



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS,
CAPIRRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

21511074 ANDREA CELESTE BUSTAMANTE REYES

21441002 VICTORIA ALEJANDRA DÍAZ MEJÍA

21511252 RICARDO ANTONIO PÉREZ RIVERA

ASESOR: ING. JOSÉ FERNANDO VELÁSQUEZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA

ABRIL, 2019

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

RECTOR:

MARLON ANTONIO BREVE REYES

VICERRECTOR ACADÉMICO:

DESIRÉE TEJADA CALVO

SECRETARIO GENERAL:

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA CAMPUS SAN PEDRO SULA:

CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA

COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL:

HÉCTOR WILFREDO PADILLA SIERRA

**DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS,
CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA**

**TRABAJO PRESENTADO EN
CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS
EXIGIDOS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

ASESOR TEMÁTICO:

ING. JOSÉ FERNANDO VELÁSQUEZ

MIEMBROS DE LA TERNA:

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2018

ANDREA CELESTE BUSTAMANTE REYES

VICTORIA ALEJANDRA DIAZ MEJÍA

RICARDO ANTONIO PÉREZ RIVERA

Todos los derechos reservados.

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Nosotros, ANDREA CELESTE BUSTAMANTE REYES, VICTORIA ALEJANDRA DIAZ MEJÍA Y RICARDO ANTONIO PÉREZ RIVERA, de San Pedro Sula autores del trabajo de grado titulado: Diseño de Drenaje Pluvial De Los Barrios Brazos Abiertos, Los Pinos, Capiro, San José y San Pablo del Casco Urbano, Santa Cruz de Yojoa presentado y aprobado en el año 2019, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero Civil, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los catorce días del mes de abril de dos mil diecinueve.

14 de abril de 2019

Andrea Bustamante
21511074

Victoria Diaz
21441002

Ricardo Pérez
21511252

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. José Velásquez
Asesor Temático

Ing. Michael Pineda
Asesor Metodológico

Ing. Sergio Paredes.
Coordinador de Terna

Ing. Ana Rivera
Miembro de Terna

Ing. Otto Flores
Miembro de Terna

Ing. Héctor Padilla
Jefe Académico de Ingeniería Civil | UNITEC

DEDICATORIAS

En primer lugar a Dios por haberme guiado en el camino y permitirme alcanzar un logro más, gracias a él he cumplido todas las metas que me he propuesto.

A mi padre Juan Bustamante, mi madre Gloria Reyes y a mi abuela Suyapa Herrera, por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mi familia por confiar en mí, por su apoyo, esfuerzo y amor incondicional, por sus consejos y palabras de aliento que hicieron de mí una mejor persona y que de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Andrea C. Bustamante

En primer lugar, a Dios por darme salud y fuerzas nacieras para lograr mis objetivos y estar conmigo en todo momento a lo largo de mi vida.

A mis padres Salvador Diaz Robles y María Angelica Mejía por el esfuerzo que han hecho durante todos estos años para que yo culmine mis estudios, por el apoyo incondicional que me brindan a diario y sobre todo por el amor y la fe que han depositado en mí.

A cada uno de mis hermanos por lo bueno que me ha deseado en especial a Esther Diaz que ha sido una parte importante en mi vida y en mis estudios. A mis amigos, compañeros y catedráticos que me han brindado su apoyo y conocimiento.

Y por último, pero no menos importante a mi abuelo Brad Wilson por creer y confiar en mí, por darme palabras de aliento para seguir adelante, por guiarme hacia el camino del bien y por su apoyo incondicional.

Victoria A. Diaz

A Dios por ser mi forjador en este camino, que me acompaña y me levanta en cada tropiezo, quién me ayuda a salir adelante siempre y por nunca abandonarme.

A mi madre, Julia Dinora, quien ha sido mi héroe durante toda la vida, ha sabido criarme y darme todo lo que necesito para cumplir este objetivo tan importante en mi vida, con todo el amor del mundo este logro es para usted mamá, por ser una mujer que me hace sentir orgullo, por todos sus esfuerzos y amor.

A mis dos abuelos Julia Carmela (QDDG) y Juan Antonio (QDDG) por siempre acompañarme y en vida haberme dado todo su amor. A mi tío Roberto Posas (QDDG) por sentirse siempre orgulloso de mí.

A mi tía Angela, por ser mi segunda madre y siempre estar apoyándome y motivándome, por brindarme su mano siempre.

A mi sobrino Dereck, por ser un motor en mi vida, llenarme de amor y motivación siempre.

A mis tías, Carmen y Adela, a mis primas, Gloria y Lorena, por apoyarme tanto emocional como económicamente para poder cumplir este objetivo, muchas gracias.

A mi novia Jaily Ariely, por siempre aconsejarme, darme todo su amor y apoyo incondicional a pesar de cualquier circunstancia. Te amo.

Ricardo A. Pérez

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque Él es quién nos da la oportunidad de facultarnos de todos los medios intelectuales para realizar este proyecto, nos brinda la sabiduría necesaria para afrontar cualquier problema que se nos presente en la vida.

A la municipalidad de Santa Cruz de Yojoa por su invaluable apoyo técnico y humano para la realización de este proyecto.

A la Universidad Tecnológica Centroamericana, por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales y tener un equipo docente suficientemente capacitados para cada clase.

Al ingeniero José Velásquez por ser nuestro asesor temático y al ingeniero Michael Pineda por ser nuestro asesor metodológico, sin quienes este proyecto no hubiese podido ser posible.

RESUMEN EJECUTIVO

El crecimiento poblacional acelerado en la mayoría de las ciudades del país durante los últimos años tiene como consecuencia el aumento de la demanda de mayores y mejores servicios públicos, entre los cuales tienen gran importancia los sistemas de drenaje pluvial.

El proyecto de tesis: "Diseño de drenaje pluvial de los barrios Brazos Abiertos, Los Pinos, Capiro, San José y San Pablo del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa" tiene como objetivo dar una solución a los graves problemas de inundación que se presentan en épocas de lluvia en las zonas mencionadas.

El diseño de dicho proyecto se ha llevado a cabo mediante el Manual de Referencias Hidrológicas para el diseño de obras de drenaje y El Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas, tomando en cuenta todas las normas y parámetros establecidos. De igual manera se ha planteado la propuesta técnica basándose en las características físicas de la zona como ser la topografía, tipo de suelo y vegetación utilizando los softwares, técnicas, instrumentos y demás herramientas que se emplearon a lo largo del proyecto que permitieron la correcta elaboración de este.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2.1 ANTECEDENTES.....	2
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
2.2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	3
2.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	4
2.4 OBJETIVOS.....	4
2.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
2.5 JUSTIFICACIÓN.....	5
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	6
3.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO.....	7
3.1.1.1 PROGRAMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LOS MUNICIPIOS LA PAZ Y EL ALTO, BOLIVIA.....	7
3.1.1.2 DRENAJE PLUVIAL PARA EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE LA CONCEPCIÓN MASAYA, MANAGUA.....	9
3.1.1.3 DRENAJE PLUVIAL EN LA CIUDAD DE CARTAGO COSTA RICA.....	9
3.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO.....	10
3.1.2.1 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE COLECTOR DE AGUAS LLUVIAS COLONIA MONTEFRESCO, SAN PEDRO SULA.....	10
3.1.2.2 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LAS COLONIAS FLOR DEL CAMPO II Y LUIS ANDRÉS ZÚÑIGA, TEGUCIGALPA.....	12
3.1.2.3 PAVIMENTACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE COLECTOR EN LA COLONIA JUAN LINDO SAN PEDRO SULA.....	12
3.1.3 ANÁLISIS INTERNO.....	13
3.2 TEORIA DE SUSTENTO.....	14
3.2.1 MANUAL DE REFERENCIAS HIDROLÓGICAS PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE.....	15
3.2.2 MANUAL DE CONSIDERACIONES TÉCNICAS HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS.....	16

3.3	MARCO CONCEPTUAL	25
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA.....		29
4.1.1	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	30
4.1.2	DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN	32
4.1.1	TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN.....	33
4.1.2	ENFOQUE Y MÉTODOS	34
4.2.1	TIPO DE DISEÑO	35
4.1	POBLACIÓN Y MUESTRAS.....	35
4.3.1.	POBLACIÓN	36
4.3.2.	MUESTRA.....	36
4.2	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	36
4.4.1	INSTRUMENTOS	36
4.4.2	TÉCNICAS.....	39
4.3	UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA	40
2.7	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	41
CAPITULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS		42
5.1	INFORMACIÓN INICIAL	42
5.1.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	42
5.2	PROCESO DE DISEÑO.....	55
5.3.1	METODOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA EN ESTUDIO.	55
5.3	RESULTADOS	66
TABLA 17. RESULTADOS CON DIFERENTES PENDIENTES		66
5.4	PRESUPUESTO.....	69
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES		85
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES		86
CAPITULO VIII. BIBLIOGRAFÍA		87
CAPITULO IX. ANEXOS		90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición de variables dependientes e independientes	30
Tabla 2. Operacionalización de las variables	33
Tabla 3. Puntos topográficos	42
Tabla 4. Parámetros de la cuenca	55
Tabla 5. Clases de valores de compacidad	56
Tabla 6. Clases de valores de forma	56
Tabla 7. Clases de densidad de drenaje	57
Tabla 8. Intensidad y caudal para la estación meteorológica Santa Bárbara	58
Tabla 9. Intensidad y caudal para la estación meteorológica El Jaral	58
Tabla 10. Coeficiente de escorrentía	59
Tabla 11. Coeficientes para los diferentes periodos de retorno	61
Tabla 12. Coeficiente "a"	61
Tabla 13. Coeficiente "b"	61
Tabla 14. Cálculo de intensidad y caudal	63
Tabla 15. Cálculo de la altura del canal	65
Tabla 17. Resultados con diferentes pendientes	66
Tabla 18. RESULTADOS CON PENDIENTE DE 0.0090	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Inundación de calles en El Alto.....	8
Ilustración 2. Construcción de drenaje pluvial en El Alto.....	8
Ilustración 3. Construcción de colector de aguas lluvias.....	11
Ilustración 4. Pavimentación y construcción de colector de aguas lluvias.....	13
Ilustración 5. Embaulamiento de quebrada, Santa Cruz de Yojoa.....	14
Ilustración 6. Datos para utilizar de Uy y Fy.....	19
Ilustración 7. Diagrama de variables de operacionalización.....	32
Ilustración 8. Diagrama de tipo de diseño.....	35
Ilustración 9. Nivel topográfico.....	36
Ilustración 10. Estadia.....	37
Ilustración 11. Trípode de aluminio.....	37
Ilustración 12. GPS.....	38
Ilustración 13. Logo de Microsoft Excel.....	38
Ilustración 14. Logo de AutoCAD Civil 3D.....	39
Ilustración 15. Logo de Google Earth.....	39
Ilustración 16. Cronograma de trabajo.....	41
Ilustración 17. Barrio Capiro.....	54
Ilustración 18. Delimitación de cuenca en QGis.....	59
Ilustración 19. Determinación del coeficiente de escorrentía de acuerdo con el uso, suelo y pendiente.....	60
Ilustración 20. Distribución del coeficiente de escorrentía.....	60
Ilustración 21. Valor "b" para in periodo de retorno de 20 años.....	62
Ilustración 22. Valor "b" para un periodo de retorno de 50 años.....	62
Ilustración 23. Valor "n" para todos los periodos de retorno.....	62
Ilustración 24. Vista total de "n" para todos los periodos de retorno.....	63
Ilustración 25. Calles del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa.....	64
Ilustración 26. Superficie, alineamiento y secciones transversales.....	64
Ilustración 27. Sección del canal trapezoidal.....	65

Ilustración 28. Topografía en el casco urbano.....	90
Ilustración 29. Topografía.....	90
Ilustración 30. Vegetación y tipo de suelo	91

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Expresión del Método Racional para el Cálculo del Caudal	15
Ecuación 2. Tiempo de concentración.	16
Ecuación 3. Tiempo de Retorno de un evento.....	17
Ecuación 4. Determinación del valor a introducir en la función Gumbel.....	18
Ecuación 5. Función Gumbel para Valores Máximos o Mínimos.	18
Ecuación 6. Pendiente vertical de la cuenca	19
Ecuación 7. Pendiente horizontal de la cuenca.	20
Ecuación 8. Pendiente media de la cuenca.	20
Ecuación 9. Índice de compacidad.	20
Ecuación 10. Factor Forma.....	21
Ecuación 11. Densidad de drenaje.....	21
Ecuación 12. Precipitación de corta duración	22

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El drenaje pluvial es un sistema que facilita el traslado de agua lluvia para evitar daños como inundaciones en zonas urbanas. El drenaje pluvial ha cumplido históricamente con la tarea de conducir el agua lluvia de una manera segura, es decir, evitando un mal traslado de estas y que así no generen enfermedades. El correcto uso, manejo y distribución de las aguas lluvias es un tema al que no se le da la debida importancia en Honduras, debido a la mala gestión de los datos meteorológicos y pluviales, también debido a que prefieren realizar proyectos de otra índole, sin darle la importancia necesaria al tema, a pesar de los graves daños que el mal manejo de estas causas al medio ambiente y a la comunidad en general. Dado que el contar con el sistema de drenaje pluvial en una ciudad es una manera de influir en el crecimiento de infraestructura y de salud, es necesario el desarrollo de un adecuado proyecto de drenaje para garantizar la calidad de vida de las comunidades.

El presente informe corresponde a los diversos estudios realizados para el Diseño de Drenaje Pluvial de los barrios: Brazos Abiertos, Los Pinos, Capiro, San José y San Pablo, ubicados en el casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa. En estos barrios y en la ciudad en general se puede constatar la necesidad de un sistema de drenaje pluvial, debido a que la evacuación de aguas lluvias hacia ríos se realiza por medio de "cunetas naturales" las cuales conducen el agua contaminada que emana un mal olor, entre otras consecuencias que esto trae, se puede mencionar la proliferación y el desarrollo de muchas enfermedades, como ser: diarrea, dengue fiebre tifoidea y plagas que hacen que la comunidad se enferme.

Por todo lo anterior, las autoridades municipales del sector respectivo han optado por un estudio bastante conservador de la zona, por lo cual se tuvo que realizar una recolección de datos como el estudio de suelos y de vegetación presente en este sector de la ciudad, el cual se realizará por medio de QGis, con ello se establece realizar el diseño del embaulado de las quebradas: Las Aguas, Cusumba y Nance Dulce.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El capítulo que se expone a continuación contiene, en primer lugar, los antecedentes que fundamentan la investigación, mencionando estudios previos relacionados a la presente tesis. Seguidamente se establecerá la problemática y se especificarán las preguntas de investigación que se darán respuesta con el estudio realizado. Luego se determinarán los objetivos tanto generales como específicos, que fundamentarán la realización de la investigación. Finalmente se indicará la importancia mediante la justificación, demostrando el beneficio que puede aportar el desarrollo de este proyecto.

2.1 ANTECEDENTES

El desarrollo de las ciudades trae consigo una serie de cambios y alteraciones en las condiciones naturales al aumentar las superficies impermeables lo cual origina consecuencias con el drenaje y la gestión de las aguas lluvias debido al aumento en los caudales de escorrentía y el aumento en la intensidad de lluvias, reflejado en inundaciones y pérdidas económicas en las comunidades.

El huracán Mitch, uno de los huracanes más violentos del siglo, se presentó en el nordeste de Honduras el 26 de octubre de 1998 y recorrió la costa norte con vientos destructivos de aproximadamente 250 km por hora y lluvias torrenciales que duraron cuatro días debido al lento desplazamiento del huracán a razón de 3 a 9 km/hora. (Rivera, 2018, p. 5)

Uno de los municipios más afectados fue Santa Cruz de Yojoa, localizado en el departamento de Cortés, la problemática que presenta esta comunidad es debido a la falta de un buen sistema de drenaje pluvial ya que en época de invierno el agua lluvia se estanca, lo que genera la proliferación de bacterias y mosquitos causantes de muchas enfermedades infecciosas, asimismo perjudica el tránsito de personas y vehículos, por lo que la población de Santa Cruz de Yojoa no puede desarrollar sus actividades cotidianas con normalidad.

De acuerdo con la Municipalidad de Santa Cruz de Yojoa, anteriormente se registró un estudio para formular soluciones y medidas de mitigación antes los problemas de inundaciones que se presentan en las épocas lluviosas.

Mena Luis (2013) afirma: “Hemos visto la necesidad de que se haga la desviación del cauce, con ello estamos protegiendo un buen sector de la población del casco urbano” (p. 6).

En el año 2013, COPECO y la alcaldía de Santa Cruz de Yojoa pretendían ejecutar un proyecto de embaulamiento en el centro de la comunidad, esta obra tenía un valor de dos millones de lempiras, fondos provenientes de COPECO. Según el diseño propuesto, el cauce pasaría en medio de una calle del barrio Capiro, el cual iba a ser embaulado. Se realizó una reunión con los habitantes de los barrios afectados para explicarles las razones y los lineamientos del proyecto pero la mayoría se opusieron a la ejecución. COPECO manifestó que con una persona que rechazara el embaulamiento, este no se podría ejecutar.

Brazos Abiertos (276 habitantes), Los Pinos (486 habitantes), Capiro (1334 habitantes), San José (154 habitantes) y San Pablo (196 habitantes) son barrios del casco urbano ubicados en el municipio de Santa Cruz de Yojoa que en época de invierno se ven afectados por las constantes inundaciones que se producen por la falta de un buen sistema de drenaje pluvial que evacue las aguas hacia una zona segura de descarga.

Debido a la topografía del terreno, las pendientes de los tramos en las calles son muy pronunciadas y, las aguas alcanzan grandes velocidades que en algunos casos sobrepasan la altura máxima de la calle-cauce, asimismo se provoca la saturación, asentamientos en los suelos y el daño en las estructuras de las calles.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El punto de partida de una investigación es la existencia de un problema de gran importancia, que requiere ser examinada para realizar propuestas y así resolverla. La definición del problema delimita claramente la situación a solucionar, indicando las razones que originan la necesidad de investigar.

2.2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

“La ciudad de Santa Cruz de Yojoa se ha visto afectada por la falta de un sistema de drenaje pluvial que satisfaga las necesidades cotidianas de la población. Debido a dicha carencia se han visto inundaciones que perjudican a los barrios Brazos Abiertos, Los Pinos, Capiro, San José y San Pablo.”

2.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué características deberá contener el diseño del sistema de drenaje pluvial para optimizar el paso de agua lluvia en los barrios Brazos Abiertos, Los Pinos, Capiro, San José y San Pablo del casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa?

2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Cuáles son las condiciones topográficas del terreno en el casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa?
- 2) ¿Cuáles son los parámetros hidrológicos que afectan al sistema de drenaje pluvial?
- 3) ¿Qué características técnicas deberán tener los elementos del sistema de drenaje pluvial?
- 4) ¿Cuál es el costo total aproximado de la obra?

2.4 OBJETIVOS

Para conseguir la realización de este proyecto, se ha planteado una serie de objetivos, los cuales constan de objetivo general y objetivos específicos, dentro del objetivo general se indica la totalidad del proyecto que se brindará como resultado final y los objetivos específicos indican qué acciones se deben seguir puntualmente para cumplir con el objetivo general.

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar el diseño del drenaje pluvial para los barrios: Brazos Abiertos, Los Pinos, Capiro, San José y San Pablo, ubicados en el casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa, permitiendo el desalojo eficiente de los líquidos pluviales del área analizada. AGREGAR QUE METODOLOGIA

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Realizar un levantamiento topográfico correspondiente a los cinco barrios asignados por la Municipalidad de Santa Cruz de Yojoa.
- 2) Determinar los parámetros hidrológicos para el diseño del sistema de drenaje pluvial del casco urbano de la Ciudad de Santa Cruz de Yojoa.
- 3) Describir técnicamente el funcionamiento de la obra propuesta.
- 4) Determinar el costo aproximado de la obra.

2.5 JUSTIFICACIÓN

La municipalidad de Santa Cruz de Yojoa, Cortes, ha visto necesario realizar un proyecto de drenaje pluvial que mejore las condiciones de vida de las comunidades más afectados por las lluvias, uno de los beneficios principales que tendrán los habitantes de estas comunidades será la salud y tranquilidad que les genera la realización de dicho proyecto.

El diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial de la Ciudad de Santa Cruz de Yojoa que se llevara a cabo por medio del embaulamiento de una quebrada que pasa por los barrios Brazos abiertos, Los Pinos, Capiro, San José y San Pablo ubicados en el casco urbano es de total importancia porque garantizará el funcionamiento adecuado del sistema para la recolección, transporte y evacuación a un cuerpo receptor de aguas pluviales.

Según los empleados del área técnica de la municipalidad los drenajes pluviales en ciudades pequeñas como Santa Cruz de Yojoa no son vistos como prioridades por las autoridades locales ya que existen problemas mayores como es el alcantarillado de aguas residuales que en la ciudad de Santa Cruz de Yojoa apenas esta completado en un 30%.

“El ingeniero Pineda informó que las enfermedades más comunes registradas por las instituciones de la salud de Santa Cruz de Yojoa son; el Chikungunya en un 50% y dengue clásico en un 20% y son transmitidas por mosquitos que se reproducen en dichas aguas.” (N. Pineda, comunicación Personal, 15 de marzo del 2019).

Mas del 50% de las enfermedades que se reportan en el casco urbano de Santa Cruz de Yojoa son generadas por la falta de un sistema de drenaje de aguas pluviales, y es por esta razón que las autoridades municipales le han dado una gran importancia al diseño de un drenaje pluvial que pueda mitigar las enfermedades.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

Este capítulo hace referencia a la situación que está ocurriendo actualmente sobre los proyectos de drenaje pluvial, haciendo un análisis del macroentorno, microentorno y análisis interno, estos están formados por factores que afectan directamente a nivel latinoamericano, nivel nacional y específicamente los barrios de Santa Cruz de Yojoa.

