



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas

Carrera de Ingeniería Civil

TRABAJO DE TITULACION

Previo a la Obtención del Título de:

Ingeniero Civil

TEMA:

“Metodología para el diseño de una red de drenaje aplicada en el centro de investigación de ciencias agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí-Etapa 1”

AUTORES:

Pinargote Mendoza Fabián Zacarías.

Toala Macías Edison Andrés.

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Olinda Caicedo Arévalo Mg. Ed. Ds.

Portoviejo-Manabí-Ecuador

2015

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Abuela Amada Patria Navarrete Velásquez, Por haberme guiado siempre por el buen camino, darme fuerzas en los buenos y malos momentos para salir adelante, y con su ejemplo enseñarme a nunca desmayar cuando los problemas se hacían presentes, enseñándome a afrontar las adversidades sin perder nunca la dignidad, ni fallar en el intento.

A mi familia y amigos quienes me ayudaron en la formación, por ellos soy lo que soy. Para mis Padres George Pinargote y Mariliana Mendoza, por darme su apoyo hasta donde sus posibilidades lo permitían, para mis hermanos por estar siempre pendientes y preocupados por mis estudios y formación como persona.

A mi Novia Cecilia Delgado por darme apoyo incondicional y muchos momentos de felicidad, porque si no se disfruta la vida, para qué estamos aquí, y esperando que todos nuestros sueños se cumplan, y a todos mis profesores y personas que ayudaron en mi formación como estudiante.

Pinargote Mendoza Fabián Zacarías.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación, va dedicado con todo mí ser a Dios y a su Hijo Jesucristo, a mis Padres, a mis hermanos y a mi familia en general.

También de manera particular a mis Abuelos de manera especial a mi Mami Turca como cariñosamente la llamo, que con sus sabios consejos me alentó a no desmayar en este camino al éxito.

A mi Esposa y a mi amada Hija, las cuales fueron mi inspiración y por las cuales luché hasta alcanzar esta meta trazada y conquistada.

A la Universidad Técnica de Manabí, por darme la oportunidad de obtener el título de Ingeniero Civil.

La gloria sea para Dios y su Hijo Jesucristo.

Toala Macías Edison Andrés

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis Padres por permitirme seguir mis propios sueños, su apoyo incondicional y darme espacio propio para encarar con mucha hombría las dificultades de la vida.

A mi Abuela Amada Navarrete por haberme ayudado a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi Novia Cecilia Katherine Delgado Zambrano por compartir los momentos de alegrías y tristezas y darme esa inspiración para triunfar en mi vida como profesional.

A mi tutora de tesis y revisor, por su valiosa guía y asesoramiento en cada paso de la realización de esta tesis.

Gracias a todas las personas que me ayudaron indirectamente en la realización de este proyecto.

Pinargote Mendoza Fabián Zacarías.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mi Padre DIOS, a través de su Hijo JESUCRISTO, que por su gracia y misericordia me ha permitido llegar hasta aquí.

Seguidamente agradezco a mis padres terrenales Ramón y Nelly por todo su esfuerzo, dedicación y apoyo moral para obtener la meta alcanzada; a mis hermanos, a mi familia en general, pero de manera particular a mis Abuelos Flerida, Ramón y Ruth por sus consejos valiosos, que muchas veces me hicieron recapacitar para seguir adelante.

A todos los profesores que durante mi etapa de estudios me inculcaron sus sabias enseñanzas, sus consejos, que motivaron mi vida y así alcanzar este logro, en especial a los Ingenieros, Carlos Villacreses, Edgar Menéndez, Aarón Mejía, Lincoln García, Xavier Valencia, Iván Zevallos, Olinda Caicedo, que mas que profesores fueron amigos de los cuales recibí muchos consejos, que los llevo guardado en mi corazón, para ponerlos por obra en mi vida profesional.

A mi esposa Jesenia y a mí adorada Hija Salome, que fueron las razones que me motivaron a luchar, y no desmayar, y lograr este anhelo para beneficio de mi familia.

LA GLORIA SEA PARA DIOS Y SU HIJO JESUCRISTO

Toala Macías Edison Andrés.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas

Carrera de Ingeniería Civil.

CERTIFICACION DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION

Yo Ing. Olinda Caicedo Arévalo Mg. Ed. Ds, en calidad de Tutora.

CERTIFICO:

Que el trabajo de titulación previo a la investidura de Ingenieros Civiles titulada: **“Metodología para el diseño de una red de drenaje aplicada en el centro de investigación de ciencias agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí- Etapa 1”**, es original y ha sido desarrollado bajo mi asesoramiento por los señores: Pinargote Mendoza Fabián Zacarías y Tóala Macías Edison Andrés, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí.

Portoviejo, Octubre del 2015.

Ing. Olinda Caicedo Arévalo Mg. Ed. Ds
Tutora del Trabajo de Titulación.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas

Carrera de Ingeniería Civil.

CERTIFICACION DEL REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACION

Yo, Ing. Edgar Menéndez Menéndez, en calidad de Revisor.

CERTIFICO:

Que el trabajo de titulación previo a la investidura de Ingenieros Civiles titulado: **“Metodología para el diseño de una red de drenaje aplicada en el centro de investigación de ciencias agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí-Etapa 1”**, de los autores: Pinargote Mendoza Fabián Zacarías y Tóala Macías Edison Andrés, lo he revisado, y cumple con lo establecido en el Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí.

Portoviejo, Octubre del 2015.

Ing. Edgar Menéndez Menéndez.
Revisor del Trabajo de Titulación.

DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR

Fabián Zacarías Pinargote Mendoza, Edison Andrés Tóala Macías, egresados de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, declaramos que:

El trabajo de titulación denominado **“Metodología para el diseño de una red de drenaje aplicada en el Centro De Investigación de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí- Etapa 1”**, ha sido desarrollada en base a una exhaustiva investigación, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuente se incorporan en la bibliografía, en consecuencia este trabajo es fruto del esfuerzo, entrega y dedicación de los autores.

Sr. Fabián Zacarías Pinargote Mendoza.
Autor Del Trabajo De Titulación.

Sr. Edison Andrés Tóala Macías
Autor Del Trabajo De Titulación.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO.....	IV
CERTIFICACION DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION.....	VI
DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR	VIII
RESUMEN.....	XII
SUMARY.....	XIII
1. TEMA	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3. REVISION DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEORICO.....	16
3.1. ANTECEDENTES	16
3.2. EVALUACION DE LOS RECURSOS BIBLIOGRAFICOS	17
3.3. MARCO TEORICO	19
3.3.1. COMPONENTES DE LA RED DE DRENAJE	19
3.3.2. CANALES	19
3.3.3. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS DE LA SECCION DE UN CANAL.....	20
3.3.4. CANALES DRENANTES	21
3.3.5. FILTROS Y MATERIALES DRENANTES	22
3.3.6. DRENES FILTRANTES.....	23
3.3.7. BORDE LIBRE	26
3.3.8. TUBERIA DRENANTE.....	26
3.3.9. CRITERIOS DE DISEÑO DE CANALES.....	27
3.3.10. NOCIONES DE HIDROLOGIA.....	29
3.3.11. DISEÑO HIDRAULICO.....	29
3.3.12. AREA DE DRENAJE	33

3.3.13.	DISEÑO DE CANALES DE DRENAJES.....	34
3.3.14.	IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE DRENAJES	35
4.	VISUALIZACION DEL ALCANCE DEL ESTUDIO.....	39
4.1.	APORTE SOCIAL	39
4.2.	APORTE ECONOMICO.....	39
4.3.	APORTE CIENTIFICO.....	39
5.	ELABORACION DE HIPOTESIS Y DEFINICION DE VARIABLES	
	41	
5.1.	HIPOTESIS	41
5.2.	DEFINICION DE VARIABLES.....	41
5.2.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	41
5.2.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	41
5.2.3.	TERMINO DE RELACION.....	41
6.	DESARROLLO DEL DISEÑO DE INVESTIGACION	42
6.1.	CAMPOS DE ACCION	42
6.2.	OBJETIVOS	43
6.2.1.	OBJETIVO GENERAL.....	43
6.2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	43
7.	DEFINICION Y SELECCIÓN DE MUESTRA	44
8.	RECOLECCION DE LOS DATOS	45
8.1.	DISEÑO DE CANAL.....	45
8.2.	DISEÑO DE TUBERIA DEL SUBDREN.....	49
9.	ANALISIS DE LOS DATOS	53
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
10.1	CONCLUSIONES.....	54
10.2	RECOMENDACIONES.....	55

11.	PRESUPUESTO	56
12.	CRONOGRAMA VALORADO	56
	BIBLIOGRAFIA	60
	ANEXOS	62
	ANEXO 1. PLANOS FINALES	66

INDICE DE FIGURAS.

