



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN, DISEÑO E INSTALACIÓN DE REJILLAS EN
ALCANTARILLADOS PARA LA RETENCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS POR EFECTOS
PLUVIALES EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**

Marco Antonio Cermeño Solares

Asesorado por el Ing. Fredy Estuardo Viana Vidal

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN, DISEÑO E INSTALACIÓN DE REJILLAS EN
ALCANTARILLADOS PARA LA RETENCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS POR EFECTOS
PLUVIALES EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARCO ANTONIO CERMEÑO SOLARES
ASESORADO POR EL ING. FREDY ESTUARDO VIANA VIDAL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel López Juárez
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
EXAMINADOR	Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN, DISEÑO E INSTALACIÓN DE REJILLAS EN
ALCANTARILLADOS PARA LA RETENCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS POR EFECTOS
PLUVIALES EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 12 de abril de 2012.



Marco Antonio Cermeño Solares

Guatemala, 3 de septiembre de 2012

Licenciado

Manuel María Guillén Salazar

Coordinador del Departamento de Planificación

Facultad de Ingeniería

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado **“Propuesta de planificación, diseño e instalación de rejillas en alcantarillados para la retención de desechos sólidos por efectos pluviales en la República de Guatemala”**, realizado por el estudiante universitario **Marco Antonio Cermeño Solares**, para el cual fui nombrado asesor con fecha 12 de abril de 2012.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Cermeño Solares** satisface los objetivos para los cuales fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente,



Fredy Estuardo Viana Vidal

Ingeniero Civil colegiado No. 7232





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
5 de octubre de 2012

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

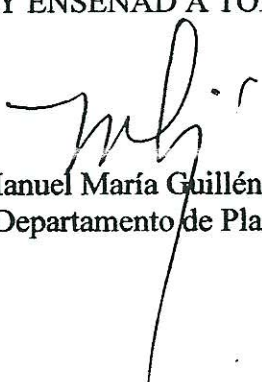
Estimado Ingeniero Montenegro.

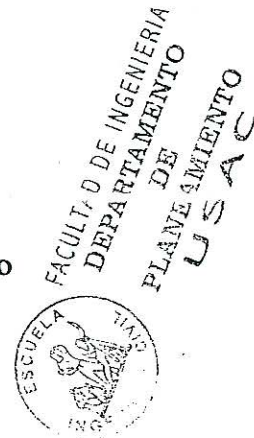
Le informo que he revisado el trabajo de graduación **PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN, DISEÑO E INSTALACIÓN DE REJILLAS EN ALCANTARILLADOS PARA LA RETENCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS POR EFECTOS PLUVIALES EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marco Antonio Cermeño Solares, quien contó con la asesoría del Ing. Fredy Estuardo Viana Vidal.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Lic. Manuel María Guillén Salazar
Jefe del Departamento de Planeamiento



/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Fredy Estuardo Viana Vidal y del Jefe del Departamento de Planeamiento Lic. Manuel María Guillén Salazar, al trabajo de graduación del estudiante Marco Antonio Cermeño Solares, titulado **PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN, DISEÑO E INSTALACIÓN DE REJILLAS EN ALCANTARILLADOS PARA LA RETENCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS POR EFECTOS PLUVIALES EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

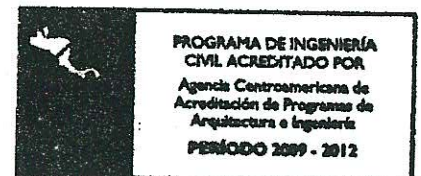

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala, noviembre de 2012.

/bbdeb.

Más de 130 ^{AÑOS} de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN, DISEÑO E INSTALACIÓN DE REJILLAS EN ALCANTARILLADOS PARA LA RETENCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS POR EFECTOS PLUVIALES EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Marco Antonio Cermeño Solares**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2012

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios Padre	Por darme la salud, vida y la oportunidad de salir adelante.
Mi madre	Ana María Solares, por ser la mejor e inigualable madre del mundo.
Mi padre	Maximiliano Cermeño, por darme su apoyo tanto moral como económico desde el día que nació.
Mi hermano	Carlos Cermeño, por su amor y cuidado de hermano.
Mi hijo	Marco Antonio Cermeño de León, por darme la oportunidad de ser padre y por ser el tesoro más grande de mi vida
Mi esposa	María René de León Tovar, por demostrarme su amor en las buenas y en las malas.
Mis suegros	Otto René de León y María Luz Tovar.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios Padre	Por darme la vida, la capacidad y voluntad necesaria para graduarme como Ingeniero Civil.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi máxima Casa de Estudio y un segundo hogar.
Escuela de Ingeniería Civil	Por ser el lugar donde aprendí la carrera de la Ingeniería Civil.
Ing. Fredy Estuardo Viana Vidal	Por facilitar y asesorar el presente trabajo de graduación.
Amigos y amigas	Por los momentos agradables que convivimos juntos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA BASURA	1
1.1. Cultura nómada	2
1.1.1. EL paleolítico o la edad de piedra.....	2
1.1.2. El neolítico o la edad de la piedra pulimentada	2
1.2. Cultura sedentaria	2
1.2.1. Principio de la historia.....	3
1.2.2. La edad media	3
1.2.3. La ilustración o siglo de las luces.....	4
1.2.4. Revolución industrial.....	4
1.2.5. Los residuos en la actualidad	4
1.3. Medio de transporte de la basura a los tragantes.....	5
1.3.1. Escorrentía	5
1.3.2. Viento.....	6
1.3.3. Botadero de basura en tragantes.....	6
1.4. Residuos sólidos domiciliarios urbanos.....	7
1.4.1. Cantidad de RSU.....	8
1.4.2. Volumen de basura que llega a los tragantes.....	8
1.5. Gestión de los desechos sólidos	9

