



**UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TESINA DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

TEMA:

**“DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE
ALCANTARILLADO PLUVIAL, PARA EL BARRIO
AMAZONAS DE LA CIUDAD DE JIPIJAPA”**

AUTOR:

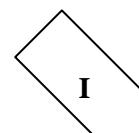
VÍCTOR HUGO MATUTE CEDEÑO

TUTOR:

ING. CV. MANOLO JULIÁN CASTRO SOLÍS

JIPIJAPA – MANABÍ- ECUADOR

2011





UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI

Creada el 7 de Febrero del año 2001, según Registro Oficial N° 261

PROGRAMA DE TITULACION MODALIDAD SEMINARIO DE FIN DE CARRERA

ACTA/015 DE SUSTENTACION POR EL SISTEMA DE SEMINARIO DE FIN DE CARRERA, PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL DE LA UNIDAD ACADEMICA CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION

En la ciudad de Jipijapa, Provincia de Manabí, a los cuatro días del mes de Julio del año dos mil once, siendo las 15H00, en el Salón Auditorium de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicado en el edificio Central Calle Santistevan entre Mejía y Alejo Lascano, se constituye el Tribunal de sustentación presidido por: Ing. Jorge Climaco Cañarte Murillo, Mg. Sc. Rector de la Universidad, Ec. Wilkins Álvarez Pincay, Mg. Sc. Director del Programa de Titulación, e integrado por los siguientes miembros: Ing. Manolo Castro Solís, Miembro del Tribunal de Sustentación, Ing. Miguel Fienco Sánchez, Miembro del Tribunal de Sustentación, para receptor la sustentación del trabajo de tesina del egresado: **MATUTE CEDEÑO VICTOR HUGO**. Quien ha cumplido con todo el proceso académico de rigor, como requisito prescrito en la Ley de Educación Superior y los Estatutos de la Universidad, se ha matriculado y aprobado todos los semestres y ha elaborado su trabajo de tesina sobre el tema **“DISEÑO Y CALCULO HIDRAULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, PARA EL BARRIO AMAZONAS DE LA CIUDAD DE JIPIJAPA”** que ha sido aprobado.

Luego de la sustentación rendida ante este tribunal, se recogió la evaluación que dio como resultado **10,00 (DIEZ)**.


Acto seguido, el presidente del Tribunal procedió a declararlos aptos para conferirles el Título de Ingeniero Civil, todo en presencia del Secretario General – Procurador de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, que certifica.-


Ing. Climaco Cañarte Murillo, Mg. Sc.
RECTOR


Ec. Wilkins Álvarez Pincay, Mg. Sc.
DIRECTOR DEL PROGRAMA


Ing. Manolo Castro Solís
MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Ing. Miguel Fienco Sánchez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL


Dr. Antonio González Vázquez
SECRETARIO GENERAL PROCURADOR



AGRADECIMIENTO

Una vez culminado este trabajo de investigación debemos dejar constancia de nuestro sincero y profundo agradecimiento:

A la Universidad Estatal del Sur de Manabí, a los miembros de la Comisión de la Modalidad de Graduación por el Sistema de Programa de Seminario, Elaboración y Sustentación de Tesina, quienes introdujeron las correcciones pertinentes para mejorar el trabajo.

A cada uno de los docentes de cada etapa de estudio por las orientaciones en el desarrollo de este proceso.

A la Unidad Académica de Ciencias de la Construcción, en especial a las autoridades, a las personas que colaboraron para obtener la información y así poder culminar la investigación planteada.

Víctor Hugo Matute Cedeño

DEDICATORIA

DEDICO ESTE TRABAJO:

A DIOS creador,

Por permitirme alcanzar tan anhelada meta.

A mis padres,

Víctor Hugo Matute González

Nelly Herminda Cedeño Bailón

por darme la vida y estar siempre a mi lado.

A mis hermanos,

Guadalupe, Hugo y Ana María. Por darme el apoyo y respeto que nos une.

A ellos quiero que sientan que todos sus esfuerzos y dedicaciones han sido de mucha ayuda en mi formación como persona. Y les dedico con mucho amor esta tesina.

Víctor Hugo Matute Cedeño

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Grado, cuyo tema es: "DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, PARA EL BARRIO AMAZONAS DE LA CIUDAD DE JIPIJAPA", PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ, corresponde al egresada: SR. VICTOR HUGO MATUTE CEDEÑO exclusivamente y los derechos patrimoniales de la misma a la Universidad Estatal del Sur de Manabí.



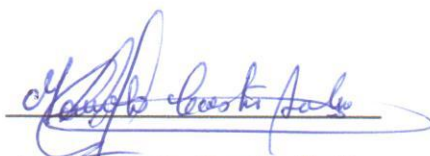
VICTOR HUGO MATUTE CEDEÑO

CERTIFICACIÓN

En mi calidad Director de Tesina de Grado de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado la tesina sobre el Tema **“DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, PARA EL BARRIO AMAZONAS DE LA CIUDAD DE JIPIJAPA”**, PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ, del egresado: SR. VÍCTOR HUGO MATUTE CEDEÑO, considero que el mencionado trabajo investigativo cumple con los requisitos y tiene los méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del jurado examinador.

En honor a la verdad,



Ing. Manolo Castro Solís

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Los conceptos, ideas y planteamientos que se exponen en el presente trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad de sus autores. El patrimonio de la misma es de propiedad de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Víctor Hugo Matute Cedeño

INDICE

TEMA	1
PRESENTACIÓN	2
INTRODUCCIÓN	3
JUSTIFICACION	4
OBJETIVOS	5
DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	6
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	7
DIAGNOSTICO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	8
APLICACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS	9
GENERALIDADES	9
ÁREAS DE DRENAJE	10
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	11
COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	12
PERIODO DE RETORNO	15
INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	17
CAUDAL DE DISEÑO	19
DISEÑO DE LA RED	19
DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE UN	
ALCANTARILLADO	20
ALGUNOS CONCEPTOS Y CRITERIOS SOBRE SISTEMAS	
DE ALCANTARILLADO	26
TABULACIÓN DE DATOS DE FLUJO	
PARA DISEÑO	29

CÁLCULO	-----	30
PRESUPUESTO	-----	35
CRONOGRAMA	-----	36
CONCLUSIONES	-----	37
RECOMENDACIONES	-----	38
ALTERNATIVAS	-----	41
BIBLIOGRAFÍA	-----	43
ANEXOS	-----	44

1. TEMA

“DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO
PLUVIAL, PARA EL BARRIO AMAZONAS DE LA CIUDAD DE JIPIJAPA”

2. PRESENTACIÓN

El presente documento contiene el Diseño y Cálculo Hidráulico de la Red de Alcantarillado Pluvial, para el Barrio Amazonas de la Ciudad de Jipijapa, el mismo que se basa verificando las especificaciones técnicas, normas y ordenanzas vigentes.

