

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**



**“PROPUESTA DE DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE DE LAS AGUAS
PLUVIALES DE LA CIUDAD DE EL TRANSITO, DEPARTAMENTO DE
SAN MIGUEL.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

PEREZ MARTINEZ, JOSE LEONEL

RIVAS MENJIVAR, JOSE ROMULO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE :

INGENIERO CIVIL

OCTUBRE DE 2003

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA:

DRA. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL:

LIC. LIDIA MARGARITA MUÑOS VELA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE ORIENTE

DECANO:

ING. JUAN FRANCISCO MÁRMOL CANJURA

SECRETARIA:

LIC. LOURDES ELIZABETH PRUDENCIO COREAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

JEFE DEL DEPARTAMENTO:

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

COORDINADOR:

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA

DOCENTE - DIRECTOR:

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA

AGRADECIMIENTO

Deseamos agradecer de manera muy especial al Ing. *David Arnoldo Chávez Saravia*, por el interés, entusiasmo y responsabilidad que demostró para guiarnos en la elaboración del presente trabajo.

EL GRUPO.

DEDICATORIA

A DIOS : Por darme la vida y la fuerza para lograr este éxito

A MIS PADRES:

Braulio Pérez (de grata recordación) que era uno de sus sueños que lograra este triunfo.

Maria Candelaria Martínez por el amor, comprensión y todo el sacrificio que ha dado para que logre este éxito.

A MIS HERMANOS:

Ciro Antonio, Nelson, Israel, Mauricio, Alicia: por el apoyo que siempre me ha dado en los momentos más difíciles.

Doris, Rosalina e Imelda; por todo el cariño y apoyo que me han dado.

A MI NOVIA:

Por el amor, la comprensión y todo el apoyo que me ha dado en los momentos difíciles.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS:

Que de alguna forma me dieron su apoyo gracias.

LEONEL

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO:

Por haberme dado la fuerza y permitirme coronar esta carrera.

A MIS PADRES:

José Rómulo Rivas Vásquez y Rosa Lilian Menjivar de Rivas.

Por su dedicación, sacrificio, amor, apoyo y comprensión que me brindaron a lo largo de esta lucha.

A MIS HERMANOS:

Guillermo, Claudia y Alma.

Por el apoyo que siempre me brindaron.

A MI PRIMO:

Francisco Rivas.

Porque siempre estuvo dispuesto a ayudarme, sin importarle el sacrificio propio.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS:

Que de alguna manera siempre me brindaron su apoyo y me dieron palabras de aliento para seguir adelante.

RÓMULO.

CONTENIDO

Página

CAPITULO I: Generalidades

Introducción.....	2
Antecedente.....	3
Planteamiento del problema.....	5
Justificación.....	6
Alcance y Limitaciones.....	7
Objetivo.....	9
Marco teórico.....	10
Conceptos y definiciones.....	11
Marco referencial.....	15

CAPITULO II Hidrología Urbana

Generalidades.....	20
Diagnostico del sistema drenaje actual.....	21
Delimitación de la cuenca.....	29
Características fisiográficas de la cuenca.....	29
Área de la cuenca.....	31
Orientación de la cuenca.....	32
Pendiente de la cuenca.....	32
Elevación media de la cuenca.....	36
Criterio de Horton.....	37
Estudios Hidrológico.....	39
Longitud del cauce mas largo.....	41

Método racional.....	41
Coeficiente de esorrentía.....	42
Intensidad de lluvia de diseño.....	44
Tiempo de concentración.....	44
Calculo de de intensidad de lluvia de diseño.....	49
Caudal en el punto de interés.....	52
Área tributarias.....	53

CAPITULO III Diseño de la red

Generalidades.....	56
Altimetria de calles.....	56
Diseño de la rasante.....	58
Calculo de los tirantes de diseño para las tuberías que van de pozo a pozo.....	64
ubicación de las descargas.....	78
descripción de la red diseñada.....	78

CAPITULO IV presupuesto de la red diseñada

Generalidades.....	85
Presupuesto del a red diseñada.....	85
Cuadro resumen del presupuesto.....	91
Especificaciones técnicas.....	92
Plan de mantenimiento.....	113

CAPITULO V Evaluación social y ficha de impacto ambiental

Evaluación social.....	118
------------------------	-----

Generalidades.....	118
Muestreo de la población.....	118
Características e indicadores sociales para evaluar proyectos.....	120
Concursos de fondos del FISDL.....	122
Estudio preliminar del impacto ambiental.....	122
Generalidades.....	122
Análisis del impacto ambiental.....	123
Ficha simplificada para el estudio de impacto ambiental de subproyectos	124
Conclusiones del ambiental.....	137

CAPITULO VI Conclusiones y recomendaciones

Generalidades.....	139
Conclusiones.....	139
Recomendaciones.....	140
ANEXOS.....	141
BIBLIOGRAFIA.....	156

CAPITULO I

GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN

En nuestro medio es común la problemática generada por el agua lluvia, debido a la poca importancia que se le da a este tema por parte de las autoridades competente, llegando al grado tal que las mayorías de ciudades en nuestro país han crecido desordenadamente aumentando las zonas impermeables sin tomar en cuenta la cantidad de agua lluvia que debe ser drenada.

El problema del manejo de las aguas lluvias se ha hecho urgente en algunas ciudades de nuestro país hasta que existe el riesgo inminente de inundaciones, dificultad para el tránsito vehicular y peatonal.

Por tal motivo los últimos años, las autoridades competente elaboraron una ley que rige todo intento de crecimiento urbanística llamado “ley de urbanismo y construcción”; pero no exige o incita a todas aquellas municipalidades que tienen problema de drenajes de aguas lluvias a que ejecute este tipo de proyecto.

En virtud de lo expuesto presentamos a continuación el estudio detallado de **“PROPUESTA DE DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE DE LAS AGUAS PLUVIALES DE LA CIUDAD DE EL TRANSITO DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL”**; Ya que esta ciudad no cuenta con un sistema de drenaje de aguas lluvias que lo haga de una forma rápida, eficiente y segura.

El estudio en forma concreta es la red diseñada con su respectivo presupuesto, la cual representa una de las posibles soluciones que se pueden tener al diseñar un sistema de alcantarillado pluvial, ya que este se propone con materiales de última generación como lo son las tuberías **ADS**.

ANTECEDENTES

El fenómeno de la precipitación es uno de los factores climatológicos que más inciden en los problemas encomendados a la hidrología.

Después de una tormenta y durante un período relativamente corto, parte de la precipitación escurre sobre la superficie de la tierra, agua que debe ser conducida por las estructuras de drenaje, desde los lugares que no se desee su acumulación hasta los puntos de descarga, dicha conducción debe hacerse lo suficientemente rápida como para evitar caudales que puedan provocar daño a la infraestructura.

La Ciudad de El Tránsito, antiguamente sus calles eran de tierra y pocas personas habitaban el lugar; con el paso del tiempo la ciudad fue creciendo y algunas calles fueron empedradas fraguadas en seco, pero la mayoría de calles seguían siendo de tierra, teniendo su sistema de drenaje superficial. En la última década la mayoría de calles han sido adoquinadas y algunas pavimentadas, impermeabilizando la zona y, los únicos puntos de descarga de la escorrentía superficial son unas pequeñas quebradas ubicadas entre la 1° avenida sur y la 3° calle poniente, avenida Ferrocarril y calle José Matías Delgado, 2° avenida sur y 5° calle oriente (recoge el agua de la 2° y 4° avenida), avenida Ferrocarril y carretera El Litoral, 2° avenida sur y línea férrea (Fig. 1.1)¹

Observando dicho problema las autoridades municipales lo único que han podido hacer es construir cajas tragantes al inicio de las quebradas para que estas no se erosionen.

¹ Monografía del departamento de San Miguel y sus municipios.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestro país como en otros países de América Latina es muy común encontrarse con poblaciones que no cuentan con los servicios básicos y que les permita a sus habitantes mejorar sus condiciones de vida.

La ciudad de El Tránsito a pesar de su auge comercial y el desarrollo urbanístico que ha tenido en las últimas décadas no cuenta con sistema de evacuación de las aguas pluviales que lo haga en forma rápida, segura y eficiente.

El desarrollo urbanístico que ha tenido la ciudad ha generado un aumento de áreas impermeables, ya sea por los techos de vivienda, calles adoquinadas, pavimentadas, aceras, etc.; sin haber tomado en cuenta las consecuencias de la impermeabilización, la cual se ve reflejada en las constantes inundaciones que sufre la ciudad en época lluviosa, y estas a su vez son causa de insalubridad debido a que el agua pluvial se infiltra en los pozos de registro de las aguas negras (en la zona media de la ciudad), haciendo que los pozos de la zona sur rebalsen, provocando focos de infección.

Al ocurrir la precipitación el agua superficial es drenada por las calles hacia las avenidas ocasionando un torrente que llega a alcanzar en las condiciones más críticas el ancho de las avenidas sobre las cuales circula, pues debe recorrer un promedio de 600 metros para llegar a los puntos de descarga, los cuales son pequeñas quebradas que se encuentran en la zona media de la ciudad. (Fig.1.1)

JUSTIFICACIÓN

La ciudad de El Tránsito, es una de las ciudades más importante de la zona sur de San Miguel, dado su capacidad comercial y su pujante tiangué a nivel nacional e internacional.

El área urbana de esta ciudad ha tenido un aumento acelerado de áreas impermeables. La concentración del caudal proveniente de las aguas lluvias en estas áreas, crea la necesidad de su conducción y evacuación en una forma rápida segura y eficiente; es por ello que el drenaje superficial es uno de los servicios con que debe contar dicha ciudad, para aumentar la vida útil de las calles, para mayor comodidad, estabilidad y circulación de la población en época lluviosa.

Además, parte del agua precipitada se queda estancada, provoca la proliferación de vectores y el agua que se rebalsa de los pozos de registros de las aguas negras generan malos olores e incomoda a los habitantes siendo también un foco de infección temporal.

Al elaborar este proyecto de “Propuesta de Diseño de red de drenaje de aguas pluviales”, se estará haciendo un gran aporte social a la ciudad de El Tránsito, que es una de las funciones de la Universidad de El Salvador.

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

- La propuesta de solución comprende el área delimitada por la carretera El Litoral y la 14° calle oriente, y entre las quebradas El Tránsito y la Palmera (Fig. 1.1), ya que esta es el área urbana de la ciudad es donde tiene su área de influencia
- Elegir el material de la tubería con que se diseñara el sistema hidráulico, de acuerdo a sus características físicas, hidráulicas y su costo.
- El trabajo se orienta al diseño de los diámetros de la tubería, cajas tragantes, pozos de visita y obras que sean necesaria para los puntos de las descargas.
- Hacer el presupuesto de la red diseñada y de todas las obras que este incluye.
- Hacer una propuesta de mantenimiento para que la red funcione adecuadamente durante su vida útil.

LIMITANTES.

- La información hidrológica utilizada para el estudio hidrológico, es proporcionada por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). Ya que no hay otra institución en El Salvador que lleve esos registros de forma ordenada y que tiene una red a nivel nacional
- No se cuenta con una estación meteorológica cercana a la cuenca en estudio, que cuente con los registros hidrológicos de los últimos 20 años, para obtener la curva Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF). Por lo tanto estamos limitado a trabajar con los datos de la estación El Papalón. Ya que tiene características idénticas y porque está mas cercana a la cuenca en estudio.
- Los registros hidrológicos con los que se pretendía trabajar era de los últimos 20 años; pero debido a que no se cuenta con ellos se trabajará con los años 1961-1983. porque para estas fechas hay una continuidad en los datos de la estación El Papalón y que nos represente una grafica IDF más verídica.
- Se está restringido a trabajar con los planos cartográficos a escala 1:25000 que proporciona el Centro Nacional de Registro, ya que dicha institución (SNET) no cuenta con planos a escalas menores.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES.

- Presentar una propuesta de solución al problema del drenaje pluvial que afecta al área urbana de la ciudad de El Tránsito.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Disminuir el riesgo de contaminación que se da debido a la saturación de las tuberías de las aguas negras en la zona sur, provocada por la infiltración de las aguas pluviales.
- Mejorar las condiciones de tránsito en época lluviosa
- Disminuir el deterioro de las vías de comunicación para prolongar la vida útil de calles
- Hacer el presupuesto de toda la obra diseñada y conocer realmente cuanto cuesta el proyecto de toda la red.

MARCO TEORICO

GENERALIDADES

La hidrología versa sobre el agua de la tierra, su existencia y distribución, sus propiedades físicas y químicas y su influencia sobre el medio ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos.

La hidrología es utilizada en ingeniería principalmente en relación con el diseño y ejecución de estructura hidráulicas. ¿Qué caudal máximo puede esperarse en un vertedero, en una alcantarilla de carretera o en un sistema de drenaje urbano?, ¿Qué capacidad de embalse se requiere para asegurar el suministro adecuado de agua para irrigación o consumo municipal durante la sequía?².

La evaluación o determinación de la cantidad de agua que fluye superficialmente a consecuencia de las lluvias es de gran importancia o interés para la solución de los diversos problemas de ingeniería, entre los cuales se incluyen proyectos:

- Centrales hidroeléctricas.
- Presas derivadas.
- Dimensionamiento de sistema de desagüe de agua lluvias de áreas urbanas.
- Canales.
- Coladeras, etc.

Generalmente, cada problema hidrológico es único pues trata con un conjunto diferente de condiciones físicas dentro de una cuenca hidrográfica específica.

² Hidrología para ingenieros, Linsley Pág.-1

Se da el nombre de sistema de drenaje de aguas pluviales al conjunto de obras e instalaciones destinadas a dar flujo a las aguas proveniente de las precipitaciones pluviales, que fluyen superficialmente en una determinada área³.

Los estudios actuales nos indican que antes de proceder a diseñar un conducto, se tiene que conocer el volumen de agua, su velocidad y con que frecuencia llega el agua a la estructura. Es por esta razón que se han establecido estaciones pluviométricas por todo el país con el objeto de determinar la cantidad de agua lluvia y el escurrimiento de cada zona en particular.

CONCEPTOS Y DEFINICIONES

FLUJO SUPERFICIAL⁴

Las aguas que componen la corriente de un río pueden llegar al cause por uno de los varios caminos disponibles desde que llega a la tierra en forma de precipitación. Una porción del agua fluye sobre la superficie del suelo formando una *escorrentía superficial*, y llega al cause poco después de su aparición en forma de lluvia. Otra parte del agua se infiltra a través de la superficie del suelo y fluye por debajo de ésta hacia el cause. Esta porción del agua se desplaza más lentamente que la escorrentía superficial y contribuye a mantener el caudal en el río, es necesario hacer una distinción entre estos componentes del flujo total.

³ Manual de Hidráulica Acevedo Neto, Guillermo Acosta Pág.-528

⁴ Hidrología para ingenieros Linsley Pág.-182

El camino seguido por una gota de agua desde el momento en el cual alcanza la tierra hasta cuando llega al cauce de una corriente es incierto. Es conveniente imaginar tres caminos principales:

- Escorrentía superficial
- Escorrentía subsuperficial
- Flujo de agua subterránea

Escorrentía superficial, corresponde al volumen de agua que avanza sobre la superficie de la tierra hasta alcanzar un canal natural. Tales canales son numerosos, y la distancia que el agua debe viajar como escorrentía superficial es relativamente corta. Por esta razón, la escorrentía superficial llega al canal ligeramente. En las zonas urbanas las áreas impermeables son mayores, de aquí que la escorrentía superficial sea un factor importante en la corriente de agua únicamente como resultado de lluvia de gran intensidad.

Escorrentía subsuperficial, se refiere al agua que se infiltra a través de la superficie de la tierra puede moverse lateralmente en las capas superiores de suelo hasta llegar al cauce de la corriente; se mueve más lentamente que la escorrentía superficial.

Agua subterránea, parte del agua que se percola hasta llegar al nivel freático. Este aumento en el agua subterránea puede descargarse eventualmente en las corrientes como flujo de aguas subterránea.

La contribución de agua subterránea a las corrientes de aguas no puede fluctuar rápidamente debido a la baja velocidad del flujo. En algunas regiones se necesita más de dos años para que el efecto de un aumento en el agua subterránea descargue en las corrientes.

Las distinciones presentadas entre las tres componentes de flujo son arbitrarias. El agua puede comenzar su viaje como escorrentía superficial, infiltrándose desde la lámina de agua

superficial y completar su viaje hasta la corriente como escorrentía subsuperficial. Por otro lado, la escorrentía subsuperficial puede aflorar a la superficie cuando un estrato relativamente impermeable intercepte las faldas de una columna y así terminar su recorrido hacia la corriente como escorrentía superficial.

INFILTRACIÓN⁵

La infiltración es el paso del agua a través de la superficie del suelo hacia el interior de la tierra. Aun cuando existe una diferencia con la percolación, que es el movimiento del agua dentro del suelo, los dos fenómenos están relacionados íntimamente, puesto que la infiltración no puede continuar libremente sino cuando la percolación ha removido el agua de las capas superiores del suelo.

Los estudios actuales nos indican que antes de proceder a diseñar un conducto, se tiene que conocer el volumen de agua, su velocidad, y con que frecuencia llega el agua a la estructura. Por esta razón se han establecido estaciones pluviométricas por todo el país con el objeto de determinar la cantidad de agua lluvia y el escurrimiento de cada zona en particular.

Según estudios realizados aproximadamente una sexta parte del agua precipitada se infiltra, evaporándose el resto, formando así nuevas nubes para nuevas lluvias. Debido a esto se puede afirmar que la evaporación, transpiración y flujo superficial forman la mayor parte preponderante del total de esas aguas⁶.

⁵ Manual de Hidráulica Acevedo Neto, Guillermo Acosta Pág.-528

⁶ Manual de Hidráulica Acevedo Neto, Guillermo Acosta Pág. 528.

Para poder darle solución a los diversos problemas presentados en la rama de ingeniería se hace necesario determinar la cantidad de agua que fluye por la superficie como producto de las precipitaciones.

Para el estudio de interés, en este caso diseño de un sistema de aguas lluvias, se hace necesario conocer las condiciones que producen un caudal máximo en la tubería. La capacidad de una tubería en un punto determinado es crítica cuando el terreno ha alcanzado el grado de saturación y cae una fuerte lluvia, ya que esto provocaría que la mayor parte del agua precipitada fluyera superficialmente.

Para el diseño de una tubería del sistema de drenaje de aguas lluvias se hace necesario considerar la intensidad promedio de una precipitación que dure un tiempo igual al requerido para que el agua de las partes más alejadas alcance el punto considerado.

HIDROLOGÍA:

Es la ciencia que estudia al agua su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo los seres vivos.

CICLO HIDROLOGICO

El ciclo hidrológico es un medio apropiado para describir el alcance de la hidrología, la cual se limita a la parte del ciclo que cubre desde la precipitación del agua sobre la tierra hasta el regreso de ésta bien sea a la atmósfera o a los océanos. El ciclo hidrológico sirve para destacar cuatro fases básicas de interés para el hidrólogo⁷.

- Precipitación.

⁷ Hidrología para ingenieros Linsley Pág.2

- Evaporación y Transpiración.
- Escorrentía superficial.
- Agua subterránea.

INTENSIDAD DE LLUVIA:

Es la relación existente entre la cantidad de lluvia caída en un lugar y la duración de ella.

La intensidad se expresa en milímetros por minuto ó milímetros por hora.

PRECIPITACIÓN

Es toda clase de humedad que emana de las nubes y cae sobre la superficie terrestre (cantidades de agua) que ya conocemos, en su estado gaseoso, sólido o líquido.

MARCO REFERENCIAL

UBICACIÓN GEOGRAFICA

Municipio del distrito de Chinameca y departamento de San Miguel. Está limitado por los siguientes municipios: al N, por San Rafael Oriente; al E, por Jucuarán (Depto. Usulután) y San Miguel; al S, por Jucuarán y Concepción Batres (Depto. Usulután) y al W, por Concepción Batres y Ereaguayquin (Depto. Usulután) (Fig.1.2).

La cabecera de este municipio es la ciudad de El Tránsito (Fig.1.1), situado a 125m SNM. A 23.1 Km. al NE de la ciudad de San Miguel. Sus coordenadas geográficas centrales son: 13°21'15" LN y 88°20'51" LWG.

La ciudad se divide en cuatro barrios: San Carlos, San Francisco, La Cruz y Concepción.

Ver fig.1.1

HIDROGRAFÍA.

Las quebradas que limitan la zona urbana de El Tránsito son: al poniente La Arenera y al oriente La palmera. Las quebradas que se encuentran dentro de la zona urbana y que sirven como desagüe: *Los Saravias*, que tiene su punto de inicio en la intercepción de 6° avenida y 5° calle oriente; *El Tempisque*, esta tiene su punto de inicio en la intercepción de la 1° Avenida Sur y 3° calle poniente; *San Antonio*, tiene su punto de inicio en la intercepción en la calle J. Matías Delgado y la avenida Manuel Dolores Quintanilla.

CLIMA.

El clima es cálido y pertenece al tipo de tierra caliente. El monto pluvial anual oscila entre 1600 y 2000 mm.

VEGETACIÓN.

La flora está constituida por bosques húmedos subtropical. Las especies arbóreas más notables son: pepeto, madre cacao, nace, tigüilote, jocote, ojuste, volador, palo blanco, conacaste y morro.

SUELO.

Los tipos de suelo que se encuentran son: sondeos que van desde 1.00 mt hasta 9.00 mt, y conforme a los registros se encontró que en los estratos superiores predominan las arenas secas, mal graduadas café oscuro. En los estratos intermedios, suelo limo arenoso café oscuro (SM), de media plasticidad, parcialmente saturado (ML). En los más profundos, se encontró suelo bastante compacto, posiblemente tipo talpetate⁸

Para encontrar la capacidad de absorción del suelo, se excavaron pozos a cielo abierto donde se pudo observar, dadas las condiciones de permeabilidad corresponden a condición saturada del suelo y con la capacidad de absorción así determinada se concluye con que el suelo tiene capacidad de infiltración.

DIMENSIONES.

Área urbana: 1.42Km² aproximadamente.

Área rural: 42.30Km² aproximadamente.

POBLACION: De acuerdo con los censos oficiales, la población del municipio en los años indicados fue la siguiente⁹.

AÑOS	URBANO		RURAL		TOTAL	DENSIDAD
	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES		
1930	1150	1164	504	431	3249	74
1950	1039	1184	2187	1967	6377	146
1961	1957	2129	3051	2893	10030	229
1971	2809	3006	4905	4512	15232	348
1992	3629	3877	4461	4488	16455	376

⁸ Estudio de suelo realizado por I.C.I.A S.A de C.V (septiembre del 2000)

⁹ Monografía del Departamento de San Miguel (CNR)

De los datos de la tabla anterior se deduce que:

La población ha aumentado al transcurrir los años, como se puede ver en la tabla, de manera que las áreas impermeables también han aumentado provocando que el suelo ya no puede absorber el agua lluvia, generando que las aguas fluyan sobre las calles provocando molestias a la población.

Normas y Reglamentos.

En el país existe un reglamento que se refiere al sistema de desalojo de las aguas pluviales.

En el anexo 1 se presentan los artículos, en lo relativo a obras de Urbanización para Aguas Lluvias¹⁰.

¹⁰ Reglamento a la ley de construcción en lo relativo a parcelaciones y urbanizaciones habitacionales.

CAPITULO II

HIDROLOGIA

URBANA

GENERALIDADES.

La hidrología involucra el estudio del agua de la Tierra, su precipitación, su movimiento sobre y debajo de la superficie del suelo, su evaporación y transpiración desde la tierra, aguas y plantas, y su subsecuente condensación y precipitación.

El estudio hidrológico es determinante en el diseño de la capacidad necesaria y el grado de seguridad que se requiere dar a las estructuras hidráulicas, además estima los niveles de operación probables.

La investigación en hidrología tradicionalmente se ha orientado a cuencas grandes en zonas rurales; sin embargo, en la última década ha comenzado a interesarse en pequeñas cuencas urbanizadas. Por lo tanto el campo de la hidrología urbana surge como una rama bien diferenciada de la hidráulica tradicional.

Para calcular el volumen a transmitir, se usan los registros de lluvias que el Servicio Nacional Estudios Territoriales (SNET) proporciona.

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE DRENAJE ACTUAL.

Todas las ciudades del país deben de contar al menos con los servicios básicos necesarios que les permita a sus habitantes desarrollar y tener mejor condiciones de vida; de tener un sistema de drenajes que desaloje el agua provenientes de las aguas lluvias; evitando la acumulación de estas en lugares no deseados.

Para conocer la condición en el cual se encuentra el sistema de drenajes que funciona el la ciudad de El Transito; a continuación se hace una descripción de las avenidas, por que es donde circula la mayor cantidad de agua lluvia, por la condición en que toda el agua de las calles circula hacia las avenidas y estas tienen que recorrer distancias grandes para poder llegar a los puntos de descarga

1° Avenida. (Dirección del flujo de Norte a Sur).

El agua que se recoge en la 1° avenida, en tramo 10° calle poniente y 3° calle poniente, tiene una longitud aproximada de 612 mts, y está obligada a evacuarse por la caja tragante ubicada entre la 3° calle poniente y 1° avenida Sur (Fig. 2.1), con dimensiones 1.0mt de ancho, 4.9mt de largo y 0.85mt de alto; esta hace su descarga en la quebrada El Cementerio al sur del Instituto Nacional (INDET).

Desde la 3° calle poniente hasta la intersección con la línea férrea, el agua recorre aproximadamente 600 mts. Donde se encuentran ubicadas 2 cajas tragantes, una a cada costado de la avenida, con dimensiones 1.0mt de ancho, 1.5mt de largo y 1.0mt de altura y tubería subterránea de $\Phi 24''$ que cruza la 1° avenida con dirección de flujo de oriente a

poniente, esta hace su descarga a la quebrada El Cementerio por medio de un canal natural de 1.1mt de ancho y 1.0mt de alto.

Parte del agua recogida en el tramo anterior continúa su recorrido sobre la avenida hasta llegar a la carretera Del Litoral, longitud aproximada 220 mts, provocando incomodidad a los habitantes del lado Sur de la carretera.

3° Avenida (Dirección del flujo de Norte a Sur).

El agua recogida por la 3° avenida es parte de una pequeña quebrada arriba de la 4° calle poniente y por un terreno baldío. Toda esta agua se recoge al final de la 3° avenida con la intersección de la 1° calle poniente, distancia recorrida 435 mts aproximadamente; donde inicia la quebrada el cementerio, y es desalojada por esta.

Al interceptar la carretera Litoral la sección hidráulica está restringida por dos tuberías de $\Phi 48''$.

Avenida Manuel Dolores Quintanilla. (Dirección del flujo de Norte a Sur).

Parte de el agua recogida por esta avenida comienza a ser desalojada por una caja tragante de dimensiones: 1.5mt de largo, 1.0mt ancho y 0.7mt de alto, con una tubería de $\Phi 24''$ ubicada en la intersección con la 2° calle oriente y la conduce hasta el principio de la quebrada San Antonio (Fig.2.2), que inicia en la intersección con la calle 14 de Diciembre con una tubería de $\Phi 30''$ y una caja tragante de 0.70mt de ancho, 1.10mt largo y 0.80mt de alto; esta caja tragante desaloja todo el resto del agua superficial, puesto que la elevación de la avenida en la parte sur de la intersección es mayor y obliga a que toda el agua recogida por la avenida drene obligatoriamente por la tubería de $\Phi 30''$.

También existe un tragante ubicado en la esquina del mercado al lado sur oriente, que también hace su descarga en la tubería de Φ 30''.

Longitud que el agua recorre hasta este punto es de 620 mts aproximadamente.

Avenida ferrocarril.

Toda el agua recogida por esta avenida es desalojada al final de esta por una tubería Φ 36'' que cruza la carretera del Litoral, ubicado al lado oriente; al costado poniente de la misma avenida se encuentra un tragante con una tubería de Φ 24'' que recoge parte del agua sobre la avenida y que hace su descarga en la tubería de Φ 36''; ya que el nivel de la carretera es mucho mayor. Distancia recorrida 970 mts aproximadamente.

Figura 2.1

CAJA TRAGANTE UBICADA ENTRE LA 1° AVENIDA Y 3° CALLE PONIENTE
(Principio de la quebrada el Tempisque)



Figura 2.2

CAJA TRAGANTE UBICADA ENTRE LA 1° AVENIDA Y 3° CALLE PONIENTE
(Inicio de la quebrada San Antonio)



2° Avenida.

El agua recogida por esta avenida recorre 915 mts aproximadamente, donde comienza a ser drenada por tres tragantes ubicados en la intersección con la 3° calle Oriente con pozo colector y tubería de $\Phi 34''$ con descarga en la quebrada San Antonio, en la intersección con la 5° calle Oriente (Fig.2.3); el agua superficial que sigue recorriendo la avenida se desaloja en este mismo punto, el agua que no logra ser evacuada por este punto sigue su recorrido sobre la avenida.

El agua que recorre el tramo 5° calle Oriente y línea férrea es recogido por una caja a cielo abierto ubicado al costado poniente (Fig.2.4), con dimensiones: 2.6mt ancho, 2.6mt largo y

1.5mt de altura, esta hace su descarga en la quebrada Los Saravias con una tubería de $\Phi 48''$ al lado Sur del puente de la línea férrea.

El agua en tramo línea férrea y la carretera del Litoral es recogido por una caja tragante con dimensiones: 0.60mt ancho, 0.80mt largo y 0.75mt de alto, ubicada al lado Oriente con la intersección de la carretera y desalojado por una tubería de $\Phi 24''$ hacia la quebrada Los Saravias, al lado norte del puente de la carretera del Litoral.

4° Avenida.

El agua que recorre toda la avenida es conducida hacia el tragante ubicado transversalmente en la 5° calle Oriente (Fig.2.5) cerca de la intersección con la 2° avenida, con dimensiones: 5.20mt x 1.10mt y 1.6 de altura, haciendo su descarga en la quebrada San Antonio con una tubería de $\Phi 34''$ (Fig.2.4.)

Figura 2.3

QUEBRADA SAN ANTONIO
(Intersección con la 5° calle oriente)



Figura 2.4

RECEPTOR DE LAS AGUAS EN LA LINEA FERREA



Figura 2.5

TRAGANTE UBICADO TRANSVERSALMENTE EN LA 5° CALLE



6° Avenida.

La 14° calle oriente recoge el agua que viene de aguas arriba de la quebrada Los Saravias, recorriendo esta la 6° avenida que funciona como quebrada en época de invierno, siguiendo su recorrido sobre la quebrada Los Saravias, interceptándole la quebrada San Antonio al lado norte del puente de la línea férrea.