3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Muchos estudios indican que toda América Latina padece de problemas relacionados con inundaciones urbanas, diversas razones son las causantes de este tormento que resisten día a día los diferentes países. Las principales razones se deben a la deficiencia estructural en el drenaje pluvial urbano, la inexistencia de una adecuada planificación urbana y la insuficiencia de infraestructura básica. Debido al incremento y desplazamiento de la población desde zonas rurales hasta zonas urbanas es indispensable una gran inversión en infraestructura.

Dolz José (2013) afirma:

En la actualidad casi el 50 % de la población mundial vive en zonas urbanas, habiéndose incrementado más del 80 % en los últimos 20 años. En España también tiene lugar dicho fenómeno, siendo un claro ejemplo de ello el aumento de población (fundamentalmente urbano) que ha sufrido el litoral mediterráneo, donde en algunas zonas se ha producido un incremento anual de población superior al 5 % en el período 1970-1986. (p.55)

A través de los años en Honduras se ha experimentado un crecimiento poblacional y por ende se requiere de una infraestructura de drenaje para salvaguardar la integridad de sus habitantes. En época de invierno se presentan las inundaciones en viviendas y calles por consecuencia de las aguas pluviales que se escurren en direcciones no requeridas, generando cortes y erosiones en las calles proporcionando el colapso de estas.

“Expertos en ingeniería hidráulica, geotécnica y reconocidos profesionales coinciden en que el sistema de agua lluvia en Honduras colapso y tiene más de 40 años de desfase”(García, 2017, p. 6).

3.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO

En este apartado se expondrá el uso y empleo de los diseños de drenaje pluvial en un marco de referencia internacional. Se mencionará comunidades beneficiadas, longitudes que abarcan los sistemas de drenaje pluvial y por qué se realizan este tipo de proyectos.

3.1.1.1 PROGRAMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LOS MUNICIPIOS LA PAZ Y EL ALTO, BOLIVIA.

El objetivo primordial de este proyecto es contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes en ambos municipios, mitigando los riesgos asociados a inundaciones. En época de lluvia los inconvenientes por falta de un buen diseño drenaje pluvial se manifiestan dando problemas como desbordes, colapsos de colectores principales y algunas veces hasta derrumbes.

Los distritos beneficiados son el 3, 4, 5 y 8, y el plan se denomina Programa de Drenaje Pluvial II. El BID otorgó un préstamo de 30 millones de dólares, la mitad para El Alto y el resto para La Paz. El financiamiento tiene el objetivo de disminuir los daños causados por las inundaciones que afectan a ambos municipios. Para ello se ampliarán, construirán y rehabilitarán las estructuras de drenaje pluvial. (Rivas, 2012, p. 11)

El objetivo primordial es beneficiar a los habitantes que se ven afectados por la erosión y los desbordamientos de los cauces que se producen en los meses de lluvia. Los beneficiarios directos de las obras serán los habitantes de viviendas afectadas por la erosión y los desbordamientos de los cauces fluviales que se producen durante los seis meses de lluvias al año.

Garnica Álvaro (2010) afirma: “En La Paz se beneficiarán más de 2.000 viviendas (7.100 personas) y en El Alto al menos otras 13.600 viviendas (47.600 personas)” (p.16).

Pérez Carmona (2013) afirma:

Para dar solución a esta problemática, en el año 2007 el Municipio de La Paz, mediante financiamiento del BID, elaboró el Plan Maestro de Drenaje Pluvial (PMDP) el cual propone la planificación y ejecución de obras y acciones para ampliar y mejorar la infraestructura, las condiciones ambientales y la gestión del sistema de drenaje pluvial en el municipio. Las obras identificadas como prioritarias en este PMDP fueron financiadas ese mismo año por el Programa de Drenaje Pluvial de La Paz, con alrededor de US\$22 millones invertidos por el BID en obras estructurales y no estructurales. Adicionalmente, en el año 2010, el BID aprobó el financiamiento del Programa de Drenaje de los Municipios de La Paz y El Alto, el cual propone intervenciones estructurales y no estructurales urgentes, para atender situaciones de emergencia a corto (5 años), mediano (15 años) y largo plazo (30 años), y contempla la elaboración del Plan Maestro de Drenaje para la ciudad de El Alto (PMDPEA). Aproximadamente US\$26 millones han sido invertidos en las obras, lo cual equivale a un 90% de avance en la ejecución del Programa. (p. 23).

Entre los aspectos técnicos de diseño y construcción se mencionan la elaboración de canales laterales de sección rectangular de 0.30x0.40 metros y 0.30x0.50 metros, la velocidad permisible adoptada para algunos tramos será de 0.277 m/s. Las cámaras de inspección presentan dimensiones de 0.5m x 1.0m x 0.50m. Se adoptó un periodo de diseño de 10 años, la pendiente del fondo del canal es del 5% y el coeficiente de rugosidad es de 0.016. Se adoptó la aplicación de cunetas trapezoidales por ser estas las que más se adecuan al tipo de condiciones de esta avenida y facilitan los trabajos de operación y mantenimiento de estas. (Fuentes, 2009, p. 164).



Ilustración 1. Inundación de calles en El Alto

Fuente: (El Diario, 2009)



Ilustración 2. Construcción de drenaje pluvial en El Alto

Fuente: (El Diario, 2009)

3.1.1.2 DRENAJE PLUVIAL PARA EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE LA CONCEPCIÓN MASAYA, MANAGUA

El objetivo principal es realizar un diseño del sistema de drenaje pluvial, tomando en cuenta las normativas y criterios correspondientes. Es necesario que se adopten las condiciones que presentan la zona a los parámetros de diseño y se complementen con el drenaje superficial existente.

El municipio de La Concepción se encuentra ubicado a una distancia de 32 km de Managua, posee una extensión territorial de 73 km². La temperatura oscila entre 26.2° a 27.3° C, y cuenta con una población total de 38,690 habitantes aproximadamente. Actualmente el municipio cuenta con 2 cascos urbanos y 13 comarcas o comunidades rurales. (Nadir, 2013, p. 17).

En épocas de lluvia, el municipio de La Concepción se ve afectado por las inundaciones, debido a la deficiencia del drenaje existente. En consecuencia, cada año las calles y caminos se deterioran, ya que estos tienen doble función: estructuras de rodamiento y calles cauces, las cuales en avenidas máximas sobrepasan el tirante crítico provocando el desborde de las aguas y ocasionando severas inundaciones. Otro de los problemas más comunes es la acumulación de desechos sólidos, ya que los pobladores aprovechan las corrientes de agua que fluyen en las calles para deshacerse de la basura de sus casas, además de los materiales que éstas arrastran y acumulan. Todo esto provoca el incremento de las enfermedades diarreicas, dengue, malaria, entre otras, por falta de higiene ambiental. (Nadir, 2013, p. 20).

Entre los datos importantes para generar el proyecto se menciona el caudal el cual tiene un valor de 4.623m³/s. De los resultados de los cálculos del diseño hidráulico, se obtiene la cantidad de 3,180 ml de tubería colectoras, divididas en 293 ml de Ø 48", 762 ml de Ø 42", 395 ml de Ø 36", 346 ml de Ø 30", 198 ml de Ø 24" y 1,186 ml de Ø 15". Con un total de 31 pozos de visita pluvial. Para un tragante de parrilla estándar 40 x 26 pulgadas, este puede captar el caudal generado en 1 Ha, con una pendiente máxima de 4% y el tragante tipo gaveta, su capacidad de captación es de 94 l/s. Debido a que de manera individual estos tipos de tragantes no son capaces de captar el gasto de 170 l/s se opta por la combinación de ambos para un tragante de gaveta con parrilla. (Nadir, 2013, p. 80).

Nadir Edwin (2013). Explica que la red de colectores tendrá su descarga en un canal trapezoidal, el canal ira revestido de concreto con un espesor de 10 cm y se asumen pérdidas de filtración por día de 0.02m³/día*m². También menciona que la longitud total del cauce es de 290 metros el cual se dividió en 5 tramos longitudinales.

3.1.1.3 DRENAJE PLUVIAL EN LA CIUDAD DE CARTAGO COSTA RICA

La ciudad de Cartago cuenta con un sistema obsoleto de alcantarillado pluvial que data de los años 1929 inicialmente. De ese año a la fecha actual, se han hecho mejoras en los elementos del sistema. Sin embargo, parte de la red inicial, aún se mantiene. En 1965, se construyeron cerca de 13,5 km con el proyecto del plan maestro de alcantarillado, por el ingeniero Carlos Rivero Leiva. En 1980, el ingeniero Alfonso Rodríguez, colaboró con una actualización del plan maestro de alcantarillado con la cual se

adicionaron algunos colectores como el de calle 11, interceptores del zanjón lava patas y algunos secundarios como el de calle 14, 7 y 10, con aproximadamente 6 km. (Carmona, 2014, p. 1)

El proyecto propuesto se basa en la ruta 228 que comprende Cartago-Tejar del Guarco, el objetivo principal es diagnosticar las condiciones actuales del sistema pluvial y proponer una intervención de emergencia y un plan de mantenimiento periódico.

Los puntos muestreados fueron 176, de los cuales un 70.27% se encuentra en mal estado, al igual que el 81.08% en condición insuficiente y el 59.46% está obstruido. De los cuales se puede concluir que un 16.22% presentan solo una condición, un 59.46% dos condiciones y un 24.32% las tres condiciones. De lo anterior se concluye que gran parte del tramo se encuentra en condiciones críticas descritas anteriormente. (Carmona, 2014, p. 115)

El sistema actual de alcantarillado no satisface la demanda de caudal que se genera en el tramo de estudio, otras causas de inundaciones son el mal estado y deterioro de los elementos, obstrucción de secciones de tuberías con desechos sólidos y la falta de elementos como tragantes en puntos necesarios.

Para las primeras propuestas (1 y 3), se manejaron pendientes en las tuberías de 1.6% desde el pozo de registro 1 hasta el 18, del pozo 19 al 28 se trabajó con pendientes 0.05%. Para las segundas propuestas (2 y 4), se manejaron pendientes en las tuberías de 1.6% desde el pozo de registro 1 al 2, del 3 al 6 y del 7 al 18, en la sección del pozo 2 al 3, la pendiente es de 1.3%, para la sección del pozo 6 al 7, es de 1.4% y del pozo 19 al 28, se trabajó con pendientes 0.05%. En la investigación se respetaron las disposiciones del reglamento de diseño y construcción de condominios. Para las primeras propuestas (1 y 3), se tiene que el rango de alturas de tragantes varía de 1 a 3 m y el rango de alturas para pozos de registro va de 1.9 a 3.6 m. La longitud total de tubería en las rutas de desfogue 1 y 3 es de 2330 m. La longitud total de tubería en las propuestas 2 y 4 es de 1337 m. Los periodos de diseño corresponden a 10 y 15 años para las propuestas 1 y 2 y de 20 y 25 para las propuestas 3 y 4. Los puntos de acceso a la red para labores de mantenimiento se conservan iguales a los primeros 8 puntos de desfogue en dirección al flujo. (Carmona, 2014, p. 116).

3.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO

El análisis del microentorno tiene la finalidad de exponer proyectos de carácter similar a nivel nacional con el proyecto de drenaje pluvial a los barrios que se buscaron beneficiar en esta tesis, se abarcaran puntos de habitantes beneficiados y longitudes.

3.1.2.1 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE COLECTOR DE AGUAS LLUVIAS COLONIA

MONTEFRESCO, SAN PEDRO SULA

Este proyecto lo ejecuta la Municipalidad Sampedrana a beneficio de los habitantes de la colonia Montefresco. El jefe del Departamento de Construcción de Vías y Sistemas de la Gerencia de Infraestructura, Marlon Diaz mencionó que dicho proyecto se trata de un colector de aguas lluvias ubicado en la 28 calle de la colonia Montefresco.

Díaz Marlon (2017). Explica que el proyecto consistió en la construcción de 600 metros lineales de un colector que tiene tuberías de 46 y 48 pulgadas que va desde la 12 avenida hasta el sitio de descarga del canal Sunseri, tras agregar que la obra también cuenta con la construcción de siete pozos de inspección.

Díaz Marlon (2017). Explica que el colector es parte del proyecto de pavimentación de la 27 calle que ejecutó la comuna sampedrana a mediados del año 2016 y con el cual se ha mejorado la vialidad en esa importante arteria. Además, la Municipalidad Sampedrana también ha estado trabajando en la construcción de canales pluviales en diferentes sectores de la ciudad entre las cuales se encuentra la colonia Del Valle, Calpules, La Primavera, Rivera Hernández y Chamelecón. Con estos proyectos la alcaldía mejora la calidad de vida de los pobladores quienes ya no tendrán problemas de inundaciones y son ejecutados con fondos que pagan los sampedranos en impuestos y los cuales son devueltos en obras de infraestructura.



Ilustración 3. Construcción de colector de aguas lluvias

Fuente: (La Prensa, 2017)

3.1.2.2 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LAS COLONIAS FLOR DEL CAMPO II Y LUIS ANDRÉS ZÚÑIGA, TEGUCIGALPA

En la colonia Flor del Campo II y Luis Andrés Zúñiga se beneficiarán a unos ocho mil pobladores con la construcción de un sistema de drenaje pluvial que ayude a minimizar los problemas de inundaciones en época de lluvia. Con ayuda del Instituto de Desarrollo Comunitario, Aguas y Saneamiento (IDECOAS) se pretende invertir más de un millón de lempiras para este proyecto.

Pérez Silvia (2017). Explica que en estas dos zonas se construirán 493 metros lineales de cunetas, lo que permitirá solventar el problema que los vecinos de estas colonias experimentaban cada invierno, pues el agua no tenía por donde drenar. Otro de los objetivos que se pretenden concretar con este proyecto es el de conservar las calles en buenas condiciones ya que se dañaban productos del estancamiento del agua.

Pineda Mario (2017) afirma: “Con este proyecto se mejorará además la salud de los habitantes, ya que durante el tiempo de invierno el estancamiento de agua puede convertir algunos depósitos en criaderos de mosquitos” (p. 1).

3.1.2.3 PAVIMENTACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE COLECTOR EN LA COLONIA JUAN LINDO SAN PEDRO SULA

La obra de pavimentación en conjunto con la construcción de colector en la colonia Juan Lindo beneficio a 500 familias, a través de la Gerencia de Infraestructura en conjunto con la Municipalidad se pudo llevar a cabo este proyecto.

El proyecto consta de 1,700 metros lineales de canales y tuberías, los cuales conducen las aguas hacia la quebrada Miramelinda y al vado Juan Lindo. Al sistema pluvial de la Juan Lindo se agregaron varios quiebrapatatas, los cuales se encuentran operando perfectamente. Además de la construcción del colector y la conexión de tuberías, la alcaldía sampedrana pavimentó la 7 calle de la Juan Lindo y otras aledañas. Fueron cerca de dos kilómetros de calle los que se pavimentaron con concreto hidráulico. La obra, que inició en 2015 y que permitió también la habilitación de la calle que no existía, representó una inversión de 22 millones de lempiras. Adicionalmente la Municipalidad de San Pedro Sula construye otros tres colectores de aguas lluvias en la ciudad, concretamente en las colonias Universal e Ideal, ambas ubicadas en el sector noreste, y en el sector Chamelecón. (Díaz, 2015, p. 1)



Ilustración 4. Pavimentación y construcción de colector de aguas lluvias

Fuente: (La Prensa, 2015)

3.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Con referencia a los barrios Brazos Abiertos, Los Pinos, Capiro, San José y San Pablo de Santa Cruz de Yojoa no se tienen datos, inversiones o ayudas para la elaboración de un efectivo diseño de drenaje pluvial que disminuyan los problemas a los que se enfrentan en épocas de lluvia. En cuanto a barrios como El Calvario y El Centro se propuso un Proyecto de Gestión de Riesgos de Desastres que pretende disminuir los problemas que enfrentan dichos barrios.

Mena Luis (2013) afirma: “Hemos visto la necesidad de que se haga la desviación del cauce, con ello estamos protegiendo un buen sector de la población del casco urbano” (p. 6).

Con el fin de informar a los habitantes de los barrios El Calvario y El Centro, sitios para los cuales se dispone que pase la quebrada, COPECO y la alcaldía realizaron una reunión para explicarles las razones y los lineamientos del proyecto. Todos se opusieron a la ejecución.

Yuja Tomás (2013) afirma: “Tengo 102 firmas de familias que pedimos a esas autoridades que no se hagan esos trabajos y si COPECO quiere ayudar que mejoren el trayecto normal de la quebrada” (p. 6).

El proyecto consiste en abrir un canal de cuatro cuerdas por en medio de una calle del barrio Capiro, luego será embaulado y tapado con una plancha de cemento hasta desembocar a otra fuente llamada La Quebradona.



Ilustración 5. Embaulamiento de quebrada, Santa Cruz de Yojoa

Fuente: (La Prensa, 2013)

3.2 TEORIA DE SUSTENTO

Conociendo la problemática que se presenta en los barrios Brazos Abiertos, Capiro, Los Pinos, San José y San Pablo ubicados en el casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa y ya vistos el macroentorno, microentorno y análisis interno, se procede a conocer la teoría de sustento cuya finalidad es determinar las normativas a utilizar, procedimientos y fórmulas para la realización de un proyecto de drenaje pluvial. El diseño de drenaje pluvial en zonas urbanas de Honduras se debe llevar a cabo por medio del cumplimiento de las normas del Manual de Referencias Hidrológicas Para El Diseño de Obras de Drenaje Menor, este manual es de mucha ayuda, igual para el sustento de este tipo de obras se utiliza el Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica. El proyecto del diseño de drenaje pluvial de los 5 barrios del casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa entra en estas condiciones, estas normas se deben aplicar en todos los proyectos de drenaje menor o mayor que realice el gobierno y particulares dentro del país. Este documento propone métodos de diseño y cálculo hidrológico que son los que deben emplearse en el país.

3.2.1 MANUAL DE REFERENCIAS HIDROLÓGICAS PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE

El objetivo de este manual es consolidar un documento como guía que ofrezca la información base actualizada para las estimaciones hidrológicas requeridas en el diseño de obras de drenaje y afines. Asimismo, tiene como finalidad proporcionar al Fondo Hondureño de Inversión Social (FHIS), un manual que contenga la información base para reglamentar los procedimientos de cálculo hidrológico, que se requieran para el diseño de obras de drenaje.

Este manual se ha elaborado para presentarse como una herramienta a utilizar en el diseño de drenaje pluvial para cualquier zona de Honduras e implementa métodos apropiados para la estimación de caudales a utilizar. Este manual propone metodologías para la estimación hidrológica de caudales para estructuras mayores, siendo este el caso del proyecto a realizar en los cinco barrios del casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa.

A continuación, se presenta la expresión matemática para el método racional en el cálculo del caudal del proyecto:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Ecuación 1. Expresión del Método Racional para el Cálculo del Caudal

Fuente: (Manual de Referencias Hidrológicas)

Por tanto, el valor del caudal (Q) expresa la descarga que es igual a un porcentaje de la precipitación multiplicado por el área de la cuenca. Con estos datos se calcula la descarga máxima asumiendo que la lluvia es uniforme en toda la cuenca y la descarga máxima se dará cuando la superficie esté drenando.

Donde:

Q= caudal de escorrentía expresado en m³/seg.

I= Intensidad de la lluvia expresada en mm/hr.

A= Superficie de la cuenca expresada en hectáreas.

C= Coeficiente de escorrentía de acuerdo con las tablas.

La siguiente ecuación detalla el tiempo de concentración, cuya expresión según Kirpich, es expresada como:

$$T_c = 0.01944 * (L^{0.77}/S^{0.385})$$

Ecuación 2. Tiempo de concentración.

Fuente (Manual de Referencias Hidrológicas)

Donde:

T_c= tiempo de concentración en minutos.

L= longitud del cauce en metros.

S= pendiente del cauce en m/m, que resulta del valor de la diferencia de elevación entre longitud.

3.2.2 MANUAL DE CONSIDERACIONES TÉCNICAS HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS

El objetivo de este manual es mejorar las capacidades de adaptación del territorio centroamericano ante cambios en el clima, por medio de la elaboración y unificación de lineamientos hidrológicos e hidráulicos básicos que contribuyen a la realización de ajuste en los actuales diseños de infraestructura. Asimismo, mencionar las principales consideraciones y metodologías para tener en cuenta para la realización de estudios hidrológicos e hidráulicos para el diseño de obras de drenaje.

Para los datos hidrológicos se necesitan algunas características de la zona y del cauce del río, las cuales deben ser tomadas en la etapa de planificación para lo cual es necesario recopilar datos de magnitud y frecuencia de los procesos que contribuyen a la inundación en la zona de estudio.

Algunas de estas características pueden ser:

- 1) Características de la cuenca
- 2) Precipitación
- 3) Datos de inundación previa

1) Características de la cuenca: se necesitan las características fisiográficas de la cuenca, subcuenca o microcuenca en estudio, para pronosticar los flujos de inundación. El tamaño y la configuración de las cuencas hidrográficas, la geometría de la red de ríos, los volúmenes de almacenamiento de

estanques, lagos, embalses y llanuras de inundación, y la geología en general y de los suelos de la cuenca se pueden encontrar a partir de mapas. Con estas características, los tiempos de escorrentía, los valores de infiltración, los valores de almacenamiento, y los coeficientes de escorrentía pueden ser estimados para su uso en el cálculo de magnitudes de inundaciones.

