



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS
Y QUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

MODALIDAD: DESARROLLO COMUNITARIO

TEMA:

“METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE DRENAJE
APLICADA EN EL CENTRO DE INVESTIGACION DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÍ EN EL
PERIODO 2014-2015”

AUTOR:

GARCIA VALENCIA RENATO PATRICIO.

DIRECTORA DE TESIS:

ING. OLINDA CAICEDO AREVALO.

PORTOVIEJO-MANABI-ECUADOR

2015

TEMA

“METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE DRENAJE APLICADA EN EL CENTRO DE INVESTIGACION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÌ EN EL PERIODO 2014-2015”

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por ser la guía fundamental en mis días.

A mis padres, Patricio García y Ana Valencia, por ser ejemplo de esfuerzo y sacrificio.

A mi hermano Cesar García Valencia, por sus consejos y palabras de aliento.

A mi Abuelita Cleofe Bravo, por sus sabios consejos y sabiduría.

A cada uno de mis familiares que has sido de gran ayuda en la concepción de este triunfo.

A todos mis compañeros y amigos dentro y fuera de Universidad por compartir varios años en este duro camino de preparación profesional.

Para todos ellos.....

García Valencia Renato Patricio.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, la sabiduría y perseverancia en este logro importante.

A mis padres por la entrega y la confianza que depositaron día a día en este largo sendero.

A mi hermano, mi abuela y cada uno de mis familiares que de una forma u otra estuvieron ahí, siempre con su apoyo.

A los docentes y personal que labora en la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, que más de ser trabajadores han sido personas de gran ayuda.

A mi Directora de Tesis, Ing. Olinda Caicedo, quien estuvo presente y predispuesta en la corrección de cada una de las reuniones y correcciones.

A mi tribunal de Revisión por la ayuda y consejos.

A todos Uds. muchas gracias.....!!!!!!!!!!!!!!!

EL AUTOR.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Yo, Ing. Olinda Caicedo Arévalo, en calidad de Directora de Tesis

CERTIFICO

Que la tesis previa a la investidura de Ingeniero Civil titulada: **“METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE DRENAJE APLICADA EN EL CENTRO DE INVESTIGACION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÍ”**, ha sido desarrollada bajo mi dirección por el señor Renato Patricio García Valencia, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento General de Graduación de la Universidad Técnica de Manabí, por lo que pongo su aprobación a consideración del Tribunal de Revisión y Evaluación de Tesis designado por el Honorable Consejo Directivo de Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas.

Portoviejo, Agosto del 2015

Ing. Olinda Caicedo Arévalo Mg. Ed. Ds.

DIRECTORA DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

“METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE DRENAJE APLICADA EN EL CENTRO DE INVESTIGACION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÍ”

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Evaluación de Tesis y legalizada por el Honorable Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

APROBADA:

Ing. Santiago Quiroz Fernández Mg.Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Edgar Menéndez Menéndez Mg. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Cesar Palma Villavicencio Mg. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

El Tribunal de Revisión y Evaluación de Tesis conformado por el Ing. Santiago Quiroz Fernández, el Ing. Edgar Menéndez Menéndez y el Ing. Cesar Palma Villavicencio, Presidente y Miembros respectivamente, para la tesis, cuya modalidad es Desarrollo Comunitario, titulada: **“METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE DRENAJE APLICADA EN EL CENTRO DE INVESTIGACION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÍ”** cuyo autor es el egresado: **GARCIA VALENCIA RENATO PATRICIO**, certifican que se reunieron para el análisis y estudio de la tesis indicada, la misma que cumple con todos los requisitos estipulados en el Reglamento General de Graduación de la Universidad Técnica de Manabí.

Portoviejo, Agosto de 2015

Ing. Santiago Quiroz Fernández. Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Edgar Menéndez Menéndez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Cesar Palma Villavicencio Mg. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DEL AUTOR

GARCIA VALENCIA RENATO PATRICIO, egresado de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, **DECLARO QUE:**

La tesis de grado denominada “**METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE DRENAJE APLICADA EN EL CENTRO DE INVESTIGACION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI**” ha sido desarrollada en base a una exhaustiva investigación, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía, en consecuencia esta tesis es fruto del esfuerzo, entrega y dedicación del autor

García Valencia Renato Patricio

INDICE

TEMA 2

| | |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | 3 |
| AGRADECIMIENTO | 4 |
| CERTIFICACIÓN | 7 |
| DECLARACIÓN..... | 8 |
| RESUMEN..... | 11 |
| SUMMARY | 12 |
| 1. LOCALIZACION FISICA DEL PROYECTO. | 13 |
| 1.1. MACROLOCALIZACION..... | 13 |
| 1.2. MICROLOCALIZACION. | 13 |
| 2. FUNDAMENTACION | 15 |
| 2.1. DIAGNOSTICO DE LA COMUNIDAD. | 15 |
| 2.2. IDENTIFICACION DE PROBLEMAS..... | 16 |
| 2.3. PRIORIZACION DEL PROBLEMA. | 17 |
| 3. JUSTIFICACION..... | 18 |
| 4. OBJETIVOS..... | 19 |
| 4.1. OBJETIVO GENERAL. | 19 |
| 4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS..... | 19 |
| 5. MARCO REFERENCIAL | 20 |
| 5.1. MARCO HISTORICO..... | 20 |
| 5.2. MARCO TEORICO..... | 22 |
| 5.2. INTENSIDAD DE LLUVIAS..... | 22 |
| 5.2.1. FRECUENCIA. | 26 |
| 5.2.2. DURACION DE LA LLUVIA. | 27 |
| 5.2.3. COEFICIENTES DE ESCORRENTIAS (C)..... | 28 |
| 5.3. MÉTODO RACIONAL..... | 30 |
| 5.4. AREA DE DRENAJE..... | 31 |

| | | |
|--------|---|-----------|
| 6. | BENEFICIARIOS | 32 |
| 6.1. | BENEFICIARIOS DIRECTOS | 32 |
| 6.2. | BENEFICIARIOS INDIRECTOS. | 32 |
| 7. | METODOLOGIA | 33 |
| 7.1. | METODO. | 33 |
| 7.2. | TECNICAS | 33 |
| 8. | RECURSOS | 34 |
| 8.1. | HUMANOS | 34 |
| 8.2. | MATERIALES. | 34 |
| 8.3. | FINANCIEROS. | 35 |
| 9. | PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SOLUCION DEL PROBLEMA. | 36 |
| 9.1. | FILOSOFIA DE DISEÑO. | 36 |
| 9.2. | METODOLOGIA APLICADA | 39 |
| 9.2.1 | PROCESO DE LA METODOLOGIA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CANAL. 39 | |
| 9.2.2. | DISEÑO DE CAUDAL. | 41 |
| 9.2.3. | DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE. | 43 |
| 9.2.4. | DISEÑO ESTRUCTURAL | 44 |
| 10 | CONCLUSION Y RECOMENDACION. | 46 |
| 10.2 | CONCLUSION. | 46 |
| 10.3 | RECOMENDACION. | 46 |
| 11 | SUTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD. | 47 |
| 11.2 | SUSTENTABILIDAD. | 47 |
| 11.3 | SOSTENIBILIDAD. | 47 |
| | PRESUPUESTO | 48 |
| | CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO | 49 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 50 |
| | ANEXOS 1 | 52 |

RESUMEN

Este trabajo de tesis cumple con la finalidad de diseñar un sistema de evacuación de aguas lluvias, tomando en cuenta la topografía y la morfología del sector.

El objetivo de esta tesis no sólo se focaliza en la evacuación de aguas lluvias sino que también conlleva la protección del centro de investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí, cuya sede está localizada en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana de la provincia de Manabí.

La metodología para este tipo de diseño está basado en los conocimientos sobre la Hidráulica, Hidrología y ciencias de Ingeniería Civil, tomando en consideración la participación de autores de textos especializados en el tema.

Además de los textos en diseño hidráulico se toma las consideraciones dadas por las normas de diseño para este tipo de obras civiles, en nuestro país la norma a considerar es el CODIGO ECUATORIANO PARA EL DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS SANITARIAS.

Además de los parámetros básicos del diseño como son la velocidad de flujo, la pendiente de la sección de tubería o canal, y por supuesto el diámetro de la tubería y área de la sección del canal por donde transportar el fluido.

Se propone una metodología para diseño de una red de drenaje como guía para otros diseños y su posterior construcción, en donde se han aplicado los conocimientos recibidos por el autor en su preparación profesional.

SUMMARY

In the Project in its conception it is fulfilled in order to design a system for evacuating rain water generated by the intensity that is raised in the area and its dependence on the topography of the sector and the impact of their morphology.

The evacuation of rainwater is not only the goal of the project, but rather is the protection of research center of the Faculty of Agricultural Sciences at the Technical University of Manabí, whose headquarters is located in the Lodana parish of the canton Santa Ana in the province of Manabí.

The methodology for the design is based on the knowledge of Hydraulics, Hydrology and Civil Engineering sciences, such knowledge based on these principles take into account the participation of authors of books or specialized educational texts own design themes.