El diseño se inicia con la identificación de la zona de servicio, las condiciones socio-económicas de la población a beneficiarse del servicio, e infraestructura necesarias para el desarrollo del mismo.

En el estudio del Diseño y Cálculo Hidráulico de la Red de Alcantarillado Pluvial, para el Barrio Amazonas de la Ciudad de Jipijapa, se detallan las disposiciones generales para su construcción, la alternativa de diseño, la hidráulica del sistema, y su disposición final de las aguas.

3. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las ciudades se tiene la necesidad de evacuar las aguas de lluvia para evitar que se inunden las viviendas, los comercios, las industrias y otras áreas de interés. Es así que la urbanización incrementa los volúmenes de agua de lluvia que escurren superficialmente, debido a la impermeabilidad de las superficies de concreto y pavimento. Por ello, las conducciones artificiales para evacuar el agua son diseñadas con mayor capacidad que la que tienen las corrientes naturales existentes.

Un sistema de alcantarillado pluvial esta constituido por una red de conductos e instalaciones pluviales complementarias que permiten la operación, mantenimiento y reparación del mismo. Su objetivo es la evacuación de las aguas pluviales, que escurren sobre las calles y avenidas, evitando con ello su acumulación y propiciando el drenaje de la zona a la que sirven.

El Diseño de un Alcantarillado Pluvial, se establece en función de los datos pluviométricos que determinen los sistemas e instrumentos existentes en la zona por región hidráulica y de no ser así, se podrán utilizar datos o valores de zonas con características climáticas similares estos datos los proporciona el Instituto Nacional de Meteorología E Hidrología (INAHMI), obteniendo de esta manera las cantidades de precipitación requeridas.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado de la investigación en un sector que esta en constante crecimiento poblacional y desarrollo urbanístico.

En la ciudad de Jipijapa, existen varios sectores que en épocas de invierno tienen problemas debido a las intensas lluvias, provocando acumulación de agua pluvial en diferentes lugares, principalmente afectando las calles y el ornato del lugar.

La población actualmente no cuenta con los servicios básicos lo cual hace que las condiciones de salubridad en la que viven los moradores de la comunidad del barrio Amazonas de la Ciudad de Jipijapa, no sean las mejores, puesto que debido a la falta de infraestructura necesaria, los habitantes de esta zona y en especial los infantes estén mas expuestos a contraer enfermedades que son peligrosas y pueden causar hasta la muerte por la no evacuación de las aguas pluviales.

Por lo cual esta Tesina sobre el Diseño y Cálculo Hidráulico de la Red de Alcantarillado Pluvial, para el Barrio Amazonas de la Ciudad de Jipijapa, les dará una alternativa para la construcción del Alcantarillado Pluvial en este sector, proporcionándoles así uno de los servicios básicos que se requiere para tener un mejor estatus de vida.

5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL:

- Realizar el Diseño y Cálculo Hidráulico de la Red de Alcantarillado Pluvial, para el Barrio Amazonas de la Ciudad de Jipijapa, que sea, técnicamente y económicamente ejecutable, que permita evacuar y descargar las aguas pluviales de la comunidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer las condiciones físicas y características del sector en estudio
- Determinar las características hidráulicas de cada uno de los elementos que componen un sistema de alcantarillado pluvial.
- Emitir conclusiones y recomendaciones generales respecto al tipo de diseño y cálculos, tomando en cuenta las características específicas de la infraestructura.

6. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El alcance al que se pretende llegar con el presente estudio es el de mejorar las condiciones de vida de la población del Barrio Amazonas, de la ciudad de Jipijapa de tal forma que se propenda a lograr su desarrollo social, sostenible y sustentable, porque permitirá el desarrollo del medio físico ya que se ubica a la entrada de la ciudad.

De acuerdo a esta información se determinó que este trabajo estará orientado a presentar una solución a la problemática, presentando para el efecto el diseño de alcantarillado pluvial, con el fin que todos los pobladores cuenten con el servicio básico.

7. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el sector del Barrio Amazonas de la Ciudad de Jipijapa; no cuenta con el sistema de Alcantarillado Pluvial.

8. DIAGNÓSTICO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad son pocos sectores de la ciudad de Jipijapa que no cuenta con alcantarillado Pluvial, lo que constituye con el problema de desarrollo local, el mismo que hace injustificable la adquisición de terrenos o lotes en los sectores que no cuentan con los servicios básicos.

Y como ya tenemos conocimientos que sin el alcantarillado, una ciudad esta propensa a los problemas de progreso agravantes de la población.

Pero con el desarrollo de la presente Tesina damos una alternativa en lo que es el Diseño y Cálculo Hidráulico de la Red de Alcantarillado Pluvial, para el Barrio Amazonas de la Ciudad de Jipijapa.

9. APLICACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN LA ELABORACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

ALCANTARILLADO PLUVIAL

9.1. GENERALIDADES

Cuando en la atmosfera se condensan las nubes, estas se descargan lloviendo la misma que llega en forma de agua cayendo en mares, ríos y ciudades; mientras esta agua caiga en los mares, ríos y en zonas no habitadas no existe problema alguno, pero cuando cae en zonas pobladas que no tienen drenaje natural o no poseen la infraestructura básica para evacuar las aguas lluvia, se presentan serios problemas de inundaciones, deslaves, etc., hay buscar entonces soluciones adecuadas.

Una de estas soluciones es el sistema de evacuación de aguas lluvias, por medio de conductos llamados alcantarillado. Este sistema se lo llama **ALCANTARILLADO PLUVIAL**, y cumple con la función específica de evacuar no solo aguas lluvias, sino también aquellas provenientes de calles, patios, techos, parques, lavado de carros.

Un sistema de alcantarillado basa su cálculo y diseño en la cantidad de agua que pueda desalojar, existiendo varios métodos para obtener este dato, siendo el Método Racional, el cual emplearemos en la presente tesina.

Para la aplicación de este método se necesita conocer la intensidad de precipitación en la zona donde se va a diseñar, el tiempo de concentración, la frecuencia de precipitación. Interesan más las precipitaciones de alta intensidad y poca duración

que permitan alcanzar el punto máximo de creciente en poco tiempo, también se requiere conocer las áreas de drenaje y el coeficiente de escurrimiento; es decir que para diseñar un sistema de alcantarillado pluvial eficiente es necesario conocer todos estos parámetros que permitan evaluar las precipitaciones, infiltración y el escurrimiento superficial y subterráneo del área donde va a servir el sistema.

9.2. ÁREAS DE DRENAJE

Para aplicar el método racional en el diseño de una red de alcantarillado pluvial debe delimitarse para efecto de cálculo las áreas tributarias de drenaje de cada registro, considerándose como tales las áreas de calles, patios interiores, zonas cubiertas donde se acumule el agua lluvia en el momento de una precipitación.