1.5.1.	Gestión de desechos en tragantes de alcantarillas.....	9
2.	PROBLEMA ACTUAL DE LOS ALCANTARILLADOS.....	13
2.1.	Deterioro de tubería por excesiva cantidad de desechos sólidos	13
2.1.1.	Deterioro de tubería de PVC	13
2.1.2.	Deterioro en tubería de concreto.....	14
2.2.	Inundaciones en la ciudad de Guatemala	18
2.2.1.	Inundaciones en las calles y avenidas de Guatemala.....	18
2.2.2.	Problemas a nivel contaminación medio ambiente...	19
2.3.	Problema de tráfico que ocasionan las inundaciones en Guatemala.....	20
2.3.1.	Congestionamiento vehicular en las principales calles y avenidas	20
2.3.2.	Accidentes vehiculares ocasionados en los últimos años.....	22
3.	PARÁMETROS DE DISEÑO DE REJILLA	25
3.1.	Dimensiones de elementos de los tragantes típicos	25
3.2.	Instalación para mantenimiento de rejilla	29
3.3.	Precios unitarios.....	30
4.	PROYECTO A NIVEL DE PERFIL.....	33
4.1.	Objetivo del proyecto.....	33
4.2.	Justificación del proyecto	33
4.3.	Descripción del proyecto	34
4.3.1.	Recursos	34

	4.3.1.1.	Financieros	34
	4.3.1.2.	Humanos	35
	4.3.1.3.	Físicos y materiales por unidad	37
4.4.		Diseño e instalación de la rejilla.....	38
	4.4.1.	¿De qué materiales se construirá el sistema de rejilla?	39
	4.4.1.1.	Acero	39
	4.4.1.2.	Hierro galvanizado	40
	4.4.1.3.	Concreto	40
	4.4.1.4.	Pintura anticorrosiva	42
	4.4.2.	Diseño de la rejilla.....	43
	4.4.2.1.	Estructura metálica	43
	4.4.2.2.	Estructura de hierro galvanizado	50
	4.4.2.3.	Estructura de concreto armado (ménsula).....	52
	4.4.2.4.	Ejemplo resuelto de diseño de rejilla	60
5.		INTALACIÓN Y PRESUPUESTO DE REJILLA	77
	5.1.	Instalación de la unidad	77
	5.2.	Presupuesto de fabricación	79
	5.2.1.	Presupuesto de fabricación (materiales).....	79
	5.2.2.	Presupuesto de instalación.....	80
	5.2.3.	Presupuesto de operación	80
	5.2.4.	Presupuesto de inversión	81
	5.3.	Inventario ambiental	83
	5.3.1.	Objetivos del inventario.....	84
	5.3.2.	Parámetros	84
	5.3.2.1.	Físico - químico	85
	5.3.2.2.	Biológico	85

5.3.2.3.	Socioeconómico	85
5.3.2.4.	Histórico - cultural.....	85
5.3.2.5.	Paisaje.....	85
6.	COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE ALCANTARILLADOS CON REJILLA Y ALCANTARILLADOS SIN REJILLA	87
6.1.	Alcantarilla sin rejilla.....	87
6.2.	Alcantarilla con rejilla.....	88
6.3.	Reducción de costos	88
	CONCLUSIONES.....	91
	RECOMENDACIONES.....	93
	BIBLIOGRAFÍA.....	95
	APÉNDICE	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Rotura por exceso de presión en tubería de PVC	14
2.	Corrosión de la clave de tubería de concreto por presencia de sulfuro de hidrógeno	17
3.	Incrustaciones en tubería de fundición	18
4.	Las lluvias ocasionan derrumbes, inundaciones y hundimientos en varios sectores de la capital	19
5.	El tránsito vehicular por las calles de la ciudad	21
6.	Varios vehículos quedaron parados por las agudas inundaciones en la capital	21
7.	Accidente en kilómetro 52,6 carretera a Palín Escuintla	22
8.	Autobús embiste vehículo en Escuintla	23
9.	Automovilistas se vieron afectados cuando los drenajes de la ciudad no pudieron desfogar el agua de los aguaceros. Muchos autos quedaron bajo el agua	23
10.	Planta de loza de concreto	26
11.	Espesor de loza de concreto	26
12.	Sección de viga metálica	27
13.	Sección de rombo de malla	28
14.	Sección de ménsula	28
15.	Perfil de tragante con sistema de rejilla	29
16.	Instalación manual	30
17.	Precios unitarios de materiales para rejilla	31
18.	Precios unitarios de mano de obra	31

19.	Dimensión de estructura metálica.....	43
20.	Áreas tributarias (viga metálica).....	44
21.	Carga distribuida.....	45
22.	Vista en planta y vista frontal de ménsulas.....	52
23.	Esquema de Vu y NuC.....	54
24.	Esquema de dimensionamiento.....	56
25.	Planta de la rejilla y perfil de la viga metálica.....	60
26.	Áreas tributarias (ejemplo).....	61
27.	Planta rejilla y sección del rombo.....	66
28.	Ménsula dimensionada.....	72
29.	Ménsula armada.....	76

TABLAS

I.	Integración de cargas estructura metálica.....	61
II.	Área tributaria.....	62
III.	Carga distribuida.....	63
IV.	Carga mayorada, reacción y momento último.....	64
V.	Módulo de sección.....	64
VI.	Revisión esfuerzo corte.....	65
VII.	Revisión por flecha.....	66
VIII.	Peso del agua.....	67
IX.	Área tragante.....	67
X.	Número de rombos.....	68
XI.	Área libre del paso del agua.....	68
XII.	Integración de cargas de ménsula.....	69
XIII.	Cargas mayoradas.....	70
XIV.	Vn y Nuc.....	70
XV.	Sistemas para encontrar (d).....	71

XVI.	Momento último.....	72
XVII.	Refuerzo a Flexión.....	73
XVIII.	Refuerzo cortante fricción y refuerzo por fuerza horizontal.....	74
XIX.	Refuerzo total.....	74
XX.	As MIN, As MAX.....	75
XXI.	Refuerzo para estribos.....	75
XXII.	Número de varillas.....	76
XXIII.	Cronograma diario para instalación de rejilla.....	78
XXIV.	Presupuesto de inversión.....	82