Figura nº 1.	Canal de transportación de agua	20
Figura nº 2.	Dren filtrante con capas granulares	24
Figura nº 3.	Detalle de Borde libre	26

RESUMEN

Para el desarrollo del trabajo de titulación, se utilizó todas las consideraciones de diseño para las obras de drenaje, ya sean superficiales como subterráneas. Todas estas obras de drenaje, tratan de evacuar de la manera más precisa y eficaz de las aguas lluvias generada por la precipitación de las misma, provocadas en la zona y dependiendo de la tipología y topografía del sector.

También se toman en cuenta los criterios de textos de Ingeniería Civil especializados en Ciencias Hídricas, Hidrológica, entre otras, incluyendo las normas de diseño como: CODIGO ECUATORIANO PARA EL DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS SANITARIAS, para el diseño de un subdren, cuya función es el de evacuar las aguas de las precipitaciones y protección de laderas y el suelo ante la erosión analizando el impacto ambiental que puede generar la construcción del mismo.

Todas estas consideraciones se reúnen en una metodología explicativa, fácil de entender y poner en práctica para el desarrollo de futuros proyectos relacionados al tema de trabajo de titulación.

SUMMARY

Development work degree, all design considerations for drainage works, whether surface and groundwater was used. All these drainage works, try to evacuate the most accurate and effective way of storm water generated by the precipitation of the same, caused in the area and depending on the type and topography of the sector.

Texts criteria civil engineering specialized in water sciences, hydrology, among other, including design standards as are also taken in to account: ECUADOR CODE FOR CONSTRUCTION DESIGN water works for designing a subdren, whose function it is to evacuate the water from rainfall and slope protection and soil erosion to analyzing the environmental impact that can generate construction

All these considerations are meeting in an explanatory easy methodology to understand and implement for the development of future projects related to the issue of job qualifications.

1. TEMA

“Metodología para el diseño de una red de drenaje aplicada en el centro de investigación de ciencias agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí -Etapa 1”

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la observación directa realizada sobre varios inconvenientes que se han suscitado, y se siguen suscitando en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, se estimó la falta de una metodología para el diseño de una red de drenaje con criterio ambiental aplicada en el Centro de Investigación de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí.

Por lo cual se dispuso una solución sostenible aplicando principios de diseño y construcción de obras civiles hidráulicas.

3. REVISION DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEORICO

3.1.ANTECEDENTES

En la concepción del diseño de obras civiles, se tiene como mantener la convivencia y el buen vivir, que no es más que la de precautelar la seguridad de las personas que son beneficiadas y que están involucradas en la ejecución de dicha obra.

La protección de los laboratorios de Ciencias de Investigación de Ciencias Agropecuarias, se ve afectada mediante las precipitaciones que se acogen en la parte baja de la cuenca donde está ubicada el Centro de Investigaciones, dichas precipitaciones afecta en la estructura del Centro de Investigaciones por la tipología del sector.

Para la protección del Centro de Investigaciones se debe tomar en consideraciones varios aspectos como la Topografía del Sector, la estimación del caudal incluyendo la determinación de los coeficientes de escorrentías, áreas de drenaje e intensidad de llluvias.¹

Para proseguir con la metodología para el diseño de una red de drenaje, objetivo general de este trabajo de titulación, se utilizaron los datos topográficos y el cálculo hidrológico, de la tesis del Sr. Renato García Valencia, y continuar con el calculado hidráulico del subdren.

¹ Renato García. (2015). Diseño de una metodología aplicada para el Centro de Investigación de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí. (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo.

La revisión de la literatura de se realizara de forma temática desde la estimación de la topografía del sector y el cálculo hidrológico de la tesis realizada del Sr. Renato García Valencia, hidráulica aplicada de Ven Te Chow, Código Ecuatoriano de la Construcción para Obras Sanitarias y Norma Ecuatoriana de la Construcción ambas del MIDUVI.

3.2. EVALUACION DE LOS RECURSOS BIBLIOGRAFICOS

Primer Tema. Renato García Valencia (2015) “Metodología para el diseño de una red de drenaje aplicada en el centro de investigación de ciencias agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí en el periodo 2014-2015”. Universidad Técnica de Manabí

En esta tesis se utilizó el método racional para la estimación de caudales se incluyó además las normas técnicas en el diseño de drenaje, observación de campo, fichajes e investigación aplicada; los resultados de esta tesis fueron utilizados para continuar con el presente trabajo de investigación.

Segundo Tema.- Ven Te Chow, .. (1994). *Hidrologia Aplicada*. Universidad de Illinois. EE.UU: Editorial Mc Graw-Hill.

Este texto trata sobre el diseño de canales y tuberías, los cuales también fueron utilizados para esta investigación

Tercer Tema.- Saldarriaga., J. (2007). *Hidraulica de Tuberias. Abastecimiento de Aguas, drenes filtrantes*

Este texto trata sobre el diseño de conductos cerrados que también se utilizó para complementar el cálculo hidráulico aplicado en esta tesis de investigación.

Cuarto Tema.- Código Ecuatoriano de la Construcción para Obras Sanitarias y Norma Ecuatoriana de la Construcción ambas del MIDUVI.

Normas y códigos de aplicación obligatoria en el cálculo hidrológico e hidráulico en el Ecuador.

No se tomara en cuenta en este trabajo de titulación el cálculo del pre sedimentador el cual se sugiere se lo trate en una próxima investigación

Quinto Tema.- Secretaria De Comunicaciones Y Transporte. (2000). Impacto Ambiental de Proyectos Carreteros. Efectos por la Construcción y Operación del Drenaje y Subdrenajes. México.

Se utilizó las consideraciones ambientales de este texto por estimarse aplicables al diseño de subdrenes en general.

Sexto Tema.- Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recursos aguas; Norma de calidad ambiental de recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados (2014).

Las presentes normas técnicas ambientales dictadas bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la

prevención y control de la contaminación ambiental son de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio ecuatoriano.

3.3.MARCO TEORICO

3.3.1. COMPONENTES DE LA RED DE DRENAJE

Los componentes de un sistema de drenaje típico son:

- Canales de campo o drenes enterrados.
- Canales secundarios y principales estos canales se caracterizan por ser generalmente profundos y su fondo se encuentra a cotas inferiores a las cotas de terrenos circundantes. Generalmente los canales de drenajes no son revestidos o si se deben revestir para consolidar los taludes, el revestimiento debe ser permeable.
- Obras de protección de los márgenes de los canales, principalmente en las confluencias y en las curvas.
- Obras de control de la erosión en el fondo de los canales (salto de fondo).

3.3.2. CANALES

Denominamos canales a una construcción destinada al transporte de fluidos, generalmente utilizada para agua, y a que diferencia de las tuberías es abierto a la atmosfera. Los canales son una parte fundamental de la hidráulica y su diseño pertenece al campo de la ingeniería civil.

Cuando un fluido es transportado por una tubería parcialmente llena, se dice que cuenta con una cara a la atmosfera, por lo tanto se comporta como un canal.



Figura n°1. Canal de Transportación de agua.

Fuente: <http://www.arqhys.com/arquitectura/drenaje-sistemas.html>

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS DE LA SECCION DE UN CANAL

Los elementos geométricos son propiedades de una sección del canal que puede ser definida enteramente por la geometría de la sección y la profundidad del flujo. Estos elementos son muy importantes para los cálculos en los mismos.

- Profundidad del flujo, calado o tirante: es la profundidad del flujo (Y), y es la distancia vertical del punto más bajo de la sección de un canal a la superficie libre
- Ancho superior: es el ancho de la sección del canal en la superficie libre. (T).
- Área mojada: es el área que pertenece a la superficie mojada (A).
- Perímetro mojado: es el contorno que genera el fluido, la longitud de las líneas del fluido alrededor de la sección (P).
- Radio hidráulico: el radio hidráulico (R) es la relación entre el área mojada y el perímetro mojado, se expresa como: $R = A / P$
- Profundidad hidráulica: la profundidad hidráulica (D) es la relación del área mojada con el ancho superior, se expresa como: $D = A / T$
- Factor de la sección: el factor de la sección (Z), para cálculos de escurrimiento o flujo crítico es el producto del área mojada con la raíz cuadrada de la profundidad hidráulica, se expresa como: $Z = A * (\text{Raíz}(D))$

El factor de la sección, para cálculos de escurrimiento uniforme es el producto del área mojada con la potencia 2/3 del radio hidráulico, se expresa como: $A \cdot R^{(2/3)}$.

