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

PROPUESTA DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE UN SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL CONJUNTO URBANISTICO S-1, DE LA POBLACIÓN EN SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA.

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR BRITO R. ORIANNYS H. PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.

CIUDAD BOLÍVAR, JUNIO DE 2018

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, titulado: **"PROPUESTA DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE UN SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL CONJUNTO URBANISTICO S-1, DE LA POBLACIÓN EN SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA"** presentado por la bachiller: **ORIANNYS H. BRITO R.,** cédula de identidad **Nº 21497227**, como requisito parcial para optar por el título: Ingeniero Civil, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Apellido y Nombre del Prof.:	Firma
Prof. Dafnis Echeverría (Asesor)	
Stefany Devera (Jurado)	
Beatriz Echeverria (Jurado)	

Prof. Pedro Gamboa
Jefe del depto. de Ing. Civil

Prof. Francisco Monteverde
Director de Esc. De Ciencias de la tierra

En Ciudad Bolívar, Junio de 2018

DEDICATORIA

A mi Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo.

A mis padres

A mi hermana Rosa Brito Ramírez.

A mis familiares, amigos y compañeros.

Oriannys Brito Ramírez

AGRADECIMIENTOS

A mi Padre Celestial, por sostenerme en su verdad y justicia. A mi Señor Jesucristo por su Gracia y Amor. Al Espíritu Santo por guiarme y acompañarme, ellos tres uno son (1 Juan 5:7).

A mis padres Adriana Ramírez de Brito y Augusto Brito por su apoyo incondicional, amor, consejos y cada una de sus oraciones.

A mi hermana Rosa Brito por cada ocurrencia, consejos y compañía no importando que estuviésemos lejos, su apoyo incondicional y oraciones hicieron parte importante durante esta carrera.

Al Ministerio Luz Hermosa.

A mi familia por su apoyo y palabras de aliento.

A la Universidad de Oriente por abrirme sus puertas.

A mi tutor académico Ing. Dafnis Echeverría por toda su valiosa cooperación y tiempo invertido durante la realización del Trabajo de Grado.

A José Butto, Andreina Marín, y kenneddys Hernández por sus atenciones y cooperación abnegada. Y cada instrumento que mi Dios añadió. Gracias y Dios les continúe bendiciendo.

Oriannys Brito Ramírez

RESUMEN

El objetivo fundamental de este trabajo de investigación es determinar la ingeniería básica de un sistema de drenaje de aguas pluviales para el conjunto urbanístico S-1, de la población en Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui. La investigación es de tipo descriptiva requiriendo de una estrategia o diseño documental y de campo. La metodología utilizada incluye la observación de la zona. Describiendo los principales parámetros climáticos mediante los registros del INAMEH correspondientes a la estación de Ciudad Bolívar ya que se encuentra a una distancia próxima del área de estudio. Identificando y delimitando la cuenca y subcuencas urbanas existentes en el conjunto residencial S-1. Además de estimar el caudal de la cuenca y subcuencas por el Método racional, con valores anteriormente calculados como el tiempo de concentración, coeficiente de escurrimiento ponderado y teniendo en cuenta un periodo de retorno de 25 años. Realizando luego el perfil longitudinal y de planta detallando los canales considerados para el urbanismo. Con más precisión de elaboración se efectúa por el programa Hcanales el cálculo de cada canal. Los resultados relevantes de la investigación acotan que el clima del área se enmarca en la zona de clima cálido. Identificando 2 ramales de flujo urbanos. Con coeficiente de escurrimiento ponderado de 0.36286. Determinados los caudales el ramal de flujo màs importante en cuanto al aporte de aguas (1.898 m3/s) corresponde al ramal de flujo ubicado de norte a este identificado con color amarillo para un periodo de retorno de 25 años. Con perfiles longitudinales siendo el primero que va desde el punto 1-8 y luego el que va desde el punto 9-24 mostrando en planta el direccionamiento del flujo en el urbanismo. Los valores arrojados por el programa Hcanales diagnostica los diferentes tamaños de los canales que comprende el urbanismo permitiendo la conduccion del flujo.

CONTENIDO

Página

ACTA DE APROBACIÓN ii
DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTOS vi
RESUMEN v
CONTENIDO vi
LISTA DE FIGURAS xi
LISTA DE TABLAS xii
INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR 3

1.1 Planteamiento del Problema 3
1.2 Objetivos de la investigación 7
1.2.1 Objetivo General 7
1.2.1 Objetivos específicos 8
1.3 Justificación de la investigación 8
1.4Alcance de la investigación 9

CAPÍTULO II. GENERALIDADES 10

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio 10
2.1.1 Municipio Independencia del Estado Anzoátegui 11
2.2 Economía del área de estudio 11
2.3 Cultura del área de estudio 12
2.4 Vegetación típica de la región 12
2.5 Geología del área de estudio 12
2.5.1 Formación Mesa 13
2.5.2 Geomorfología 12
2.6 Suelos 12

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO 15

3.1 Antecedentes del estudio o estudios previos 15
3.2 Bases Teóricas 16
3.2.1 Variables hidrometeorológicas 16
3.2.1.1 Evaporación 17
3.2.1.2 Precipitación 17
3.2.1.3 Temperatura 17
3.2.2 Curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF) 18
3.2.3 Coeficiente de escorrentía 18
3.2.4 Tiempo de concentración de las aguas de escorrentía 19
3.2.5 Sistema de drenaje urbano 20
3.2.6 Origen de las aguas en un sistema de drenaje 20
3.2.7 Componentes de un sistema de drenaje 21
3.2.7.1 Canales interceptores 21
3.2.7.2 Canales recolectores 21
3.2.7.3 Cunetas, sumideros y alcantarillas 21
3.2.7.4 Estaciones de bombeo 22
3.2.8 Sistema de drenaje pluvial 22
3.2.9 Canales Abiertos 22
3.2.9.1 Canales naturales 23
3.2.9.2 Canales artificiales 23
3.2.10 Clasificación de los canales según el material 24
3.2.10.1 canales excavados 24
3.2.10.2 Canales revestidos 24
3.2.11 Trazado de canales 25
3.2.12 Geometría del canal hidráulico 26
3.2.12.1 Canal de sección trapecial 26
3.2.12.2 Canal de sección rectangular 26
3.2.12.3 Canal de sección triangular 27
3.2.12.4 Canal de sección circular 27
3.2.12.5 Canal de sección parabólica 27
3.2.13 Elementos geométricos de una sección de canal 28
3.2.13.1 Profundidad de flujo (Y) 28
3.2.13.2 Nivel del agua 28
3.2.13.3 Ancho superficial (T) 28
3.2.13.4 Área mojada (A) 29
3.2.13.5 Perímetro mojado (P) 29
3.2.13.6 Radio hidráulico (R) 29
3.2.13.7 Profundidad hidráulica (D) 29
3.2.13.8 Factor de sección para el cálculo de flujo crítico (Z) 29
3.2.13.9 Factor de sección para el cálculo de flujo uniforme 29

3.2.13.10 Talud (m) 30
3.2.13.11 Coeficiente de rugosidad (n) 30
3.2.13.12 Pendiente (S) 30
3.2.13.13 Libre bordo (LB) 30
3.2.14 Elementos hidráulicos de los canales abiertos 31
3.2.15 Flujo en un canal 33
3.2.16 Estado de Flujo 33
3.2.16.1 Flujo laminar 33
3.2.16.2 Flujo turbulento 34
3.2.16.3 Flujo crítico 34
3.2.16.4 Flujo subcrítico 34
3.2.16.5 Flujo supercrítico 35
3.2.17 Tipos de flujo 35
3.2.17.1 Flujo permanente 35
3.2.17.2 Flujo no permanente 35
3.2.18 Análisis morfométrico 35
3.2.18.1 Área 36
3.2.18.2 Perímetro 36
3.2.18.3 Longitud axial 36
3.2.18.4 Longitud del cauce 36
3.2.18.5 Factor forma (Ff) 36
3.2.18.6 Coeficiente de compacidad (Kc) 37
3.2.18.7 Pendiente media del cauce principal (Sm) 37
3.2.18.8 Método racional 38
3.2.19 Ecuación de Izzard 38
3.3 Términos básicos 39
3.3.1 Áreas inundables 39
3.3.2 Aguas pluviales 39
3.3.3 Canales 39
3.3.4 Caudal 40
3.3.5 Climatología 40
3.3.6 Colectores 40
3.3.7 Cuenca 40
3.3.8 Datum 41
3.3.9 Drenaje superficial 41
3.3.10 Duración 41
3.3.11 Fluido 41
3.3.12 Frecuencia (período de retorno) 41
3.3.13 Hidrología 42
3.3.14 Intensidad 42
3.3.15 Perfil longitudinal 42

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO 15

3.3.16 Perfil transversal 42
3.3.17 Pluviómetro 42

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO 43

4.1 Tipo de investigación 43
4.2 Diseño de investigación 44
4.3 Población y muestra de la investigación 45
4.3.1 Población de la investigación 45
4.3.2 Muestra de la investigación 45
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 46
4.4.1 Técnicas para la recolección de datos 46
4.4.1.1 Observación directa 46
4.4.1.2 Revisión bibliográfica 46
4.4.2 Instrumentos para la recolección de datos 47
4.5 Flujograma de la investigación 47
4.6 Procedimiento para el logro de los objetivos 48

CAPÍTULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 49

5.1. Caracterización climatológica de la zona de estudio 49
5.1.1 Precipitación 49
5.1.2 Evaporación 51
5.1.3 Temperatura media mensual 52
5.2 Delimitación de la cuenca y subcuencas en el área de estudio 54
5.3 Estimación de los caudales de drenaje de la cuenca y Subcuencas especificadas 56
5.3.1 Determinación del período de retorno 56
5.3.2 Determinacion del tiempo de concentracion 57
5.3.3 Determinacion de la intensidad de lluvia 59
5.3.4 Calculo del coeficiente de escorrentía 63
5.3.5 Determinación de caudal 65
5.4 Perfil longitudinal y planta de los canales que integraran el sistema de drenaje 66
5.5.Elementos geométricos e hidráulicos de los canales que integran el sistema de drenaje propuesto 68

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....70

Conclusiones..... 70
Recomendaciones..... 71

REFERENCIAS.....73

LISTA DE FIGURAS

Página

2.1 Ubicación nacional y regional del área de estudio 10
2.2 Vegetación típica del área de estudio 12
2.3 Suelos del área de estudio 14
4.1 Flujograma de la investigación. Fuente: Brito, O. 2018. 47
5.1 Precipitación máxima, media y mínima mensual (mm). Estación Ciudad BolívarAeropuerto, Edo. Bolivar. Período 1.987 - 2.007.(Fuente:INAMEH, 2015) 50
5.2 Evaporación Media mensual (mm). Estación Punta Tamarindo, Serial: 4659 – Estado Anzoátegui Período 1.987 – 2007. (Fuente; INAMEH, 2015) 52
5.3 Temperatura media mensual (°C). Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987-2.007 (Fuente: INAMEH, 2017)..... 53
5.4 Área de la cuenca. Fuente: Brito, O. 2018 54
5.5 Área de las subcuencas. Fuente: Brito, O. 2018 55
5.6 Direcciones de flujo en cada ramal. Fuente: Brito, O. 2018..... 55
5.7 Curvas IDF para la estación de Ciudad Bolívar - Aeropuerto. Período 1970-2000. Fuente: Montilla y Pereira 2010. 61
5.8 Perfil longitudinal con indicación de progresiva y cotas de los canales de la zona 1 - 8. Fuente: Brito, O. 2018..... 66
5.9 Perfil longitudinal con indicación de progresiva y cotas de los canales de la zona 9 - 24. Fuente: Brito, O. 2018..... 67
5.10 Planta de los canales del sistema de drenaje propuesto. Fuente: Brito, O. 2018. 67

LISTA DE TABLAS

Página

2.1 Coordenadas UTM de los vértices del área de estudio. (Datum WGS84) 10
3.1 Elementos de secciones transversales (Chow, V., 1994) 27
3.2 Velocidades máximas admisibles según el material de los colectores (Gaceta Oficial N° 5318, 1999) 32
5.1 Precipitación media mensual en (mm). Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto. Edo. Bolívar. Período 1.987 - 2.007. (Fuente: INAMEH, 2015).....50
5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estación Punta Tamarindo, Serial: 4659-. Estado Anzoategui Período 1.987-2007 (Fuente:INAMEH, 2015).....51
5.3 Temperatura media mensual en (°C). Estación: Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987 - 2.007. (20 Años). (INAMEH, 2015).....53
5.4 Área total de la cuenca 55
5.5 Área de los Ramales secundarios.....56
5.6 Tiempo de concentración de la cuenca.....58
5.7 Tiempo de la concentración de las subcuencas.....58
5.8 Tiempo de Concentración de ramales secundarios 59
5.9 Datos de intensidad (mm/h) para diferentes duraciones y diferentes períodos de retorno 60
5.10 Intensidad de lluvia dependiendo de la curación y el tiempo de retorno.....61
5.11 Intensidad de lluvia en la cuenca estudiada.....62
5.12 Intensidad de los ramales.....63
5.13 Coeficiente de escorrenta. Fuente: Aparicio (2001).....64
5.14 Caudal de la cuenca.....65
5.15 Caudales de las subcuencas 65
5.16 Caudal de los ramales.....66
5.17 Elementos geométricos e hidráulicos de los canales.....69

INTRODUCCIÓN

Las urbanizaciones en la actualidad van creciendo en aumento, ya sea de casas y edificios además de los tendidos de vialidades, modificando así el equilibrio natural conllevando a la necesaria instalación de canales de drenaje para suplir el traslado o bien el encauce de las aguas pluviales o de lluvias que caen en el terreno de los diferentes periodos de la época.