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H₂SO₄	Ácido sulfúrico
H	Altura
am	Altura de malla
d	Altura útil
Asmax	Área de acero máxima
Asmin	Área de acero mínima
Ar	Área de rectángulo
AT	Área de tragante
Al	Área libre
Al	Área tributaria de trapecio
bm	Base de la malla
B	Base mayor
b	Base menor
W	Carga distribuida mayorada
CM	Carga muerta
CMdistribuida	Carga muerta distribuida
CV	Carga viva
CVdistribuida	Carga viva distribuida
b	Cateto adyacente
a	Cateto opuesto
μ	Coeficiente de fricción
ØVn	Cortante nominal

C	Costo
ρ	Cuantía de acero
Y max	Deflexión máxima en viga metálica
Vu	Fuerza cortante mayorada
Nuc	Fuerza horizontal de tracción
c	Hipotenusa
I	Inercia
l	Lado de tragante
L	Longitud
lm	Longitud de malla
Av	Luz de cortante
s	Módulo de sección
E	Módulo elástico
Mu	Momento máximo o último
No. Rombo	Número de rombo
W agua	Peso de agua
Pf	Presupuesto de fabricación
R	Reacción
Ah	Refuerzo a estribos
Af	Refuerzo a flexión
An	Refuerzo horizontal
Avf	Refuerzo por cortante fricción
Asc	Refuerzo total
F'c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la fluencia de refuerzo
Vn	Resistencia nominal al cortante
Sena	Seno del ángulo
H₂S	Sulfuro de hidrógeno
ΣAR	Sumatoria de área de rombo

GLOSARIO

Corrosión	La corrosión es una reacción química en la que intervienen tres factores: la pieza manufacturada, el ambiente y el agua, o por medio de una reacción electroquímica.
Durabilidad	Período de vida útil de una edificación.
Envejecimiento	Deterioro progresivo de los materiales y o estructuras.
Gestión	Proceso emprendido por una o más personas para coordinar las actividades laborales de otros individuos.
Patología	La patología se encarga del estudio de los deterioros y problemas que se dan en las tuberías.
PVC	El PVC es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo.
Tracción	Es el esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en un sentido.

RESUMEN

La República de Guatemala se ve afectada en temporada de invierno cada año debido a que los tragantes se saturan de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos, ocasionando; que las tuberías se deterioren, con inundaciones en las principales calles y avenidas, provocando congestión vehicular y accidentes tanto vehiculares como peatonales, con consecuencias fatales en la mayoría de los casos.

La causa de estos desastres, se debe a la falta de cultura del ciudadano guatemalteco al tirar la basura en los tragantes. Ocasionando que estos se tapen y se den los problemas mencionados anteriormente.

Por lo expuesto y para paliar o erradicar el problema se propone como trabajo de graduación el tema, Propuesta de planificación, diseño e instalación de rejillas en alcantarillados para la retención de desechos sólidos por efectos pluviales en la República de Guatemala.

Estas rejillas llevan un previo diseño, ya que todo proceso ingenieril tiene que seguir sus fundamentos básicos, en este caso que la rejilla resista lo que se le va depositar, para eso se realiza un diseño de viga metálica, un diseño de una ménsula que es una estructura que servirá de soporte para la malla y un diseño de malla de hierro galvanizado.

Para su realización se realizará un presupuesto de inversión, para saber con cuánto dinero y en cuanto tiempo se puede estar listo para su fase de funcionamiento.

OBJETIVOS

General

Realizar un trabajo de graduación que pueda ayudar a erradicar o a reducir los problemas que ocasionan los desechos sólidos en drenajes y los alcantarillados en la República de Guatemala.

Específicos

1. Dar a conocer que mediante la instalación de estas rejillas se puede disminuir esta problemática.
2. Proponer una planificación de trabajo y de costo para que se pueda poner en práctica este proyecto en la República de Guatemala.
3. Desarrollar una cultura general para la correcta clasificación de los desechos sólidos.
4. Identificar los factores que influenciarán el diseño de estas estructuras.
5. Desarrollar una geometría básica y modo de funcionamiento.
6. Definir un diseño típico de esta estructura.

INTRODUCCIÓN

Guatemala está considerado a nivel latinoamericano, como uno de los países de mayor vulnerabilidad a consecuencia de fenómenos naturales, un ejemplo de ello lo constituyen los fenómenos tropicales como los huracanes Mitch, Stan y el más reciente Alex, que dañaron un alto porcentaje de la infraestructura del país. No escapando a ellos los centros urbanos.

La lluvia inmoderada causa, deslaves y obstaculiza las vías de locomoción como lo son las calles y avenidas de estos centros urbanos, y si a esto se suma la falta de cultura ambiental por gran parte de la población guatemalteca, los tragantes de estas vías se taponan de tal manera que provocan accidentes vehiculares y peatonales, en algunos casos con consecuencias fatales.

La falta de planificación y falta de construcción, de estructuras para detener los desechos sólidos inorgánicos en los drenajes y alcantarillados, provoca: inundaciones ya que los alcantarillados se llenan de basura formando un tapón en los tragantes que provoca caos vehicular.

Otro problema que ocasiona la falta de estas estructuras, es el deterioro de las tuberías, ya que el ingeniero diseña sobre un caudal y propone un diámetro de tubería, pero el exceso de sólidos orgánicos, ocasiona que las tuberías trabajen a sección llena, lo que provoca que tengan menos durabilidad.

Por lo expuesto se realizará, a nivel de la red vial, el trabajo de graduación de Propuesta de planificación, diseño e instalación de rejillas internas en alcantarillados, para la retención de sólidos por efectos pluviales en la República de Guatemala.

1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA BASURA

En la actualidad han afectado los grandes volúmenes de basura que entran a las alcantarillas por los tragantes diariamente, esto ha ocasionado deterioro en tuberías, taponamiento en tragantes, congestión vehicular y enfermedades.

