general “Proponer la ingeniería básica de un nuevo sistema de drenaje de aguas de lluvia en la calle La Piscina, Sector Coca Cola, Parroquia La Sabanita, Municipio Heres, Estado Bolívar”. La metodología se desarrolló bajo el esquema de una investigación documental y de campo debido a que la información fue recopilada de datos tomados directamente del lugar donde ocurren los hechos en observación y a su vez de tipo proyectiva puesto que; se dice que la investigación es proyectiva porque intenta proponer soluciones a una determinada situación. Se utilizó información facilitada por entes como el INAMEH, sirviendo de base para la determinación de datos hidrológicos e hidráulicos que fueron necesarios para el estudio de las aguas de escorrentía en la zona. Las técnicas utilizadas para recolectar los datos en la realización del proyecto fueron observación directa al sitio en estudio para conocer su problemática, revisión documental y consultas académicas, además de evaluar su capacidad para corroborar si se encuentra en condiciones para drenar el caudal de diseño estimado. El método para la estimación del caudal fue el Método Racional. Finalmente se propone mejorar el sistema de drenaje a través de la construcción de un canal de tipo rectangular lo cual implicara una modificación de la actual geometría y dimensiones que se encontraran resumidos en tablas 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 – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL /	Código CVLAC / e-mail
Echeverría Beatriz	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☒ JU ☐
	CVLAC	21.013.748
	e-mail	echeverriabcc92@gmail.com
Monteverde Francisco	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC	12.192.676
	e-mail	
Echeverría Dafnis	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC	4.506.408
	e-mail	Dafnisecheverria2807@gmail.com

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2020	03	03

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TESIS PROPUESTA DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE UN NUEVO SISTEMA DE DRENAJE (Annerys-Uvienni)	Aplication/msword

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: *PRE-GRADO* _____

Área de Estudio: *DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL* _____

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: *UNIVERSIDAD DE ORIENTE* _____