La línea de delimitación de cada área de drenaje sigue generalmente calles y callejones, así con la pendiente natural del terreno, siendo su posición tal, que incluya toda el área que drena hacia su registro y excluyan todas las áreas que viertan hacia otro lugar.

9.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (T_c)

El tiempo de concentración es aquel que se toma una gota de lluvia sin ningún retardo anormal para llegar a un sumidero o desagüe pluvial desde el punto más alejado del área de drenaje. Es preciso conocer este tiempo si en el proyecto se utilizará el método racional; o sencillamente se determinará soltando un pedazo de papel en la parte más alejada de la vertiente durante el período que dure la precipitación.

El tiempo de concentración varía según el uso de la zona de estudio, necesiándose de experiencia e investigación para llegar a obtener un valor confiable del mismo, por lo que es recomendable utilizar los diferentes valores aconsejados por varios autores, siendo los más representativos los indicados en la tabla 01.

TABLA 01	
Tiempo de concentración (Tc)	
FAIR Y GEYER	
Zonas	Minutos
Áreas comerciales	5 - 10
Áreas de apartamentos y negocios	10 - 15
Áreas residenciales	20 - 30
HARDENBERGT	
Zonas	Minutos
Áreas comerciales	5 - 7
Áreas de apartamentos y negocios	5 - 7
Áreas residenciales	7 - 10
Áreas suburbanas	10 - 12

Según **BABBIT Y BAUMANN**, establecen un **tiempo mínimo de 3 minutos y un máximo de 20 minutos**, dependiendo de la pendiente, la impermeabilidad de la superficie, la distancia que tiene que recorrer el agua hasta el punto de captación, entre otros.

En el Ecuador el **ex – IEOS** (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias), recomienda valores de **5 a 15 minutos** para zonas densamente pobladas y de **20 a 30 minutos** para zonas residenciales.

Generalmente es preferible considerar resultados obtenidos en la práctica; en vista de tales circunstancias optamos por escoger un valor que esté acorde a las características descritas en la tabla 01, del sitio donde se desarrolla este trabajo siendo confiable un tiempo de concentración (**Tc**) de **10 minutos**.

9.4. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)

El coeficiente de escurrimiento o impermeabilidad se define esencialmente como la relación entre el volumen de lluvia neta (o de esorrentía) y la lluvia total.

Este coeficiente depende de muchos factores, tales como: la pendiente, el área de drenaje, el tipo de cobertura del área, evaporación, permeabilidad y grado de saturación del suelo e intensidad de la precipitación.

Existen valores que pueden ser tomados en cuenta, como por ejemplo: cuando la superficie fuera impermeable se podría asumir un coeficiente igual a uno. En ciertos estudios se ha podido determinar que los índices de escurrimiento son sumamente bajos en los primeros cinco minutos y éstos se elevan cuando el suelo se encuentra saturado, y después decrece para los tiempos subsiguientes.

Al depender de varios factores el coeficiente de escurrimiento, entonces para elegir un valor confiable para determinado proyecto se necesitará de un análisis exhaustivo de cada uno de estos elementos, por lo que para tener una idea del rango de variación de dicho coeficiente, se detallan en la tabla 02 algunos valores experimentales adoptados por varios autores.

TABLA 02	
Coeficiente de escurrimiento (C)	
FAIR Y GEYER	
Tipo de construcción	Coeficiente
Distritos mercantiles	0,70 - 0,95
Distritos comerciales	0,60 - 0,85
Distritos industriales	0,55 - 0,80
Zonas de apartamentos	0,50 - 0,70
Zonas de casas individuales	0,25 - 0,60
Parques	0,25
GUERRE	
Tipo de construcción	Coeficiente
Edificación muy densa	0,90
Zonas densamente pobladas	0,60 - 0,70
Zonas menos densas	0,40 - 0,60
Barrios residenciales	0,20 - 0,30
Zonas industriales	0,20 - 0,30
Plazas, jardines, parques	0,50 - 0,20
HANDERBERGT	
Tipo de construcción	Coeficiente
Calles y áreas comerciales	0,85 - 0,90
Casas de apartamentos y negocios	0,70 - 0,75
Áreas residenciales	0,50 - 0,65
Áreas suburbanas	0,30 - 0,50

El **ex-IEOS** para calcular este coeficiente consideraba factores como impermeabilidad del suelo, distribución de aguas lluvias, retención y retardación.

Estimando los diferentes tipos de cobertura de un área drenada el ex-IEOS, recomendaba los siguientes valores detallados en la tabla 03.

TABLA 03	
Coeficiente de escurrimiento (C)	
Ex – IEOS	
Tipo de superficies	Coeficiente
Cubiertas metálicas o teja vidriada	0,95
Cubierta con tejas ordinarias o impermeabilizadas	0,90
Pavimentos asfálticos	0,85 - 0,90
Pavimentos de hormigón	0,80 - 0,85
Empedrado (juntas pequeñas)	0,75 - 0,80
Empedrado (juntas ordinarias)	0,40 - 0,50
Superficies no pavimentadas	0,10 - 0,30
Parques y jardines	0,05 - 0,25

Además, el ex-IEOS establecía que: “Considerando áreas en conjunto de una zona por drenar se puede fijar valores medios del coeficiente de escurrimiento para diseños que no requieren un ajuste preciso de este coeficiente y que depende del carácter general de la zona” ver valores en tabla 04.

TABLA 04

Coeficiente de escurrimiento por zonas drenadas	
Zonas	Coeficiente
Comerciales o densamente pobladas	0,70 - 0,90
Adyacentes a las comerciales	0,50 - 0,70
Residenciales con casas separadas	0,25 - 0,50
Suburbanas no desarrolladas totalmente	0,11 - 0,50

Al barrio en estudio de nuestra tesina se la puede agrupar características perimetrales dentro de un área en conjunto de una zona suburbana no desarrollada totalmente, entonces de las normas señaladas por el **Ex-IEOS**, instituto regulador en nuestro país y considerando los criterios de los autores antes mencionados, fijaremos un coeficiente de impermeabilidad de 0.10.