Besides the texts in the hydraulic design considerations given by the design standards for these civil works will take, in our country the norm to consider ECUATORIANO CODE FOR DESIGN OF CONSTRUCTION OF SANITARY WORKS.

Besides basic design parameters such as flow rate, the slope of the pipe section or channel, and of course the diameter of the pipe through which transport fluid and the area where channel section transporting the fluid.

The design proposes a methodology made in the development of the same that is purposeful way of guidance for other designs and detailed construction according to the same design, no doubt that this methodology is the application of knowledge of authors the preparation of his career as a professional.

1. LOCALIZACION FISICA DEL PROYECTO.

1.1. MACROLOCALIZACION.

Este trabajo de tesis se efectuó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la Parroquia Lodana, perteneciente al cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, en la región Costa del Ecuador.

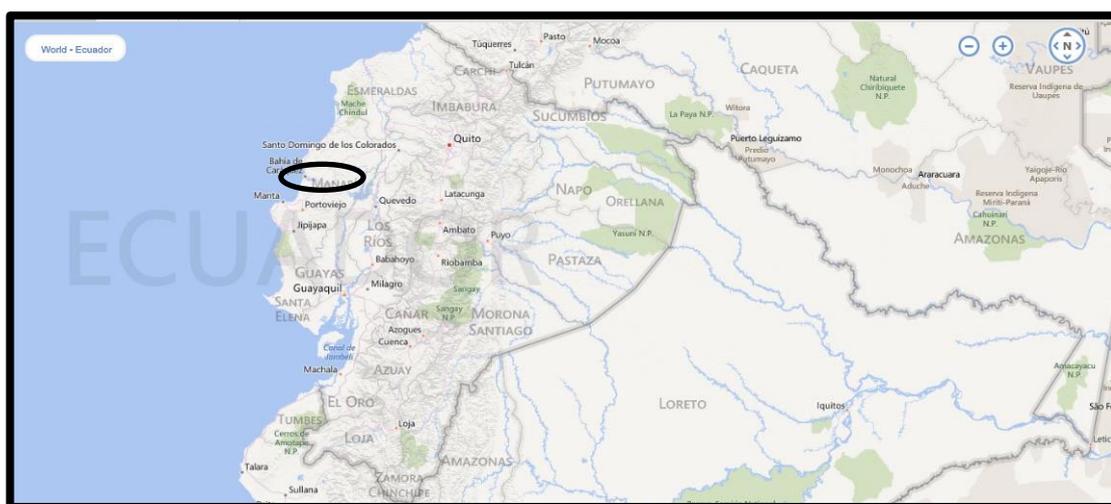


Figura 1. Mapa del Ecuador y de Manabí.

Fuente: Google Maps.

La provincia de Manabí está ubicada en la parte céntrica de la costa ecuatoriana. Limita con Esmeraldas y Santo Domingo al norte, Pichincha, Santo Domingo y Guayas al este, Guayas y Santa Elena al sur y este, el Océano Pacífico al oeste.

Manabí cuenta con 22 cantones: Portoviejo, Bolívar, Chone, El Carmen, Flavio Alfaro, Jipijapa, Junín, Manta, Montecristi, Paján, Pichincha, Rocafuerte, Santa Ana, Sucre, Tosagua, 24 de Mayo, Pedernales, Olmedo, Puerto López, Jama, Jaramijó, y San Vicente.

1.2. MICROLOCALIZACION.

El presente trabajo de tesis se lo ejecuta en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

El Cantón Santa Ana se encuentra localizado al Sur-Este de la Provincia de Manabi a una altitud promedio de 18 metros sobre el nivel del mar, entre las latitudes $80^{\circ}15'$ y $47^{\circ}45'$.

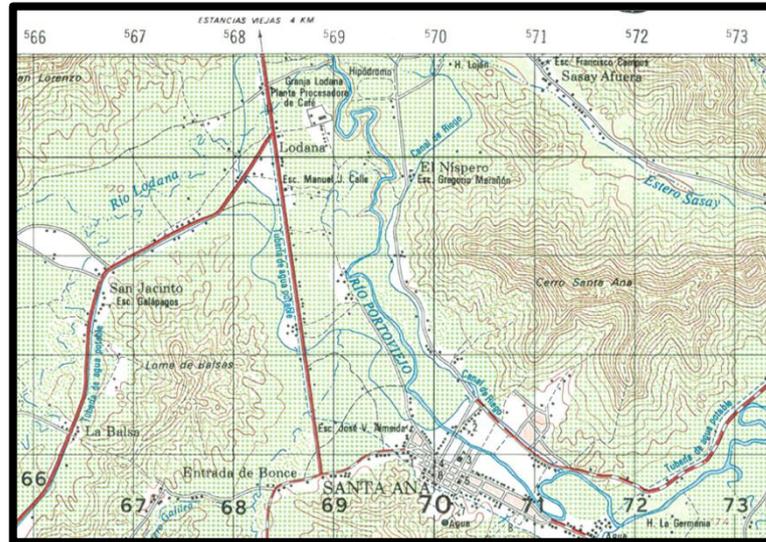


Figura 2. Micro localización. Parroquia Lodana

Fuente: Carta Topográfica de Santa Ana IGM



Figura 3. Micro localización. Laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Fuente: Estudiante de la Carrera de Ing. Civil

2. FUNDAMENTACION

El diseño de obras civiles tiene como fin la solución de problemas sociales entre ellos el precautelar la seguridad de las personas que son beneficiadas y que están involucradas en la ejecución de dicha obra.

La seguridad de las personas debe observarse desde la construcción hasta el funcionamiento de la obra, en la construcción se debe tener en cuenta que los obreros estén seguros y cómodos. Y en el funcionamiento que la obra en su vida útil sea segura.

Por tal motivo se debe realizar un diseño que cumpla no solo con consideraciones hechas por los autores que han desarrollado metodologías para el diseño de obras hidráulicas, sino que también se debe cumplir con las normas vigentes en el país, para el diseño de obras sanitarias, especialmente en la conducción de agua lluvias, provocadas por escorrentías superficiales o escorrentías subterráneas.

Bajo estas observaciones se realiza una metodología para el diseño de una red de drenaje aplicada en el Centro de Investigaciones de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí, utilizando las recomendaciones y las normas para el diseño de este tipo de obras.

2.1. DIAGNOSTICO DE LA COMUNIDAD.

La Parroquia Lodana es una de las seis parroquias del Cantón Santa Ana, ubicada en la zona oeste del dicho Cantón, cuenta con una población de 3200 habitantes según el INEC 2010.

El auge y crecimiento de esta población, junto al desarrollo de la misma, necesita de la preparación de sus pobladores por lo que forjaran el crecimiento, y explotación de

recursos existentes en la zona, por tal motivo se necesitara personas preparadas para este desarrollo.

La Universidad Técnica de Manabí siendo la institución llamada a satisfacer las necesidades de la comunidad estudiantil, planificando y ejecutando; la formación de profesionales de excelente calidad para ser involucrados en el campo de trabajo que generan los sectores productivos y de desarrollo del país, encontrándose inmersa en este campo el de las Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí.

La falta de un diseño o metodología segura y estable, ha sido causa de deterioro de la infraestructura que es parte de la facultad de Ciencias Agropecuarias.

Estos problemas se podrán mitigar con el diseño de una metodología para una red de drenaje que beneficiará a la comunidad estudiantil de la facultad de Ciencias Agropecuarias.

2.2. IDENTIFICACION DE PROBLEMAS.

En el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, se han observado varios inconvenientes que de no darle solución ocasionaran mayores problemas que los existentes, que se resume en los siguientes:

- Descuido en la protección de laderas que están adjunto a la Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Sistema de drenaje existente con múltiples insuficiencias.
- Desconocimiento de los coeficientes de escorrentías e intensidades de lluvias.
- Falta de una metodología para el diseño de un sistema de drenaje óptimo aplicada al Centro de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

2.3. PRIORIZACION DEL PROBLEMA.

Después de analizar la naturaleza de los problemas existentes en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, se determinó que se necesita incorporar y diseñar una metodología para una red de drenaje que consten con los criterios de diseño y basadas en normas de construcción, para lo cual se desarrollara la:

" METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE DRENAJE APLICADA EN EL CENTRO DE INVESTIGACION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABÌ EN EL PERIODO 2014-2015", lo cual permitirá que se genere la solución a la incidencia de escorrentías superficiales y subterráneas.

3. JUSTIFICACION.

La finalidad del presente trabajo de tesis es la protección de la infraestructura y las adecuaciones física Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, haciendo uso del notable desarrollo en el diseño de obras de control de inundaciones o el manejo de escorrentías ya sean estas superficiales o subterráneas.

Se considera de gran importancia proporcionar el diseño de una de red de drenaje, que será no solamente para el beneficio de los estudiantes, sino también de los docentes, personal administrativo y personas que utilizan los espacios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Por este motivo es fundamental cumplir con el objetivo del proyecto, que consiste en realizar la “METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE DRENAJE APLICADA EN EL CENTRO DE INVESTIGACION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI”, el diseño se basara en la utilización principalmente del área portante para la obtención de caudales, conjuntamente con la precisión de los coeficientes de escorrentías, y las intensidades de lluvias para este sector.