CANALES DRENANTES

Son canales o zanjas rellenas de material drenantes y aisladas de las aguas superficiales, en el fondo de las cuales generalmente se dispone tuberías drenantes. Las zanjas drenantes se proyectara para proteger las capas de firme y la explanada de la infiltración horizontal, para evacuar parte del agua que pudiera haber penetrado

por infiltración vertical, así como para rebajar niveles freáticos y drenar localmente taludes de desmonte o cimientos de rellenos.

Cuando las zanjas drenantes pretendan el rebajamiento del nivel freático, el proyecto deberá determinar la necesidad de efectuar ensayos in situ para conocer el valor de los coeficientes de permeabilidad del terreno.

El agua fluirá por medio de las paredes de las zanjas, se filtrará por el material de relleno hasta el fondo y escurrirá por este, o por la tubería drenante. También podrá acceder por su parte superior, si el sistema de drenaje subterráneo estuviera concebido para funcionar de esta manera.

En caso de que no estuviera bien aislada superficialmente podría penetrar agua de escorrentía, lo que deberá evitarse en todo caso.

En ocasiones, se podrán omitirse las tuberías drenantes, en cuyo caso la parte inferior del canal quedaría totalmente rellena de material drenante, constituyendo un dren denominado ciego o francés, en el que el material que ocupa el centro de la zanja es preceptivamente árido grueso.

FILTROS Y MATERIALES DRENANTES

Los filtros utilizados más frecuentemente son los rellenos localizados de material drenante y los geotextiles.

Rellenos localizados de material drenante.

Geotextiles; el detalle de la especificación técnica estará de acuerdo al proyecto, y determinara las características que deben cumplir los geotextiles, prestando atención especial a las propiedades relacionadas con los fenómenos de Punzonamiento y colmatación.

En determinados casos, para tratar de evitar la colmatación de dichos materiales, puede resultar conveniente disponer además geotextiles u otros elementos de filtros adicionales o intermedios.

DRENES FILTRANTES

Los drenes filtrantes conformados por excavaciones poco profundas (entre 1 y 2 m) rellenas con materiales pétreos gruesos que crean almacenamiento temporal sub-superficial. Estos sistemas poseen la desventaja de que pueden llegar a colmatarse con facilidad, por lo que deberán diseñarse cuidadosamente sus capas granulares interiores con el fin de maximizar su tiempo de vida útil.

Estos elementos pueden captar lateralmente la escorrentía proveniente de vías, o de un colector que previamente haya recolectado aguas pluviales no circuladas con anterioridad a través de otro sistema. Estos sistemas deberán tener superficies cóncavas que permitan la concentración de la escorrentía hacia el centro del elemento.



Figura n° 2. Dren filtrante con capas granulares

Fuente: Sistemas Urbanos de Drenajes Sostenible. Bogotá. Colombia.

Materiales plásticos geocelulares pueden ser utilizados como elementos alternativos a los materiales pétreos si permiten una adecuada retención y almacenamiento de la escorrentía.

Los drenes filtrantes serán vegetados o no, en cuyo caso debe disponerse de un geotextil filtrante en las capas superiores del material de relleno que separe la franja de suelo que soporta la vegetación del resto del material granular, mientras que simultáneamente se garantice la percolación adecuada del agua en superficie.

Los drenes filtrantes son elementos que requieren de mantenimiento y que de colmatarse implican el retiro y recolocación del material de relleno, por lo que su uso debe limitarse a aquellas zonas en donde no se esperen grandes flujos de sedimentos

o en donde se provean sistemas de remoción de sólidos antes de que el agua sea descargada al interior del dren.

Por otro lado, Los drenes filtrantes se diseñan para vaciarse y re-airearse repetidamente de manera que no deben utilizarse en aquellos sitios en donde la tabla de agua subterránea sea excesivamente alta (de preferencia, la tabla de agua máxima debe estar por lo menos un metro por debajo de la cota de fondo de la trinchera que contiene el medio granular).

Estos sistemas deberán estar aislados del terreno circundante por medio de medidas que garanticen la estabilidad del terreno e infraestructura vecina.

Estos sistemas podrán diseñarse como sistemas de filtro utilizando para su conformación materiales granulares que permitan evacuar la totalidad de agua almacenada dentro del sistema en un lapso de tiempo no mayor a 24 horas.

Sobre los drenes filtrantes podrá existir un almacenamiento temporal del agua lluvia mientras el agua es filtrada, garantizando en todo caso a través del diseño del sistema que la evacuación completa del sistema no se haga en un lapso no mayor al antes establecido, ni que se generen láminas que generen encharcamientos en vías o el urbanismo circundante.

BORDE LIBRE

En relación al caudal se tiene que a 0,5 m³/sg, se tendrá un borde libre de 0,3m con caudales mayores a 0,5 m³/sg se tendrá 0,4 m de borde. Para canales en tierra se deja un borde libre o resguardo igual a un tercio del tirante, es decir: BL= $y/3$.

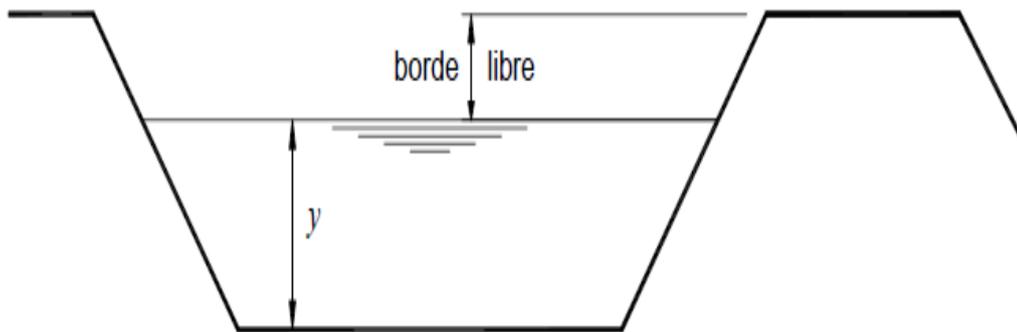


Figura n° 3. Detalle de Borde Libre.

Fuente: Hidráulica de Tuberías y Canales-Arturo Rocha.

3.3.3. TUBERIA DRENANTE

La tubería drenante es una tubería perforada, ranurada, etc. Que normalmente está rodeada de un relleno de material drenante o un geotextil, y que colocadas convenientemente permite la captación de aguas freáticas o de infiltración.

Sus características se determinan de acuerdo con las especificaciones del proveedor. El diámetro interior mínimo de los tubos será de doscientos cincuenta milímetros (250mm).

3.3.4. CRITERIOS DE DISEÑO DE CANALES

A la hora de proyectar el drenaje de un terreno deben tenerse presentes una serie de factores que influyen directamente en el tipo de sistema más adecuado, así como en su posterior funcionalidad. Los más destacados son:

- a) Factores Topográficos: Dentro de este grupo se engloban circunstancias de tipo físico, tales como la ubicación del terreno respecto del terreno natural contiguo, en desmonte, terraplén o ladera, la tipología del relieve existente, llano, ondulada, accidentado la disposición de sus pendientes en referente al terreno.
- b) Factores geotécnicos: La naturaleza y características de los suelos existentes en la zona condiciona la facilidad con la que el agua puede llegar al drenaje desde el punto de origen, así como la posibilidad de que ocasione corrimientos o una erosión excesiva del terreno. Las propiedades a considerar son aquellas que afectan a su permeabilidad, homogeneidad, estratificación o compacidad, influyendo también la existencia de vegetación.
- c) Factores Hidrológicos: Hacen referencia al área de la cuenca de recepción y aporte de aguas superficiales que afectan directamente al drenaje, así como la presencia, nivel y caudal de las aguas subterráneas que puedan infiltrarse en las capas inferiores del firme.

Una vez sopesados estos factores se procede al diseño de la red de drenaje, que deberá cumplir los siguientes objetivos:

- Evacuar de manera eficaz y lo más rápidamente posible el agua caída sobre la superficie del suelo y los taludes de la explanación continuas de ellas. Por supuesto, deberán evitar la inundación de los tramos más deprimidos del terreno.
- Alejar del firme el agua freática, así como los posibles acuíferos existentes, empleando para ello sistemas de drenajes profundos.
- Prestar especial atención a los cauces naturales, tales como barrancos o muelles, disponiendo obras de fábrica que no disminuyan su sección crítica para periodos de retorno razonables. Debe recordarse que las avenidas son la principal causa mundial de destrucción de viaductos.
- También debe cuidarse al aspecto ambiental, procurando que produzca el menor daño posible al entorno.

Todos los anteriores puntos están como siempre supeditados a la economía de la obra, por lo que la solución adoptada debe tener en cuenta dos condiciones adicionales:

El costo inicial de construcción e implementación del sistema de drenaje.

Los costos de reparación y mantenimiento de la infraestructura de drenaje a lo largo de la vida útil de la obra.