CUADRO 2.0

CARACTERISTICAS DE LAS CALLES

CARACTERISTICA	AREA (M²)	PORCENTAJE
PAVIMENTADAS	20334	23.55%
ADOQUINADAS	35172	40.73%
DE TIERRA	33276	35.73%
TOTAL	86358	100%

Conclusión:

Del diagnostico anterior descrito podemos concluir diciendo, que la ciudad de El Tránsito Prácticamente no cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial, sino que el agua debe de recorrer sobre la calle una distancia muy larga para llegar a los puntos de descarga

Del total de calles con cuenta la ciudad de El Tránsito; más del 64% son impermeables, no le permiten al agua que se infiltre haciendo cada vez mayor el caudal a medida recorre distancia y además estas tienden a deteriorar con el paso el tiempo.

DELIMITACION DE LA CUENCA.

La delimitación del área de la cuenca con que se trabaja, está representada por una línea imaginaria llamada **parte aguas** Fig.2.6.

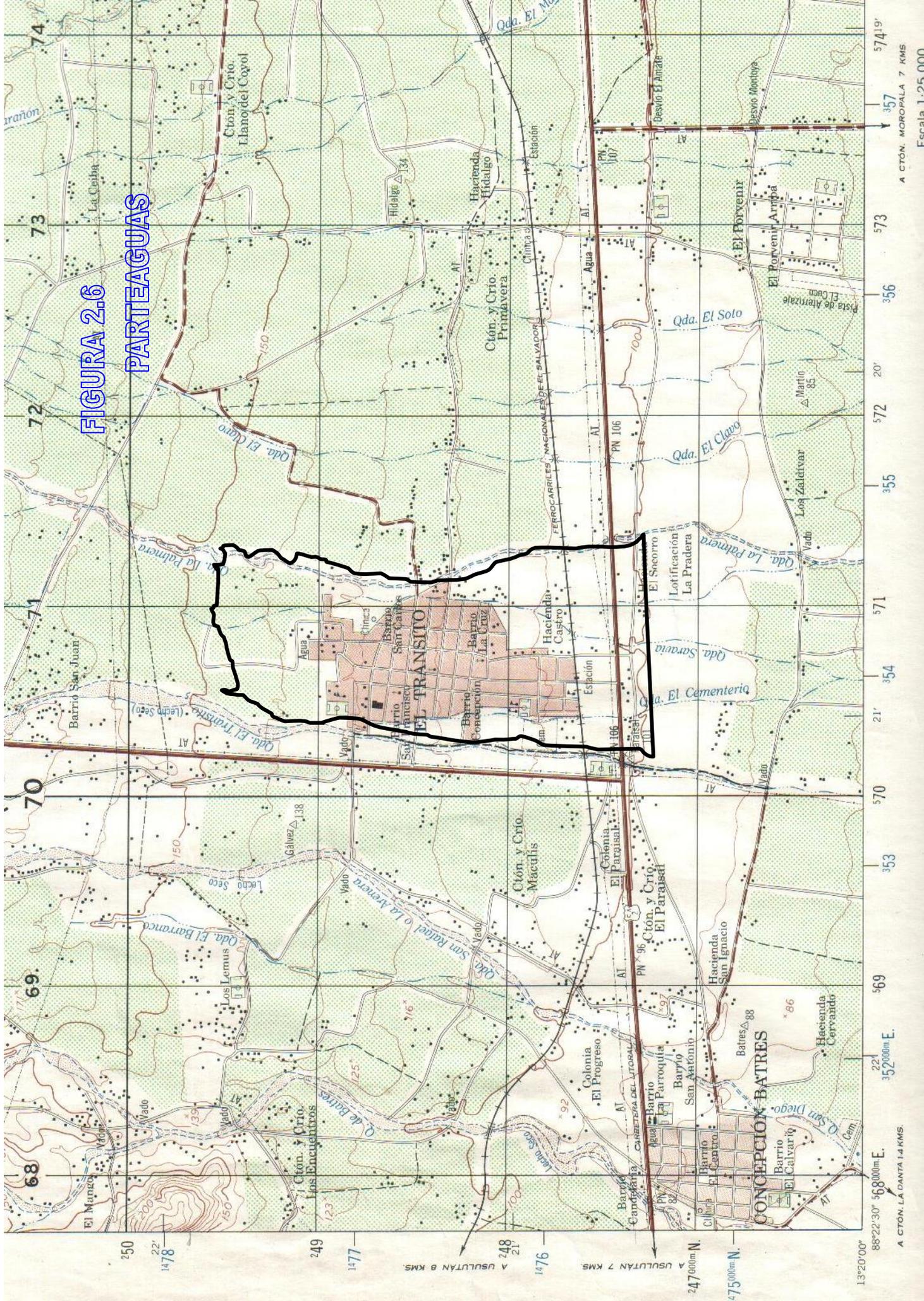
Para la delimitación de este parte-aguas se utilizan los siguientes criterios:

1. La línea divisoria corta ortogonalmente a las curvas de nivel y generalmente se hace en sentido antihorario.
2. Cuando el terreno va aumentando de altitud, la divisoria corta a las curvas de nivel por su parte convexa.
3. Si el terreno disminuye de altitud, la divisoria corta a las curvas de nivel por su parte cóncava.
4. La línea divisoria no debe cortar a un río, arrollo o vaguada (quebrada de invierno); excepto en el punto que se quiera obtener la divisoria.
5. Si se corta el terreno por un plano normal a la divisoria el punto de intersección del plano con esta, debe ser el punto con mayor altitud de la cuenca.

CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LA CUENCA.

La cuenca está claramente delimitada por las quebradas; El Transito al Poniente y la Palmera al Oriente, al Sur por la carretera Del litoral y al Norte sobre la curva de nivel (150 MSNM), porque ahí tiene su punto de inicio la quebrada Los Saravias.

FIGURA 2.6
PARTEAGUAS



88°22'30" 568,000m E.
A CTON. LA DANTA 1.4 KMS.

13°20'00"
88°22'30" 568,000m E.
A CTON. LA DANTA 1.4 KMS.

1475,000m N.
247,000m N.
A USULTAN 7 KMS.

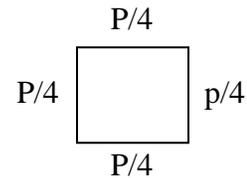
1476
248
21
A USULTAN 8 KMS.

1477
249
22
1478
250

13°20'00"
88°22'30" 568,000m E.
A CTON. LA DANTA 1.4 KMS.

AREA DE LA CUENCA.

Para poder calcular el área de la cuenca se hace uso del aparato electrónico digital “*SCALE MASTER II. Digital Plan Measuring Sistem*” (Fig.2.7); para lo cual se hace coincidir la escala del aparato (*SCALE MASTER II*), a la escala que tiene el plano donde se encuentra la cuenca y las unidades en Km; haciéndola rodar sobre el parte-aguas, hasta llegar a su punto de inicio, la lectura obtenida es el perímetro. Como el área de la cuenca es de forma irregular se transforma en un área regular cuadrada de la siguiente forma



P/4 = cada lado del cuadrado

Y como para obtener el area de encuadrado es lado por lado entonces:

$$A = p/4 \times p/4$$

$$A = P^2 / 16$$

Donde:

P: Perímetro en Km.

A: Área de la cuenca en km²

Se tomaron cinco lecturas del perímetro de la cuenca y se obtuvo un promedio.

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

$$P = 6.906 \text{ Km.}$$

$$A = P^2 / 16$$

$$A = (6.906 \text{ Km})^2 / 16$$

$$A = 2.98 \text{ Km}^2$$

ORIENTACION DE LA CUENCA.

La cuenca hidrográfica se encuentra ubicada entre las coordenadas 13°20'36'' y 13°21'54'' LN, 88°20'31'' y 88°21'14'' LWG, obtenidos mediante el cuadrante del municipio de El Tránsito, hoja 2553 III SE.

PENDIENTE DE LA CUENCA.

La pendiente mayor de la cuenca (S_m), es la característica hidrológica más importante pues está directamente relacionada con el grado de infiltración, escorrentía, con la humedad del suelo y con la contribución a los cursos de agua.

El valor de la pendiente rige el tiempo de concentración, que es importante para conocer las magnitudes de las crecidas.

Existen varios métodos para determinar la pendiente; utilizaremos el *Criterio de Horton* para la cuenca en estudio el cuál se describe a continuación.

Para utilizar el *Criterio de Horton*¹¹ se traza una malla de cuadrados sobre el plano del área de la cuenca en estudio (para una cuenca pequeña, mínimo de 16 cuadros, que se incrementa según el tamaño de la cuenca) y se sacan las pendientes en sentido horizontal y vertical de acuerdo a las siguientes ecuaciones.

$$S_x = \frac{N_x D}{L_x} \qquad S_y = \frac{N_y D}{L_y}$$

¹¹ Propuesta de solución al problema de drenaje pluvial en el área urbana del municipio de Candelaria de la Frontera, Santa Ana. Pág. 26

Donde:

S_x, S_y : Pendiente horizontal y vertical respectivamente.

D : Es el desnivel constante entre curvas de nivel.

L_x : Longitud total de las líneas de la malla en la dirección “X” comprendidos dentro de la cuenca.

L_y : Longitud total de las líneas de la malla en la dirección “Y” comprendidos dentro de la cuenca.

N_x : Es el número total de intersecciones y tangencias de las líneas de la malla en la dirección “X” con las curvas de nivel dentro de la cuenca.

N_y : Es el número total de intersecciones y tangencias de las líneas de la malla en la dirección “y” con las curvas de nivel dentro de la cuenca.

Finalmente la pendiente de la cuenca es el promedio aritmético, así:

$$S_c = \frac{S_x + S_y}{2}$$

Utilizando el criterio antes mencionado, se obtienen los datos del cuadro 2.1 para lo cuál se utilizó la cuadrícula de la figura 2.8, superponiéndola en la figura 2.6.

Cuadro 2.1

PENDIENTE DE LA CUENCA
(Criterio de Horton)

Nº. DE LINEA	INTERSECCIONES		LONGITUD EN KILOMETROS	
	Nx	Ny	Lx	Ly
1	0	2	0.106	0.116
2	6	5	0.104	0.217
3	0	5	0.093	0.227
4	0	5	0.086	0.131
5	0	0	0.078	0
6	0	0	0.078	0
7	2	0	0.083	0
8	2	0	0.059	0
TOTALES	10	17	0.687	0.691

Fig. 2.8

CUADRICULA UTILIZADA PARA EL CRITERIO DE HORTON

$$S_x = \frac{N_x * D}{L_x}$$

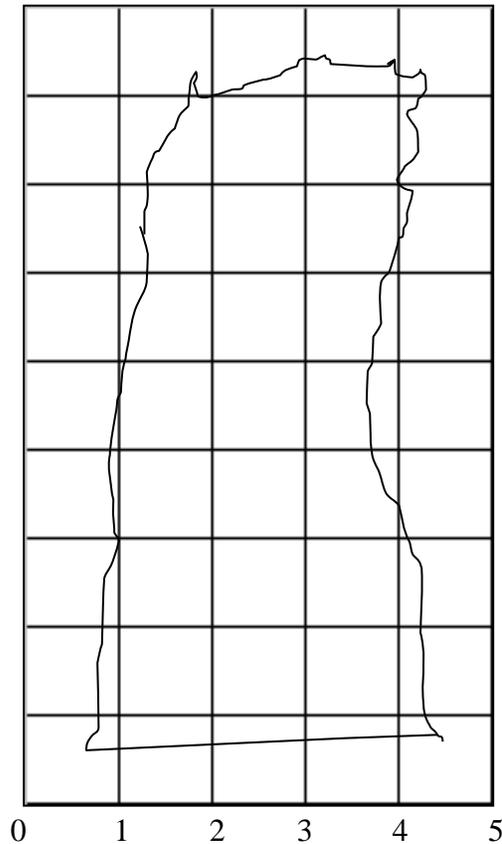
$$S_x = \frac{10 * 0.01\text{Km.}}{7.205\text{Km}}$$

$$S_x = 0.0139$$

$$S_y = \frac{N_y * D}{L_y}$$

$$S_y = \frac{17 * 0.01\text{Km.}}{6.895\text{Km}}$$

$$S_y = 0.0145$$



$$S_c = \frac{S_x + S_y}{2}$$

$$S_c = \frac{0.0139 + 0.0145}{2}$$

$$S_c = 0.0284 * 100$$

$$S_c = 2.84\%$$

ELEVACION MEDIA DE LA CUENCA.

Este es un factor que está relacionado con la temperatura y precipitación, ya que la variación de temperatura influye en la pérdida de agua por evaporación. Para la determinación de la elevación media existen los siguientes métodos.

1. Curva Hipsométrica.

Para calcular la elevación media por este método se toma el intervalo entre curvas a cada 100 metros y se calcula el área entre dichas curvas, las cuales darán un porcentaje de área total; estos porcentajes serán acumulados partiendo de áreas parciales resultantes entre las curvas de mayor elevación a las curvas de menor elevación luego estos datos son ploteados en papel milimetrado teniendo en el eje de las abcisas los porcentajes de áreas acumuladas y en el eje de las ordenadas la elevación media entre curvas de nivel; la elevación media será la que corresponda al 50% del área acumulada en la gráfica resultante, o pudiéndose calcular por interpolación entre el porcentaje superior e inferior del 50%.

Este método es más utilizado en cuencas grandes ya que su restricción es utilizar intervalos de curva a cada 100 metros.

2. Pares de contorno

Para calcular la elevación media utilizando este método, se mide el área de la cuenca en pares de contorno o curvas de nivel sucesivas, y se calcula la elevación entre curvas de nivel efectuando el producto $Ac*Em$; tal como se muestra en la ecuación siguiente:

$$Em = \frac{\sum (Ac * em)}{At} .$$

Donde:

Em: Elevación media de la cuenca en msnm

Ac: Área entre dos curvas de nivel en Km²

At: Área de la cuenca en Km²

em: Es la elevación media entre dos curvas sucesivas en msnm

3. Criterio de Horton.

Según el criterio de Horton la elevación de la cuenca se calcula con el promedio las elevaciones de los puntos de intersección de las líneas de las mayas comprendidas dentro de la cuenca (Fig. 2.8). Los datos de las intersecciones aparecen en el cuadro 2.2.

CUADRO 2.2

INTERSECCION	COORDENADAS		ELEVACION
	X	Y	
1	1	1	104.09
2	1	2	110.15
3	1	3	115.45
4	1	4	121.11
5	2	1	104.25
6	2	2	110.22
7	2	3	115.21
8	2	4	120.88
9	2	5	128.12
10	2	6	134.24
11	2	7	143.12
12	3	1	105.33
13	3	2	110.00
14	3	3	115.62
15	3	4	121.37
16	3	5	129.00
17	3	6	135.00
18	3	7	141.22
19	3	8	148.00
20	4	1	103.95
21	4	2	110.59
22	4	3	114.41
23	4	7	140.00
24	4	8	148.46
ΣE_i			2929.79

$$E_m = \Sigma E_i / N_i = 2929.79 / 24$$

$$E_m = 122.07 \approx 122.00 \text{ MSNM.}$$

ESTUDIO HIDROLOGICO.

El estudio hidrológico es fundamental y determinante en el diseño de la capacidad necesaria y el grado de seguridad que se requiere dar a las estructuras hidráulicas, además estima los niveles de operación probables, la duración y la variación en el tiempo de los procesos que componen el ciclo hidrológico. Todo esto como base para el volumen que va a ser transmitido por las tuberías que conforman el sistema de drenaje.

El estudio hidrológico se ha realizado para las áreas hidrográficas que aportarán caudal al sistema de drenaje pluvial propuesto como se muestra en la figura 2.9. La subcuenca que llamaremos: subcuenca #1 hará su aporte por medio de la quebrada el Cementerio en la intersección de la 8° calle poniente y 3 avenida norte, la subcuenca #2 hará su aporte por medio de la quebrada Los Saravias en la intersección con la 14° calle oriente.

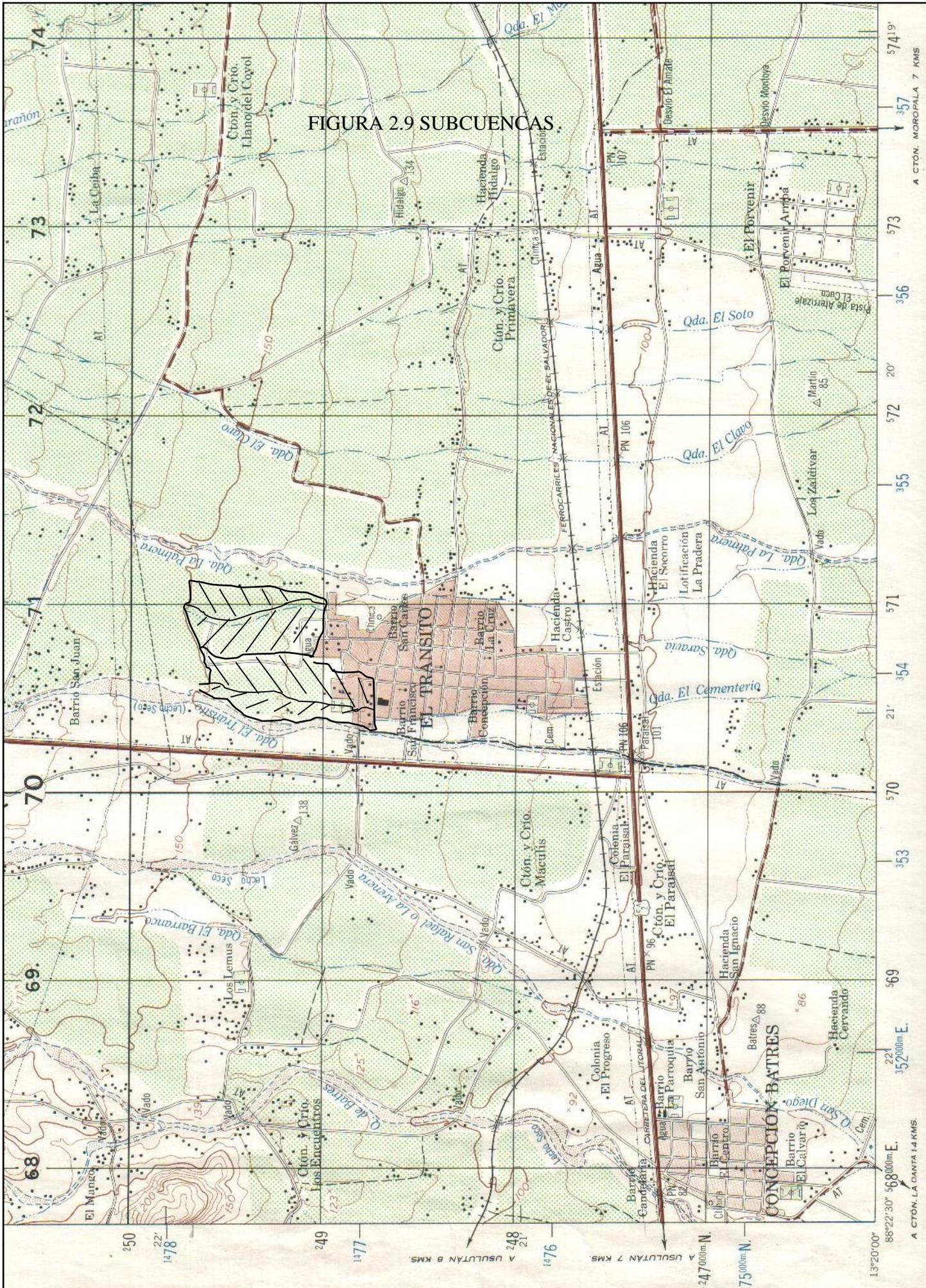
AREAS DE LAS SUBCUENCAS

Para calcular el área de cada subcuenca, se realizó el procedimiento expuesto en el tema área de la cuenca. Los resultados de dicho procedimiento se muestran sintetizados en el cuadro 2.3.

CUADRO 2.3

SUBCUENCA	PERIMETRO	AREA	
	Mt	Mt ²	Km ²
Subcuenca #1	2287	326898	0.327
Subcuenca #2	2066	266772	0.267

FIGURA 2.9 SUBCUENCAS



LONGITUD DEL CAUCE MÁS LARGO

Utilizando el aparato *SCALE MASTER II* (anexo 6), se tomo la lectura en forma cuidadosa desde el punto de interés hasta el origen de cada una de las quebradas. Se tomaron tres lecturas de las cuales el promedio se presenta en el cuadro 2.4.

CUADRO 2.4

SUBCUENCA	LONGITUD
	Km.
SUBCUENCA #1	0.90
SUBCUENCA #2	0.76

Para calcular el caudal de la cuenca urbana se hará uso del método racional

METODO RACIONAL.

Este método consiste en considerar todos los factores que contribuyen a las máximas escorrentías y combinarlos para obtener una cantidad esperada.

La cantidad de agua que se transforma en escorrentía puede calcularse según:

$$Q = C I A$$

En donde “C” es el coeficiente de escorrentía, es decir, la fracción de la precipitación incidente que se convierte en caudal superficial.

El método racional no se debe emplear en cuencas vertientes grandes ni en zonas que comprendan áreas en las que pueda producirse un almacenamiento importante del agua, tales como lagunas y pantanos, el sistema se utilizan para zonas urbanas que no excedan de 3 Km².⁽¹²⁾

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA O DE FLUJO SUPERFICIAL

El valor del coeficiente de escorrentía “C”, representa el porcentaje de agua lluvia que tiene que ser drenado, ya que no toda la lluvia caída escurre hacia los tragantes.

Existen varias tablas para su estimación que se basan en la pendiente de los suelos, el tipo de suelo desde el punto de vista de su impermeabilidad y el grado de desarrollo. El volumen de agua que es admitido en un tubo de alcantarillado pluvial, es solamente una parte de la cantidad total de agua que se precipita en la cuenca tributaria. En el cuadro 2.5 que se presenta a continuación, se dan valores de escorrentía en función de la zona a drenar.

CUADRO 2.5¹³

NATURALEZA DE LA CUENCA	COEFICIENTE
Tejados	0.70 – 0.95
Superficies asfaltadas	0.85 – 0.90
Superficies pavimentadas y adoquinadas	0.75 – 0.85
Brechas	0.25 – 0.60
Carreteras pavimentadas	0.15 – 0.30
Terrenos deshabitados	0.10 – 0.30
Parques, jardines y campiñas	0.50 – 0.20

¹² Abastecimiento de agua y alcantarillado, Ingeniería Ambiental, Terence J. McGhee
Sexta edición página 274

¹³ Manual de Hidráulica Acevedo Neto, página 531.

Si el área drenada que se está contribuyendo a una entrada está compuesta de varias superficies (lo cual es lo más usual), para los cuales diferentes coeficientes del cuadro 2.5 deben ser asignados, el coeficiente debe ser ponderado de acuerdo a sus respectivas áreas, así:

$$C_p = \frac{\sum C_i A_i}{A_t}$$

Donde: C_p es el coeficiente de escorrentía ponderado
 C_i coeficiente de escorrentía
 A_i porción de área de uso determinado
 A_t área total a drenar.

El coeficiente de escorrentía que utilizaremos para cada una de las subcuencas será

C = 0.30 ya que dichas áreas son de cultivos.

Para toda la ciudad el C que se utilizara se calcula de la manera siguiente:

Área de ciudad = 2.386 km²

Área de calle pavimentada = 0.056 km² C = 0.85

Área de techos \cong 0.876 km² C = 0.8

Área de tierra \cong 1.454 km² C = 0.3

Utilizando la ecuación $C_p = \frac{\sum C_i A_i}{A_t}$, y sustituyendo

$$C_p = \frac{(0.85 * 0.056) + (0.8 * 0.876) + (0.3 * 1.454)}{2.386}$$

C_p = 0.5

INTENSIDAD DE LLUVIA DE DISEÑO

Para determinar la intensidad de diseño, previamente es necesario obtener los datos de intensidad de lluvia; para analizar la precipitación, se necesita además, conocer el trabajo que tardará la escorrentía en llegar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio de estudio o de interés (tiempo de concentración).

Para el fin antes mencionado se nos fue proporcionado por **SNET** (servicio de meteorología nacional), los datos de intensidades de precipitaciones máximas anuales de la estación EL PAPALÓN cuadro 2.6 por ser ésta la que tiene un registro continuo y por tener características similares a la cuenca en estudio.

Se pretendía trabajar con datos hasta el año 2001, pero debido a la falta de estos se tomaron los datos desde el año 1961 – 1983.

TIEMPO DE CONCENTRACION

Cuando se considera una determinada sección en una cuenca tributaria, siempre transcurre cierto tiempo, a contar de la iniciación de la lluvia hasta que toda la cuenca pase a tributar a la sección considerada. Este intervalo inicial se considera tiempo de concentración.

Otra definición sería: es el tiempo que tarda en recorrer una gota de agua desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio de estudio o de interés.

En el método racional se admite que la duración de la lluvia crítica es igual al tiempo de concentración, es decir, que se considera la situación más desfavorable, o sea que todos los puntos de la cuenca ubicados aguas arriba del punto de interés, drena en forma simultánea.

Así la aplicación de la fórmula racional se dará en el instante cuando toda el área de la cuenca esté contribuyendo.

Siendo la ecuación la siguiente¹⁴:

$$T_c = \frac{\sqrt{Ac} + 1.5L_c}{0.8\sqrt{E_m}}$$

Donde:

T_c : tiempo de concentración en horas

A : área de la cuenca en Km^2

L_c : distancia del punto de interés al punto más alejado en Km.

E_m : (Elevación máxima + Elevación mínima) / 2

¹⁴ Propuesta de solución al problema del drenaje pluvial en el área urbana candelaria La Frontera

CUADRO 2.6

INTENSIDADES DE PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES (ABSOLUTAS) EN MM/MINUTO PARA DIFERENTES PERÍODOS				
ESTACION: EL PAPALON				
LATITUD: 13° 26.6´				
LONGITUD: 88°07.4´				
ÉLEVACION: 80 m.s.n.m.				
AÑO	DURACION EN MINUTOS			
	5	10	15	20
1961	4.08	2.66	2.3	2.15
1962	2.04	1.58	1.35	1.30
1963	2.40	2.11	1.92	1.58
1964	2.04	1.92	1.81	1.74
1965	2.10	2.03	1.92	1.67
1966	2.44	2.21	2.13	1.96
1967	5.44	2.78	3.17	2.71
1968	2.54	2.04	1.74	1.71
1969	3.72	2.82	2.45	1.87
1970	2.78	2.56	2.33	2.12
1971	2.08	2.05	1.88	1.67
1972	4.00	3.00	2.77	2.50
1973	2.80	2.30	1.94	1.66
1974	2.94	2.37	2.18	1.92
1975	2.54	2.04	1.51	1.28
1976	2.60	1.80	1.54	1.34
1977	2.70	1.71	1.52	1.42
1978	2.80	2.20	1.94	1.75
1979	2.96	2.45	1.10	1.86
1980	2.15	1.98	1.92	1.63
1981	2.00	1.94	1.94	1.66
1983	2.38	1.94	1.55	1.62

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (Servicio de Meteorología)
Centro de Información y Agro meteorología.

Sustituyendo datos para cada una de las subcuencas:

SUBCUENCA #1	SUBCUENCA #2
Emxima = 150 msnm, Emnima = 130 msnm	Emxima = 150 msnm, Emnima = 135 msnm
$Em = \frac{150 + 130}{2} = 140$	$Em = \frac{150 + 135}{2} = 142.5$
$Tc = \frac{\sqrt{0.327} + 1.5 * 0.9}{0.8\sqrt{140}} = 0.2horas$	$Tc = \frac{\sqrt{0.267} + 1.5 * 0.76}{0.8\sqrt{142.5}} = 0.17horas$
$Tc \cong 12.18 \text{ min.}$	$Tc \cong 10.41 \text{ min.}$

Para el diseño de entrada se toma la situación más desfavorable por lo tanto se trabajara con el $Tc = 12.18 \text{ min.}$

Con este valor, se procede a seleccionar los periodos de intensidades mayores y menores a dicho tiempo (5', 10', 15', 20') del cuadro 2.6, y se ordenan en forma ascendente cuadro 2.7, para graficarlos en el papel Gumbel y Semilogarítmico para encontrar la intensidad de diseño, como se muestra en los gráficos 2.1 y 2.2 respectivamente.

CUADRO 2.7*CALCULO DE PROBABILIDADES DE LOS REGISTROS DE INTENSIDADES DE LA ESTACION EL PAPALON*

POSICION	INTENSIDADES EN MINUTOS				Probabilidad. de Ocurrencia
	5	10	15	20	$F=m/(n+1)*100$
1	2.00	1.58	1.10	1.28	4.35
2	2.04	1.71	1.35	1.30	8.70
3	2.04	1.80	1.51	1.34	13.04
4	2.08	1.92	1.52	1.42	17.39
5	2.10	1.94	1.54	1.58	21.74
6	2.15	1.94	1.55	1.62	26.09
7	2.38	1.98	1.74	1.63	30.43
8	2.40	2.03	1.81	1.66	34.78
9	2.44	2.04	1.88	1.66	39.13
10	2.54	2.04	1.92	1.67	43.48
11	2.54	2.05	1.92	1.67	47.83
12	2.60	2.11	1.92	1.71	52.17
13	2.70	2.20	1.94	1.74	56.52
14	2.78	2.21	1.94	1.75	60.87
15	2.80	2.30	1.94	1.86	65.22
16	2.80	2.37	2.13	1.87	69.57
17	2.94	2.45	2.18	1.92	73.91
18	2.96	2.56	2.3	1.96	78.26
19	3.72	2.66	2.33	2.12	82.61
20	4.00	2.78	2.45	2.15	86.96
21	4.08	2.82	2.77	2.50	91.30
22	5.44	3.00	3.17	2.71	95.65

Se obtienen cuatro valores de intensidad de diseño que corresponde al rango de valores de duración de lluvia para un tiempo de retorno 25 años Tabla 2.8.