Además con la ejecución de este trabajo de tesis, se pone en práctica los conocimientos adquiridos en clases y el desarrollo de destrezas y habilidades como parte de le experiencia educativa necesaria para el futuro rol profesional.

4. OBJETIVOS.

4.1. OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar una metodología para el diseño de redes de drenaje en el Centro de Investigaciones de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Realizar la topografía referente al sector del diseño.

- Determinar las intensidades de lluvias que afectan al sector en el cual se realizara el diseño.

- Establecer los valores del coeficiente de escorrentías (C), que son directamente proporcional para el sector correspondiente en el diseño.

- Obtener las curvas de nivel del sector mediante la topografía.

5. MARCO REFERENCIAL.

5.1. MARCO HISTORICO.

Desde hace varios siglos, el hombre ha tratado de solucionar diferentes tipos de problemas que las sociedades han demandado, uno de ellos, fue trasladar una de las sustancias más importantes que el hombre necesita “EL AGUA”, este vital líquido es indispensable para la subsistencia de todas las personas.

Además es uno de los componentes fundamentales del desarrollo de las mismas, los primeros ingenieros tuvieron que encontrar una forma de llevar el vital líquido lo más cerca de sus sembradíos, para poder aliviar en gran medida el inmenso problema del riego de sus cultivos, y las demás utilidades que esta brinda, de todo esto emergen los canales de transporte de agua, esta gran idea con el paso del tiempo se ha adoptado para diversas funciones como por ejemplo evacuar el exceso de agua generado por las lluvias(canales),ya que se utilizan para direccionar flujos.

En la actualidad, el desarrollo de este tipo de herramienta se ha orientado no solo a lo antes mencionado sino que también se utiliza en los laboratorios para fines didácticos e investigación en los cuales se pueden realizar distintos tipos de experimentos, las ramas de la ciencia que están más involucradas son la Ingeniería civil e hidráulica

Los mayas construyeron complicadas redes de canales que conducían agua de lluvia de partes altas del terreno hacia diferentes tipos de depósitos.

Los canales se alimentaban de intrincados sistemas de desagüe que se originaba en las plazas y estructuras mayores. Estos canales hoy en día solo han requerido de un revestimiento de concreto para volver funcionar 2000 años después de su construcción.

La primera red de drenaje subterráneo se construyó en París, Francia en el Siglo XIX. Muchas ciudades de la Europa Central al lado de grandes ríos han tenido que construir grandes obras hidráulicas para el drenaje de las aguas fecales o servidas: tal es el caso de Viena, donde se canalizó una parte del Danubio para que sirviera de

puerto fluvial y se construyó una extensa red de drenaje subterráneo que se muestra parcialmente en la película El Tercer hombre.

Los Ingenieros Griegos habían construido eficientes conducciones, pero los Ingenieros Romanos gracias al uso del hormigón impusieron técnicas que se expandieron a nivel mundial.

Los canales en general cubiertos se construían en laderas de los montes, siguiendo la línea de pendientes deseadas generalmente pequeña de orden 0.004 (4%) y se situaban cada cierto tiempo cajas de agua o arcas de aguas que consistían en pequeños depósitos que servían para regular el caudal o de atrapar los sólidos normalmente arena que las aguas pudieran arrastrar.

5.2. MARCO TEORICO.

5.2. INTENSIDAD DE LLUVIAS.

La intensidad de lluvia (I) es la tasa promedio de lluvias en milímetros por hora para una cuenca o subcuencas de drenaje particular. La intensidad se selecciona con base en la duración de lluvia de diseño y el periodo de retorno.

La duración de diseño es igual al tiempo de concentración para el área de drenaje en consideración. El periodo de retorno se establece utilizando estándares de diseño o es escogido por el hidrólogo como un parámetro de diseño.

Se supone que la escorrentía alcanza su pico en el tiempo de concentración (t_c) cuando toda la cuenca está contribuyendo al flujo en su salida. El tiempo de concentración es el tiempo requerido por una gota de agua para fluir desde el punto más remoto en la cuenca hasta el punto de interés.

Puede utilizarse un procedimiento de tanteos para determinar el tiempo crítico de concentración donde existen varias rutas posibles que deben considerarse. El tiempo de concentración de cualquier punto en un sistema de drenaje de aguas lluvias es la suma del tiempo de entrada t_0 (el tiempo que se toma para fluir desde el punto más remoto hasta la entrada al alcantarillado) y del tiempo de flujo t_f en los alcantarillados localizados aguas arriba conectados al punto de salida:

$$t_c = t_0 + t_f$$

El tiempo de entrada o tiempo de concentración para el caso de que no exista alcantarillado aguas arriba, puede obtenerse mediante observaciones experimentales o pueden estimarse utilizando ecuaciones propuesta en la tabla n° 5.

Pueden existir varias rutas posibles de flujo para diferentes cuencas drenadas por un alcantarillado; el mayor tiempo de concentración de todos los tiempos para diferentes rutas se supone que es el tiempo de concentración crítico del área drenada.

Debido a que las áreas que llegan a la mayor parte de las obras de captación de agua lluvias son relativamente pequeñas, también es bastante común determinar el tiempo de entrada con base en experiencia bajo condiciones similares.

El tiempo de entrada disminuye a medida que tanto la pendiente como la impermeabilidad de la superficie aumentan y se incrementa a medida que la distancia sobre la cual tiene que viajar el agua se incrementa y a medida que la retención en las superficies de contacto aumenta.

Todos los tiempos de entrada determinados con base en la experiencia deben verificarse mediante cálculos directos de la escorrentía superficial en el terreno.¹

| Método y Fecha | Fórmula para tc (min) | Observaciones. |
|-----------------------|---|---|
| Kirpich 1940 | $tc = 0,0078L^{0,77}S^{-0,385}$ L= longitud del canal de aguas arriba hasta la salida (pies). S= pendiente promedio de la cuenca. | Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales en Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar tc por 0,4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0,2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas. |
| California | $tc = 60(11,9L^3/H)^{0,385}$ | Esencialmente es la |

| | | |
|-------------------------------------|--|--|
| CulvertsPractice 1942 | <p>L= longitud del curso de agua más largo (millas).</p> <p>H= diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida (pies).</p> | ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California |
| Izzard 1946 | <p>$tc = \frac{41,025(0,0007 I + c)L^{0,33}}{S^{0,333} I^{0,667}}$</p> <p>I= intensidad de lluvia (plg/h)</p> <p>c = coeficiente de retardo.</p> <p>L= longitud de la trayectoria de flujo (pies).</p> <p>S= pendiente promedio de la cuenca.</p> | Desarrollada en los laboratorios por el Bureau of PublicRoads para flujos superficial en caminos y áreas de césped; los valores de coeficiente de retardo varía desde 0,0070 para pavimentos muy lisos hasta 0,012 para pavimentos de concreto y 0,05 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de proceso iterativos; el producto de I por L debe ser < 500. |
| Federal AviationAdministration 1970 | <p>$tc = 1,8(1,1 - C)L^{0,5}/S^{0,333}$</p> <p>C= coeficiente de escorrentía del método racional.</p> <p>L= longitud del flujo superficial. (pies)</p> <p>S= pendiente de la superficie. %</p> | Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Enginers, el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenajes de aeropuertos, pero ha sido |

| | | |
|--|--|---|
| | | frecuentemente usado para el flujo superficial en cuencas urbanas. |
| Ecuaciones de onda cinemática Morgali y Linsley 1065 Aron y Erboege 1973 | $tc = \frac{0,94L^{0,6}n^{0,6}}{(I^{0,4}S^{0,3})}$ <p>L= longitud de flujo superficial (pies). n = coeficiente de rugosidad de Manning. I= intensidad de lluvia (plg/h). S= pendiente promedio del terreno</p> | Ecuación para flujo desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas; el método requiere iteración debido a que tanto I (intensidad de lluvia) como tc son desconocidos; la superposición de una curva de intensidad-duración-frecuencia da una solución grafica directa para tc. |
| Ecuación de retardo 1973 | $tc = \frac{100L^{0,8} \left[\left(\frac{1,000}{CN} \right) - 9 \right]^{0,7}}{1,900S^{0,5}}$ <p>L= longitud hidráulica de la cuenca (mayor trayectoria de flujo). CN= número de curva SCS. S= pendiente promedio de la cuenca %</p> | Ecuación desarrollada por SCS a partir de información de cuencas urbanas con aéreas inferiores a 2,000 acres; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área de encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobre estimación; se aplican factores de ajuste |

| | | |
|--|---|--|
| | | para canales e impermeabilización de superficies; la ecuación supone que $t_c=1,67^*$ retardo de la cuenca. |
| Cartas de velocidad promedio del SCS 1975,1986 | $t_c = \frac{1}{60} \sum \frac{L}{\bar{V}}$ <p>L= longitud de la trayectoria del flujo (pies). V= velocidad promedio en pies por segundo.</p> | Las cartas de flujo superficial muestra la velocidad promedio como una función de la pendiente del curso de agua y de la cubierta superficial. |

Tabla n° 2. Resumen de las ecuaciones de tiempo de concentración.2

Fuente: Hidrología Aplicada. Ven Te Chow. Capítulo 15. Crecientes De Diseño. Pág. 513

5.2.1. FRECUENCIA.

En general, las frecuencias utilizadas entre 3 años, como mínimo, hasta valores del orden de 100 años. La escorrentía de un valor dependerá de varios criterios tales como la importancia relativa de la zona y el área que se está drenando.