Un sistema de drenaje está compuesto por canales lo cual es aquel por donde se transportan los fluidos, encontrándose abierto al ambiente pero con consideraciones de que sean necesarias que brinden seguridad. El proyecto presente tiene como propósito una propuesta de la Ingeniería Básica de un sistema de drenaje de aguas pluviales para el conjunto urbanístico S-1, de la población en Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui, Venezuela.

Cabe destacar que el agua que cae en forma de lluvia sobre la superficie terrestre se distribuye de tres formas contundentes: Una parte se evapora por la acción del sol, otra se infiltra en el terreno que recorre y la última, escurre directamente sobre el terreno en busca de una corriente de agua. Es por ello que un buen drenaje facilitaría el traslado de las aguas respectivamente.

Es necesario acotar que se presentan lluvias, esta se colapsa, cuando no se cuenta con un sistema de drenaje eficaz para controlar y canalizar la afluencia de aguas pluviales provocando inundaciones, produciendo perjuicio y alarma entre la comunidad, por lo que un sistema drenaje pluvial permite la conducción.

En general, un sistema de drenaje deberá estar proyectado para el logro y alcance de los fines o intenciones hacia las cuales se dirigen las acciones a ejecutar con prioridad de alcanzar y brindar bienestar a la comunidad y sociedad.

De igual forma este documento se encuentra estructurado en cinco (5) capítulos, de la siguiente manera:

Capítulo I: titulado situación a investigar, conformado por: el planteamiento del Problema, los objetivos de la investigación general y específicos, justificación y el alcance de la investigación.

Capítulo II: titulado Generalidades, referido a las generalidades de la zona en estudio y ubicación con sus características más importantes.

Capítulo III: Marco Teórico, donde se describen los antecedentes del estudio y las fundamentos teóricos.

Capítulo IV: está relacionado a la metodología de la investigación, comprendiendo el tipo de investigación, diseño de investigación, población y muestra de la investigación, técnicas e instrumentos de recolección de datos, flujograma y el procedimiento empleado para el logro de los objetivos.

Capítulo V: Análisis e interpretación de los resultados de acuerdo al desarrollo de los objetivos planteados.

Y además por último, se muestran las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I
SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

El aumento poblacional y sus consecuentes necesidades para el desarrollo, imponen progresivamente mayores exigencias en cuanto a las necesidades básicas de todos estos seres, alimentación, vivienda, calor, energía, vestido y bienes de consumo.

En la actualidad a nivel mundial existe diversas problemáticas en la sociedad una evidente en los sectores urbanizados es por causa del producto de las grandes precipitaciones que genera inundaciones, deslaves, colapso en obras hidráulicas, entre otros, eso debido a que no cuentan con sistema de recolección, conducción y disposición de las aguas, ocasionando alteraciones en la vida cotidiana de las personas y el desarrollo del lugar.

La evacuación de las aguas tanto pluviales como de aguas negras ha sido planificada desde el principio de los asentamientos de la población. Sin embargo en el primero de los casos es factible ya que va directo al cauce de los ríos sin generar contaminación alguna y estabilidad económica al no generar gasto alguno esto inverso al caso de tratarse de las aguas residuales que si requieren inversión para su posterior deposito.

Entre los casos más conocidos de daños producidos por las lluvias se puede citar por Mongabay (2017), lo ocurrido en Ecuador y Perú. Desde diciembre del 2016 las lluvias e inundaciones golpearon a ambos países. En el caso peruano, las regiones más afectadas son las localizadas en la costa norte, como Lambayeque, La Libertad, Tumbes y Piura; mientras que en territorio ecuatoriano, Milagro, El Oro y Los Ríos son algunos de los lugares que se han visto más perjudicados.

En Ecuador, las lluvias e inundaciones han producido la muerte de 21 personas y han desplazado a otras 1410, de acuerdo con datos del Centro de Informaciones de Naciones Unidas actualizados al 4 de abril. Por su parte, según el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN) con datos al 5 de abril, en el Perú las lluvias e inundaciones han dejado 106 muertos, más de 157 000 damnificados y 972 000 afectados.

Otro caso más reciente publicado por Sputnik (2018), fue el hecho que al menos diez personas murieron y otras cuatro se dan por desaparecidas a causa de las lluvias torrenciales, inundaciones y deslizamientos de tierra en el sur y el oeste de China, informó la cadena CCTV. Se señala, que las tormentas afectaron a más de 196.000 personas.

Las lluvias torrenciales, que provocaron inundaciones y pequeños deslizamientos, azotaron entre las 30 de julio y el 2 de agosto 17 ciudades en las provincias de Cantón, Sichuan, Yunnan, Guizhou, la municipalidad de Chongqing en la Región Autónoma Zhuang de Guangxi. Los daños provocados por temporal se estiman en 110 millones de yuanes o unos 16,3 millones de dólares. Se vieron dañados más de 800 edificios y unas 6.500 hectáreas de tierras agrícolas.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, en Venezuela el diseño de drenajes está basado en estudios hechos para la estimación de las cantidades de lluvias caídas en periodos de tiempo considerables. Pero de cierta manera el diseño puede estar sujeto a fallas y conlleve efectos negativos que puedan ocasionar las lluvias en la nación. Ejemplo lo citado por noticias24 (2010), vía AVN, El 2010 fue el año de mayores lluvias en la historia de Caracas.

Este año según registros de casi 120 años del Observatorio Cajigal, ha caído sobre la ciudad capital más de 1.700 milímetros de lluvia por metro cuadrado lo que supone un récord histórico de lluvias en Caracas. La cifra más alta que se había presentado era de 1.316 milímetros por metro cuadrado de lluvia caída en 2005.

En las alcaldías del estado Nueva Esparta para el año 2016, según El Universal, aseguran realizan limpiezas de quebradas y bordes de ríos como parte de sus planes de mantenimiento permanente. A la fecha no han dado a conocer acciones específicas, aunque en sus declaraciones públicas algunos alcaldes han referido que tienen en agenda la evaluación de las zonas vulnerables en tiempos de lluvia, y sobre todo procurar el buen funcionamiento del proceso de recolección de desechos sólidos para evitar el colapso de los sistemas de recolección de aguas servidas y aguas de lluvia.

Mientras que en el estado Anzoátegui para el mes de noviembre de 2013, según El Universal (2013), citado por García (2014), un fuerte aguacero forzó a disponer de más de 300 funcionarios de protección civil de modo que ante cualquier contingencia pudieran evacuar a la población afectada rápidamente, debido a que para ese momento ya habían colapsado los sistemas de drenajes existentes.

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

El conjunto urbanístico S–1, estará ubicado en Soledad, municipio Independencia del estado Anzoátegui, para el cual será necesario el uso de un buen sistema de drenaje; se propone la determinación de las características del mismo a efectos de generar beneficios, entre los que se pueden mencionar: la conservación del estado óptimo del pavimento, propiciando de esta manera una eficiente circulación del tránsito vehicular y peatonal, evitar que el nivel de agua pueda llegar hasta las viviendas del conjunto residencial y disminuir el costo en comparación con un sistema de desagüe subterráneo, pues no sería necesaria la excavación para la inserción de tuberías en los centros de las carreteras.

En virtud para un buen desarrollo, surge el interés para determinar la Ingeniería Básica de un sistema de drenaje de aguas pluviales para el conjunto urbanístico S-1, de la población en Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui, Venezuela. El desarrollo de sistemas funcionales de drenajes pluviales constituye una prioridad para las comunidades, ya que estas obras están destinadas a evitar los daños, en la medida de lo posible, que puedan ocasionar las aguas de origen pluvial y superficial, pues si éstas no son debidamente dispuestas hacia los cauces destinados estas originan inundaciones.

De acuerdo a lo planteado anteriormente, se genera las siguientes interrogantes de estudio:

1. ¿Cómo está caracterizada climáticamente el área de estudio?

2. ¿Cómo están delimitadas la cuenca y subcuencas del conjunto urbanístico?

3. ¿Cuál es la estimación de los caudales de drenaje de la cuenca y Subcuencas especificadas?

4. ¿Cómo es la elaboración del trazado longitudinal y en planta de los canales que integraran el sistema de drenaje?

5. ¿Cuáles son las dimensiones de los elementos geométricos e hidráulicos de los canales del drenaje propuesto?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo General

Elaborar la ingeniería de un sistema de drenaje de aguas pluviales para el conjunto urbanístico S-1, de la población en Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui, Venezuela.

1.2.1 Objetivos específicos

1. Caracterizar climáticamente el área de estudio.

2. Delimitar la cuenca y subcuenca del conjunto urbanístico.

3. Estimar los caudales de drenaje de las cuencas y Subcuencas especificadas.

4. Elaborar el trazado longitudinal y en planta de los canales que integraran el sistema de drenaje.

5. Dimensionar los elementos geométricos e hidráulicos de los canales del drenaje propuesto.

1.3 Justificación de la investigación

La siguiente investigación será de vital importancia debido que a partir de la misma se procura dar soluciones a la necesidad de la existencia de un sistema de drenaje óptimo. Radicando en hacer un estudio amplio de la zona para así de tal manera obtener la información necesaria. Permitiendo realizar los respectivos cálculos de los distintos elementos que conformaran el sistema. Generando así solución al problema de transporte de las aguas pluviales del urbanismo lo que permite optimizar buen estilo y calidad de vida a la población.

Sin embargo, el presente estudio servirá de referencia para futuras investigaciones relacionadas con el área de Ingeniería Civil, enmarcadas en propuestas de sistemas de drenaje de aguas pluvial en urbanismos.

1.4 Alcance de la investigación

Obtenida la información de la región donde se ubicaría el conjunto urbanístico S-1 en la población de Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui, la meta trazada es diseñar un sistema de drenaje de aguas pluviales en base a los datos adquiridos que de tal forma garanticen y brinden confort a la población de la zona.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El conjunto urbanístico S-1 comprende una superficie de 25.52 ha, se encuentra ubicado al norte de la parroquia Soledad, pertenece al municipio Independencia, situado en el estado Anzoátegui con coordenadas descritas en la tabla 2.1 y enmarcada dentro de las siguientes coordenadas a nivel nacional con: latitud: 8.162810, longitud: -63.565842. Coordenadas geográficas 8°09′46″N 63°34′00″O (figura 2.1).

Figura 2.1 Ubicación nacional y regional del área de estudio.

Tabla 2.1 Coordenadas UTM de los vértices del área de estudio. (Datum WGS84).

ESTE	NORTE
436254.39	904959.94
43554.43	903903.70

2.1.1 Municipio Independencia del Estado Anzoátegui

Es uno de los 21 municipios que forman parte del estado Anzoátegui, Venezuela. Está ubicado al sureste de dicho Estado, tiene una superficie de 5.929 km y una población de 34.398 habitantes (censo 2011). El municipio Independencia está dividido en dos parroquias, Mamo y Soledad. Su capital es la ciudad de Soledad es una de las localidades más antiguas del estado Anzoátegui, cercana a los 400 años. El municipio se ubica en las coordenadas sureste del estado Anzoátegui, en la margen izquierda del río Orinoco. Yendo de Soledad hacia ciudad Bolívar se encuentra el Puente de Angostura que atraviesa el río Orinoco, también en este municipio se encuentra el segundo puente sobre el río Orinoco Puente Orinoquia entre la población de Palital (Anzoátegui) y Ciudad Guayana.

Independencia es un municipio ubicado estratégicamente, a 120 kilómetros de El Tigre y Puerto Ordaz, el municipio está incluido en la zona de la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO), este municipio tiene 42% de la extensión total de dicha faja. El Municipio fue creado el 2 de enero de 1990.

2.2 Economía del área de estudio

Las personas se dedican al trabajo de la pesca, la ganadería y la agricultura, uno que otros se dedican al comercio, este poblado hace parte del Campo Ayacucho y Campo Carabobo de la Faja del Orinoco principal reserva de hidrocarburos del planeta.

2.3 Cultura del área de estudio

Lo más predominante es el folklore, de este municipio se puede decir que al igual que el resto de las regiones del estado (Anzoátegui) manejan las mismas bases, disfrutan de danzas como la Burriquita, el Carite, el Mare Mare, los Diablos Danzantes del Corpus Chris.