2) Precipitación: Otro tipo de información hidrológica necesaria, son los registros de precipitación de las estaciones pluviométricas en el entorno del sitio de estudio. Aunque no se descarta el uso de los registros de lluvia de estaciones ubicadas fuera de la cuenca. Deberán emplearse la mayor cantidad de datos disponibles y se deberá determinar la confiabilidad de los resultados obtenidos.

También se pueden utilizar mapas de intensidad de la lluvia y resúmenes climáticos para diferentes regiones del país, en caso se encuentren disponibles.

3) Datos de inundaciones previas: Estos datos incluyen a los registros de instrumentos de medición en el río e incluso notas periodísticas de eventos pasados. Por último, tener en cuenta que, el tamaño, la ubicación y el estado de los puentes y alcantarillas existentes sobre el arroyo en estudio puede ser un valioso indicador al seleccionar el tamaño de una nueva estructura.

A continuación, se detalla la ecuación con la cual se calcula el periodo de retorno de un evento de determinada magnitud.

$$Tr = 1/P(x)$$

Ecuación 3. Tiempo de Retorno de un evento.

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

Tr= periodo de retorno en años.

P(x)= probabilidad de que esa lluvia suceda.

Este periodo de retorno se define como el tiempo promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud dada. El periodo de retorno no determina el tiempo exacto de ocurrencia de un evento.

$$F(x) = e^{-e^{-b}}$$

Ecuación 4. Determinación del valor a introducir en la función Gumbel.

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

F(x) = probabilidad que ocurra un evento.

E = exponencial.

B = Valor a determinar para introducir en la siguiente ecuación.

La función Gumbel se aplica cuando se desea calcular los valores extremos ya sean máximos o mínimos, en el caso de hidrología se aplican para conocer la intensidad máxima o mínima de lluvia con un periodo de retorno dado.

$$B = Fy^* \left(\frac{X - X_{media}}{Sx} \right) + Uy$$

Ecuación 5. Función Gumbel para Valores Máximos o Mínimos.

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

B = valor determinado a partir de la probabilidad de que ocurra un evento.

Fy = coeficiente que depende del número de datos en tabla.

Uy = coeficiente que depende del número de datos en tabla.

X = probabilidad de la lluvia.

Xmed = promedio de los datos de precipitación con los que se cuenta.

Sx = desviación estándar calculada a partir de los datos de precipitación con los que se cuenta.

A continuación, se detalla en la siguiente ilustración, la tabla presentada en el manual, con los datos que se deben utilizar para Uy y Fy a partir de la cantidad de la muestra.

n (años)	u_y	σ_y
10	0.4952	0.9496
15	0.5128	1.0206
20	0.5236	1.0628
25	0.5309	1.0914
30	0.5362	1.1124
35	0.5403	1.1285
40	0.5436	1.1413
45	0.5463	1.1518
50	0.5485	1.1607
55	0.5504	1.1682

n (años)	u_y	σ_y
60	0.5521	1.1747
65	0.5535	1.1803
70	0.5548	1.1854
75	0.5559	1.1898
80	0.5569	1.1938
85	0.5578	1.1974
90	0.5586	1.2007
95	0.5593	1.2037
100	0.5600	1.2065

Ilustración 6. Datos para utilizar de U_y y F_y

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Los datos antes mencionados pueden ser utilizados con un máximo de 100 datos de precipitación, cabe mencionar que si el valor no es múltiplo de 5 lo que se debe realizar es una interpolación de los dos extremos respecto al valor medio que se quiere conocer y de esta forma conocer tanto el U_y como el F_y .

A continuación, se dará a conocer la ecuación que se utiliza para determinar la pendiente vertical de la cuenca.

$$P_{vert} = \frac{n \cdot e}{\sum L_{vert}}$$

Ecuación 6. Pendiente vertical de la cuenca

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

P_{vert} = medida de la pendiente en sentido vertical.

N = número de intersecciones.

E = distancia entre curvas de nivel, en metros.

$\sum L_{vert}$ = suma de las longitudes de las verticales de la cuadrícula, en metros.

A continuación, se dará a conocer la ecuación que se utiliza para determinar la pendiente horizontal de la cuenca.

$$P_{\text{hori}} = \frac{n \cdot e}{\sum L_{\text{hori}}}$$

Ecuación 7. Pendiente horizontal de la cuenca.

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

P_{vert} = medida de la pendiente en sentido horizontal.

N = número de intersecciones.

E = distancia entre curvas de nivel, en metros.

$\sum L_{\text{vert}}$ = suma de las longitudes de las horizontales de la cuadrícula, en metros.

La siguiente fórmula corresponde a la pendiente media de la cuenca, la cual será el promedio aritmético de las dos pendientes anteriores.

$$P_m = (P_{\text{vert}} + P_{\text{hori}}) / 2$$

Ecuación 8. Pendiente media de la cuenca.

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

P_m = pendiente media.

P_{vert} = pendiente vertical.

P_{hori} = Pendiente horizontal.

La siguiente fórmula es la que se utiliza para determinar el índice de compacidad.

$$I_c = P / (2 \cdot \sqrt{\pi A}) = 0.28P / \sqrt{A}$$

Ecuación 9. Índice de compacidad.

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

I_c = índice de compacidad.

P = perímetro de la cuenca.

A = área de la cuenca.

Por medio del índice o coeficiente de compacidad se puede determinar la forma que tiene la cuenca estudiada.

La siguiente fórmula corresponde al factor forma, la cual es una característica que tiene influencia mayoritaria en la velocidad a la que el flujo llega al cauce principal y luego al sitio de interés.

$$K_f = A/L_c^2$$

Ecuación 10. Factor Forma

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

A= área de la cuenca.

L_c= longitud del cauce principal de la cuenca.

A través de este factor se puede determinar que entre más bajo sea el valor, menos sujeta está la cuenca a crecidas.

La siguiente fórmula, calcula la densidad de drenaje, la cual depende de la forma del terreno y de la erosión que se presente en el sitio.

$$D_d = \sum L_{ci}/A$$

Ecuación 11. Densidad de drenaje.

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

$\sum L_{ci}$ = sumatoria total de las longitudes de todos los cauces de la cuenca, en km.

A= es el área total de la cuenca, en km².

Con esta fórmula se puede conocer en gran medida, el potencial de la magnitud de inundación que puede ocasionarse.

La siguiente fórmula corresponde a la precipitación de corta duración con los datos estimados para los diferentes períodos de retorno:

$$i: \frac{a}{(d + b)^n}$$

Ecuación 12. Precipitación de corta duración

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Existen algunos datos a tomar en consideración al momento de conocer las características físicas de la cuenca, del drenaje y del cauce principal, los cuales son:

- 1) Área de la cuenca o superficie de drenaje
- 2) Perímetro
- 3) Altura máxima
- 4) Altura mínima
- 5) Desnivel
- 6) Curva hipsométrica

1) Área de la cuenca: Entendida como el área delimitada por los accidentes geográficos por la cual escurre el volumen de agua superficial, es una propiedad que contribuye, en conjunto con otras propiedades, a la forma de respuesta de la cuenca a la precipitación. Esta propiedad forma parte de los parámetros básicos en un estudio hidrológico.

2) Perímetro: Se define como la longitud de la cuenca delimitada por la divisoria; se obtiene de la misma manera que el área. En casos en los que la línea divisoria sea demasiado sinuosa, se puede optar por trazar una línea de mejor ajuste que represente a la divisoria.

3) Altura máxima: La altura máxima es un valor que se lee directamente de la planimetría de la cuenca, ubicando la cota de mayor altura en la cuenca estudiada.

4) Altura mínima: La altura mínima se determina en correspondencia con la cota del cauce principal en la sección de control.

5) Densidad: es la diferencia entre la altura máxima y la altura mínima.

6) Curva hipsométrica: refleja con mejor precisión el comportamiento global de la altitud de la cuenca. Representa el porcentaje o fracción del área de la cuenca que se encuentra por

encima de una cota determinada o intervalos de elevación.

La siguiente fórmula corresponde al cálculo del área de un canal trapezoidal:

$$\text{Área} = \frac{1}{2}(b_1 + b_2)(h)$$

Ecuación 133. Fórmula para el cálculo del área en un canal trapezoidal.

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

B1= Base del canal en metros.

B2= Ancho de la boca del canal en metros.

H= Altura del canal en metros.

A continuación, se presenta la fórmula para determinar el perímetro mojado de un canal trapezoidal:

$$P_m = b + 2y\sqrt{(1 + z^2)}$$

Ecuación 144. Expresión para determinar el perímetro mojado de un canal trapezoidal

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

B= Base del canal en metros.

Y= Altura de tirante en metros.

Z= Ancho de talud en metros.

La siguiente fórmula corresponde a la que se utiliza para el cálculo del radio hidráulico en canales trapezoidales:

$$R_h = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro Mojado}}$$

Ecuación 155. Expresión para determinar el radio hidráulico de un canal trapezoidal

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

A continuación, se presenta la ecuación de Manning, con la cual se puede obtener la velocidad de un flujo:

$$V = \frac{1}{n} R h^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 166. Ecuación de Manning para determinar la velocidad de un flujo.

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

V= Velocidad del flujo en m/s.

N= Coeficiente de rugosidad de Manning.

Rh= Radio hidráulico en m.

S= Pendiente en m/m.

La siguiente fórmula representa la capacidad del canal trapezoidal:

$$Q = V * A$$

Ecuación 177. Ecuación para determinar la capacidad del canal.

Fuente: (Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas)

Donde:

Q= Capacidad del canal en m³/seg.

A= Área hidráulica del conducto en m².

V= Velocidad del conducto en m/seg.

3.3 MARCO CONCEPTUAL

Durante la elaboración del sistema de drenaje pluvial del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa se hace uso de términos técnicos, por lo cual se dará la definición de los diferentes términos utilizados durante el proyecto.

1) Obra de Drenaje

“Una obra de drenaje es un dispositivo utilizado para dar paso al agua, restituyendo la continuidad de la trayectoria de los cauces interceptados principalmente por las obras lineales: carreteras, ferrocarriles, etc” (SIECA, 2016, pág. 225).

2) Cuenca Hidrográfica

“Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico” (SIECA, 2016, pág. 223).

3) Curva de Nivel

“Línea en un mapa la cual representa un contorno o puntos de igual elevación.” (SIECA, 2016, pág. 222).

4) Hidrograma Unitario

“El hidrograma que resulta de 1 mm de lluvia exceso (o 1 pulgada o 1 cm) distribuido uniformemente en espacio sobre un área para una duración dada.” (Garrido Salazar, s. f., p. 1).

5) Mapa Topográfico

“Demostración grafica de las características de un área de terreno y en el que se muestra las curvas de nivel y sus elevaciones de acuerdo con un datum definido.” (Garrido Salazar, s. f., p. 1).(*Zapata ingenieros*, s. f., p. 1)

6) Tiempo de Concentración

“Es el tiempo de viaje de una partícula de agua desde el punto hidráulicamente más remoto en el área de contribución de la cuenca hasta el punto bajo estudio.” (Garrido Salazar, s. f., p. 1).

7) Tormenta de Diseño

Una tormenta de diseño es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. Usualmente la tormenta de diseño conforma la entrada al sistema, y los caudales resultantes a través de éste se calculan utilizando procedimientos de lluvia-escorrentía y tránsito de caudales. Una tormenta de diseño puede definirse mediante un valor de profundidad de precipitación en un punto, mediante un hietograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación durante una tormenta. (Garrido Salazar, s. f., p. 1).

8) Velocidad Media

“Velocidad promedio de una corriente fluyendo en un canal o conducto en una sección transversal dada o en un tramo. Es igual a la descarga dividida por el área de la sección transversal del tramo.” (Garrido Salazar, s. f., p. 1).

9) Escorrentía

“El agua derivada de las lluvias que caen dentro de una cuenca tributaria, fluyendo sobre la superficie del suelo o colectada en canales o conductos.” (Garrido Salazar, s. f., p. 1).

10) Caudal

“Normalmente la tasa de flujo de agua. Un volumen de fluido pasando en un punto por unidad de tiempo comúnmente expresado en metros cúbicos por segundo El punto, localización, o estructura donde se descargan a un cuerpo de agua natural, las aguas residuales o descargas de drenaje de un tubo o canal abierto.” (Garrido Salazar, s. f., p. 1)

11) Precipitación

“Es la caída y llegada al suelo de gotas de agua o partículas de hielo que se encontraban en las nubes.” (Guevara Malpartida, 2001, p. 26).

12) Pluviómetro

“Consiste en un recipiente, por lo general de forma cilíndrica, con una abertura normalizada, o través de la cual se capta la precipitación que es medida como una profundidad (mm), y registrada

diariamente en nuestro país a las 0700 horas. Estos registros son utilizados para el análisis de la precipitación diaria.” (Guevara Malpartida, 2001, p. 26).

13) Escorrentía Superficial

“El segundo de los acontecimientos del ciclo hidrológico que interesa destacar en los estudios de drenaje, es el comprendido entre el momento en que la lluvia cae sobre la tierra y el instante en que el agua de escurrimiento pasa por un determinado punto del cauce”. (Guevara Malpartida, 2001, p. 26)

14) Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia

“Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de esta y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.”. (Garrido Salazar, s. f., p. 1).

15) Método del Bloque Alterno

“El método del bloque alterno es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva-duración-frecuencia. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación en intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt , sobre una duración total de $T_d = n \cdot \Delta t$.” (Garrido Salazar, s. f., p. 1).

16) Método Racional

“Estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente c (coef. escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas, $A < 10 \text{ Km}^2$.” (Garrido Salazar, s. f., p. 1).

17) Alcantarillas

“Se define como alcantarilla a la estructura cuya luz sea menor a 6.0 m y su función es evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera.” (Garrido Salazar, s. f., p. 1).

18) Diseño Hidráulico

“El cálculo hidráulico considerado para establecer las dimensiones mínimas de la sección para las alcantarillas a proyectarse, es lo establecido por la fórmula de Robert Manning para canales abiertos y tuberías, por ser el procedimiento más utilizado y de fácil aplicación, la cual permite

obtener la velocidad del flujo y caudal para una condición de régimen uniforme.” (Garrido Salazar, s. f., p. 1).

19) Periodo de retorno

“El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina Período de Retorno “T”. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años.”(Garrido Salazar, s. f., p. 1).

20) Pruebas de bondad de ajuste

“Las pruebas de bondad de ajuste son pruebas de hipótesis que se usan para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida.” (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, s.f., pag.30).

21) Hidrogramas sintéticos

Además de los hidrogramas naturales, existen hidrogramas sintéticos que son simulados, artificiales y se obtienen usando las características fisiográficas y parámetros de la cuenca de interés. Su finalidad es representar o simular un hidrograma representativo del fenómeno hidrológico de la cuenca, para determinar el caudal pico para diseñar. (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, s.f., pag.54).

LEY GENERAL DEL AMBIENTE

DECRETO NÚMERO 104-93 EL CONGRESO NACIONAL.

TITULO VII: DISPOSICIONES FINALES

ARTÍCULO 100.- Créase la Red Nacional de Cuencas Hidrográficas, a fin de coordinar la administración de los Recursos Hídricos, mejorando su calidad y cantidad, con el propósito de garantizar a la población el uso permanente del recurso. Formarán parte de esta Red las Secretarías del Ambiente, Recursos Naturales, Salud Pública y Planificación, Coordinación y Presupuesto; la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, el Instituto Nacional Agrario, el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados y la Dirección Ejecutiva del Catastro, pudiéndose incorporar otros órganos posteriormente por razón de su competencia. Su

coordinación corresponderá a la Secretaría de Estado en el Despacho de Recursos Naturales a través de la Dirección General de Recursos Hídricos y de la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal.

ARTÍCULO 105.- Es deber del Estado y de la población en general, participar en la prevención, mitigación y atención de los desastres naturales, en la solución de los problemas producidos por éstos y en la rehabilitación de las zonas.

LEY GENERAL DE LAS MUNICIPALIDADES

DECRETO NÚMERO 134-90 EL CONGRESO NACIONAL.

CAPITULO I: DE LA AUTONOMIA MUNICIPAL

ARTÍCULO 105.- (Según reforma por Decreto 48-91) Las municipalidades tienen las atribuciones siguientes:

1. Ornato, aseo e higiene municipal;
2. Construcción de redes de distribución de agua potable, alcantarillado para aguas negras y alcantarillado pluvial, así como su mantenimiento y administración.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

El levantamiento topográfico es el punto de partida para poder conocer el terreno sobre el cual se desea llevar a cabo el proyecto, con los datos de topografía conocemos el relieve del sitio y la medición horizontal y vertical del mismo. Las obras de inspección son elementos necesarios en el diseño pluvial ya que permiten revisar el proyecto una vez llevado a cabo. Los parámetros hidrológicos juegan un gran papel ya que son ellos quienes determinan el diseño de un drenaje.

En este capítulo se explicará la metodología de investigación empleada para la realización de este proyecto. La metodología empleada en este proyecto es la cuantitativa ya que se analizarán datos numéricos y se realizarán estudios que técnicos que abarca desde el levantamiento topográfico que es el punto de partida para poder conocer las características del terreno hasta componente hidrológicos como son las precipitaciones de las lluvias.

4.1.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En la siguiente tabla se pueden visualizar puntos clave del proyecto al momento de planificarlo, los cuales son necesarios para poder llevarlo a la ejecución, con esta tabla se puede conocer mejor el proyecto, así como también identificar sus variables independientes y dependiente.

Tabla 1. Definición de variables dependientes e independientes

Titulo " Diseño de Drenaje Pluvial de los Barrios Brazos Abiertos, Los Pinos, Capiro, San José y San Pablo del Casco Urbano, Santa Cruz de Yojoa"					
Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivos Específicos	Variables Independientes	Variables Dependientes
¿Qué características deberá contener el diseño del sistema de drenaje pluvial para optimizar el paso de agua lluvia en los barrios Brazos Abiertos, Los Pinos, Capiro, San Pablo del casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa?	Elaborar el diseño de drenaje pluvial para los barrios: Brazos Abiertos, Los Pinos, Capiro, San José y San Pablo, ubicados en el casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa, permitiendo el desalojo eficiente de los líquidos pluviales del área analizada.	1) ¿Cuáles son las condiciones topográficas del terreno en el casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa?	1) Realizar un levantamiento topográfico correspondiente a los 5 barrios asignados por la Municipalidad de Santa Cruz de Yojoa	Topografía	Diseño del sistema de drenaje pluvial en cinco barrios del casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa.
		2) ¿Cuáles son los parámetros hidrológicos que afectan al sistema de drenaje pluvial?	2) Determinar los parámetros hidrológicos e hidráulicos para el diseño del sistema de drenaje pluvial del casco urbano de la Ciudad de Santa Cruz de Yojoa.	Precipitación	
		3) ¿Qué características deberán tener los materiales a emplear	3) Explicar cuál es la característica de los materiales que se emplearan en la construcción del proyecto.	Caudal	

<p>4) Cuáles son las obras de inspección que se utilizarán en el proyecto?</p>	<p>4) Especificar el tipo de obra de inspección en el diseño del drenaje pluvial, asimismo conocer el sitio donde se ubicarán y la función que desempeñarán</p>	<p>Características de las obras de inspección</p>
<p>5) ¿Cuál es el costo total aproximado de la obra?</p>	<p>5) Determinar el costo aproximado de la obra.</p>	

Fuente: Propia

4.1.2 DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

El diseño del drenaje pluvial para los cinco barrios del casco urbano de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa es el resultado final que se espera para este proyecto, nuestra variable dependiente. Las variables independientes son aquellas que tienen un efecto sobre el resultado final esperado.

Tabla 2. Diagrama de Variables de Operacionalización

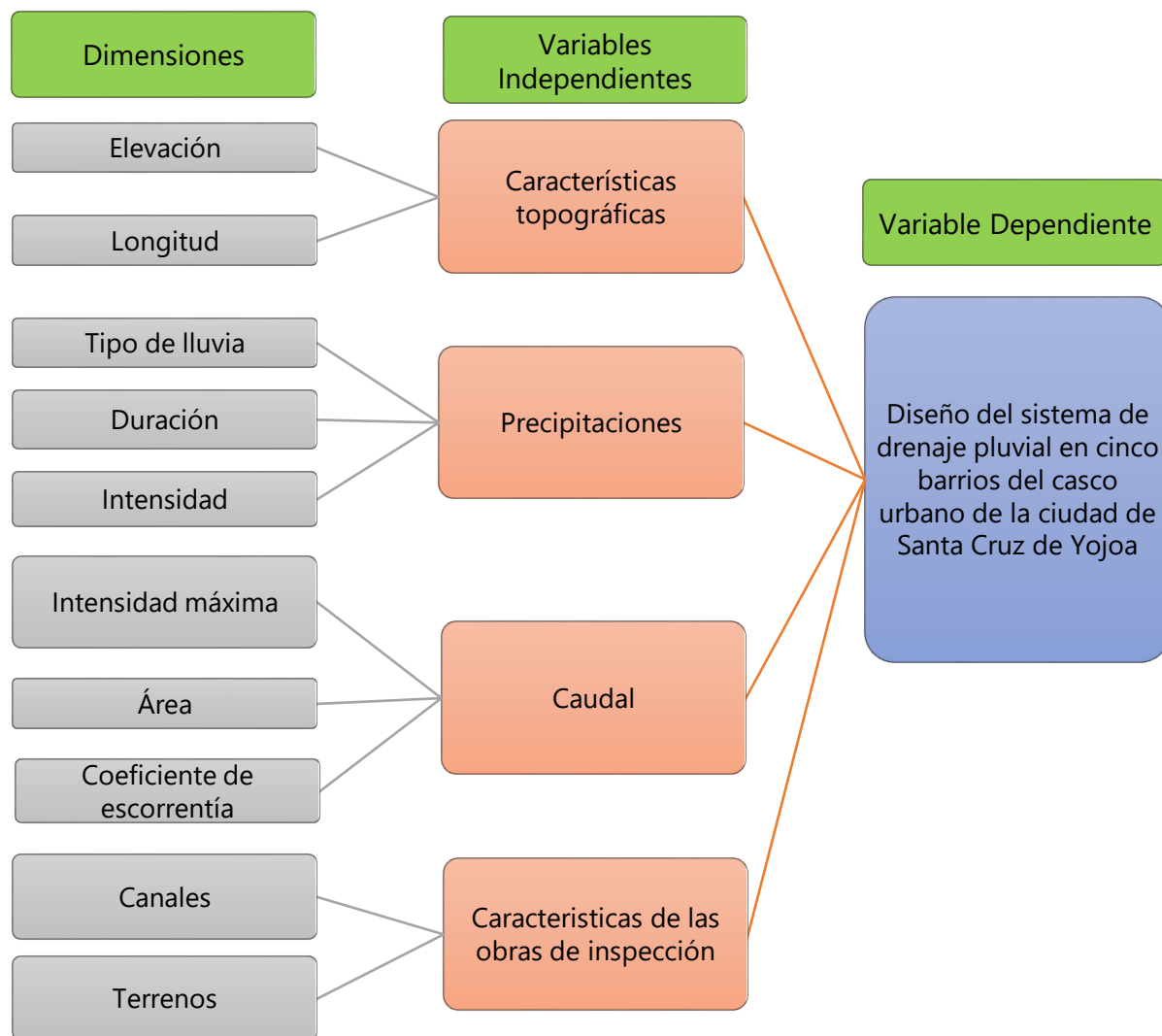


Ilustración 7. Diagrama de variables de operacionalización

Fuente: Propia.