De esta manera, se indican algunos valores que pueden ser utilizados como guías para esta determinación en los tramos o tuberías de alcantarillado.

| AREA DRENADA (Ha) | FRECUENCIA (años). |
|--------------------------|---------------------------|
| Menor de 3 Ha | 3 |
| Entre 3 y 10 Ha | 5 |
| Mayor de 10 Ha | 10 |

Tabla n° 3. Frecuencia de diseño según el área drenada. ³

Fuente: Elementos De Diseño Para Acueductos Y Alcantarillado. Capítulo 16.
Alcantarillado Pluvial. Pag. 313.

5.2.2. DURACION DE LA LLUVIA.

Se puede demostrar que el caudal producido será máximo si la duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración del área drenada. El tiempo de concentración es el tiempo de concentración que tarda el agua en llegar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el colector o, en otros términos, es el tiempo requerido desde el comienzo de la lluvia para que toda el área este contribuyendo al colector en cuestión.

El tiempo de concentración puede ser dividido en dos partes:

- 1.- Tiempo de concentración inicial.
- 2.- Tiempo de recorrido en el colector.

El tiempo de concentración inicial es considerado como aquel de recorrido en montañas, terrenos planos, cuneta, zanjas y depresiones.

Este tiempo depende de las características de la superficie tales como pendiente y tipos de superficies y oscila entre 10 y 20 minutos. El tiempo de recorrido en el colector dependerá de la velocidad y longitud del colector entre pozos.

El tiempo de concentración o duración de la lluvia recomendada por la norma para el diseño de acueductos en nuestro país recomienda el tiempo inicial de 20 minutos.

³ ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO. Capítulo 16.
Alcantarillado Pluvial. Pag. 313.

5.2.3. COEFICIENTES DE ESCORRENTIAS (C).

El coeficiente de escorrentía (C) es la variable menos precisa del método racional. Su uso en la formula implica una relación fija entre la tasa de escorrentía pico y la tasa de lluvia para la cuenca de drenaje, lo cual no es cierto en la realidad.

Una selección apropiada del coeficiente de escorrentía requiere del conocimiento y la experiencia por parte del hidrólogo. La proporción de la lluvia total que alcanzara los drenajes de tormenta depende del porcentaje de permeabilidad, de la pendiente y de las características de encharcamiento de la superficie.

Superficies impermeables, tales como los pavimentos de asfalto o los techos de edificios, producirán una escorrentía de casi el ciento por ciento después de que la superficie haya sido completamente mojada, independientemente de la pendiente. Inspecciones en campo y fotografía aéreas muy útiles en la estimación de la naturaleza de la superficie dentro del área de drenaje.

El coeficiente de escorrentía también depende de las características y las condiciones del suelo. La tasa de infiltración disminuye a medida que la lluvia continúa y también es influida por las condiciones de humedad antecedentes en el suelo.

Otros factores que influyen en el coeficiente de escorrentía son las intensidades de lluvia, la proximidad del nivel freático, el grado de compactación del suelo, la porosidad del subsuelo, la vegetación, la pendiente del suelo y el almacenamiento por depresión.

Debe escogerse un coeficiente razonable para representar los efectos integrados de todos estos factores.⁴

⁴HIDROLOGIA APLICADA. Ven Te Chow. Capítulo 15. Crecientes de Diseño. Pág. 510.

| CARACTERISTICA DE LA SUPERFICIE | Periodo de retorno (años) | | | | | | |
|---|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 500 |
| AREAS DESARROLLADAS. | | | | | | | |
| Asfáltico | 0,73 | 0,77 | 0,81 | 0,86 | 0,90 | 0,95 | 1,00 |
| Concreto/techo | 0,75 | 0,80 | 0,83 | 0,88 | 0,92 | 0,97 | 1,00 |
| Zonas verdes (jardines, parques, etc.) | | | | | | | |
| Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área). | | | | | | | |
| Plano, 0-2% | 0,32 | 0,34 | 0,37 | 0,40 | 0,44 | 0,47 | 0,58 |
| Promedio, 2-7% | 0,37 | 0,40 | 0,43 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,61 |
| Pendiente, superior a 7% | 0,4 | 0,43 | 0,45 | 0,49 | 0,52 | 0,55 | 0,62 |
| Condición Promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área). | | | | | | | |
| Plano, 0-2% | 0,25 | 0,28 | 0,30 | 0,34 | 0,37 | 0,41 | 0,53 |
| Promedio, 2-7% | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,42 | 0,45 | 0,49 | 0,58 |
| Pendiente, superior a 7% | 0,37 | 0,4 | 0,42 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,6 |
| Condición Buena (cubierta de pasto mayor del 75% de área). | | | | | | | |
| Plano, 0-2% | 0,21 | 0,23 | 0,25 | 0,29 | 0,32 | 0,36 | 0,49 |
| Promedio, 2-7% | 0,29 | 0,32 | 0,35 | 0,39 | 0,42 | 0,46 | 0,56 |
| Pendiente, superior a 7% | 0,34 | 0,37 | 0,40 | 0,44 | 0,47 | 0,51 | 0,58 |
| AREAS NO DESARROLLADAS. | | | | | | | |
| Área de cultivos: | | | | | | | |
| Plano, 0-2% | 0,31 | 0,34 | 0,36 | 0,40 | 0,43 | 0,47 | 0,57 |
| Promedio, 2-7% | 0,35 | 0,38 | 0,41 | 0,44 | 0,48 | 0,51 | 0,60 |
| Pendiente, superior a 7% | 0,39 | 0,42 | 0,44 | 0,48 | 0,51 | 0,54 | 0,61 |
| Pastizales: | | | | | | | |
| Plano, 0-2% | 0,25 | 0,28 | 0,3 | 0,34 | 0,37 | 0,41 | 0,53 |
| Promedio, 2-7% | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,42 | 0,45 | 0,49 | 0,58 |
| Pendiente, superior a 7% | 0,37 | 0,40 | 0,42 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,60 |
| Bosques: | | | | | | | |
| Plano, 0-2% | 0,22 | 0,25 | 0,28 | 0,31 | 0,35 | 0,39 | 0,48 |
| Promedio, 2-7% | 0,31 | 0,34 | 0,36 | 0,40 | 0,43 | 0,47 | 0,56 |
| Pendiente, superior a 7% | 0,35 | 0,39 | 0,41 | 0,45 | 0,48 | 0,52 | 0,58 |

Tabla nº 4. Coeficientes de escorrentía para ser usado en el método racional.5

Fuente: Hidrología Aplicada. Ven Te Chow. Capítulo 15. Crecientes De Diseño. Pág. 511.

5.3. MÉTODO RACIONAL

El método racional el cual empezó a utilizarse alrededor de la mitad del siglo XIX, es probablemente el método más ampliamente utilizado hoy en día para diseñar alcantarillados de aguas lluvias. A pesar de que han surgido críticas válidas acerca de lo adecuado de este método, se sigue utilizando para el diseño de alcantarillados debido a su simplicidad. Una vez seleccionado la distribución y se han determinado los tamaños de las tuberías por el método racional, la bondad del sistema puede verificarse utilizando un tránsito dinámico de los hidrogramas de caudal a través del sistema.

La idea detrás del método racional es que si una lluvia con intensidad (I) empieza de una forma instantánea y continua en forma indefinida, la tasa de escorrentía continuara hasta que se llegue el tiempo de concentración (t_c), en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo de salida. El producto de la intensidad de lluvia (I), y el área de la cuenca (A) es el caudal de entrada al sistema, y la relación entre este caudal y el caudal pico (Q) (que ocurre en el tiempo t_c), se conoce como coeficiente de escorrentía. Este se expresa en la fórmula racional:

$$Q = C * I * A$$

En áreas urbanas, el área de drenaje usualmente está compuesto de subáreas o subcuencas de diferentes características superficiales. Como resultado se requiere un análisis compuesto que tenga en cuenta las diferentes características superficiales. Las áreas de las subcuencas se denominan A_i y los coeficientes de escorrentías para cada una de ellas se denominan C_j . La escorrentía pico se calcula al utilizar la siguiente forma de la fórmula racional:

$$Q = i \sum_{j=1}^m C_j * A_i$$

Donde:

m = es el número de cuencas subdrenadas.

Las suposiciones asociadas con el método racional son:

La tasa de esorrentía pico calculada en el punto de salida de la cuenca es una función de la tasa de lluvia promedio durante el tiempo de concentración, es decir, el caudal pico no resulta de una lluvia más intensa de menor duración, durante la cual solamente una porción de la cuenca contribuye a la esorrentía a la salida de esta.

El tiempo de concentración empleado es el tiempo para que la esorrentía se establezca y fluya desde la parte más remota del área de drenaje hacia el punto de entrada del sistema que se está diseñando.