9.5. PERÍODO DE RETORNO

El periodo de retorno se asocia con el uso del suelo en el área de estudio, para tal efecto se pueden usar los valores de las tablas 05 – 06 siguientes:

TABLA 05

TIPO DE USO	T _F , EN AÑOS
Zona de actividad comercial	5.0
Zona de actividad industrial	5.0
Zona de edificios públicos	5.0
Zona residencia multifamiliar de alta densidad (*)	3.0
Zona residencia unifamiliar y multifamiliar de baja densidad	1.5
Zona recreativa de alto valor e intenso uso público	1.5
Otras áreas recreativas	1.0

(*) Valores mayores a 100 hab/ha

TABLA 06

TIPO DE VIALIDAD	T _F , EN AÑOS
Artería.- Autopista urbana y avenidas que garantizan la comunicación básica de la ciudad.	5.0
Distribuidora.- Vías que distribuyen el tráfico proveniente de la vialidad arterial o que la alimentan.	3.0
Local.- Avenidas y calles cuya importancia no traspasa la zona servida.	1.5
Especial.- Acceso e instalaciones de seguridad nacional y servicios públicos vitales.	10.0

Según el ex-IEOS, para adoptar un valor del período de retorno, se debe considerar la importancia de la zona, debido a que es mayor el daño posible a medida que aumenta el valor de las propiedades, **es así que para sectores comerciales se estima un período de retorno de 5 a 10 años y para sectores residenciales se estima un período de retorno de 1 a 3 años.**

9.6. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación es la máxima precipitación probable que se podría esperar ocurriera en una cuenca específica. El cálculo de la precipitación máxima probable se basa en la ocurrencia simultánea de los valores máximos de los factores meteorológicos que se combinan para formar la precipitación, también se fundamenta en datos pluviométricos existentes en las zonas de estudio o en zonas de características climáticas similares, se preparan las curvas de intensidad, duración y frecuencia correspondientes que servirán para la determinación de la intensidad de lluvia.

El **ex-IEOS** para determinar el tiempo de concentración empleado en el cálculo de la intensidad toma en cuenta factores como: rugosidad de la superficie, pendiente, magnitud de importancia de la zona y forma del área drenada, recomendando para áreas comerciales 10 minutos y para residenciales 20 minutos.

Para el cálculo final del valor de I pueden tomarse las siguientes frecuencias, tabla 07.

TABLA 07

Tuberías y subcolectores	2 a 5 años
Colectores	5 a 10 años
Obras especiales (sifones invertidos, protección en inundaciones, descargas)	10 a 20 años

Para determinar la intensidad de lluvia, se mencionó que se deben tener las curvas de intensidad, duración y frecuencia para el lugar en estudio; para el presente proyecto usaremos la precipitación máxima maximorum en 24 horas proporcionadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Dado que en Jipijapa no existe una estación pluviométrica realizaremos el cálculo con los datos que se obtienen en la Estación de Julcuy cuyo radio de alcance es de 20 km y estando Jipijapa dentro de estos límites, bien se pueden considerar estos valores de manera representativa para la estimación de la intensidad de precipitación.

$$5 \text{ min} \leq t \leq 50 \text{ min} \quad I = \frac{2,95T^{0,14}}{t^{0,43}} p_{\text{máx}} 24\text{horas}$$

$$50 \text{ min} \leq t \leq 120 \text{ min} \quad I = \frac{9,43T^{0,14}}{t^{0,43}} p_{\text{máx}} 24\text{horas}$$

Donde:

T= período de retorno en años

t= tiempo de duración en minutos

pmáx24h= precipitación máxima en 24 horas

9.7. CAUDAL DE DISEÑO

Definido cada uno de los parámetros que intervienen en la obtención del caudal de diseño por el Método Racional, se aplica para cada tramo la fórmula en la que tiene su base este método, la cual es:

$$q = C * I * A$$

q= caudal máximo de diseño en m³/seg

C= coeficiente de escorrentía

I= intensidad de lluvia en mm/h

A= área tributaria en km²

9.8. DISEÑO DE LA RED

En el diseño de la red de alcantarillado pluvial para ubicar las tuberías, sumideros, cunetas, pozos de revisión, tratamos en lo posible de aprovechar la gradiente de las calles para evitar excavaciones de gran profundidad.

Para el diseño hidráulico de tuberías y colectores se empleará la conocida fórmula de Manning, estableciendo criterios de velocidades de flujo mínimas y máximas, profundidad de las zanjas para la tubería, entre otros, los mismos que fueron expuestos anteriormente.

Se establecerán diámetros de tuberías que oscilan entre 250 mm como mínimo y 500 mm como máximo.

Con el fin de tener una idea clara de la función que desempeña cada uno de los elementos constitutivos de un Sistema de Alcantarillado, detallamos a continuación una breve descripción de estos elementos.

9.8.1. POZOS DE REVISIÓN

Los pozos de revisión son estructuras usadas en los alcantarillados para mantener y revisar líneas y colectores. Se construyen generalmente de hormigón simple, o mampostería de ladrillo enlucidos interiormente. Se ubican en las interacciones de dos o más tuberías, cambios de dirección, diámetros o cambio de pendientes.

9.8.2. POZOS DE CAÍDAS DE SALTOS

Son pozos de revisión para evitar caídas demasiadas altas que producen erosión y por consiguiente la destrucción del fondo del pozo, además producirá malestar en la limpieza. También se usan cuando se tienen gradientes altas longitudinalmente, lo que producirá velocidades muy altas en los colectores. En dicho caso al pozo se le adosa un tramo vertical desde la tubería de llegada con finalidad de que el flujo ingrese por la parte inferior del tubo, completamente con la instalación de un codo de 90° anclado todo en un bloque de concreto simple.

9.8.3. SUMIDEROS

Son estructuras que permiten la entrada de las aguas lluvias al alcantarillado, se ubican en las calles juntos a los bordillos, generalmente en las esquinas o sitios en los cuales el proyectista crea conveniente ubicarlos.

Los sumideros deben llevar rejillas metálicas a la entrada para evitar el ingreso de palos, piedras u otros objetos mayores.

Además estos sumideros deben contar con un desarenador para recoger arenas que son arrastradas por aguas lluvias por las calles.

9.8.4. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Recolectan las aguas lluvia de las casas, están formadas por una caja de recolección construida en la línea de fábrica de las viviendas unidas por tuberías de 150mm, que a su vez se conectan con los colectores del alcantarillado.

9.8.5. LLUVIA DE DISEÑO

Es la altura de precipitación medida para una duración y frecuencia determinada.

9.8.6. LLUVIA MÁXIMA DIARIA

Es la lluvia máxima que se pueda registrar en un periodo de 24 horas, pudiéndose tomar así para efectos de cálculo.

9.8.7. INTENSIDAD DE LLUVIA

Es la cantidad de lluvia medida como altura por unidad de tiempo. Normalmente está medida en milímetros por hora, o sea mm/h.

9.8.8. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Es la relación entre los volúmenes totales de escurrimiento superficial y los volúmenes totales de precipitación.

9.8.9. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Es el Lapso de tiempo necesario para que la escorrentía llegue desde el punto más alejado de un área tributaria, al punto considerado.

9.8.10. TIEMPO DE ESCURRIMIENTO

Es el tiempo que tarda e agua en recorrer un tramo determinado de un colector.

9.8.11. GRADIENTE DE ENERGÍA (Gradiente Hidráulico)

Es la línea imaginaria que une los valores de energía hidráulica total en diferentes secciones transversales de un sistema. La gradiente hidráulica o de energía, es siempre descendente, pues de ella deben restarse todas las pérdidas de energía. Solo en caso de introducirse energía por bombeo, generarse un ascenso de la gradiente de energía.

9.8.12. VELOCIDADES MÁXIMAS

Es la máxima velocidad permitida en los ductos de un sistema de alcantarillado, con la exclusiva intención de evitar la erosión de sus diferentes partes.