3.3.5. NOCIONES DE HIDROLOGIA

La hidrología es la ciencia que estudia el agua en general, sus propiedades mecánicas, físicas y químicas, así como las formas y regímenes que esta presenta en la naturaleza. Sus principales aplicaciones en Ingeniería Civil son las siguientes:

- Estimar el caudal máximo de agua o caudal de referencia que se debe canalizar el sistema de drenaje, empleando métodos de cálculos semiempíricos basados en la historia pluviométrica de la zona y las características hídricas del terreno.
- Dimensionar adecuadamente las estructuras de paso que restringen o dificultan el paso del agua por sus cauces habituales.
- Analizar la presencia y el régimen de circulación de las aguas subterráneas y disponer los medios para evitar su penetración en el firme.

3.3.6. DISEÑO HIDRAULICO

Los colectores de cualquier tipo de alcantarillado se diseñan para trabajar a flujo libre por gravedad. Solo en algunos casos específicos tales como los sifones invertidos, se permite el flujo a presión.

El flujo de una tubería o canal se determina a partir de las características de desplazamiento y velocidad de una partícula de fluido, si las características permanecen constante en el tiempo se presenta flujo permanente, contrariamente se clasifica el flujo como no uniforme y no permanente.

Ecuación del cálculo: se diseñara bajo condiciones de flujo uniforme, tomando como base de cálculo la ecuación de Manning.

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

$$D = 1,548 \left(\frac{\eta * Q}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

En donde:

V = Velocidad media en la sección (m/s).

Q= Caudal de aguas (m³/s).

R = Radio hidráulico (m).

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

S = Pendiente de la línea de energía (m/m).

Se debe observar que el diseño de la red de colectores será diferente para flujo subcrítico o para flujo supercrítico. De todas maneras el flujo deberá ser estable y para ello el Número de Froude debe estar en el rango: $0.90 > NF > 1.10$ el Número de Froude se calcula mediante la siguiente expresión:

$$NF = \frac{V}{\sqrt{g * H}}$$

En donde:

H = Profundidad hidráulica = área de flujo dividida por el ancho de la superficie libre.

El flujo en canales abiertos corre a través de un canal con una superficie libre, tal como la superficie en un río o en tubo parcialmente lleno. Se deduce la ecuación de Manning para determinar la velocidad de un flujo en un canal abierto, con base en la ecuación de Darcy-Weisbach para pérdidas de cabeza debidas a la fricción en las paredes.

En conceptos básicos de la Mecánica de Fluidos, la pérdida de cabeza h_f a lo largo de una longitud (L) de una tubería de diámetro (D), para un flujo con velocidad (V), está dada por la ecuación:

$$h_f = f * \frac{L * V^2}{D * 2g}$$

Donde:

f = factor de fricción de Darcy-Weisbach.

g = aceleración de la gravedad.

D = diámetro de la tubería

L = longitud de la tubería.

V = velocidad del flujo.

Usando la pendiente de fricción $S = h_f/L$; puede resolver V .

$$V = \sqrt{\frac{2g}{f} * D * S}$$

El radio Hidráulico (R) de una tubería es:

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{\pi * \frac{D^2}{4}}{\pi * D}$$

$R = D/4$, luego el diámetro de la tubería (D) puede remplazarse por $D/4$; para llegar a la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$V = \sqrt{\frac{8g}{f} * R * S}$$

El coeficiente (C), de Chezy se define como $C = \sqrt{8g/f}$ utilizando este símbolo se reescribe como:

$$V = C\sqrt{R * S}$$

Que es la ecuación de Chezy para flujo en canales abiertos. La ecuación de Manning se deriva de la ecuación de Chezy haciendo $C = R^{1/6}/\eta$, donde η es el coeficiente de rugosidad de Manning:

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

La ecuación de Manning es válida en unidades del S.I, con (R) en metros y (V) en m/sg, (S) es adimensional. Los valores de η de Manning para varias superficies se muestran en la tabla n°2. Para (V) en pie/sg, y (R) en pies, la ecuación se reescribe como:

$$V = \frac{1,49}{\eta} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

3.3.7. 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 subareas 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.

3.3.8. DISEÑO DE CANALES DE DRENAJES

El objetivo de estos canales es evacuar el exceso de agua, se encargan de controlar el nivel freático, ya que evacuan ágilmente el exceso de aguas lluvias.

El canal de sección trapezoidal es el más recomendable desde el punto de vista práctico, el tipo de sección del canal se lo aplica según la conveniencia.

Para conocer la eficiencia que tiene un canal de drenaje, basta con solo observar el perfil de sus paredes, para así determinar si todavía se encuentra en funcionamiento el dren.

Es importante que el canal evacue todas las aguas por completo, para que así no queden aguas retenidas las cuales dan mal aspecto y por lo consecuente no habrá un correcto drenaje.

El principal objetivo que tienen los canales de drenaje es captar el máximo volumen de los escurrimientos superficiales y sub superficiales. (Munoz, 1991)

Según (Munoz, 1991) Para los canales de sección rectangular se utiliza en menor escala, y aparece en tramos fundamentalmente especiales como son los viaductos, sifones, entre otros.

Los canales rectangulares son especialmente empleados cuando se requiere que las paredes del canal sean resistentes, como también para cuando tenemos flujo gradual y rápidamente variado.

3.3.9. IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE DRENAJES

Se debe tener en cuenta que en el proceso constructivo, hay que tener definido o identificar el impacto ambiental. Todas las etapas constructivas tienen un impacto ambiental, ya sea mínimo o máximo depende de la obra, pero en sí todas alteran el equilibrio ambiental al ejecutar la obra.

En todos los procesos constructivos se debe considerar un efecto de abandono final de la obra, que generan impactos sobre el medio. Los procesos constructivos que se realicen crean un efecto de desequilibrio en el estado natural de la zona donde se genera la obra.

En base a que los impactos ambientales dependen de las características y tipología del medio en el que se efectúa la obra, además se destacan las propiedades más importantes del medio con relación al diseño de la obra. Entre los factores que más se ven afectados son:

- Suelo.
- Agua.
- Aire.
- Biota.
- Medio Socio Económico.

Suelo: La fragilidad en la hora de realizar la construcción de obras de drenaje, la operación y la erosión o pérdida del suelo. Entre los factores que

provocan la erosión están las corrientes de agua, y de aire, principalmente en suelos secos, sin vegetación, entre otros.²

Agua: El agua será impactada fundamentalmente por acciones relacionadas con la construcción de sub-drenes por:

- Descarga de sólidos suspendidos depositados sobre los cuerpos de agua.
- Descarga de compuestos inorgánicos.
- Descargas de nutrientes (suelos con compuesto de nitrógeno, fósforo y potasio).
- Descarga de compuestos contaminantes como gasolina, aceite, ácidos, etc.

En general el agua puede ser afectada en sus propiedades fisicoquímicas por las descargas de los residuos sólidos generados en las diferentes etapas de construcción, operación y mantenimiento y el abandono de los drenajes y subdrenajes, en particular las operaciones de desmonte, limpieza de terrenos y excavación.

Es importante considerar que el diseño adecuado de la obra de subdren va a determinar el evitar o no un impacto negativo permanente. Una obra de drenaje que modifique los escurrimientos naturales.³

² Secretaría De Comunicaciones Y Transporte. (2000). Impacto Ambiental de Proyectos Carreteros. Efectos por la Construcción y Operación del Drenaje y Subdrenajes. México. Pág. 27

³ Secretaría De Comunicaciones Y Transporte. (2000). Impacto Ambiental de Proyectos Carreteros. Efectos por la Construcción y Operación del Drenaje y Subdrenajes. México. Pág.30

Aire: El aire en general puede ser afectado por la operación de la maquinaria involucrada en las operaciones que se lleven a cabo para la construcción de los drenajes y subdrenajes.⁴

Biota: Las Obras de drenaje por un lado contribuyen por un lado a la deforestación aunque esta es marginal por realizarse dentro del perímetro del sector, pero puede generar un efecto en cadena produciendo pérdidas de hábitad que repercuten finalmente en cuestiones de estabilidad, abundancia, diversidad, etc. Tanto en niveles de especies como en comunidades y ecosistemas, los impactos estarán afectando los siguientes aspectos de factores ambientales:⁵

- Estabilidad.
- Abundancia.
- Diversidad.
- Representatividad.
- Singularidad.

Medio Socioeconómico: Los impactos socioeconómicos de las obras de drenaje pueden considerarse menores, puesto que los de mayor influencia están asociadas al sector mismo. Estos pueden resumirse en los siguientes:⁶

- Usos del territorio.