La intensidad de lluvia es constante durante toda la lluvia.⁶

5.4. AREA DE DRENAJE

Debe determinarse el tamaño y la forma de la cuenca o subcuencas bajo consideración. El área puede determinarse utilizando planímetros en mapas topográficos, o mediante trabajos topográficos de campo cuando los datos topográficos han cambiado o cuando el intervalo entre las líneas de nivel en los mapas es demasiado grande para distinguir la dirección del flujo. Deben medirse el área de drenaje que contribuye al sistema que se está diseñando y la subáreas de drenaje que contribuye a cada uno de los puntos de entrada.

El esquema de la divisoria del drenaje debe seguir las fronteras reales de la cuenca, en lugar de las fronteras comerciales de los terrenos, como puede utilizarse en alcantarillado de aguas residuales. Las líneas divisorias del drenaje estarán influidas por las pendientes de pavimentos, la localización de conductos subterráneos y parques pavimentados o no pavimentados, la calidad de pastos, los céspedes y muchas otras características introducidas por la urbanización.

⁶HIDROLOGIA APLICADA. Ven Te Chow. Capítulo 15. Crecientes de Diseño. Pág. 509.

6. BENEFICIARIOS

6.1. BENEFICIARIOS DIRECTOS

- Autoridades de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Docentes del Laboratorio de Ciencias Agropecuarias.
- Autores de la Tesis.
- Responsable del Laboratorio de Ciencias Agropecuarias.

6.2. BENEFICIARIOS INDIRECTOS.

- Estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí.
- Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil.
- Comunidad en General.

7. METODOLOGIA.

7.1. METODO.

De acuerdo a la modalidad desarrollo comunitario, implicó utilizar para la ejecución del trabajo de tesis el método deductivo. Cuyas herramientas principales son:

- Matriz de Involucrado.
- Árbol del Problema.
- Árbol de Objetivos.
- Árbol de Alternativas.
- Matriz del Marco Lógico.

Estas herramientas se elaboraron en el anteproyecto de, cuya base es la deducir las partes esenciales del problema y las respectivas soluciones.

También se empleó el método racional para la estimación de caudales, como un método histórico de los criterios en tema hidráulico.

Incluyendo las normas técnicas en el diseño de drenajes, con la aplicación en el conocimiento y desarrollo de los componentes, es decir el diseño estructural e hidráulico.

7.2. TECNICAS.

- Observación de campo
- Fichaje
- Investigación aplicada.

8. RECURSOS

8.1. HUMANOS.

- Alumnos de la Carrera de Ingeniería Civil.
- Autor de tesis.
- Directora de tesis.
- Personal Docente de la Carrera de Ingeniería Civil.
- Autoridades de la Carrera de Ingeniería Civil.
- Personal Docente y administrativo del Laboratorio de Ciencias Agropecuarias.
- Personal Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Personas interesadas.

8.2. MATERIALES.

- Computadora.
- Impresora.
- Internet.
- Cámara.
- Útiles de oficina.
- Textos de consulta.
- Equipos Topográficos
- Equipos para estudios de Suelos.
- Recursos tecnológicos.

8.3. FINANCIEROS.

Los recursos financieros para la elaboración de la tesis fueron de \$120,00 cubierto en su totalidad por el autor de la tesis. Adicionalmente la Universidad Técnica de Manabí asignó \$4000 que fueron invertidos para mano de obra en la rehabilitación del Centro de Investigación de Ciencias Agropecuaria para lo cual fue orientada esta tesis en uno de los aspectos considerados para dicha rehabilitación.

9. PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SOLUCION DEL PROBLEMA.

9.1. FILOSOFIA DE DISEÑO.

Un sistema de alcantarillado de aguas lluvias es una red de tuberías utilizadas para conducir la escorrentía de una tormenta a través de una ciudad. El diseño de sistemas de alcantarillado de agua lluvias involucra la determinación de los diámetros, las pendientes, las elevaciones de claves y de batea para cada tubo del sistema. Las elevaciones de clave y de batea en un tubo son, respectivamente, las elevaciones de la parte superior y la parte inferior de la circunferencia interna de la tubería.

La selección de una distribución o localización de la red de la tubería para un sistema de alcantarillado de aguas lluvias requiere cantidades de criterios de criterios subjetivos. Usualmente los hidrólogos pueden investigar solo una pequeña cantidad de las posibles distribuciones. Generalmente, los pozos de inspección se localizan en las intersecciones de calles y en los cambios de pendientes más fuertes, las tuberías de alcantarillado se tienden con una pendiente paralela a la superficie del terreno, con el fin de conectarlas con los alcantarillados principales o matrices localizados aguas abajo. Una vez que se ha seleccionado una distribución puede usarse el método racional para seleccionar el diámetro de las tuberías. Este enfoque convencional de diseño está basado en un conjunto de criterios y estándares de diseño.

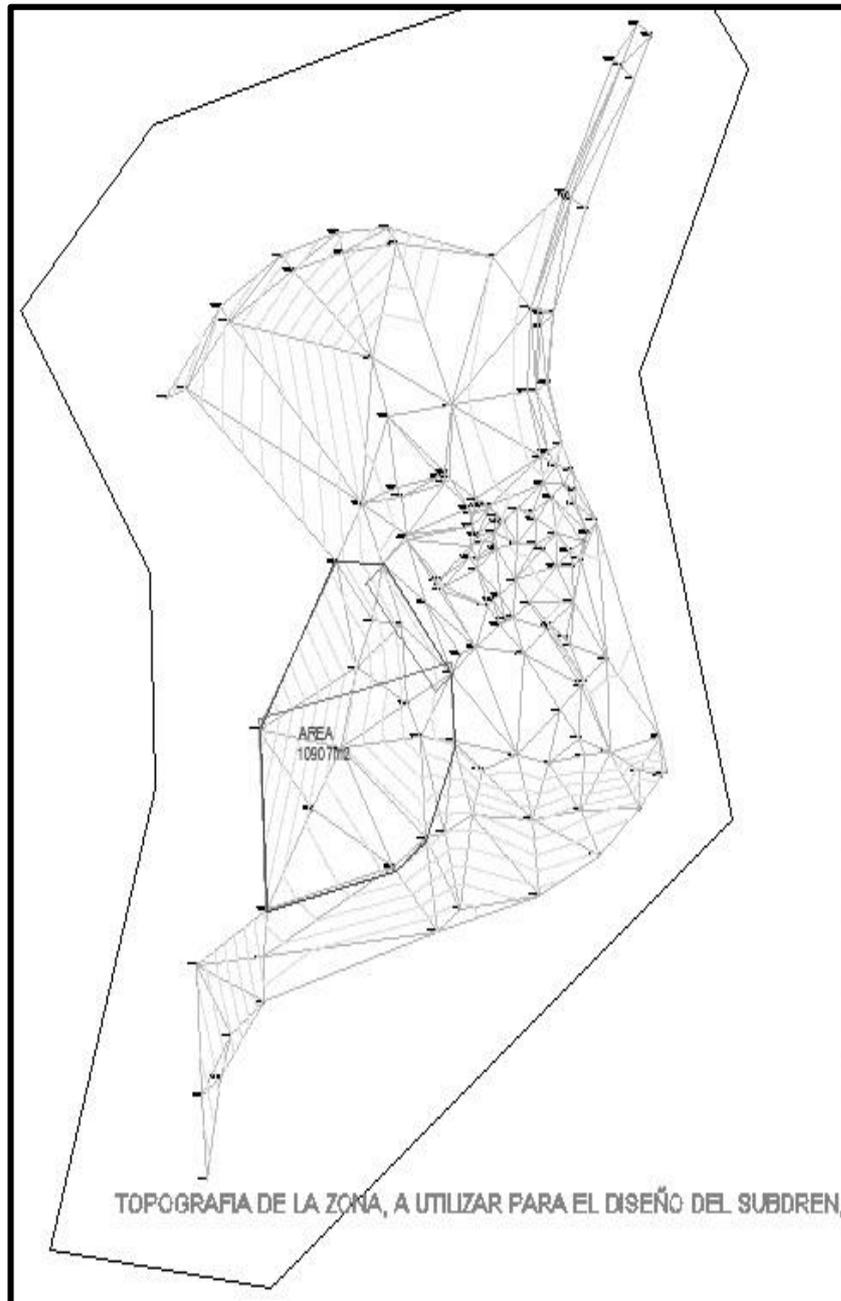
El diseño de drenaje de agua lluvias puede dividirse en dos partes: predicción de la escorrentía y diseño del sistema. En estos tiempos la modelación del proceso de lluvia-escorrentías para cuencas urbanas ha sido una actividad muy popular y hoy en días está disponible una gran variedad de modelos de lluvia-escorrentías, como los descritos por: Chow y Yen (1977), Heeps y Mein (1974), entre otros.

Las siguientes restricciones y suposiciones son de uso común en la práctica de diseño de alcantarillado de aguas lluvias:

1. Existe flujo a superficies libre para los caudales de diseño; es decir, el sistema de alcantarillado se diseña para “flujo gravitacional”, no se consideran ni estaciones de bombeo ni alcantarillados presurizados.