2.4 Vegetación típica de la región

La vegetación es principalmente de sabana, así tanto en el centro como en el sur del estado. Pero en el sentido norte, más seco, se consiguen plantas espinosas tipo matorrales y cardones.

Figura 2.2 Vegetación típica del área de estudio.

2.5 Geología del área de estudio

El conjunto de los basamentos del área de estudio es de origen reciente, de las eras terciario y cuaternario de montañas y colinas donde yacen las areniscas, arcillas, margas, lutitas, calizas y limolitas, además de concreciones de hierro, grava y cuarcita.

2.5.1 Formación Mesa

La conformación es mayoritariamente de arenas no consolidadas, provenientes del cuaternario, y aún más jóvenes son los depósitos sedimentarios originados por las inundaciones periódicas generadas por las crecientes de los ríos.

2.5.2 Geomorfología

Consiste en planicies deposicionales, muy disecadas bien drenadas e identificadas como parte de la Formación Mesa. El elevado grado de disección se asocia a grandes extensiones de cárcavas, las cuales se han originado a consecuencia de muchos de los factores tales como la probabilidad de que las variaciones en el nivel base (cauce de río Orinoco) haya contribuido en el avance de la erosión regresiva, además, es posible que los caracteres del clima actual no hayan favorecido el desarrollo de una cobertura vegetal que pudiera servir de mayor protección a las antiguas capas de sedimentos.

2.6 Suelos

La composición física y química predominante en los suelos es la de areniscas (generadas como remanentes de fondos marinos) y está asociada a índices de baja fertilidad agrícola. En general, son arenosos en superficie, con un contenido variable de arcilla en distintos estratos de profundidad, son ácidos, pobres en materia orgánica y de baja retención de humedad.

Figura 2.3 Suelos del área de estudio.

CAPÍTULO III
MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes del estudio o estudios previos

Moreno y Leal (2014) realizaron una investigación titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL DE LA AVENIDA PERIMETRAL DE CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR** en la cual exponen con respecto a los últimos registros pluviales de esta zona, realizado en la Universidad de Carabobo, el proyecto en cuestión se basó en los estudios hidrológicos de datos de precipitación recientes para la ejecución de la evaluación, la cual se realizó comparando las capacidades de cada colector, calculadas a partir de sus características hidráulicas, con los gastos de diseños obtenidos aplicando el Método Racional. Una vez obtenidos los resultados de la evaluación se elaboró una descripción o diagnóstico de la situación actual del sistema y generó una propuesta de soluciones para cada uno la cual será tomada en consideración a la hora de presentar una alternativa de drenaje en la presente investigación.

La investigación antes mencionada se vincula con el estudio debido a que proporciona conocimientos acerca de cómo evaluar el sistema de drenaje promoviendo diagnósticos fiables para la buena funcionalidad obtenidos mediante la aplicación del Método racional.

Parra y Porras (2017) realizaron una investigación titulada: **ESTIMACIÓN DEL CAUDAL DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES QUE APORTARAN LA CUENCA URBANA DEL CONJUNTO RESIDENCIAL LP-1 EN LA POBLACIÓN DE LOS POZOS, MUNICIPIO SOTILLO, ESTADO MONAGAS, VENEZUELA.** Con la utilización de las curvas IDF construidas por la CVG. Tecmin, Ca para la estación de Puerto Ordaz y la aplicación del método racional se estimaron los caudales de las aguas pluviales para un periodo de retorno de 25 años. Como resultado relevante de la investigación el clima de estudio del área es bosque seco tropical. Identificando 4 ramales de flujo urbanas siendo el 3 el mayor caudal. Con la información obtenida se propusieron soluciones contundentes para el buen funcionamiento del sistema de drenaje del conjunto residencial LP-1.

Se considera de gran importancia este estudio y se relaciona con la presente investigación debido a que nos proporciona información acerca de cómo trabajar en base de lograr una buena funcionalidad de un sistema de drenaje teniendo en cuenta el caudal que circule en el área este obteniéndose por medio de un estudio eficaz.

3. 2 Bases Teóricas

3.2.1 Variables hidrometeorológicas

Según Méndez (2013), define a las variables hidrometeorológicas como:

La ciencia que estudia el ciclo del agua en la naturaleza. Abarca el estudio de las fases atmosféricas (evaporación, condensación y precipitación) y terrestre (intercepción de la lluvia, infiltración y derramamiento superficial) del ciclo hidrológico y especialmente de sus interrelaciones.

Comprende la observación, procesamiento y análisis del comportamiento de los elementos hídricos, fundamentalmente las descargas de los ríos y los volúmenes almacenados en embalses naturales y artificiales así como de los factores meteorológicos. Las principales son:

3.2.1.1 Evaporación

Volumen de agua que se dispersa en la atmosfera, desde una superficie liquida, como el mar, un lago, un rio o desde un suelo sin vegetación. Generalmente se expresa en mm por unidad de superficie, por unidad de tiempo.

3.2.1.2 Precipitación

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

3.2.1.3 Temperatura

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

3.2.2 Curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF)

Se definen las curvas IDF como la relación que existe entre la intensidad de precipitación media y la frecuencia de ocurrencia (inverso del período de retorno); estas curvas son herramientas ampliamente utilizadas en ingeniería para fines de plantación, diseños y operación de los proyectos hidráulicos, así como la protección de obras de ingeniería contra avenidas máximas (Chow, Maidment y Mays, 1994).

3.2.3 Coeficiente de escorrentía

Relación entre el volumen precipitado y el volumen de agua escurrido, ambos por unidad de tiempo, es decir es una relación entre la lluvia total y las pérdidas, considerándose pérdidas a la infiltración, evaporación, transpiración e intercepción. La determinación de este coeficiente es realmente compleja, ya que es función de:

1. Intensidad de la lluvia sobre la cuenca.
2. Grado de humedad de la cuenca antes de la tormenta.
3. Época del año.
4. Duración de la tormenta.
5. Vegetación.
6. Características geológicas.
7. Pendiente media de los terrenos.
8. Capacidad de almacenamiento de la cuenca y los cursos de agua.

Sin embargo, para efectos prácticos se pueden considerar los factores de mayor peso, como lo son:

1. La cobertura vegetal.
2. La pendiente promedio.
3. La permeabilidad del suelo.

3.2.4 Tiempo de concentración de las aguas de escorrentía

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

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

$$T_C = 0{,}0195 \left(\frac{L^3}{}\right)^{0{,}385} \qquad (3.1)$$

Donde:

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

H = La diferencia de elevación entre el punto más remoto de la cuenca y la salida de la misma, en metros. (Chow, V., 1994). (p. 207 – 208).

3.2.5 Sistema de drenaje urbano

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 o las propiedades en las ciudades u obstaculicen el normal desenvolvimiento de la vida urbana; es decir, dirigidas al logro de los objetivos establecidos. Dentro del término "aguas pluviales", quedan comprendidas no solamente las originadas de las precipitaciones que caen directamente sobre las áreas urbanizadas que conformaban la población, sino también aquellas que se precipiten sobre otras áreas, pero discurran a través de la ciudad, bien sea por causas naturales, conductos artificiales, o simplemente a lo largo de su superficie (Bolinaga I., 1979).

3.2.6 Origen de las aguas en un sistema de drenaje

Las aguas destinadas a ser conducidas por sistemas de drenaje provienen de: a) por escurrimiento superficial, la cual se produce cuando el caudal fluye sobre el terreno, pudiendo ser por aguas provenientes de las precipitaciones, b) por la elevación del nivel freático, causado por el riego, o por la elevación del nivel de un rio próximo, c) directamente precipitadas en el (Chow, V., 1994).

3.2.7 Componentes de un sistema de drenaje

Cada uno de los elementos que constituyen los sistemas de drenaje varía según su función y ubicación.

3.2.7.1 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 escorrentías y conserva el área plana libre de estos caudales. Para el diseño del caudal interceptor aumentándose el caudal a lo largo del recorrido, de manera que las divisiones del canal aumentan en la dirección hacia aguas abajo (Chow, V., 1994).

3.2.7.2 Canales recolectores

Los canales recolectores reciben aguas por sus dos márgenes; pueden ser corrientes naturales o canales artificiales. Los caudales de diseño y las capacidades de los canales se incrementan a lo largo del recorrido (Chow, V., 1994).

3.2.7.3 Cunetas, sumideros y alcantarillas

Las cunetas son canales pequeños que se utilizan en combinación con los sumideros y las cantarillas 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 cantarillas son conductos cerrados, parcialmente llenos, que reciben los caudales de los sumideros en forma puntual a lo largo de su recorrido hasta el sitio de entrega del sistema de alcantarillado (Chow, V., 1994).

3.2.7.4 Estaciones de bombeo

En casos especiales se usan equipos de bombeo para drenar áreas bajas; las aguas bombeadas se entregan luego a un sistemas principal de drenaje en forma puntual (Chow, V., 1994) (p. 65).

3.2.8 Sistema de drenaje pluvial

Al abordar el estudio de un sistema de drenaje pluvial, en primer lugar se trata de dar una definición, por lo que citando a Camacho (2004), puede decirse que es el conjunto de acciones materiales o no, destinadas a evitar en la medida de lo posible, que las aguas de origen pluvial causen daños a las personas o a las propiedades en las ciudades, o que logren obstaculizar el normal desenvolvimiento de la vida. De tal manera, que la recolección de las aguas servidas en un sistema separado supone también la existencia de una red de alcantarillado para recolectar las aguas de lluvia y conducirlas hasta los cauces de quebradas existentes en la zona, sin provocar daños a propiedades vecinas o de la zona misma.

Por ello, las viviendas y edificaciones del sector deben proyectar y construir sus instalaciones sanitarias de forma tal que permitan conducir sus aguas servidas a las tranquillas de empotramiento cloacal, y sus aguas de lluvias, provenientes de techos y patios interiores para ser descargados libremente a las calles, donde serán recolectadas en sumideros o imbornales convenientemente ubicados.

3.2.9 Canales Abiertos

Un canal abierto es un conducto en el cual el agua fluye con una superficie libre. Según (Chow, 1994) de acuerdo con su origen un canal puede ser natural o artificial.

3.2.9.1 Canales naturales

Incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la tierra, los cuales varían en tamaño desde pequeños arroyuelos en zonas montañosas, hasta quebradas, arroyos, ríos pequeños y grandes, y estuarios de mareas. Las corrientes subterráneas que transportan agua con una superficie libre también son consideradas como canales abiertos naturales (Chow, V., 1994).

Las propiedades hidráulicas de un canal natural por lo general son muy irregulares. En algunos casos pueden hacerse suposiciones empíricas razonablemente consistentes con las observaciones y experiencias reales, de tal modo que las condiciones de flujo en estos canales se vuelvan manejables mediante el tratamiento analítico de la hidráulica teórica. Un estudio completo sobre el comportamiento del flujo en canales naturales requiere el conocimiento de otros campos, como hidrología, geomorfología, transporte de sedimentos, etc. Éste constituye, de hecho, un tema de estudio por sí mismo, conocido como Hidráulica Fluvial (Chow, 1994).

3.2.9.2 Canales artificiales

Son aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo humano: canales de navegación, canales de centrales hidroeléctricas y canales de irrigación, cunetas de drenaje, vertederos, canales de desborde, canaletas de madera, cunetas a los largo de carreteras, así como canales de modelos construidos en el laboratorio con propósitos experimentales. Las propiedades hidráulicas de estos canales pueden ser controladas hasta un nivel deseado o diseñadas para cumplir unos requisitos determinados.

La aplicación de las teorías hidráulicas a canales artificiales producirá, por tanto, resultados bastante similares a las condiciones reales, y por consiguiente, son razonablemente exactos para propósitos prácticos de diseño. El canal artificial por lo general es un canal largo con pendiente suave construido sobre el suelo, que puede ser no revestido o revestido con piedras, concreto, cemento, madera o materiales bituminosos. (Chow, V., 1994).

3.2.10 Clasificación de los canales según el material

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

3.2.10.1 canales excavados

El diseño de los canales excavados está limitado por las velocidades de flujo, la carga de sedimentos y filtraciones, hacia terrenos adyacentes través del fondo y de las orillas. En terrenos erosionables los canales excavados terminan siendo similares a las corrientes naturales al cabo del tiempo, porque pierden su geometría inicial por causa de algunos procesos. (Chow, V., 1994).

3.2.10.2 Canales revestidos

Los canales revestidos permiten velocidades altas, disminuyen las filtraciones y requieren de secciones transversales más reducida que los anteriores. Sin embargo su costo y duración dependen de la calidad del revestimiento y del manejo adecuado que se dé a las aguas sub superficiales. Los materiales de revestimiento pueden ser arcilla, suelo-cemento, ladrillo, losas de concreto simple o reforzado, piedra pegada, etc. (Chow, V., 1994).

3.2.11 Trazado de canales

La Dirección de estudios de proyectos Hidráulicos Multisectoriales (2010) propone:

Cuando se trata de trazar un canal o un sistema de canales es necesario recolectar la siguiente información básica: Fotografías aéreas, para localizar los poblados, vías de comunicación, etc. Planos topográficos, 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 caso de no existir información topográfica básica se procede a levantar el relieve del canal, procediendo con los siguientes pasos: reconocimiento del terreno, trazo preliminar y trazo definitivo.