4.1.1 TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN

Una vez conocido el diagrama de operacionalización, se conocerán los puntos claves en cuanto a las variables de operacionalización para este proyecto, realizando una definición simplificada además de una explicación sobre los datos y variables que se muestran.

Tabla 2. Operacionalización de las variables

Variables Independientes	Definiciones		Dimensiones	Indicadores	Ítem	Unidad	Escala
	Conceptual	Operacional					
Características Topográficas	Técnica que consiste en describir y representar las características de la superficie y el relieve del terreno en un plano.	Se encuentran las características del terreno así como las pendientes	Elevación	Coordenada z del terreno	¿Qué características tiene el terreno?		Metros
			Posición	Coordenadas x e y de los puntos	¿Qué posición tienen los puntos encontrados?		
Precipitación	Producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra	Se necesita para conocer como ha sido el comportamiento del sitio durante los últimos años y poder diseñar a partir de esos datos.	Tipo de lluvia	Clasificación de lluvias según sus condiciones	¿Cómo se clasifica la lluvia?		Lluvia Tormenta Aguacero Chubasco Llovizna
			Intensidad de lluvia	Cantidad de lluvia registrada en un periodo de tiempo.	¿Qué precipitación se presenta en el sitio de estudio?		Mm
			Duración de lluvia	Tiempo que dura un fenómeno	¿Qué duración tiene una tormenta?		Horas

Características de las obras de inspección	Verificación del elemento a diseñarse cuando este ya ha sido puesto en función, ya sea practicando ensayos de control o simplemente para conocer qué es lo que sucede en el proyecto.	Elemento que funciona para verificar el estado del proyecto, así como conocer el agua que circula por el mismo, para un determinado estudio.	Canales de concreto.	Canales que dependen de la carga que soportarán	¿Qué tipos de canales se utilizarán para soportar la demanda de caudal demostrada?	Unidad	Escala
Costo Total De La Obra	Suma total de todos los costos fijos y variables que se involucran en el proyecto.	Presupuesto o realizado por el costo total de la obra	Longitud del canal	Cantidad de material del canal	¿Cuál es la cantidad total del canal?		Metros Lineales
			Gastos constructivos	Gastos por mano de obra y material	¿Cuál es el Presupuesto aproximado de la obra?		Lempiras

Fuente: Propia.

4.1.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

A continuación, se presenta el enfoque que se ha empleado en el diseño de este proyecto, el tipo de enfoque que se ha escogido es cuantitativo, dado que los datos obtenidos son de forma numérica. Realizar el diseño de drenaje pluvial para los 5 barrios impidiendo que las inundaciones lleguen a zonas habitadas es el objetivo principal del alcance de este proyecto. Las técnicas utilizadas fueron el levantamiento topográfico, cálculo de precipitación máxima mediante la Función Gumbel y cálculo de los coeficientes para determinar el caudal. También se realizaron visitas de campo para conocer el sitio.

4.2.1 TIPO DE DISEÑO

En el siguiente diagrama, se procede a presentar el tipo de enfoque con el que el proyecto contará.



Ilustración 8. Diagrama de tipo de diseño

Fuente: Propia.

El enfoque es cuantitativo ya que cuenta con números y no es centrado en calidad de variables o cualidad de estas. El tipo de estudio a realizar es no experimental debido a que no se manipularán las muestras obtenidas de las estaciones meteorológicas. El tipo de diseño es transversal ya que se miden más de una variable y se llevará a cabo en un solo momento, el alcance es descriptivo porque los resultados del proyecto se van explicando y se describen datos y características de este. El método para emplear es técnico ya que se utilizarán softwares para facilitar el diseño del proyecto, el tipo de muestra es no probabilística debido a que todos los miembros de la población tienen las mismas oportunidades en cuanto a beneficios del proyecto.

4.1 POBLACIÓN Y MUESTRAS

La población se define como la totalidad de elementos o individuos con características similares de las cuales se utilizarán como unidades de muestreo, mientras que la muestra es aquella parte de la población que se selecciona para la obtención de la información. Dada la naturaleza de nuestro proyecto, la población y muestra son las mismas.

4.3.1. POBLACIÓN

La población se basó en las precipitaciones mensuales obtenidas mediante las estaciones meteorológicas Santa Bárbara y El Jaral.

4.3.2. MUESTRA

La muestra con la que se cuenta para la realización del proyecto son las precipitaciones mensuales desde el año 2009 hasta el 2018. El número de datos en total fue de 144.

4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas e instrumentos utilizados tienen como objetivo cumplir con precisión y recolección de datos necesarios para el diseño del drenaje pluvial.

4.4.1 INSTRUMENTOS

Los instrumentos y softwares primordiales para la realización del diseño de drenaje pluvial para el casco urbano son los siguientes:

1) Nivel.

El nivel, también llamado nivel óptico, es un instrumento topográfico destinado a la determinación de desniveles, mediante visuales horizontales entre puntos que se hallen distintas alturas o el traslado de cotas de un punto conocido a otro desconocido. La precisión de un nivel depende del tipo de nivelación para el que se lo utilice. Lo normal es un nivel de entre 20 y 25 aumentos y miras centimetradas o de doble milímetro. Con este nivel y la metodología apropiada se pueden hacer nivelaciones con un error de aproximadamente 1.5 cm por kilómetro de nivelada. (Rincón, Vargas, & Gonzales, 2017, p. 23)



Ilustración 9. Nivel topográfico

Fuente: (Luis, 2004)

2) Estadía.

La estadía es una regla de madera, de 3 o 4 metros de largo, y de 4, 5, 8 o 10 centímetros de ancho, por 2 centímetros de espesor. Es una regla graduada que permite mediante un nivel topográfico, medir desniveles, es decir, diferencias de altura. Con una mira, también se pueden medir distancias con métodos trigonométricos, o mediante un telémetro estadimétrico integrado dentro de un nivel topográfico, un teodolito, o bien un taquímetro. (Rincón, Vargas, & Gonzales, 2017, p. 26)

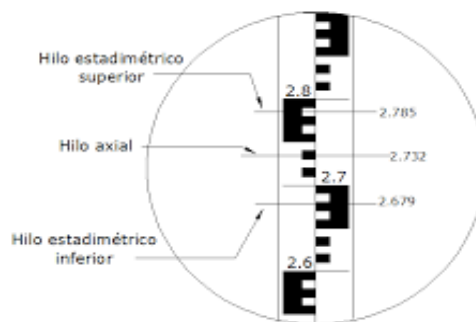


Ilustración 10. Estadía

Fuente: (Rincon Villalba & Vargas Vargas, 2018)

3) Trípode.

Se denomina trípode a un armazón que cuenta con tres pies y que se utiliza como sostén de diversos equipos topográficos. Con este material es posible preparar montajes que necesiten estar un poco más altos, con firmeza para que la cámara no se mueva y con la ayuda de las varillas esto es posible. Sirve para fijar la cámara en altura e inclinación lo que evita su movimiento al momento del disparo. (Rincón, Vargas, & Gonzales, 2017, p. 26)



Ilustración 11. Trípode de aluminio

Fuente: (Luis, 2004)

4) GPS.

El Global Position System (GPS) es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto con una precisión hasta de cien centímetros. El GPS funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el globo, a 20.200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. (Rincón, Vargas, & Gonzales, 2017, p. 27)



Ilustración 12. GPS

Fuente: (Escobar, 2015)

5) Excel.

Excel es un programa informático el cual contiene hojas de cálculo que facilitan la recopilación y tabulación de datos.



Ilustración 13. Logo de Microsoft Excel

Fuente: (Willians, 2016)

6) AutoCAD Civil 3D

Carrera, (2017) "AutoCAD Civil 3D es un potente software para computadora que sirve para el cálculo y diseño de infraestructura diversa, principalmente relacionada con el movimiento de tierras, topografía y redes de tuberías" (p. 6).



Ilustración 14. Logo de AutoCAD Civil 3D

Fuente: (Carrera, 2017)

7) Google Earth

Escobar, (2015) "Google Earth es un programa que permite viajar por todo el planeta a través de imágenes satelitales, planos, mapas y fotografías en 3D" (p. 14).



Ilustración 15. Logo de Google Earth

Fuente: (Escobar, 2015)

4.4.2 TÉCNICAS

- 1) Visitas de campo a los barrios Brazos Abiertos, Los Pinos, Capiro, San José y San Pablo para poder determinar los requerimientos del proyecto.
- 2) Entrevistas con los encargados de la Municipalidad de Santa Cruz de Yojoa.
- 3) Asesoramiento por parte de los ingenieros encargados, Ing. José Fernando Velásquez.

- 4) Levantamiento topográfico realizado por medio de nivel en las visitas de campo a los barrios asignados del casco urbano.

4.3 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA

La unidad de análisis y respuesta se mencionan los documentos que sirvieron como base de investigación para un diseño hidráulico como lo es un drenaje pluvial. Se trabaja siguiendo los lineamientos del manual de referencias hidrológicas y el manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica.

4.5.1 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis para el diseño de drenaje pluvial del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa se centró en la recolección de las precipitaciones máximas de lluvia obtenidas de los pluviómetros más cercanos a nuestro sitio de interés.

4.5.2 UNIDAD DE RESPUESTA

Con la información de interés la cuales son las precipitaciones máximas obtenidas de las estaciones meteorológicas durante un periodo de tiempo determinado y haciendo los cálculos y relaciones correspondientes servirá para la elaboración de las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) que representan una graficas con los tres puntos de interés de la lluvia que ayudara a encontrar el caudal máximo para elaborar diseños de drenaje pluvial.

4.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

Se entiende como fuente de información a los diferentes tipos de documentos que brindan acceso y conocimiento de información necesaria que colabore para el diseño de drenaje pluvial. Las fuentes de información se dividen en primarias y secundarias de acuerdo con las normas.

4.6.1 FUENTES PRIMARIAS

- Levantamiento topográfico que fue realizado siguiendo el cauce de una quebrada tomando puntos topográficos en el centro y orillas de las calles.
- Precipitaciones obtenidas en la estación meteorológica Santa Barbara y El Jaral.
- Manual de referencias hidrológicas de Honduras elaborado por INTEMAS S. de R. L. de C. V. bajo la asesoría y coordinación del FHIS.
- Software de diseño hidráulicos como:

- H-canales
- HEC-RAS

4.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

- Metodología de la investigación 5ta ediciones, autor Roberto Hernández Sampieri.
- Manual de consideraciones técnicas hidrológicas e hidráulicas elaborado por la SIECA en colaboración de JICA y COMITRAN.
- Manuales de uso de software como: H-canales, HEC-RAS.

2.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Todas las actividades de este proyecto realizadas en fase I se desglosarán en orden con sus respectivos tiempos de duración en diagrama que se presentara a continuación.

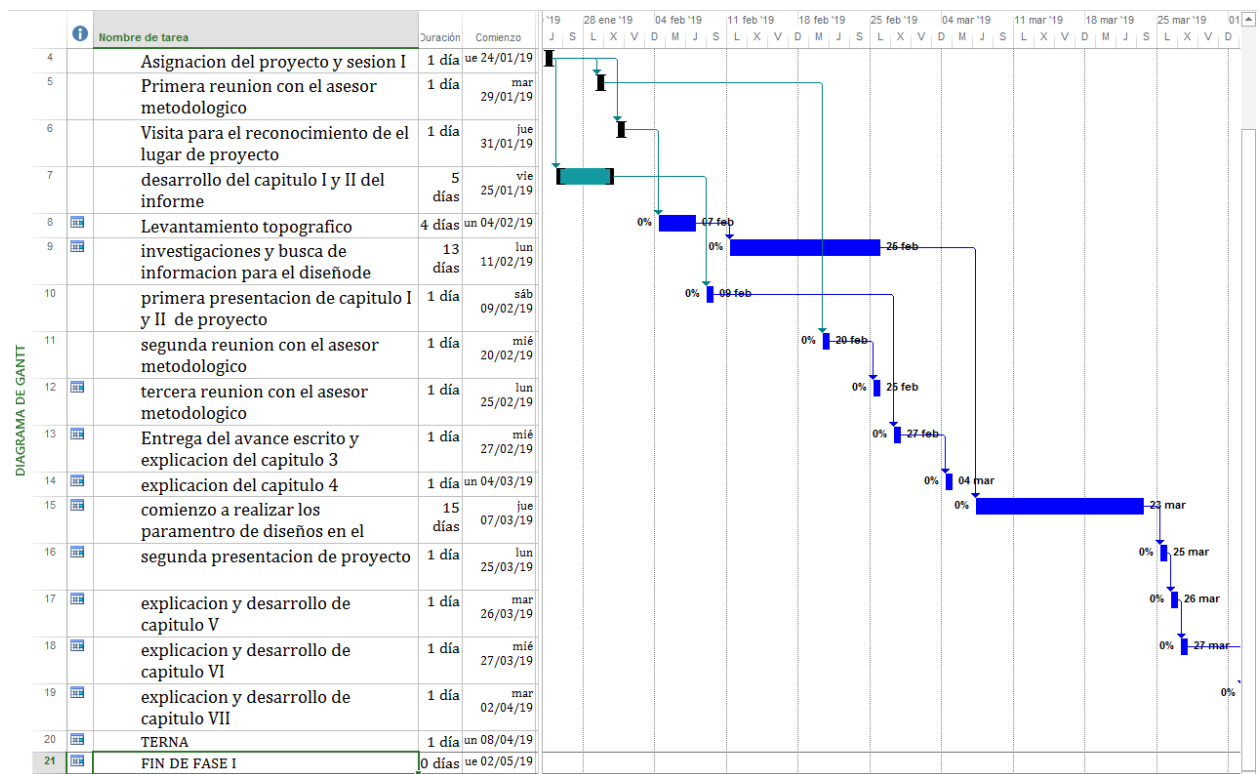


Ilustración 16. Cronograma de trabajo

Fuente: Propia

CAPITULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 INFORMACIÓN INICIAL

5.1.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico se realizó por medio de nivel y prisma, obteniendo la georreferencia por medio de un GPS. Se recopilaron los datos para posteriormente tabular los puntos obtenidos mediante el levantamiento topográfico en una hoja de cálculo de Excel, mostrado en la Tabla 3. En la Ilustración 17. se muestra Capiro, uno de los barrios del casco urbano seleccionado para desarrollar dicho proyecto.

Tabla 3. Puntos topográficos

No. De punto	Este	Norte	Elevación	Descripción
1	1655541	404612	532	EST
2	1655547.11	404612	531.903	NORTE
3	1655527.32	404610.787	533.345	CERCO
4	1655518.13	404611.576	533.712	CERCO
5	1655516.68	404621.325	532.692	CERCO
6	1655518.59	404623.037	532.713	CERCO
7	1655526.93	404622.748	532.778	CERCO
8	1655528.69	404634.645	532.497	CERCO
9	1655520.01	404635.747	532.528	CERCO
10	1655505.37	404621.463	533.319	CERCO
11	1655505.09	404611.965	534.154	CERCO
12	1655545.66	404619.753	531.546	CERCO
13	1655546.1	404609.668	532.203	CERCO
14	1655586.77	404604.874	530.764	CERCO
15	1655594.44	404604.584	530.552	CERCO
16	1655595.43	404614.431	530.028	CERCO
17	1655586.29	404615.432	530.144	CERCO
50	1655594.38	404625.842	529.975	EST
18	1655586.02	404614.625	530.138	CUNETETA
19	1655585.04	404615.109	530.177	CUNETETA
20	1655585.29	404614.985	530.018	CUNETETA
21	1655585.45	404614.829	530.034	CUNETETA
22	1655548.89	404616.047	531.724	CUNETETA
23	1655549.23	404616.92	530.985	CUNETETA
24	1655549.16	404617.619	530.982	CUNETETA
25	1655549.38	404618.169	531.557	CUNETETA

26	1655521.29	404621.778	531.953	CUNETA
27	1655521.31	404621.415	531.954	CUNETA
28	1655521.56	404622.235	532.66	CUNETA
29	1655521.45	404620.347	532.681	CUNETA
30	1655597.86	404634.932	529.668	CERCO
31	1655588.28	404630.078	529.408	CERCO
32	1655597.18	404629.089	529.241	CERCO
33	1655589.43	404628.893	529.82	CUNETA
34	1655589.37	404628.4	528.981	CUNETA
35	1655589.14	404626.728	528.991	CUNETA
36	1655589.14	404626.518	529.842	CUNETA
37	1655609.29	404621.99	528.441	CUNETA
38	1655609.41	404622.437	528.376	CUNETA
39	1655609.05	404621.606	528.969	CUNETA
40	1655609.66	404623.371	528.91	CUNETA
41	1655622.45	404625.927	528.352	CERCO
42	1655618.87	404611.092	528.137	CERCO
43	1655625.17	404614.466	527.261	CUNETA
44	1655625.17	404614.841	527.297	CUNETA
45	1655625.11	404614.148	527.595	CUNETA
46	1655625.3	404615.144	527.606	CUNETA
59	1655652.78	404605.059	525.768	EST
47	1655651.52	404615.229	526.149	CUNETA
48	1655651.25	404614.524	526.042	CUNETA
49	1655650.9	404613.504	526.105	CUNETA
51	1655650.8	404612.64	526.133	CUNETA
52	1655666.62	404602.392	525.453	CUNETA
53	1655666.86	404602.786	525.301	CUNETA
54	1655667.12	404603.259	525.306	CUNETA
55	1655667.39	404603.498	525.354	CUNETA
56	1655683.73	404590.822	524.309	CUNETA
57	1655684	404591.115	524.115	CUNETA
58	1655684.26	404591.438	524.079	CUNETA
60	1655684.53	404591.714	524.034	CUNETA
61	1655658.49	404610.092	525.914	CERCO
62	1655651.64	404615.287	526.188	CERCO
63	1655641.92	404588.502	526.087	CERCO
64	1655647.47	404587.054	525.804	CERCO
72	1655666.76	404633.113	527.565	EST
65	1655668.92	404629.797	527.837	CERCO
66	1655662.58	404633.746	528.191	CERCO

67	1655667.73	404643.173	527.416	CERCO
68	1655654.07	404651.706	528.357	CERCO
69	1655649.33	404644.39	528.361	CERCO
70	1655691.84	404616.731	524.91	CERCO
71	1655695.91	404626.584	526.293	CERCO
80	1655720.79	404607.495	522.008	EST
73	1655717.18	404612.454	522.239	CERCO
74	1655710.81	404601.805	522.455	CERCO
75	1655716.3	404596.389	522.262	CERCO
76	1655728.44	404605.438	521.393	CERCO
85	1655734.14	404569.242	522.187	EST
86	1655766.43	404612.088	519.785	CERCO
87	1655765.96	404619.671	519.623	CERCO
96	1655832.77	404627.313	518.377	EST
97	1655727.05	404568.307	521.862	CUNETA
98	1655727.21	404567.5	521.835	CUNETA
99	1655727.16	404567.556	520.741	CUNETA
100	1655727.04	404568.154	520.74	CUNETA
101	1655755.01	404572.857	518.949	CUNETA
102	1655754.93	404573.325	518.529	CUNETA
103	1655754.65	404574.164	518.468	CUNETA
104	1655758.51	404575.383	518.329	CERCO
105	1655737.79	404558.596	522.254	CERCO
106	1655728.97	404556.691	522.328	CERCO
107	1655830.65	404618.34	517.985	CERCO
108	1655841.05	404619.19	517.914	CERCO
109	1655837.93	404628.565	518.424	CERCO
120	1655860.24	404557.416	512.969	EST
121	1655878.5	404493.861	510.253	EST
77	1655874.32	404489.259	510.161	CUNETA
78	1655874.09	404489.175	509.627	CUNETA
79	1655873.61	404489.019	509.603	CUNETA
81	1655873.61	404488.978	509.955	CUNETA
82	1655872.58	404492.177	510.529	CERCO
83	1655878.39	404469.628	511.265	CERCO
84	1655888.69	404473.297	511.424	CERCO
88	1655891.44	404464.693	512.269	CERCO
89	1655880.88	404461.244	512.267	CERCO
90	1655885.52	404494.576	508.512	CUNETA
91	1655885.52	404493.779	507.913	CUNETA
92	1655885.93	404492.086	507.563	CUNETA