2. Las tuberías de alcantarillado son de sección circular con diámetros comerciales no menor a 10 plg.
3. El diámetro de diseño es el menor diámetro comercialmente disponible que tenga una capacidad de flujo igual o mayor que el caudal de diseño y que satisfaga todas las restricciones apropiadas.
4. Los alcantarillados de aguas lluvias deben colocarse a una profundidad tal que no sean susceptibles de congelamiento, que sean capaces de drenar sótanos y que tengan un colchón lo suficientemente grande para prevenir los rompimientos debido a cargas en la superficie del terreno. Teniendo en cuenta esto, deben especificarse las profundidades de recubrimiento mínimas.
5. Las alcantarillas deben estar unidas en los nodos de tal manera que la elevación de la clave del alcantarillado de aguas arriba no sea inferior que la del alcantarillado de aguas abajo.
6. Con el fin de prevenir o reducir la sedimentación excesiva del material sólido en los alcantarillados deben especificarse una velocidad de flujo mínima permisible para el caudal de diseño o cuando el tubo fluya a máxima capacidad con flujo gravitacional.
7. Para prevenir la socavación y otros efectos indeseables causados por una alta velocidad de flujo, también debe especificarse una velocidad máxima permisible.
8. En cualquier nodo o pozo de inspección el alcantarillado de aguas abajo no puede ser menor que cualquiera de los alcantarillados de aguas arriba de ese nodo.

El sistema de alcantarillado es una red dentríca o con brazos que convergen en la dirección aguas abajo sin ningún circuito cerrado.⁷



9.2. METODOLOGIA APLICADA.

9.2.1 PROCESO DE LA METODOLOGIA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CANAL.

Para la realización del diseño estructural del canal, se debe tener en consideración varios datos como:

Caudal de diseño (Q): Para la estimación de caudal se tomó en consideración la expresión recomendada por la norma para el diseño de acueductos, en la cual se toma esta expresión $Q = C * I * A / 3,6$; ya que el área a trabajar es menor a 5 Km².

Área de Drenaje (A): Es el área que trabajara o aportara para la estimación de caudal.

Coefficiente de Escorrentías (C): Este coeficiente se adoptan valores recomendados por el texto de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, donde este valor es en función de la característica del suelo o área de drenaje.

Intensidad de lluvias (I): Como el área a trabajar es menor que 5 km², la intensidad de lluvia se adopta expresiones recomendada por el INAMHI, que depende del tiempo de concentración:

CUANDO:

$T_c = 5 \text{ min} < 20 \text{ min}$ se calcula la intensidad con la expresión

$$I_{tr} = 56,507 (T_c)^{-0,2694} * I_{dtr}$$

$T_c = 20 \text{ min} < 14440 \text{ min}$ se calcula la intensidad con la expresión

$$I_{tr} = 247,71 (T_c)^{-0,7621} * I_{dtr}$$

I_{dtr} se adopta por los valores de la zonificación según el INAMHI, que designa las intensidades máximas de lluvias en 24 horas, donde la provincia de Manabí, se adopta que $I_{dtr} = 5$

Cabe mencionar que cuando las extensiones del terreno es mayor a 5 km², se utilizan otros métodos para la estimación de la intensidad, en el cual se toma la frecuencia,

duración, intensidad, generando curvas de este tipo destinadas en periodos de retorno desde 3 años hasta 15 años.

Tiempo de Concentración (Tc): Es el tiempo en que la primera gota de lluvia recorre todo el terreno de drenaje, se toma a consideración recomendada por Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, según Kirpich es $Tc = 0,0078 L^{0,77} * S^{-0,385}$

Longitud de la corriente de agua (L): Es la dimensión de la corriente del flujo, medida en (pies).

Pendiente (S): Pendiente natural del terreno, es la diferencia entre las cotas del terreno dividido para la longitud.

Una vez obtenido el caudal de diseño se procede a realizar el cálculo hidráulico para el canal que corresponde para el transporte del caudal. Sin embargo se debe realizar el diseño de la tubería drenante, ya que el canal estará en función de dicha tubería.

Para dicho diseño debemos tener los siguientes parámetros:

Caudal (Q): Dicho valor calculado anteriormente con el método racional.

Pendiente de la tubería (S): Como sabemos el valor de la pendiente es la diferencia de cotas sobre la longitud, sin embargo en esta parte la pendiente varía según el criterio del diseñador, ya que será la inclinación o desnivel del tramo de la tubería del sub-dren.

Diámetro de la tubería (D): El proceso hidráulico se tomó a referencia del libro de Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado de Ricardo López, Ingeniero Colombiano, este diseño está basado en los criterios de la Ecuación de Manning. Recordando que el diámetro mínimo según la norma de diseños de acueductos en Ecuador se recomienda 250 mm.

Velocidad del flujo (V): El diseño debe cumplir con la velocidad mínima que según la norma es de 0,90m/sg y la velocidad máxima debe ser de 4,5 m/sg. El cálculo se realiza mediante la expresión de Manning.

Se realiza la verificación de la velocidad realizando las relaciones hidráulicas recomendadas por López Ricardo, y se comprueba que la velocidad final no sea mayor a 4,5 m/sg según la norma de diseño.

Numero de Froude (NF): Este valor define la característica del flujo y su valor debe estar en un rango de 0,9-1,1. El cual define al flujo, para saber si es crítico o subcrítico.

Para el diseño de canal se toma en consideración el diámetro de la tubería calculado, ya que al ser un canal de subdren, se debe dejar 15 cm para el relleno de la tubería, con material granular filtrante.

Sin embargo el diseño del canal es un método geométrico que está basado en conocimientos de la geometría, su sección a utilizar debe cumplir por lo menos con el caudal de diseño. Sin olvidar el diámetro de la tubería calculada.

9.2.2. DISEÑO DE CAUDAL.

1. La parte preliminar para el diseño de una red de drenaje consta de la **Topografía** del sector, la primera parte es determinar el área afectada por la precipitación para poder determinar los parámetros del mismo diseño.

La Topografía sirve también para definir el trazado de la red, el trazado de la pendiente del canal de subdren y el trazado de los colectores con sus respectivas pendientes.

2. Una vez obtenido los datos provenientes de la Topografía, el siguiente paso es determinar o estimar el valor del **Coefficiente de Escorrentía (C)**, que sirve para la determinación del caudal. Este valor del coeficiente se puede obtener la observación directa, o mediante el cálculo de áreas, dependiendo de la característica de la cobertura vegetal existentes en dicha área.

3. Teniendo el **Área de aportación** y el **Coefficiente de Escorrentía** se puede obtener el valor de la **Intensidad**, es decir la cantidad de lluvia que se estima que cae sobre el sector.

La intensidad de la lluvia está en función a dos parámetros fundamentales que son: **(Idtr)** y **(Tc)**, el valor del **Idtr**, se adopta por los valores de la zonificación según el INAMHI, que designa las intensidades máximas de lluvias en 24 horas, donde la provincia de Manabí, se adopta que $I_{dtr}=4\text{mm/h}$. Mientras que el valor de **Tc** (Tiempo de concentración) depende del autor que ha investigado sobre la misma, SEGÚN (Kirpich, 1940) $Tc = 0,0078 L^{0,77} * S^{-0,385}$, definida por la longitud de la distancia entra cotas y la pendiente de la misma.

4. Una vez obtenidos estos valores, se puede calcular el valor del **Caudal** para la determinación de la capacidad de la estructura de drenaje, el caudal se estima mediante la fórmula obtenida por el método racional $Q= C*I*A/3,6$.

9.2.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE.

El diseño de caudal se realiza con un periodo de retorno de 25 años.

METODO RACIONAL PARA EL DISEÑO DE CAUDALES

DATOS A UTILIZAR:

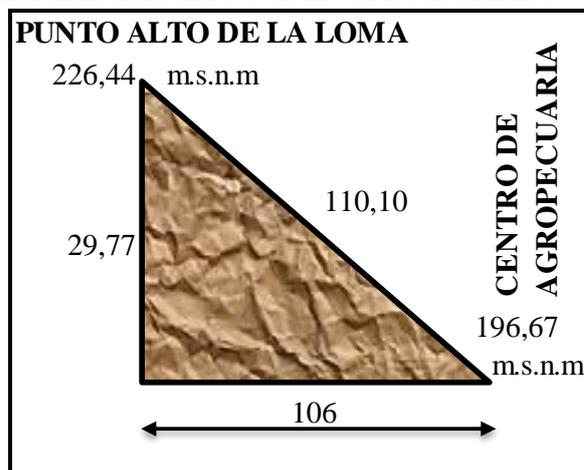
| | | |
|----|--------|----|
| L= | 110,10 | MT |
| S= | 0,2704 | |
| A= | 10907 | M2 |

Coeficiente de escorrentia (25 AÑOS)

| | | |
|-------|------------|------|
| 100% | rural | |
| RURAL | | C |
| 100% | BOSQUES 7% | 0,45 |

$$C = 0,45$$

$$A = 0,010907 \text{ Km}^2$$



Calculo de Intensidad

Diseño del Tiempo de Concentracion según Kirpich.