9.8.13. VELOCIDADES MÍNIMAS

Es la mínima velocidad permisible en las alcantarillas, con el propósito de prevenir los procesos de sedimentación de material sólido y ayudar a los procesos de auto limpieza.

9.8.14. ALCANTARILLA CURVA

Es aquella que sigue la curvatura de una calle.

9.8.15. BÓVEDAS

Es la superficie curva que sirve para cubrir el espacio superior de un determinado canal.

9.8.16. CUNETAS

Elementos de las calles a través de las cuales circula superficialmente el agua lluvia, hasta ingresar al sistema de ductos o colectores, a través de los sumideros.

9.8.17. SIFONES INVERTIDOS

Son tuberías que trabajan a presión y son utilizadas en los sistemas de alcantarillado para cruzar lugares con depresiones topográficas.

9.8.18. CONEXIONES CLANDESTINAS INDEBIDAS

Son aquellas que a nivel domiciliario permiten el ingreso de aguas residuales domésticas a las descargas de un alcantarillado pluvial conectadas directamente a un río, una quebrada o a un estero, sin tratamiento previo.

9.8.19. CLAVE DE UNA TUBERÍA

Es cualquier punto superior extremo de la parte externa de una tubería en un sistema de alcantarillado.

9.8.20. INVERT O PLANTILLA DE UN TUBO

Es cualquier punto inferior interno en una tubería de un sistema de alcantarillado.

9.8.21. SOLERA

Es la superficie del fondo de un conducto cerrado, canal o acequia.

9.8.22. AUTOLIMPIEZA

Es el proceso a través del cual, la misma velocidad del flujo en un conducto, impide los procesos de sedimentación de partículas sólidas.

9.8.23. ÁREAS TRIBUTARIAS

Son los espacios o superficies que reciben y contribuyen al escurrimiento de aguas residuales y/o aguas pluviales a un sistema de alcantarillado.

9.8.24. CUENCAS TRIBUTARIAS

Son áreas o superficies receptoras de las precipitaciones, que alimentan de manera parcial o total el escurrimiento de un curso de agua.

9.8.25. CAPACIDAD HIDRÁULICA

Es la capacidad de transporte de un conducto de características definidas y para determinadas condiciones.

9.8.26. ANÁLISIS ESTADÍSTICO HIDROLÓGICO

Es el estudio de los datos hidrológicos observados en un determinado, espacio de tiempo, con el propósito de efectuar su proyección para un periodo mayor de tiempo.

9.8.27. FRECUENCIA

Es el periodo-dentro del cual un evento de determinada magnitud se puede volver repetitivo, ya sea igualando sus valores o superando los mismos.

9.8.28. INTERVALO DE FRECUENCIA

(Periodo de retorno). Es el lapso promedio dentro del cual se espera que un evento sea igualado o superado en su magnitud.

9.8.29. PERIODO DE DISEÑO

Es el periodo al final del cual una obra diseñada se estima que estará trabajando a los límites de su saturación.

9.8.30. CAUDAL DE AGUAS LLUVIAS

Es el volumen de agua por unidad de tiempo de escurrimiento superficial, producto de una precipitación.

9.9. ALGUNOS CONCEPTOS Y CRITERIOS SOBRE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

9.9.1. AGUAS LLUVIAS O PLUVIALES

Son aquellos volúmenes de las precipitaciones ocurridas particularmente durante las etapas invernales, acumuladas en una unidad de tiempo de escurrimiento superficial y que son aportadas por los terrenos y canales, de acuerdo al grado de permeabilidad que tengan dichos elementos.

9.9.2. ALCANTARILLA

Es un conducto a través del cual fluyen las aguas negras o residuales, el agua pluvial u otro tipo de desechos.

9.9.3. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Es el conjunto de alcantarillas o tuberías y obras complementarias, necesarias para la recolección de aguas pluviales. Este sistema de alcantarillas, generalmente incluye todos los ductos entre los extremos de los sistemas de drenajes de calles y terrenos, hasta los puntos de disposición final.

9.9.4. SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

Son diseñados específicamente para transportar y evacuar el agua producto de las lluvias, del lavado de calles y otras aguas superficiales, hasta los lugares de disposición., como son ríos, esteros, quebradas o a los océanos.

9.9.5. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

De acuerdo a la función que cumplen y al tipo de efluente que se maneje, encontraremos tres clases:

- ✓ Sistemas de alcantarillado separados
- ✓ Sistemas de alcantarillado combinados, y;
- ✓ Sistemas de alcantarillado mixtos

9.9.5.1. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SEPARADOS

Consisten en dos sistemas de redes independientes; la primera, para transportar y evacuar exclusivamente las aguas sanitarias o negras y la segunda, para recoger y transportar exclusivamente las aguas producto de las escorrentías de origen pluvial.

9.9.5.2. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO COMBINADOS

Estos sistemas conducen todas las aguas residuales domésticas y simultáneamente, las aguas de escorrentía pluvial.

9.9.5.3. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO MIXTOS

Son producto de la combinación de los dos sistemas anteriores, dentro de una misma área urbana; debiendo entenderse, que una zona tendría alcantarillados separados y otra los tendrá combinados; o sea que no toda el agua de escorrentía pluvial se dispondría en los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

9.9.5.4. SELECCIÓN DEL TIPO DE ALCANTARILLADO

Dependiendo del tipo de área a servirse, y previo el mutuo acuerdo entre el proyectista y la entidad que provee y norma los diseños y construcción de sistemas de alcantarillado, el **ex – IEOS**; considerará la posibilidad de utilizar el nivel del sistema de recolección lluvias que corresponda a dicha área urbana. En general se consideran tres niveles, que incrementan su complejidad desde el Nivel 1 (el más simple), al Nivel 3 (alcantarillado convencional).

Esta selección está determinada primeramente en relación directa con la situación económica de la comunidad a servir, de la topografía, de la densidad poblacional y del tipo de abastecimiento de agua potable existente:

- **NIVEL 1:** Corresponde a comunidades rurales con casas dispersas, con calles sin ningún tipo de acabado superficial o trazado urbano específico.

- **NIVEL 2:** Es compatible con comunidades que ya tengan algún tipo de trazado de calles, con tránsito vehicular y que la concentración de las casas sea mayor, de modo que se justifique la instalación de tuberías de alcantarillado.

- **NIVEL 3:** Será aplicado y utilizado en ciudades o en comunidades más desarrolladas, en las que los diámetros calculados caigan dentro del patrón de un alcantarillado convencional. Cabe indicar que en una misma comunidad,

será posible aplicar varios niveles, dependiendo de las características de la zona servida.