93	1655886.57	404490.81	509.181	CUNETA
94	1655902.46	404498.69	507.794	CUNETA
95	1655901.87	404499.661	506.643	CUNETA
110	1655901.39	404500.913	506.554	CUNETA
111	1655901.23	404502.208	507.314	CUNETA
112	1655901.99	404474.285	511.857	EST
113	1656006.94	404496.329	510.644	EST
114	1655969.26	404489.15	511.945	EST
115	1655911.19	404469.945	511.703	CERCO
116	1655908.03	404477.679	511.461	CERCO
117	1655963.75	404481.107	512.417	CERCO
118	1655974.83	404483.392	512.57	CERCO
119	1655970.5	404493.574	511.397	CERCO
122	1655961	404491.691	511.613	CERCO
123	1655951.73	404531.696	503.102	CUNETA
124	1655951.72	404531.792	503.679	CUNETA
125	1655950.82	404536.706	502.435	CUNETA
126	1655951.74	404535.607	503.703	CUNETA
127	1655947.16	404585.186	507.513	CERCO
128	1655942.68	404571.666	506.19	CERCO
129	1656006.03	404489.336	511.057	CERCO
130	1656002.94	404497.871	511.133	CERCO
131	1656065.58	404510.094	500.044	EST
132	1656208.52	404534.269	482.755	EST
133	1656235.15	404541.944	480.488	EST
134	1656062.09	404512.716	499.906	CERCO
135	1656072.71	404514.174	498.686	CERCO
136	1656073.65	404503.273	499.608	CERCO
137	1656088.71	404506.512	497.669	CERCO
138	1656108.48	404511.56	495.05	CERCO
139	1656107.71	404521.505	494.505	CERCO
140	1656058.44	404528.988	497.503	CERCO
141	1656052.41	404522.777	498.223	CERCO
142	1656031.28	404566.278	496.311	QUEBRADA
143	1656031.22	404566.238	496.31	QUEBRADA
144	1656031.14	404566.364	495.794	QUEBRADA
145	1656028.12	404571.114	496.407	QUEBRADA
146	1656028.12	404571.115	495.905	QUEBRADA
147	1656012.61	404577.882	497.883	CERCO
148	1656019.52	404581.803	497.401	CERCO

Continuación de la tabla

No. de punto	Este	Norte	Elevación	Descripción
132	1656208.52	404534.269	482.755	EST
133	1656235.15	404541.944	480.488	EST
3	1656171.94	404535.527	484.861	QUEBRADA
4	1656171.15	404535.258	485	QUEBRADA
5	1656171.88	404535.579	485.939	QUEBRADA
6	1656170.2	404535.379	486.313	QUEBRADA
7	1656170.46	404533.509	486.422	CALLE
8	1656171.55	404527.441	486.451	CALLE
9	1656231.03	404538.061	481.086	CALLE
10	1656241.68	404525.448	480.533	CALLE
11	1656254.5	404527.215	480.436	CALLE
12	1656243.58	404540.348	479.97	CALLE
13	1656240.07	404551.692	479.761	CALLE
14	1656232.6	404549.751	480.126	CALLE
15	1656234.31	404571.31	481.902	CALLE
16	1656228.18	404564.785	481.527	CALLE
17	1656233.78	404548.903	479.271	QUEBRADA
18	1656233.55	404549.597	479.272	QUEBRADA
19	1656233.45	404549.968	480.45	QUEBRADA
20	1656233.89	404548.522	480.49	QUEBRADA
21	1656263.99	404557.076	477.814	QUEBRADA
22	1656264.19	404558.108	477.497	QUEBRADA
23	1656264.23	404558.046	478.479	QUEBRADA
24	1656264.03	404556.763	478.573	QUEBRADA
25	1656217.16	404623.416	487.489	EST
26	1656221.69	404618.571	486.706	CALLE
27	1656220.84	404617.544	486.862	CALLE
28	1656218.9	404626.498	486.994	CALLE
29	1656206.71	404627.231	487.769	CALLE
219	1656298.07	404636.587	476.53	EST
220	1656345.26	404648.453	470.841	EST
30	1656328.29	404640.673	470.602	QUEBRADA
31	1656328.12	404640.671	471.542	QUEBRADA
32	1656328.6	404639.425	470.589	QUEBRADA
33	1656328.6	404639.354	471.592	QUEBRADA
34	1656316.09	404624.145	471.802	QUEBRADA
35	1656316.53	404623.793	472.648	QUEBRADA
36	1656314.21	404624.999	471.793	QUEBRADA

37	1656313.8	404625.368	472.668	QUEBRADA
38	1656293.45	404633.087	477.215	CALLE
39	1656289.95	404640.805	477.751	CALLE
40	1656302.72	404617.476	473.454	QUEBRADA
41	1656303.35	404616.795	472.446	QUEBRADA
42	1656304.83	404615.014	472.209	QUEBRADA
43	1656304.98	404614.798	473.039	QUEBRADA
44	1656347.36	404636.589	470.182	QUEBRADA
45	1656347.33	404636.772	470.959	QUEBRADA
46	1656347.11	404639.844	470.687	QUEBRADA
47	1656347.14	404639.732	470.906	QUEBRADA
48	1656348.48	404628.252	471.007	CALLE
49	1656356.08	404629.853	471.171	CALLE
50	1656352.36	404649.22	470.573	CALLE
51	1656350.91	404656.858	470.752	CALLE
52	1656342	404656.347	471.191	CALLE
53	1656344.38	404647.327	470.903	CALLE
243	1656373.68	404661.152	467.329	PR
54	1656361.52	404651.549	467.812	QUEBRADA
55	1656361.44	404651.624	468.965	QUEBRADA
56	1656364.72	404652.191	467.734	QUEBRADA
57	1656364.83	404652.321	468.909	QUEBRADA
58	1656382.32	404668.731	464.107	QUEBRADA
59	1656381.63	404670.984	464.504	QUEBRADA
60	1656381.08	404672.08	465.592	QUEBRADA
61	1656382.63	404667.515	465.347	QUEBRADA
62	1656384.24	404663.622	466.52	CALLE
63	1656388.03	404657.223	467.069	CALLE
64	1656411.24	404663.248	466.765	EST
65	1656405.76	404669.169	466.013	CALLE
66	1656406.39	404670.587	466.076	CALLE
67	1656414.52	404672.556	466.201	CALLE
68	1656417.8	404664.501	466.83	CALLE
69	1656410.09	404661.813	466.898	CALLE
70	1656413.66	404652.675	468.239	CALLE
71	1656420.95	404655.721	468.047	CALLE
72	1656401.75	404686.122	464.599	QUEBRADA
73	1656398.6	404691.642	463.885	QUEBRADA
74	1656399.72	404690.507	462.495	QUEBRADA
75	1656400.87	404687.685	462.898	QUEBRADA
76	1656387.11	404737.655	464.825	EST

77	1656392.3	404731.671	464.064	CALLE
78	1656390.26	404738.185	464.42	CALLE
79	1656380.64	404735.535	465.433	CALLE
80	1656381.67	404728.43	466.531	CALLE
81	1656374.75	404778.525	465.22	EST
82	1656431.87	404745.858	461.109	EST
83	1656446.25	404750.458	461.287	CALLE
84	1656448.45	404743.427	461.763	CALLE
85	1656435.19	404765.645	458.546	QUEBRADA
86	1656433.32	404766.617	457.044	QUEBRADA
87	1656431.35	404767.33	457.082	QUEBRADA
88	1656430.12	404767.3	458.728	QUEBRADA
89	1656482.05	404759.722	462.261	EST
90	1656472.24	404761.039	461.338	CALLE
91	1656481.04	404751.664	462.959	CALLE
92	1656489.6	404755.336	463.171	CALLE
93	1656483.54	404761.341	462.255	CALLE
94	1656458.04	404801.733	457.081	QUEBRADA
95	1656456.56	404811.009	454.218	QUEBRADA
96	1656454.76	404812.844	454.132	QUEBRADA
97	1656449.21	404817.54	456.421	QUEBRADA
98	1656447.7	404821.205	457.097	EST
99	1656448.44	404807.516	455.454	CALLE
100	1656458.59	404812.289	454.752	CALLE
101	1656437.67	404826.559	457.85	CALLE
102	1656431.69	404835.224	457.792	CALLE
103	1656441.78	404844.665	456.407	CALLE
104	1656501.7	404866.124	452.742	EST
105	1656491.91	404885.398	453.562	EST
365	1656481.29	404913.064	455.482	EST
106	1656488.43	404862.081	452.704	QUEBRADA
107	1656485.31	404854.739	452.23	QUEBRADA
108	1656485.76	404854.882	450.101	QUEBRADA
109	1656487.13	404858.973	450.264	QUEBRADA
110	1656525.49	404876.093	451.266	QUEBRADA
111	1656521.77	404876.623	449.445	QUEBRADA
112	1656523.36	404881.692	448.887	QUEBRADA
113	1656518.68	404878.719	452.345	QUEBRADA
114	1656502.95	404856.371	453.561	CALLE
115	1656511.4	404861.334	453.027	CALLE
116	1656502.15	404861.759	452.729	PUENTE

117	1656510.24	404864.723	452.544	PUENTE
118	1656507.46	404870.727	452.221	PUENTE
119	1656499.61	404867.376	452.407	PUENTE
120	1656485.93	404909.659	455.062	CALLE
121	1656481.85	404915.125	455.66	CALLE
122	1656473.68	404910.624	456.173	CALLE
123	1656476.8	404905.237	455.416	CALLE
366	1656578.11	404968.943	449.203	EST
367	1656576.11	404965.087	449.063	CALLE
368	1656573.3	404972.233	449.227	CALLE
369	1656585.62	404978.268	448.783	CALLE
370	1656575.91	405002.642	450.605	CALLE
371	1656564.93	404995.866	451.18	CALLE
372	1656605.38	404923.091	449.807	CALLE
373	1656597.24	404918.367	450.347	CALLE
374	1656601.15	404923.423	448.913	QUEBRADA
375	1656598.4	404929.14	446.461	QUEBRADA
376	1656597.76	404932.451	446.43	QUEBRADA
377	1656592.5	404938.468	447.849	QUEBRADA
402	1656609.02	404987.572	447.179	EST
124	1656578.58	405005.023	450.249	CALLE
125	1656583.32	405011.521	450.646	CALLE
126	1656612.09	404991.916	446.736	CALLE
127	1656616.83	404988.652	446.382	CALLE
128	1656612.05	404980.753	446.987	CALLE
129	1656648.68	404966.378	447.642	CALLE
130	1656649.04	404972.222	447.125	CALLE
131	1656642.46	404974.367	445.551	QUEBRADA
134	1656641.08	404975.363	443.916	QUEBRADA
135	1656634.15	404975.183	444.604	QUEBRADA
136	1656637.52	404974.142	443.89	QUEBRADA
403	1656659.13	405020.209	443.729	EST
404	1656647.74	405035.181	443.061	EST
405	1656654.92	405028.269	443.089	EST
406	1656648.09	405049.574	443.19	EST
407	1656657.77	405028.311	442.522	CALLE
408	1656648.41	405025.842	441.767	CALLE
409	1656668.17	405021.516	442.804	CALLE
410	1656663.92	405016.295	443.52	CALLE
411	1656671.75	404995.793	446.232	CALLE
412	1656657.66	404999.965	445.09	CALLE

413	1656688.96	405004.902	446.671	CALLE
414	1656671.87	405009.931	445.162	CALLE
415	1656657.8	405030.138	442.137	QUEBRADA
416	1656654.44	405033.38	440.17	QUEBRADA
417	1656652.83	405035.332	439.762	QUEBRADA
418	1656652.46	405036.498	442.356	QUEBRADA
419	1656665.28	405039.606	439.254	QUEBRADA
420	1656664.94	405040.671	439.226	QUEBRADA
421	1656662.83	405041.434	440.914	QUEBRADA
422	1656668.68	405039.222	440.852	QUEBRADA
137	1656651.95	405050.222	443.023	CALLE
138	1656648.54	405057.759	442.834	CALLE
139	1656637.79	405054.95	444.087	CALLE
140	1656641.14	405045.654	444.239	CALLE
141	1656674.66	405058.757	440.29	PUENTE
142	1656674.2	405063.537	440.29	PUENTE
143	1656680.3	405065.184	440.317	PUENTE
144	1656680.54	405060.555	440.49	PUENTE
145	1656682.3	405067.911	439.677	QUEBRADA
146	1656678.6	405067.52	437.997	QUEBRADA
147	1656673.12	405064.68	440.129	QUEBRADA
148	1656674.4	405065.177	438.683	QUEBRADA
149	1656738.2	405085.896	444.088	EST.CONOCIDA
150	1656696.92	405172.862	446.254	EST CONOCIDA

Continuación de la tabla

No. De punto	Este	Norte	Elevación	Descripción
1	1656746	405047	446	Est
2	1656756.69	405047	446.056	Norte
3	1656699.05	404963.015	443.843	Est
4	1656760.77	405106.953	432.276	Corredero
5	1656760.47	405109.466	432.013	Corredero
6	1656762.03	405112.354	434.873	Tnatural
7	1656763.05	405118.057	436.199	Tnatural
8	1656760.47	405106.342	433.928	Tnatural
9	1656759.64	405102.524	434.349	Tnatural
10	1656788.19	404900.703	447.282	Est
11	1656846.88	404913.105	446.747	Est
12	1656879.73	404913.277	444.109	Est
13	1656888.68	404919.981	443.157	Calle
14	1656902.33	404925.946	439.758	Calle

15	1656909.38	404919.127	440.219	Calle
16	1656899.33	404913.927	442.433	Calle
17	1656916.12	404911.613	440.9	Calle
18	1656911.21	404902.824	442.36	Calle
19	1656887.7	404906.023	444.613	Calle
20	1656852.32	404906.968	446.637	Calle
21	1656810.18	404911.372	447.01	Calle
22	1656922.7	404932.997	437.665	Est
23	1656961.85	404951.765	435.37	Est
100	1657081	405417	424	Est
24	1657003.37	404976.054	433.475	Est
25	1656928.22	404938.312	436.944	Calle
26	1656937.36	404933.814	437.117	Calle
27	1656922.51	404968.046	435.082	Calle
28	1656912.48	404960.054	436.551	Calle
29	1656918.48	404933.263	437.739	Calle
30	1656897.01	405076.344	429.019	Corredero
31	1656895.91	405083.563	429.373	Corredero
32	1656895.16	405086.195	431.046	Tnatural
33	1656895.08	405092.746	431.972	Tnatural
34	1656897.82	405067.098	432.435	Tnatural
35	1656898.47	405058.118	433.057	Tnatural
36	1656957.61	404954.306	435.394	Calle
37	1656954.91	404970.809	434.492	Calle
38	1656964.7	404980.903	433.994	Calle
39	1656967.74	404960.923	434.872	Calle
40	1656980.36	404966.981	434.028	Calle
41	1656982.12	404957.95	434.442	Calle
42	1656942.71	405082.366	427.423	Corredero
43	1656942.66	405084.416	427.404	Corredero
44	1656941.67	405086.299	428.854	Tnatural
45	1656940.55	405091.844	431.139	Tnatural
46	1656945.53	405077.478	429.127	Tnatural
47	1656945.68	405066.646	430.172	Tnatural
48	1656999.46	404976.394	433.254	Calle
49	1656986.33	404969.535	434.022	Calle
50	1657006.59	404972.132	433.735	Calle
51	1657018.57	404979.037	432.972	Calle
52	1657012.01	404983.765	432.635	Calle
53	1657005.38	405002.354	432.824	Calle
54	1656996.15	405027.393	427.251	Corredero

55	1656996.84	405023.719	427.357	Corredero
56	1656994.63	405032.807	429.073	Tnatural
57	1656991.82	405042.25	429.72	Tnatural
58	1656996.51	405016.715	431.367	Tnatural
59	1656997.16	405008.392	431.943	Tnatural
60	1657045.73	404996.786	432.278	Est
61	1657122.14	405020.369	431.036	Est
62	1657042.45	404997.972	432.267	CALLE
63	1657037.07	405018.166	431.807	CALLE
64	1657045.54	405026.6	430.263	CALLE
65	1657050.74	405004.509	431.11	CALLE
66	1657054.2	405002.716	431.082	CALLE
67	1657067.74	405007.522	430.842	CALLE
68	1657081.94	405003.975	431.181	CALLE
69	1657054.23	404993.474	432.198	CALLE
70	1657062.83	404995.892	432.162	CALLE
71	1657032.66	405051.03	425.767	Corredero
72	1657031.98	405053.676	425.872	Corredero
73	1657030.48	405058.503	428.15	TN
74	1657029.92	405065.313	429.348	TN
75	1657032.99	405046.418	428.726	TN
76	1657034.64	405038.568	429.857	TN
77	1657117.19	405021.888	430.688	Calle
78	1657086.26	405012.944	430.762	Calle
79	1657102.92	405010.564	431.336	Calle
80	1657119.5	405014.378	431.065	Calle
81	1657139.51	405024.28	430.416	Calle
82	1657140.73	405018.451	430.88	Calle
83	1657129.45	405015.152	431.359	Calle
84	1657138.9	405006.186	432.601	Calle
85	1657131.68	405003.353	432.688	Calle
86	1657119.49	405014.351	431.139	Calle
87	1657102.93	405010.548	431.341	Calle
88	1657152.04	405062.189	424.176	Corredero
89	1657154.01	405064.267	424.263	Corredero
90	1657154.95	405065.489	426.103	Tnatural
91	1657158.51	405070.288	426.488	Tnatural
92	1657151.08	405060.8	426.034	Tnatural
93	1657146.22	405053.919	426.401	Tnatural
94	1657151.2	405061.594	426.026	puente
95	1657148.89	405064.186	426.051	puente

96	1657151.36	405066.974	426.019	puente
97	1657153.73	405064.477	426.071	puente
98	1657189.93	405020.515	429.4	Est
99	1657222.26	405028.044	428.087	Calle
101	1657221.81	405035.673	426.815	Calle
102	1657193.97	405023.463	428.943	Calle
103	1657193.67	405015.588	429.172	Calle
104	1657172.86	405014.425	429.662	Calle
105	1657187.74	405021.441	429.351	Calle
106	1657225.54	405032.375	426.63	Est
107	1657236.35	405031.982	426.654	CALLE
108	1657233.04	405036.575	424.651	CALLE
109	1657242.47	405036.215	423.061	Est
110	1657249.33	405048.625	424.711	Calle
111	1657243.98	405050.123	423.54	Calle
112	1657251.77	405055.394	425.264	Calle
113	1657231.19	405044.203	422.897	Qda
114	1657230.19	405046.572	422.804	Qda
115	1657234.82	405048.624	422.847	Qda
116	1657236.45	405048.576	422.859	Qda
117	1657246.57	405063.679	423.403	Qda
118	1657244.84	405064.974	423.366	Qda
119	1657248.82	405062.066	425.063	Tnatural
120	1657233.45	405054.56	424.118	Tnatural
121	1657228.08	405055.035	424.606	Tnatural
122	1657253.62	405041.962	424.084	Tnatural
123	1657269.29	405020.416	424.136	Tnatural
124	1657258.5	405022.771	422.319	Qda
125	1657253.8	405024.076	422.343	Qda
126	1657252.39	405021.051	423.904	Tnatural
127	1657246	405028.088	423.966	Tnatural
128	1657253.74	405031.872	422.713	Qda
129	1657252.08	405028.097	422.571	Qda
130	1657242.8	405043.733	422.811	Qda
131	1657239.65	405041.535	422.796	Qda

Fuente: (Propia)



Ilustración 17. Barrio Capiro

Fuente: (Propia)

5.2 PROCESO DE DISEÑO

5.3.1 METODOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA EN ESTUDIO.

Puntos de interés: Los barrios del casco urbano asignados fueron Brazos Abiertos, Capiro, Los Pinos, San José Y San Pablo.

Delimitación de la cuenca: Se delimitó la cuenca estableciendo como punto de control o de cierre el que corresponda a los sitios de interés de acuerdo con el propósito del estudio.

Cálculo de parámetros utilizados:

Tabla 4. Parámetros de la cuenca

	Cantidad	Unidad
Área de la cuenca (A)	766.81	Ha
Perímetro de cuenca (P)	14.783	Km
Longitud de cauce (Lc)	5.294	Km
Elevación Punto Bajo	421	M
Elevación Punto Alto	693	M
Longitud Palto - Pbajo	4.324	Km
Pendiente (S)	0.0629	m/m
Tiempo de Concentración (Tc)	41.5448	minutos
Pendiente Vertical (Pvert)	0.1241	m/m
Pendiente Horizontal (Phori)	0.1330	m/m
Pendiente Media (Pm)	0.1286	m/m
Índice de Compacidad (Ic)	1.495	> 1
Factor Forma (Kf)	0.274	
Densidad de Drenaje (Dd)	0.6904	

Fuente: (Propia)

Pendiente vertical

- Número de intersecciones: 107
- Sumatoria de longitud vertical: 8.621km (8621 metros)

Pendiente horizontal

- Número de intersecciones: 98
- Sumatoria de longitud horizontal: 7.366km (7366 metros)

Distancia entre curvas: 10 metros

Pendiente: Punto de elevación más alto – Punto de elevación más bajo/ Longitud punto alto – Longitud de punto bajo

Pendiente: 693 metros – 421 metros/ 4324: 0.0629m/m

Forma de la cuenca: se calcula mediante el índice de compacidad de Gravelius

$K_c = \frac{0.28P}{\sqrt{S}}$; donde P es el perímetro de la cuenca y S es la superficie de la cuenca

$K_c = \frac{0.28 \cdot 14.783}{\sqrt{7.6681}}$: 1.495 > 1

Existen tres categorías para la clasificación según el valor de este parámetro, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Clases de valores de compacidad

Rangos de K_c	Clases de compacidad
-1.25	Redonda a oval redonda
1.25-1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50-1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: (Diseño de drenaje pluvial para casco urbano, 2012)

La cuenca es oval oblonga.