El motivo de los problemas mencionados anteriormente se resume en la excesiva basura que se deposita en los alcantarillados y se debe a la falta de cultura de los ciudadanos guatemaltecos al no depositar la basura donde se debe o por falta de planificación o previsión de las autoridades correspondientes a no fomentar la cultura ambiental, colocando recipientes en lugares estratégicos del área metropolitana guatemalteca (AMG). Estos problemas pueden ser por falta de ingresos económicos ya que no pueden pagar medios para la recolección de sus desechos, falta de depósitos de basura ya mencionados, o simple y sencillamente la incultura de tirar la basura en la calle.

Para poder diseñar las rejillas en cada tragante y evitar problemas en las tuberías se tiene que conocer un poco de la historia de cómo ha ido evolucionando la basura a través del tiempo y como se da la gestión de los desechos sólidos en la actualidad. Con estas dos variables se encontrará una solución a la problemática.

1.1. Cultura nómada

La cultura nómada se refiere a comunidades de personas que se trasladan de un lugar a otro, en lugar de establecerse permanentemente en un solo lugar. Debido a que ellos vivían en varios lugares iban dejando sus desechos en los lugares donde pernoctaban, creando un mal hábito en los individuos de botar la basura en el suelo.

1.1.1. El paleolítico o la edad de piedra

Los pocos desechos que se producían eran los despojos de animales, frutos y plantas así como sus propios excrementos, todo era de naturaleza orgánica y por tanto biodegradable.

1.1.2. El neolítico o la edad de la piedra pulimentada

Al adquirir nuevas profesiones u ocupaciones supuso un incremento de los desechos producidos, siguen siendo de naturaleza orgánica y se aprovechan como abono, alimento para el ganado, para la construcción de casas después de ser mezclados con pajas y secados al sol.

1.2. Cultura sedentaria

La cultura sedentaria se caracterizó porque los seres humanos encontraban lugares habitables. Donde debido a que ahí se quedaban tenían el problema de la basura por lo que se empezó a ver como se podía erradicar este problema.

1.2.1. Principio de la historia

Debido a que el ser humano deja de ser nómada nacen las ciudades, y en ellas la basura, de naturaleza orgánica fundamentalmente, se convierte en foco de enfermedades infecciosas debido a su acumulación y descomposición en lugares públicos, provocando epidemias.

La cultura romana fue la primera en buscar soluciones construyendo obras de abastecimientos de aguas y saneamiento de las residuales mediante cloacas y albañales.

1.2.2. La edad media

La basura se convierte en un problema tanto estético como sanitario. Los tratamientos que recibía esta basura en las zonas rurales eran similares a los que actualmente se siguen haciendo en muchos de nuestros pueblos, el estiércol mezclado con distintos componentes vegetales era el abono orgánico tradicional.

Las basuras domésticas se utilizaban fundamentalmente como alimento para el ganado y el resto se eliminaba haciéndola arder. La madera de los bosques se aprovechaba para fabricar muebles y utensilios, y como elemento energético para la producción de calor. La maleza, retiraba periódicamente de los bosques y caminos, se acumulaba tapada con tierra, se prendía fuego y una vez reducida a cenizas se esparcía sobre la tierra de cultivo proporcionando distintos nutrientes.

1.2.3. La ilustración o siglo de las luces

En esta época no existieron muchos cambios con respecto a la edad media, sólo que la problemática de la basura empieza a inquietar más y a buscar una respuesta para disminuir esta problemática.

1.2.4. Revolución industrial

Los problemas de los residuos se multiplican debido a un importante crecimiento en la población y debido a la distribución de esta población. Se podría decir que es el inicio de los grandes volúmenes de basura que se acumulan en la actualidad, ya que a raíz de la revolución industrial las áreas urbanas se volvieron más grandes que las rurales, a consecuencia que en estos se dieron fenómenos trascendentales como: comercio e industria y servicios. Las personas se trasladaban por dos razones básicas:

- Trabajo
- Estudio

1.2.5. Los residuos en la actualidad

Es un problema muy complejo, por más que existan métodos de gestión de la basura no se puede evitar que el individuo bote la basura en la calle. Crece la cantidad de residuos generados (debido al aumento de la población debido a una mejor alimentación y condiciones sanitarias) y su variedad (cada actividad humana va originar unos residuos específicos y diferentes).

En la actualidad este exceso de basura afecta tanto la sanidad ambiental, la estética de las calles y las redes de alcantarillados que existen en las

ciudades. En los alcantarillados corre una cantidad de desechos sólidos inapropiados, pero por la falta de cultura de las personas estos se han convertido en basureros ocasionando, inundaciones y deterioro en tuberías.

1.3. Medios de transporte de la basura a los tragantes

Para poder diseñar la rejilla es necesario conocer cómo llega la basura a los tragantes, ya que la carga viva de la rejilla será el peso de la basura y el agua, toda la basura utiliza tres medios de transporte, escorrentía, viento y botadero en tragantes.

1.3.1. Escorrentía

Aguas de escorrentía son las aguas que caen y corren sobre los techos de los edificios, en calles, aceras y en cualquier otra superficie impermeable durante un evento de lluvia. Estas aguas en lugar de introducirse en el suelo, corren sobre las superficies y llegan a los drenajes pluviales.

Las aguas de escorrentía arrastran lo que este a su alcance, entre esto la basura y otros contaminantes que las personas descartan inadecuadamente. Estas aguas contaminadas con excremento, plaguicidas, detergentes, sedimentos, aceites y otras sustancias peligrosas llegan a los alcantarillados pasando por los tragantes que se ven afectados debido a la cantidad excesiva de basura que lleva la escorrentía.

Este método de transporte de basura afecta en temporada de invierno. Ya que es cuando cae la mayor cantidad de lluvia al año.

1.3.2. Viento

El viento es aire que se mueve de un lugar a otro. Tiene una procedencia directa de la energía solar. El calentamiento desigual de la superficie de la tierra produce zonas de altas y bajas presiones, este desequilibrio provoca desplazamientos del aire que rodea la tierra dando lugar al viento.