9.10. TABULACIÓN DE DATOS DE FLUJO PARA DISEÑO

Para el diseño de la red de alcantarillado pluvial usaremos un cuadro de cálculo que contiene esencialmente lo siguiente:

Columna 1: Nombre de la calle en estudio

Columna 2: Número de tramo

Columna 3: Pozos de revisión, cota arriba y abajo del tramo

Columna 4: Longitud del tramo

Columna 5: Área contribuyente parcial

Columna 6: Tiempo de concentración (Tc)

Columna 7: Coeficiente de escurrimiento

Columna 8: Resultado de la multiplicación de: (Área contribuyente parcial * Coeficiente de escurrimiento)

Columna 9: Sumatoria de áreas a portantes del tramo en mención más áreas a portantes de tramos anteriores

Columna 10: Cálculo de la intensidad de precipitación (l/s/Ha)

$$I = \left(\frac{2,95T^{0,14}}{t^{0,43}} p_{máx} 24horas \right) / 0,36$$

Columna 11: Resultado de la multiplicación de: (Cálculo de la intensidad de precipitación * Sumatoria de áreas a portantes)

Columna 12: Diámetro asumido

Columna 13: Pendiente (Cota aguas arriba-cota aguas abajo / longitud del tramo)

$$S = \frac{H_1 - H_2}{L} \quad (\text{Columna 19} - \text{columna 20} / \text{columna 4})$$

Columna 14: Velocidad a tubo lleno calculada con la fórmula de Manning

$$V = \frac{r^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Columna 15: Caudal de aguas lluvias a tubo lleno

$$Q = \frac{A}{V}$$

Columna 16: Tiempo de recorrido del flujo

(Longitud del tramo/60 (velocidad Tubo lleno))

Columna 17: Desnivel del tramo (Pendiente/1000*longitud del tramo)

Columna 18: Salto, generalmente 0,05 cm

Columna 19: Cota del terreno en los pozos de revisión (Cota arriba del tramo
Cota abajo del tramo)

Columna 20: cota de proyecto (cota – (1.2m)-(diámetro asumido/1000))

Columna 21: cota de proyecto – cota de terreno

9.11. CÁLCULO

DATOS PRELIMINARES:

1.- Tiempo de Concentración (Tc):	10 minutos
2.- Coeficiente de escurrimiento (C):	0.10
3.- periodo de retorno:	3 años
4.- Tiempo máximo de duración de la lluvia:	15 minutos
5.- pmáx 24 horas:	62.09 mm/hora
6.- Coeficiente de Manning:	0.011 PVC

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA**ESTACION: M169 JULCUY**

precipitaciones maximas por año

Año	Mes	Precipitación Máxima (mm)
2000	Febrero	41.50
2001	Marzo	67.90
2002	Marzo	61.60
2003	Febrero	82.70
2004	Marzo	43.60
2005	Abril	45.30
2006	Enero	115.00
2007	Abril	68.4
2008	Marzo	32.8
	SUMA	558.8

Promedio de las precipitaciones los años anteriores	62.09
--	--------------

AREAS APORTANTES POR POZOS

POZO # 1	POZO # 2	POZO # 3
0.05	0.05	0.03
0.03	0.05	0.05
0.08	0.19	0.07
0.06	0.03	0.08
0.02	0.02	0.06
0.19	0.08	0.29
0.43	0.42	
POZO # 4	POZO # 5	POZO # 6
0.04	0.05	0.02
0.18	0.05	0.04
0.12	0.19	0.23
0.34	0.29	0.10
		0.39
POZO # 7	POZO # 8	POZO # 9
	0.07	0.24
CAMBIO DE DIRECCION	0.04	0.24
	0.09	
	0.02	
	0.22	
POZO # 10	POZO # 11	POZO # 12
0.24	0.05	0.07
0.24	0.30	0.02
0.16	0.08	0.09
0.23	0.10	
0.08	0.53	
0.04		
0.99		
TOTAL DE AREAS APORTANTES		4.23 Ha

CALLE	TRAMO	POZOS	LONGITUD (m)	AGUAS LLUVIAS								TUBERÍA				T. (Muj. L. (seg)	H (m)	V. CAL. (m/s)	COTA		COEF. DE CO	OBRERA/O BRAS
				ÁREA PAVIMENT. (Ha)	TIEMPO CO. REPT. (s)	COEFICIENTE ESC.	ÁREA EQUIVALENTE		IIO,36 (litro/Ha)	Caudal q (l/s)	D (mm)	S (‰)	LLENA		TIPO TUBERIA				PISO VEGETO			
							PAVIMENT. (Ha)	ACCION DE AGUA (Ha)					V (m/s)	Q (l/s)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
		1																322.651	321.201	1.45		
1ª de Julio	1		39.33	0.43	10.00	0.10	0.04	0.04	185.19	7.96	250	25	2.26	111.12	0.29	0.93	0.05	321.706	320.218	1.49	BIEN	
		2																325.485	324.035	1.45		
Callejon 1	2		23.95	0.29	10.00	0.10	0.03	0.03	185.19	5.37	250	153	5.69	279.96	0.07	3.73	0.05	321.706	320.251	1.46	BIEN	
		2																321.706	320.251	1.46		
		4																321.087	320.637	1.45		
Amazonas	3		63.89	0.34	10.00	0.10	0.03	0.03	185.19	6.30	250	114	4.83	237.29	0.24	7.85	0.05	323.298	321.784	1.51	BIEN	
		5																323.298	321.784	1.51		
		3																323.298	321.784	1.51		
Callejon 3	4		36.33	0.15	10.00	0.10	0.02	0.05	185.19	9.07	300	95	4.98	352.24	0.12	3.45	0.05	319.963	318.332	1.63	BIEN	
		6																319.963	318.332	1.63		
		2																321.706	320.251	1.46		
Callejon 1	5		40.61	0.42	10.00	0.10	0.04	0.11	185.19	21.11	350	46	3.84	369.73	0.13	1.87	0.05	319.963	318.332	1.58	BIEN	
		6																319.963	318.332	1.58		
		6																319.963	318.332	1.58		
Callejon 1	6		59.51	0.39	10.00	0.10	0.04	0.31	185.19	57.04	350	7	1.50	144.23	0.66	0.42	0.05	323.675	317.966	5.71	BIEN CONTRAPE	
		7																323.675	317.966	5.71		
		3																322.278	320.828	1.43		
Chile	7		100.00	0.22	10.00	0.10	0.02	0.02	185.19	4.07	250	193	6.37	312.73	0.26	19.80	0.05	312.501	311.028	1.47	BIEN	
		10																312.501	311.028	1.47		
		9																316.203	314.753	1.45		
Chile	8		56.19	0.34	10.00	0.10	0.02	0.02	185.19	4.44	250	66	3.68	180.55	0.25	3.71	0.05	312.501	311.044	1.46	BIEN	
		10																312.501	311.044	1.46		
		7																323.675	317.966	5.71		
Callejon 1	9		79.37	0.99	10.00	0.10	0.10	0.45	185.19	83.89	350	93	3.46	525.71	0.24	7.40	0.05	312.501	310.566	1.93	BIEN	
		10																312.501	310.566	1.93		