Seguidamente estos datos se plotean en papel Semilogarítmico de tres ciclos. Teniendo en el eje de las abcisas la probabilidad de ocurrencia y en el eje de las ordenadas las intensidades en milímetros por minutos. Luego con el tiempo de concentración $T_c = 12.18$ min. Se plotea en la curva y se lee en las ordenadas la intensidad de diseño Grafica 2.2

TABLA 2.8

DATOS DE INTENSIDAD DE DISEÑO (PERIODO DE RETORNO $T = 25$ AÑOS)

ESTACION	DURACION MIN.	INTENSIDAD MM/ MIN.
EL PAPALON	5	4.04
	10	3.28
	15	2.59
	20	2.60

CALCULO DE INTENSIDAD DE LLUVIA DE DISEÑO

Habiendo graficado la curva de **Intensidad Duración** y **Frecuencia** para un periodo de retorno de 25 años (ver grafica 2.2). Se plotea el tiempo de concentración en el eje de las ordenadas se lee la intensidad de diseño **$I = 3.06\text{mm/ min.}$**

GRAFICO 2.1
PERIODO DE RETORNO (Años)

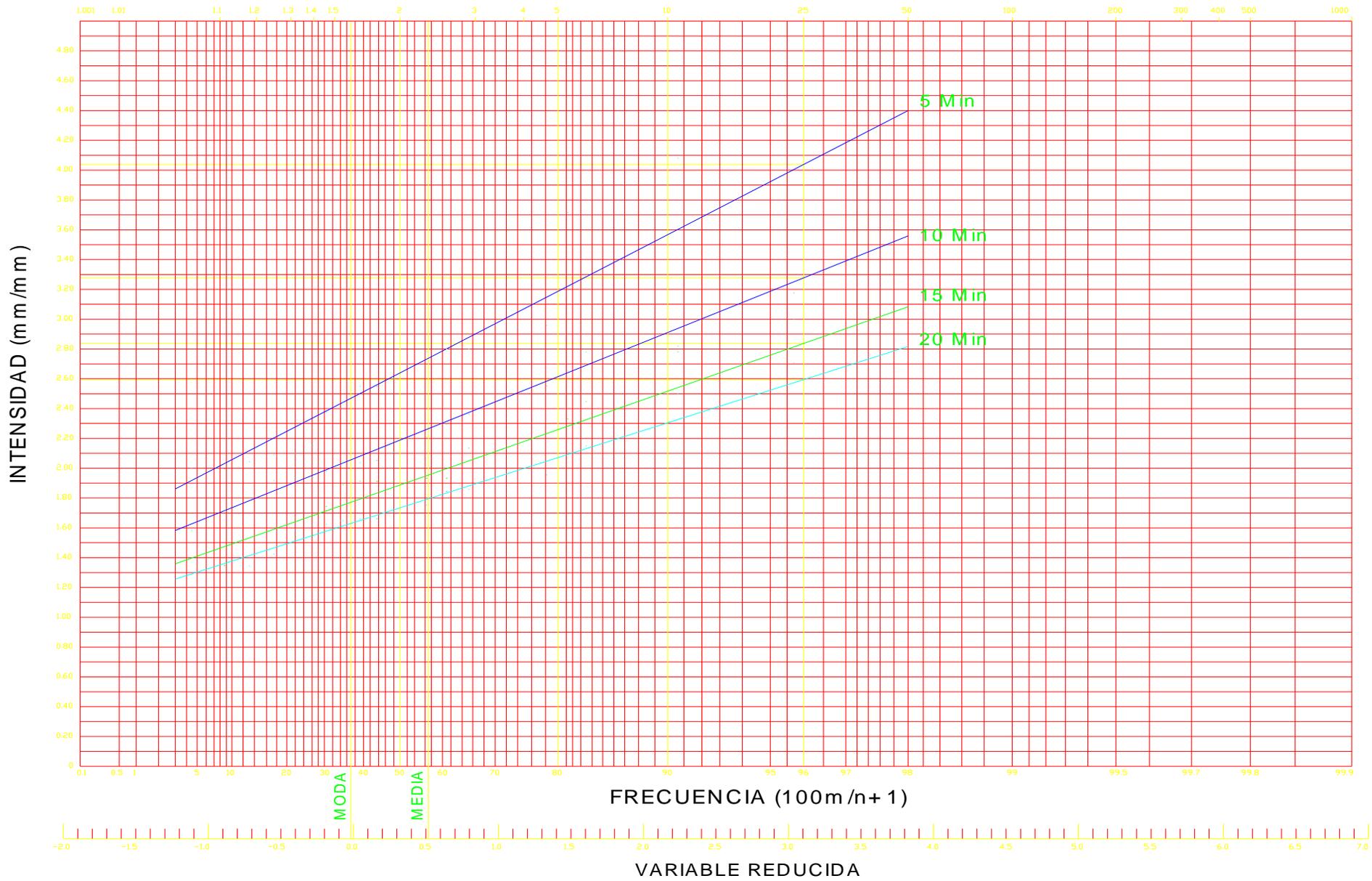
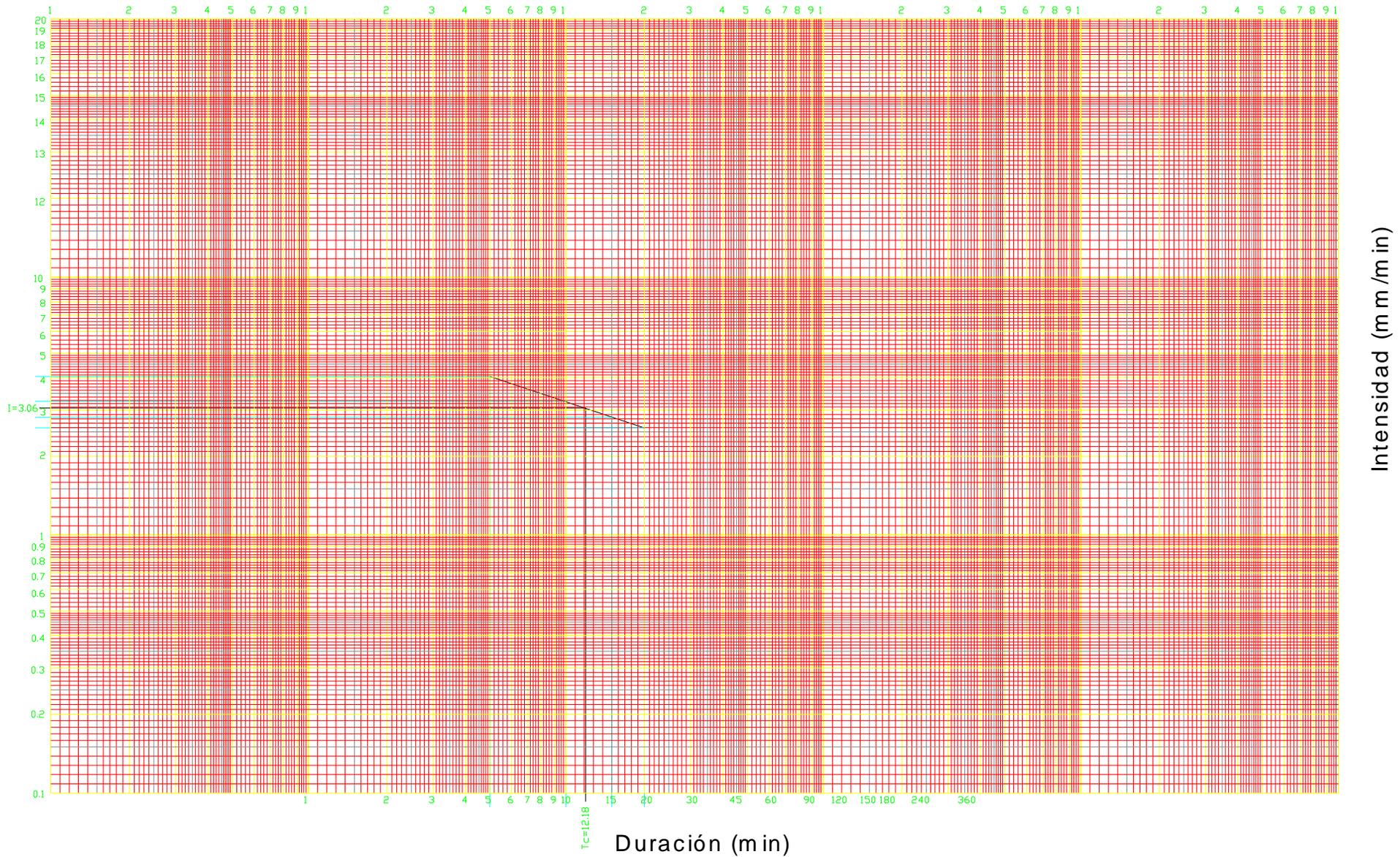


GRAFICO 2.2
CURVA DE INTENCIDAD, DURACION Y FRECUENCIA
PARA UN PERIODO DE DISEÑO DE 25 AÑOS



CAUDAL EN EL PUNTO DE INTERES

Aplicando la ecuación racional se obtiene el caudal en el punto de interés:

$$Q = CIA$$

Donde:

Q: caudal en el punto de interés

C: coeficiente de esorrentía

I: intensidad de diseño en mm/min

A: área de la cuenca en Km²

DATOS:

$$C = 0.3$$

$$I = 3.06 \text{ mm/ min}$$

$$A = 0.327 \text{ km}^2$$

$$Q = 16.67 * 0.3 * 3.06 * 0.327$$

$$Q = 5.0 \text{ mt}^3/\text{seg.}$$

AREAS TRIBUTARIAS O AREAS DE RECOGIMIENTO

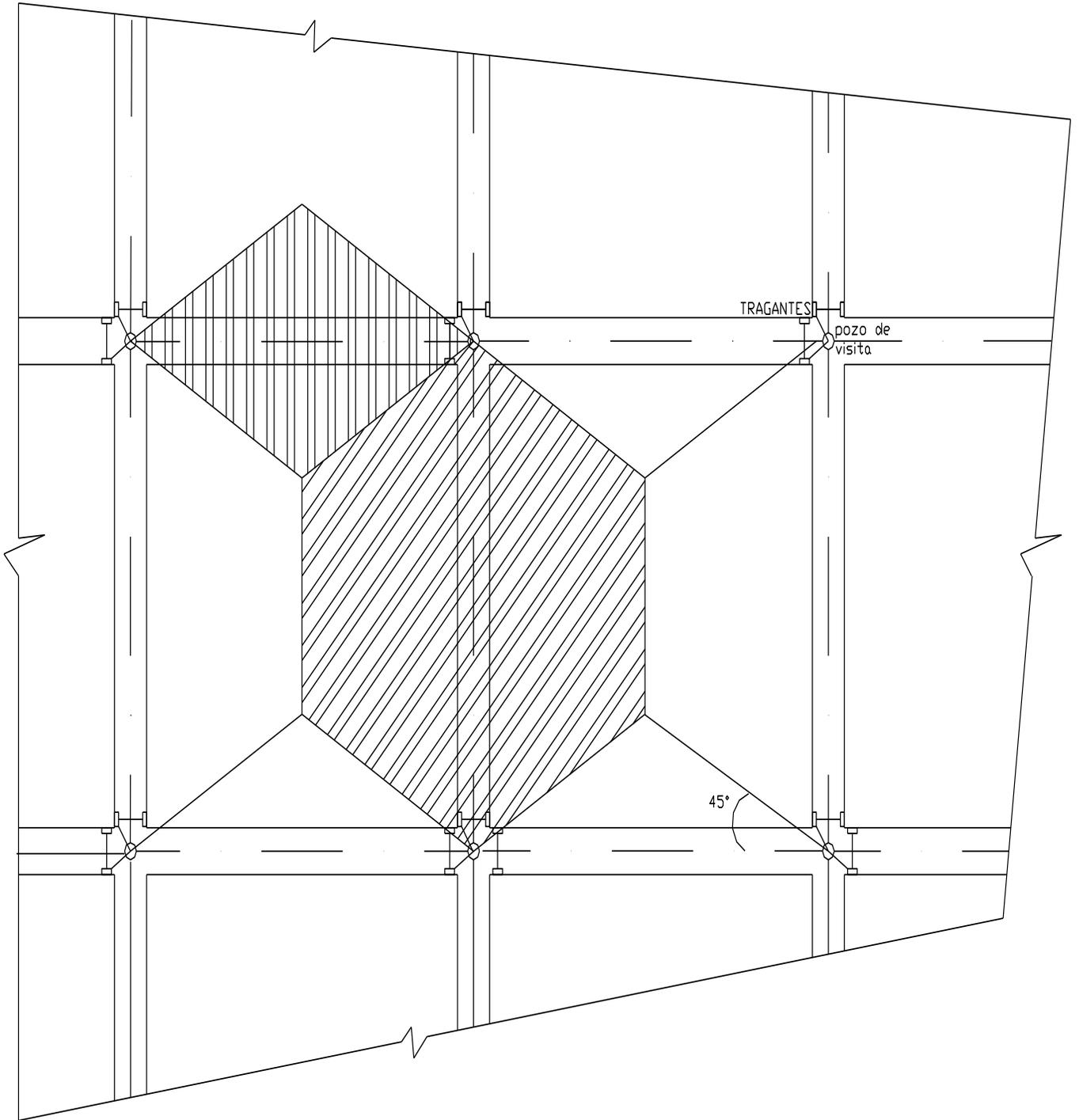
Debido a las características de flujo en zonas urbanas, el concepto de cuenca de recogimiento se ve afectado por la organización de la esorrentía en función de la captación de flujo, así como de las posibilidades de desalojo, por lo que es necesario definir las direcciones superficiales de flujo, así como también el sistema de colectores propuestos en el proyecto; definidos estos elementos se puede definir en base a ellos las áreas de influencia del proyecto, tomando en cuenta que cada calle drena un área específica.

El método a utilizar para la determinación del área de recogimiento es el siguiente:

- Se traza por cada intersección de ejes longitudinales de calles y avenidas de la zona urbanizada líneas a 45° figura 2.9, considerando que cada triángulo o trapecio adyacente a dichas arterias conforman el área de recogimiento para cada calle o avenida.

FIGURA 2.9

**DEFINICION DE AREAS DE RECOGIMIENTO
EN ZONAS URBANAS**



CAPITULO III

DISEÑO DE LA RED

GENERALIDADES

Para el diseño de la red de drenaje pluvial de la ciudad de El Tránsito, se parte del cálculo del caudal máximo determinado en el capítulo anterior ($Q = 5.0 \text{ mt}^3$), y de la información topográfica necesaria para la elaboración de los perfiles longitudinales de todas las calles. Así como también las áreas tributarias de los distintos colectores para determinar la capacidad hidráulica de las tuberías y poder establecer a la vez la rasante de las mismas.

El diseño de la red se hace cumpliendo las especificaciones técnicas de el “**REGLAMENTO A LA LEY DE URBANISMO Y CONSTRUCCION EN LO RELATIVO A PARCELACIONES Y URBANIZACIONES HABITACIONALES**”, de manera que esta funcione adecuadamente para solucionar el problema de desalojo de la escorrentía superficial, ya que esta genera problemas de tráfico peatonal y en algunos casos vehicular.

ALTIMETRIA DE CALLES

Para el levantamiento altimétrico de todas las calles de la ciudad de El Tránsito, se realizo sobre el eje de dichas calles a estacionamientos de 20 metros o menos cuando el terreno resultó muy accidentado.

El levantamiento se hizo con el fin de elaborar los perfiles de las calles y que sirvan a su vez para el diseño de la rasante de la tubería.

Las superficies de la mayoría de las calle de la ciudad de El Transito, están adoquinadas y las avenidas son de pavimento asfáltico; tomado como rasante a su ves.

Por lo tanto en el plano de perfiles no aparece nivel del terreno natural.

UBICACIÓN DE CORDON CUNETA, CAJAS TRAGANTES Y POZOS DE VISITA

El cordón cuneta es el elemento hidráulico ubicado en ambos lados de las calles y avenidas, cuya función es drenar la escorrentía superficial hacia las cajas tragantes; de tal manera que en los tramos donde comienza el recogimiento de aguas lluvias no es necesario colocar tubería enterrada.

El escurrimiento superficial máximo permisible en cordones y cunetas o canaletas será de cien (100) metros, casos especiales será analizados por el VMVDU; según el artículo 91 de la ley de urbanismo y construcción.

Los tragantes de preferencia se ubican en las bocacalles, sin embargo, cuando las distancias de las calles son grandes, estos se colocan intermedios para evacuar rápidamente las aguas, como puede observarse sobre la 2ª avenida; entre la 10ª calle y la 8ª calle.

La posición de los tragantes determina también la ubicación de los pozos de visita, ya que los tragantes deben verter sus aguas por medios de los pozos al alcantarillado pluvial.

Los diámetros mínimos de tubería de tragante a pozo de visita son de 15” y los diámetros mínimos de pozo a pozo de visita son de 18”.

En todo cambio de dirección o pendiente de tuberías para aguas lluvias, se deberá construir un pozo de visita. Respetando la distancia máxima de cien metros entre ellos, con una variación del 15%, de acuerdo a lo estipulado en el artículo 91 de la Ley de Urbanismo y Construcción.

Si el cambio de dirección de las tuberías es de 45 grados o más con respecto a su eje, el pozo de visita deberá contar con una caída de 30cm como mínimo, para tuberías con diámetros máximo de 30 pulgadas; y para tuberías de 36 a 72 pulgadas de diámetros, la caída deberá de ser de 1.00 metro como mínimo.

Los pozos de visitas para aguas lluvias podrán ser de ladrillos de barro repellados o de piedra, cuando su altura no exceda de 6.00 metros. Cuando su altura sea mayor o en el caso de tener caída iguales o mayores de 3.00 metros estos deberán ser reforzados adecuadamente¹⁵.

Las tuberías de aguas lluvias se ubican al centro de las calles y avenidas, y puede construirse un ramal o un colector principal cuya función conducir el agua a los puntos de descarga. La distancia permisible entre la parte superior de la tubería de aguas lluvias y la rasante de las vías será de 1.5 metros, con la finalidad de evitar interferencia con las tuberías de otros sistemas; pero en caso de no existir dichas interferencia, la distancia en mención podrá ser 1.00 metros.

DISEÑO DE RASANTE DE TUBERIAS

El diseño de las rasantes de tuberías de aguas lluvias, se hace considerado las especificaciones permisibles como son: que la altura mínima entre la parte superior de la tubería y la rasante de las vías es de 1.5 metros, y que la pendiente mínima permisible es de 0.5% y las máximas según el diámetros de tuberías (cuadro 3.1). Por lo cual siguiendo el Reglamento del Vice-ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU), y con los perfiles se procede a calcular las diferentes pendientes para cada tramo, de acuerdo al comportamiento de los perfiles del terreno.

El caudal de aguas lluvias deberá escurrir siempre una velocidad suficiente para evitar la sedimentación de materia sólida en la tubería. Hay que considerar que en el funcionamiento de estos sistemas suceden arrastre de arena, grava y otros desechos de diversas clases. Por otra parte velocidades altas en los flujos de las alcantarillas podrían provocar erosión en el fondo y consecuentemente su destrucción. Aunque los reglamentos que rigen el diseño de estos sistemas no establecen velocidades mínimas de diseño, Steel recomienda valores de velocidades mínimas

¹⁵ Artículo 92 de la La Ley de Urbanismo y Construcción.

de 0.75 y 0.9 m/s para diseñar hidráulicamente. En cuanto a las velocidades máximas en los sistemas de recolección aguas lluvias, no se establecen valores específicos, pero estos se pueden deducir de la sustitución en la ecuación de Manning de los de las pendientes máximas permitidas.

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} S^{1/2} \quad (\text{Ecuación de Manning})$$

Donde: V = Velocidad a tubo lleno en m/s

n = Coeficiente de Manning

R_H = Radio Hidráulico en mts (para tubería que trabajan llena R_H = D/4)

S = Pendiente de la tubería.

Tabla 3.1: Valores de las velocidades Máximas para tuberías que fluyen llenas.

Diámetro de tuberías Pulgadas	Pendientes Máxima permisible (%)	Velocidad Máxima permisible (m/s)
15	5.8	4.19
18	5	4.39
24	3	4.12
30	2.5	4.36
36	2	4.41
42	2	4.88
48	2	5.34
60	1.5	5.36
72	1.0	4.95

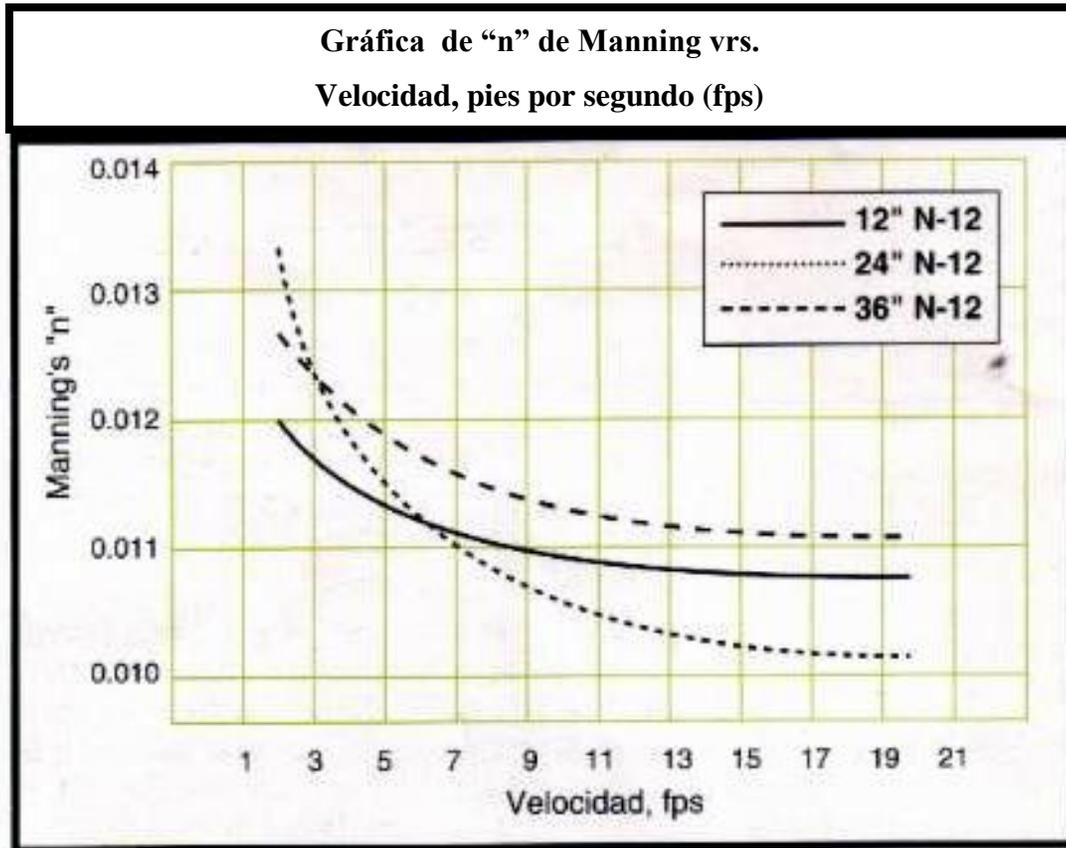
En nuestro país, el material utilizado tradicionalmente para la fabricación de colectores de aguas lluvias es el concreto. Este tipo de tubería se fabrica hasta un diámetro de 18 pulgadas sin refuerzo, de 24 pulgada en adelante es necesario se incluyan un refuerzo de acero en su fabricación.

Con el avance de la tecnología, actualmente se ha introducido en la construcción de estos sistemas tuberías de otros materiales como PVC y Polietileno (Tuberías Rib-loc y tuberías ADS respectivamente), por su resistencia estructural, peso liviano, instalación rápida y muchos otros factores que facilitan el trabajo; cuyos coeficientes de Manning puede variar entre $n = 0.010$ y $n = 0.013$.

Las tuberías **PAD** (polietileno de alta densidad) producidas por **ADS** (sistema de drenajes avanzados) se diseñó específicamente para drenajes pluviales, sanitarios, de autopistas, aeropuerto y otras obras de ingeniería. Por medio de las extensas pruebas de campo pudieron diseñar las tuberías de pared corrugadas para diámetros grandes sin comprometer la excelente relación de resistencia–peso de la tubería. Las tuberías **N-12** nombrada así por su excelente coeficiente de Manning de entre $0.010 - 0.012$, este tipo de tubería se diseñó específicamente para drenajes de aguas lluvias. Su desempeño y economía han llevado a una rápida aceptación, en 1997 **ADS** incorporó una unión de campana y espiga con empaque integrado a cada sección en los tamaños de las tuberías N-12 para alcantarillado pluvial. La unión evita la infiltración de suelos finos, y su rápida y fácil instalación.

Las tuberías N-12 cumplen con los requerimientos de las tuberías Tipo “S” de la AASHTO M 294 todos los productos pueden ser especificados para alcantarillado sanitario, pluviales, rellenos sanitarios y otras aplicaciones en ingeniería.

Se presenta a continuación la grafica de “n” de Manning vs. Velocidades, también valores de “n” se hace una comparación de los pesos de tuberías de concreto, acero corrugado y N-12.



FUENTE: DATOS PUBLICADOS POR EL FABRICANTE

Valores de “n” de Manning			
Diámetro de Tubería	N-12 & N-12 HC	Concrete Reforzado	Acero Corrugado*
12"—15"	.010 - .012	.012	.013
18"—36"	.010 - .012	.012 - .013	.019
42"—60"	.012 - .013	.013 - .015	.021

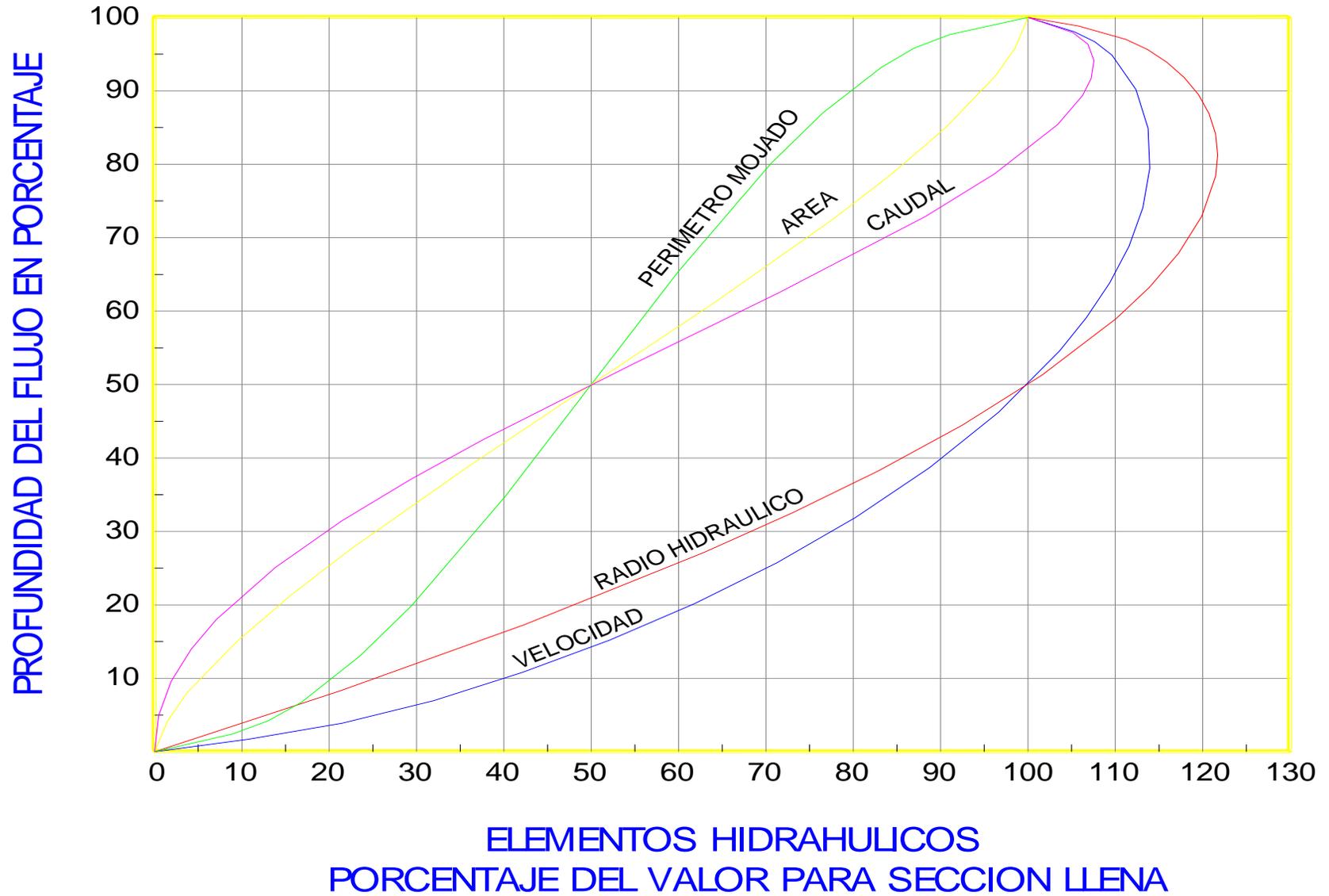
Comparación de pesos			
Libras por Pie			
Diámetro de Tubería	N-12/N-12 HC	Concreto	Acero Corrugado
10"	2.0	50	9.0
12"	3.2	79	10.5
15"	4.6	103	12.9
18"	6.4	131	15.8
24"	11.5	217	19.4
30"	15.4	384	30.4
36"	18.1	524	36.0
42"	26.5	650	57.0
48"	32.0	780	65.0
60"	60.0	1200	80.0

FUENTE: DATOS PUBLICADS POR EL FABRICANTE

El valor de **N** e Manning que tomaremos para el diseño de las tuberías será de **N = 0.012**; por que toda la red será diseñada con tubería de polietileno, y este es el valor promedio de **n** para los diferentes diámetros de tubería, según especificaciones obtenidas de datos publicados por el fabricante

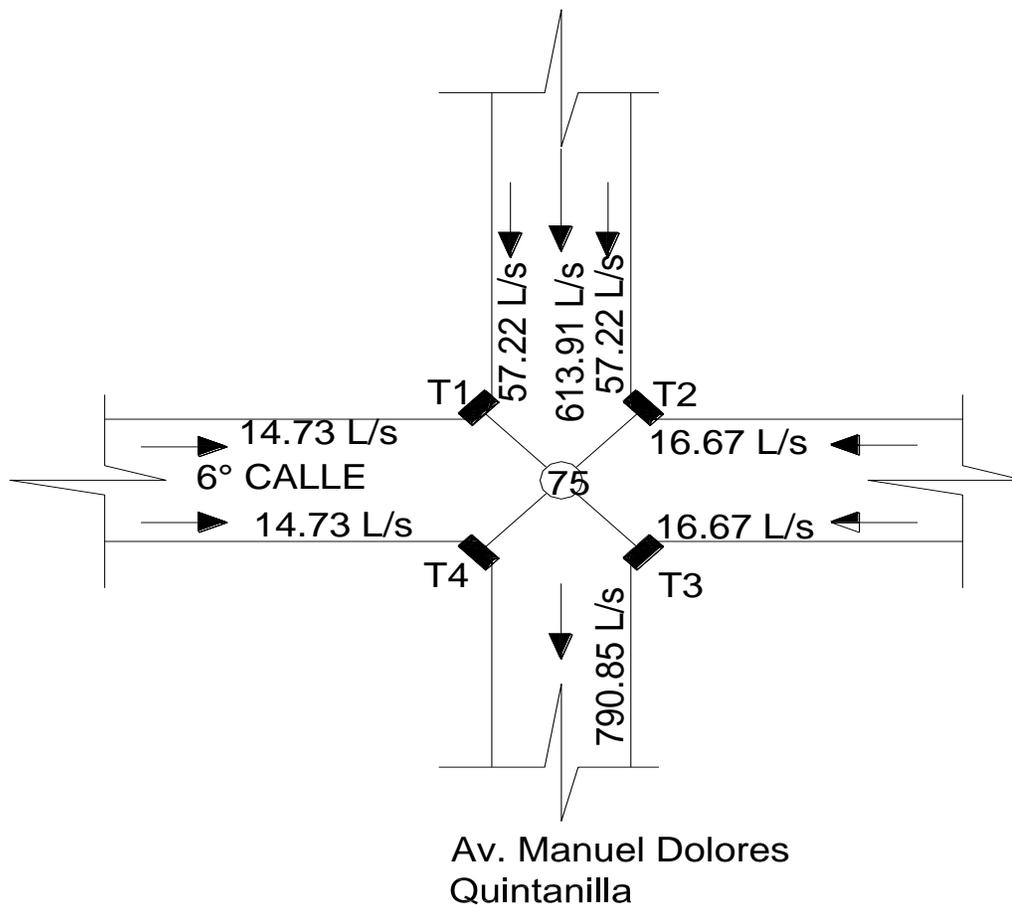
La pendiente mínima que se utilizará para el diseño será **S = 0.5%**, según el reglamento del Vice-Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano y la máxima será, según lo especificado para cada diámetro; al igual que las velocidades (tabla 3.1).