El viento es otro medio de transporte de la basura hacia los tragantes este afecta en temporadas de verano.

1.3.3. Botadero de basura en tragantes

El botadero de basura en tragantes es utilizado por las personas para tratar de deshacerse de los residuos que producen en sus diversas actividades. Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno.

Los tragantes se convierten en botaderos cuando las personas no tiene dinero para pagar servicios de recolección de basura o porque no saben cuál es la función de los tragantes y piensan que es un basurero más ya que ahí se va la basura y no se mira más.

Este medio de transporte de la basura a los tragantes afecta en temporada de invierno y en temporada de verano.

- Problema que ocasiona los botaderos en tragantes

Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de

gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos. Los botaderos de basura en tragantes son cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades.

En ellos se observa las presencias de ratas, cucarachas, zancudas, vectores y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones infrahumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores.

De los tres medios de transporte de basura a los tragantes; escorrentía, viento, botadero de basura en tragantes, la última es la que más afecta. Debido a que es mayor la cantidad de basura que las personas pueden depositar y porque es de forma directa, la segunda más peligrosa es la de escorrentía, ya que es sólo en invierno, pero por las excesivas lluvias, el agua hace que la basura llegue con mayor facilidad y la menos peligrosa es la del viento ya que ésta es en verano pero igual acumula basura en los tragantes, con estos tres medios de transporte de basura, mas la basura que transeúntes depositan en tragantes de forma directa, hace que los tragantes se tapen dañando las tuberías y lo más lamentable ocasionando daños a la infraestructura, enfermedades y accidentes vehiculares y peatonales con consecuencias fatales.

1.4. Residuos sólidos domiciliarios urbanos

Estos son los que afectan diariamente a los tragantes de Guatemala, se clasifican dos grandes grupos: orgánicos e inorgánicos.

- Los orgánicos

Son biodegradables, se componen naturalmente y tiene la propiedad de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otra materia orgánica.

Por ejemplo: restos de comida, frutas y verduras, carne y huevos.

- Los inorgánicos

Tienen características químicas, lo que permite que tengan una descomposición lenta. Muchos de ellos son de origen natural, pero no son biodegradables.

Por ejemplo: plástico, vidrio, madera, hule, metal y concreto.

1.4.1. Cantidad de RSU

Según la Municipalidad de Guatemala, la cantidad de residuos, sólidos urbanos (RSU) generada por habitante al día es de alrededor de 1 kilogramo. En las zonas rurales se aprovechan mejor los residuos y se tira menor cantidad, Para un buen diseño de recogida y tratamiento de las basuras es necesario tener en cuenta, además, las variaciones según los días y las épocas del año.

1.4.2. Volumen de basura que llega a los tragantes

A diario se recolectan alrededor de 12 metros cúbicos de cuarenta mil (40 000) tragantes en la ciudad de Guatemala. Son cantidades que ocasionan taponamientos en los tragantes, congestionamientos vehiculares y deterioro en

tuberías, limpiar tragante por tragante no evitará que se den estos problemas. Este problema se podrá evitar con la inclusión de métodos ingenieriles ya que se debe tomar en cuenta un diseño que soporte la cantidad de basura por tragante, la planificación adecuada para que se dé una gestión de residuos diaria en los tragantes, y el costo por unidad.

1.5. Gestión de los desechos sólidos

Estos son métodos para resolver la problemática que existe con la basura, existe: gestión de desechos urbanos, gestión de desechos comerciales, gestión de desechos industriales, en este trabajo de graduación se implementa la gestión de desechos en tragantes.

1.5.1. Gestión de desechos en tragantes de alcantarillas

Se realizará como la gestión de desechos urbanos, en cada tragante de la República de Guatemala.

- Recogida no selectiva

En los tragantes se depositan todo tipo de desechos y en el momento de retirarla se saca la rejilla con todo este tipo de desechos. Ya disponible para depositarla en los camiones. Los señores recolectores pasarán diariamente limpiando estas rejillas para evitar que se llenen y para que se dé una mayor durabilidad de esta estructura.

En esta rejilla quedará retenida basura, como plástico, cartón, vidrio, etc. Lo que pasará será la tierra, y cosas extremadamente pequeñas que no alterarán el caudal con el que trabajan las tuberías aunque es necesario barrer

las arterias periódicamente ya que la acumulación de tierra, con el tiempo puede ocasionar inundaciones en las calles y avenidas de la República de Guatemala.

- Transporte y tratamiento

El transporte y tratamiento será igual que el de los desechos urbanos debido a que son lo mismo, la única diferencia será en la recolección de estos ya que estos estarán en cada tragante.

Cuando no se utilicen artículos como botellas de vidrio y todo producto, plástico, es importante depositarlos en los lugares adecuados ya que son productos que tardan mucho en degradarse, y por lo tanto cuando estos son arrastrados por lluvia hacia los tragantes, puede provocar inundaciones en las calles que a su vez también puede provocar enfermedades.

Es necesario dar en las escuelas charlas sobre métodos de como poder reciclar la basura, haciéndoles conciencia de cómo es que afecta el hecho de no depositar la basura en los lugares específicos y hacerles notar que pueden provocarse todo tipo de enfermedades tanto en los adultos como en niños.

No es recomendable arrojar los químicos en los drenajes, ya que la acumulación de estos puede provocar explosiones y enfermedades que afecten los pulmones al ser exhalado el aire cerca de los alcantarillados.

No derramar aceites o líquidos refrigerantes en drenajes ya que la acumulación de estos con la mezcla de tierra también puede ocasionar que los drenajes se tapen y provocar una mala circulación de las corrientes de aguas pluviales o aguas negras hacia los drenajes.

Concluyendo, la basura ha sido un problema que afecta a la humanidad desde sus inicios, debido a que las personas botan la basura en el suelo. Transportada por, escorrentía, viento y botadero, la basura llega a los tragantes y afecta a la estructura de las redes de drenaje, por lo que se plantea una gestión de desechos en tragantes, para que por medio de métodos ingenieriles y normas de calidad se pueda disminuir la problemática.