$$T_c = 0,0078 L^{0,77} * S^{-0,385}$$

$$L = 361,13 \text{ pie}$$

$$S = 0,2704$$

$$T_c = 1,20 \text{ min}$$

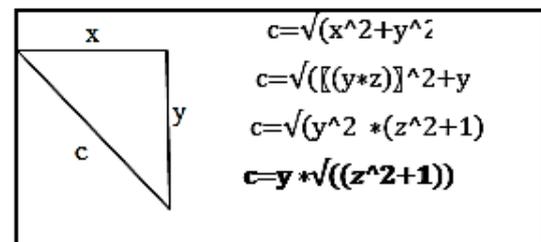
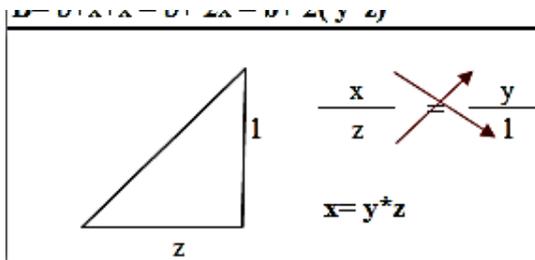
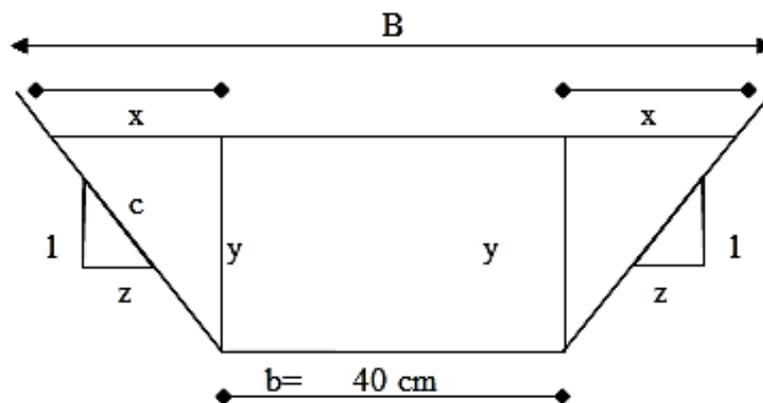
9.2.4. DISEÑO ESTRUCTURAL

DISEÑO DE CANAL

DATOS A UTILIZAR:

| | |
|----------------------------------|--|
| $Q = 0,32 \text{ m}^3/\text{sg}$ | Caudal de diseño. |
| $\eta = 0,024$ | Coefficiente de Rugosidad según Manning. |
| $S = 0,007$ | Pendiente de la sección del Canal. |
| $z = 1,00$ | Inclinación del talud del canal. |

Dimensiones:



Perimetro Mojado: ($P = b + 2c$)

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

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

Area Mojada

$$A = (b + B) / 2 * y$$

$$A = (b + (b + 2y * z)) / 2 * y$$

$$A = (2b + 2y * z) / 2 * y$$

$$A = (b + y * z) * y$$

Radio Hidraulico.

$$R = A / P = ((b + y * z) * y) / (l)$$

Velocidad en el Canal.

$$V = 1 / \eta * R^{(2/3)} * S$$

Realizando un artificio matematico, que es el de multiplicar ambos miembros por (A), quedando:

$$A * V = A / \eta * [A / P]^{(2)}$$

Sabiendo: $Q = A * V$

$$Q = (A^{(5/3)} * S')$$

Formula para la dimension, en base al Caudal.

$$Q = (((b + y * z) * y))^{(5/3)} * S^{(1)} \quad (F 1.0)$$

Con la formula (F1.0) , esta compuesta por varios factores como son (η) cuyo valor se tiene, ademas de (z) que no es mas que la inclinacion del talud del canal, (b) que es la base minima, (S) pendiente de la seccion del canal, por ultimo (y) que es la altura del flujo de agua, que al no tener este valor se realiza la iteracion hasta poder encontrar el caudal requerido que es el caudal de diseño

$$Q = \left(\frac{b + y \cdot z}{1.486} \right)^{5/3} S^{1/2}$$

Q= 0,32 m³/sg

b= 0,4 mt

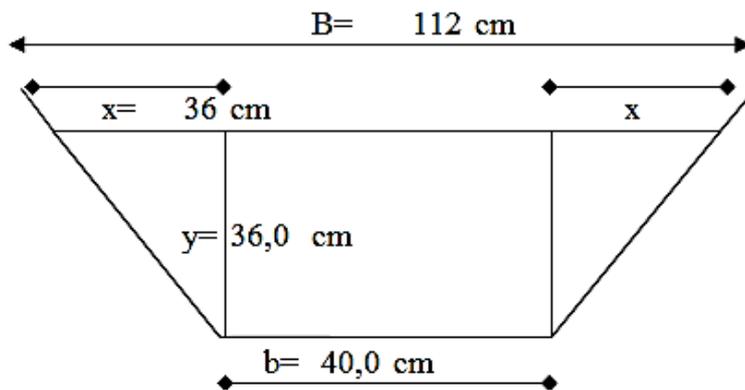
z= 1

η = 0,02

S= 0,007

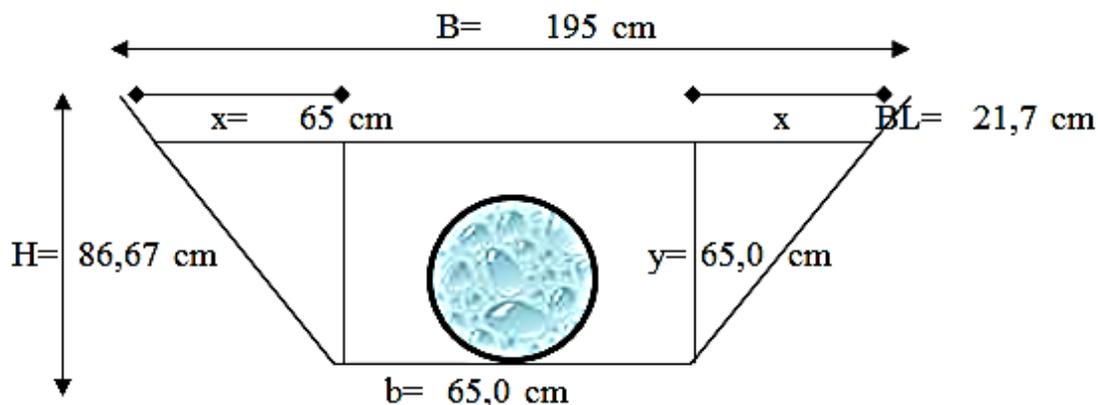
y= 0,36

0,32 = 0,32 OK



Sin embargo la altura minima es de 40 cm, porque la tuberia minima según la norma de diseño para acueductos (MIDUVI) recomienda 25 cm minimo de diametro para aguas lluvias, y se debe dejar por lo menos 15 cm de relleno a la tuberia entonces como a lo calculado en el diseño de la tuberia se agrega los 15 cm minimos de relleno quedando las

Diametro de la tuberia= 50 cm



10 CONCLUSION Y RECOMENDACION.

10.2 CONCLUSION

Hacer constar los valores finales de los principales componentes que resultaron del cálculo para el diseño de la red de drenaje.

10.3 RECOMENDACION

Se recomienda el reconocimiento de la zona mediante cartas topográficas o visitas técnicas para determinar la proporción correcta del coeficiente de escorrentía para el diseño de una red de drenaje.

11 SUTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD.

11.2 SUSTENTABILIDAD.

Esta tesis se sustenta en el empleo de los conocimientos adquiridos en la preparación de la carrera profesional, supervisada y guiada por el personal docente asignado para el efecto.

Además este trabajo de tesis se fundamenta en el uso de normas de diseño y construcción de obras sanitarias, hidráulicas e hidrológicas, y referencias bibliográficas especializada en el diseño de obras civiles en el país.

11.3 SOSTENIBILIDAD

La red de drenaje por su propio diseño proyectado con datos reales, obtenidos de la topografía del lugar en la observación y aplicación de fórmulas científicas y tomando en cuenta la funcionalidad considerada, corresponde a la sostenibilidad requerida, sugiriéndose un mantenimiento y limpieza periódica para su correcto funcionamiento y duración estimada de vida útil.