⁴ Secretaria De Comunicaciones Y Transporte. (2000). Impacto Ambiental de Proyectos Carreteros. Efectos por la Construcción y Operación del Drenaje y Subdrenajes. México. Pag.31

⁵ Secretaria De Comunicaciones Y Transporte. (2000). Impacto Ambiental de Proyectos Carreteros. Efectos por la Construcción y Operación del Drenaje y Subdrenajes. México. Pag.32

⁶ Secretaria De Comunicaciones Y Transporte. (2000). Impacto Ambiental de Proyectos Carreteros. Efectos por la Construcción y Operación del Drenaje y Subdrenajes. México. Pág. 32.

- Salud y seguridad.
- Empleo.
- Servicios e infraestructura.
- Paisajes.
- Espacios abiertos.
- Parques y reservas.

4. VISUALIZACION DEL ALCANCE DEL ESTUDIO

Este trabajo de investigación constituye de tipo correlacional, ya que se evaluara el nivel de protección ambiental a través del desarrollo de una metodología para el diseño de una red de drenaje.

4.1. APORTE SOCIAL

El aporte social el cual brinda este proyecto es el de proteger la infraestructura del Centro de Investigación de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí, y por lo tanto de la integridad física de los estudiantes, personal docente, personal administrativos y otras personas que necesitan de servicios generales que deseen realizar actividades en estas instalaciones.

4.2. APORTE ECONOMICO

El aporte económico de este proyecto se fomentó mediante la asignación de la Universidad Técnica de Manabí a cada uno de los autores de un monto correspondiente de \$4.000,00 que fueron invertidos en el pago de mano de obra para la reparación, rehabilitación y protección de las instalaciones del Centro de Investigación de Ciencias Agropecuarias para la cual va orientada esta tesis en uno de los aspectos a considerar en dicha rehabilitación, reparación y protección.

4.3. APORTE CIENTIFICO

El aporte científico consiste en proponer una metodología para el Diseño de una red de drenaje aplicada en el Centro de Investigaciones de Ciencias Agropecuarias en el Centro de investigación de Ciencias Agropecuarias de la

Universidad Técnica de Manabí, de Carácter ambientalista, que servirá de apoyo para futuras investigaciones.

5. ELABORACION DE HIPOTESIS Y DEFINICION DE VARIABLES

5.1. HIPOTESIS

El desarrollo de una metodología para el diseño de una red de drenaje incide en la protección ambiental en los canales y en el Centro de Investigaciones de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí.

5.2. DEFINICION DE VARIABLES

5.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Desarrollo de una metodología para el diseño de una red de drenaje.

5.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Protección ambiental en los canales y el centro de Investigaciones de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí.

5.2.3. TERMINO DE RELACION

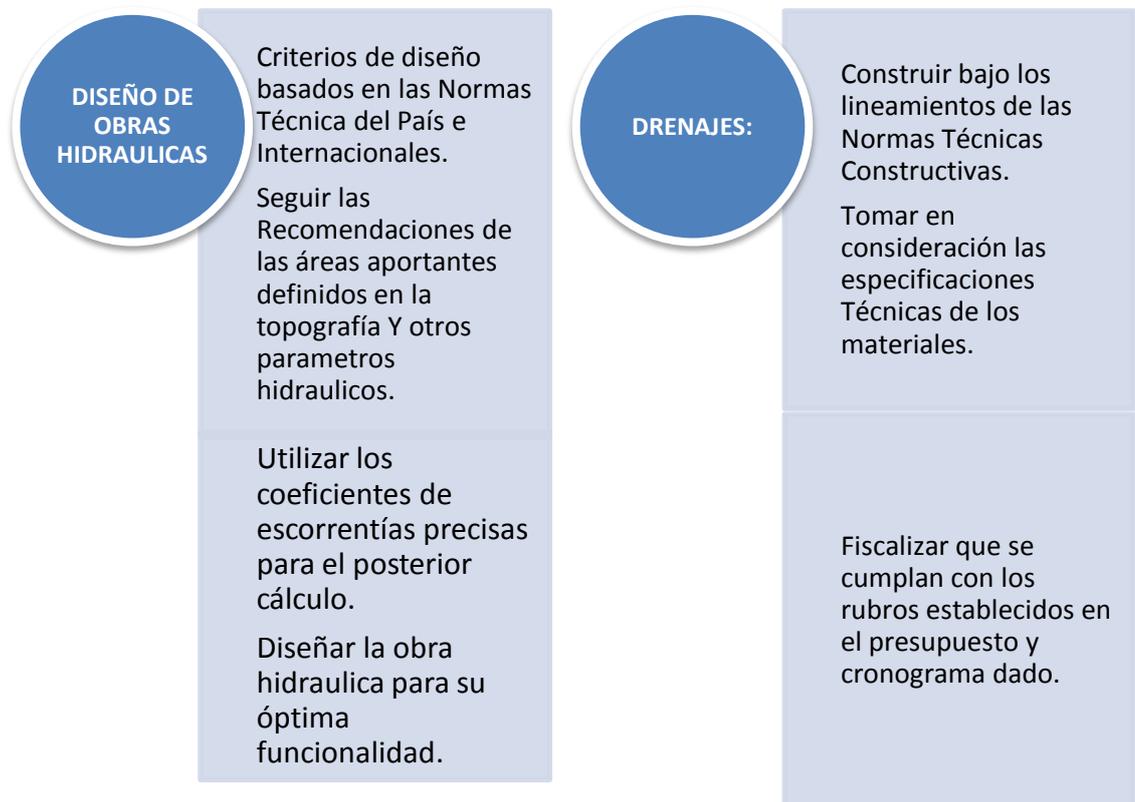
Incide.

6. DESARROLLO DEL DISEÑO DE INVESTIGACION

6.1. CAMPOS DE ACCION

El trabajo del campo de acción se faculta en dos aspectos fundamentales como son:

El Objeto de Estudio como es las Obras Hidráulicas y el Campo de aplicación como son los Drenajes



6.2. OBJETIVOS

6.2.1. 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.

6.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diseño de la tubería correspondiente que forma parte del sub-dren.
- Determinar las dimensiones correspondientes del canal correspondiente al sub-dren.
- Establecer los parámetros ambientales o factores que se ven involucrados en la construcción de sub-drenes.
- Obtener planos y detalles del sub-dren para la posterior construcción.

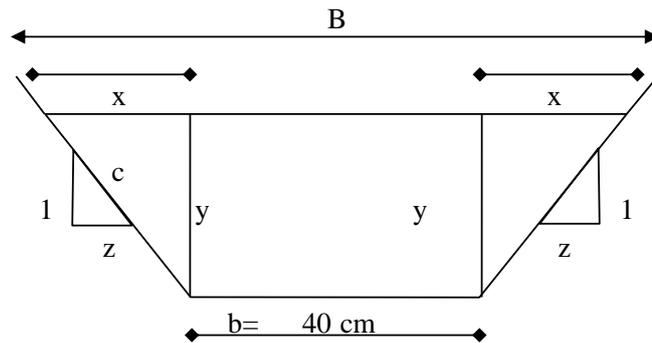
7. DEFINICION Y SELECCIÓN DE MUESTRA

La definición de la muestra y su selección dependerá de las personas a beneficiar, en este caso la muestra será total, ya se analiza en forma integral la protección ambiental en los canales y el Centro de Investigaciones de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí.

8. RECOLECCION DE LOS DATOS

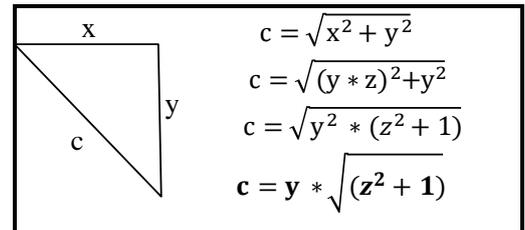
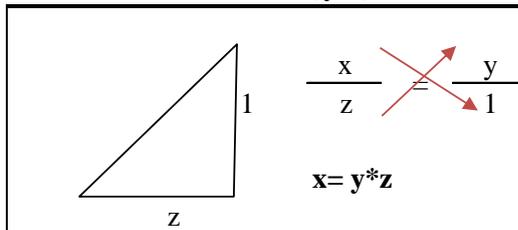
8.1. DISEÑO DE CANAL

1. Una vez que se obtiene el Caudal de Diseño se debe tener otras consideraciones y datos para diseñar la estructura del canal, como son el Coeficiente de Rugosidad, la Pendiente del Canal, y la inclinación del talud, en ser el caso de un canal de forma trapezoidal.
2. El coeficiente de rugosidad está dada por la característica del material por donde se transportara el agua es decir por el material en que está formado el canal, en este caso será de 0,024 que corresponde a un canal de tierra.
3. La pendiente corresponde a la diferencia de alturas entre toda la sección longitudinal del canal, en este caso se optó por una pendiente del 7%.
4. La inclinación del talud estará en la función del suelo, claro está que mientras el suelo sea más arcilloso será mayor la inclinación.
5. Una vez con estos datos, se trabaja en determinar las dimensiones del canal, lo primero en determinar es la base menor del canal, que esta recomendada y es de 40cm, como valor mínimo.