Para calcular las velocidades y tirantes hidráulicos de diseño se hizo necesario la utilización de el gráfico 3.1 “Elementos Hidráulicos para secciones circulares” ya que no se puede utilizar el Nomograma de Hazen Williams, porque está diseñado para tuberías con rugosidad “**n = 0.015**” y para nuestro caso “**n = 0.012**”.



CALCULO DE LOS TIRANTES DE DISEÑO PARA LAS TUBERIAS QUE VAN DE POZO A POZO

Analizando el crucero 75 ubicado en la intersección de la Avenida Ferrocarril y la 6° calle¹⁶; hemos llamado crucero donde hay una aportación de caudal debido a la conexión de tragantes a pozos. Utilizamos el principio de continuidad donde caudal de entrada es igual al caudal de salida.



El caudal de diseño (Q_D) para el tramo (75 a 67) es el caudal acumulado que se obtiene de la siguiente manera:

$$Q_D = Q_{\text{superficial norte}} + Q_{\text{superficial este}} + Q_{\text{superficial oeste}} + Q_{\text{subterráneo de P82}}$$

¹⁶ Plano 3.1 de los anexos

$$Q_D = 114.44 + 33.34 + 29.46 + 613.91$$

$$Q_D = 790.85 \text{ Lt/ s.}$$

Para este tramo probaremos lo siguiente.

❖ **Calculo de la velocidad a tubo lleno por medio de la ecuación de Manning.**

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} S^{1/2} \quad (\text{Ecuación de Manning}).$$

$$\text{Para tubo lleno } A_H = \frac{1}{4} \pi d^2; \text{ PM} = 2 \pi r = \pi d;$$

Donde A_H : área hidráulica; P_M : perímetro mojado

$$R_H = \frac{1/4 \pi d^2}{\pi d} = d/4$$

Probando: $S = 1.0\%$, $\emptyset = 30 \text{ "}$, $Q_D = 790.85 \text{ Lt/ s}$ y $N = 0.0012$.

Sustituimos en ecuación de Manning:

$$V_{LL} = \frac{1}{0.012} (0.762/4)^{2/3} (1.0/100)^{1/2} = 2.76 \text{ m/s}$$

$$\underline{\underline{V_{LL} = 2.76 \text{ m/s}}}$$

❖ **Calculo del caudal a tubo lleno**

$$Q_{LL} = A V_{LL} ; \text{ continuidad}$$

$$Q_{LL} = (1/4) (\pi) (0.762 \text{ m})^2 (2.76 \text{ m/s}) = 1258.2 \text{ Lt/ s}$$

$$\underline{\underline{Q_{LL} = 1258.2 \text{ Lt/ s}}}$$

❖ **Cálculo de la relación Q_D / Q_{LL} así;**

$$Q_D / Q_{LL} = (790.85 \text{ Lt/ s.}) / (1258.2 \text{ Lt/ s}) = 0.63$$

$$Q_D / Q_{LL} = 0.63$$

❖ **Del grafico Elementos Hidráulicos para secciones circulares obtenemos la relación**

V_D / V_{LL} y H_D / H_{LL} ;

$$V_D / V_{LL} = 1.06$$

$$H_D / H_{LL} = 0.575$$

❖ **Calculo de los valores de H_D y V_D , respectivamente;**

$$V_D = 1.06 (V_{LL}) \Rightarrow V_D = 1.06 (2.76 \text{ m/s}) = 2.93 \text{ m/s}$$

$$\underline{V_D = 2.93 \text{ m/s}}$$

$$H_D = 0.575 (H_{LL}) \Rightarrow H_D = 0.575 (30 \text{ "}) = 17.25 \text{ pulg.}$$

$$\underline{H_D = 17.25 \text{ pulg.}}$$

El procedimiento para el diseño de la red es repetitivo por lo tanto se presentan a continuación los resultados del cálculo de velocidades, caudales a tubo lleno y relación “QD/QLL”.

Los resultados del diseño de la tubería se presentan en los cuadros 3.1, 3.2, 3.3, 3.4

Cálculo de velocidades, caudales a tubo lleno y relación QD/QLL

POZO	d"	S %	n	Velocidad a tubo lleno	A (m ²)	Caudal a tubo lleno	QD (Lt/s)	Relacion QD/QLL
SUBCUENCA #1								
Punto de salida de campo								
	60	0.5	0.012	VLL = 3.09685 m/s	1.824	QLL = 5649.112 Lt/S	5000	QD/QLL = 0.89
87								
	60	0.5	0.012	VLL = 3.09685 m/s	1.824	QLL = 5649.112 Lt/S	5414.18	QD/QLL = 0.96
87A								
	60	0.5	0.012	VLL = 3.09685 m/s	1.824	QLL = 5649.112 Lt/S	5414.18	QD/QLL = 0.96
Quebrada El Transito								

SUBCUENCA #2

100								
	60	0.5	0.012	VLL = 3.09685 m/s	1.824	QLL = 5649.112 Lt/S	5000	QD/QLL = 0.89
101								
	60	0.5	0.012	VLL = 3.09685 m/s	1.824	QLL = 5649.112 Lt/S	5000	QD/QLL = 0.89
102								
	60	0.5	0.012	VLL = 3.09685 m/s	1.824	QLL = 5649.112 Lt/S	5000	QD/QLL = 0.89
Quebrada Palmera								

10ª CALLE

88								
	24	0.5	0.012	VLL = 1.68123 m/s	0.292	QLL = 490.6896 Lt/S	279.46	QD/QLL = 0.57
87								

3º AVENIDA

72								
	18	1.0	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.164	QLL = 322.2196 Lt/S	154.04	QD/QLL = 0.48
64								
	24	1.0	0.012	VLL = 2.37762 m/s	0.292	QLL = 693.9399 Lt/S	421.78	QD/QLL = 0.61
56								
	24	1.0	0.012	VLL = 2.37762 m/s	0.292	QLL = 693.9399 Lt/S	683.56	QD/QLL = 0.99
49								
	30	1.0	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.456	QLL = 1258.197 Lt/S	1043.16	QD/QLL = 0.83
41								
	36	1.0	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.657	QLL = 2045.967 Lt/S	1333.88	QD/QLL = 0.65
35								
	36	0.5	0.012	VLL = 2.20303 m/s	0.657	QLL = 1446.717 Lt/S	1427.33	QD/QLL = 0.99
Quebrada cementerio								

Cálculo de velocidades, caudales a tubo lleno y relación QD/QLL

POZO	d"	S %	n	Velocidad a tubo lleno	A (m2)	Caudal a tubo lleno	QD (Lt/s)	Relacion QD/QLL
AVENIDA FERROCARRIL								
92	18	1.5	0.012	VLL = 2.40378 m/s	0.164	QLL = 394.6368 Lt/S	103.28	QD/QLL = 0.26
89	24	1.1	0.012	VLL = 2.51623 m/s	0.292	QLL = 734.397 Lt/S	375.32	QD/QLL = 0.51
82	24	1.1	0.012	VLL = 2.51623 m/s	0.292	QLL = 734.397 Lt/S	613.61	QD/QLL = 0.84
81	24	1.1	0.012	VLL = 2.51623 m/s	0.292	QLL = 734.397 Lt/S	652.55	QD/QLL = 0.89
75	30	1.0	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.456	QLL = 1258.197 Lt/S	790.85	QD/QLL = 0.63
67	30	1.0	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.456	QLL = 1258.197 Lt/S	1039.73	QD/QLL = 0.83
59	30	1.0	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.456	QLL = 1258.197 Lt/S	1232.92	QD/QLL = 0.98
51	30	1.0	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.456	QLL = 1258.197 Lt/S	1311.82	QD/QLL = 1.04
43	36	1.0	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.657	QLL = 2045.967 Lt/S	1411.31	QD/QLL = 0.69
37	36	1.0	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.657	QLL = 2045.967 Lt/S	1530.07	QD/QLL = 0.75
29	36	1.0	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.657	QLL = 2045.967 Lt/S	1679.48	QD/QLL = 0.82
26	36	1.0	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.657	QLL = 2045.967 Lt/S	1781.05	QD/QLL = 0.87
23	36	1.0	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.657	QLL = 2045.967 Lt/S	2043.08	QD/QLL = 1.00
20	42	0.6	0.012	VLL = 2.6967 m/s	0.894	QLL = 2410.395 Lt/S	2347.54	QD/QLL = 0.97
16	42	1.0	0.012	VLL = 3.45277 m/s	0.894	QLL = 3086.195 Lt/S	2583.82	QD/QLL = 0.84
14	42	1.0	0.012	VLL = 3.45277 m/s	0.894	QLL = 3086.195 Lt/S	2672.59	QD/QLL = 0.87
10								

Cálculo de velocidades, caudales a tubo lleno y relación QD/QLL

POZO	d"	S %	n	Velocidad a tubo lleno	A (m2)	Caudal a tubo lleno	QD (Lt/s)	Relacion QD/QLL
11ª CALLE ORIENTE Y DESCARGA HACIA QUEBRADA LOS SARAVIAS								
10								
	48	0.5	0.012	VLL = 2.66879 m/s	1.167	QLL = 3115.685 Lt/S	2766.62	QD/QLL = 0.89
11								
	48	0.7	0.012	VLL = 3.15775 m/s	1.167	QLL = 3686.528 Lt/S	3670.36	QD/QLL = 1.00
Quebrada los Saravias bajo línea férrea								

CONTINUACION DE AVENIDA FERROCARRIL

7								
	18	0.5	0.012	VLL = 1.38782 m/s	0.164	QLL = 227.8436 Lt/S	88.81	QD/QLL = 0.39
5								
	18	0.5	0.012	VLL = 1.38782 m/s	0.164	QLL = 227.8436 Lt/S	211.86	QD/QLL = 0.93
2								
	18	1.2	0.012	VLL = 2.15001 m/s	0.164	QLL = 352.9738 Lt/S	344.65	QD/QLL = 0.98
Tubería bajo carretera								

2a AVENIDA DE NORTE A SUR

98								
	18	0.5	0.012	VLL = 1.38782 m/s	0.164	QLL = 227.8436 Lt/S	60.31	QD/QLL = 0.26
96								
	18	0.8	0.012	VLL = 1.75547 m/s	0.164	QLL = 288.2019 Lt/S	273.63	QD/QLL = 0.95
95								
	18	1.5	0.012	VLL = 2.40378 m/s	0.16417	QLL = 394.6368 Lt/S	356.43	QD/QLL = 0.903185
90								
	24	1.5	0.012	VLL = 2.91198 m/s	0.29186	QLL = 849.8993 Lt/S	508.95	QD/QLL = 0.598836
84								
	30	1	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.45604	QLL = 1258.197 Lt/S	983.2	QD/QLL = 0.781436
76								
	30	1	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.45604	QLL = 1258.197 Lt/S	1107.05	QD/QLL = 0.87987
68								
	30	1	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.45604	QLL = 1258.197 Lt/S	1307.86	QD/QLL = 1.039472
60								
	36	1	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.65669	QLL = 2045.967 Lt/S	1615.25	QD/QLL = 0.78948
53								
	36	1	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.65669	QLL = 2045.967 Lt/S	1830.64	QD/QLL = 0.894756
45								

Cálculo de velocidades, caudales a tubo lleno y relación QD/QLL

POZO	d"	S %	n	Velocidad a tubo lleno	A (m2)	Caudal a tubo lleno	QD (Lt/s)	Relacion QD/QLL	
45									
	36	1	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.65669	QLL = 2045.967 Lt/S	2014.1	QD/QLL =	0.984425
38									
	36	1.5	0.012	VLL = 3.81577 m/s	0.65669	QLL = 2505.787 Lt/S	2260.14	QD/QLL =	0.901968
31									

CONTINUACION DE 2ª AVENIDA DE NORTE A SUR

30									
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	149.68	QD/QLL =	0.464528
27									
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	243.58	QD/QLL =	0.755944
24									
	24	1	0.012	VLL = 2.37762 m/s	0.29186	QLL = 693.9399 Lt/S	367.35	QD/QLL =	0.529369
21									
	24	1	0.012	VLL = 2.37762 m/s	0.29186	QLL = 693.9399 Lt/S	574.95	QD/QLL =	0.82853
17									
	30	1	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.45604	QLL = 1258.197 Lt/S	734.24	QD/QLL =	0.583565
11									

CONTINUACION DE 2ª AVENIDA DE NORTE A SUR

8									
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	104.96	QD/QLL =	0.325741
6									
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	315.5	QD/QLL =	0.979146
3									
	24	0.5	0.012	VLL = 1.68123 m/s	0.29186	QLL = 490.6896 Lt/S	412.4	QD/QLL =	0.84045
Quebrada los Saravias bajo carretera									

4a AVENIDA DE NORTE A SUR

99									
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	38.66	QD/QLL =	0.11998
97									
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	237.05	QD/QLL =	0.735678
93									
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	337.9	QD/QLL =	1.048664
91									

Cálculo de velocidades, caudales a tubo lleno y relación QD/QLL

POZO	d"	S %	n	Velocidad a tubo lleno	A (m2)	Caudal a tubo lleno	QD (Lt/s)	Relacion QD/QLL
91								
	24	1	0.012	VLL = 2.37762 m/s	0.29186	QLL = 693.9399 Lt/S	520.96	QD/QLL = 0.750728
85								
	30	1	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.45604	QLL = 1258.197 Lt/S	980.8	QD/QLL = 0.779528
77								
	30	1	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.45604	QLL = 1258.197 Lt/S	1122.81	QD/QLL = 0.892396
69								
	30	1	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.45604	QLL = 1258.197 Lt/S	1294.19	QD/QLL = 1.028607
61								
	36	1	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.65669	QLL = 2045.967 Lt/S	1652.31	QD/QLL = 0.807594
54								
	36	1	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.65669	QLL = 2045.967 Lt/S	2028.2	QD/QLL = 0.991316
46								
	42	1	0.012	VLL = 3.45277 m/s	0.89383	QLL = 3086.195 Lt/S	2485.97	QD/QLL = 0.805513
39								
	42	1	0.012	VLL = 3.45277 m/s	0.89383	QLL = 3086.195 Lt/S	2861.76	QD/QLL = 0.927278
33								
	48	0.5	0.012	VLL = 2.66879 m/s	1.16745	QLL = 3115.685 Lt/S	2861.76	QD/QLL = 0.918501
Qeb. Final 6a								

8ª CALLE PONIENTE

78								
	18	0.5	0.012	VLL = 1.38782 m/s	0.16417	QLL = 227.8436 Lt/S	115.08	QD/QLL = 0.505083
79								
	18	0.6	0.012	VLL = 1.52029 m/s	0.16417	QLL = 249.5902 Lt/S	236.76	QD/QLL = 0.948595
80								
83								
	18	0.5	0.012	VLL = 1.38782 m/s	0.16417	QLL = 227.8436 Lt/S	70.84	QD/QLL = 0.310915
84								
86								
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	91.21	QD/QLL = 0.283068
D								
6ª CALLE PONIENTE								
73								
	18	0.87	0.012	VLL = 1.83067 m/s	0.16417	QLL = 300.5464 Lt/S	142.7	QD/QLL = 0.474802
74								

Cálculo de velocidades, caudales a tubo lleno y relación QD/QLL

POZO	d"	S %	n	Velocidad a tubo lleno	A (m ²)	Caudal a tubo lleno	QD (Lt/s)	Relacion QD/QLL
------	----	-----	---	------------------------	---------------------	---------------------	-----------	-----------------

4ª CALLE PONIENTE

70								
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	118.49	QD/QLL = 0.367731
71								
65								
	18	0.5	0.012	VLL = 1.38782 m/s	0.16417	QLL = 227.8436 Lt/S	127.55	QD/QLL = 0.559814
66								

2ª CALLE PONIENTE

57								
	18	0.5	0.012	VLL = 1.38782 m/s	0.16417	QLL = 227.8436 Lt/S	87.61	QD/QLL = 0.384518
58								
62								
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	101.15	QD/QLL = 0.313916
61								

1ª CALLE ORIENTE.

44								
	18	0.6	0.012	VLL = 1.52029 m/s	0.16417	QLL = 249.5902 Lt/S	95.24	QD/QLL = 0.381585
45								
47								
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	110.81	QD/QLL = 0.343896
46								

3ª CALLE ORIENTE.

39A								
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	101.64	QD/QLL = 0.315437
39								

5ª CALLE ORIENTE.

39A								
	18	0.5	0.012	VLL = 1.38782 m/s	0.16417	QLL = 227.8436 Lt/S	84.87	QD/QLL = 0.372492
39								

1ª AVENIDA (NORTE A SUR)

80								
	24	1	0.012	VLL = 2.37762 m/s	0.29186	QLL = 693.9399 Lt/S	488.06	QD/QLL = 0.703317
74								

Cálculo de velocidades, caudales a tubo lleno y relación QD/QLL

POZO	d"	S %	n	Velocidad a tubo lleno	A (m2)	Caudal a tubo lleno	QD (Lt/s)	Relacion QD/QLL
1ª AVENIDA (NORTE A SUR)								
74								
	30	1	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.45604	QLL = 1258.197 Lt/S	956.13	QD/QLL = 0.759921
66								
	36	1	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.65669	QLL = 2045.967 Lt/S	1350.94	QD/QLL = 0.660294
58								
	36	1	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.65669	QLL = 2045.967 Lt/S	1664.01	QD/QLL = 0.813312
50								
	36	1	0.012	VLL = 3.11556 m/s	0.65669	QLL = 2045.967 Lt/S	1933.5	QD/QLL = 0.94503
42								
	42	1	0.012	VLL = 3.45277 m/s	0.89383	QLL = 3086.195 Lt/S	2231.53	QD/QLL = 0.723068
36								
	42	1	0.012	VLL = 3.45277 m/s	0.89383	QLL = 3086.195 Lt/S	2400.63	QD/QLL = 0.777861
28								
	42	1	0.012	VLL = 3.45277 m/s	0.89383	QLL = 3086.195 Lt/S	2583.25	QD/QLL = 0.837034
25								
	42	1	0.012	VLL = 3.45277 m/s	0.89383	QLL = 3086.195 Lt/S	2724.64	QD/QLL = 0.882848
22								
	42	1	0.012	VLL = 3.45277 m/s	0.89383	QLL = 3086.195 Lt/S	2732.61	QD/QLL = 0.88543
19								
	48	0.51	0.012	VLL = 2.69534 m/s	1.16745	QLL = 3146.687 Lt/S	3152.33	QD/QLL = 1.001793
Quebrada cementerio								
CONTINUACION DE 1ª AVENIDA (NORTE A SUR)								
15A								
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	83.98	QD/QLL = 0.26063
13								
	18	1	0.012	VLL = 1.96268 m/s	0.16417	QLL = 322.2196 Lt/S	269.16	QD/QLL = 0.835331
9								
	24	0.5	0.012	VLL = 1.68123 m/s	0.29186	QLL = 490.6896 Lt/S	366.46	QD/QLL = 0.746826
Quebrada cementerio								
CONTINUACION DE 1ª AVENIDA (NORTE A SUR)								
4								
	18	0.5	0.012	VLL = 1.38782 m/s	0.16417	QLL = 227.8436 Lt/S	83.22	QD/QLL = 0.36525
1								
	18	0.5	0.012	VLL = 1.38782 m/s	0.16417	QLL = 227.8436 Lt/S	180.39	QD/QLL = 0.791727
Quebrada cementerio								

Cálculo de velocidades, caudales a tubo lleno y relación QD/QLL

POZO	d"	S %	n	Velocidad a tubo lleno	A (m2)	Caudal a tubo lleno	QD (Lt/s)	Relacion QD/QLL
6ª AVENIDA (NORTE A SUR)								
71								
	24	1	0.012	VLL = 2.37762 m/s	0.29186	QLL = 693.9399 Lt/S	438.89	QD/QLL = 0.632461
63								
	24	1	0.012	VLL = 2.37762 m/s	0.29186	QLL = 693.9399 Lt/S	524.24	QD/QLL = 0.755454
55								
	30	1	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.45604	QLL = 1258.197 Lt/S	716.63	QD/QLL = 0.569569
48								
	30	1	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.45604	QLL = 1258.197 Lt/S	787.22	QD/QLL = 0.625673
40								
	30	1	0.012	VLL = 2.75898 m/s	0.45604	QLL = 1258.197 Lt/S	787.22	QD/QLL = 0.625673
Quebrada 6ª Av.								

CUADRO 3.1

Diseño de Tubería Principal para el sistema de drenaje de las Aguas Lluvias

CALLE O AVENIDA	TRAMO		LONGITUD	DIAMETRO Ø (PULG)	PENDIENTE S (%)	CAUDAL LLENO Q (L/S)	CAUDAL DISEÑO q (L/S)	q/Q	VELOCIDAD LLENA V (m/S)	v/V	VELOCIDAD DISEÑO V (m/S)	d/D	TIRANTE HIDRAULICO d (pulg)
	DE POZO	A POZO											
Campo	Sal.	87	51.24	60	0.5	5649.11	5000.00	0.89	3.10	1.13	3.50	0.72	43.20
10ª calle	87	87A	70.38	60	0.5	5649.11	5414.18	0.96	3.10	1.14	3.53	0.78	46.80
"	87A	queb.	68.49	60	0.5	5649.11	5414.18	0.96	3.10	1.14	3.53	0.78	46.80
14ª calle	100	101	21.06	60	0.5	5649.11	5000.00	0.89	3.10	1.13	3.50	0.72	43.20
"	101	102	47.7	60	0.5	5649.11	5000.00	0.89	3.10	1.13	3.50	0.72	43.20
"	102	queb.	26.3	60	0.5	5649.11	5000.00	0.89	3.10	1.13	3.50	0.72	43.20
10ª calle	88	87	80	24	0.5	490.69	279.46	0.57	1.68	1.03	1.73	0.53	12.72
3ª avenida	72	64	100.04	18	1.0	322.22	154.04	0.48	1.96	0.99	1.94	0.49	8.82
"	64	56	78.8	24	1.0	693.94	421.78	0.61	2.38	1.04	2.48	0.56	13.44
"	56	49	81.65	24	1.0	693.94	683.56	0.99	2.38	1.14	2.71	0.80	19.20
"	49	41	87.03	30	1.0	1258.22	1043.16	0.83	2.76	1.12	3.08	0.69	20.70
"	41	35	83.8	36	1.0	2045.95	1333.88	0.65	3.12	1.06	3.31	0.59	21.06
"	35	queb.	171.11	36	0.5	1446.72	1427.33	0.99	2.20	1.14	2.51	0.80	28.80
Avenida Ferrocarril	92	89	30.72	18	1.5	394.64	103.28	0.26	2.40	0.84	2.02	0.35	6.30
"	89	82	73.15	24	1.12	734.40	375.32	0.51	2.52	1.00	2.52	0.50	12.00
"	82	81	6.41	24	1.12	734.40	613.61	0.84	2.52	1.11	2.80	0.68	16.20
"	81	75	102.44	24	1.12	734.40	652.55	0.89	2.52	1.12	2.82	0.70	16.80
"	75	67	79.12	30	1.0	1258.20	790.85	0.63	2.76	1.06	2.93	0.58	17.25
"	67	59	87.77	30	1.0	1258.20	1039.73	0.83	2.76	1.12	3.08	0.69	20.70
"	59	51	84.26	30	1.0	1258.20	1232.90	0.98	2.76	1.14	3.15	0.80	24.00
"	51	43	84.02	30	1.0	1258.20	1311.82	1.04	2.76	1.14	3.15	0.83	24.75
"	43	37	84.39	36	1.0	2045.97	1411.31	0.69	3.12	1.08	3.35	0.61	21.78
"	37	29	99.39	36	1.0	2045.97	1530.07	0.75	3.12	1.10	3.43	0.65	23.40
"	29	26	91.04	36	1.0	2045.97	1679.48	0.82	3.12	1.12	3.48	0.73	26.28
"	26	23	91	36	1.0	2045.97	1781.05	0.87	3.12	1.13	3.51	0.73	26.28
"	23	20	91	36	1.0	2045.97	2043.08	1.00	3.12	1.14	3.56	0.82	29.52
"	20	16	92.17	42	0.61	2410.40	2347.54	0.97	2.70	1.14	3.08	0.79	33.18
"	16	14	41.43	42	0.61	3086.19	2583.82	0.84	3.42	1.12	3.81	0.70	29.40
"	14	10	69.4	42	1.0	3086.19	2672.59	0.87	3.45	1.12	3.85	0.70	29.40
Avenida Ferrocarril	7	5	66.94	18	0.5	229.84	88.80	0.39	1.39	0.91	1.26	0.43	7.74
"	5	2	63.93	18	0.5	229.84	211.86	0.92	1.39	1.14	1.58	0.75	13.50
"	2	queb.	9	18	1.2	352.97	344.75	0.98	2.15	1.14	2.44	0.80	14.40
2ª Avenida	98	96	97.76	18	0.5	229.89	60.31	0.26	1.39	0.84	1.17	0.35	6.30

CUADRO 3.2

Diseño de Tubería Principal para el sistema de drenaje de las Aguas Lluvias

CALLE O AVENIDA	TRAMO		LONGITUD	DIAMETRO Ø (PULG)	PENDIENTE S (%)	CAUDAL LLENO Q (L/S)	CAUDAL DISEÑO q (L/S)	q/Q	VELOCIDAD LLENA V (m/S)	v/V	VELOCIDAD DISEÑO V (m/S)	d/D	TIRANTE HIDRAULICO d (pulg)
	DE POZO	A POZO											
2ª Avenida	96	95	24.22	18	0.8	288.20	273.63	0.95	1.76	1.14	2.00	0.78	14.04
"	95	90	98.77	18	1.5	394.64	356.43	0.90	2.40	1.13	2.71	0.74	13.32
"	90	84	94.99	24	1.5	849.90	508.95	0.60	2.91	1.04	3.03	0.56	13.32
"	84	76	66.59	30	1.0	1258.20	983.12	0.78	2.76	1.10	3.04	0.66	19.65
"	76	68	72.2	30	1.0	1258.20	1107.05	0.88	2.76	1.13	3.11	0.73	21.90
"	68	60	90.09	30	1.0	1258.20	1307.86	1.04	2.79	1.18	3.28	0.85	25.50
"	60	53	81.44	36	1.0	2045.47	1615.25	0.79	3.12	1.11	3.45	0.67	23.94
"	53	45	84.6	36	1.0	2045.47	1830.64	0.89	3.12	1.13	3.51	0.73	26.28
"	45	38	83.94	36	1.0	2045.47	2014.10	0.98	3.12	1.14	3.54	0.80	28.80
"	38	31	84.85	36	1.5	2505.79	2260.14	0.90	3.82	1.13	4.32	0.74	26.46
"	30	27	91.27	18	1.0	322.22	149.68	0.46	1.96	0.88	1.72	0.42	7.56
"	27	24	92.81	18	1.0	322.22	243.58	0.76	1.96	1.10	2.16	0.65	11.70
"	24	21	91.8	24	1.0	693.94	367.35	0.53	2.38	1.03	2.44	0.51	12.24
"	21	17	92.13	24	1.0	693.94	574.95	0.83	2.38	1.12	2.65	0.69	16.56
"	17	11	91.33	30	1.0	1258.20	734.29	0.58	2.76	1.04	2.86	0.54	16.20
"	8	6	56.06	18	1.0	322.22	104.96	0.33	1.96	0.85	1.67	0.39	7.02
"	6	3	72.38	18	1.0	322.22	315.52	0.98	1.96	1.14	2.23	0.80	14.40
"	3	queb.	114.79	24	0.5	490.69	412.40	0.84	1.68	1.12	1.87	0.70	16.80
4ª Avenida	99	97	95.38	18	1.0	322.22	38.66	0.12	1.96	0.43	0.84	0.18	3.15
"	97	93	83.35	18	1.0	322.22	237.05	0.74	1.96	1.09	2.14	0.64	11.52
"	93	91	85	18	1.0	322.22	337.90	1.05	1.96	1.13	2.21	0.88	15.75
"	91	85	85.82	24	1.0	693.94	520.96	0.75	2.38	1.09	2.59	0.64	15.36
"	85	77	44.28	30	1.0	1258.20	980.80	0.78	2.76	1.11	3.05	0.66	19.65
"	77	69	77.45	30	1.0	1258.20	1122.81	0.89	2.76	1.13	3.11	0.74	22.05
"	69	61	90.04	30	1.0	1258.20	1294.19	1.03	2.76	1.14	3.13	0.85	25.35
"	61	54	83.02	36	1.0	2045.97	1652.31	0.81	3.12	1.11	3.46	0.68	24.48
4ª Avenida	54	46	87.79	36	1.0	2045.97	2028.20	0.99	3.12	1.14	3.56	0.81	29.16
"	46	39	84.69	42	1.0	3086.19	2485.97	0.81	3.45	1.11	3.83	0.69	28.77
"	39	33	69.54	42	1.0	3086.19	2869.76	0.93	3.45	1.13	3.90	0.76	31.92
"	33	queb.	166.42	48	0.5	3115.38	2972.49	0.95	2.67	1.13	3.02	0.76	36.24
1ª Avenida	80	74	100	24	1.0	693.94	488.06	0.70	2.38	1.08	2.57	0.62	14.76
"	74	66	87.56	30	1.0	1258.20	956.13	0.76	2.76	1.10	3.04	0.65	19.50
"	66	58	84.93	36	1.0	2045.97	1350.94	0.66	3.12	0.97	3.03	0.59	21.24