Presupuesto

| Nº | DESCRIPCIÓN | VALOR |
|----|---|-------------------|
| 1 | Transporte | \$30 |
| 2 | Materiales y equipos de oficina | \$15 |
| 3 | Fotocopias | \$5 |
| 4 | Impresiones | \$20 |
| 5 | Empastado del Trabajo de titulación | \$40 |
| 6 | Gastos imprevistos | \$10 |
| | SUBTOTAL: | \$ 120.00 |
| 7 | Mano de obra en Rehabilitación del Centro de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí | \$ 4000.00 |
| | TOTAL: | \$ 4120.00 |

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO

| Actividades | 2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Recursos | | | |
|---|-------|---|---|---|---------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|--|--|--|-------------|
| | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | | Julio | | | | | | | Agosto |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | Humanos | Materiales | Financieros |
| Investigación bibliográfica y de campo | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Autor y Directora de Tesis | Transporte y Materiales y Equipos de oficina | \$32,00 |
| Pago de mano de obra para Rehabilitación del Centro de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Autor de Tesis | - | \$ 4.000,00 |
| Elaboración del informe de tesis | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Autor de Tesis | Materiales y Equipos de oficina | \$12,00 |
| Presentación del Informe de Tesis | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Autor de Tesis | Materiales y Equipos de oficina | \$12,00 |
| Revisión de tesis por el Tribunal de Revisión y Evaluación de Tesis y correcciones presentadas por el autor | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | Autor y tribunal de Revisión y Evaluación de Tesis | Fotocopias, Materiales y Equipos de oficina | \$12,00 |
| Entrega del Informe Final de Tesis corregido | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | Autor de Tesis | Impresión | \$12,00 |
| Aprobación y Sustentación de tesis de grado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | Autor y tribunal de Revisión y Evaluación de Tesis | Empastado del trabajo de titulación | \$40,00 | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | \$ 4.120,00 | | |

Renato García Valencia

BIBLIOGRAFÍA

- Arocha, S. (1983). *Cloacas y drenajes*. Caracas, Venezuela: Ediciones Vega .
- Bogota, A. M. (2011). *Sistemas de Drenajes Urbanos*. Bogota, Colombia.: Secretaria Distratal de Ambiental.
- Cadavid., J. (2006). *Hidraulica de Canales. Fundamentos*. Medellin, Colombia.: Fondo Editorial Universidad.
- Carciente. (1980). *Carreteras*.
- Carmona, R. P. (2013). *Diseño y Construccion de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje de carreteras*. Bogota, Colombia: ECOE Ediciones.
- Chow., V. T. (1959). *Canales Hidraulicos Abiertos*.New York: Mc Graw Hill Inc.
- definicion. (2014). *definicion.ed*. Recuperado el octubre de 2014, de <http://definicion.de/quebrada/>
- Lopez, R. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado*. Bogota,Colombia.: Escuela Colombiana de Ingenieria.
- MIDUVI. (2010.). *Codigo Ecuatoriano para el Diseño de la construccion de Obras Sanitarias*. Quito, Ecuador.: Registro Oficial.
- MIDUVI. (2011). *Norma Ecuatoriana de la Construccion*. Ecuador: Camara de la Construccion de Quito.

- Munoz, I. H. (1991). *OBRAS HIDRAULICAS RURALES* . CALI.
- Saldarriaga., J. (2007). *Hidraulica de Tuberias. Abastecimiento de Aguas, Redes, Riego*. Bogota, Colombia.: Alfaomega Grupo Editor, Mexico.
- Shaum. (1993). *Mecanica de los Fluidos E Hidraulica*. Mc Gran-Hill.
- Ven Te Chow, .. (1994). *Hidrologia Aplicada*. Universidad de Illinois. EE.UU: Editorial Mc Graw-Hill.

Anexo 1



DETALLES DE LA ZONA PARA LA ESTIMACION DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA.



EXPOSICION DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES ANTE LAS INTENSIDADES DE LLUVIAS.
OBSERVACION DIRECTA PARA LA UBICACIÓN DEL SUBDREN QUE PROTEGERA AL CENTRO DE INVESTIGACIONES.

Anexo 2



VISTA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA COLINA PARA PODER DETERMINAR EL TRAZADO DE LOS COLECTORES.



VISTA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES EN FUNCION A LA TOPOGRAFIA

Anexo 3



VERIFICACION DE LA TOPOGRAFIA PARA LA OBSERVACION DE LA ESCORRENTIA DIRECTA DE LAS AGUAS LLUVIAS.



VISTA GENERAL DE LOS CENTROS DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

ANEXO 3

SILVA LAJE HUMBERTO LORENZO

ACTIVIDADES REALIZADAS POR ALBAÑIL
 RUC: 1311027518001 - Aut. SRI: 1115078469
 Dirección: Eloy Alfaro Alberto Cedeño s/n - Telf.: 2357-218
 CALF. ARTESANAL # 76843 Portoviejo - Manabí

FACTURA SERIE 001-001-00000432

Cliente: Renato Patricio García Valencia
 Fecha: 24-01-2015 Ruc: 1313530089

| CANT. | DESCRIPCIÓN | V. UNIT. | V. TOTAL |
|-------|--------------|-----------------|----------------|
| | MANO DE OBRA | | 2500,00 |
| | | Sub-TOTAL | 2500,00 |
| | | DESCUENTO | — |
| | | IVA 0 % | — |
| | | IVA 12 % | — |
| | | TOTAL \$ | 2500,00 |

Imprenta HIDALGO Telf: 2452887 Celular: 0992-098183 (L.L.)

ORIGINAL - Cliente / COPIA - Emisor

Firma Autorizada: [Firma] Recibi Conforme: [Firma]
 475 Fecha de Aut. 17/Junio/2014 Hidalgo Palma Miguel Antonio, AUT. 2120 Imprenta "HIDALGO" Portoviejo, García Moreno s/n y Pedro Gual y 9 de Octubre RUC 1302804669001 valido para su emisión hasta 17/Junio/2015

SILVA LAJE VICTOR ALFONSO

ACTIVIDADES REALIZADAS POR ALBAÑILES
 RUC: 1350102529001 - Aut. SRI: 1116211500
 Dirección: Sector San Alejo Callejón Portoviejo s/n y Principal - Telf.: 2357-218
CONTRIBUYENTE REGIMEN SIMPLIFICADO - Portoviejo - Manabí
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN HASTA \$600.0

NOTA DE VENTA SERIE 001-001-00000052

Cliente: Renato Patricio García Valencia
 Fecha: 31-01-2015 Ruc/C.I.: 1313530089

| CANT. | DESCRIPCIÓN | P. UNIT. | P. TOTAL |
|-------|--------------|----------|----------|
| | Mano de Obra | | 500 |
| | | TOTAL \$ | 500 |

Imprenta HIDALGO Telf: 2452887 (L.L.)

ORIGINAL - Cliente / COPIA - Emisor

Firma Autorizada: [Firma] Recibi Conforme: [Firma]
 51 y 100 Fecha de Aut. 12/Enero/2015 Hidalgo Palma Miguel Antonio, AUT. 2120 Imprenta "HIDALGO" Portoviejo, García Moreno s/n y Pedro Gual y 9 de Octubre RUC 1302804669001 valido para su emisión hasta 12/Enero/2016

SILVA LAJE VICTOR ALFONSO

ACTIVIDADES REALIZADAS POR ALBAÑILES
 RUC: 1350102529001 - Aut. SRI: 1116211500
 Dirección: Sector San Alejo Callejón Portoviejo s/n y Principal - Telf.: 2357-218
CONTRIBUYENTE REGIMEN SIMPLIFICADO - Portoviejo - Manabí
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN HASTA \$600.0

NOTA DE VENTA SERIE 001-001-00000053

Cliente: Renato Patricio García Valencia
 Fecha: 31-01-2015 Ruc/C.I.: 1313530089

| CANT. | DESCRIPCIÓN | P. UNIT. | P. TOTAL |
|-------|--------------|----------|----------|
| | Mano de Obra | | 500 |
| | | TOTAL \$ | 500 |

Imprenta HIDALGO Telf: 2452887 (L.L.)

ORIGINAL - Cliente / COPIA - Emisor

Firma Autorizada: [Firma] Recibi Conforme: [Firma]
 51 y 100 Fecha de Aut. 12/Enero/2015 Hidalgo Palma Miguel Antonio, AUT. 2120 Imprenta "HIDALGO" Portoviejo, García Moreno s/n y Pedro Gual y 9 de Octubre RUC 1302804669001 valido para su emisión hasta 12/Enero/2016

SILVA LAJE VICTOR ALFONSO

ACTIVIDADES REALIZADAS POR ALBAÑILES
 RUC: 1350102529001 - Aut. SRI: 1116211500
 Dirección: Sector San Alejo Callejón Portoviejo s/n y Principal - Telf.: 2357-218
CONTRIBUYENTE REGIMEN SIMPLIFICADO - Portoviejo - Manabí
 ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN HASTA \$600.0

NOTA DE VENTA SERIE 001-001-00000051

Cliente: Renato Patricio García Valencia
 Fecha: 31-01-2015 Ruc/C.I.: 1313530089

| CANT. | DESCRIPCIÓN | P. UNIT. | P. TOTAL |
|-------|------------------------------|----------|----------|
| | Por concepto de Mano de Obra | | 500 |
| | | TOTAL \$ | 500 |

Imprenta HIDALGO Telf: 2452887 (L.L.)

ORIGINAL - Cliente / COPIA - Emisor

Firma Autorizada: [Firma] Recibi Conforme: [Firma]
 51 y 100 Fecha de Aut. 12/Enero/2015 Hidalgo Palma Miguel Antonio, AUT. 2120 Imprenta "HIDALGO" Portoviejo, García Moreno s/n y Pedro Gual y 9 de Octubre RUC 1302804669001 valido para su emisión hasta 12/Enero/2016