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

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

Una vez definido el trazo del canal, se proceden a dibujar el perfil longitudinal de dicho trazo, las escalas más usuales son de 1:1000 a 1:2000 para el sentido horizontal y 1:100 o 1:200 para el sentido vertical, normalmente la relación entre la escala horizontal y vertical es de 1 a 10. (p. 7-9).

3.2.12 Geometría del canal hidráulico

Según Chow, V., (1994) denota:

La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y variable durante su recorrido. Los canales artificiales generalmente se diseñan con formas geométricas regulares como la trapezoidal, rectangulares, triangular y parabólica cuando se tratan de secciones abiertas; cuando es cerrada la circular, rectangular y de herradura son las predominantes.

3.2.12.1 Canal de sección trapecial

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

3.2.12.2 Canal de sección rectangular

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

3.2.12.3 Canal de sección triangular

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

3.2.12.4 Canal de sección circular

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

3.2.12.5 Canal de sección parabólica

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

Tabla 3.1 Elementos de secciones transversales (Chow, V., 1994).

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

3.2.13 Elementos geométricos de una sección de canal

Los elementos son propiedades de una sección de un canal que pueden ser definidos por completo por la geometría de la sección y la profundidad del flujo. Estos elementos son muy importantes y se utilizan como amplitud en el cálculo de flujo. Para secciones de canales rectangulares y simples, los elementos geométricos pueden expresarse matemáticamente en términos de la profundidad de flujo y de otras dimensiones de la sección. Para secciones complicadas y secciones de corrientes naturales, sin embargo, no se puede escribir una ecuación simple para expresar estos elementos, pero pueden prepararse curvas que representan la relación entre estos elementos y la profundidad de flujo para usos en cálculos hidráulico. Los elementos geométricos de importancia básica según (Chow, 1994) son los siguientes:

3.2.13.1 Profundidad de flujo (Y)

Es la distancia vertical desde el punto más bajo de una sección del canal hasta la superficie libre.

3.2.13.2 Nivel del agua

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

3.2.13.3 Ancho superficial (T)

Es el ancho de la sección del canal en la superficie libre del agua.

3.2.13.4 Área mojada (A)

Es el área de la sección transversal del flujo perpendicular a la dirección de flujo.

3.2.13.5 Perímetro mojado (P)

Es la longitud de la línea de intersección de la superficie de canal mojado y de un plano transversal perpendicular a la dirección de flujo.

3.2.13.6 Radio hidráulico (R)

Es la relación del área mojada con respecto a su perímetro mojado.

3.2.13.7 Profundidad hidráulica (D)

Es la relación entre el área mojada y el ancho en la superficie.

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

Es el producto del área mojada y la raíz cuadrada de la profundidad hidráulica.

3.2.13.9 Factor de sección para el cálculo de flujo uniforme

Es el producto del área mojada y el radio hidráulico elevado a la potencia.

3.2.13.10 Talud (m)

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

$$m = \frac{x}{d} \tag{3.2}$$

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

3.2.13.11 Coeficiente de rugosidad (n)

Depende del tipo del material en que se aloje el material.

3.2.13.12 Pendiente (S)

Es la pendiente longitudinal de la rasante del canal.

3.2.13.13 Libre bordo (Lb)

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

3.2.14 Elementos hidráulicos de los canales abiertos

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

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

$$Q = V * A \tag{3.3}$$

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

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \tag{3.4}$$

Por lo tanto:

$$Q = A * \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \tag{3.5}$$

Donde:

A = Área hidráulica en m^2.

Q = Gasto en $m^3/$.
N = Coeficiente de rugosidad de Manning.

R = Radio hidráulico en m.

S = Pendiente del canal.

V = Velocidad media en $m/_S$.

La velocidad mínima a sección llena, en colectores de alcantarillados de aguas servidas será de 0,60 $^{m}/$. La velocidad mínima a sección llena, en colectores de alcantarillados de aguas pluviales, será de 0,75 $^{m}/_{S}$ colectores de alcantarillado, dependerá del material que se emplearan en los mismos.

La velocidad máxima a sección llena en colectores de alcantarillados, dependerá del material a emplear en los mismos. (Chow, V., 1994).

Las velocidades máximas admisibles, según el material de los colectores serán las de la tabla 3.4 del decreto 5.318, Art. 3.24.

Tabla 3.1 Velocidades máximas admisibles según el material de los colectores (Gaceta Oficial N° 5318, 1999).

Material de la tubería	**Velocidad limite ($^{m}/_{S}$)**
Concreto	
Rcc28 = 210 $^{Kg}/_{cm^2}$	5,00
Rcc28 = 280 $^{Kg}/_{cm^2}$	6,00
Rcc28 = 350 $^{Kg}/_{cm^2}$	7,50
Rcc28 = 420 $^{\mathbf{Kg}}/_{\mathbf{cm^2}}$	9,50
Arcilla vitrificada	6,00
PVC	4,50
Hierro fundido, acero	Sin limite

3.2.15 Flujo en un canal

Según Sotelo (2002):

El flujo en un canal se produce, principalmente, por la acción de la fuerza de gravedad y se caracteriza porque expone una superficie libre a la presión atmosférica, siendo el fluido un líquido. Por lo general agua. El movimiento de un líquido a superficie libre se ve afectado por las mismas fuerzas que intervienen en el flujo dentro de un tubo. (p. 18).

3.2.16 Estado de Flujo

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

3.2.16.1 Flujo laminar

El flujo es laminar si las fuerzas viscosas son muy fuertes en relación con las fuerzas inerciales, de tal manera que la viscosidad juega un papel importante en determinar el comportamiento del flujo. En el flujo laminar, las partículas de agua se mueven en trayectorias suaves definidas o líneas de corriente, y las capas de fluido con espesor infinitesimal parecen deslizarse sobre capas adyacentes.

3.2.16.2 Flujo turbulento

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

3.2.16.3 Flujo crítico

Es un estado teórico en corrientes naturales y representa el punto de transición entre los regímenes subcrítico y supercrítico. Se caracteriza por varias condiciones importantes. En resumen, estas son:

1. La energía específica es mínima para un caudal determinado.
2. El caudal es máximo para una determinada energía específica.
3. La fuerza específica es mínima para un caudal determinado.
4. La altura de velocidad es igual a la mitad de la profundidad hidráulica en un canal de baja pendiente con distribución uniforme de velocidades es igual a la celeridad de pequeñas codas gravitacionales en aguas poco profundas causadas por perturbaciones locales.

3.2.16.4 Flujo subcrítico

Son fluidos que se caracterizan por tener una velocidad relativa baja y una profundidad relativamente grande, en el que prevalece la energía potencial. Corresponden a un régimen de llanura.

3.2.16.5 Flujo supercrítico

Tiene una velocidad relativamente alta y poca profundidad prevalece la energía cinética. Propios de cauces de gran pendiente o ríos de montaña.

3.2.17 Tipos de flujo

Chereque, 1987, resume la clasificación del flujo en canales abiertos de la siguiente manera:

3.2.17.1 Flujo permanente

Es aquel que tiene lugar cuando, en un punto cualquiera, la velocidad de las sucesivas partículas que ocupan ese punto en los sucesivos instantes es la misma. Por lo tanto la velocidad es constante respecto del tiempo.

3.2.17.2 Flujo no permanente

Se dice que el flujo.es de este tipo si la curvatura del perfil de onda es suave, el cambio del tirante con el tiempo es gradual, la aceleración vertical de las partículas es despreciable en comparación a la aceleración total y, por último, el efecto de la fricción de frontera debe tomarse en cuenta.

3.2.18 Análisis morfométrico

Según (Chow, 1994) consiste en la obtención de los parámetros que ayudan a definir el comportamiento hídrico de una subcuenca, tales como:

3.2.18.1 Área

Corresponde a toda la superficie drenada por la microcuenca, la cual intercepta el cauce principal en un punto de interés. Se mide en km^2.

3.2.18.2 Perímetro

Corresponde a la medida longitudinal en km de la línea divisoria o parte aguas.

3.2.18.3 Longitud axial

Se expresa en km y es la distancia en línea recta medida desde la desembocadura del colector principal hasta el punto más alejado de la microcuenca.

3.2.18.4 Longitud del cauce

Se refiere al recorrido en km del cauce principal de la microcuenca, desde su nacimiento hasta el punto de cierre. En el caso de que las cabeceras del cauce estén fuera del área de estudio, esta longitud se referirá únicamente al recorrido localizado dentro del área.

3.2.18.5 Factor forma (Ff)

Es un índice de la tendencia de las crecientes de los ríos. Dos cuencas que tengan igual área y semejantes características fisiográficas e iguales condiciones de precipitaciones, pero factores formas diferentes, presentarán diferentes crecientes. La cuenca que presente un valor del factor forma cercana a 0,785 (Ff de cuenca circular), será más propensa a producir crecientes mayores.

$$Ff = A/ (Lax)^2 \quad (3.6)$$

Donde:

A= área de la cuenca (Km^2)

Lax = Longitud Axial (Km).

3.2.18.6 Coeficiente de compacidad (Kc)

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

$$Kc = 0{,}282\ P(/A^{1/2}) \quad (3.7)$$

Donde:

P = Perímetro de la cuenca (km).

A = Área de la cuenca (km^2).

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

3.2.18.7 Pendiente media del cauce principal (Sm)

La pendiente de los ríos influye directamente sobre la velocidad de sus aguas, es una característica muy importante para analizar la respuesta de la cuenca. El cálculo de la pendiente media del cauce principal se realizó utilizando la fórmula para cuencas relativamente llanas:

$$Sm = (H^M - H^m)/ 1000* \text{ L en m/Km en horas} \quad (3.8)$$

Donde:

($HM - H^m$) es el desnivel del cauce principal (m).

L = Longitud del cauce principal (Km).

3.2.18.8 Método racional

Se fundamenta en el modelo estadístico de Valores extremos de Gumbel. Esta fórmula empírica, por su simplicidad, es utilizada para el cálculo de alcantarillas, galerías de aguas pluviales, estructuras de drenaje de pequeñas áreas, a pesar de presentar algunos inconvenientes, superados por procedimientos de cálculo más complejos. También se usa en ingeniería de carreteras para el cálculo de caudales vertientes de la cuenca a la carretera, y así poder dimensionar las obras de drenaje.

$$Q = C \times I \times A \tag{3.9}$$

Dónde:

Q = Caudal máximo en m^3/s.

C = Coeficiente de escurrimiento.

A = Área de la cuenca en ha.

I = Intensidad de lluvia en mm/h de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca.

3.2.19 Ecuación de Izzard

Implementada para el cálculo de la capacidad hidráulica de una zona.

$$Q = 0.00175 \left(\frac{Z}{n}\right) S^{\frac{1}{2}} Y^{\frac{8}{3}} \tag{3.10}$$

Donde:

Q = Litros/ segundos.

N = Coeficiente de Manning.

S = Pendiente longitudinal.

Y = Profundidad máxima en cm. (Arocha, S. 1983).

3.3 Términos básicos

3.3.1 Áreas inundables

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

3.3.2 Aguas pluviales

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

3.3.3 Canales

Son elementos muy importantes, tanto para obtener el drenaje adecuado como por razones de seguridad, buena apariencia y mantenimiento económico de la vía y cumplen la función de remover las aguas que caen sobre la vía, evitando zonas de inundación que ocasionan problemas en el tráfico (Franceschi A, 1984).

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 I, 1979).

3.3.5 Climatología

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

3.3.6 Colectores

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

3.3.7 Cuenca

Es un concepto geográfico e hidrológico que se define como el área de las superficies 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 en común de salida que puede ser un almacenamiento de agua interior, como un lago, una laguna o el embalse de una presa, en cuyo caso se llama cuenca endorreica. Normalmente la corriente principal es la que define el nombre de la cuenca. (Zinck A, 1977).

3.3.8 Datum

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

3.3.9 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 del terreno (Bolinaga I, 1979).

3.3.10 Duración

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

3.3.11 Fluido

Son sustancias capaces de fluir y que se adaptan a la forma de los recipientes de lo contienen. Pueden dividirse en líquidos y gases (Giles, EvetT Y Liu,1994).

3.3.12 Frecuencia (período de retorno)

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

3.3.13 Hidrología

Es la ciencia natural que estudia al agua,su ocurrencia distribucion y circulacion sobre la superficie terrestre, sus propiedades físicas y químicas y su relacion con el medio ambiente incluyendo los seres vivos (Mijares,1992).

3.3.14 Intensidad

Se define, como el volumen de agua que precipita por unidad de tiempo, y generalmente se expresa en mm/h, mm/mm, mm/seg/ha o lt/seg/ha (Arocha, 1983).