Factor forma

$K_f = \frac{S}{L^2}$ donde S es la superficie y L es la longitud

$K_f = \frac{7.6681}{(5.294)^2}$: 0.274

Tabla 6. Clases de valores de forma

Rangos de K_f	Clases de forma
0.01-0.18	Muy poco achatada
0.18-0.36	Ligeramente achatada
0.36-0.54	Moderadamente achatada

Fuente: (Diseño de drenaje pluvial para casco urbano, 2012)

La cuenca es oval oblonga ligeramente achatada.

Sistema de drenaje

$Dd = \frac{L}{S}$ donde L es la longitud de corriente de agua y S es la superficie

$$Dd = \frac{5.294}{7.6681} : 0.6904$$

Tabla 7. Clases de densidad de drenaje

Rangos de densidad	Clases
0.01-1.8	Baja
1.9-3.6	Moderada
3.7-5.6	Alta

Fuente: (Diseño de drenaje pluvial para casco urbano, 2012)

Según la tabla 6 la cuenca presenta una densidad de drenaje baja.

Tiempo de concentración según Kirpich

$Tc: 0.01944 * \frac{L^{0.77}}{i^{0.385}}$; donde L es la longitud del cauce más largo, i es la pendiente

$$Tc: 0.01944 * \frac{(5294)^{0.77}}{(0.0629)^{0.385}}: 41.546 \text{ minutos}$$

Función Gumbel

Se utilizaron las estaciones meteorológicas de Santa Bárbara y El Jaral.

- $F(x) = e^{-e^{-b}}$
- $b = -\ln[-\ln F(x)]$
- $b = Fu[(X - X_{med})/S_x] + U_y$
- $Z = (X - X_{med})/U_y$
- $X = Z(S_x) + X_{med}$

Tabla 8. Intensidad y caudal para la estación meteorológica Santa Bárbara

Periodo de Retorno	Intensidad (mm)	Q (m3/seg)	
2	168.5274283	155.17397	Q2
5	294.2529875	270.937525	Q5
10	377.4942475	347.583071	Q10
20	457.3412626	421.103319	Q20
50	560.6950334	516.267739	Q50
100	638.1441405	587.58008	Q100
200	715.3106488	658.632215	Q200

Fuente: (Propia)

Tabla 9. Intensidad y caudal para la estación meteorológica El Jaral

Periodo de Retorno	Intensidad (mm)	Q (m3/seg)	
2	600.427806	552.852242	Q2
5	703.6861855	647.928829	Q5
10	821.6317643	756.528859	Q10
20	906.1546366	834.354467	Q20
50	1015.560825	935.091735	Q50
100	1097.545367	1010.58014	Q100
200	1179.230762	1085.7931	Q200

Fuente: (Propia)

Debido a que los caudales son muy elevados para los diferentes periodos de retorno, se optó por utilizar otra metodología expuesta en el Manual de Referencias Hidrológicas, en el cual se toma en cuenta diferentes coeficientes, tipo de suelo y vegetación en la zona.

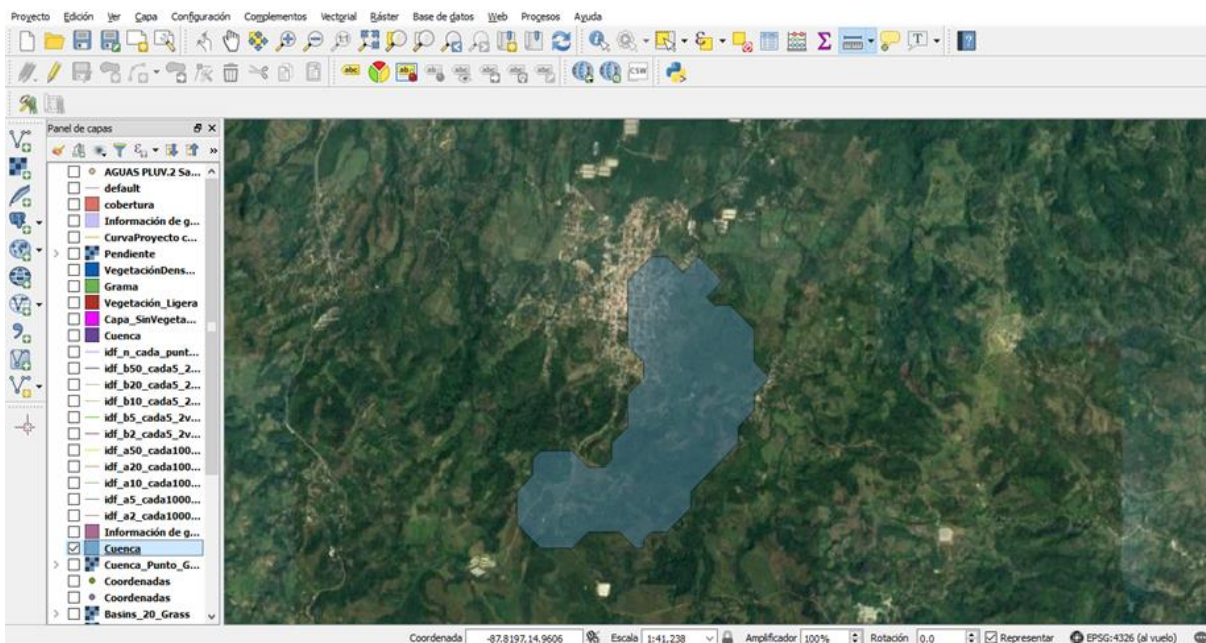


Ilustración 18. Delimitación de cuenca en QGis

Fuente: (Propia)

Coefficiente de escorrentía

Tabla 10. Coeficiente de escorrentía

COEFICIENTE ESCORRENTÍA	Área (Ha)	Suelo	C (FHIS)	Área Ponderada	C Ponderado
Sin Vegetación	28.504	D	0.75	0.037172181	0.027879136
Vegetación Ligera	133.255	D	0.50	0.173778381	0.08688919
Gramma	176.936	D	0.45	0.230742948	0.103834327
Vegetación Densa	334.728	D	0.35	0.436520129	0.152782045
Zona Residencial	93.387	D	0.42	0.121786362	0.051150272
	766.81				0.42253497

Fuente: (Propia)

Según el Manual de Referencias Hidrológicas el suelo es tipo D, es decir suelos con infiltración muy lenta cuando están muy húmedos. Consiste en suelos arcillosos con alto potencial de expansión.

El SINIT menciona que el nombre de la serie del suelo es Yojoa.

Área ponderada:
$$\frac{\text{Área de la cobertura vegetal y el uso de suelo}}{\text{Área total}}$$

C Ponderado: C(FHIS) × Área ponderada

Cobertura Vegetal y Uso del Suelo	Tipo de Suelo	Pendiente de Terreno			
		Pronunciada	Alta	Media	Suave
		>50%	>20%	>5%	<1%
Sin Vegetación o Suelos desnudos	A	0.70	0.65	60.00	55.00
	B	0.73	0.68	60.03	55.03
	C	0.77	0.72	60.07	55.07
	D	0.80	0.75	70.00	65.00
Cultivos anuales Maíz Frijol Arroz Melón Hortalizas	A	0.50	0.45	0.40	0.35
	B	0.60	0.50	0.50	0.45
	C	0.65	0.55	0.55	0.50
	D	0.70	0.65	0.60	0.55
Vegetación Ligera y Pastos Plantíos nuevos de café, Caña, banano, plátano Cítricos.	A	0.40	0.35	0.30	0.25
	B	0.55	0.50	0.45	0.40
	C	0.60	0.55	0.47	0.45
	D	0.65	0.60	0.50	0.50
Hierba, Grama	A	0.35	0.30	0.55	0.20
	B	0.50	0.45	0.25	0.35
	C	0.55	0.50	0.40	0.40
	D	0.60	0.55	0.45	0.45
Bosques coníferas y desdudos, con cobertura entre el 50-75%	A	0.30	0.25	0.50	0.15
	B	0.38	0.33	0.20	0.23
	C	0.47	0.42	0.28	0.32
	D	0.55	0.50	0.37	0.40
Vegetación Densa Bosques preñifolio Latifoliados o coníferas con cobertura > 75%	A	0.25	0.20	0.45	0.10
	B	0.32	0.27	0.15	0.17
	C	0.38	0.33	0.22	0.23
	D	0.45	0.40	0.35	0.30
Zona Residencial					
30% del área impermeable	A	--	--	0.30	--
	B	--	--	0.40	--
	C	--	--	0.45	--
	D	--	--	0.50	--
70% de área impermeable	A	--	--	0.50	--
	B	--	--	0.60	--
	C	--	--	0.70	--
	D	--	--	0.80	--

C(FHIS)

Ilustración 19. Determinación del coeficiente de escorrentía de acuerdo con el uso, suelo y pendiente

Fuente: (Propia)

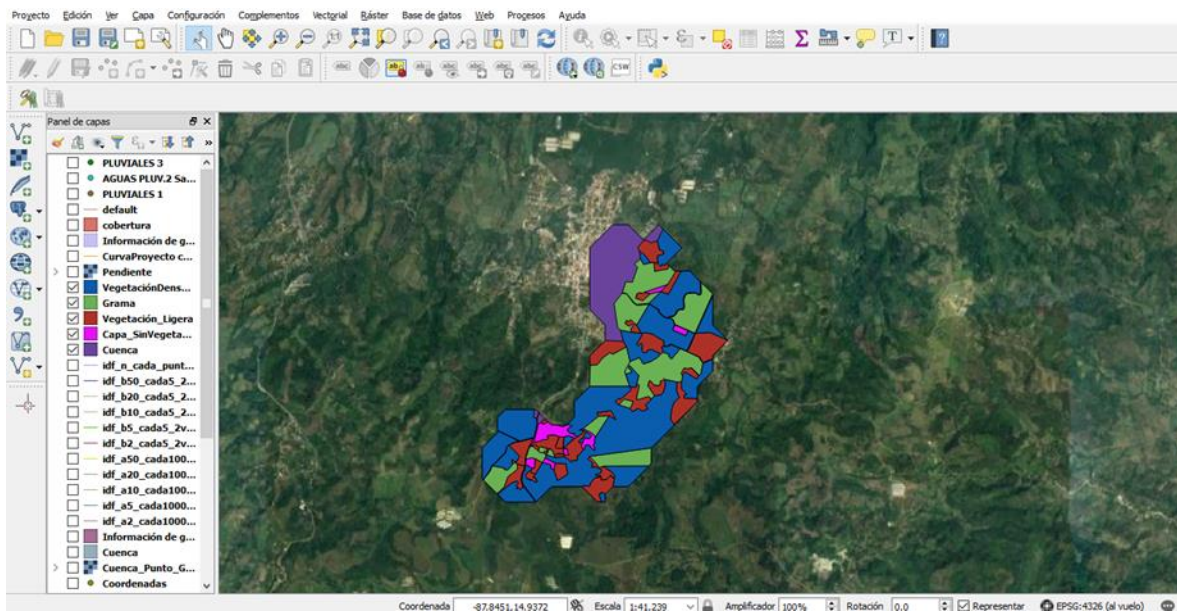


Ilustración 20. Distribución del coeficiente de escorrentía

Fuente: (Propia)

Tabla 11. Coeficientes para los diferentes periodos de retorno

Constantes Estación	Periodo de Retorno						
	2	5	10	20	50	100	200
a	3136.28	4520.63	5477.77	6298.41	7438.42	8432.43	9353.00
b	23.0899	31.5156	35.4187	38.8078	42.1483	47.5916	51.6240
n	0.894688	0.89468	0.894688	0.894688	0.894688	0.894688	0.894688

Fuente: (Propia)

Por medio de Regresión Logarítmica se calcularon las constantes a y b para los periodos de retorno de 100 y 200 años.

Tabla 12. Coeficiente "a"

Periodo de Retorno	A
2	3136.28
5	4520.63
10	5477.77
20	6298.41
50	7438.42
100	8432.43
200	9353.00

Fuente: (Propia)

Tabla 13. Coeficiente "b"

Periodo de Retorno	B
2	23.0899
5	31.5156
10	35.4187
20	38.8078
50	42.1483
100	47.5916
200	51.6240

Fuente: (Propia)

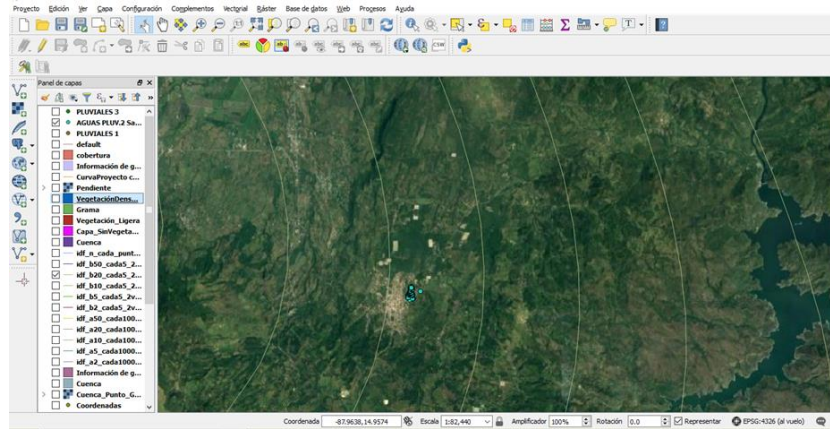


Ilustración 21. Valor "b" para in periodo de retorno de 20 años

Fuente: (Propia)

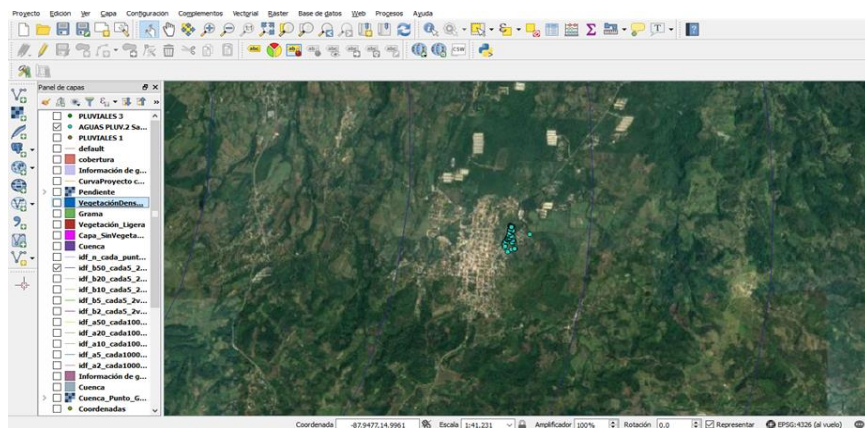


Ilustración 22. Valor "b" para un periodo de retorno de 50 años

Fuente: (Propia)

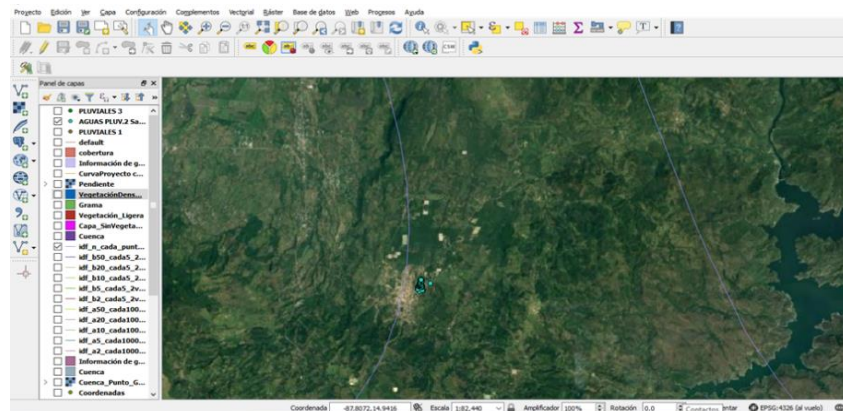


Ilustración 23. Valor "n" para todos los periodos de retorno

Fuente: (Propia)

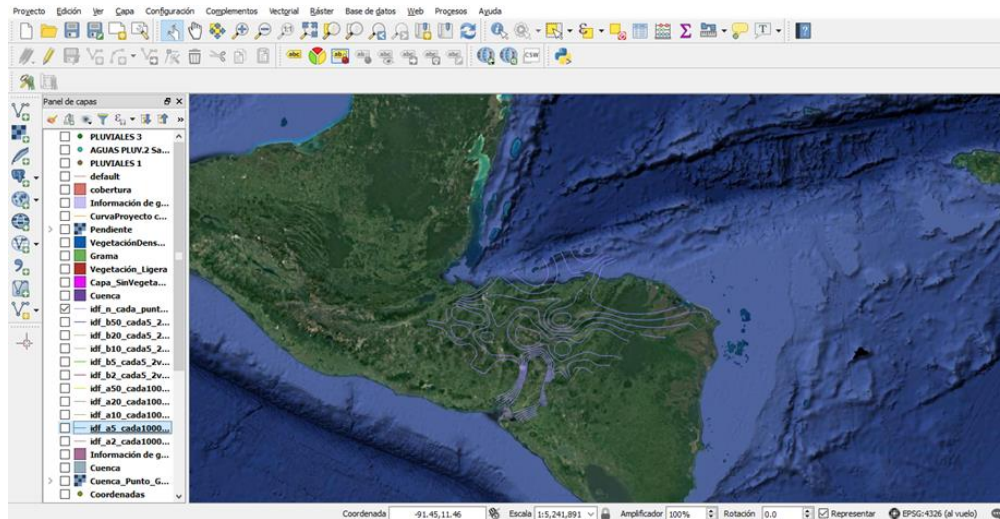


Ilustración 24. Vista total de “n” para todos los periodos de retorno

Fuente: (Propia)

Cálculo de la intensidad y el caudal para los diferentes periodos de retorno

Intensidad

$i = \frac{a}{(d+b)^n}$; donde a, b y n son parámetros propios de cada estación y d es la duración de la tormenta relacionada con el tiempo de concentración de la cuenta de interés.

Caudal calculado por medio de la formula racional utilizando el C ponderado, la Intensidad y el Área.

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Tc: 0.01944 * \frac{(5294)^{0.77}}{(0.0629)^{0.385}}: 41.546 \text{ minutos}$$

Tabla 14. Cálculo de intensidad y caudal

Periodo	Intensidad	Caudal (m3/seg)
2	75.27	69.30
5	97.23	89.52
10	112.45	103.54
20	124.41	114.55
50	141.67	130.44
100	151.80	139.77
200	161.83	149.01

Fuente: (Propia)

En el programa Civil 3D se calcaron las calles de Santa Cruz de Yojoa por medio de un satélite con el que cuenta el programa.

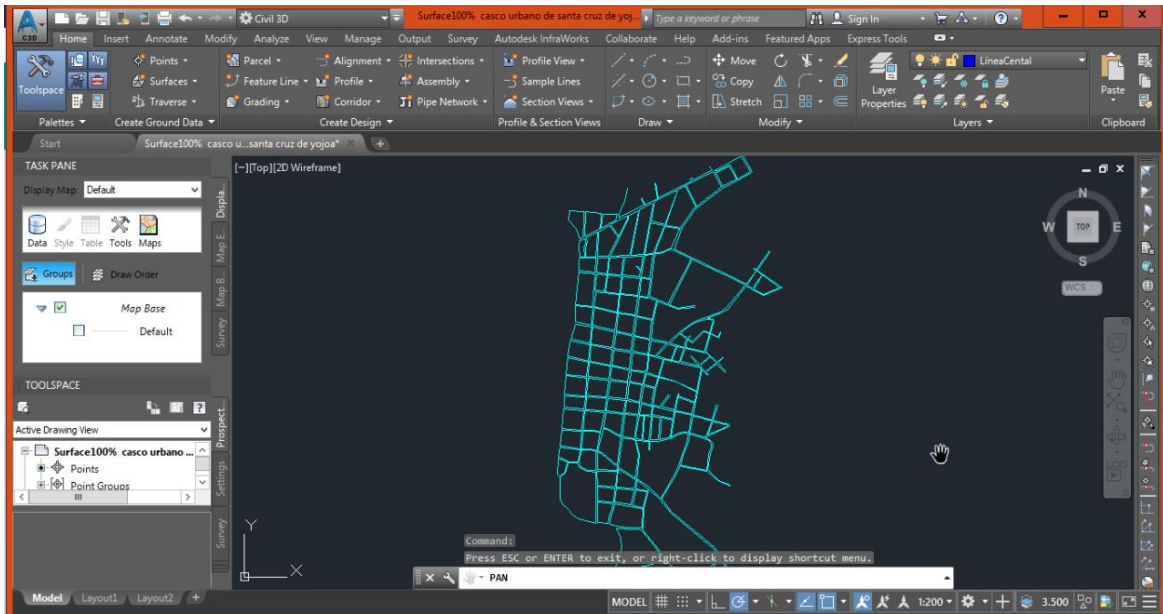


Ilustración 25. Calles del casco urbano de Santa Cruz de Yojoa

Fuente: (Propia)

Seguidamente se introdujeron los puntos topográficos en Civil 3D para generar la superficie, el alineamiento y las secciones transversales.