2. PROBLEMA ACTUAL DE LOS ALCANTARILLADOS

2.1. Deterioro de tuberías por excesiva cantidad de desechos sólidos

El deterioro de las tuberías es debido al envejecimiento prematuro de los materiales, ya sea por la acción del medio exterior (el terreno) o del líquido transportado, según el material que la compone.

Las tuberías se deterioran más rápido debido a que están diseñadas para llevar un flujo de agua, y en la actualidad llevan agua más una cantidad muy grande de materiales tanto orgánico como inorgánico, lo que hace que las tuberías se deterioren o se fracturen.

Los tipos de tubería más utilizados en Guatemala para la realización de drenajes y pluviales son el PVC y el concreto.

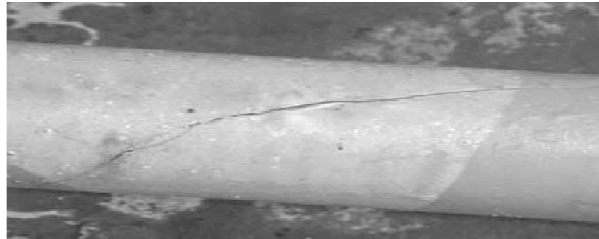
2.1.1. Deterioro de tubería de PVC

El deterioro de la tubería de PVC es casi siempre por que está llegando a su período de vida útil por el cual fue diseñado. De acorde a sus propiedades físicas y mecánicas se puede determinar que es el material para tubería con mayor durabilidad, más económica y ante todo resistente a la corrosión.

Claro está que si el diseño no es correcto este se deteriorará y no cumplirá con su función designada, entre algunas de las causas que deterioran y fracturan esta tubería están:

- Cuando se da un esfuerzo persistente que fragiliza la zona de contacto con el material de la tubería, se da una falla por punzonamiento.
- El envejecimiento del PVC es la principal causa de deterioro, el promedio de durabilidad de este material es de 5 a 50 años pero si carece de mantenimiento o si éste fue mal diseñado su durabilidad será menor.

Figura 1. **Rotura por exceso de presión en tubería de PVC**



Fuente: FLORES, Víctor. Patología y errores de diseño más frecuentes en conducciones de agua. http://www.fccco.es/docs/2008/06/25/15390001_4_3_0.pdf. Consulta: 25 de abril de 2012.

La rotura se produce por tracción excesiva del material, más allá de la admisible.

2.1.2. Deterioro en tubería de concreto

El deterioro de las tuberías de concreto por la acción del ácido sulfúrico es un problema típico de climas cálidos como el de Guatemala. Esto se atribuye a la gran cantidad de contaminantes vertidos a estos sistemas de alcantarillados.

La corrosión destruye al tubo hasta el punto de quebrado y disminuye la vida útil de un período de diseño de 25 años hasta entre 5 y 10 años. Esto

provoca derramamiento de aguas negras y da como resultado: desagradables olores, daños a caminos, calles y pavimentos. Por otra parte la reparación, mantenimiento y en algunos casos reemplazamiento de la tubería son sumamente costosos. Debido al rápido crecimiento de las ciudades, se plantea la necesidad de encontrar soluciones factibles a este problema.

El proceso de corrosión en tuberías de concreto utilizadas en los sistemas de alcantarillado se puede analizar en cuatro pasos:

- Presencia de sulfatos en el flujo.
- Reducción biológica de sulfatos a sulfuros de hidrógeno (H_2S).
- Transporte de sulfuro de hidrógeno (H_2S) a la atmosfera.
- Oxidación biológica de sulfuro de hidrógeno (H_2S) a ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ataque de este último al concreto.

Los sulfatos están presentes en el excremento humano y de animales, y en la mayoría de las aguas vertidas a los drenajes, incluyendo el agua de lluvia entre las más importantes. Los detergentes y desechos industriales contribuyen también en gran medida a aumentar las concentraciones de sulfatos en los drenajes.

Bajo condiciones anaeróbicas, los sulfatos son reducidos a sulfuros por comunidades de bacteria que se encuentran en las paredes y partes sumergidas del tubo.

Los sulfuros producidos pasan al flujo donde muchos de ellos reaccionan y son llevados corriente abajo sin representar ningún problema. Solo el sulfuro de hidrogeno (H_2S) es capaz de escapar del flujo y transportar a la atmósfera del tubo.

En las paredes no sumergidas del tubo se establece otra comunidad de bacterias (del tipo Thibacillusthiooxidans) que son capaces de oxidar el sulfuro de hidrógeno (H_2S) a ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Éste último atacará el concreto especialmente al hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$) provocando su deterioro gradual hasta su punto de ruptura. Los puntos justo arriba del nivel del flujo y la corona son los lugares con mayor deterioro. Esto se debe a que las condiciones ambientales y la disponibilidad de nutrientes en esas áreas son adecuadas para el establecimiento de las bacterias productoras de ácido sulfúrico.

Existen una gran variedad de medidas de control de corrosión, que van desde métodos químicos a métodos mecánicos como inyección de aire y oxígeno comprimido, todos ellos están encaminados a detener el proceso en cualquiera de los cuatro pasos mencionados anteriormente. Muchas de estas medidas de control han sido implementadas con buen resultado en Estados Unidos, pero su alto costo limita su uso en comunidades con pocos recursos económicos. Otro método alternativo es la modificación de la alcalinidad del concreto. Este método no detiene la corrosión, sino que retarda la deterioración del tubo. Un tubo de concreto con alcalinidad 0,4. Por ejemplo, puede duplicar su vida útil con respecto a uno de 0,2.

De los métodos existentes, el de mejoramiento de la alcalinidad resulta el más accesible para comunidades de recursos limitados. Los materiales usados en la fabricación de concretos más alcalinos están totalmente disponibles en la región y son de bajo costo. Aunado a esto, es recomendable también la implementación de ciertos factores en el diseño para las tuberías proyectadas con el fin de evitar el fenómeno de corrosión.