CUADRO 3.3

Diseño de Tubería Principal para el sistema de drenaje de las Aguas Lluvias

CALLE O AVENIDA	TRAMO		LONGITUD	DIAMETRO Ø (PULG)	PENDIENTE S (%)	CAUDAL LLENO Q (L/S)	CAUDAL DISEÑO q (L/S)	q/Q	VELOCIDAD LLENA V (m/S)	v/V	VELOCIDAD DISEÑO V (m/S)	d/D	TIRANTE HIDRAULICO d (pulg)
	DE POZO	A POZO											
1ª Avenida	58	50	83.06	36	1.0	2045.97	1664.01	0.81	3.12	1.11	3.46	0.68	24.48
"	50	42	84.94	36	1.0	2045.97	1933.50	0.95	3.12	1.14	3.54	0.77	27.72
"	42	36	82.88	42	1.0	3086.19	2231.53	0.72	3.45	1.09	3.74	0.63	26.46
"	36	28	103.59	42	1.0	3086.19	2400.36	0.78	3.45	1.11	3.81	0.67	27.93
"	28	25	76.14	42	1.0	3086.19	2583.25	0.84	3.45	1.12	3.86	0.70	29.40
"	25	22	100	42	1.0	3086.19	2724.64	0.88	3.45	1.13	3.88	0.73	30.66
"	22	19	99.75	42	1.0	3086.19	2932.69	0.95	3.45	1.13	3.88	0.73	30.66
"	19	Queb.	106	48	0.51	3146.69	3152.33	1.00	2.70	1.14	3.08	0.82	39.36
"	15A	13	67.61	18	1.0	322.22	83.98	0.26	1.96	0.77	1.51	0.35	6.30
"	13	9	84.14	18	1.0	322.22	269.16	0.84	1.96	1.10	2.15	0.64	11.52
"	9	Queb.	97.5	24	0.5	490.69	366.46	0.75	1.68	1.10	1.85	0.65	15.60
"	4	1	99.79	18	0.5	227.84	83.22	0.37	1.39	0.89	1.24	0.42	7.56
"	1	Queb.	71.61	18	0.5	227.84	180.39	0.79	1.39	1.11	1.54	0.67	11.97
6ª Avenida	71	63	81.74	24	1.0	693.94	438.89	0.63	2.38	1.06	2.51	0.58	13.92
"	63	55	85.22	24	1.0	693.94	524.24	0.76	2.38	1.10	2.62	0.65	15.60
"	55	48	55	30	1.0	1258.20	716.23	0.57	2.76	1.03	2.84	0.55	16.50
"	48	40	52.8	30	1.0	1258.20	787.22	0.63	2.76	1.05	2.90	0.58	17.40
"	40	Queb.	27.98	30	1.0	1258.20	787.22	0.63	2.76	1.05	2.90	0.58	17.40
8ª calle	78	79	74.15	18	0.5	227.84	115.08	0.51	1.39	1.01	1.40	0.51	9.09
"	79	80	74.15	18	0.6	249.54	236.76	0.95	1.52	1.14	1.73	0.78	14.04
"	83	84	49.95	18	0.5	227.84	70.84	0.31	1.39	0.83	1.15	0.51	9.09
"	86	D	74.15	18	1.0	249.54	91.21	0.37	1.96	0.90	1.76	0.42	7.56
6ª calle	73	74	80.19	18	0.87	300.55	142.70	0.47	1.83	0.96	1.76	0.45	8.10
4ª calle	65	66	79.04	18	0.5	227.84	127.55	0.56	1.39	1.03	1.42	0.54	9.72
"	70	71	60.18	18	1.0	322.22	118.49	0.37	1.96	0.90	1.76	0.42	7.56
2ª calle	57	58	60.18	18	0.5	227.84	87.61	0.38	1.39	0.93	1.29	0.43	7.74
"	62	61	65.95	18	1.0	322.22	101.15	0.31	1.96	0.83	1.63	0.38	6.84
1ª calle	44	45	66.12	18	0.6	249.59	95.24	0.38	1.52	0.90	1.37	0.43	7.74
"	47	46	65.00	18	1.0	322.22	110.81	0.34	1.96	0.85	1.67	0.41	7.38
7ª calle	10	11	144.26	48	0.5	3115.68	2766.62	0.89	2.67	1.13	3.00	0.73	35.04
"	11	queb.	111.00	48	0.7	3686.53	3670.36	1.00	3.16	1.14	3.60	0.82	39.12
3ª calle	39A	39	60.88	18	1.0	322.22	101.64	0.32	1.96	0.84	1.65	0.39	6.93

UBICACION DE LAS DESCARGAS

Al diseñar el sistema de alcantarillado pluvial es necesario y muy conveniente que se realicen descargas en lugares estratégicos para evitar que haya un incremento de diámetro de tubería y saturación en el colector.

En cada punto de descarga se debe diseñar cabezales con gradas disipadoras de energía o rampas con una longitud de desarrollo adecuada, mostrados en las figuras 3.1, 3.2 y 3.4.

DESCRIPCION DE LA RED PLUVIAL DISEÑADA.

La red de drenaje pluvial diseñada para la ciudad de El Transito, cuenta con siete ramales principales, los cuales desalojan el agua proveniente de las precipitaciones pluviales.

El colector que desaloja el agua de la subcuenca #1 descarga un caudal de 5414.18 lt/seg, a través de una tubería de 60 pulgadas la que descansa sobre el cabezal que se muestra en la figura 3.1, esta descarga será a la quebrada El Transito.

El colector que desaloja el agua proveniente de la subcuenca #2 descarga un caudal de 5000 lit./seg, a través de una tubería de 60 pulgadas la que descansa sobre un cabezal que se muestra en la figura 3.1, esta descarga será en la quebrada la Palmera a la altura de la 14^a calle oriente.

El colector que desaloja el agua sobre la 3ª avenida descarga un caudal de 1427.33 lt/seg, a través de una tubería de 36 pulgadas la que descansa sobre un muro final recto tipo “a” que se muestra en la figura 3.3 , esta descarga será en la quebrada el cementerio a la altura de la 5ª calle poniente.

El colector que desaloja el agua sobre la 1ª avenida descarga un caudal de 3152.33 lt/seg, a través de una tubería de 42 pulgadas la que descansa en un cabezal que se muestra en la figura 3.4, esta descarga será en la quebrada el cementerio a la altura de la 7ª calle poniente.

El colector que desaloja el agua de la avenida Ferrocarril descarga un caudal de 2766.62 lt/seg, y se une al caudal del colector de la 2ª avenida sur a la altura de la línea férrea siendo el caudal total 3670.36 lt/seg, a través de una tubería de 48 pulgadas la que descansa en un cabezal que se muestra en la figura 3.2, esta descarga será en la quebrada Los Saravias.

El colector que desaloja el agua sobre la 2ª avenida entre la 14ª calle y la 5ª calle descarga un caudal de 2260.14 lt/seg, esta descarga será en la quebrada San Antonio en la intersección con la quinta calle por medio de una tubería existente de 42 pulgadas.

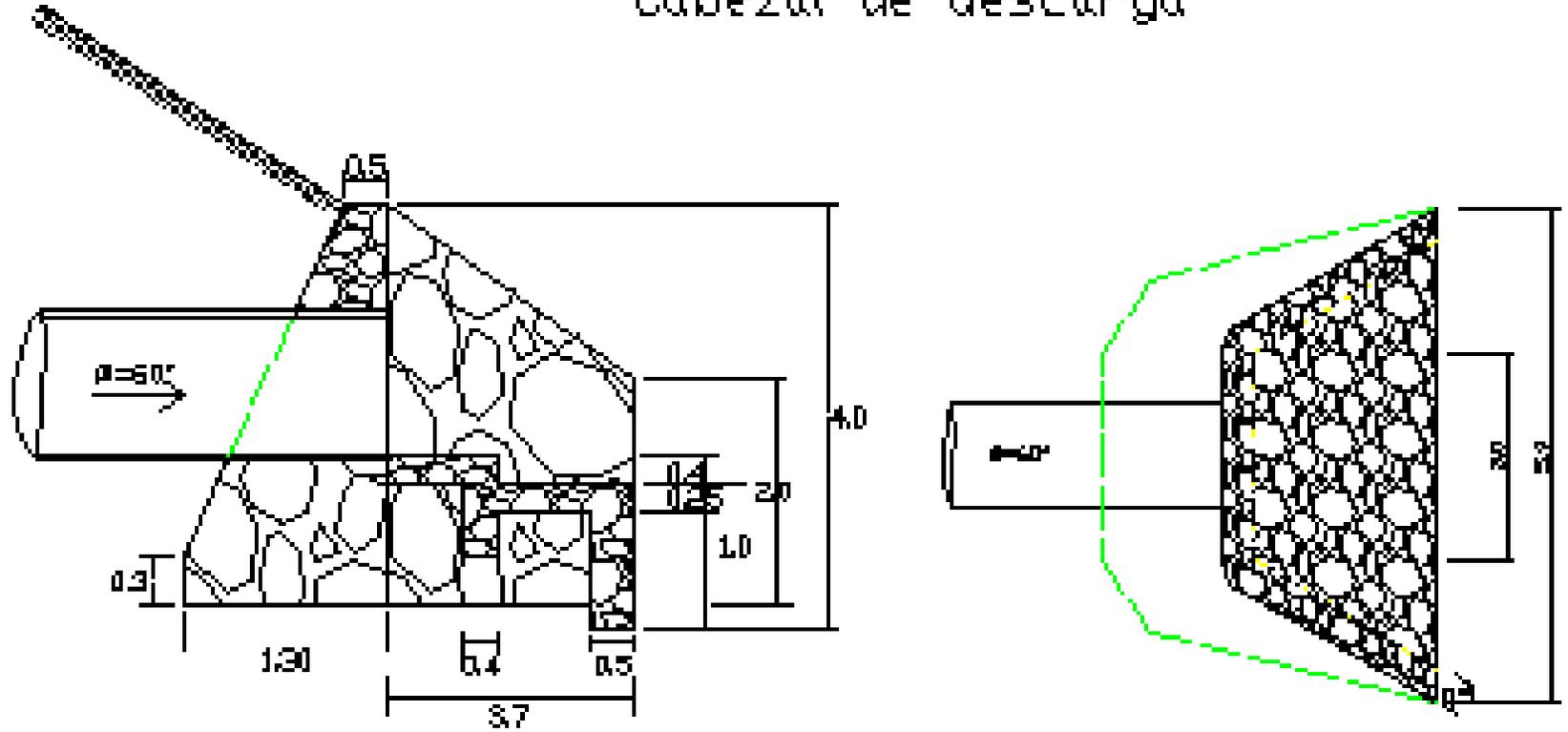
El colector que desaloja el agua sobre la 4ª avenida descarga un caudal de 2972.49 lt/seg, a través de una tubería de 48 pulgadas la que descansa sobre un cabezal que se muestra en la figura 3.2, esta descarga será a la quebrada Los Saravias en la intersección con la 5ª calle oriente.

El colector que desaloja el agua sobre la 6ª avenida descarga un caudal de 787.22 lt/seg, a través de una tubería de 30 pulgadas la que descansa en un muro final tipo “a” que se muestra en la figura 3.3, esta descarga será en la quebrada Los Saravias en la parte media entre la 3ª y 5ª calle.

Los cabezales y muros final recto tipo “a” serán construidos con mampostería de piedra.

Fig. 3.1

Cabezal de descarga



ELEVACION

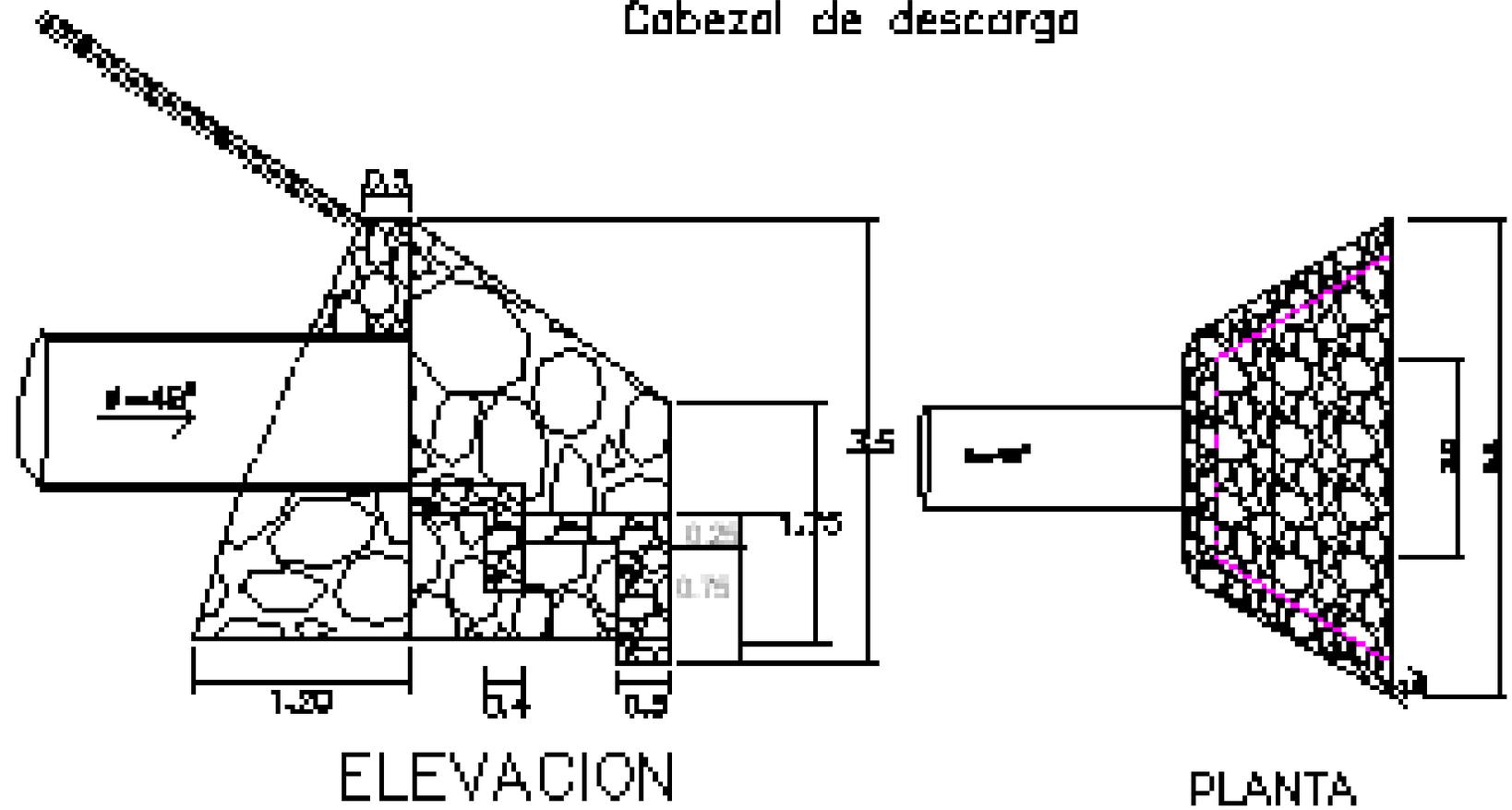
cotas en mts.

PLANTA

SIN ESCALA

Fig. 3.2

Cabezal de descarga



ELEVACION

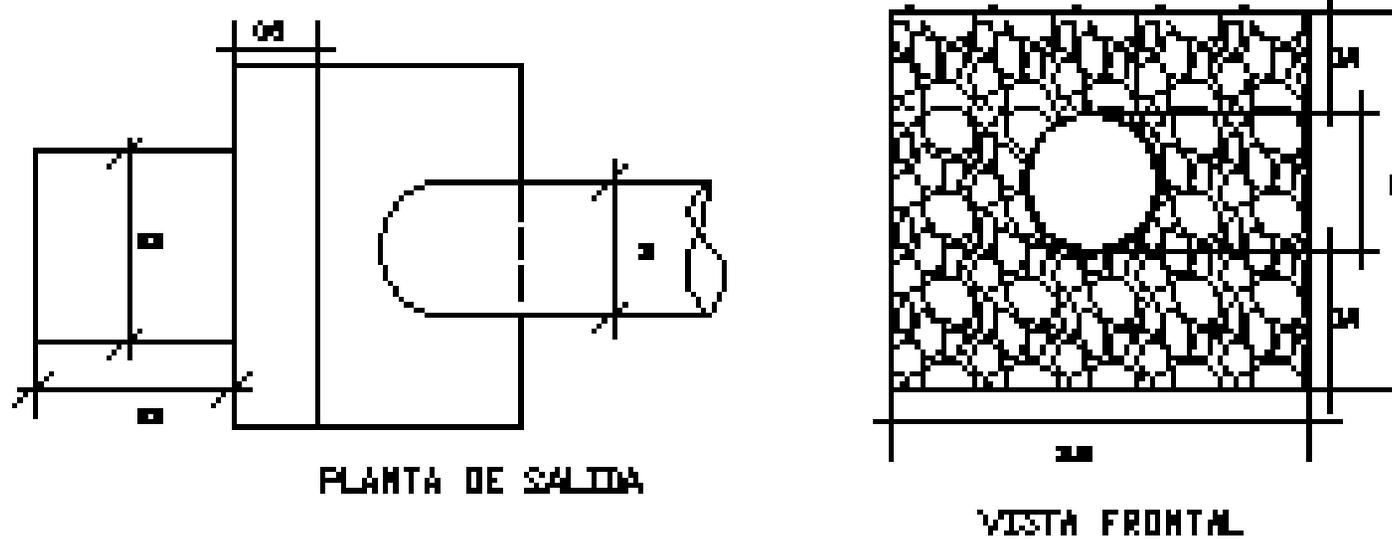
PLANTA

cotas en mts.

SIN ESCALA

Fig. 3.3

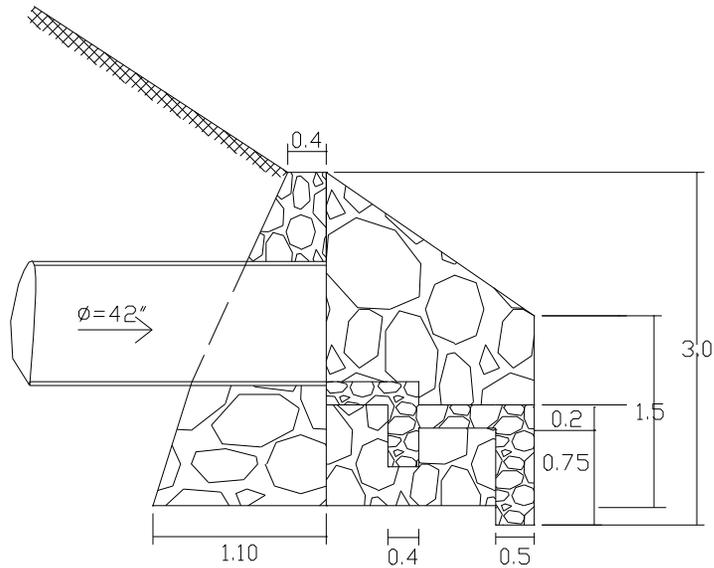
Muro final recto tipo A



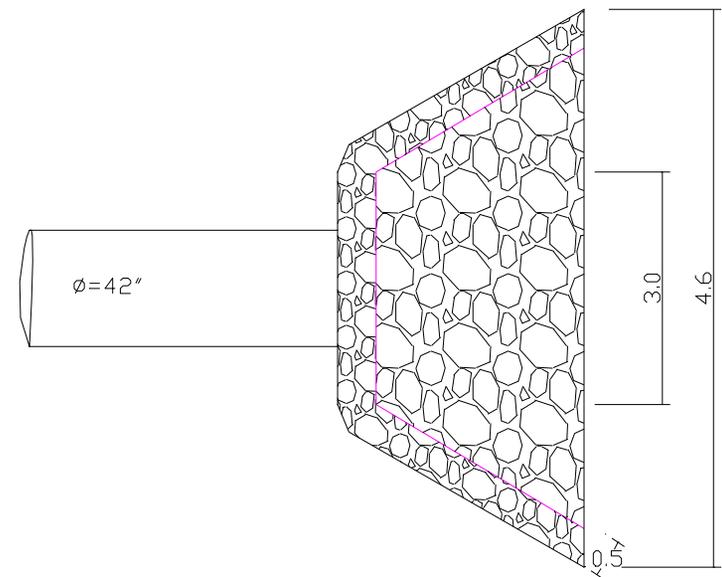
cotas en mts

Fig. 3.4

Cabezal de descarga



ELEVACION



PLANTA

cotas en mts.

SIN ESCALA

CAPITULO IV

PRESUPUESTO DE

LA RED DISEÑADA

GENERALIDADES

Al realizar el proyecto de un sistema de drenajes de aguas lluvias, es necesario conocer el equivalente económico de este; ya que este sirve de base para la ejecución del mismo, o para ser tomadas por algún organismo que financie el tipo de proyecto, en el presente capítulo se realiza el presupuesto de la red diseñada en el capítulo anterior; haciendo el análisis de costo unitario de las cantidades de obra, de cada una de las partidas necesarias para obtener el monto total del proyecto, tomando en cuenta tanto los costos unitarios como los indirectos.

PRESUPUESTO

El cálculo del monto del proyecto incluye los costos directos, mano de obra y materiales; también incluye el IVA; no así los costos indirectos ya que para cada institución, el porcentaje a aplicar es diferente dependiendo de su organización, rendimientos de los trabajadores, capacidad instalada; etc.,

En el presente presupuesto del proyecto; incluye todas las partidas que se consideraran oportuna
Para obtener el presupuesto total del proyecto.

COSTO UNITARIO DE LA RED DISEÑADA

Cuadro 4.1: Cantidades de obra

No	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL
1	DEMOLICION				
	Carpeta asfáltica	4641.21	m2	\$0.75	\$3,468.97
	Desadoquinado	4435.00	m2	\$0.84	\$3,725.40
				TOTAL=	\$7,194.37
2	EXCAVACION				
	Tubería				
	Diámetro de 15"	1285.26	m3	\$7.39	\$9,503.58
	Diámetro de 18"	5212.76	m3	\$7.39	\$38,544.64
	Diámetro de 24"	4093.75	m3	\$7.39	\$30,270.36
	Diámetro de 30"	5009.32	m3	\$7.39	\$37,040.34
	Diámetro de 36"	6825.96	m3	\$7.39	\$50,473.10
	Diámetro de 42"	4269.75	m3	\$7.39	\$31,571.75
	Diámetro de 48"	4088.47	m3	\$7.39	\$30,231.32
	Diámetro de 60"	2307.02	m3	\$7.39	\$17,058.77
	Cabezales	58.73	m3	\$7.39	\$434.27
	Emplantillados	111.71	m3	\$7.39	\$826.02
	Cajas tragantes	982.64	m3	\$7.39	\$7,265.92
	Cajas tragantes para calles de tierra	127.80	m3	\$7.39	\$944.99
				TOTAL=	\$254,165.04
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA ADS				
	Diámetro de 15"	1150.80	mL	\$31.10	\$35,790.54
	Diámetro de 18"	1935.49	ml	\$44.84	\$86,794.01
	Diámetro de 24"	1266.44	ml	\$70.83	\$89,703.03
	Diámetro de 30"	1177.52	ml	\$110.81	\$130,486.71
	Diámetro de 36"	1470.30	ml	\$140.36	\$206,376.35
	Diámetro de 42"	819.59	mL	\$186.57	\$152,907.39
	Diámetro de 48"	527.68	mL	\$315.79	\$166,634.71
Diámetro de 60"	285.17	ml	\$352.11	\$100,411.13	
				TOTAL=	\$969,103.87
4	CAJA TRAGANTE (total 346)				
	Cemento	1930.68	bls	\$4.80	\$9,267.26
	Arena	209.33	m3	\$14.29	\$2,990.43
	Grava	45.67	m3	\$22.86	\$1,043.93
	Piedra	204.14	m3	\$13.71	\$2,799.63
	Agua	934.20	barr	\$1.14	\$1,067.66
	Ladrillo	102416.00	c/u	\$0.14	\$14,045.62
	Hierro 3/8	62.28	qq	\$20.00	\$1,245.60
	Tapadera Ho Fo	346.00	c/u	\$211.43	\$73,154.29
					\$105,614.42
	HERRAMIENTA				
	2% de Materiales	2.00	%	\$105,614.42	\$2,112.29
	MANO DE OBRA	346	c/u	\$71.17	\$24,625.31
				TOTAL=	\$132,352.03

COSTO UNITARIO DE LA RED DISEÑADA

Cuadro 4.2: Cantidades de obra

No	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL
5	CAJA TRAGANTE P / TIERRA(45)				
	Cemento	303.75	bls	\$4.80	\$1,458.00
	Arena	36.00	m3	\$14.29	\$514.29
	Piedra	97.20	m3	\$13.71	\$1,333.03
	Agua	121.50	barr	\$1.14	\$138.86
	Hierro /8	8.10	qq	\$20.00	\$162.00
	Tubo 3/8" galvanizado	270.00	mL	\$5.71	\$1,542.86
					\$5,149.03
	HERRAMIENTA				
	2% de Materiales	2.00	%	\$5,149.03	
					\$102.98
	MANO DE OBRA				
		45.00	c/u	\$71.17	
				\$3,202.71	
				TOTAL= \$8,454.72	
6	POZO DE 1,5 a 2 mt DE PROF. (19)				
	Cemento	248.14	bls	\$4.80	\$1,191.07
	Piedra	19.95	m3	\$13.71	\$273.60
	Grava	2.76	m3	\$22.86	\$62.97
	Arena	26.41	m3	\$14.29	\$377.29
	Ladrillo	10393.00	c/u	\$0.14	\$1,425.33
	Hierro 5/8	6.46	qq	\$20.00	\$129.20
	Hierro 1/2	2.66	qq	\$20.00	\$53.20
	Hierro 1/4	0.38	qq	\$20.00	\$7.60
	Agua	111.15	barr	\$1.14	\$127.03
	Cuartón	25.27	vr	\$1.03	\$25.99
	Tabla	42.75	vr	\$1.37	\$58.63
	Tapadera de H° Fo	19.00	c/u	\$137.14	\$2,605.71
	Clavos 3"	0.19	lb	\$0.40	\$0.08
					\$6,337.69
	MATERIALES				
		2.00	%	\$6,337.69	
					\$126.75
MANO DE OBRA					
	19.00	c/u	\$140.01		
				\$2,660.11	
				TOTAL \$9,124.56	
7	POZO DE 2 a 3 mt DE PROF. (33)				
	Cemento	430.98	bls	\$4.80	\$2,068.70
	Piedra	34.65	m3	\$13.71	\$475.20
	Grava	4.79	m3	\$22.86	\$109.37
	Arena	45.87	m3	\$14.29	\$655.29
	Ladrillo	18051.00	c/u	\$0.14	\$2,475.57
	Hierro 5/8	11.22	qq	\$20.00	\$224.40
	Hierro 1/2	4.62	qq	\$20.00	\$92.40
	Hierro 1/4	0.66	qq	\$20.00	\$13.20
	Agua	193.05	barr	\$1.14	\$220.63
	Cuartón	43.89	vrs	\$1.03	\$45.14

COSTO UNITARIO DE LA RED DISEÑADA

Cuadro 4.3: Cantidades de obra

No	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL	
8	Tabla	74.25	vr	\$1.37	\$101.83	
	Tapadera de H° Fo	33.00	c/u	\$137.14	\$4,525.71	
	Clavos 3"	0.33	lb	\$0.40	\$0.13	
					\$11,007.57	
	MATERIALES					
		2.00	%	\$11,007.57	\$220.15	
	MANO DE OBRA					
		33	c/u	\$210.51	\$6,946.78	
				TOTAL =	\$18,174.51	
	POZO DE 3 a 4 mt DE PROF. (37)					
		Cemento	483.22	bls	\$4.80	\$2,319.46
		Piedra	38.85	m3	\$13.71	\$532.80
		Grava	5.37	m3	\$22.86	\$122.63
		Arena	51.43	m3	\$14.29	\$734.71
		Ladrillo	20239.00	c/u	\$0.14	\$2,775.63
	Hierro 5/8	12.58	qq	\$20.00	\$251.60	
	Hierro 1/2	5.18	qq	\$20.00	\$103.60	
	Hierro 1/4	0.74	qq	\$20.00	\$14.80	
	Agua	216.45	barr	\$1.14	\$247.37	
	Cuartón	49.21	vr	\$1.03	\$50.62	
	Tabla	83.25	vr	\$1.37	\$114.17	
	Tapadera de H° Fo	37.00	c/u	\$137.14	\$5,074.29	
	Clavos 3"	0.37	lb	\$0.40	\$0.15	
					\$12,341.83	
	MATERIALES					
		2.00	%	\$12,341.83	\$246.84	
	MANO DE OBRA					
		37	c/u	\$280.91	\$10,393.62	
				TOTAL=	\$22,982.28	
POZO DE 4 a 5 mt DE PROF. (6)						
	Cemento	78.36	bls	\$4.80	\$376.13	
	Piedra	6.30	m3	\$128.00	\$806.40	
	Grava	0.87	m3	\$22.86	\$19.89	
	Arena	8.34	m3	\$125.00	\$1042.50	
	Ladrillo	3282	c/u	\$0.14	\$450.10	
	Hierro 5/8	2.04	qq	\$20.00	\$40.80	
	Hierro 1/2	0.84	qq	\$20.00	\$16.80	
	Hierro 1/4	0.12	qq	\$175.00	\$21.00	
	Agua	35.10	barr	\$1.14	\$40.11	
	Cuartón	7.98	vr	\$1.03	\$8.21	
	Tabla	13.50	vr	\$1.37	\$18.51	
	Tapadera de H° Fo	6.00	c/u	\$1.00	\$6.00	
	Clavos 3"	0.06	lb	\$0.40	\$0.02	
					\$2,846.48	

COSTO UNITARIO DE LA RED DISEÑADA

Cuadro 4.4: Cantidades de obra

No	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL
10	MATERIALES	2.00	%	\$2,846.48	\$56.93
	MANO DE OBRA	6	c/u	\$358.69	\$2,152.11
	POZO DE 5 a 6 mt DE PROF. (1)			TOTAL=	\$5,055.52
	Cemento	13.06	bls	\$4.80	\$62.69
	Piedra	1.05	m3	\$13.71	\$14.40
	Grava	0.15	m3	\$22.86	\$3.31
	Arena	1.39	m3	\$14.29	\$19.86
	Ladrillo	547	c/u	\$0.14	\$75.02
	Hierro 5/8	0.34	qq	\$20.00	\$6.80
	Hierro 1/2	0.14	qq	\$20.00	\$2.80
	Hierro 1/4	0.02	qq	\$20.00	\$0.40
	Agua	5.85	barr	\$1.14	\$6.69
	Cuartón	1.33	vr	\$1.03	\$1.37
	Tabla	2.25	vr	\$1.37	\$3.09
	Tapadera de H° Fo	1.00	c/u	\$137.14	\$137.14
Clavos 3"	0.01	lb	\$0.40	\$0.01	
					\$333.56
	MATERIALES	2.00	%	\$333.56	\$6.67
	MANO DE OBRA	37	c/u	\$422.21	\$422.21
				TOTAL=	\$762.44
11	ADEMADO DE PAREDES				
	Ademado de zanjas	7987.37	m2	\$9.39	\$75,026.51
				TOTAL=	\$75,026.51
12	RELLENO COMPACTADO				
	Tubería				
	Diámetro de 15"	1154.06	m3	\$6.06	\$6,995.58
	Diámetro de 18"	4903.19	m3	\$6.06	\$29,721.74
	Diámetro de 24"	3731.12	m3	\$6.06	\$22,616.98
	Diámetro de 30"	4472.42	m3	\$6.06	\$27,110.53
	Diámetro de 36"	5860.42	m3	\$6.06	\$35,524.19
	Diámetro de 42"	3537.18	m3	\$6.06	\$21,441.37
	Diámetro de 48"	3472.43	m3	\$6.06	\$21,048.88
	Diámetro de 60"	1786.83	m3	\$6.06	\$10,831.25
	Cabezales	9.08	m3	\$6.06	\$55.04
				TOTAL=	\$175,345.57

COSTO UNITARIO DE LA RED DISEÑADA

Cuadro 4.5: Cantidades de obra

No	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUB-TOTAL
13	MAMPOSTERIA PARA OBRAS DE DESCARGA				
	Cabezales, Emplantillado y aletones	173.49	m3		
	MATERIALES				
	Cemento	381.68	bolas	\$4.80	\$1,832.05
	Arena	55.52	m3	\$14.29	\$793.10
	Piedra	216.86	m3	\$13.71	\$2,974.11
	Agua	46.84	barriles	\$1.14	\$53.53
					\$5,652.80
	HERRAMIENTAS				
		2.00	%	\$5,652.80	\$113.06
MANO DE OBRA					
	173.49	m3	\$16.00	\$2,775.84	
			TOTAL =	\$8,541.70	
14	RESTITUCION				
	Carpeta Asfáltica	4641.21	m2	\$22.02	\$102,191.49
	Adoquinado	4435.00	m2	\$19.80	\$87,797.79
			TOTAL =	\$189,989.28	
			TOTAL GENERAL =	\$1,918,721.17	

Cuadro 4,6

COSTO DIRECTO DEL PROYECTO		
1	DEMOLICIÓN	\$7,194.37
2	EXCAVACIÓN	\$254,165.04
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA ADS	\$969,103.87
4	CAJAS TRAGANTE	\$132,352.03
5	CAJAS TRAGANTE P / CALLES DE TIERRA	\$8,454.72
6	POZOS DE VISITA	\$56,099.31
7	ADEMADO DE PAREDES	\$75,026.51
8	RELLENO COMPACTADO	\$175,345.57
9	MAMPOSTERIA P/ OBRAS DE DESCARGA	\$8,541.70
10	RESTITUCION	\$189,989.28
		TOTAL = \$1,876,272.39

Cuadro 4,7

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
COSTOS DIRECTOS	\$1,876,272.39
COSTOS INDIRECTOS (30%)	\$562,881.72
IMPREVISTOS (10%)	\$187,627.24
TOTAL	\$2,626,781.35

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1- INSTALACIONES PROVISIONALES

1.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El Contratista suministrará por su cuenta y riesgo todas las construcciones, instalaciones y servicios provisionales o temporales que puedan necesitarse para la debida conducción e inspección del trabajo.