3.3.15 Perfil longitudinal

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

3.3.16 Perfil transversal

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

3.3.17 Pluviómetro

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

CAPÍTULO IV
METODOLOGÍA DE TRABAJO

Este capítulo de la investigación consistió en generar información útil permitiendo de tal manera lograr una ejecución secuencial para el desarrollo de los objetivos propuestos de este trabajo.

4.1 Tipo de investigación

Investigación de tipo descriptiva "Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento" según (Arias, 1999).

La presente investigación es descriptiva, porque se determinaran las características que describen la consolidación del sistema de drenaje de aguas superficiales ubicado en el conjunto urbanístico S-1, en la población en Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui, Venezuela.

Por otra parte, de acuerdo al propósito será aplicada la investigación, ya que abarca un fin factible a la sociedad que busca brindar solución a cualquier problema o de tal manera preverlo y así librar a la sociedad que conforman el urbanismo de inconvenientes y generar mejor calidad de vida.

4.2 Diseño de investigación

Según el autor (Arias (2012)), define la investigación documental como un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos. (p.27).

En tal sentido la presente investigación es de diseño documental ya que fue necesaria la búsqueda de información que la sustentara así como conocimientos técnicos que permitieran realizar la propuesta de los canales planteados para lograr un eficiente drenaje de las aguas pluviales.

El diseño que se utilizó también corresponde a una investigación de campo, en atención a las características específicas del trabajo que se ejecutó. Hernández (2005) sobre este tipo de Diseño manifiesta que el mismo "...se refieren a los métodos a emplear cuando los datos de interés para el estudio se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador (s) y su equipo de trabajo"(p.57). La información se recolectó en pro del lugar donde suceden los hechos o acontecimientos que se investigan de acuerdo a sus registros, toma de imágenes y caracteres físicos naturales del área.

4.3 Población y muestra de la investigación

4.3.1 Población de la investigación

Ballestrini M, (1998) afirma que:

"La población se define como cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación". La población de la investigación tomada en cuenta se constituirá por aquella que influye directamente con todas las características vinculadas al clima del conjunto urbanístico S-1, de la población en Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui, Venezuela.

4.3.2 Muestra de la investigación

La muestra de esta investigación a considerar estará constituida por todas las características vinculadas al clima del conjunto urbanístico S-1, de la población en Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui, Venezuela.

Morles (Fidias, 1994) dice que la muestra es "un subconjunto representativo de un universo o población".

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Técnicas para la recolección de datos

El trabajo de investigación presente se sustenta en la recopilación de antecedentes por medio de las consultas de trabajos de grado, uso de libros de hidráulica, diversas fuentes de internet, entre otros, sirviendo como cita al marco teórico y conduciendo a la verificación del problema planteado, mientras que los instrumentos empleados llevan a la obtención de los datos a la realidad.

A continuación se describen las técnicas a utilizar para la recolección de datos.

4.4.1.1 Observación directa

Según Arias F, (2006): "La observación directa es una técnica que consiste de observar atentamente el fenómeno, hechos o casos, tomar la información y registrarla para su posterior análisis. Es directa porque el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar". Se destaca que al principio se hará uso de la observación directa de dicha zona en estudio para así saber las características de la región, en función a los objetivos de la investigación preestablecidos.

4.4.1.2 Revisión bibliográfica

Para el desarrollo de este proyecto es necesario acudir a fuentes bibliográficas que permitan ampliar los conocimientos acerca del tema en estudio. Obteniendo la información mediante la revisión de material bibliográfico como: tesis, manuales de la organización, textos, e informes.

4.4.2 Instrumentos para la recolección de datos

1. Sistema de computación (computador, impresora, memoria portátil…)
2. Calculadora.
3. GPS,
4. Sistema de comunicación (teléfono, internet, etc)
5. Programa de diseño asistido por el computador y de estadística; entre otros.
6. Artículos de oficina.

4.5 Flujograma de la investigación

El estudio se llevó a cabo en atención al cumplimiento del siguiente flujograma:

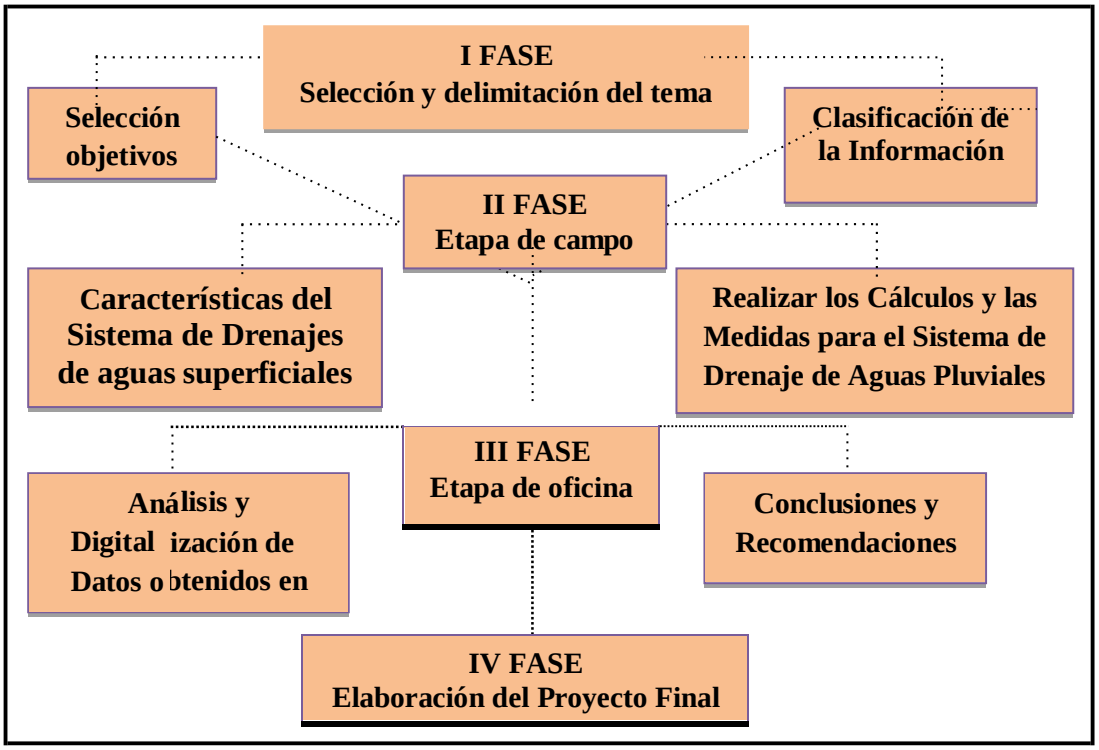

Figura 4. 1 Flujograma de la investigación.
Fuente: Brito, O. 2018.

4.6 Procedimiento para el logro de los objetivos

1. Para lograr caracterizar climatológicamente el área de estudio será necesaria la búsqueda de información de los parámetros que se encuentran bajo el dominio del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) registrados por la estación meteorológica de Ciudad Bolívar.

2. Por otro lado para delimitar la cuenca y subcuencas de drenaje existentes en el área de estudio la investigación requerirá del uso del programa AutoCAD el cual permitirá hacer un dimensionamiento y distribución del área a fin de cumplir con el objetivo planteado.

3. Para la estimación de los caudales de drenaje de la cuenca y subcuencas se requiere implementar primeramente la determinación del coeficiente de escorrentía ponderado. Luego el tiempo de concentración para cada ramal del flujo el cual se utilizara para posteriormente determinar la intensidad del flujo. Y finalmente calcular el caudal de diseño haciendo uso del Método racional.

4. Luego se procede a la elaboración del perfil longitudinal y en planta del sistema de drenaje trabajado con el fin de representar los canales que integraran el sistema de drenaje haciendo uso del programa AutoCAD. Teniendo en cuenta el reconocimiento del terreno, trazo preliminar y el trazo definitivo. Permitiendo de tal manera representar el perfil longitudinal y de planta del sistema pluvial propuesto.

5. Además por ultimo para determinar los parámetros geométricos e hidráulicos de los elementos del sistema de drenaje en la investigación se implementara el uso del programa Hcanales y la ecuación de Izzard para el cálculo de la capacidad hidráulica de las vías; sirviendo para indicar cuáles serán las dimensiones y condiciones que deben cumplir cada uno de los canales que se propondrán.

CAPÍTULO V
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1. Caracterización climatológica de la zona de estudio

Para caracterizar climatológicamente el área se analizaron las tres (3) variables meteorológicas fundamentales que podrían incidir en la variación de los caudales de escorrentía pluvial en el conjunto urbanístico S-1: 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) ya que es semejante por estar a una distancia aproximada de 50km de la población en Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui.

5.1.1 Precipitación

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

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

Tabla 5.1 Precipitación media mensual (mm). Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto. Edo. Bolívar. Período 1.987 - 2.007. (Fuente: INAMEH, 2015).

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

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

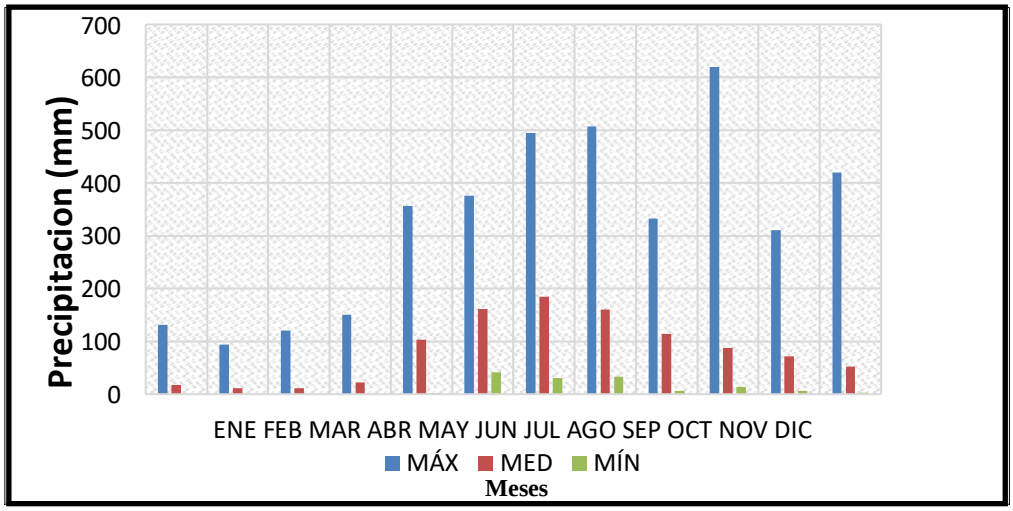

Figura 5.1 Precipitación máxima, media y mínima mensual (mm). Estación Ciudad Bolívar-Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987 – 2.007. (Fuente: INAMEH, 2015).

La precipitación media anual para el período analizado, registrada en la Estación Ciudad Bolívar - Aeropuerto corresponde a 83.13 mm. La Precipitación, responde a un régimen de tipo unimodal, es decir, presenta un valor medio máximo de lluvia mensual promedio espacial para el período de 184.9 mm para el mes de julio y un mínimo de 11.0 mm para el mes de febrero respectivamente.

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

5.1.2 Evaporación

Para la obtención de la evaporación al sol, fue necesario utilizar los datos de la Estación Punta Tamarindo, Serial: 4659, ubicada en el poblado de Soledad, a la salida del Puente Angostura, la cual está muy cerca de la zona en estudio.

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

Tabla 5.2 Evaporación media mensual en (mm). Estación Punta Tamarindo, Serial: 4659-. Estado Anzoátegui Período 1.987-2007 (Fuente: INAMEH, 2015).

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 5.2 muestra la Evaporación media anual para el período

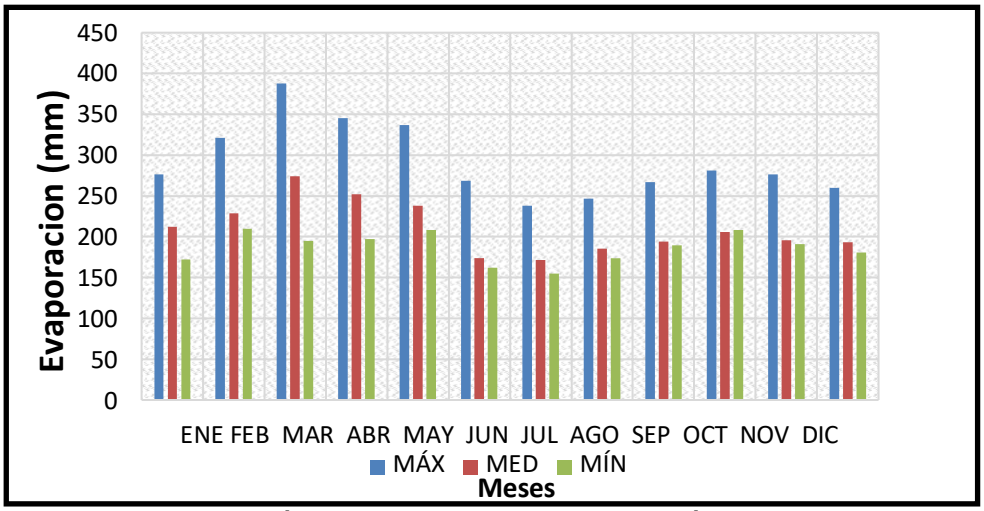

Figura 5.2 Evaporación Media mensual (mm). Estación Punta Tamarindo, Serial: 4659 –Estado Anzoátegui Período 1.987 – 2007. (Fuente; INAMEH, 2015).