Figura 2. **Corrosión de la clave de tubería de concreto por presencia de sulfuro de hidrógeno**



Fuente: FLORES, Víctor. Patología y errores de diseño más frecuentes en conducciones de agua. http://www.fccco.es/docs/2008/06/25/15390001_4_3_0.pdf. Consulta: 25 de abril de 2012.

El caso de la figura anterior es debido a la presencia de sulfuro de hidrógeno (S_2H) en las conducciones de saneamiento que una vez oxidado a ácido sulfúrico (H_2SO_4) ataca la clave de las tuberías de material cementoso, actualmente sólo a las tuberías de hormigón al quedar proscrito el fibrocemento. En todas las tuberías se producen problemas por sedimentación interior de los arrastres del agua.

Figura 3. **Incrustaciones en tubería de fundición**



Fuente: FLORES, Víctor. Patología y errores de diseño más frecuentes en conducciones de agua. http://www.fccco.es/docs/2008/06/25/15390001_4_3_0.pdf. Consulta: 25 de abril de 2012.

En este caso la figura es de una tubería de fundición con sedimentación e incrustación, prácticamente fuera de servicio.

2.2. Inundaciones en la ciudad de Guatemala

Las inundaciones se vienen dando desde siempre ya que los tragantes no resisten tanta basura que se les deposita diariamente. En temporada de invierno es cuando se dan esta clase de problemas por lo que se tienen que tomar medidas para tratar de erradicar los mismos.

2.2.1. Inundaciones en las calles y avenidas de Guatemala

Las principales afectadas por estas inundaciones son las calles y avenidas ya que por las inundaciones, el agua sale para las mismas ocasionando daños como accidentes, tráfico vehicular, enfermedades etc.

Las lluvias sobre el territorio nacional ocasionan inundaciones, árboles caídos y personas heridas por distintos hechos.

Figura 4. Las lluvias ocasionan derrumbes, inundaciones y hundimientos en varios sectores de la capital



Fuente: <http://noticias.com.gt/nacionales/20100616-fuertes-lluvias-causan-inundaciones-en-la-capital.html>. Consulta: 25 de abril de 2012.

2.2.2. Problemas a nivel contaminación medio ambiente

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan cada invierno a Guatemala ya que las personas botan la basura en las calles y cuando llueve ésta se va a los alcantarillados. Como éstos no están diseñados para cierto caudal hace que los tragantes se tapen y la basura corra por todas las calles y avenidas ocasionando enfermedades. Estas enfermedades son a causa de que el medio ambiente se contamina, ocasionando bacterias que provocan enfermedades estomacales y respiratorias.

2.3. Problema de tráfico que ocasiona las inundaciones en Guatemala

Los típicos problemas que ocasionan las inundaciones en Guatemala en temporada de invierno son, congestionamiento vehicular y accidentes vehiculares.

2.3.1. Congestionamiento vehicular en las principales calles y avenidas

La congestión vehicular o embotellamiento, se refiere tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje. Este fenómeno se produce comúnmente en la hora punta u horas pico que son las 7:00 a.m. de la mañana y las 5:00 p.m. de la tarde, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

El congestionamiento vehicular es una de las causas que más afectan en la república de Guatemala en temporada de invierno. El problema que se da, en los drenajes crea una especie de taponamiento por el exceso de basura que se deposita a lo largo del año, que hace imposible que el flujo del agua pluvial pueda transitar por toda la red, haciendo que el agua se regrese a las calles y avenidas.

En Guatemala la no jerarquización debido al exceso de automóviles y al mal plan de ordenamiento vial que existe, genera tráfico y con este tipo de problemas genera más congestionamiento vehicular ocasionando, que las personas llegan tarde a sus deberes, daño a la infraestructura de las carreteras

y sobre todo a crear accidentes vehiculares que en su mayor escala causa la muerte de los ciudadanos guatemaltecos.

Figura 5. **El tránsito vehicular por las calles de la ciudad**



Fuente: http://prensalibre.com/noticias/Lluvias-inundaciones_5_544195579.html.
Consulta: 25 de abril de 2012.

Figura 6. **Varios vehículos quedaron parados por las agudas inundaciones en la capital**



Fuente: http://prensalibre.com/noticias/Lluvias-inundaciones_5_544195579.html.
Consulta: 25 de abril de 2012.

2.3.2. Accidentes vehiculares ocasionados en los últimos años

Los accidentes vehiculares han sido uno de los eventos más catastróficos que afecta a la república de Guatemala, ya que se registra 10 a 15 accidentes diarios en temporada normal y en temporada de invierno se registra de 25 a 35 accidentes diarios.

Como no se puede erradicar la lluvia en el pavimento en temporada de invierno, se propone un tipo de estructura que haga que cuando llueva, el agua siga su curso en la alcantarilla y no se detenga en las carreteras así se va a evitar muchos accidentes que ocasionan pérdidas de vida humana.

Figura 7. **Accidente en kilómetro 52,6 carretera a Palín Escuintla**



Fuente: http://www.prensalibre.com/escuintla/accidentes-dejan-fallecidos-ruta-Pacifico_0_674932739.html. Consulta: 25 de abril de 2012.

Figura 8. **Autobús embiste vehículo en Escuintla**



Fuente: <http://noticiasdebomberosgua.blogspot.com/2010/09/autobus-embiste-vehiculo-en-escuintla.html>. Consulta: 25 de abril de 2012.

Figura 9. **Automovilistas se vieron afectados cuando los drenajes de la ciudad no pudieron desfogar el agua de los aguaceros. Muchos autos quedaron bajo el agua**



Fuente: http://prensalibre.com/noticias/Lluvias-inundaciones_5_544195579.html.
Consulta: 25 de abril de 2012.

Concluyendo, la basura que llega a los tragantes ocasiona deterioro en las tuberías de drenaje, inundaciones, congestionamiento vehicular, accidentes vehiculares, esto se debe al taponamiento de los tragantes por exceso de basura, por lo que se debe instalar rejillas en cada boca de tragante para evitar

que la basura llegue a las alcantarillas y mediante un buen manejo de limpieza se podrá mantener los tragantes limpios.