	10																312.501	310.901	1.60		
Calles 1	10		75.22	0.60	10.00	0.10	0.06	0.51	185.19	95.00	400	96	4.63	582.43	0.27	4.21	0.05				BIEN
	11																308.565	306.689	1.88		

	11																308.565	306.689	1.88		
Imbabura	11		35.59	0.09	10.00	0.10	0.01	0.52	185.19	96.67	400	11	2.05	258.14	0.29	0.39	0.05				BIEN
	12																308.180	306.297	1.88		

	12																308.180	306.297	1.88		
Imbabura	12		30.00	-	10.00	0.10	-	0.52	185.19	96.67	400	88	5.31	730.12	0.09	2.64	0.05				BIEN
	DF																305.542	303.657	1.88		

10. PRESUPUESTO

TABLA DE PRECIOS Y CANTIDADES

OBRA: ALCANTARILLADO PLUVIA
SITIO: BARRIO AMAZONAS - CANTON JIPIJAPA
ELABORADO: VICTOR HUGO MATUTE CEDEÑO
FECHA: Jun-11

#	RUBROS	UND.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Nivelación y replanteo	m ²	9,033.68	0.70	6,323.58
2	Excavación manual para zanja	m ³	15.12	4.20	63.50
3	Excavación a maquina	m ³	915.13	4.20	3,843.53
4	Colocación de colchón de arena	m ³	18.48	12.13	224.16
5	Adq. e Inst. de Tub. Novafort Serie 6 250mmX 6mt.	ml	235.11	19.08	4,485.90
6	Adq. e Inst. de Tub. Novafort Serie 6 300mmX 6mt.	ml	31.01	12.67	392.90
7	Adq. e Inst. de Tub. Novafort Serie 6 350mmX 6mt.	ml	153.49	12.67	1,944.72
8	Adq. e Inst. de Tub. Novafort Serie 6 400mmX 6mt.	ml	123.13	12.67	1,560.06
9	Hormigón simple f'c= 180 kg/cm ² para anclaje	m ³	5.55	140.85	781.72
10	Construcción de pozo de visita prof. =1,80 m	U	6.00	281.48	1,688.88
11	Construcción de pozo de visita prof. =2,00 m	U	6.00	303.88	1,823.28
12	Construcción de caja de sumideros tipo	U	42.00	68.40	2,872.80
13	Empate a los pozos construidos	U	12.00	7.85	94.20
14	Prueba de tubería de Tub. Novafort Serie 6 250mmX 6mt.	ml	235.11	0.25	58.78
15	Prueba de tubería de Tub. Novafort Serie 6 300mmX 6mt.	ml	31.01	0.16	4.96
16	Prueba de tubería de Tub. Novafort Serie 6 350mmX 6mt.	ml	153.49	0.16	24.56
17	Prueba de tubería de Tub. Novafort Serie 6 400mmX 6mt.	ml	123.13	0.16	19.70
18	Relleno con material de excavación	m ³	746.88	1.75	1,307.04
19	Caseta de guardiana	U	1.00	200.53	200.53
20	Letrero de identificación de la obra	U	1.00	67.80	67.80
TOTAL OFERTA					27,782.59

SON: VEINTISIETE MIL SETECIENTOS OCHENTA Y DOS 59/100 DÓLARES AMERICANOS

11. CRONOGRAMA

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO

OBRA ALCANTARILLADO PLUVIA
SITIO BARRIO AMAZONAS - CANTON JIPIJAPA
ELABORADO: VICTOR HUGO MATUTE CEDAÑO

FECHA: Jun-11
PLAZO: 30 DÍAS CALENDARIO

N°	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	DÍAS			
						10	10	10	
1	Nivelación y replanteo	m2	9,033.68	0.70	6,323.58	9,033.68			
2	Excavación manual para zanja	m3	15.12	4.20	63.50	15.12			
3	Excavación a maquina	m3	915.13	4.20	3,843.53	915.13			
4	Colocación de colchón de arena	m3	18.48	12.13	224.16	18.48			
5	Adq. e Inst. de Tub. Navafant Serie 6 250mmX 6mt.	ml	235.11	19.08	4,485.90	78.37	74.72	74.72	
6	Adq. e Inst. de Tub. Navafant Serie 6 300mmX 6mt.	ml	31.01	12.67	392.90	10.34	1,495.30	1,495.30	
7	Adq. e Inst. de Tub. Navafant Serie 6 350mmX 6mt.	ml	123.13	12.67	1,544.72	41.04	10.34	10.34	
8	Adq. e Inst. de Tub. Navafant Serie 6 400mmX 6mt.	ml	123.13	12.67	1,560.06	41.04	191.37	191.37	
9	Hermigón simple f'c= 180 kg/cm ² para anclaje	m3	5.55	140.85	781.72	521.12	41.04	41.04	
10	Construcción de paza de visita prof. -1,80 m	U	6.00	281.48	1,688.88	5.55	521.12	521.12	
11	Construcción de paza de visita prof. -2,00 m	U	6.00	303.88	1,823.28	781.72	6.00	6.00	
12	Construcción de caja de sumidero tipo	U	42.00	68.40	2,872.80	1,688.88	6.00	1,823.28	
13	Empate a las paza construídas	U	12.00	7.85	94.20	42.00	2,872.80	2,872.80	
14	Prueba de tubería de Tub. Navafant Serie 6 250mm	ml	235.11	0.25	58.78	12.00	94.20	94.20	
15	Prueba de tubería de Tub. Navafant Serie 6 300mm	ml	31.01	0.16	4.96	235.11	58.78	58.78	
16	Prueba de tubería de Tub. Navafant Serie 6 350mm	ml	153.49	0.16	24.56	31.01	4.96	4.96	
17	Prueba de tubería de Tub. Navafant Serie 6 400mm	ml	123.13	0.16	19.70	153.49	24.56	24.56	
18	Relleno con material de excavación	m3	746.88	1.75	1,307.04	123.13	19.70	19.70	
19	Carota de guardiana	U	1.00	200.53	200.53	746.88	1,307.04	1,307.04	
20	Letrero de identificación de la obra	U	1.00	67.80	67.80	1.00			
TOTAL						\$ 27,782.59			
INVERSIÓN PARCIAL							13,025.14	11,545.16	3,137.57
INVERSIÓN ACUMULADA							13,025.14	24,570.30	27,707.87
X AVANCE PARCIAL							46.88%	41.56%	11.29%
X AVANCE ACUMULADO							46.88%	88.44%	100.00%

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA APLICAR ALTERNATIVA SELECCIONADA

12.1. CONCLUSIONES

- Las velocidad máxima permisible en alcantarillados pluviales, podrán ser mayores que aquellas adoptadas para caudales sanitarios continuos, pues los caudales de diseño del alcantarillado pluvial ocurren con más frecuencia.
- Las obras componentes del sistema de alcantarillado se designarán en lo posible, para sus periodos óptimos de diseño.
- El Periodo Óptimo de diseño de una obra de ingeniería, está en función del Factor Económico de Escala y de la Tasa de Actualización (Costo de Oportunidad del Capital).
- Dado que los componentes principales de un proyecto de alcantarillado presentan diversos Factores de Economía de Escala, éstos pueden considerarse justificable, dimensionar para diferentes periodos intermedios de diseño.
- Como regla general, las obras con Economía de Escala significativa se diseñan para la capacidad final de diseño y las de pequeñas Economía de Escala se diseñan para periodos más cortos, de ser posibles múltiplos del periodo final.
- Consideraremos además las facilidades de ampliación y el IMPACTO AMBIENTAL que produce la ejecución de la obra.