1.2 TRABAJO INCLUIDO

a) PATIOS Y BODEGA

Se proveerá patios para el almacenamiento, conservación y protección de materiales (tuberías) y equipo que deban ser incorporados a la obra, deberá proveerse además de las tarimas necesarias para no depositar los materiales directamente en el piso.

La bodega será del tamaño necesario para almacenar materiales como hierro, cemento, cañería, accesorios o cualquier otro material o equipo que por su naturaleza lo requiera, así como las herramientas de trabajo. La disposición de los materiales en bodega debe permitir una fácil inspección. Debe entenderse que las bodegas que se necesitaren después de haber sido cancelado este rubro no implicarán costos extras.

b) OFICINA DEL CONTRATISTA

El contratista dispondrá de una oficina para su personal técnico y administrativo, lugar adecuado para revisión de los planos y documentos, etc.

El área de oficina será de 25 m² y deberá contar como mínimo de los muebles siguientes: Una mesa de dibujo completa con su banco, un escritorio con gavetas y silla, una mesa para planos, un gabinete de madera para planos (planera), un estante de madera para colocación de equipo y muestras.

Deberán atenderse las disposiciones legales en vigor; requisitos planteados por el Laudo Arbitral vigente y normas mínimas especificados por la ley de urbanismo y construcción.

La supervisión tendrá acceso a la oficina a cualquier hora; desde donde hará la coordinación para la supervisión de campo en todo el proyecto.

1.3 RETIRO DE LAS OBRAS PROVISIONALES

Al terminar los trabajos el Contratista retirará todas las instalaciones antes anotadas, y los materiales serán de su propiedad, dejando el lugar completamente limpio, sin depresiones o sobresalientes bruscos y en condiciones satisfactorios para la Supervisión.

2- TRAZO Y NIVELACION

2.1 GENERALIDADES

- a) Este trabajo consiste en la localización general, alineamientos y niveles de las obras a construir en el presente trabajo de acuerdo a los datos topográficos obtenidos de campo.
- b) El Contratista asumirá la responsabilidad total por las dimensiones y elevaciones fijadas para la iniciación y desarrollo de la obra.
- c) El trazo deberá ejecutarse con teodolito y la nivelación con nivel fijo.
- d) Para las referencias de los trazos y niveles necesarios, el Contratista deberá construir los bancos de nivel y mojones que se requieran, procurando que su localización sea la adecuada para evitar cualquier tipo de desplazamiento. Estos bancos y mojones serán de concreto y construirán el punto de partido para la localización y establecimiento de los niveles de las obras.
- e) El Contratista puede efectuar el trazo desde el momento que recibe el sitio, pero se abstendrá de comenzar todo tipo de excavación hasta que el supervisor lo autorice previa revisión y aprobación del trazo y nivelación correspondientes.

2.2 MEDIDA

La unidad de medida será el metro (m), con aproximación de una cifra decimal.

3- DESMONTE Y LIMPIEZA

3.1 GENERALIDADES

Esta especificación se refiere a la limpieza y remoción del área donde se ejecutarán las obras, de toda clase de basura, hierba, arbustos, troncos, raíces y demás material vegetal indeseable.

Salvo que hayan de llevarse a cabo excavaciones, las cavidades dejadas por razón de la remoción de troncos, raíces, o cualesquiera otras cavidades dentro del área considerada, serán vueltas a llenar con material aprobado y compactado debidamente a satisfacción de la supervisión. Todo material removido durante esta actividad deberá ser sacado del sitio por el Contratista. La limpieza del sitio deberá ser mantenido mientras se ejecutan las obras, fuera del área indicado en los planos, el límite señalado por la supervisión o estipulado en las especificaciones no podrán efectuarse trabajos de desmonte y limpieza. El Contratista se hace totalmente responsable de los trabajos de desmonte y limpieza no autorizados.

3.2 MEDIDA

La unidad de medida para el desmonte y limpieza será el metro cuadrado (m²) de proyección horizontal del área comprendida entre los límites indicados por la supervisión, los planos o estas especificaciones, todas las fracciones decimales se aproximan al m².

4- TERRACERIA

4.1 EXCAVACION Y COMPACTACION

La excavación será considerada utilizando maquinaria pesada, a excepción de las zonas donde, la profundidad a excavar este fuera del alcance de estas, en ese caso se considera que podría realizarse manualmente.

Estos anchos se mantendrán hasta una profundidad máxima de 3.0 mts, el ancho aumentará 30 cm. Por cada metro adicional a la profundidad de 3.0 mts.

La zanja tendrá una profundidad mínima de 1.50 m. más el diámetro de la tubería, a menos que la Supervisión autorice una diferente.

No se efectuará pago alguno cuando haya derrumbes, y el Contratista deberá remover los materiales.

El fondo y taludes de las excavaciones deberán nivelarse y perfilarse hasta las líneas, cota y anchos requeridos para las obras.

El ancho de las zanjas para las tuberías, deberá ser lo suficientemente amplio para permitir el manejo y un ligado satisfactorio de los tubos y un apisonamiento adecuado del material del relleno, alrededor de las tuberías, los materiales deberán depositarse en capas horizontales y con un espesor de 15 cm. se podrá utilizar como material de relleno los provenientes de la zona de excavación siempre y cuando no sean suelos orgánicos, arcillas de gran plasticidad, roca, etc.

Todas las zanjas para colocación de tuberías deberán tener sus paredes verticales y alineadas con la tubería que se colocara. Los anchos mínimos de excavación para tubería son de acuerdo al cuadro 4.1

Cuadro N°. 4.1: Ancho de excavación según el diámetro de tubería¹⁷

Diámetro de tubería (pulg.)	Ancho de zanja (mts)
15	1.05
18	1.10
24	1.35
30	1.50
36	1.65
42	1.80
48	2.12
60	2.42
72	2.73

En las zanjas donde se colocaran tuberías, debe compactarse la cama de arena hasta el nivel de rasante luego será redondeado de tal manera que el tubo tenga contacto firme con el terreno, en un marco de circunferencia de flecha igual a 1/3 del diámetro exterior del tubo debiéndose colocar una capa de arena de 10 cm. de espesor en esta antes de bajar la tubería.

¹⁷ Especificaciones Técnicas publicadas por el fabricante en ADS.com

El Contratista deberá tomar todas las medidas y precauciones necesarias para conservar las excavaciones mientras se ejecuten las obras; dirigirá además las obras que se requieran para evitar derrumbes, asentamientos o la entrada de material extraño desde el exterior de la zanja o excavación.

El Contratista deberá proteger la excavación para evitar que el agua proveniente de la lluvia, inundaciones, corrientes superficiales o de cualquier otra fuente, se acumule en la excavación o sus alrededores.

No se podrá efectuar rellenos, ni colocar tuberías, ni construir cimentaciones u otro tipo, de obras, mientras haya agua en, las zanjas o excavaciones.

El Contratista tomará nota de que el clima en El Salvador consta de iguales períodos de estación seca y lluviosa, y que durante la estación lluviosa (mayo a octubre), el país estará sujeto a lluvias torrenciales y el Contratista deberá rehacer, bajo sus propios costos, todos las zanjas y estructuras que eventualmente fueren dañados por tales lluvias.

En los casos de encontrar baja capacidad soportante del suelo natural, el contratista deberá de comunicarlo de inmediato a la Supervisión; esta previa inspección, definirá la necesidad de mejorar la capacidad de carga. El material extraído de la zanja y que sea apropiado para relleno deberá ser adecuadamente depositado de manera de evitar pérdidas de éste, si esto sucediera el Contratista deberá reponer el material, sin que la Supervisión le reconozca pago extra alguno.

a) FONDO DE ZANJAS

El fondo de las zanjas deberá quedar firme, perfectamente parejo, sin piedras o protuberancias de rocas y libre de lodo. En ellas la tubería deberá apoyarse completamente en todo la longitud.

Cuando en el fondo de las excavaciones se encuentren materiales inestables como son: basura, lodo, pantanos, materia orgánica, etc., estos deberán removerse y para ello se excavará hasta la profundidad que ordene la Supervisión, la cual no será menor de 50 cm. La estabilización correspondiente hasta el nivel de rasante, se realizará con material granular (arena) dispuesto en capas no mayores de 13 cm. de espesor, debidamente apisonado.

b) MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico (M3) de suelo excavado. En ningún caso se considerará abundamiento.

Para la determinación del volumen de excavación, se considerará el perfil original del terreno y las profundidades reales de excavación determinadas en el sitio de la obra de acuerdo a lo indicado por los planos y especificaciones.

4.2 EXCAVACION EN ROCA

GENARALIDADES

Se entenderá por roca, un material de tal dureza y textura (rocas basálticas, riolitas y granitos) que no pueda ser removido, separado o roto por equipos o herramientas convencionales de punta dura y que para su remoción se requiere de voladuras, acuñamiento, mozos, taladros neumáticos y demás herramientas especializados para estos materiales. También se consideran como rocas, las piedras sueltas con un volumen igual o mayor de 0.30 m³.

Ningún material se clasificará como roca para propósitos de pago mientras no cumpla las condiciones de requerir voladura, taladros neumáticos o herramientas similares para romperlo o aflojarlo. A fin de despejar cualquier duda o mala interpretación de estas especificaciones, queda entendido que aunque el talpetate, los esquistos, las gravas cementadas, etc., puedan ser removidas fácilmente con explosivos, en ningún caso se clasifican como roca.

Nada de lo contenido en los planos, especificaciones y documentos autoriza para que se le pague al Contratista una excavación como efectuada en roca. Las únicas condiciones para pagar una excavación en roca son:

a) Estando despejado y visible el material de la excavación, el Contratista notifique a la supervisión por escrito que solicita el pago de la excavación en roca y el supervisor lo autorice.

b) Teniendo la autorización de la supervisión la excavación se efectúe con equipo especializado siendo imposible el empleo de equipos o herramientas convencionales.

c) Permanentemente mientras se efectúe la excavación, a ser tratado como en roca se inspecciones y constate tanto el procedimiento como el material extraído, en caso de discrepancias sobre si una excavación es o no en roca, prevalecerá la decisión de la supervisión.

d) Una vez efectuado la excavación, el Contratista y la supervisión conjuntamente examinen y midan el volumen ejecutado y firmen el acuerdo correspondiente.

a) EXPLOSIVOS

No se usarán explosivos en la construcción de cualquier parte de las obras a menos que se haya obtenido permiso de la supervisión por escrito. Tal permiso no podrá ser retenido irrazonablemente por ningún funcionario. Las explosiones no se permitirán cerca de edificaciones, puentes o alcantarillas.

En los casos que se haya otorgado permiso al Contratista para usar explosivos, tal Contratista será responsable; de recopilar información con respecto a cualesquiera restricciones que estén en vigor con respecto al uso de explosivo. Será obligatorio para el Contratista, además conseguir todas las demás licencias que sean necesarias y deberá también proporcionar una bodega de seguridad; para guardar los explosivos de acuerdo con los requisitos de las ordenanzas respectivos bajo la aprobación de la autoridad competente.

Las operaciones de explosiones deberán de llevarse a cabo bajo la supervisión de un caporal o supervisor suficientemente experimentado, proveer además a los vigilantes con banderas rojas, para ser usadas a suficiente distancia en tales direcciones como sea necesario, para prevenir a personas y vehículos de que tales operaciones se están llevando a efecto. El Contratista deberá prevenir de las explosiones que se llevarán a cabo, a todas las personas que pudieran ser dañadas por tales explosiones y cuando las explosiones deban realizarse en carreteras públicas, deberá notificarse también a la autoridad correspondiente con toda oportunidad.

c) MEDIDA

La unidad de medida por la excavación en roca será el metro cúbico (m³), con una cifra decimal. Su volumen se determinará de común acuerdo entre el Contratista y la Supervisión.

4.3 EXCAVACION EN SUELO SEMIDURO Y DURO

GENERALIDADES

Se define como suelo duro, todo tipo de suelo que para ser removido requiere, además de herramientas y procesos convencionales, de herramientas y procesos complementarios.

Se clasifica como duro los suelos constituidos por: lavas escoriáceas, cantos rodados y gravas, piroclásticos gruesos, talpetates y piedra caliza. Se clasifica como semiduro los suelos constituidos por arcilla.

a) MEDIDA

La unidad de medida para la excavación en suelo semiduro y duro, será el metro cúbico (M3) con una cifra decimal. Su volumen se determinará de común acuerdo entre el Contratista y la Supervisión.

5 RELLENO COMPACTADO

GENERALIDADES

Este trabajo consiste en la utilización de los materiales adecuados, provenientes de las excavaciones y/o bancos de préstamo para el relleno compactado de las zanjas o alrededor de estructuras.

Se entenderá por materiales "No apropiados", los siguientes:

a) Turba o suelos orgánicos, o susceptibles a putrefacción, troncos, tocones y materiales

Vegetales.

b) Material de pantanos o lodazales.

c) Ripio y basura

d) Roca

Todo material destinado a la construcción de rellenos; deberá ser previamente aprobado por la supervisión antes de proceder a su transporte o acarreo.

Cuando el volumen de material adecuado, para rellenos obtenidos de las excavaciones no sea suficiente para efectuar los terraplenes, será preciso que el Contratista; proceda a determinar bancos de préstamo que para tal efecto, le señalará la supervisión o su Representante. Con los resultados de los ensayos de laboratorio que le proporcione el Contratista, el supervisor podrá autorizar los bancos de préstamo que juzgue adecuados. El material que el Contratista tome de los bancos de préstamo; debe ser de características uniformes, similares o superiores a las de las muestras aprobados por la supervisión. Si se cambian tales características; se deberá efectuar nuevos ensayos de laboratorio, cuyos resultados deberán ser aprobados por la supervisión antes de continuar con su utilización.

5.1 COMPACTACION

Inmediatamente después de instalada la tubería, se deberá rellenar los primeros 30 cms. sobre ella con material libre de basuras y piedras para evitar que materiales extraños y los cambios de temperatura perjudiquen las tuberías; el resto de relleno se hará después de realizadas las pruebas hidrostáticas.

Todos los materiales usados para construir rellenos; deberán ser compactados tan pronto como sea practicable después de ser colocado uniformemente en el sitio. Esto se realizará en capas uniformes y sucesivos de espesor en estado suelto no mayor de 15 cm. en compactación manual, y de 20 cm. en compactación a máquina. Se especifica en general que cada capa alcance una densidad no menor del 80 %, de la máximo determinada en el ensayo proctor según norma ASTM-D-1 557 (AASHTO T-180) para zanjas a campo traviesa y del 85 en calles con circulación vehicular o de carretas.

El contenido óptimo de humedad de los diferentes materiales para alcanzar la densidad requerido, será indicado por la supervisión con base a las pruebas del laboratorio; será sin embargo, responsabilidad del contratista determinar si la humedad del material al momento de su compactación sea conveniente.

La supervisión efectuará ensayos de densidad aleatoria mente, entregando los resultados a la mayor brevedad posible; en caso de resultados inferiores a los especificados, el Contratista llevará a cabo los trabajos necesarios para llegar al grado de densidad especificado y los costos serán por cuenta del Contratista.

c) MEDIDA

La unidad de medida del relleno compactado será el metro cúbico (m³); para su determinación se deberá considerar el perfil del terreno antes y después de realizado el relleno conforme se ha indicado en los planos, las especificaciones o la Supervisión.

No se considerarán factores de expansión, sino el volumen final del material colocado en el sitio.

6 ALBAÑILERIA

6.1 MATERIALES Y PROPORCIONES DE LOS MORTEROS

Los materiales a usarse en los morteros llenarán los siguientes requisitos:

a) Cemento Pórtland tipo 1, según especificaciones ASTM C- 150-71 o tipo 11 según requerimiento AASHTO M-85-63.

b) Arena conforme ASTM designación C-144-66T y C-40

c) Agua limpia y libre de aceite, ácidos, sales, álcalis, cloruros, materiales orgánicos y otras sustancias deletéreas.

d) Dosificaciones de los morteros:

- Mampostería de piedra..... 1 cemento 4 arena.
- Mampostería ladrillo de barro..... 1 cemento 4 arena
- Rellenos..... 1 cemento 4 arena
- Afinados.....1 cemento 2 arena
- Pulidos..... Pasta de cemento

e) Mortero

El mortero consistirá en una mezcla de una parte de cemento Pórtland, 3 a 6 partes de agregado fino dependiendo del uso que se le dará, y un volumen con una consistencia tal que pueda manejarse fácilmente y extenderse con palustres. A menos que se use una mezcladora mecánica aprobada, el agregado fino y el cemento deberán mezclarse en seco en un cajón de madera limpio y seco, hasta que el conjunto tenga un color uniforme, después de la cual se le agregará suficiente agua para producir la consistencia deseada.

El mortero deberá mezclarse sólo en las cantidades necesarias para uso inmediato. El mortero deberá usarse en un período máximo de 30 minutos a partir del instante en que se le agregue el agua; después de este período será descartado. No se permitirá el retemple del mortero.

6.2 MAMPOSTERIA DE PIEDRA

GENERALIDES

Los trabajos de mampostería se refieren a la construcción de muros, cabezales, protecciones, cimientos, soportes, etc.,

Las obras de mampostería se realizarán después que la Supervisión o su representante hayan dado el visto bueno a las excavaciones y niveles de rasante.

a) MATERIALES

Las piedras a utilizar será piedra cuarta que tendrá una resistencia a la rotura no inferior a 150 Kg. /cm² y deberán estar libres de grietas, aceites, tierra u otros materiales que reduzcan su resistencia o impidan la adherencia del mortero. El tamaño de las piedras no podrá ser menor a 0.20 m. por lado (0.008 m³) serán preferiblemente de forma cúbica, pero en caso contrario su lado mayor no podrá ser superior a 1.5 veces el lado menor.

En general las piedras serán de cantera y de una dureza tal que no dé un desgaste mayor del 50 % al ser sometido a la prueba de Los Ángeles AASHTO designación T-96-65 (ASTM C131-64J).

El mortero a utilizar tendrá una proporción cemento-arena de 1:4. No se permitirá el uso del mortero que haya permanecido más de 30 minutos sin usar después de haber iniciado su preparación.

b) CONSTRUCCION

Las obras de mampostería de piedra se construirán de acuerdo a las dimensiones, elevaciones y pendientes indicadas en los planos.

Las piedras deberán colocarse en tal forma de no provocar planos continuos entre unidades adyacentes. Las juntas tendrán un espesor promedio de 3 cm. en ningún lugar las piedras quedarán en contacto directo. Inmediatamente después de la colocación y mientras el mortero esté fresco, todas las piedras visibles deberán limpiarse de las manchas del mortero y mantenerse limpias hasta que la obra esté terminada. Cualquier trabajo de canteado de las piedras deberá hacerse antes de su colocación en el muro y no se permitirá ningún golpe o martilleo posterior a dicha colocación que pueda aflojar las piedras. La piedra deberá ser bien humedecida antes de recibir el mortero. La mampostería se deberá mantener mojada por lo menos 7 días después de terminada.

Donde se especifiquen repellos estos deberán ajustarse como en paredes, empleando una proporción cemento-arena 1:3. Cuando se trate de un muro de contención deberá dejarse un espacio no menor de 0.50 m., entre el corte y la mampostería.

c) MEDIDA

Las obras de mampostería a que se refiere esta especificación se medirán en metros cúbicos (m³) con una cifra decimal. Para el cálculo del volumen se usara la información que aparece en los planos o los datos reales aprobados por la supervisión o su representante, no se hará deducción por agujeros de drenaje

6.3 MAMPOSTERIA DE ELEMENTOS DE BARRO COCIDO

a) OBJETO DEL TRABAJO

El trabajo consiste en el suministro de materiales, mano de obra, herramientas, equipo y servicios necesarios para construir muros y paredes, etc., con elementos de barro cocido, de dimensiones de 10 cm. por 14 cm. por 28 cm. (tipo calavera)

b) MATERIALES

b.1 Los ladrillos de barro macizo serán sólidos, hechos a mano o a máquina, tendrán las dimensiones indicados en los planos o en el Formulario de Oferta y cumplirán con las especificaciones AASHTO M-114-41 para la clase NW con la siguiente modificación.

Cara mínima de ruptura a compresión 50 kg/cm^2 determinada de conformidad a AASHTO T-32-65 (ASTM C67-62)

Todos los ladrillos deberán ser duros, sanos, bien formados, de tamaño uniforme y sin grietas o escamas. Deberán colocarse en las paredes como se indica en los planos.

Las paredes de ladrillo se dejarán a plomo, alineados correctamente, con filas de ladrillos a nivel y equidistantes. Todo el trabajo en relación con su colocación se deberá realizar por obreros experimentados en la construcción. Antes de su colocación todos los ladrillos deberán humedecerse sumergiéndolos completamente en agua.

Los ladrillos tendrán la misma apariencia y calidad de la muestra que el Contratista ha presentado la Supervisión para su aceptación previa. Ladrillos rajados y alterados no se aceptarán para instalación.

b.2 La mezcla o mortero será de una parte de cemento Pórtland por 4 de arena o lo que indique la Supervisión.

c) MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá en el sitio la cantidad de metros cuadrados que hayan sido satisfactoriamente construidos.

El precio unitario comprende materiales, mano de obra, herramientas, andamios y todo lo demás necesario para la ejecución de la obra, de acuerdo a los planos y especificaciones. También incluirá todos los gastos indirectos necesarios.

6.4 REPELLO

GENERALIDADES

Las estructuras de concreto serán picadas, limpiadas y humedecidas antes de la aplicación del repello. Las paredes de ladrillo y todas las superficies que se repellarán deberán ser previamente limpiadas y humedecidas. El repello tendrá un espesor mínimo de 1.2 cm. y será cuadrado durante un período de 3 días continuos. Los repellos al estar terminados deben quedar limpios, sin manchas, parejos, a plomo, sin grietas, depresiones o irregularidades, y con las esquinas vivos.

El mortero consistirá en una mezcla de 1 parte de cemento Pórtland por 4 de arena, de consistencia que pueda manejarse fácilmente.

No se permitirá el uso de una mezcla que tenga más de 30 minutos de preparación ni el retemplado de las mismas.

a) MEDIDA

Se medirá en el sitio la cantidad de metros cuadrados que hayan sido construidos satisfactoriamente, de acuerdo a los planos y especificaciones y con el visto bueno de la Supervisión. El precio unitario comprenderá el suministro de materiales, mano de obra, herramientas, andamios y todo el gasto indirecto necesario para compensar la ejecución de la obra.

6.5 AFINADO

GENERALIDADES

Los afinados se harán con un acabado de llano de metal o madera siguiendo un alisado con esponja para efectuar el afinado. La pared debe estar bien repellada y mojada hasta la saturación.

Los afinados al estar terminados deben quedar limpios, sin manchas, parejos, a plomo, sin grietas, depresiones o irregularidades y con las esquinas vivos.

El mortero consistirá de una mezcla de 1 parte de cemento Pórtland por 2 de arena fina, de consistencia que pueda manejarse fácilmente. El espesor será como máximo de 0.5 cm.

No se permitirá el uso de una mezcla que tenga más de 30 minutos de preparada, ni el retemplado de las mismas.

6.6 PULIDO

GENERALIDADES

Para poder efectuar el pulido la superficie debe estar completamente limpia, humedecida y bien repellada y afinada. El espesor máximo para el pulido será de 1.5 milímetros y la mezcla consistirá de pasta de cemento de consistencia trabajable.

La pasta no se podrá utilizar después de 30 minutos de haber sido preparado, ni se permitirá su retemple. Las superficies terminadas deberán curarse por tres días continuos.

a) MEDIDA

Se medirá en el sitio la cantidad de metros cuadrados que hayan sido construidos satisfactoriamente de acuerdo a los planos, especificaciones y con el visto bueno de la Supervisión. El precio unitario comprenderá el suministro de materiales, mano de obra, herramientas, andamios y todo el gasto indirecto necesario para compensar la ejecución de la obra.

7- REMOCION Y REPARACIÓN DE ADOQUINADOS

GENERALIDADES

En la remoción de pisos o pavimentos adoquinados, obligado por la construcción de las obras, el Contratista deberá retirar los adoquines con el cuidado de no dañarlos para utilizarlos de nuevo. El Contratista protegerá los adoquines y arena extraído para su reutilización.

Evitará asimismo que la erosión provocad por lo lluvia dañe el adoquinado inalterado.

Los adoquines dañados durante la remoción serán sustituidos por nuevos de calidad y dimensiones iguales a los existentes, previa aprobación de la Supervisión. Si es necesario utilizar nueva arena para soporte de los adoquines, deberá ser arena limpia, de río, que llene los requisitos de granulometría siguientes:

TAMIZ	% QUE PASA
3/8"	100
No. 4	95-100
No. 16	45-80
No. 50	10-30
No. 100	2-10

La arena y tierra para juntas deberá ser material fino y limpio, que llene los requisitos de granulometría siguientes:

TAMIZ	% QUE PASA
No. 8	100
No. 50	15-40
No. 100	0 -10
No. 200	0- 5

La reconstrucción del adoquinado se hará como sigue:

Sobre la base preparada, que puede requerir un tratamiento de suelo-cemento de acuerdo a la calidad del pavimento a restituir, se colocará una capa soporte de arena de 25 o 35 mm. de espesor; sobre esta copa de arena se colocarán los adoquines, dejando entre ellos una

separación de 5 a 10 mm. Las juntas se rellenarán utilizando el 60 % de arena y el 40 % de tierra, según las especificaciones anteriores.

Una vez colocadas y sellados las juntas de los adoquines, es conveniente pasar sobre ellos, ya sea una aplanadora de rodillos metálicos o neumáticos, o en su defecto camiones cargados, hasta conseguir la correcta nivelación y acomodo de los adoquines. Si es necesario con ayuda de un rodillo vibratorio se podrá acomodar el material de sellado de las juntas.

Si el pavimento a restituir tiene juntas ligados o zulaqueado con mortero o pasta de cemento, el pavimento nuevo deberá cumplir con los mismos requerimientos.

El relleno de las juntas se debe repetir hasta lograr una junta perfecta, necesario para la estabilización de los adoquines. El piso o pavimento terminado, deberá estar de acuerdo con los niveles indicados en los planos o por la Supervisión, con una tolerancia en más o menos de 5mm.

En los lugares donde existen depresiones, que sobrepasen la tolerancia indicada, y que se hayan retirado los adoquines y colocados nuevamente, éstos se retirarán corrigiéndose las deficiencias y repitiendo el proceso de construcción indicado.

Una vez finalizados los adoquinados, deberán dejarse limpios y en perfectas condiciones: toda la grasa, polvo, costras, etc. deberán ser removidas cuidadosamente de su superficie. Además, el contratista deberá protegerlos de agrietamientos, roturas y cualquier daño hasta la entrega final de la obra. Cualquier defecto deberá ser corregido o reemplazado, sin que por ello el Contratista reciba pago adicional alguno.

a) MEDIDA

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), la medida se hará sobre el eje de la tubería, y el ancho de la excavación indicada en los planos, en este documento o por la Supervisión.