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

5.1.3 Temperatura media mensual

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

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

Tabla 5.3 Temperatura media mensual (°C). Estación: Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987 - 2.007. (20 Años). (INAMEH, 2015).

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 5.3 Muestra la Temperatura media anual del período climatológico considerado.

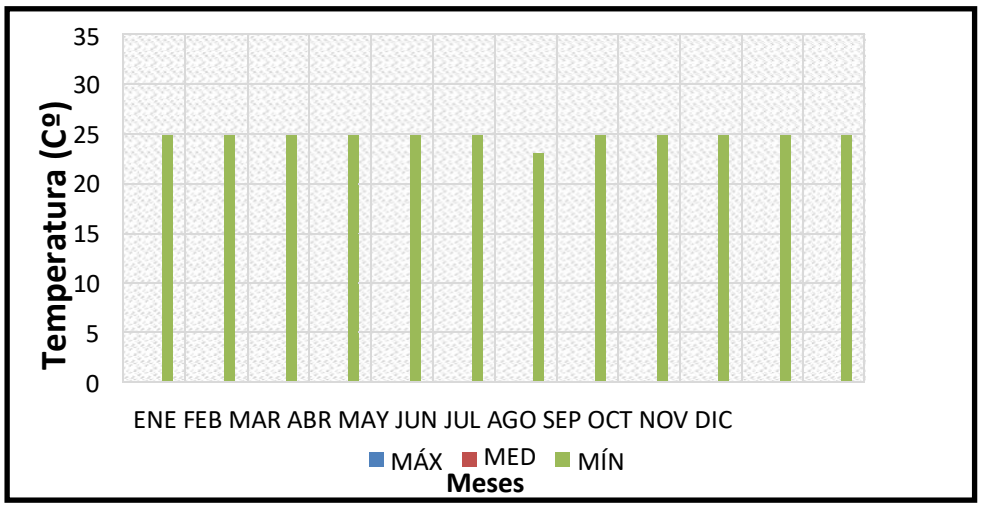

Figura 5.3 Temperatura media mensual en (°C). Estación Ciudad Bolívar Aeropuerto, Edo. Bolívar. Período 1.987-2.007 (Fuente: INAMEH, 2017).

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 ºC.

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

La oscilación térmica media anual para el período de datos considerado es de 1.8 ºC, lo cual indica condición de isotérmica, por estar ubicada en plena zona intertropical.

5.2 Delimitación de la cuenca y subcuencas en el área de estudio

Para el cálculo del caudal de diseño es necesario establecer límites en el área a recolectar; por lo cual se establecen reparticiones del caudal total de la cuenca para mayor facilidad y asi obtener a su vez los caudales de las subcuencas. Las siguientes figuras muestran la manera en que es dividida la cuenca total (dos subcuencas). La cuenca tiene orientacion noroeste - sureste y es de forma rectangular.

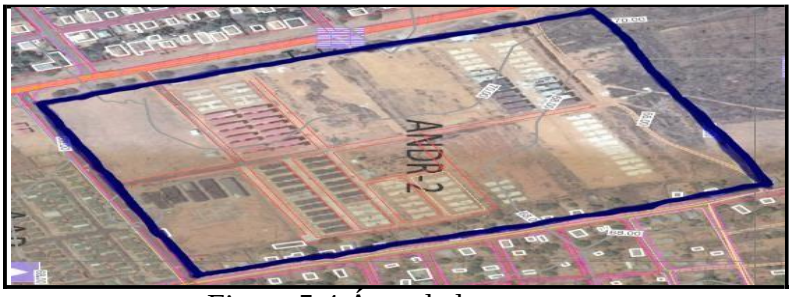

Figura 5.4 Área de la cuenca.
Fuente: Brito, O. 2018.

Tabla 5.4 Área total de la cuenca.

Áreas		
Zona	**m2**	**Ha**
Residencial	62484	6.25
Vegetación	166152	16.62
Pavimento	26544.75	2.65
Total	**255180.75**	**25.52**

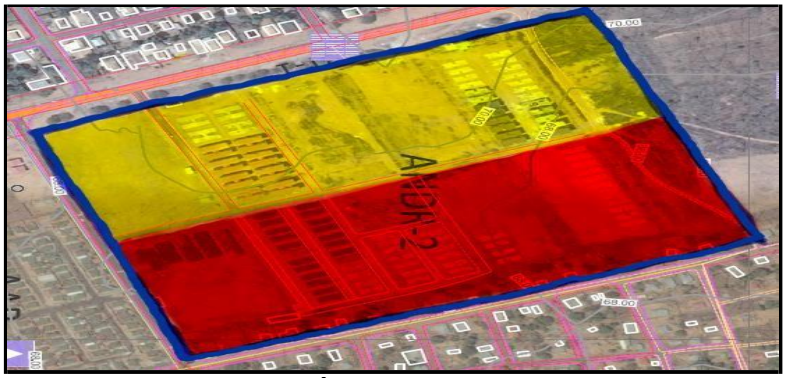

Figura 5.5 Área de las subcuencas.
Fuente: Brito, O. 2018.

.

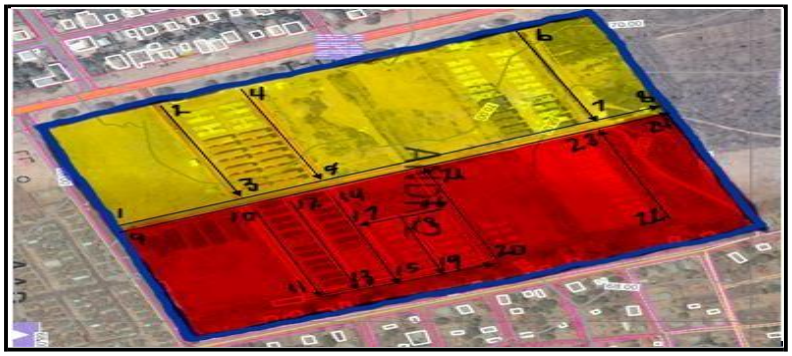

Figura 5.6 Direcciones de flujo en cada ramal.
Fuente: Brito, O. 2018.

Tabla 5.5 Área de los Ramales secundarios.

Subcuenca	**Zona**	**Área**		**Área total**	
		m2	ha	m 2	Ha
Amarillo	Residencial	35415	3.54	129513.75	12.95
	Pavimento	14367	1.44		
	Vegetación	79731.75	7.97		
Rojo	Residencial	27069	2.71	125667	12.57
	Pavimento	12177.75	1.22		
	Vegetación	86420.25	8.64		
				255180.75	25.52

5.3 Estimación de los caudales de drenaje de la cuenca y Subcuencas especificadas

5.3.1 Determinación del período de retorno

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

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

5.3.2 Determinacion del tiempo de concentracion

Es uno de los criterios más importantes que deben ser tomados a la hora de realizar el dimensionado de cualquier obra hidráulica. Con base en la longitud de los cauces que se han establecido en el urbanismo y en el desnivel que había entre sus puntos más alejados y sus sitios de entrada al terreno, y en consideración que las pendientes de los cauces son muy uniformes, se determina el tiempo de concentración de la cuenca mediante la fórmula:

$$Tc=0{,}0195\ (L^3/H)^{0{,}385}: \qquad (5.1)$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentracion en minutos

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

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

Se debe acotar que la topografía original del terreno no presentaba ninguna variación considerable por lo cual se determinó convertir todo el terreno en una terraza, lo cual implica, que el área en de estudio no posee pendiente o su valor es de 0. No existiendo desnivel, el valor de H se asume como 1. Se debe tomar en cuenta que para tiempos de concentración menores a 15 min debe ser asumido que el tiempo de concentración será igual a 15 min. Ademas el valor de esta formula esta dado en minutos y debe convertirse a horas para poder entrar en la tabla de intensidades.

Tabla 5.6 Tiempo de concentración de la cuenca.

Tramo	**Longitud cauce (m)**	**Desnivel (m)**	**Tc calculado**	**Tc asumido**	**Tc**	
			Min	**Min**	**Min**	**Hr**
Toda la Cuenca	547.095	1	28.35	28.35	28.35	0.47

Tabla 5.7 Tiempo de la concentración de las subcuencas.

Subcuencas	**Longitud cauce (m)**	**Desnivel (m)**	**Tc calculado**	**Tc asumido**	**Tc**	
			Min	**Min**	**Min**	**Hr**
Amarillo	495.671	1	25.29	25.29	25.29	0.42
Rojo	495.671	1	25.29	25.29	25.29	0.42

Tabla 5.8 Tiempo de Concentración de ramales secundarios.

Tramo	Longitud cauce (m)	Desnivel (m)	Tc calculado	Tc asumido	Tc	
			Min	Min	Min	Hr
2 - 3	173.367	1	7.52	15.00	15.00	0.25
4 - 5	173.367	1	7.52	15.00	15.00	0.25
6 - 7	172.500	1	7.47	15.00	15.00	0.25
9 - 10	164.480	1	7.07	15.00	15.00	0.25
11 - 12	153.645	1	6.54	15.00	15.00	0.25
13 - 14	164.559	1	7.08	15.00	15.00	0.25
15 - 16	68.910	1	2.59	15.00	15.00	0.25
17 - 18	90.134	1	3.53	15.00	15.00	0.25
19 - 20	164.559	1	7.08	15.00	15.00	0.25
21 - 22	164.480	1	7.07	15.00	15.00	0.25

5.3.3 Determinacion de la intensidad de lluvia

Considerando los tiempos de concentracion estimados en el punto anterior y un periodo de retorno de 25 años se determinan las intensidades de precipitacion mediante las curvas IDF para la zona de Ciudad Bolivar los cuales son implementados para esta zona ya que se encuentra a una distancia pronta del area estudiada. Esta intensidad fue estimada con los datos suministrados por el INAME.

Tabla 5.9 Datos de intensidad (mm/h) para diferentes duraciones y diferentes períodos de retorno.

DURACIÓN (h)	Tr (Años)				
	5	10	25	50	100
0,25	109	130	157	178	198
0,5	102	118	140	173	173
1	79	92	109	122	135
3	38	48	56	63	63
6	22	29	34	39	39
9	19	19	24	27	27
12	17	17	21	24	24
24	10	16	20	23	23

La relacion probabilistica entre la intensidad de la lluvia, su duracion y frecuencia, es usualmente presentada en formas de graficas. Estas representaciones son generalmente referidas con curvas de intensidad-duracion-frecuencia (IDF), que resultan de unir los puntos que especifican la intensidad de la lluvia, en intervalos de diferente duracion y, tambien en distintos periodos de retorno. (figura 5.7).

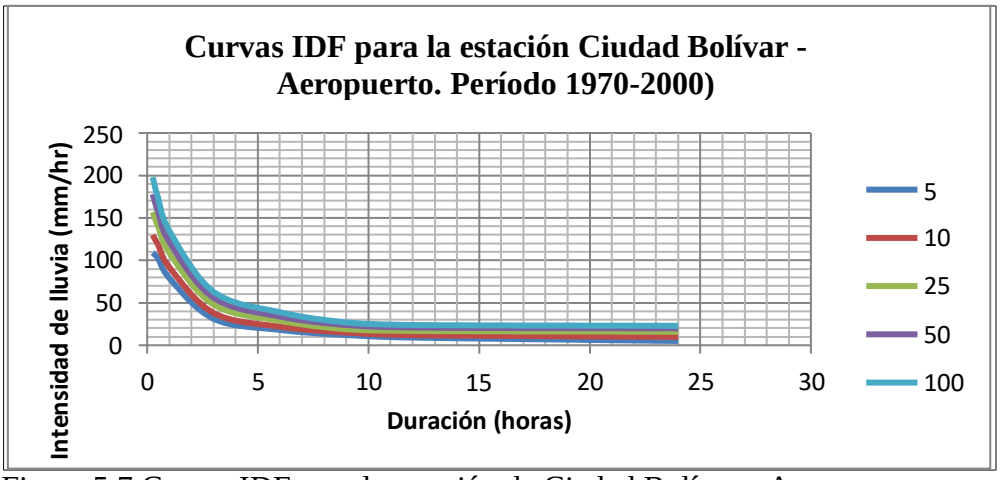

Figura 5.7 Curvas IDF para la estación de Ciudad Bolívar - Aeropuerto. Período 1970-2000. Fuente: Montilla y Pereira 2010.

Tabla 5.10 Intensidad de lluvia dependiendo de la curación y el tiempo de retorno.

Zona	**Periodo de retorno Tr (años)**	**Tiempo de concentración Tc (hr)**	**Intensidad lluvia I**	
			(mm/h)	**(lps/ha)**
Área total de la cuenca	25	0.47	142.04	394.56

Tabla 5.11 Intensidad de lluvia en la cuenca estudiada.