- Para la selección de los materiales de las tuberías, se considerarán las características físico-químicas de las aguas y su septicidad; la agresividad y otras características del terreno; las cargas externas; la abrasión y otros factores que puedan afectar la integridad del conducto.
- Cuando se utilicen canales para transporte de agua de escorrentía pluvial, su sección transversal puede ser trapezoidal o rectangular. Es preferible la sección trapezoidal para los canales de grandes dimensiones, debido al bajo costo que genera la construcción de las paredes inclinadas; la profundidad del canal deberá incluir un borde libre del 5 % al 30 % de la profundidad, de operación o del máximo tirante líquido que se produzca.
- Las tuberías y su cimentación, deben diseñarse de forma que no resulten dañadas por las cargas externas; debiendo tomar en cuenta el ancho y la profundidad de la zanja para el cálculo de dichas cargas.

12.2. RECOMENDACIONES

- En los sistemas de alcantarillado, los pozos de revisión se colocarán en todos los cambios de dirección, cambios de pendiente (exceptuando el caso de alcantarillas curvas) y en las afluencias de los colectores. La máxima distancia entre pozos de 100 m.

- Las tuberías y colectores seguirán, en general las pendientes del terreno natural, también formarán las mismas hoyas primarias y secundarias que dicho terreno posea. En general, se proyectarán como canales o conductos sin presión y se calcularán tramo por tramo.
- Los gastos de cada tramo serán, proporcionales a la superficie afluyente en su extremo inferior y a la tasa de escurrimiento calculada.
- Las tuberías de red para el alcantarillado pluvial, se instalarán en el centro de la calzada.
- Las diferentes tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficientes para lograr coleccionar las aguas de lluvias de las casas más bajas en uno y otro lado de la calzada.
- Para cuando las tuberías deban soportar tránsito vehicular, como seguridad se deberá considerar un relleno mínimo de 1,2 m. de altura sobre la clave del tubo; pero siempre observando las separaciones establecidas anteriormente.
- Los diámetros mínimos que deberán usarse en las tuberías de los sistemas de alcantarillado pluviales, es el siguiente:
ALCANTARILLADO PLUVIAL: 0,25 m. (250 mm)
- Para las conexiones domiciliarias en alcantarillados, el diámetro mínimo a utilizar es el siguiente, SISTEMAS PLUVIALES: 0,15 m. (150 mm)

- Así mismo, las tuberías de estas conexiones domiciliarias deberán poseer una pendiente mínima del 1 %.
- En las redes de alcantarillado pluvial, para cuando ocurra el caudal máximo instantáneo, la velocidad mínima en cualquier época del año será de 0,9 m/s.
- Tanto en alcantarillado sanitario como en el pluvial, cuando las velocidades no permitan los procesos de auto limpieza, sobretodo para los primeros años de vida, se podrá aumentar la pendiente para lograr este propósito. Si esta forma de solución no es practicable, se diseñará un programa especial de limpieza y mantenimiento para el sistema o los tramos afectados.
- La abertura superior libre del pozo será como mínimo de 0,6 m., en cambio el diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie, se construirá preferiblemente utilizando una forma tronco - cónica excéntrica, para facilitar el descenso al interior del pozo y de acuerdo a la profundidad del mismo, en la parte vertical de la pared del pozo se empotrará una escalera o peldaños, que permitan y garanticen un fácil acceso al interior del pozo o a los colectores.
- La tapa de los pozos de revisión será circular y construidas generalmente de hierro fundido; tapas de otros materiales, como por ejemplo de hormigón armado, podrán utilizarse previa aprobación del MIDUVI. Las tapas irán aseguradas al cerco mediante pernos o mediante algún dispositivo que impida su

apertura o libre extracción por parte de personas no autorizadas, evitando de esta, manera la pérdida de estos accesorios o la introducción de objetos extraños al sistema de alcantarillado.

12.3. ALTERNATIVAS

- Que la solera de las tuberías nunca formen gradas ascendentes, pues éstas constituyen obstrucciones que fomentan la acumulación de sedimentos.
- Que la gradiente de energía sea continua y descendente, razón por la que las pérdidas de carga deberán considerarse en la gradiente de energía.
- Que la tubería nunca funcione llena y que la superficie del líquido, según los cálculos hidráulicos de posibles saltos, curvas de remanso y otros fenómenos, siempre esté por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases.
- Que la capacidad hidráulica del sistema sea suficiente para el caudal de diseño, con una velocidad de flujo que produzca auto limpieza.
- Las velocidades máximas admisibles en tuberías y colectores dependen de material que están fabricadas y de su acabado, o recubrimiento interior. En la siguiente tabla se recomiendan ciertos valores para las velocidades máximas a tubos lleno y los coeficientes de rugosidad recomendados.

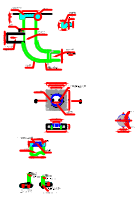
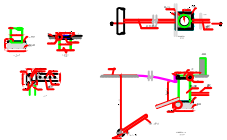
- La conexión domiciliaria se iniciará con una estructura denominada CAJA DE REVISIÓN o CAJA DOMICILIARIA, a la cual llegará la conexión intra domiciliaria. El objetivo básico de la caja domiciliaria es hacer posible las acciones de limpieza de la conexión domiciliaria., por lo que en su diseño se tendrá en consideración este propósito, razón por la que su sección transversal mínima libre será de 0.6 m. x 0.6 m. y su profundidad será determinada por la necesidad y requerimientos de cada caso.

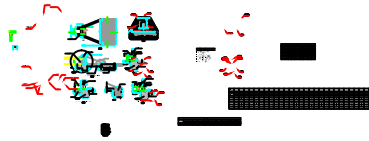
13. BIBLIOGRAFÍA

- Manual sobre cálculo de alcantarillado pluvial – Enciclopedia Wikimedia Commons.
- Normas técnicas EX-IEOS.
- Apuntes Modulo V – Alcantarillado Pluvial – Ing. Manolo Castro Solís.
- Apuntes Ingeniería Sanitaria – Ing. José López Farfán.
- www.lenntech.es/alcantarillado-pluvial.htm

14. ANEXOS

PLANOS





Edge

Edge

Edge