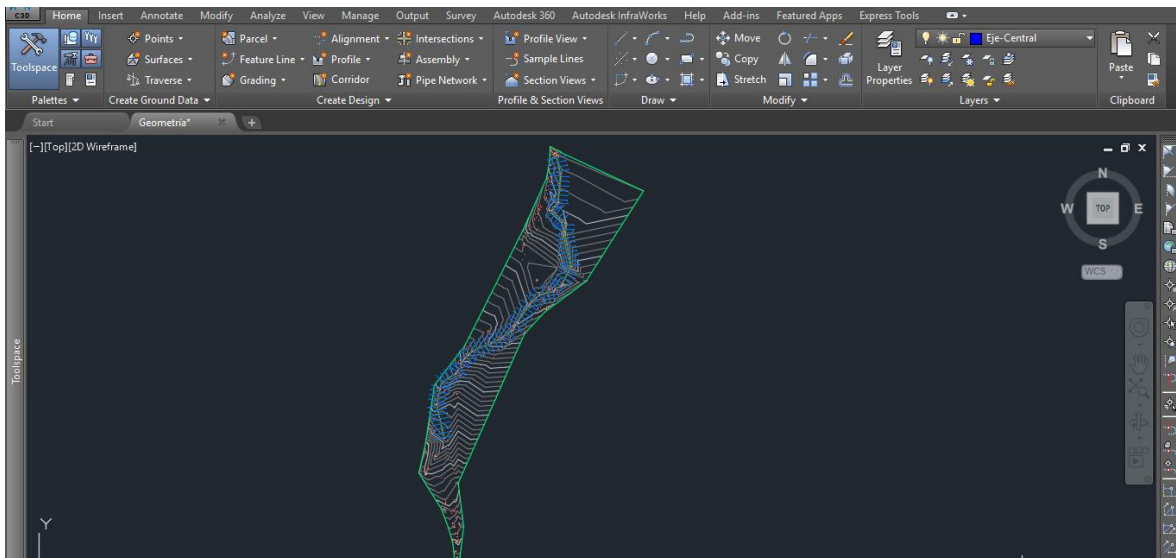


Ilustración 26. Superficie, alineamiento y secciones transversales

Fuente: (Propia)

HCANALES

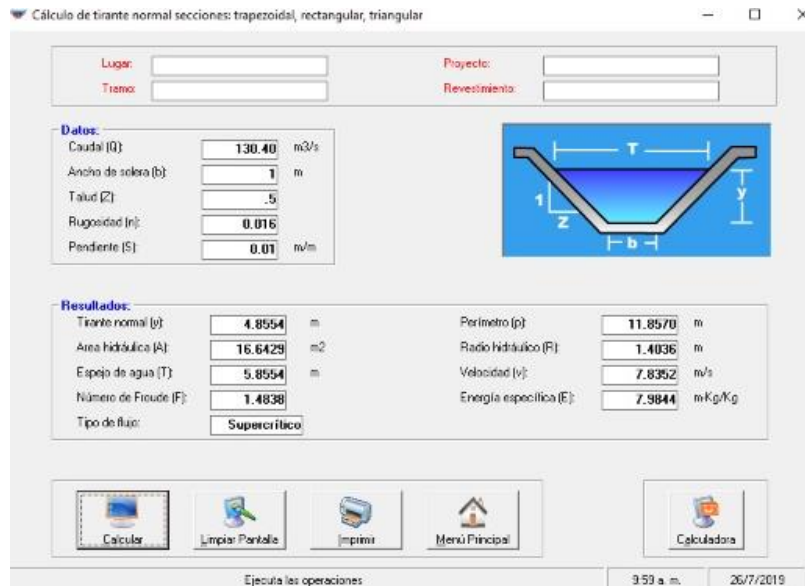


Ilustración 27. Sección del canal trapezoidal

Fuente: (Propia)

Cálculo de altura de canal se obtiene de resolver la ecuación de Manning

$$\frac{Q * n}{\sqrt{i}} = ARh^{\frac{2}{3}}$$

Tabla 15. Cálculo de la altura del canal

Tramo 1540-680		
A	16.6429	m2
R	1.4036	m2
Q	130.40	m3/s
N	0.016	
I	0.01	m/m

Fuente: (Propia)

Altura total: 4.80m

5.3 RESULTADOS

TABLA 16. RESULTADOS CON DIFERENTES PENDIENTES

SITUACION ACTUAL DEL CANAL												
TRAMO	CAUDAL	SECCION	S	B1	B2	T	PERIM	AREA	RADIO	VELOC.	CAUDAL	TIRANTE
	lit/seg	TIPO									REAL	REAL
0+000 a 0+120	140,000.00	canal abierto	0.0710	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	16.86	295.04	5.00
0+120 a 0+254	140,000.00	canal abierto	0.0810	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	18.01	315.14	5.00
0+254 a 0+430	140,000.00	canal abierto	0.0637	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	15.97	279.46	5.00
0+430 a 0+647	140,000.00	canal abierto	0.0604	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	15.55	272.13	5.00
0+647 a 0+820	140,000.00	canal abierto	0.0351	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	11.85	207.45	5.00
0+820 a 1+005	140,000.00	canal abierto	0.0653	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	16.17	282.95	5.00
1+005 a 1+196	140,000.00	canal abierto	0.0222	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	9.43	164.98	5.00
1+196 a 1+557	140,000.00	canal abierto	0.0170	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	8.25	144.37	5.00

Fuente: (Propia)

Tabla 17. RESULTADOS CON PENDIENTE DE 0.0090

DISIPADORES												
TRAMO	CAUDAL	SECCION	S	B1	B2	T	PERIM	AREA	RADIO	VELOC.	CAUDAL	TIRANTE
	lit/seg	TIPO									REAL	REAL
0+000 a 0+120	140,000.00	canal abierto	0.0090	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	6.00	105.05	5.00
0+120 a 0+254	140,000.00	canal abierto	0.0090	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	6.00	105.05	5.00
0+254 a 0+430	140,000.00	canal abierto	0.0090	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	6.00	105.05	5.00
0+430 a 0+647	140,000.00	canal abierto	0.0090	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	6.00	105.05	5.00
0+647 a 0+820	140,000.00	canal abierto	0.0090	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	6.00	105.05	5.00
0+820 a 1+005	140,000.00	canal abierto	0.0090	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	6.00	105.05	5.00
1+005 a 1+196	140,000.00	canal abierto	0.0090	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	6.00	105.05	5.00
1+196 a 1+557	140,000.00	canal abierto	0.0090	1.00	6.00	5.00	17.18	17.50	1.02	6.00	105.05	5.00

Fuente: (Propia)

Tabla 18. RESULTADOS DE TERRACERÍA

Reporte de Terraceria						
Estacion	Area de Corte (m2)	Area de Relleno (m3)	Volumen de Corte (m3)	Volumen de Relleno (m3)	Corte Acumulado	Relleno Acumulado
0+000.00	9.856	0.013	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	14.597	0.079	244.53	0.92	244.53	0.92
0+040.00	14.565	0.070	291.63	1.49	536.16	2.41
0+060.00	14.514	0.051	290.79	1.22	826.95	3.62
0+080.00	14.442	0.022	289.56	0.74	1116.51	4.36
0+100.00	14.350	0.000	287.92	0.22	1404.43	4.58
0+120.00	14.193	0.000	285.43	0.00	1689.86	4.58
0+140.00	14.705	0.000	288.99	0.00	1978.84	4.58
0+160.00	13.771	0.000	283.27	0.00	2262.12	4.58
0+180.00	13.074	0.000	268.45	0.00	2530.57	4.58
0+200.00	12.327	0.000	254.01	0.00	2784.58	4.58
0+220.00	12.123	0.196	244.36	1.94	3028.93	6.53
0+240.00	12.258	0.304	242.20	4.47	3271.13	11.00
0+260.00	13.783	0.226	260.42	5.30	3531.55	16.30
0+280.00	13.891	0.144	276.74	3.70	3808.29	20.00
0+300.00	13.649	0.051	275.40	1.95	4083.69	21.94
0+320.00	14.785	0.001	284.80	0.54	4368.49	22.49

0+340.00	15.331	0.000	300.57	0.01	4669.06	22.49
0+360.00	16.868	0.000	325.99	0.00	4995.05	22.49
0+380.00	13.951	0.008	304.68	0.09	5299.72	22.58
0+400.00	10.108	0.646	240.59	6.54	5540.31	29.12
0+420.00	9.309	1.363	194.04	19.97	5734.35	49.09
0+440.00	10.297	0.718	196.04	19.94	5930.40	69.03
0+460.00	9.403	0.925	197.01	16.44	6127.40	85.47
0+480.00	8.621	1.190	180.24	21.15	6307.65	106.62
0+500.00	7.958	1.519	165.80	27.09	6473.44	133.71
0+520.00	7.432	1.925	153.91	34.44	6627.35	168.15
0+540.00	8.496	0.897	159.27	28.35	6786.62	196.50
0+560.00	9.322	0.118	178.18	10.15	6964.80	206.65
0+580.00	8.292	0.017	175.90	1.38	7140.70	208.03
0+600.00	7.787	0.365	160.79	3.81	7301.49	211.85
0+620.00	8.422	0.219	162.10	5.83	7463.59	217.68
0+640.00	5.435	0.099	140.42	3.03	7604.01	220.71
0+660.00	5.655	1.343	110.90	14.42	7714.91	235.13
0+680.00	7.890	0.944	134.54	22.98	7849.45	258.10

0+700.00	8.701	0.685	165.91	16.28	8015.36	274.39
0+720.00	9.352	0.642	180.53	13.26	8195.89	287.65
0+740.00	10.031	0.558	193.83	12.00	8389.72	299.65
0+760.00	11.798	0.867	218.29	14.25	8608.01	313.90
0+780.00	11.171	1.038	230.37	18.58	8838.38	332.48
0+800.00	10.574	1.948	217.45	29.87	9055.83	362.35
0+820.00	1.614	0.141	121.88	20.90	9177.71	383.24
0+840.00	10.222	1.905	119.17	18.47	9296.87	401.71
0+860.00	11.501	0.000	217.23	19.05	9514.10	420.76
0+880.00	8.839	0.000	203.41	0.00	9717.51	420.76
0+900.00	14.144	0.000	227.23	0.00	9944.74	420.76
0+920.00	14.092	0.000	282.36	0.00	10227.10	420.76
0+940.00	14.023	0.000	281.15	0.00	10508.25	420.76
0+960.00	13.937	0.000	279.60	0.00	10787.85	420.76
0+980.00	13.835	0.000	277.72	0.00	11065.57	420.76
1+000.00	13.715	0.000	275.50	0.00	11341.07	420.77
1+020.00	11.900	1.045	255.45	12.14	11596.51	432.90
1+040.00	11.726	1.226	236.26	22.70	11832.77	455.61
1+060.00	11.559	1.489	232.85	27.15	12065.62	482.76

1+080.00	11.377	1.800	229.36	32.90	12294.98	515.65
1+100.00	11.402	2.376	227.79	41.77	12522.77	557.42
1+120.00	11.406	2.986	228.08	53.62	12750.85	611.04
1+140.00	11.369	3.489	227.75	64.75	12978.60	675.79
1+160.00	10.560	4.072	219.18	75.56	13197.77	751.35
1+180.00	9.086	2.926	196.46	69.98	13394.24	821.34
1+200.00	7.682	1.285	165.93	45.86	13560.17	867.20
1+220.00	10.026	0.820	177.08	21.04	13737.24	888.24
1+240.00	12.367	0.365	223.93	11.84	13961.17	900.08
1+260.00	14.788	0.000	271.55	3.65	14232.72	903.73
1+280.00	14.629	0.001	296.18	0.01	14528.90	903.74
1+300.00	12.785	0.145	274.14	1.46	14803.04	905.19
1+320.00	1.815	0.000	146.00	1.45	14949.04	906.64
1+340.00	11.611	0.918	134.06	9.64	15083.10	916.28
1+360.00	12.166	0.562	237.77	14.80	15320.87	931.08
1+380.00	12.795	0.257	249.60	8.18	15570.47	939.26
1+400.00	13.504	0.047	262.98	3.03	15833.46	942.29
1+420.00	14.371	0.009	278.75	0.56	16112.21	942.85
1+440.00	15.252	0.000	296.23	0.09	16408.44	942.95

1+460.00	14.521	0.000	297.96	0.00	16706.40	942.95
1+480.00	14.288	0.000	288.09	0.00	16994.49	942.95
1+500.00	14.124	0.004	284.12	0.04	17278.61	942.98
1+520.00	13.994	0.062	281.19	0.65	17559.80	943.64
1+540.00	14.631	1.254	287.11	11.88	17846.90	955.52
1+558.84	94.662	0.000	1081.97	11.01	18928.87	966.53

Fuente: (Propia)

5.4 PRESUPUESTO

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA					
REALIZÓ:		ESTUDIANTES DE UNITEC PROYECTO DE GRADUACIÓN			
CLIENTE:		MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DE YOJOA			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL
1.00	GEBERALES				
1.1	TRAZADO CON TEODOLITO / ESTACIÓN TOTAL GLOBAL 1.00	GLOBAL	1.00	L 187,920.00	L 187,920.00
1.2	LIMPIEZA Y DESTRONQUE (INCLUYE ACARREO DE MATERIAL DE DESPERDICIO)	M2	17.00	L 13.27	L 225.59
1.3	ROTULO DE PROYECTO, LÁMINA LISA DE ZINC, STICKER ADHESIVO (ESTRUCTURA METÁLICA, INCLUYE PATAS PARA FIJACIÓN AL TERRENO Y DADO DE CONCRETO F'c = 2000 PSI, 1:2.5:3 DE 50X50X50 cm)	UNIDAD	1.00	L 14,798.96	L 14,798.96
1.4	SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA, LÁMINA LISA DE ZINC, STICKER ADHESIVO (ESTRUCTURA DE MADERA, INCLUYE PATAS PARA FIJACIÓN AL TERRENO)	UNIDAD	4.00	L 3,141.11	L 12,564.44
1.5	REUBICACION DE SERVICIOS PUBLICOS	GLOBAL	1.00	L 29,097.21	L 29,097.21
Subtotal					L244,606.20
2.00	TERRACERIA				
2.1	EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA MUROS Y CAJA (INCLUYE ADEMADO Y BOMBEO DE AGUA)	M3	18,928.87	L 195.55	L 3,701,540.53
2.2	RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	M3	966.53	L 228.79	L 221,132.40
2.3	ACARREO DE MATERIAL DE DESPERDICIO	M3 - KM	24,607.53	L 12.80	L 314,976.40
2.4	EXCAVACION DESVIO RIO / QUEBRADA	GLOBAL	1.00	L 35,069.16	L 35,069.16
Subtotal					L4,272,718.48

3.00	CONSTRUCCION DE EMBAULADO TRAPEZOIDAL				
3.1	MAMPOSTERIA PARA PISO Y CANAL 1.81 metros de canal (1.00 m x 0.20 m)	M3	2,005.34	L 2,499.56	L 5,012,460.05
3.2	SUMINISTRO E INSLACION DE GAVIONES 2x1x1 2.4mm	M3	3,742.46	L 1,864.76	L 6,978,797.17
4.3	DICIPADORES DE ENERGIA	M3	103.13	L 2,912.66	L 300,368.06
Subtotal					L12,291,625.28
4.00	FINALES				
4.10	LIMPIEZA DE AREA FINAL	DIA	15.00	L 9,597.20	L 143,958.00
Subtotal					L143,958.00
				SUBTOTAL	L 16,952,907.97
				TOTAL	L16,952,907.97

Fuente: (Propia)

FICHAS COSTO UNITARIO

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ACTIVIDAD:	TRAZADO CON TEODOLITO / ESTACIÓN TOTAL GLOBAL 1.00					
UNIDAD :	UNIDAD					
	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)
1	MATERIALES					
						-
						-
						-
						-
			Total Materiales (Lps)			-
2. MANO DE OBRA						
1	Cuadrilla Topografica	meses	5.0000		L 36,000.00	L 180,000.00
						L -
			Total Mano de Obra			L 180,000.00
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
					L -	L -
			Total Equipo y Herramientas			L -
			Total Costos Directos			L 180,000.00
			Rendimiento	5 meses		L 36,000.00
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
1	Gastos Generales y Administ	%	12.00%			L 4,320.00
5. UTILIDAD						
2	Utilidad	%	10.00%			L 3,600.00
			Total Costos Indirectos			L 7,920.00
	Total Precio Unitario (Lps)					L 187,920.00

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA							
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ACTIVIDAD:		LIMPIEZA Y DESTRONQUE (INCLUYE ACARREO DE MATERIAL DE DESPERDICIO)					
UNIDAD :		UNIDAD					
	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)	
1 MATERIALES							
							-
							-
							-
							-
			Total Materiales (Lps)				-
2. MANO DE OBRA							
1	Capataz	JDR	1.0000		L 566.67	L	566.67
2	Peon	JDR	2.0000		L 345.19	L	690.38
							-
	Beneficios Sociales	GLOBAL	45.30%		569.44		569.44
						L	-
			Total Mano de Obra				L 1,826.49
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS							
1	Tractor	HR	8.0000	50%	L 2,200.00	L	8,800.00
2	Cargadora	HR	4.0000	50%	L 1,200.00	L	2,400.00
3	Volqueta	HR	8.0000	100%	L 900.00	L	7,200.00
4	Herramienta Menor	%	5%		L 91.32	L	91.32
			Total Equipo y Herramientas				L 18,491.32
			Total Costos Directos				L 20,317.81
			Rendimiento	1866.67	UNIDAD	L	10.88
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS							
1	Gastos Generales y Ad	%	12.00%			L	1.31
5. UTILIDAD							
2	Utilidad	%	10.00%			L	1.09
			Total Costos Indirectos				L 2.39
	Total Precio Unitario (Lps)						L 13.27

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:

ROTULO DE PROYECTO, LÁMINA LISA DE ZINC, STICKER ADHESIVO (ESTRUCTURA METÁLICA, INCLUYE PATAS PARA FIJACIÓN AL TERRENO Y DADO DE CONCRETO F c = 2000 PSI, 1:2.5:3 DE 50X50X50 cm)

UNIDAD :

UNIDAD

	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)
1 MATERIALES						
1	Lamina de zinc 3X6 pies cal. 29	UNIDAD	4.800		117.00	561.60
2	Canaleta 2x6"	LANCES	4.330		530.00	2,294.90
3	Sticker Adhesivo 4x2	UNIDAD	1.000		1,000.00	1,000.00
4	Cinta Reflectiva	PIES	65.600		35.00	2,296.00
5	Pintura Anticorrosiva	GALON	0.884		239.00	211.28
6	Electrodos	LIBRAS	16.250		30.00	487.50
7	Diluyente	GALON	1.000		165.00	165.00
8	Brocha 3"	unidad	1.000		37.00	37.00
9	Cemento	BOLSA	1.920		192.00	368.64
10	Arena	M3	0.135		500.00	67.50
11	Grava	M3	0.162		1,000.00	162.00
12	Agua	M3	0.057		66.00	3.76
			Total Materiales (Lps)			7,655.18
2. MANO DE OBRA						
1	Abañil	JRD	1.0000		L 500.00	L 500.00
2	Pintor	JRD	1.0000		L 500.00	L 500.00
3	Soldador	JRD	1.000000		500.00	500.00
4	Ayudante	JRD	1		345.19	345.19
	Beneficios Sociales	Global	45.30%		L 835.87	L 835.87
			Total Mano de Obra			L 2,681.06
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
1	Camion	HR	1.0000		L 900.00	L 900.00
2	Soldadora	DIA	1.0000		L 760.00	L 760.00
3	Herramienta Menor	%	0.0500		L 134.05	L 134.05
4					L -	L -
			Total Equipo y Herramientas			L 1,794.05
			Total Costos Directos			L 12,130.29
			Rendimiento	0	1.00	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
1	Gastos Generales y Administraci	%	12.00%			L 1,455.64
5. UTILIDAD						
2	Utilidad	%	10.00%			L 1,213.03
			Total Costos Indirectos			L 14,798.96
	Total Precio Unitario (Lps)					L 14,798.96

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ACTIVIDAD:	SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA, LÁMINA LISA DE ZINC, STICKER ADHESIVO (ESTRUCTURA DE MADERA, INCLUYE PATAS PARA FIJACIÓN AL TERRENO)					
UNIDAD :	UNIDAD					
	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)
1 MATERIALES						
1	Lamina de zinc 3X6 cal. 29	UNIDAD	0.9		117.00	105.30
2	Clavos	LB	0.463		19.00	8.80
3	Madera rustica de Pino	PT	31.040		21.00	651.84
4	Sticker 1.50*1.0	UNIDAD	1.000		500.00	500.00
5	Cinta reflectiva	PIES	16.400		35.00	574.00
			Total Materiales (Lps)			1,839.94
2. MANO DE OBRA						
1	Carpintero	JRD	0.5000		L 500.00	L 250.00
2	Ayudante	JRD	0.5000		L 345.19	L 172.60
						-
	Beneficio Sociales	GLOBAL	45.30%		L 191.44	L 191.44
			Total Mano de Obra			L 614.04
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
1	Camion	HR	1.0000	10%	L 900.00	L 90.00
2	Herramientas Menores	%	0.0500		L 30.70	L 30.70
3						L -
4					L -	L -
			Total Equipo y Herramientas			L 120.70
			Total Costos Directos			L 2,574.68
			Rendimiento			
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
1	Gastos Generales y Administrativos	%	12.00%			L 308.96
5. UTILIDAD						
2	Utilidad	%	10.00%			L 257.47
			Total Costos Indirectos			L 566.43
	Total Precio Unitario (Lps)					L 3,141.11