Zona	**Periodo de retorno Tr (años)**	**Tiempo de concentración Tc (hr)**	**Intensidad lluvia I**	
			(mm/h)	**(lps/ha)**
Subcuenca 1	25	0.42	145.44	404
Subcuenca 2	25	0.42	145.44	404

De acuerdo con la figura 5.6 que corresponde al área de los ramales se presenta la tabla siguiente con las respectivas intensidades correspondientes a cada tramo.

Tabla 5.12 Intensidad de los ramales.

Tramos	Periodo de retorno Tr (años)	Tiempo de concentración Tc (hr)	Intensidad lluvia I	
			(mm/h)	(lps/ha)
2 - 3	25	0.25	157	436.11
4 - 5	25	0.25	157	436.11
6 - 7	25	0.25	157	436.11
9 - 10	25	0.25	157	436.11
11 - 12	25	0.25	157	436.11
13 - 14	25	0.25	157	436.11
15 - 16	25	0.25	157	436.11
17 - 18	25	0.25	157	436.11
19 - 20	25	0.25	157	436.11
21 - 22	25	0.25	157	436.11

5.3.4 Calculo del coeficiente de escorrentía

Para determinación del coeficiente de escorrentía se consideraron los criterios de Aparicio (2001) de acuerdo a la zonificación del uso de la tierra. Asumiendo un valor medio entre el mínimo y máximo que aparecen en la tabla 5.14.

Tabla 5.13 Coeficiente de escorrentía.
Fuente: Aparicio (2001).

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía	
	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

Para las zonas residenciales el coeficiente de escurrimiento selecciona fue 0.60, para zonas verdes o parques el coeficiente fue de 0.20 y para las zonas o calles asfaltadas o pavimentadas el coeficiente que se selecciono fue de 0.825. como en la mayoria de las parcelas se tenia zona residencial, pavimentadas y areas verdes el coeficiente de escurrimiento se pondero utilizando la siguente formula:

$$Cp = ((Area\ 1 * Ce\ 1) + (Area\ 2 * Ce\ 2))/\ Area\ total \qquad (5.2)$$

De acuerdo a toda la informacion se puede considerar que es coeficiente de escorrentia ponderado sera de 0.36286.

5.3.5 Determinación de caudal

Tabla 5.14 Caudal de la cuenca.

	Tr (años)	**C pond**	**Intensidad lluvia (mm/hr)**	**Área (ha)**	**Caudal**	
					m^3/s	**Lps**
Para toda la cuenca	25	0.36286	142.04	25.52	3.654	3653.66

Tabla 5.15 Caudales de las subcuencas.

	Tr (años)	**C pond**	**Intensidad lluvia (mm/hr)**	**Área (ha)**	**Caudal**	
					m^3/s	**Lps**
Subcuenca 1	25	0.36286	145.44	12.95	1.898	1898.41
Subcuenca 2	25	0.36286	145.44	12.57	1.843	1842.70

Presentando los caudales generados para un periodo de retorno de 25 años, distribuidos en los diferentes ramales concebidos de acuerdo al sentido de las lineas de flujo.

Tabla 5.16 Caudal de los ramales.

Ramal	Tr (años)	C pond	Intensidad lluvia (mm/hr)	Área (ha)	Caudal	
					m3/s	Lps
2 - 3	25	0.36286	157	1.15	0.182	181.98
4 - 5	25	0.36286	157	1.29	0.204	204.14
6 - 7	25	0.36286	157	0.79	0.125	125.03
9 - 10	25	0.36286	157	0.92	0.146	145.59
11 - 12	25	0.36286	157	0.51	0.081	80.71
13 - 14	25	0.36286	157	0.48	0.076	75.96
15 - 16	25	0.36286	157	0.48	0.076	75.96
17 - 18	25	0.36286	157	0.27	0.043	42.73
19 - 20	25	0.36286	157	1.81	0.286	286.43
21 - 22	25	0.36286	157	0.77	0.122	121.85

5.4 Perfil longitudinal y planta de los canales que integraran el sistema de drenaje

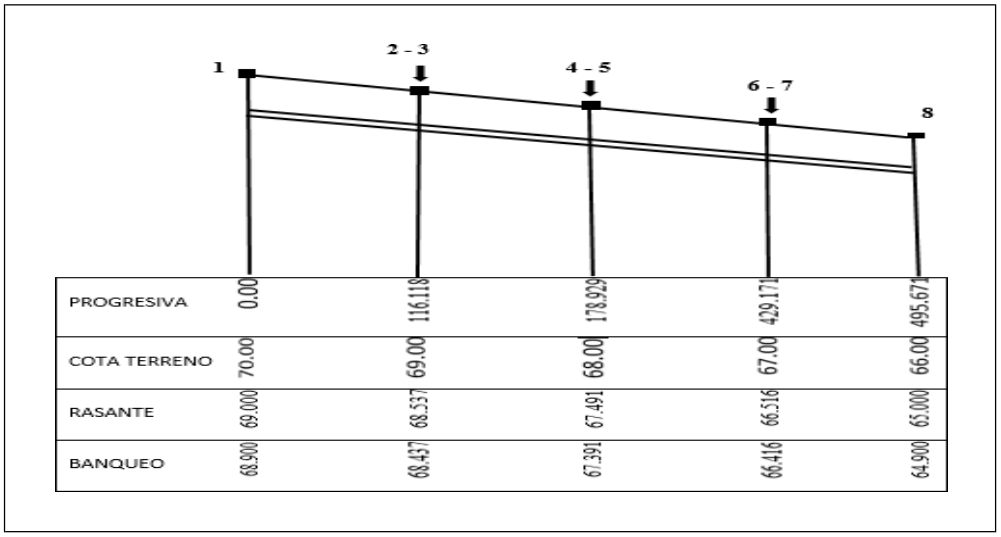

Figura 5.8 Perfil longitudinal con indicación de progresiva y cotas de los canales de la zona 1–8. Fuente: Brito, O. 2018.

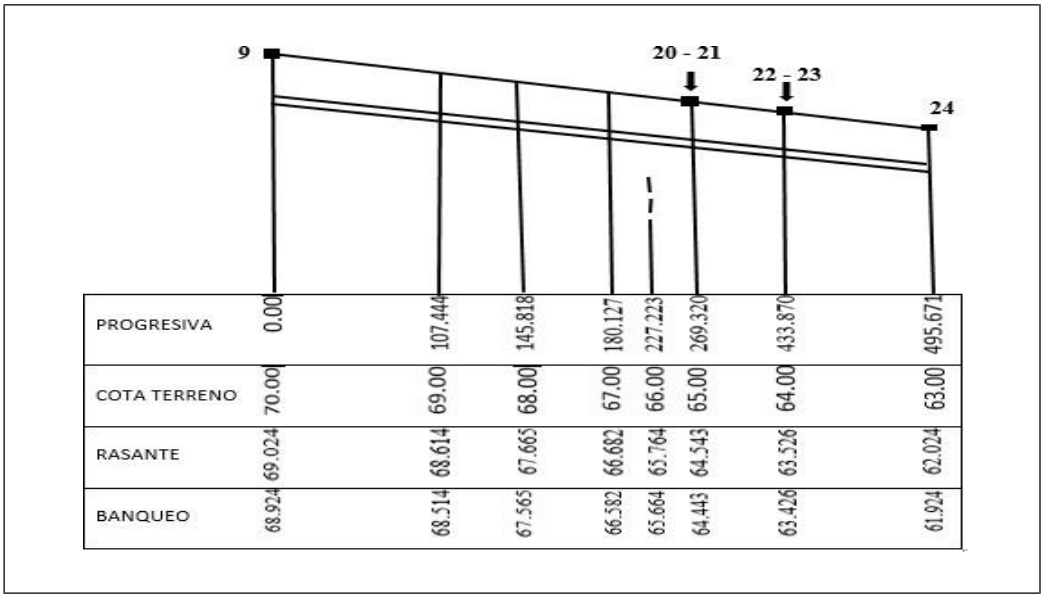

Figura 5.9 Perfil longitudinal con indicación de progresiva y cotas de los canales de la zona 9–24. Fuente: Brito, O. 2018.

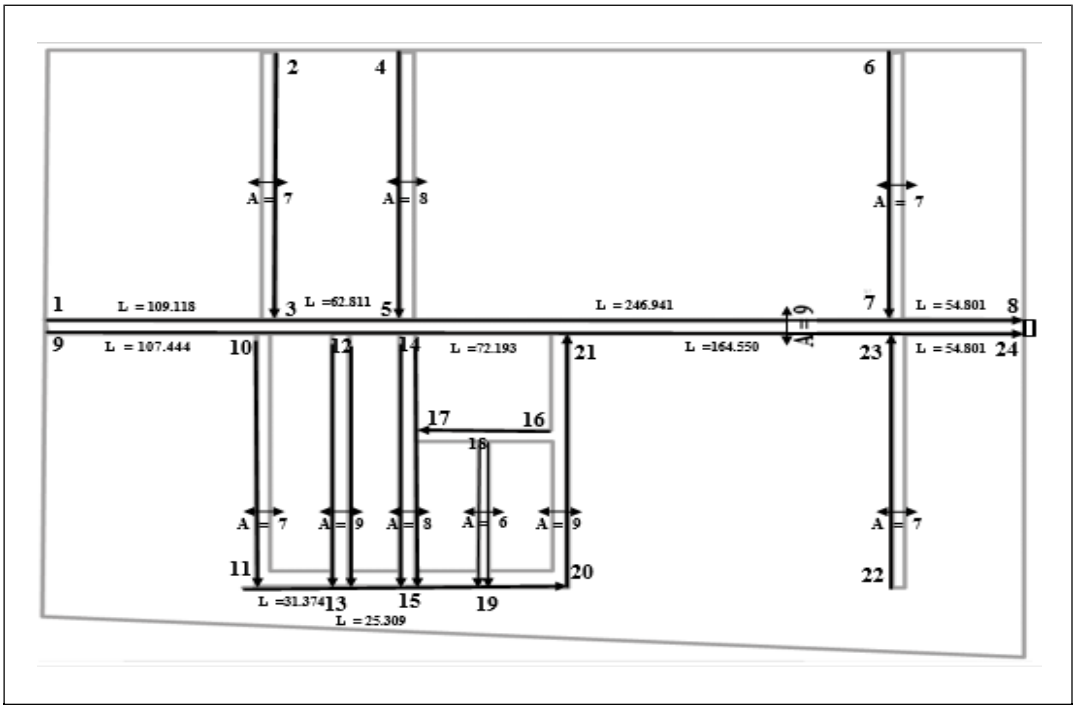

Figura 5.10 Planta de los canales del sistema de drenaje propuesto. Fuente: Brito, O. 2018.

5.5. Elementos geométricos e hidráulicos de los canales que integran el sistema de drenaje propuesto

Para el urbanismo se propone un sistema de drenajes compuesto por canales de sección rectangular principales y secundarios, cada uno de los primeros contara con su respectiva torrentera para direccionar las aguas a la quebrada lindero la cual se encuentra muy cerca del urbanismo. Al dividir la cuenca de estudio en dos subcuencas se proponen 2 canales principales distribuidos de la siguiente manera:

En la subcuenca 1 se plantean un canal principal uno al lado izquierdo de la calle (1-8). Para el caso de la segunda subcuenca se dispondrá de un canal principal de lado derecho de la carretera (9–24).

Es importante indicar que el sentido de los canales en las calles (derecho-izquierdo) será determinado por el recorrido que hará el agua desde que precipita hasta el punto final de descarga. Adicional a ello todos los canales serán hechos de concreto y con pendientes longitudinales que van desde 0.2% al 1 % garantizando velocidades que se encontraran en el rango de 0.6 m/s a 3.2 m/s.

Los canales serán hechos con paredes de concreto de espesor 0,15 m y a manera de protección se les aplicaran rejillas con barras diagonales que no interfieran el tráfico de bicicletas y motos ocasionando accidentes. Conociendo la capacidad hidráulica de los canales por medio de de la ecuación de Izzard y las dimensiones exactas de los canales las cuales fueron calculadas utilizando el programa Hcanales 3.0 especificándose en la siguiente tabla:

Tabla 5.17 Elementos geométricos e hidráulicos de los canales.