La demás dimensiones se tomaran por la forma geométrica de la misma, como se muestra en el grafico la base mayor (B) es la suma de la base menor más dos veces el valor de (x), tanto el valor de (x) como el valor de (c) son de analizado de forma geométrica aplicando conceptos de geometría básica, es decir el análisis de triángulos.

$$B = b + x + x = b + 2x = b + 2(y * z)$$



Como se puede denotar el Valor de la base mayor queda definida por el remplazo del valor de (x) en función de los análisis de triángulos que se exponen en la gráfica anterior. Quedando el valor de (B) en función de (y) que es la altura del flujo del agua, que es valor que en este caso se necesitara calcular.

Para el cálculo de la altura del flujo, se necesita comparar el caudal que se transportara con las dimensiones del canal, así se toma en consideración la fórmula de Manning para el diseño del mismo, que dice:

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

Donde:

n = Coeficiente de Manning.

R= Radio Hidráulico, definido como el valor del área sobre el perímetro mojado

$R=A/P$.

S= Pendiente del canal.

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

$$A * V = \frac{A}{\eta} * \frac{A^{2/3}}{P} * S^{1/2}$$

Sabiendo: $Q = A * V$

$$Q = \frac{A^{5/3} * S^{1/2}}{\eta * P^{2/3}}$$

Determinado los valores de Area mojada (A), y el Perímetro Mojado, quedando de la siguiente manera:

<p>Perimetro Mojado: (P=b+2c)</p> $P = b + 2(y * \sqrt{(z^2 + 1)})$ $P = b + 2y * \sqrt{(z^2 + 1)}$
<p>Area Mojada</p> $A = \frac{b + B}{2} * y$ $A = \frac{b + (b + 2y * z)}{2} * y$ $A = \frac{2b + 2y * Z}{2} * y$ $A = (b + y * z) * y$
<p>Radio Hidraulico.</p> $R = \frac{A}{P} = \frac{(b + y * z) * y}{b + 2y\sqrt{z^2 + 1}}$

Remplazando en la fórmula: $Q = \frac{A^{5/3} * S^{1/2}}{\eta * P^{2/3}}$; quedando de la siguiente manera:

$$Q = \frac{((b + y * z) * y)^{5/3} * S^{1/2}}{\eta * (b + 2y * \sqrt{z^2 + 1})^{2/3}}$$

Con la formula, está compuesta por varios factores como son (n) cuyo valor se tiene, además de (z) que no es más que la inclinación del talud del canal, (b) que es la base mínima, (S) pendiente de la sección del canal, por ultimo (y) que es la altura del flujo de agua, que al no tener este valor se realiza la iteración hasta poder encontrar el caudal requerido que es el caudal de diseño.

Sin embargo cabe recalcar la altura mínima es de 40 cm, porque la tubería mínima según la norma de diseño para acueductos (MIDUVI) recomienda 25 cm mínimo de diámetro para aguas lluvias, y se debe dejar por lo menos 15 cm de relleno a la tubería entonces como a lo calculado en el diseño de la tubería se agrega los 15 cm mínimos de relleno.

8.2. DISEÑO DE TUBERIA DEL SUBDREN

1. Para el diseño de la tubería se toma valores ya conocidos como el caudal de diseño, y la pendiente que será el mismo del canal ya que la tubería quedara dentro del canal, y el valor del coeficiente de Manning cambia porque la tubería será de PVC cuyo valor es de 0,0011.
2. Una vez teniendo los datos se procede a calcular el diámetro de la tubería para el transporte del caudal $D = 1,548 * \left(\frac{Q*n}{\sqrt{S}}\right)^{3/8}$
3. La velocidad se deberá calcular ya que se debe verificar la velocidad del flujo para el diseño de la misma. $V = \frac{1}{\eta} * R^{2/3} * S^{1/2}$
4. Teniendo en consideración las relaciones hidráulicas recomendadas por el Ing. Ricardo Cuellar, donde se verifica el caudal real de transporte y la velocidad real, se procede a verificar el Número de Froude que debe estar de 0,9, a 1,1; para que sea el diseño factible.

RELACIONES HIDRAULICAS.

Q/Q ₀	V/v ₀	d/D	R/R ₀	H/D
0,86	1,005	0,798	1,219	0,833

$$Q/Q_0 = 0,86$$

Numero de Froude NF= 0,95

Velocidad Real; VF= 1,91 m/sg

Radio Hidraulico R= 0,15

$\tau_0 = \gamma R S$ T ₀ = 10,5
--

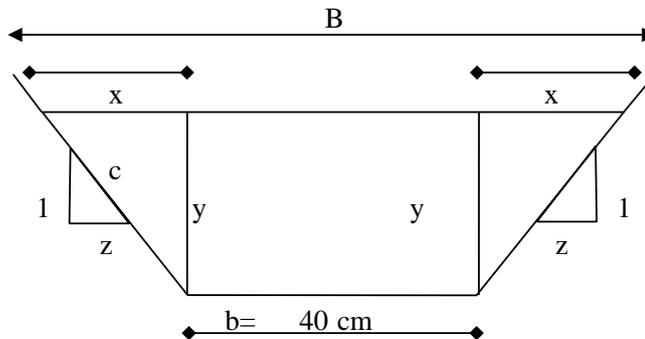
altura del flujo H= 0,42

DISEÑO DE CANAL

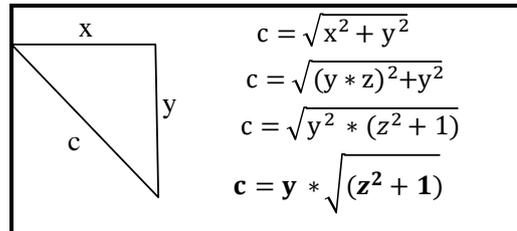
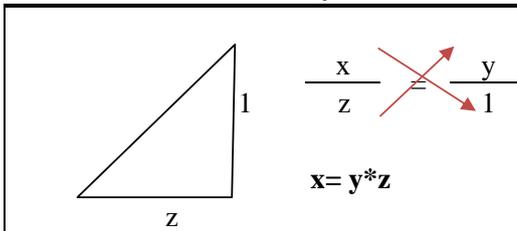
DATOS A UTILIZAR:

Q=	0,32 m ³ /sg	Caudal de diseño.
η=	0,024	Coefficiente de Rugosidad según Manning.
S=	0,007	Pendiente de la seccion del Canal.
z=	1,00	Inclinacion del talud del canal.

Dimensiones:



$$B = b + x + x = b + 2x = b + 2(y * z)$$



Perimetro Mojado: (P=b+2c)

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

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

Area Mojada

$$A = \frac{b + B}{2} * y$$

$$A = \frac{b + (b + 2y * z)}{2} * y$$

$$A = \frac{2b + 2y * z}{2} * y$$

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

Radio Hidraulico.

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

Velocidad en el Canal.

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

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

$$A * V = \frac{A}{\eta} * \frac{A^{2/3}}{P} * S^{1/2}$$

Sabiendo: $Q = A * V$

$$Q = \frac{A^{5/3} * S^{1/2}}{\eta * P^{2/3}}$$

Formula para la dimension, en base al Caudal.

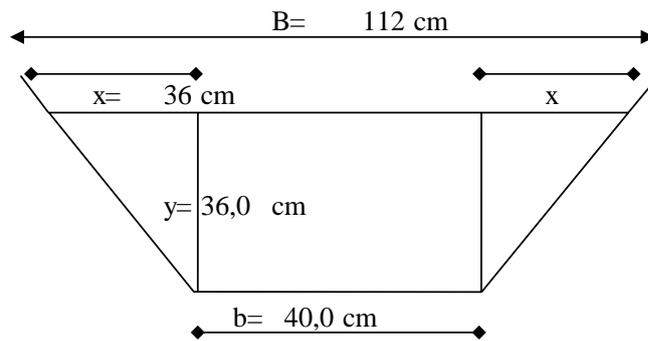
$$Q = \frac{((b + y * z) * y)^{5/3} * S^{1/2}}{\eta * (b + 2y * \sqrt{z^2 + 1})^{2/3}} \quad (F 1.0)$$

Con la fórmula (F1.0) , esta compuesta por varios factores como son (η) cuyo valor se tiene, además 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

$$Q = \frac{((b + y * z) * y)^{5/3} * S^{1/2}}{\eta * (b + 2y * \sqrt{z^2 + 1})^{2/3}}$$

$Q = 0,32 \text{ m}^3/\text{sg}$
 $b = 0,4 \text{ mt}$
 $z = 1$
 $\eta = 0,024$
 $S = 0,007$
 $y = 0,36$

0,32 = 0,32 OK



DISEÑO DE LA TUBERIA DEL SUB DREN

DATOS A UTILIZAR:

$Q = 0,32 \text{ m}^3/\text{sg}$ Caudal de diseño.
 $\eta = 0,011 \text{ PVC}$ Coeficiente de Rugosidad según Manning.
 $S = 0,007$ Pendiente de la seccion del Canal.