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:	REUBICACION DE SERVICIOS PUBLICOS					
UNIDAD :	Global					
	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)
1	MATERIALES					
	Tuberia PVC 2"	Lance	15.000		195.00	2,925.00
	Tuberia PVC 1"	Lance	15.000		83.00	1,245.00
	tuberia PVC 4"	Lance	5.000		482.00	2,410.00
	Cable Electrico #12	ML	100.000		11.80	1,180.00
	Accesorios varios	global	1.000		5,000.00	5,000.00
			Total Materiales (Lps)			12,760.00
	2. MANO DE OBRA					
1	Peon	JRD	1.0000		L 345.19	L 345.19
2	Ayudante	JRD	2.0000		L 345.19	L 690.38
3	fontanero	JRD	1.000000		400.00	400.00
	Beneficios Sociales	GLOBAL	45.30%		L 650.31	L 650.31
			Total Mano de Obra			L 2,085.88
	3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
1	CAMION	HR	1.0000		L 900.00	L 900.00
2	Retroexcavadora	HR	8.0000		L 1,000.00	L 8,000.00
3	Herramienta menor	%	0.0500		L 104.29	L 104.29
4						
			Total Equipo y Herramientas			L 9,004.29
			Total Costos Directos			L 23,850.17
			Rendimiento	1	GLOBAL	L 23,850.17
	4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	Gastos Generales y A	%	12.00%			L 2,862.02
	5. UTILIDAD					
2	Utilidad	%	10.00%			L 2,385.02
			Total Costos Indirectos			L 5,247.04
	Total Precio Unitario (Lps)					L 29,097.21

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:

EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA MUROS Y CAJA (INCLUYE
ADEMADO Y BOMBEO DE AGUA)

UNIDAD :

M3

	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)
1 MATERIALES						
1	Madera Rustica de pino	PT	2.500		21.00	52.50
2	Clavos	Libras	0.400		19.00	7.60
						-
						60.10
			Total Materiales (Lps)			12,020.00
2. MANO DE OBRA						
1	Maestro de Obra	JRD	0.5000		L 600.00	L 300.00
2	Peon	JRD	3.0000		L 345.19	L 1,035.57
						-
	Beneficios Sociales	GLOBAL	45.30%		605.01	605.01
						L -
			Total Mano de Obra			L 1,940.58
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
1	Excavadora	HR	8.0000		L 1,500.00	L 12,000.00
2	Bomba de Agua de 4 "	HR	8.0000		L 750.00	L 6,000.00
3	Herramienta Menor	%	0.0500		L 97.03	L 97.03
4					L -	L -
			Total Equipo y Herramientas			L 18,097.03
			Total Costos Directos			L 32,057.61
			Rendimiento	200 m3/Dia		L 160.29
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
1	Gastos Generales y Adm	%	12.00%			L 19.23
5. UTILIDAD						
2	Utilidad	%	10.00%			L 16.03
			Total Costos Indirectos			L 35.26
	Total Precio Unitario (Lps)					L 195.55

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:

RELLENO CON MATERIAL DE SITIO

UNIDAD :

M3

	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)	
1 MATERIALES							
1	Reelleno con material siti	M3	1.000		-		
2						-	
						-	
			Total Materiales (Lps)				-
2. MANO DE OBRA							
2	Peon	JRD	2.0000		L 345.19	L 690.38	
						-	
	Beneficios Sociales	GLOBAL	45.30%		312.74	312.74	
						L -	
			Total Mano de Obra				L 1,003.12
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS							
1	Retro excavadora	HR	8.0000		L 1,000.00	L 8,000.00	
2	cargadora	HR	4.0000		L 1,200.00	L 4,800.00	
3	compactadorea	HR	1.0000		L 1,200.00	L 1,200.00	
4	Herramienta menores	%			L -	L -	
			Total Equipo y Herramientas				L 14,000.00
			Total Costos Directos				L 15,003.12
			Rendimiento	80	m3/Dia	L 187.54	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS							
1	Gastos Generales y Admi	%	12.00%			L 22.50	
5. UTILIDAD							
2	Utilidad	%	10.00%			L 18.75	
			Total Costos Indirectos				L 41.25
	Total Precio Unitario (Lps)						L 228.79

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA

LICITACION PUBLICA NACIONAL No. PGRD-02-LPN-O-2019

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:

ACARREO DE MATERIAL DE DESPERDICIO

UNIDAD :

M3

	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)	
1	MATERIALES						
						-	
						-	
						-	
						-	
			Total Materiales (Lps)				-
2	MANO DE OBRA						
1						L -	
						L -	
						-	
						-	
					L -	L -	
						L -	
			Total Mano de Obra				L -
3	EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
1	2 Volqueta	HR	16.0000	100%	L 900.00	L 14,400.00	
2	Cargadora	HR	4.0000	50%	L 1,200.00	L 2,400.00	
			Total Equipo y Herramientas				L 16,800.00
			Total Costos Directos				L 16,800.00
			Rendimiento	420.00	m3	L 40.00	
4	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
1	Gastos Generales y Ad	%	12.00%			L 4.80	
5	UTILIDAD						
2	Utilidad	%	10.00%			L 4.00	
			Total Costos Indirectos				L 8.80
	Total Precio Unitario (Lps)					L 12.80	

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:		EXCAVACION DESVIO RIO / QUEBRADA				
UNIDAD :		GLOBAL				
	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)
1 MATERIALES						
						-
						-
						-
						-
			Total Materiales (Lps)			-
2. MANO DE OBRA						
1	Albañil	JDR	1.0000		L 500.00	L 500.00
2	Peon	JDR	6.0000		L 345.19	L 2,071.14
						-
	Beneficios Sociales	Global	45.30%		1,164.73	1,164.73
						L -
			Total Mano de Obra			L 3,735.87
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
1	Retroexcavadora	HR	25.0000		L 1,000.00	L 25,000.00
2	Herramienta Menor	%	0.0500		L 186.79	L 9.34
3						L -
4					L -	L -
			Total Equipo y Herramientas			L 25,009.34
			Total Costos Directos			L 28,745.21
			Rendimiento	1	Global	L 28,745.21
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
1	Gastos Generales y Administracion	%	12.00%			L 3,449.43
5. UTILIDAD						
2	Utilidad	%	10.00%			L 2,874.52
			Total Costos Indirectos			L 6,323.95
	Total Precio Unitario (Lps)					L 35,069.16

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ACTIVIDAD:		MAMPOSTERIA PARA PISO Y CANAL 1.81 metros de canal (1.00 m x 0.20 m)				
UNIDAD :		M3				
	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)
1	MATERIALES					
	Cemento	BOLSA	5.152		192.00	989.18
	Grava 3/4	m3	0.579		1,000.00	579.00
	Arena	m3	0.289		500.00	144.50
	Agua	m3	64.451		0.18	11.60
	Madera Rustica	m3	3.000		21.00	63.00
	Clavos	m3	0.500		19.00	9.50
			Relacion	0.7		1,257.75
	Piedra	m3	1.000		500.00	500.00
			Relacion	0.3		150.00
			Materiales Para 1m3			1,407.75
			Total Materiales (Lps)			21,116.19
2. MANO DE OBRA						
1	Albañil		1.0000		L 500.00	L 500.00
2	Ayudante		2.0000		L 345.19	L 690.38
						-
	Beneficios Sociales	Global	45.30%		L 539.24	L 539.24
			Total Mano de Obra			L 1,729.62
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
1	Mezcladora	HR	8.0000		L 900.00	L 7,200.00
2	bomba achicadora	HR	8.0000		L 75.00	L 600.00
3	Herramienta Menor	%	0.0500		L 86.48	L 86.48
4						
5						
			Total Equipo y Herramientas			L 7,886.48
			Total Costos Directos			L 30,732.29
			Rendimiento	15 m3/Dia		L 2,048.82
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
1	Gastos Generales y Adm	%	12.00%			L 245.86
5. UTILIDAD						
2	Utilidad	%	10.00%			L 204.88
			Total Costos Indirectos			L 450.74
	Total Precio Unitario (Lps)					L 2,499.56

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:

SUMINISTRO E INSLACION DE GAVIONES 2x1x1 2.4mm

UNIDAD :

M3

	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)
1 MATERIALES						
1	Malla de gavion	M3	0.500		1,020.00	510.00
2	Alambre de Amarre	Lb	3.000		18.50	55.50
3	Piedra de Relleno	m3	1.000	1.03	500.00	515.00
						1,080.50
			Total Materiales (Lps)			10,805.00
2. MANO DE OBRA						
1	Peon	JRD	3.0000		L 345.19	L 1,035.57
						L -
						-
	Beneficios Sociales	Global	45.30%		469.11	469.11
			Total Mano de Obra			L 1,504.68
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
1	Volqueta (Acarreo de Piedra)	HR	1.0000		L 1,000.00	L 900.00
2	Herramienta Menor	%	0.0500		L 75.23	L 75.23
3	Manejo en el sitio	Global	1.0000		L 2,000.00	L 2,000.00
					L -	L -
			Total Equipo y Herramientas			L 2,975.23
			Total Costos Directos			L 15,284.91
			Rendimiento	10 m3/Dia		L 1,528.49
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
1	Gastos Generales y Admini	%	12.00%			L 183.42
5. UTILIDAD						
2	Utilidad	%	10.00%			L 152.85
			Total Costos Indirectos			L 336.27
	Total Precio Unitario (Lps)					L 1,864.76

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ACTIVIDAD:		MAMPOSTERIA PARA PISO Y CANAL 1.81 metros de canal (1.00 m x 0.20 m)				
UNIDAD :		M3				
	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)
1 MATERIALES						
	Concreto ciclopeo	m3	1.000		2,048.82	2,048.82
	Madera Rustica de Pino	Pt	3.000		21.00	63.00
			Total Materiales (Lps)			21,118.20
2. MANO DE OBRA						
1	Albañil		1.0000		L 500.00	L 500.00
2	Ayudante		2.0000		L 345.19	L 690.38
						-
	Beneficios Sociales	Global	45.30%		L 539.24	L 539.24
			Total Mano de Obra			L 1,729.62
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
3	Herramienta Menor	%	0.0500		L 86.48	L 86.48
4						
5						
			Total Equipo y Herramientas			L 86.48
			Total Costos Directos			L 22,934.30
			Rendimiento	10	m3/Dia	L 2,293.43
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
1	Gastos Generales y Adm	%	12.00%			L 275.21
5. UTILIDAD						
2	Utilidad	%	15.00%			L 344.01
			Total Costos Indirectos			L 619.23
	Total Precio Unitario (Lps)					L 2,912.66

Fuente: (Propia)

DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LOS BARRIOS BRAZOS ABIERTOS, LOS PINOS, CAPIRO, SAN JOSÉ Y SAN PABLO DEL CASCO URBANO, SANTA CRUZ DE YOJOA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACTIVIDAD:

LIMPIEZA DE AREA FINAL

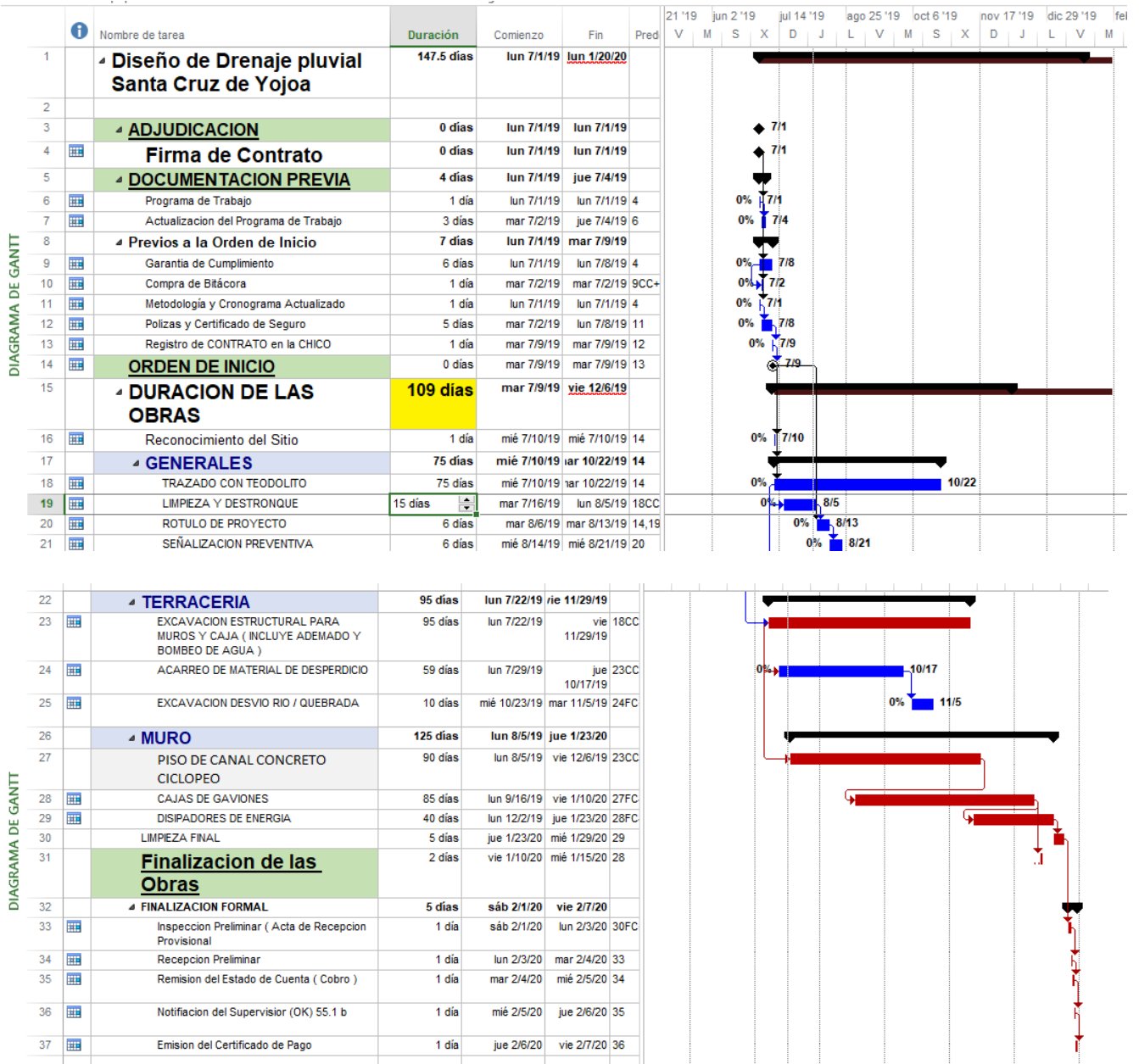
UNIDAD :

Dia

	DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO		PRECIO UNITARIO (Lps)	COSTO TOTAL (Lps)
1	MATERIALES					
						-
						-
						-
						-
			Total Materiales (Lps)			-
	2. MANO DE OBRA					
1	Peon	JRD	4.0000		L 345.19	L 1,380.76
						L -
						L -
	Beneficios Sociales	Global	45.30%		L 625.48	L 625.48
			Total Mano de Obra			L 2,006.24
	3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
1	Volqueta	HR	8.0000	80%	L 900.00	L 5,760.00
2	Herramienta Menor	%	0.0500		L 2,006.24	L 100.31
						L -
			Total Equipo y Herramientas			L 5,860.31
			Total Costos Directos			L 7,866.55
			Rendimiento	1 Dia		L 7,866.55
	4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	Gastos Generales y Administrativos	%	12.00%			L 943.99
	5. UTILIDAD					
2	Utilidad	%	10.00%			L 786.66
			Total Costos Indirectos			L 1,730.65
	Total Precio Unitario (Lps)					L 9,597.20

Fuente: (Propia)

Cronograma



Fuente: (Propia)

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

El casco urbano de Santa Cruz de Yojoa cuenta con una topografía que en su mayoría es plana y se pueden apreciar leves cambios de niveles, el levantamiento cuenta con una longitud total 2.9 kilómetros.

Todo el canal está elaborado con mampostería en su base y gaviones en sus extremos. La sección de canal cuenta con 2.00 metros de ancho y 4.80 metros de alto en toda su longitud. Diseñado para un caudal con periodo de retorno de 50 años. Utilizando disipadores de energía en forma de "gradas" con altura de 1 metro en los lugares donde las pendientes son muy altas, para reducir las velocidades.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda el diseño de disipadores de energía debido a que existen velocidades muy altas en diferentes tramos. El tipo de disipador de energía que se diseñe depende de la clase de material que se tenga en el sitio en que se puede descargar. Como propuestas a realizar son bloques de concreto o vertederos

Los bloques de concreto se instalan a lo largo del canal, intercalados, para hacer que el flujo tenga un recorrido más largo y curvado, disminuyendo su velocidad.

Se recomienda a la municipalidad de Santa Cruz de Yojoa, hacer movimiento de las casas que están muy cerca de donde pasaría el embaulado de la quebrada, para así garantizar su funcionamiento y mantener la misma sección en todo el tramo.

CAPITULO VIII. BIBLIOGRAFÍA

- AECID. (2013). *PROYECTO DE AGUA Y SANEAMIENTO EN EL VALLE DE Comayagua*.
- Álvaro, G. (2010). *Evaluación del Avance del Programa de Drenaje Pluvial de La Paz y del cumplimiento de sus Indicadores de Desempeño*. V.
- Arocha, S. (1980). *Abastecimiento de Aguas*. Caracas: Ediciones Vegas S.
- Calidonio Alcalde. (13 de Junio de 2016). Obtenido de <http://www.calidonioalcalde.com/?p=15134>
- Carrera, G. J. (23 de Julio de 2017). *¿Qué es y para qué sirve AutoCAD Civil 3D?* Obtenido de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-y-para-sirve-autocad-civil-3d-gilberto-jara-/>
- CEPIS. (2004). *Especificaciones Técnicas Para Líneas de Conducción e Impulsión de sistemas de Abastecimiento de Agua Rural*. Lima.
- COMISION NACIONAL DEL AGUA. (2015). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTATILLADO Y SANEAMIENTO*. Mexico: Gobierno de la republica de Mexico.
- Corcho, F. H. (2005). *Acueductos: Teoría y Diseño*. Medellín: Universidad de Medellín.
- Ecologica, C. (2013). *Nueva línea de conducción de agua potable*. San Luis, Arizona.
- El Pulso HN*. (octubre de 2017). Obtenido de <https://elpulso.hn/casi-2-millones-de-hondurenos-no-tienen-acceso-al-agua-potable/>
- Escobar, P. P. (26 de Agosto de 2015). *Google Earth*. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Google_Earth
- Fair, G. M., Geyer, J. C., & Okun, D. A. (2012). *Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales*. Mexico D.F.: Limusa.
- Fraenkel, P., & Thake, J. (2010). *Dispositivos de Elevación de Agua*. Mexico D.F.: Alfaomega Grupo Editor.
- Gaceta, L. (2015). *MIAMBIENTE*. Tegucigalpa: Diario Oficial La Gaceta.

- García, F. (2003). *Curso Básico de Topografía*. México D.F.: Pax México.
- Hondudiario. (27 de Enero de 2017). EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE COLECTOR DE AGUAS LLUVIAS ESTÁ EN ETAPA FINAL EN SPS. *Hondudiario*, pág. 55.
- Honduriario. (27 de Enero de 2017). EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE COLECTOR DE AGUAS LLUVIAS ESTÁ EN ETAPA FINAL EN SPS. *Hondudiario*, pág. 53.
- LAPRENSA. (2017). MAS DE 20 MILLONES INVIERTEN EN PROYECTOS DE AGUA EN EL PUERTO. *LA PRENSA*.
- Lara, R. (27 de Enero de 2018). Avanzan trabajos de drenaje pluvial en Belén Nicaragua. *El Nuevo Diario*.
- Larios, F. (2003). *NORMAS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS RURALES*. Tegucigalpa: PSS II SANAA-AID.
- Lopez, P. (2010). *Abastecimiento de Agua Potable*. México D.F.: Instituto Politecnico Nacional.
- Luis, A. (2004). *Topograifa Aplicada*. Argentina.
- Marquez, F. G. (2003). *Curso basico de topografia: planimetria , agrimensura, altimetria*. México: Editorial Pax.
- Marquez, R. (2009). *ESTUDIOS TOPOGRAFICOS PARA LA INTRODUCCION DE AGUA POTABLE*. SEVILLA: IPN.
- MIA. (2011). *LINEA DE CONDUCCION TANQUE VENADEROS A SOLEDAD EN LEON*. Leon, Guanajuato.
- Opazo, F. U. (2002). *Ingenieria Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Publica*. México D.F.: Editorial Limusa.
- Pérez, S. (17 de Febrero de 2017). Instalan sistema de drenaje pluvial en dos colonias. *El Heraldo*, pág. 58.
- (2016). *PROGRAMA DE DRENAJE PARA LA PAZ Y EL ALTO*.

- Rebollo, J. M. (2012). *Replanteo de redes de distribución de agua y saneamiento*. Malaga: IC.
- Rincon Villalba, M. A., & Vargas Vargas, W. E. (2018). *Topografía: Conceptos y Aplicaciones*. Ecoe Ediciones.
- Ruiz, C. (2014). *Proyecto de línea de conducción*. David, Panama: universidad tecnologica de panama.
- Saldarriaga, J. (2007). *Hidraulica de Tuberias*. Bogota: Alfaomega.
- Sampier, R. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: McGrawHill.
- SANAA. (2003). *Normas de Diseño para Acueductos Rurales*. Tegucigalpa: PSS II SANAA-AID.
- VIDAMEJOR. (07 de Enero de 2016). *www.presidencia.gob.hn*. Obtenido de <https://www.presidencia.gob.hn/index.php/sites/vida-mejor/314-proyecto-de-tratamiento-de-agua-de-puerto-cortes-es-el-mejor-de-centroamerica-representante-del-bid-mirna-lievano>
- Willians, J. (21 de Febrero de 2016). *Microsoft Excel*. Obtenido de The Poke: <https://www.thepoke.co.uk/2016/11/21/microsoft-excel-logo-starts-x/>

CAPITULO IX. ANEXOS



Ilustración 28. Topografía en el casco urbano

Fuente: (Propia)



Ilustración 29. Topografía

Fuente: (Propia)



Ilustración 30. Vegetación y tipo de suelo

Fuente: (Propia)