Tramo	Longitud (m)	Caudal Q (m3)	Ancho de Inundación (m)	Capacidad Hidráulica (m3)	Pendiente S(‰)	Ancho de Solera B (m)	Tirante Normal Y(m)	Área Hidráulica A (m2)	Espejo de Agua T (m)	Perímetro P (m)	Radio Hidráulico Rh (m)	Velocidad V (m/seg)	Tipo de Flujo
1 – 8 Desc. Izq.	495.671	1.898	4.5	0.014	0.01	0.7	1.000	0,700	0.7	2,701	0,259	2,711	Subcritico
2 – 3 Izq.	173.367	0.182	7	0.025	0.003	0.4	0,463	0,185	0.4	1,326	0,140	0,983	Subcritico
4 – 5 Der.	173.367	0.204	8	0.035	0.003	0.4	0,509	0,204	0.4	1,419	0,144	1,001	Subcritico
6 – 7 Der.	172.500	0.125	7	0.025	0.003	0.3	0,484	0,145	0.3	1,268	0,115	0,861	Subcritico
9 – 24 Desc. Der.	495.671	1.843	4.5	0.014	0.01	0.7	0,976	0,683	0.7	2,651	0,258	2,699	Subcritico
10 – 11 Der.	164.480	0.146	7	0.025	0.003	0.4	0,386	0,154	0.4	1,172	0,132	0,945	Subcritico
11 – 24 Desc. Der.	547.095	3.654	8	0.064	0.01	1	0.976	1,114	1	3,228	0,345	3,280	Subcritico
12 – 13 Der.	153.645	0.081	4.5	0.008	0.003	0.3	0,335	0,101	0.3	0,970	0,104	0,806	Subcritico
12 - 13 Izq.	153.645	0.081	4.5	0.008	0.003	0.3	0,335	0,101	0.3	0,970	0,104	0,806	Subcritico
14 - 15 Der.	164.559	0.076	4	0.006	0.003	0.3	0,318	0,095	0.3	0,936	0,102	0,798	Subcritico
14 - 15 Izq.	164.559	0.076	4	0.006	0.003	0.3	0,318	0,095	0.3	0,936	0,102	0,798	Subcritico
16 - 17 Izq.	68.910	0.076	7	0.025	0.003	0.3	0.318	0.095	0.3	0.936	0.102	0.798	Subcritico
18 - 19 Der.	90.134	0.043	3	0.002	0.002	0.3	0,236	0,071	0.3	0,773	0,092	0,607	Subcritico
18 - 19 Izq.	90.134	0.043	3	0.002	0.002	0.3	0.236	0.071	0.3	0.773	0.092	0.607	Subcritico
20 - 21 Der.	164.559	0.286	8	0.041	0.004	0.5	0,457	0,229	0.5	1,414	0,162	1,251	Subcritico
22 – 23 Izq.	164.480	0.122	7	0.025	0.003	0.3	0,474	0,142	0.3	1,248	0,114	0,858	Subcritico

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. De acuerdo a las características imperantes de la pluviosidad de carácter unimodal (de 1000 mm anuales), de la temperatura corresponde a 83.13 mm media anual. Y con la evaporación el valor total anual es de 2.524.8 mm y la media anual de 190.6 mm. La temperatura media anual para el período de datos considerado es de 1.8 ºC, por el cual se puede indicar que el área de estudio se enmarca como una zona isotérmica, con un clima cálido siendo una zona intertropical.

2. La zona de estudio abarca la totalidad del complejo urbanístico S-1 con una superficie total de 25.52 ha en la población de Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui. Presentando (2) ramales de flujo que drenaran las aguas de escorrentía pluvial identificadas con números, colores y orientadas del noroeste - sureste ocupando cada una superficie de 12.95 ha y 12.57 ha, respectivamente.

3. Para la determinación del caudal se usó el Método racional. Determinando en primera instancia el tiempo de concentración, la intensidad de la lluvia para una frecuencia de 25 años, el valor del coeficiente de escorrentía ponderado. Los caudales calculados de los dos (2) ramales de flujo presentes en el área de estudio muestran que el ramal mas importante en cuanto al aporte de agua es de (1.89 m3/s) ramal de flujo ubicado de norte a este e identificado con el color amarillo. Asimismo la cuenca aportara un caudal total de 3.65 m3/s para un periodo de retorno de 25 años. Mientras que el ramal de color rojo aportara un caudal de 1.84 m3/s, respectivamente.

4. El trazado longitudinal se detalla en dos partes que son de importancia, la primera desde el punto 1–8 mostrando así los cuatro (4) canales rectangulares previstos. Y seguidamente el punto 9–24, demarcando el corte los nueve (9) canales rectangulares respectivamente considerados. Mientras que en planta se denotan los puntos de las cuenca, longitudes de los tramos además del sentido de los caudales hasta llegar al punto de descarga.

5. El sistema interno de drenajes está constituido por obras de sección rectangular, con un espesor de 0.15m, elaborado de concreto. Dichos canales tendrán protección superior de rejas que garanticen la seguridad de los que transiten por el área. Además de captar y conducir hacia el sitio de disposición final las aguas de origen pluvial que precipiten sobre el terreno. Sus respectivas medidas para su elaboración son detalladas en la tabla 5.17 obtenidas por medio del programa Hcanales, garantizando así el buen desarrollo para un buen funcionamiento.

Recomendaciones

1. Las acciones preventivas deben estar orientadas a no permitir la obstrucción de los drenajes naturales con la construcción de viviendas u otros tipos de edificaciones, en tal sentido deben coordinar con las autoridades y los Consejos Comunales, una campaña para proteger el medio ambiente y respetar las salidas de las aguas de lluvia.

2. Considerar la producción de curvas IDF actualizadas para las localidades urbanas que requieran nuevas obras civiles que ameriten el diseño de sistemas de drenaje.

3. Se surgiere a las autoridades de la Escuela de Ciencia de la Tierra exponer oficialmente al Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología la importancia de mantener actualizadas y disponibles la base de datos correspondientes a los registros de los parámetros climatológicos de las estaciones que mantienen activas, con finalidad de que sirvan para los respectivos análisis pluviométricos que académicamente que se requieran para el desarrollo de investigaciones que involucren tal variable climática.

REFERENCIAS

Arias, F. (2006) **EL PROYECTO DE INVESTIGACION: GUIA PARA SU ELABORACION.** Caracas: Episteme.

Arocha, S. (1983). **DRENAJES Y CLOACAS.** Caracas: Editorial Innovaciones Tecnológicas.

Aymard, G. y González, B. 2007. **CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA COMPOSICION FLORISTICA Y DIVERSIDAD DE LOS BOSQUES DE LOS LLANOS DE VENEZUELA. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE SU ESTRUCTURA Y COMPOSICION FLORISTICA.** Catálogo ilustrado y anotado de las plantas vasculares de los Llanos de Venezuela. Caracas: FUDENA, FUNDACIÓN POLAR, FIBV.

Ballestrini, M. (1998) **COMÓ SE ELBORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Caracas: IL Consultores.

Bolinaga J. (1979). **DRENAJE URBANO.** Caracas: Instituto Nacional de Obras Sanitarias.

Camacho, F. (2004). **DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE.** Caracas: UCV.

Carrera, M. y Hernández, G. (2012). **SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL DE LA VIALIDAD COMO ALTERNATIVA EN LA POBLACIÓN DE ANACO, ESTADO ANZOÁTEGUI.** Barcelona, Estado Anzoátegui: UDO. Tesis de grado no publicada.

Castro, L. (2015). **IMPACTO DE LAS PRECIPITACIONES LLUVIOSAS EN EL MEDIO AMBIENTE.** Caracas: IESA. Material Estructurado.

Chow, V. (1994). **HIDRÁULICAS DE CANALES ABIERTOS.** Buenos Aires: Mc Graw Hill.

Chow, V., Maidment, L. y Mays, W. (1994). **HIDROLOGÍA APLICADA.** Buenos Aires: Mc Graw Hill.

Franceschi A, 1984). **DRENAJE VIAL**. Caracas: Fondo editorial del Colegio de Ingenieros de Venezuela.

García, P. (2011). **LAS LLUVIAS Y SU IMPACTO NATURAL**. Madrid, España: Revista Hidrológica.

Giles, R. Evett, J. y Liu, P. (1994). **MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E HIDRÁULICA.** Buenos Aires: Mc Graw Hill.

Hernández, R. y Otros (2005). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.** Buenos Aires: Mc Graw Hill.

Huber O. y Alarcón, C. (1988). **MAPA DE VEGETACIÓN DE VENEZUELA. BIOMA – VENEZUELA / THE NATURE CONSERVANCY.** Caracas, Venezuela: MARNR.

Mijares, L. (1992). **SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIALES PLUVIALES.** Caracas: UCV. Facultad de Ingeniería. Mimeografiado.

Moreno, F. y Leal, F. (2014). **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL DE LA AVENIDA PERIMETRAL DE CIUDAD BOLÍVAR.** Ciudad Guayana: Instituto Universitario "Santiago Mariño". Tesis de grado no publicada.

Parra y Porras (2017). **ESTIMACION DEL CAUDAL DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES QUE APORTARAN LA CUENCA URBANA DEL CONJUNTO RESIDENCIAL LP-1 EN LA POBLACION DE LOS POZOS, MUNICIPIO SOTILLO, ESTADO MONAGAS, VENEZUELA**. Trabajo de grado, Universidad de Oriente. Ciudad Bolivar.

Real Academia Española, (2012). **DICCIONARIO**. Editorial Limusa. Madrid.

Rodríguez, J. (2010). **SISTEMA DE DRENAJES PLUVIALES.** Caracas: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Mimeografiado.

Sabino, C. (2005). **EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN.** Editorial Panapo. Caracas, Venezuela, (pp. 89, 142).

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

Título	PROPUESTA DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE UN SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL CONJUNTO URBANISTICO S-1, DE LA POBLACIÓN EN SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	**Código CVLAC / e-mail**	
BRITO RAMIREZ ORIANNYS HAIDEE	**CVLAC**	21.497.227
	e-mail	Orihaideebrito@hotmail.com
	e-mail	Orihaideebrito@gmail.com
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Pluviosidad
Caudal
Drenaje
Urbanismo
Municipio Independencia

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ingeniería Civil	**Departamento de Ingeniería Civil**

Resumen (abstract):

El objetivo fundamental de este trabajo de investigación es determinar la ingeniería básica de un sistema de drenaje de aguas pluviales para el conjunto urbanístico S-1, de la población en Soledad, municipio Independencia, estado Anzoátegui. La investigación es de tipo descriptiva requiriendo de una estrategia o diseño documental y de campo. La metodología utilizada incluye la observación de la zona. Describiendo los principales parámetros climáticos mediante los registros del INAMEH correspondientes a la estación de Ciudad Bolívar ya que se encuentra a una distancia próxima del área de estudio. Identificando y delimitando la cuenca y subcuencas urbanas existentes en el conjunto residencial S-1. Además de estimar el caudal de la cuenca y subcuencas por el Método racional, con valores anteriormente calculados como el tiempo de concentración, coeficiente de escurrimiento ponderado y teniendo en cuenta un periodo de retorno de 25 años. Realizando luego el perfil longitudinal y de planta detallando los canales considerados para el urbanismo. Con más precisión de elaboración se efectúa por el programa Hcanales el cálculo de cada canal. Los resultados relevantes de la investigación acotan que el clima del área se enmarca en la zona de clima cálido. Identificando 2 ramales de flujo urbanos. Con coeficiente de escurrimiento ponderado de 0.36286. Determinados los caudales el ramal de flujo màs importante en cuanto al aporte de aguas (1.898 m3/s) corresponde al ramal de flujo ubicado de norte a este identificado con color amarillo para un periodo de retorno de 25 años. Con perfiles longitudinales siendo el primero que va desde el punto 1-8 y luego el que va desde el punto 9-24 mostrando en planta el direccionamiento del flujo en el urbanismo. Los valores arrojados por el programa Hcanales diagnostica los diferentes tamaños de los canales que comprende el urbanismo permitiendo la conduccion del flujo.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail											
Echeverria, Dafnis	**ROL**	**CA**		**AS**		**TU**	**x**	**JU**				
	CVLAC	**4.506.408**										
	e-mail	dafnisecheverria2807@gmail.com										
	e-mail											
Echeverria, Beatriz	**ROL**	**CA**		**AS**		**TU**		**JU**	**X**			
	CVLAC	**21.013.748**										
	e-mail	Echeverriabcc92@gmail.com										
	e-mail											
Devera, Stefany	**ROL**	**CA**		**AS**		**TU**		**JU**	**X**			
	CVLAC	**23.551.572**										
	e-mail	**Stefany_devera@hotmai.com**										
	e-mail											
	ROL	**CA**		**AS**		**TU**		**JU**	**X**			
	CVLAC											
	e-mail											
	e-mail											

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2018	**06**	**25**

Lenguaje: Spa

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

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
PROPUESTA DE LA INGENIERÍA BÁSICA DE UN SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES PARA EL CONJUNTO URBANISTICO S-1, DE LA POBLACIÓN EN SOLEDAD, MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA.	**PDF**

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: Laboratorio de Hidráulica

Temporal:

Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniero Civil.

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado Universitario.

Área de Estudio: Ingeniería Civil, Hidráulica.

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 5/5

Derechos:

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

AUTOR

Oriannys H. Brito R.

C.I.: V-21.497.227

TUTOR

JURADO 1

JURADO 2

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU Nº 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda ***"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC Nº 696/2009".***

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

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Cordialmente,

JUAN A. BOLAÑOS CURVELO
Secretario

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SECRETARÍA
CONSEJO UNIVERSITARIO

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

JABC/ YGC/ maruja