Diseño del Diametro de la tubería.

$$D = 1,548 * \left(\frac{Q * n}{\sqrt{S}} \right)^{3/8}$$

$$D = 1,548 * \left(\frac{0,31 * 0,009}{\sqrt{0,008}} \right)^{3/8}$$

$D = 0,47 \text{ mt} = 47,2 \text{ cm} = 18,9 \text{ plg} = \boxed{20 \text{ plg}} = 0,50 \text{ mt}$

$Q_0 = 0,312 \left(\frac{D^{8/3} S^{1/2}}{\eta} \right)$ Velocidad: $V = \frac{1}{\eta} * R^{2/3} * S^{1/2}$
 $Q_0 = 0,37 \text{ m}^3/\text{sg}$ $V = 1,90 \text{ m/sg}$

RELACIONES HIDRAULICAS.

Q/Q ₀	V/v ₀	d/D	R/R ₀	H/D
0,86	1,005	0,798	1,219	0,833

$Q/Q_0 = 0,86$

Numero de Froude
 $NF = 0,95$

Velocidad Real;
 $VF = 1,91 \text{ m/sg}$

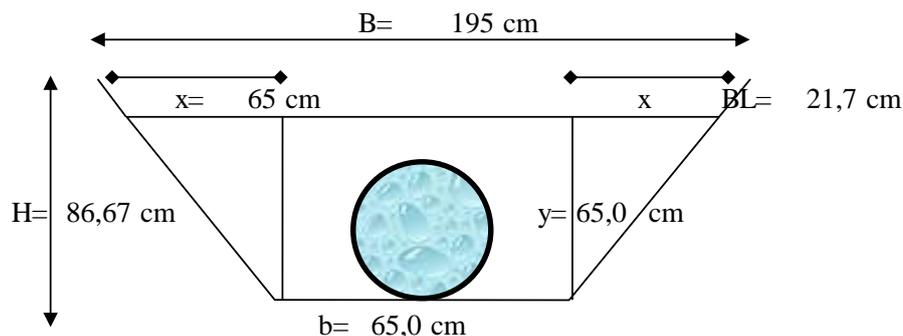
Radio Hidraulico
 $R = 0,15$

$\tau_0 = \gamma R S$
 $T_0 = 10,5$

altura del flujo
 $H = 0,42$

Sin embargo la altura minima es de 40 cm, porque la tubería 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 tubería entonces como a lo calculado en el diseño de la tubería se agrega los 15 cm minimos de relleno quedando las dimensiones finales de la siguiente manera:

Diametro de la tubería = 50 cm



9. ANALISIS DE LOS DATOS

Se consideró el diseño de un canal trapezoidal como el más factible por sus características hidráulicas y estructural, ya que cumplen con los parámetros permisibles de rugosidad, pendiente del sector en la ubicación del canal, las características geométricas incluyendo el área mojada y perímetro, lo que conlleva en forma directa a la protección ambiental del Centro de Investigación de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí.

Se recomienda la aplicación de materiales que sean amigables con el ambiente y la aplicación de mallas que cubran a la tubería para evitar la acumulación de residuos; además de la metodología para el diseño de una red de drenaje en cuanto al calculo del subdren.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

10.1 CONCLUSIONES.

- En el diseño de toda obra civil la parte fundamental es la estimación precisa y exacta de las secciones para que la obra sea operativa en su totalidad, concluyendo que el diseño de la tubería del sub-dren debe ser óptima para que en el flujo de caudal no exista problema alguno.
- Se concluye que las dimensiones del canal en donde reposa la tubería debe ser la correspondiente al cálculo, ya que la colocación de la tubería del sub-dren debe ser adecuada y el canal tiene que facilitar dicha colocación.
- Según el análisis ambiental sobre el diseño de sub-drenes se puede concluir que hay que tomar todas las consideraciones para la realización de informe que sea oportuno a la hora de construir para apaciguar el impacto de las obras civiles.
- Elaborando y procesando la información hidráulica se puede concluir que las el diseño del sub-dren se concluye con la elaboración de planos y detalles constructivos que faciliten la posterior construcción del mismo, sin descuidar el aspecto ambiental.

10.2. RECOMENDACIONES.

- Se puede recomendar que el diseño de la tubería debe ser preciso la estimación del diámetro del mismo, para la circulación del fluido sea óptimo y cumpla con las condiciones hidráulicas de los fluidos.
- Se debe realizar una buena estimación de las características geométricas y secciones del canal, incluyendo el tipo de suelo y la pendiente el talud, controlando así la erosión y el desgaste de las paredes controlando así el impacto generado en el ambiente.
- La recomendación del manejo ambiental es de responsabilidad profesional, tanto para el diseño y construcción de un sub-dren, utilizando así las recomendaciones para provocar el mínimo impacto de dicha obra.
- Se recomienda utilizar de mejor manera los detalles, planos, especificaciones técnicas y el informe ambiental para que la construcción posterior del sub-dren cumpla con los lineamientos constructivos, sin descuidar el impacto ambiental.

11.- PRESUPUESTO

Nº	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Transporte	\$120,00
2	Materiales y equipos de oficina	\$125,00
3	Fotocopias	\$ 53,20
4	Impresiones	\$60,50
5	Empastado del Trabajo de titulación	\$50,00
6	Gastos imprevistos	\$100,00
	SUBTOTAL:	\$ 508,70
7	Compra de materiales de construcción y pago de mano de obra, para la rehabilitación del Centro de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí.	\$ 8.000,00
	TOTAL:	\$8.508,70

11. CRONOGRAMA VALORADO

Actividades	Julio				Agosto				Septiembre				Recursos		
	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	Humanos	Materiales	Financieros
Investigación bibliográfica y de campo		X	X	X									Autor y Tutor de Tesis	Transporte y Materiales y Equipos de oficina	\$ 100,00
Elaboración del informe de tesis							X	X	X				Autor de Tesis	Materiales y Equipos de oficina	\$ 100,00
Presentación del Informe de Tesis													Autor de Tesis	Materiales y Equipos de oficina	\$ 100,00
Revisión de tesis de la tutora. Correcciones presentadas por los autores Informe del Revisor										X	X		Autores y Tutora	Fotocopias, Materiales y Equipos de oficina	\$ 98,40
Entrega del Informe Final del Trabajo de titulación corregido												X	Autor de Tesis	Impresión	\$ 110,57
Aprobación y Sustentación de trabajo de titulación												X	Autor y tribunal de Revisión y Evaluación de Tesis	Empastado del trabajo de titulación	\$ 50,00
														TOTAL	508,97

La compra de materiales de construcción y pago de mano de obra, para la rehabilitación del Centro de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Manabí fueron realizadas a:

- Angela Cantos Macias el 29 de Enero de 2015 depositado por el Sr. Fabian Pinargote Mendoza por el monto de \$ 4000 para pago de maestro de instalación de cubierta

- Pago de material DIPANEL DPS 0.40x3600 10 unidades facturado el 21 de enero del 2015, valor total \$ 270,48
- SOLDADURA AGA 6011 1/8` de 50kg y PLATINA 4x1/4 (100x6)` 2 unidades, facturado el 19 de enero del 2015, valor total \$ 418,12
- TIÑDER GALON 15 unidades, facturado el 19 de enero del 2015, valor total \$ 224,28
- FRISO GALVALUM 0.40mm de 97.80m, CABALLETE GALVALUM LISO PEQUEÑO 27 unidades, TORN. AUT. 10x16x3/4 C/NEOPREN` 4345 unidades, TORN. AUT. 12x14x21/2 C/NEOPRO` 298 unidades, facturado el 28 de enero del 2015, valor total \$ 1.329,62
- Pago de Mano de obra al Sr Silva Laje Victor Alfonso, facturado el 20 de marzo del 2015, con valor total \$ 1.000
- SOLDADURA SOLDEX 1/8, facturado el 3 de marzo del 2015, con valor total \$31,90
- CABLE I. TRIPLEX 3x4, CABLE I. BATERIA #1/0, CABLE I. AUTOM. 12m, CONECTOR MT 1/2`, TACO FISHER, TORN.T.P. 1x8`, GRAPA EMT 1/2` UNA, facturado el 24 de abril del 2015, con valor total \$ 426,02
- SOLDADURA SOLDEX 1/8, facturado el 10 de marzo del 2015, valor total \$ 15,95
- TRES TUBO 1x1.57, facturado el 12 de marzo del 2015, valor total \$ 31,50