El precio unitario deberá incluir el suministro y colocación de materiales, toda la mano de obra, depreciación de equipo y herramientas, así como todos los gastos indirectos que compensen al Contratista por la ejecución de la obra.

8 POZOS DE INSPECCION O DE VISITA

Los pozos de inspección serán construidos en los lugares indicados en los planos y de las formas y dimensiones según el plano de detalles.

Los pozos llevaran una base de mampostería de piedra no menor de 40 cm. de espesor con fondo de concreto de 10 cm. de espesor, siendo el resto del pozo de mampostería de ladrillo de barro de forma trapezoidal, colocado de trinchera. Para tuberías con un diámetro máximo de 48 pulgadas.

Para tuberías de 60" y 72" pulgadas la parte inferior del pozo será construida de mampostería de piedra con un espesor de 40 cm. y una altura de cilindro igual al diámetro externo de la tubería mas 20 cm.; de igual forma se construirá este cilindro en tuberías mayores de 36 pulgadas, cuando haya cambio de dirección en el flujo del colector para disminuir el golpe del agua, siendo el resto del cilindro de ladrillo trapezoidal.

La parte interior del pozo tendrá un repello de 2 cm. de espesor y la proporción de este repello será de 1:3 (cemento-arena), con una mezcla para su afinado de 1:2.

Los pozos estarán provistos de estribos que serán de hierro redondo N° 5 y se colocaran en las paredes laterales de los pozos a intervalos de 30cm, las tapaderas de dichos pozos serán de hierro fundido.

El cono será de forma truncada con el diámetro inferior igual al cilindro del pozo y el diámetro superior de 60cm, con una solera de coronamiento de concreto de 20x25 cm. de forma trapezoidal, con un refuerzo de varilla N° 3 y estribo N° 1 a cada 15 cm.

9 CAJAS TRAGANTES

La sección de las cajas tragantes será rectangular. Se construirán sobre una fundación de mampostería de piedra y las paredes serán de ladrillo de calavera puesto de lazo. Las paredes interiores de las cajas tragantes se repellarán con mortero de proporción 1:3 (arena-cemento), y tendrá un espesor de 2 cm. En el fondo de la caja se tendrá una capa de 5 cm. de concreto simple con una resistencia de 1800 kg/cm² a los 28 días.

Las parrillas de las cajas tragantes serán de H° F° y el contramarco se apoyara sobre una solera de concreto armado. Las parrillas para ser efectivas deberán tener una abertura paralela a la dirección del flujo.

9.1 CAJAS TRAGANTES PARA CALLES DE TIERRA O EMPEDRADOS

La sección de las cajas será rectangular y se construirá de mampostería de piedra pegada con mortero proporción 1:3 y con un repello interno de 2 cm. de espesor con mortero de la misma proporción.

La parrilla de la caja tragante será de tubo de hierro de 3 pulgadas de diámetro a cada 18 centímetros; embebido en sus extremos a una solera de concreto armado con 4 varillas de 3/8 de pulgada, y estribos de 1/4 de pulgada a cada 20 centímetros con una resistencia de 210 Kg/cm² a los 28 días.

Contando dichas cajas con una tapadera de concreto armado con acero No.3 a cada 15 centímetros en ambas sentidas y con un espesor de 15 centímetros, la cual servirá para darle mantenimiento.

10 TUBERIAS

GENERALIDADES

Esta especificación se refiere al suministro e instalación de tubería para el proyecto de acuerdo a diámetros, características y cantidades mostradas en los planos, y en el formulario de oferta.

10.1 MATERIALES

Los ingenieros usualmente encuentran necesario trazar las zanjas alrededor de estructura o algunos obstáculos enterrados. Los que construyen en las carreteras prefieren mantener una distancia constante entre el borde del pavimento y las líneas de drenaje de los lados de la vías, lo cual significa la tuberías debe de ser capaz de flexiones paralelas en los costados de la carretera de manera precisa.

ADS diseño los nuevos acoples de campana para tuberías N-12. acople permite hasta 2° de deflexión direccional sin pérdida de la integridad de la unión o de la capacidad del flujo.

Los tubos deberán quedar perfectamente alineados y siguiendo exactamente la rasante indicada en los perfiles, antes de procederse a efectuar el relleno se deberá verificar la correcta colocación de la tubería

10.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El Contratista deberá efectuar el transporte siguiendo las normas y recomendaciones sobre manejo, embalaje y transporte. En cuanto al almacenamiento deberá ser tal que evite deformaciones o deterioro alguno a las tuberías, protegiéndolos adecuadamente de exposiciones prolongadas a la intemperie y a la acción directa de los rayos solares.

Las tuberías deben ser cargadas y descargadas cuidadosamente, evitando choques, golpes o daños. Bajo ninguna circunstancia los materiales deben ser arrojados.

10.3 INSTALACION

El fondo de la zanja deberá conformarse cuidadosamente de manera que la tubería quede apoyada en toda su longitud y no en las campanas o uniones; la rasante deberá quedar libre de piedras o protuberancias para que no entren en contacto con la tubería y la dañen.

En caso de interrupción del trabajo, se deben taponar todas las entradas de la tubería para evitar la introducción de tierra y objetos extraños.

Los cortes de las tuberías deberán hacerse con corta tubos u otra herramienta adecuada aprobado por la Supervisión.

Todas las verificaciones, correcciones, montajes y desmontajes deberán ser ejecutados por el Contratista y el hecho de rectificar o de hacer más de una vez un montaje en ningún caso implicará una modificación en el precio de instalación de la tubería.

11 DESCARGA DE LOS COLECTORES

Todos los elementos que constituyen las descargas serán construidos con mampostería de piedra ligada con mortero con una proporción 1:3. La piedra deberá tener por lo menos dos de sus caras fracturadas y libres de porosidades, además deberán ser lavadas y cepilladas antes de ser usadas.

12 ROTULO

El Contratista deberá construir de acuerdo al detalle que se proporciona en este Documento, un rótulo o Cartel, con las indicaciones correspondientes al Proyecto. Este rótulo, será instalado en un lugar de la obra, previamente seleccionado en forma conjunto con el Supervisor de la misma, no más de quince días después de haberse dado a Orden de Comenzar.

PLAN DE MANTENIMIENTO

INTRODUCCION

Es muy importante tomar en cuenta que la red de alcantarillado pluvial debe funcionar correctamente durante su vida útil, para ello es necesario que dicha red sea inspeccionada eventualmente con el fin de detectar los lugares donde esta sufra obstrucciones, ya sea por objetos, basuras, tierra arrastrada u otros.

El mantenimiento de una obra es necesario para todo proyecto, ya que esto ayuda al buen funcionamiento, y alarga la vida del mismo.

CONCEPTOS Y DEFINICIONES

MANTENIMIENTO:

Comprende el conjuntos de actividades para corregir las fallas ocurridas en el sistema, de tal manera que pueda funcionar de deforma eficiente, continua y segura; conservando la red y sus obras adicionales en buen estado o maximizar su vida útil.

MANTENIMEINTO PREVENTIVO

Son todas las acciones que se realizan para prevenir daños en los componentes del sistema de drenaje.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

Es el conjunto de operaciones y actividades que se realizan cuando se presenta deterioros en cualquier de los componentes del sistema, con la finalidad de corregir los daños y evitar que se haga más grande y más difícil de reparar.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

En el cronograma de trabajo se identifican los momentos propicios para ejecutar las actividades de mantenimiento, en función de la temporada de lluvia y otras razones de la zona de influencia del proyecto.

Se propone la cantidad de 6 auxiliares y un supervisor de campo; dichos auxiliares formaran dos cuadrillas de trabajo los cuales tendrán la labor de limpiar todos los tragantes y pozos de la red antes que comience el invierno; luego se procederá a darle mantenimiento correctivo en época de invierno, siendo en esta etapa muy importante la labor del supervisor pues él tendrá que monitorear los puntos críticos de la red que necesitan limpieza.

El tiempo de ejecución de la obra se ha hecho con rendimientos promedio de otros lugares que dan mantenimiento a la red teniendo un promedio por cuadrilla de 4 tragantes y un pozo.

PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA RED				
PRESUPUESTO (MANO DE OBRA)				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOAL
Limpieza de 391 tragantes y 96 pozos de inspección				
6 auxiliares	Días	66	\$44,37	\$2.928,14
1 supervisor	Días	66	\$8,57	\$565,71
			TOTAL	\$3.493,85

PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA RED				
PRESUPUESTO (MATERIALES)				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOAL
Palas	c/u	4	\$4,57	\$18,29
Piochas	c/u	4	\$4,57	\$18,29
Cubetas	c/u	6	\$2,00	\$12,00
Lazo	c/u	2	\$1,00	\$2,00
Barras	c/u	2	\$4,57	\$9,14
			TOTAL =	\$59,71

COSTO TOTAL POR MANTENIMIENTO		
MATERIALES		\$59,71
MANO DE OBRA		\$3.493,85
	SUB-TOTAL=	\$3.553,57
Como serán dos ciclos de actividades en el año, uno antes de comenzar el invierno y otro intermedio. Entonces:		
	COSTO TOTAL (anual)=	\$7.107,13

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO													
ACTIVIDAD	1 AÑO												COSTO ANUAL
	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di	
Mantenimiento				1 ^{er} ciclo				2 ^o ciclo					
Limpieza de tragantes y pozos													\$7.107,13

CAPITULO V

EVALUACION SOCIAL

Y

ESTUDIO PRELIMINAR

DEL IMPACTO AMBIENTAL

EVALUACION SOCIAL

Generalidades

Los proyectos sociales son aquellos que producen servicios y que a través de esta oferta de servicio, cubren un nivel mínimo de necesidades del hombre considerando en sociedad. Estos proyectos generalmente son autorizados, financiados y operados por agencias del gobierno.

A estos proyectos también se les conoce como proyectos públicos y usualmente requieren una definición política para determinar los niveles mínimos de necesidades que deben ser satisfechas en el marco de una cierta sociedad.

Existen Organismos Internacionales en nuestro país con el fin de mejorar las condiciones de vida de la población, pero estos están sujetos a las regulaciones establecidas por el FISDL, para poder financiar algún tipo de proyecto, en ese sentido siempre es un requisito indispensable hacer una evaluación de la comunidad a beneficiar.

MUESTREO DE LA POBLACIÓN

Para determinar la importancia que este proyecto tendría a criterio de las personas que residen en la ciudad de El Tránsito, se formularon una serie de preguntas respecto al tema; de las cuales se tomaron 5 de ellas, que son las que nos sirven de parámetro para evaluar la importancia del proyecto, y las describiremos mas adelante.

Para la toma de la muestra representativa de la población de la ciudad de El Tránsito se hizo de acuerdo al censo oficial de 1992 (monografía del departamento de San Miguel) de la siguiente manera.

#Hombres *1% / 4 = 3629* .01/4 = 9.07 ≈ 9 hombres por barrio

#Mujeres *1% / 4 = 3877* .01/4 = 9.7 ≈ 10 mujeres por barrio.

Se ha dividido entre cuatro la muestra por que son los barrios de la ciudad

Haciendo un total de encuestados por barrio de 19 personas.

La información obtenida de campo se presenta en la grafica de manera que refleja lo que la población opina de acuerdo a las preguntas

1- ¿A observado inundaciones en las calles en época invernal?

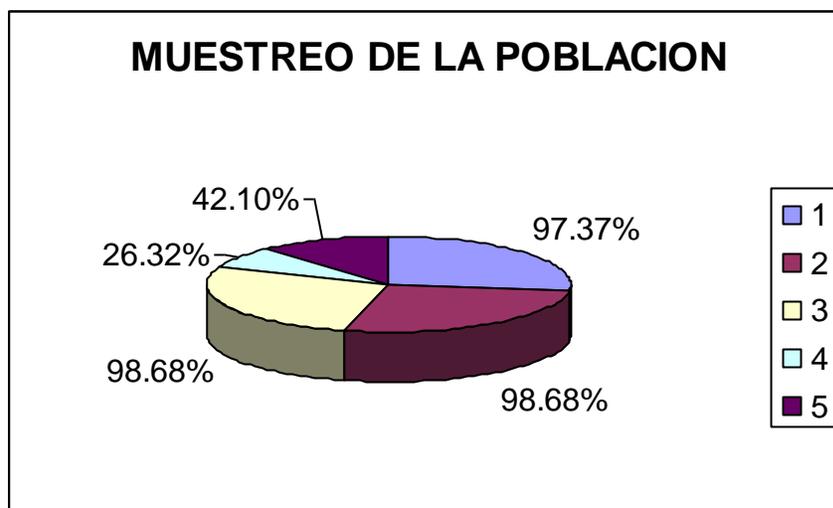
2 - ¿Para usted este es un problema?

3 - ¿Cree usted que genera contaminación las inundaciones en las calles?

4- ¿Considera usted que las autoridades municipales tienen interés en resolver el problema?

5- ¿Estaría dispuesto a pagar un impuesto adicional para poder solucionar el problema de drenaje de aguas lluvias?

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS



Haciendo una interpretación de los datos obtenidos podemos decir, que del estudio realizado a la población mas del 60% esta de acuerdo que haya una red de aguas lluvias, por que manifiestan que ya no soportan las inundaciones luego que cae una tormenta; aunque les toque pagar un impuesto adicional. Por lo tanto es importante que la ciudad de El Transito cuente con un sistema de aguas lluvias que sea hidráulicamente eficiente: ya que este problema les genera inconvenientes, tantos a los residentes como los visitantes que acuden o transitan por dicha ciudad en época lluviosa.

CARACTERISTICAS E INDICADORES SOCIALES PARA EVALUAR LOS PROYECTOS.

A continuación se presentan algunas características e indicadores sociales indispensables que las instituciones financieras utilizan para poder evaluar los proyectos.

- ¿Cuáles son las características sociales y económicas de la población beneficiaria?

¿Número de habitantes? _____

Número de beneficiarios _____

Hombres: _____

Mujeres: _____

Número de escuelas: _____

Número de puestos o unidades de salud: _____

- Indicadores:

Inversión/Total de beneficiarios (\$/beneficiario)

Inversión/M2 de construcción (escuelas, unidades de salud, centros deportivos, parques, mercados, etc.)

Inversión/Km. (electricidad, agua potable, alcantarillado sanitario)

Se presentan las características e indicadores antes mencionados ya cuantificados para este proyecto.

- Numero de habitantes: 16455
 - Hombres = 8090
 - Mujeres = 8365

- Número de escuelas: 8
- Números de unidades de salud: 1
- Importancia del proyecto: Es necesario que se hagan estas obras para poder evacuar toda el agua pluvial que inunda las calles de la Ciudad El Tránsito, ya que este es un obstáculo a vencer en invierno para poder hacer las actividades diarias y que los aproximadamente 3471 estudiantes por año, no tengan que sufrir a la hora de ir a clases.

También la población que visita la unidad de salud, entre 80 – 125 pacientes por día que vienen de los diferentes cantones del municipio ya que no cuentan con otro centro asistencial más cercano.

- Inversión/Total de beneficiarios (\$/beneficiario): $\$2626781.35 / 40180 = \$ 65.38 / \text{Benef.}$

- Inversión/Km. (electricidad, agua potable, alcantarillado sanitario): $\$2626781.35 / 8.583$

$\$306044.66 / \text{Km.}$

CONCURSO DE FONDOS FISDL

Condiciones previas BID

- Criterios básicos aplicados al plan participativo
- Copias del informe trimestral vigente de fondos
- No presentar cuestionamiento de auditorias o corte de cuenta
- Certificación auditada de uso de FODES y el 100% de liquidación de fondos de proyectos con más de un año de entregados
- Contribución mínima del 10% al monto total solicitado
- 25% de inversión de municipal en proyecto del plan participativo
- La ejecución de un plan de sostenibilidad en las inversiones FISDL de los últimos años
- La estructuras administrativas local responsable del proyecto.

ESTUDIO PRELIMINAR DEL IMPACTO AMBIENTAL

GENERALIDADES:

La gestión ambiental pretende reducir al mínimo nuestra intrusión en los diversos Ecosistemas, elevar al máximo las posibilidades de supervivencia de todas las formas de vida, por muy pequeñas e insignificantes que resulten desde nuestro punto de vista.

Es posible decir que la gestión del medio ambiente tiene dos áreas de aplicación:

- a) Un área preventiva: Las evaluaciones de impacto ambiental constituyen una herramienta eficaz.

- b) Un área correctiva: Los auditores ambientales confirman la metodología de análisis y acción para subsanar los problemas existentes.

ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

Con la evaluación del Impacto Ambiental en el área donde se construirá la red de drenaje pluvial se persigue identificar y luego atenuar o minimizar los posibles efectos nocivos al hombre y al medio ambiente con el desarrollo del proyecto. Para ello se utilizó la “Ficha simplificada para estudios de Impacto Ambiental de subproyectos que utiliza el FISDL, afín de obtener las conclusiones del estudio.

FORMATO No. 50-F

FICHA SIMPLIFICADA PARA ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE SUBPROYECTOS

Ubicación del Proyecto:

Departamento: San Miguel

Municipio: El Transito

Ciudad: El Transito

1.0 DESCRIPCION DEL PROYECTO:

1.1 Nombre del proyecto identificado por la comunidad como prioritario:

“PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES DE LA CIUDAD DE EL TRANSITO”.

1.2 Nombre de la persona responsable de asuntos ambientales en el Comité de Proyecto:

XXXX

1.3 Breve descripción general del proyecto:

Consiste en diseñar los colectores principales en las avenidas, que permita el desalojo de las aguas superficiales, y no provoque inundaciones; estas serán descargadas a las quebradas que se encuentran al oriente y al poniente de dicha ciudad

1.4 Envergadura del proyecto (área, longitud, superficie o capacidad):

1.42 km²

1.5 Mencione las etapas de construcción o componentes del proyecto (enunciar en forma secuencial las etapas del proyecto, por Ej. Selección de sitio; Limpieza y descapote; Trazo, Terrecería; Excavación; Etc.):
Visita previa, levantamiento topográfico, demolición de la capa asfáltica, excavación, colocación de tuberías, relleno compactados, restitución de capa superficial de rodamiento.

1.6 Listar los materiales y/o materias primas que se utilizarán en el proyecto:
Tuberías, cementos, materiales pétreos, tierra, agua, piedra,

1.7 Listar los equipos que se utilizarán en la ejecución y/u operación del proyecto:
Durante la ejecución:

Retroexcavadora, bailarinas, equipo topográfico, palas, piochas, nivel fijo,

Durante la operación:

Palas, piochas, baldes, etc.

DESCRIPCION DEL MEDIO AMBIENTE EXISTENTE EN LA COMUNIDAD

1.8 AGUA:

(a) ¿Existen ríos que atraviesan el caserío o la comunidad?

Sí [] No [X]

En caso "sí", ¿cuántos hay?

Nombre del (los) río (s) existentes:

- (b) ¿Existen lagos o lagunas dentro o en contacto con la comunidad?
Sí [] No [X]

En caso "sí", nombre del lago o laguna existente:

- (c) ¿Hay quebradas existentes dentro de la comunidad?
Sí [X] No []

En caso "sí", ¿cuántas?:

2

- (d) ¿Existen esteros cercanos o en contacto con la comunidad?
Sí [] No [X]

En caso "sí", nombre del estero:

- (e) ¿Existen pozos artesianos o perforados con maquinaria?
Sí [X] No []

¿A qué profundidad está el agua? 23 Mts.

1.9 SUELO:

- (a) Identificación del área: Urbana [X] Rural []

- (b) Topografía predominante dentro de la comunidad
Plana [] Con pendiente [X] Muy quebrada []

% de pendiente en el área de proyecto 19.58

(c) Usos del suelo en la comunidad:

Agricultura: Sí [] No [x]

Tipos de cultivo: Maíz [] Frijol [] Caña []
Café [] Pasto [] Frutales []

Otros: _____

d) Ganadería: Sí [] No []

Tipos de ganado: Vacas [] Cabras [] Cerdos [] Aves []

Otros: _____

e) Fábricas: Sí [x] No []

En caso "sí", tipo de fábrica: Forraje para ganado

f) Otro tipo de uso: _____

AMBIENTE BIOLÓGICO:

1.10 FLORA:

(a) ¿Existen dentro de la comunidad masas boscosas?

Tipo: Bosque natural []

Bosque plantado []

Sombra de café []

Matorrales []

Manglares []

Otros: _____

1.11 FAUNA:

(a) ¿Existen dentro de la comunidad animales silvestres?

Sí [] No [x]

¿Cuáles? (Mencionar nombres comunes): _____

AMBIENTE SOCIOECONOMICO – CLTURAL:

1.12 SITIOS HISTORICOS:

(a) ¿Existe dentro de la comunidad edificios o construcciones históricas?

Sí [x] No []

Identificarlos: Coloniales [] Cementerios []

Casas de personajes ilustres [] Iglesias [x]

Otros: _____

(b) ¿Existe dentro de la comunidad evidencia de restos arqueológicos?

Sí [] No [x]

Identificarlos: Construcciones pre-hispánicas []

Construcciones coloniales []

Otros: _____

1.13 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

(a) ¿Está el proyecto en una zona de atracción turística? (Especificar el lugar)

Sí [] ¿dónde? _____

No [x]

- (b) Principales actividades económicas que se desarrollan en la comunidad:
Comercialización de animales: equinos, vacunos, porcinos y bovinos

DETERMINACION DE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS

AMBIENTE FISICO:

2.0 AGUA:

- (a) Las actividades del proyecto causarán alguna alteración de los cuerpos de agua superficiales cercanos (Por Ej. arrastre de sedimentos, basuras u otros contaminantes)

Sí [X] No [] No aplica []

Explique brevemente: En época invernal cuando la red esté funcionando podrá arrastrar sedientos desde dentro de la ciudad hasta los puntos de descarga, los cuales son quebradas de invierno.

- (b) Las actividades del proyecto podrían causar alguna alteración de las aguas subterráneas cercanas. (Por Ej. contaminación por aguas no tratadas, basuras u otros contaminantes)

Sí [] No [x] No aplica []

Explique brevemente: No por que el proyecto se trata de aguas lluvias

El agua que abastecerá el proyecto reunirá la calidad sanitaria adecuada para el consumo humano?

Sí [] No [] No aplica [x]

(c) ¿Será necesario hacer algún tratamiento al agua, para hacerla apta para el consumo? (si esto aplica presentar los resultados del análisis físico-químico-bacteriológico)

Sí [] No [] No aplica [x]

Explique brevemente: _____

2.1 SUELO:

(a) ¿El proyecto implica hacer cortes y/o rellenos? Sí [x] No []

Explique brevemente: **Será necesario hacer excavaciones para introducir la tubería y luego rellenar y compactar lo excavado.**

(b) ¿El proyecto ocasionará algún tipo de erosión? Sí [] No [x]

(c) ¿Será necesaria la conformación de taludes para evitar pérdidas de suelo y protección de obras? Sí [] No [x]

2.4 FAUNA:

(a) ¿El proyecto ocasionará alteración de lugares que sirven de refugio para fauna?

Sí [] No [x] No aplica []

Mencionar los animales que pudieran verse afectados (nombres comunes):

2.5 AMBIENTE SOCIOECONOMICO – CULTURAL

(a) ¿El proyecto causará daños o alteraciones a edificaciones pres hispánicas, coloniales u otras de interés histórico?

Sí [] No [x] No aplica []

En caso “sí”, explique que tipo de daño o alteración se causará: _____

2.6 OTRAS MEDIDAS GENERALES QUE NO SE INCLUYAN EN ESTA FICHA:

MEDIDAS DE MITIGACION Y PREVENCION

AMBIENTE FISICO:

3.0 AGUA:

(a) ¿Se evitará la alteración de los cuerpos de agua superficiales, cercanos al proyecto (por arrastre de sedimentos, basuras u otros contaminantes?)

Sí [] No [] No aplica [x]

Explique brevemente la medida que se tomará para evitarlo: _____

(b) Se evitará la alteración de los cuerpos de agua subterránea cercanos al proyecto (Por Ej. contaminación por aguas no tratadas, basuras u otros contaminantes)

Sí [] No [] No aplica [x]

Explique brevemente la medida que se tomará para evitarlo: _____

(c) Se tomarán las medidas necesarias para que la calidad del agua para el consumo humano sea sanitariamente adecuada.

Sí [] No [] No aplica [x]

Habrá tratamiento al agua para hacerla apta para el consumo humano.

Sí [] No [] No aplica [x]

Explique brevemente: _____

3.1 SUELO:

(a) Se evitará la promoción de erosión ocasionada por las actividades necesarias para la ejecución del proyecto (Como tercerías).

Sí [] No [] No aplica [x]

Explique brevemente las medidas que tomará: _____

(b) Se tomarán medidas para proteger la estabilidad de los suelos y protección de las obras (Como conformación de taludes, engarmados, siembra de vetiver, etc.)

Sí []

No []

No aplica [x]

Explique brevemente la medida que se tomará: _____

3.2 AIRE:

(a) Habrá aspersion de agua, cubrimiento de superficies u otras medidas para evitar la promoción o incidencia de polvo en las personas.

Sí [X]

No []

No aplica []

Explique: **El material selecto a utilizar para la compactación en las zanjas será humedecido, para reducir la cantidad de polvo en el ambiente.**

(b) Habrán medidas que ayuden a evitar o disminuir la incidencia de ruidos excesivos, que puedan causar malestar en las personas.

Sí []

No [x]

No aplica []

Explique: **El ruido generado por la ejecución del proyecto no será excesivo.**

AMBIENTE BIOLÓGICO:

3.3 FLORA:

- a) Para ejecutar el proyecto se escogerá un área que cause una mínima afectación de la vegetación arbórea del lugar.

Sí []

No []

No aplica [x]

Explique la situación: **El proyecto se realizará sobre las vías de circulación**

- b) Se posee permiso del MAG o de la Alcaldía respectiva para talar árboles.

Sí []

No []

No aplica [x]

(No se podrán talar árboles sin alguno de estos permisos el cual deberá acompañar la carpeta del proyecto)

- c) Por cada árbol talado se sembrarán cinco dentro de la comunidad o un área adecuada.

Sí []

No []

No aplica [x]

3.4 FAUNA:

- a) Se evitará todo daño físico a cualquier tipo de fauna encontrada en el área del proyecto.

Sí []

No []

No aplica [x]

Explique: _____

AMBIENTE SOCIO ECONOMICO CULTURAL

3.5 SITIOS HISTORICOS:

- a) Se evitará hacer daño o alterar edificaciones pre hispánicas, coloniales u otras de interés histórico:

Sí []

No []

No aplica [x]

En caso “sí”, se deben tener los permisos de Concultura.

Sí []

No []

Explique: _____

3.6 AMBIENTE SOCIO ECONOMICO

- a) Se evitará afectar actividades económicas importantes dentro de la comunidad.

Sí [x]

No []

No aplica []

Explique: **Por que el proyecto se hará tratando de incomodar lo menos posible a**

la población, dando vías alternas para su rápida circulación.

3.7 IMPACTOS AMBIENTALES QUE NO SE HAYAN INCLUIDO EN ESTA FICHA

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO AMBIENTAL

Al analizar la ficha simplificada para estudios de impactos ambiental podemos concluir que:

- La contaminación ambiental generada por la ejecución del proyecto tales como ruido y polvo será de carácter temporal
- No habrá ningún tipo de contaminación permanente al ecosistema ni que perjudique al hombre, pues no habrá tala de árboles en la zona para la ejecución del proyecto, y los puntos de descarga está ubicados en las quebradas de invierno.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

GENERALIDADES

En este capítulo se determinan las conclusiones que resultan del desarrollo del proyecto de acuerdo a los objetivos propuestos. También se dan algunas recomendaciones para el mismo.

CONCLUSIONES

1. El diseño de la propuesta de red de drenaje pluvial de la Ciudad del Tránsito, se utiliza cajas tragantes de cunetas por ser estas más efectivas para captar el flujo superficial, además de ser más fácil su mantenimiento
2. Para el diseño de la red se tomó la zona Norte como un área de cultivo, por que según estudios realizados por el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano VMVDU, la proyección de crecimiento de dicha ciudad es al oriente, por tanto esto no afectaría la red diseñada.
3. En el presente documento se propone una propuesta de solución, al problema de drenajes de aguas lluvias; pudiendo ser este utilizado como material de consulta por funcionarios de dicha municipalidad, para la ejecución del mismo.

RECOMENDACIONES

1. Debido a que el presupuesto de la red diseñada, es muy elevado, podría estudiarse la posibilidad de realizar dicho proyecto por etapas. Siendo las más las urgentes las avenidas principales tales como: 1^a, 2^a y 4^a avenida.
2. Se recomienda antes de realizar el proyecto, verificar los niveles en los puntos de descarga propuestas, puestos estos tienden a modificarse debido al asolvamiento; siendo necesario dragarlos.
3. Antes de iniciar el invierno es necesario verificar si las quebradas, El Transito y La Palmera necesitan ser dragadas debido al asolvamiento. Ya que esto ayudaría para el buen funcionamiento al sistema.

ANEXOS

ANEXO 1.

ARTICULOS DE LA LEY DE URBANISMO Y CONSTRUCCION EN LO RELATIVO A OBRAS DE URBANIZACION PARA AGUAS LLUVIAS

Art. 91

Los proyectos de parcelación que tengan áreas de influencia que converjan a ellos o que sean atravesados por quebrada o río deberán contar con un estudio hidrológico de la cuenca en que se encuentren ubicados, a fin de considerar el desarrollo de otros proyectos tanto aguas arriba como aguas abajo. Si el sector en donde se encuentra ubicado el proyecto es de pendientes fuertes, deberá prevenirse la erosión hacia dentro o hacia fuera con los terrenos que lo circundan, para lo cual será necesario proyectar las obras de protección y canalización precisas. También deberán contar con un diseño hidráulico de las tuberías y otras obras de drenaje internas del proyecto.

El sistema de drenaje de aguas lluvias de toda parcelación será calculado por el urbanizador para intensidades de lluvia que ocurran con una frecuencia de una vez cada cinco años (Periodo de Retorno), tomando en consideración las características especiales del sector en donde se encuentre ubicada. Para aquellas obras de drenaje cuyo diámetro exceda de 72 pulgadas, su diseño será con Periodos de Retorno de diez a veinticinco años, según el caso.

El escurrimiento superficial máximo permisible en cordones y cunetas o canaletas será de cien metros. Casos especiales serán analizados por el VMVDU. En toda vía de Circulación Menor, las tuberías de aguas lluvias se instalaran al centro de las mismas.