- TRES LIBRAS DE SOLDADURA, CIEN PERNOS PARA TECHO, facturado el 3 de septiembre del 2015, valor total \$ 9,10
- VARILLA CUADRADA 1/2` cuatro unidades, facturado el 11 de marzo del 2015, valor total 30,00
- POLEA AEREA 80 cuatro unidades, facturado el 5 de marzo del 2015, valor total 40,00
- ESMALTE TAN VERDE ESMERALDA GL. Ocho unidades, facturado el 5 de marzo del 2015, valor total \$ 143,99
- CUATRO TUBOS 110x3, facturado el 23 de septiembre del 2015, valor total \$ 30,00

Son 8000, ocho mil/00 dólares americanos

Valor total invertido 8508,97, ocho mil quinientos ocho/97 dolares americanos

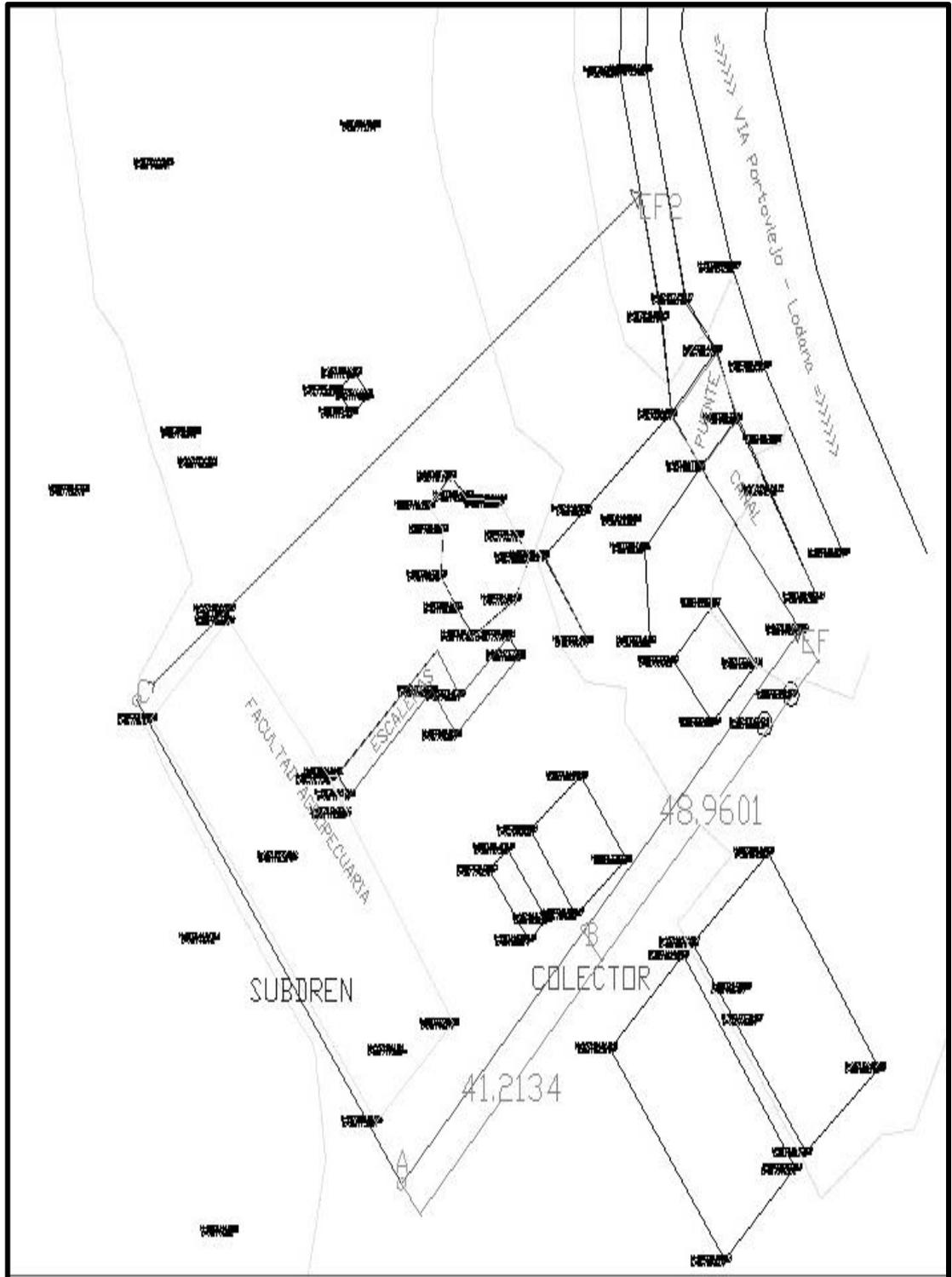
BIBLIOGRAFIA

- Arocha, S. (1983). *Cloacas y drenajes*. Caracas, Venezuela: Ediciones vega .
- Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recursos aguas; Norma de calidad ambiental de recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados (2014). Ministerio del Ambiente
- Bogota, A. M. (2011). *Sistemas de Drenajes Urbanos*. Bogota, Colombia.: Secretaria Distrital de Ambiental.
- Cadavid., J. (2006). *Hidraulica de Canales. Fundamentos*. Medellin, Colombia.: Fondo Editorial Universidad.
- Carciente. (1980). *carreteras*.
- Carmona, R. P. (2013). *Diseño y Construcción 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.

ANEXOS

ANEXO 1



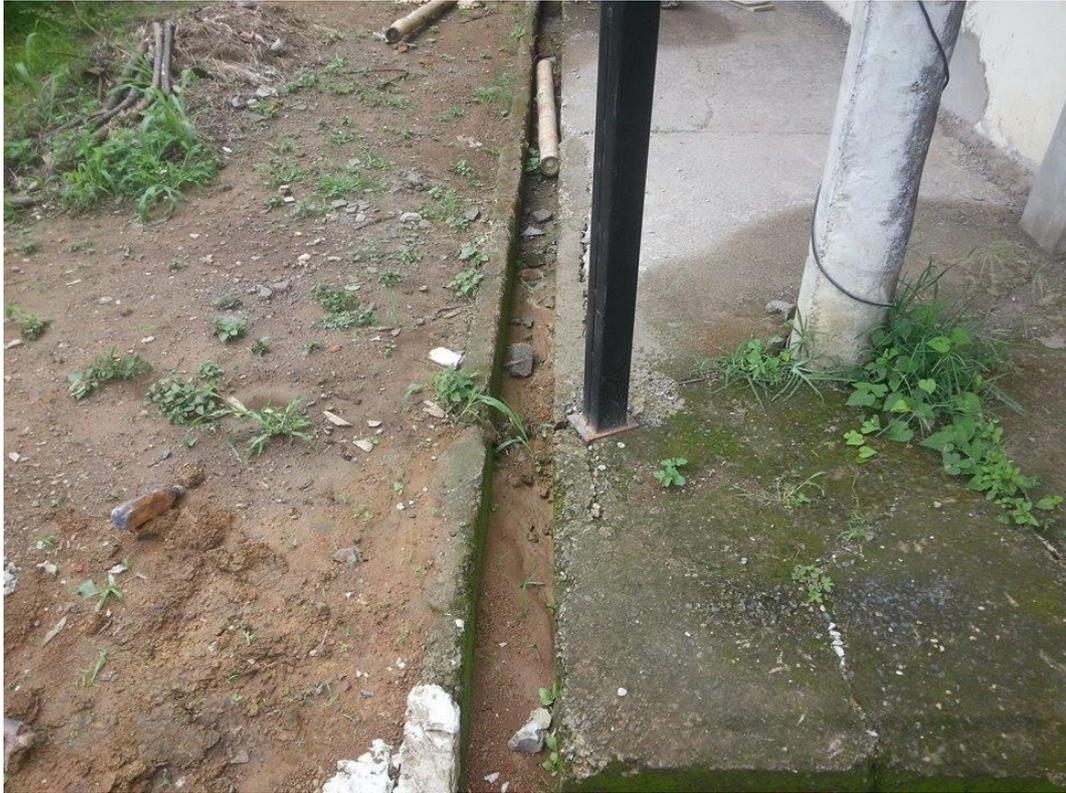
Vista en Planta del Trazado del Sub-dren.

ANEXO 2



Parte posterior del centro de investigación de Ciencias Agropecuaria

ANEXO 3



Sistema de drenaje existente.

**ANEXO 4. PLANOS
FINALES.**