En vías vehiculares el diámetro mínimo de conexión de tragante a pozo de visita será de 15 pulgadas a partir del segundo tragante (Figura 1). En acceso rodado únicamente cuya longitud total máxima

sea de 75.00 metros, el diámetro mínimo de conexión de tragante a pozo de visita será de 15 pulgadas a partir del segundo tragante. El diámetro mínimo para tubería de aguas lluvias sobre una vía vehicular será de 18 pulgadas.

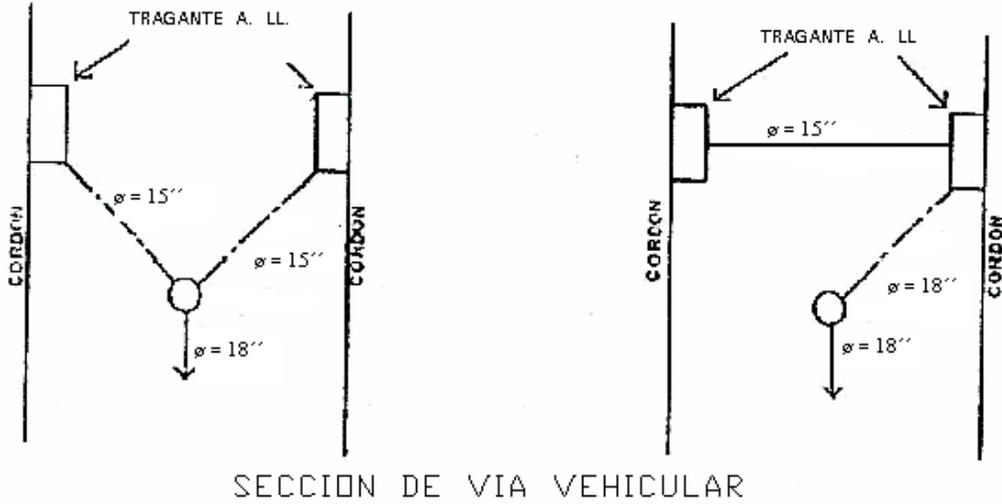
En Accesos Peatonales únicamente, se podrán utilizar canaletas rectangulares o medias cañas de concreto en sustitución de cordones y cunetas.

El diámetro mínimo de conexión de tragante a caja de registro o pozo de visita será de 12 pulgadas y de dos tragantes a caja o pozo, será de 15 pulgadas a partir del segundo tragante. (Figura1). El diámetro mínimo sobre pasaje peatonal será de 15 pulgadas.

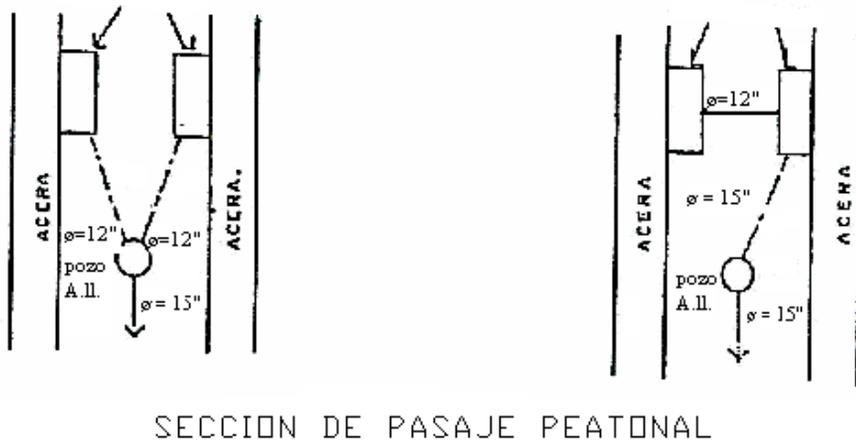
La distancia permisible entre la parte superior de las tuberías de aguas lluvias y la rasante de las vías será de 1.50 metros, con la finalidad de evitar interferencias con las tuberías de otros sistemas; pero en caso de no existir dichas interferencias, las distancias en mención podrá reducirse como máximo a 1.00 metros, casos especiales serán analizados por el VMVDU.

Figura 1

CONEXION DE TRAGANTE A POZO DE VISITA EN VIAS VEHICULARES



CONEXION DE TRAGANTES A CAJA DE REGISTRO O POZO DE VISITA EN PASAJE PEATONAL



En todo cambio de dirección o pendiente de tuberías para aguas lluvias, se deberá construir un pozo de visita o una caja de registro. Las cajas de registro se permitirán únicamente en Accesos Peatonales en sustitución de pozos de visita y para tuberías con un diámetro máximo de 24 pulgadas. Los pozos de visita y las cajas de registro deberán contar con su correspondiente tapadera de inspección. No se permitirán pozos de visitas ni cajas de registro ciegos.

Si el cambio de dirección de tuberías es de 45 grados o más con respecto a su eje, el pozo de visita deberá contar con una caída de 30 centímetros como mínimo, para tuberías con un diámetro máximo de 30 pulgadas; y para tuberías de 36 a 72 pulgadas de diámetro, la caída deberá ser de 1.00 metro como mínimo. Casos especiales serán analizados por el VMVDU. Para cambios de dirección en tuberías cuyo diámetro sea igual o mayor de 36 pulgadas, deberá diseñarse en el pozo de visita una pared de concreto armado o un muro de choque frente a la llegada de las aguas.

La pendiente mínima en tuberías de aguas lluvias será del 0.5%, y la máxima será la que le corresponda a cada tubería según la tabla siguiente:

Diámetro de Tuberías Pulgadas	Pendiente Máxima Permisible (%)
12	6.5
15	5.8
18	5.0
24	3.0
30	2.5
36	2.0
42	2.0
48	2.0
60	1.5
72	1.0

Por razones de tipo hidráulico, en ningún caso se permitirá pasar de una pendiente mayor a otra menor con el mismo diámetro, en todo caso, deberá utilizar el diámetro inmediato superior. Así mismo, en ningún caso se permitirá pasar de un diámetro de tubería mayor a otro menor.

La pendiente mínima y máxima permisible en bóvedas será determinada en el diseño, pero en todo caso la velocidad mínima de la corriente no podrá ser inferior a 1.00 m/seg.

Su piso deberá ser de mampostería de piedra con un recubrimiento de concreto simple, de concreto armado o la combinación de ambos.

Los cambios de dirección menores de 45 grados con respecto a su eje en bóveda, podrán suavizarse dándole una forma circular en una longitud de desarrollo adecuada. Si el cambio de dirección de las bóvedas es de 45 grados lo mas con respecto a su eje, deberá diseñarse según el caso, una caja especial en sustitución del pozo de visita, la cual deberá contar con una estructura de choque en la dirección de las aguas y con elementos adicionales en su piso (chutes). Para disipar la energía de la corriente. En todo caso, las bóvedas no deberán contar con caídas inferiores en su recorrido, en su defecto deberán diseñar rampas (rápidos) con una longitud de desarrollo adecuada y con elementos adicionales en su piso (chutes) para disipar la energía de la corriente.

En los puntos de descarga de tuberías y bóvedas a quebradas o ríos, deberán proyectarse cabezales con gradas disipadoras de energía o rampas (rápidos) con una longitud de desarrollo adecuada y con elementos adicionales en su piso (chutes).

En las parcelaciones de desarrollo progresivo se permitirá el drenaje superficial de las aguas lluvias en los casos contemplados en el cuadro 1

Cuadro1

OBRAS DE URBANIZACION

OBRAS DE URBANIZACION	U1	U2	U3	U4	U5
Vias vehiculares	RCA	RCB	RSA	RSB	SR
Aceras	RCA	RCB	RSA	RSB	SR
Cordones y cunetas	RCA	RCB	RSA	RSB	SR
Aguas lluvias	CT	CRA	CRB	CRC	CSR
Aguas negras	AL	AL	FS O BC	LE	LE
Agua potable	DO	DO	CO	PO	PO
Electricidad	DO	DO	SS	SS	SS
Alumbrado público	TU	UP	AS	SS	SS

REVESTIMIENTO COMPELTO A	RCA	ALCANTARILLADO	AL
REVESTIMIENTO COMPELTO B	RCB	FOSA SEPTICA	FS
REVESTIMIENTO SIMPLE A	RSA	LETRINA	LE
REVESTIMIENTO SIMPLE B	RSB	DOMICILIAR	DO
SIN REVESTIMIENTO	SR	COLECTIVA	CO
CON TUBERIA	CT	POZO	PO
CANAL RECUBIERTO A	CRA	SIN SERVICIO	SS
CANAL RECUBIERTO B	CRB	TODAS LAS VIAS	TU
CANAL RECUBIERTO C	CRC	VIAS PRINCIPALES	UP
CANAL SIN RECUBRIMIENTO	CSR	ACCESO	AC
		BATERIAS DE LETRINAS COLECTIVAS	BC

Pozos de Visita para Aguas Lluvias.

Art. 92

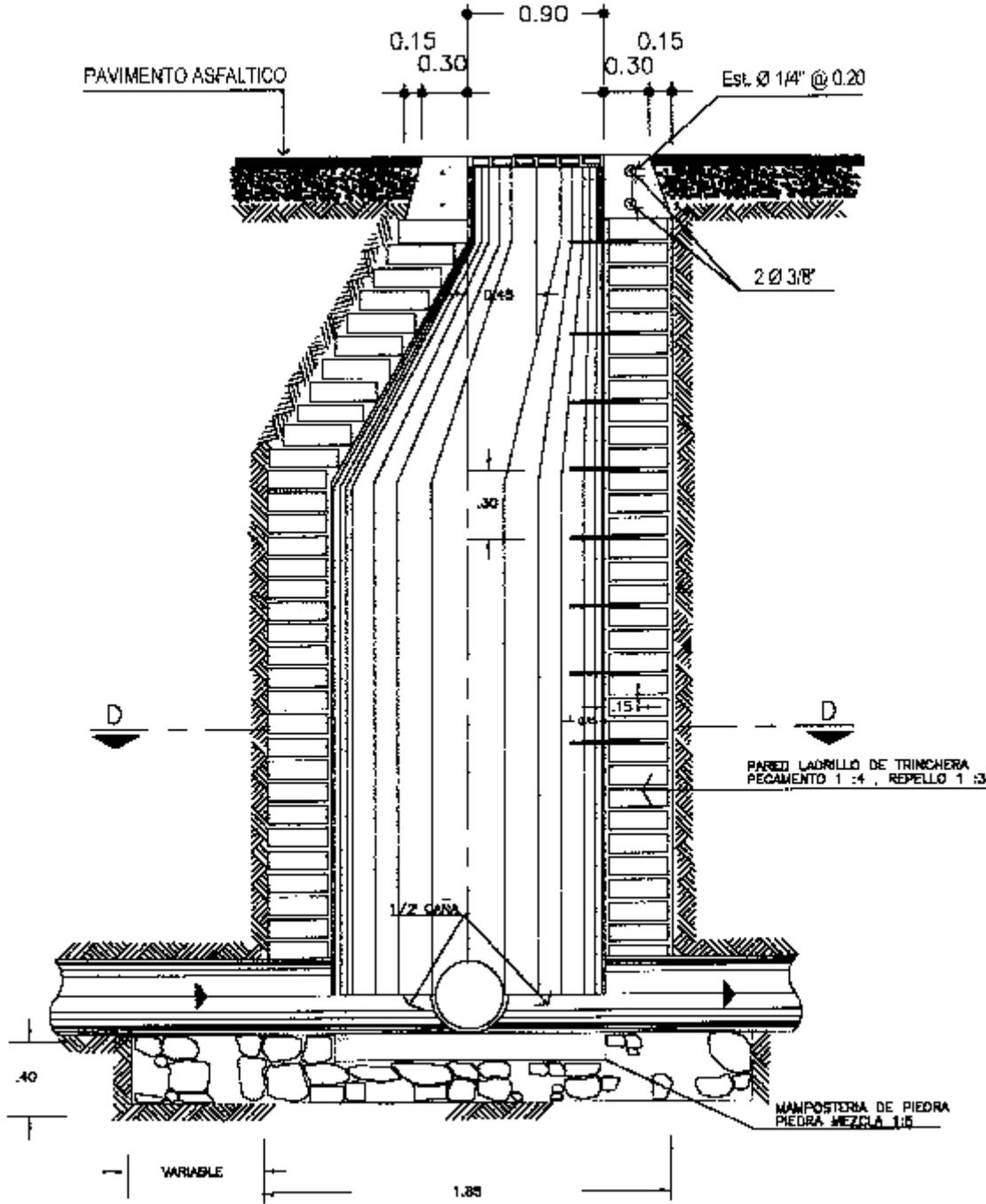
Los pozos de visita para aguas lluvias podrán ser de ladrillo de barro repellados o de piedra, cuando su altura no exceda de 6.00 metros. Cuando su altura sea mayor o el caso de tener caídas iguales o mayores de 3.00 metros éstos deberán ser reforzados adecuadamente debiendo presentar en los planos respectivos, los detalles y cálculos estructurales.

La distancia máxima entre pozos de visita será de cien metros (100.00 metros), con una variación permisible del 15% en casos especiales.

Los detalles constructivos del pozo de visita típico, sin refuerzo estructural, se presentan en la Figura2 (a) y (b).

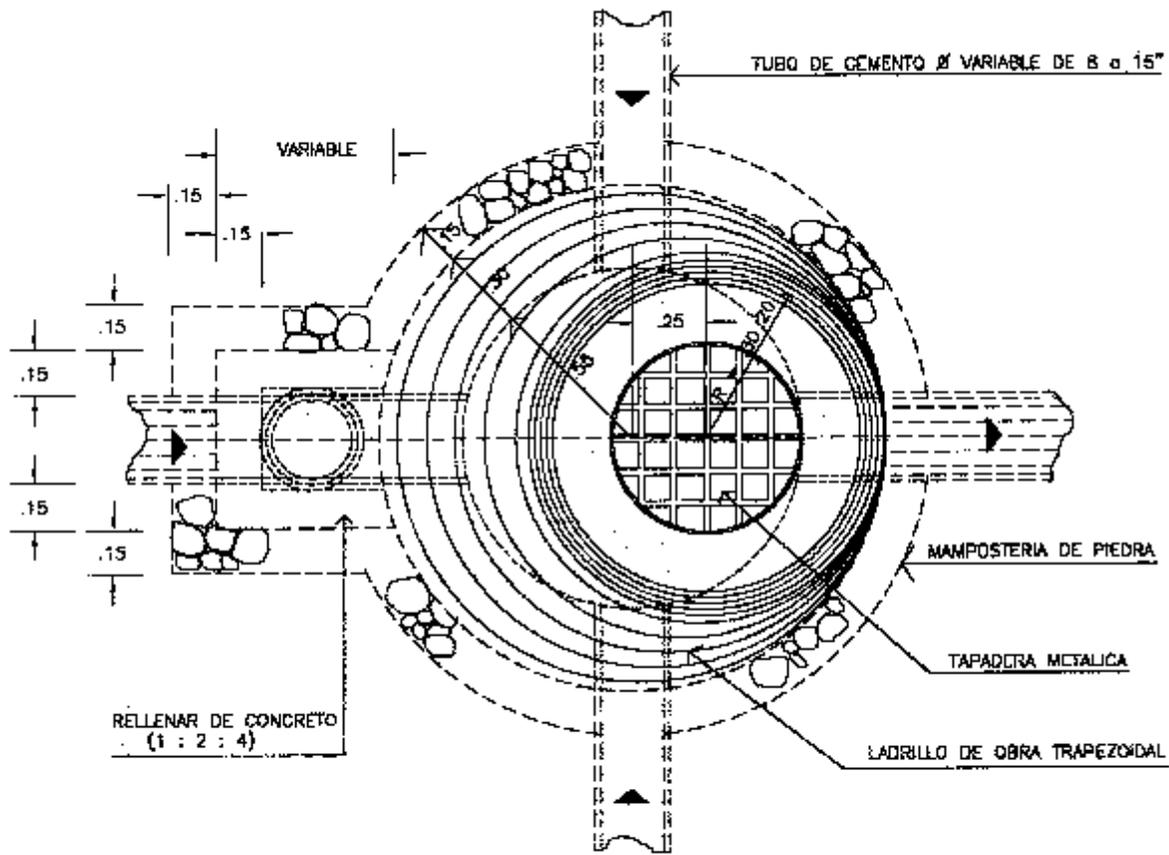
Las tapaderas de los pozos serán de hierro fundido en las vías de circulación vehicular, pudiendo ser de concreto armado en los Pasajes Peatonales.

Figura 2 (a)



DETALLE DE POZO DE VISITA

Figura 2 (b)



DETALLE DE POZO DE VISITA (PLANTA)

Tragantes.

Art. 93

En todas la Vías de Circulación Menor serán de ladrillo de barro. Las parrillas de éstos serán de hierro fundido en las vías de circulación vehicular, pudiéndose hacerse de concreto armado o de estructura metálica en los Accesos Peatonales. En las Vías de distribución y de Reparto, no se permitirán los tragantes remetidos. La distancia máxima entre tragantes será de cien metros (100.00 mts.). Casos especiales serán analizados por el VMVDU. Ver detalle de tragantes en Figuras 3 y 4.

Figura 3

TRAGANTE REMETIDO

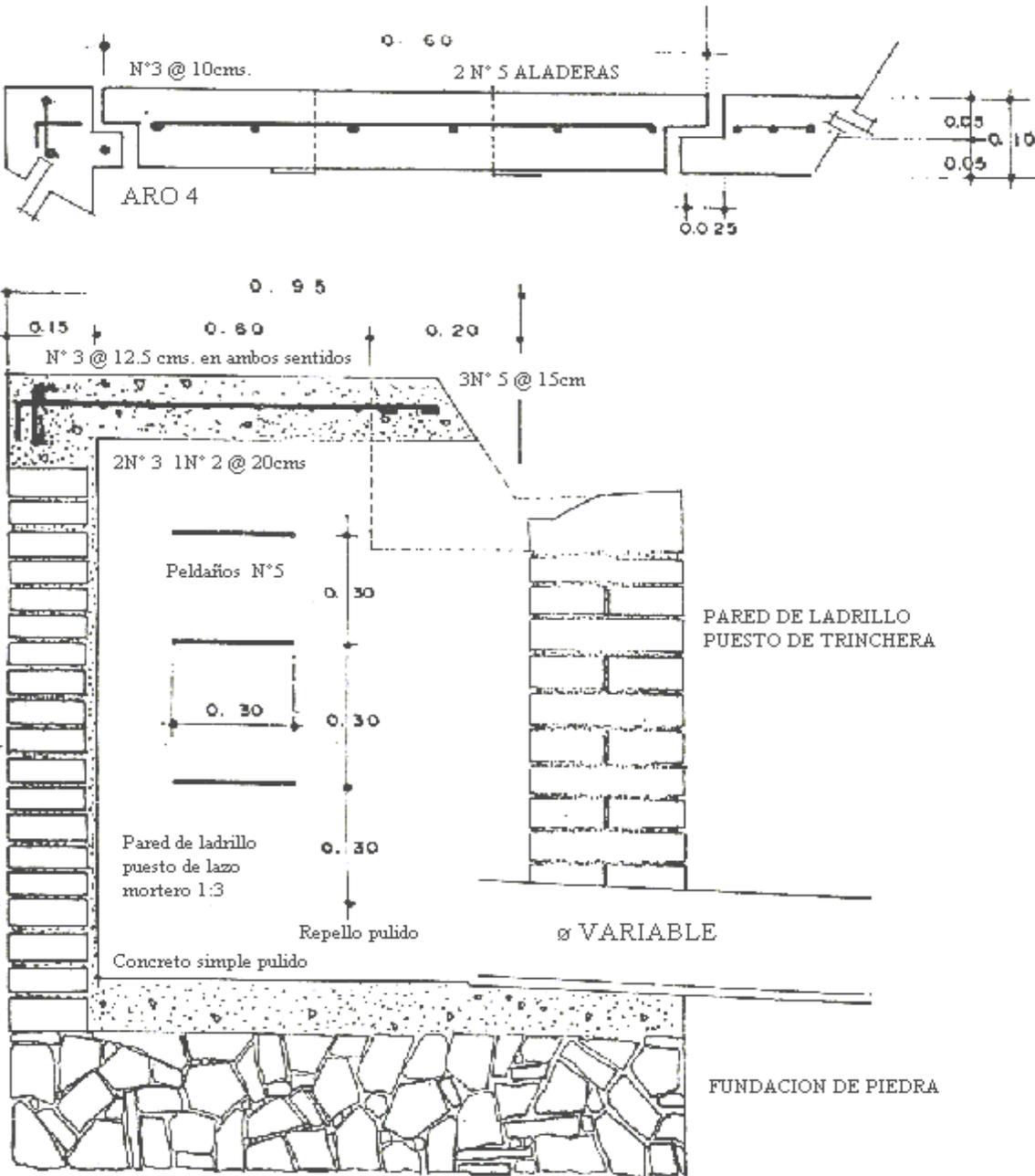
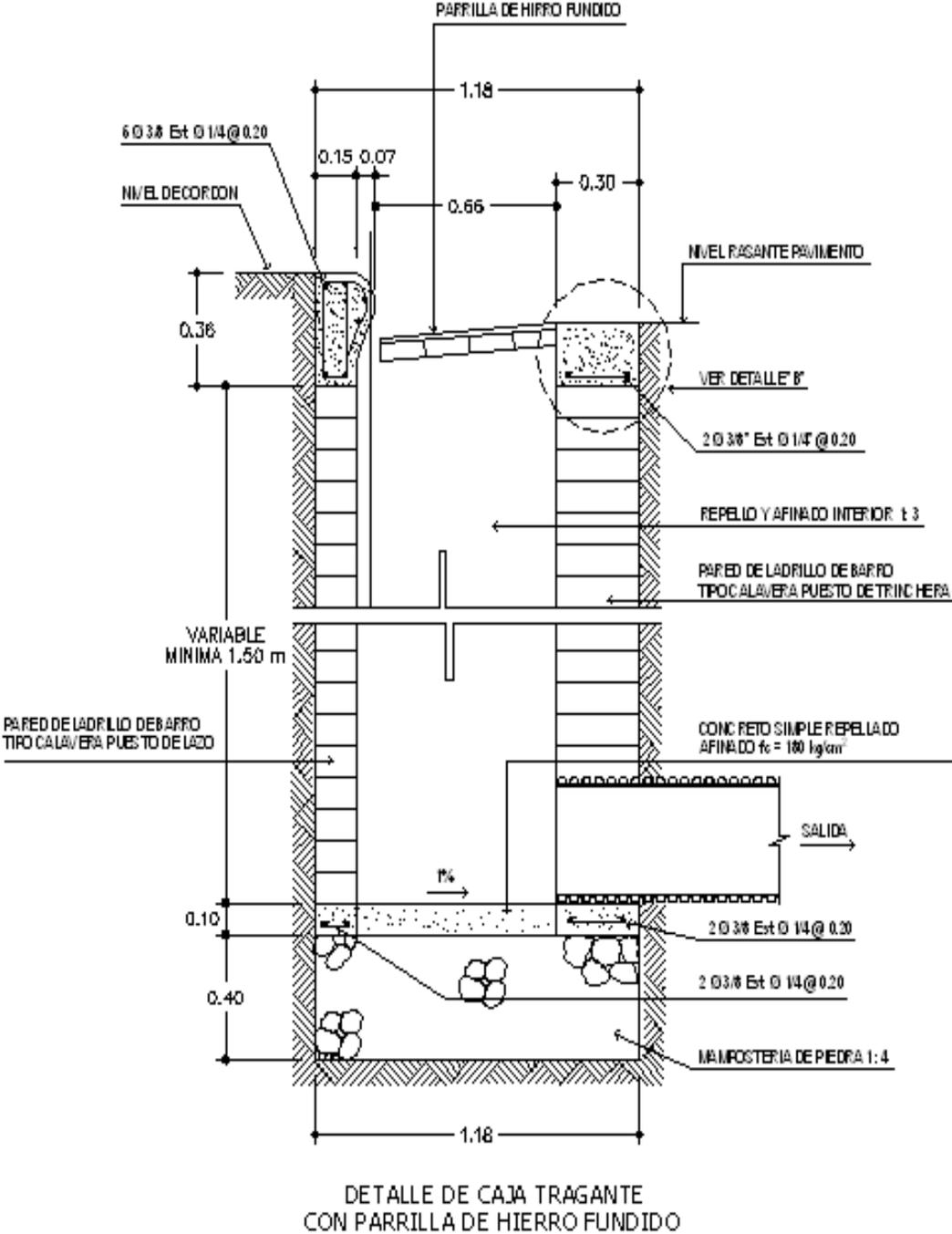
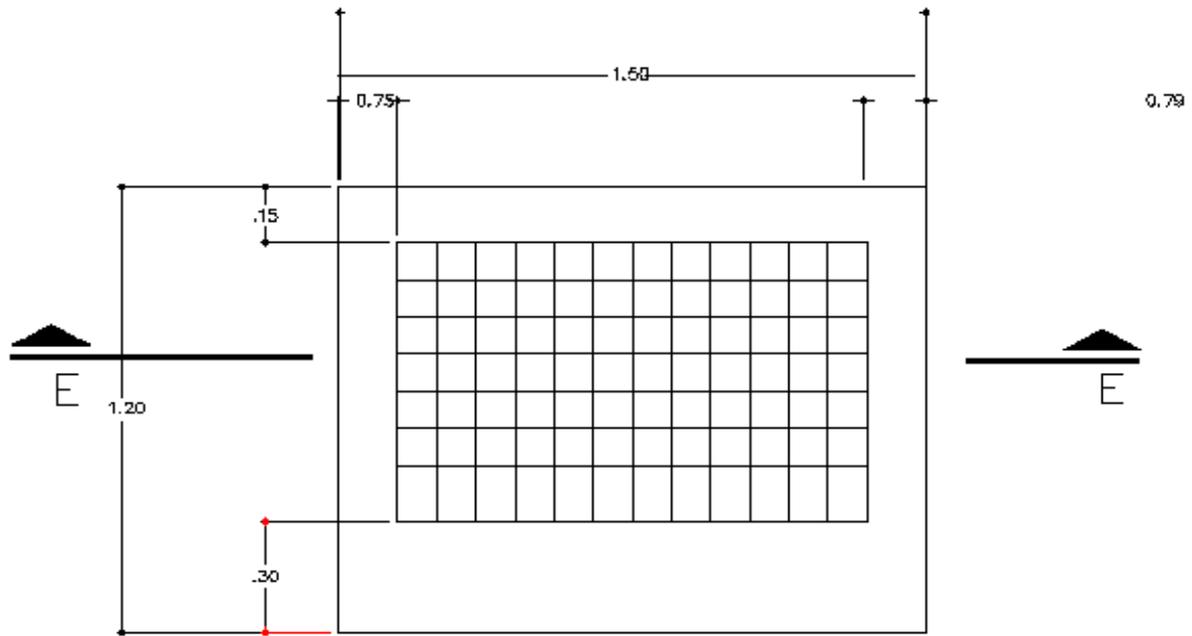


Figura 4





PLANTA DE CAJA TRAGANTE

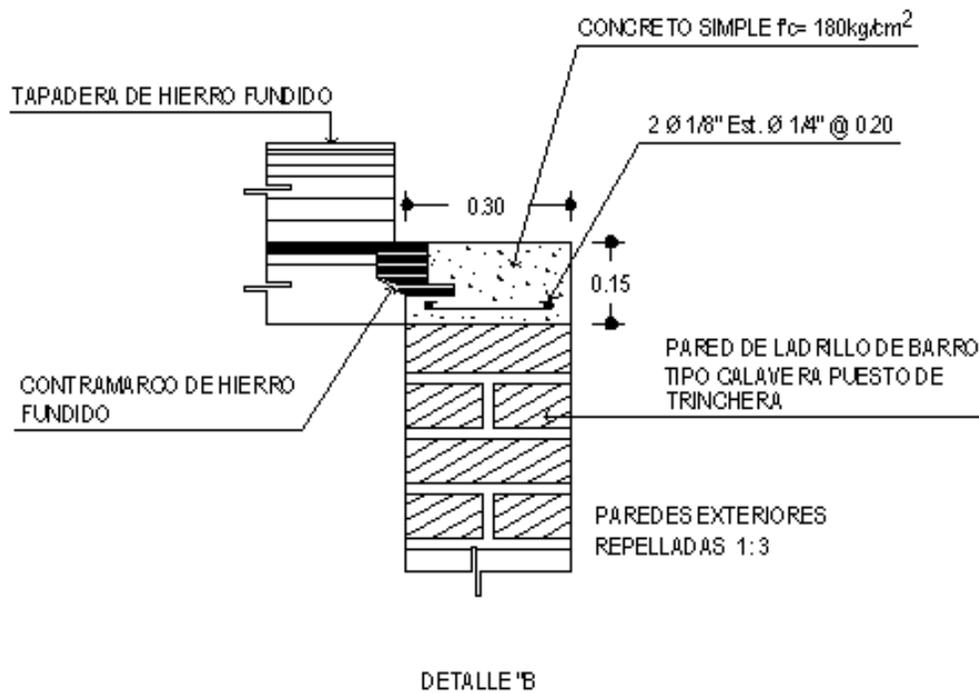


Figura 5

SCALE MASTER II. Digital plan measuring system.
(Plan digital que mide sistema)



BIBLIOGRAFIA

- Manual de Hidráulica
J.M. de Acevedo Netto
Guillermo Acosta Álvarez
Editorial HARLA

- Hidrologia para Ingeniero
Linsley

- Propuesta de solución al problema de drenaje pluvial en el área urbana del municipio de Candelaria de la Frontera departamento de Santa Ana
Moran Zúñiga Sonia E., Burgos Barrientos Raúl E. y Hernández J. Rene

- Estudio del problema actual del sistema de drenaje de las aguas lluvias de la ciudad de Cojutepeque y alternativas de solución
San salvador, U.E.S 1995
Carranza Guzmán, Wilfredo

- Abastecimiento de aguas y alcantarillado
Ingeniería ambiental
Terence J. McGhee
Sexta edición

- Propuesta de diseño para el mejoramiento del sistema de drenaje pluvial de la zona baja de la colonia Santa Lucia, jurisdicción del municipio de Ilopango, departamento de San Salvador
San Salvador U. E. S. 2000
Canales Velásquez Vidal, Guardado Beltrán Gladis Concepción, Martínez Mejía Samuel A. y Villena Herrera J. Henry.

- Ley de Urbanismo y Construcción
Reglamento a la ley de urbanismo y construcción en lo relativo a parcelaciones y urbanizaciones Habitacionales
Publicado en 1992
Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU)

- Costos, tablas y especificaciones para la construcción salvadoreña
Federico Lowy
Segunda edición, abril del 2001

- Monografía del departamento de San Miguel
Centro Nacional de Registro
San Salvador del 1997