3. PARÁMETROS DE DISEÑO DE REJILLA

En los capítulos anteriores se ha descrito la historia de la basura, como ha evolucionado, la mala costumbre de los ciudadanos de botar la misma en la calle, los problemas que ocasionan los tragantes taponados y se ha mencionado acerca de la instalación de rejillas internas en cada tragante para la retención de sólidos. Pero para diseñar, instalar y conocer el costo de esta rejilla, hay que conocer las dimensiones de los tragantes típicos, como se va instalar, y los precios unitarios de los materiales y mano de obra a utilizar.

3.1. Dimensiones de elementos de los tragantes típicos

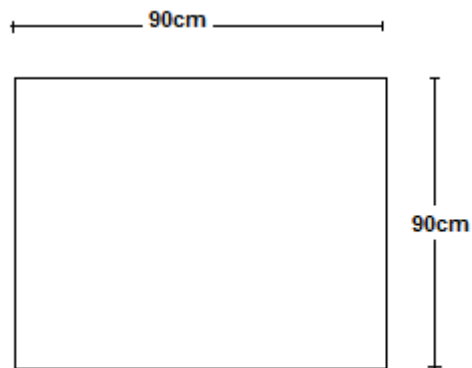
Los tragantes son aberturas colocadas en las aceras, para absorber las aguas de tormenta y conducir las al colector principal de aguas pluviales. Se diseñan para asumir todo el caudal de escorrentía que pase por su punto de ubicación, y evitar la entrada de sólidos que puedan obstruir los conductos. De acuerdo a los siguientes criterios:

- En la parte baja, al final de cada cuadra, a 5,00 metros de la esquina.
- En puntos donde se tenga un tirante de agua superior a 0,10 metros.
- Se recomienda que el tirante de escorrentía no sea mayor a 0,03 metros en promedio, o 0,1 metros. en la boca.
- Los mismos miden 0,90 metros de ancho X 0,90 metros de largo X 1,61 metros de altura.
- Los tragantes esta formados por loza de concreto, viga metálica, malla de hierro galvanizado y dos ménsulas.

El último criterio se desglosa de la siguiente manera:

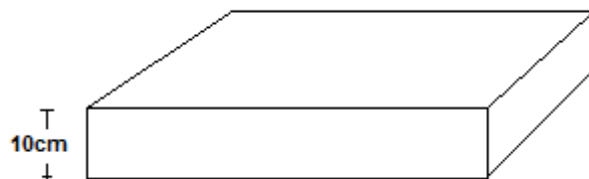
- La función de la loza de concreto es de tapadera del tragante.

Figura 10. **Planta de loza de concreto**



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Espesor de loza de concreto**

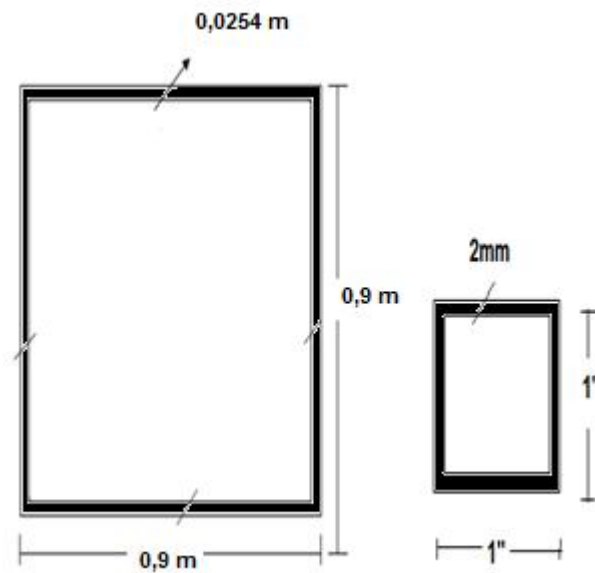


Fuente: elaboración propia.

- La función de la viga metálica es de sostener la malla de hierro galvanizado. Tiene una chapa de 2 milímetros y un espesor de 1 pulgada.

Las vigas metálicas estarán ubicadas en la boca del tragante para que los señores recolectores puedan darle mantenimiento manualmente.

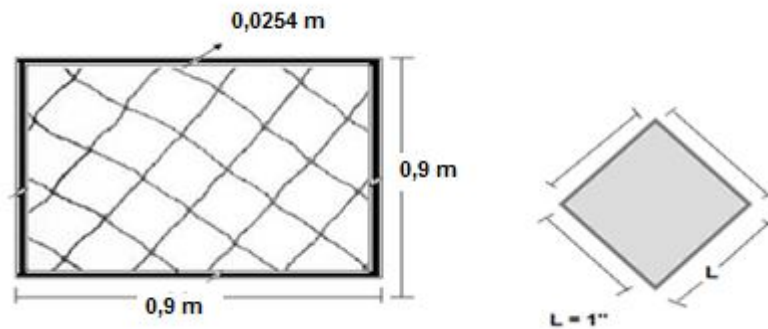
Figura 12. **Sección de viga metálica**



Fuente: elaboración propia.

- La función de la malla es de retener sólidos, tiene un espesor de 2 milímetros y cada rombo tiene un área de 1 pulgada cuadrada.

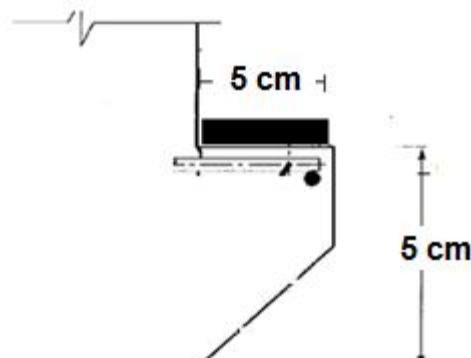
Figura 13. **Sección de rombo de malla**



Fuente: elaboración propia.

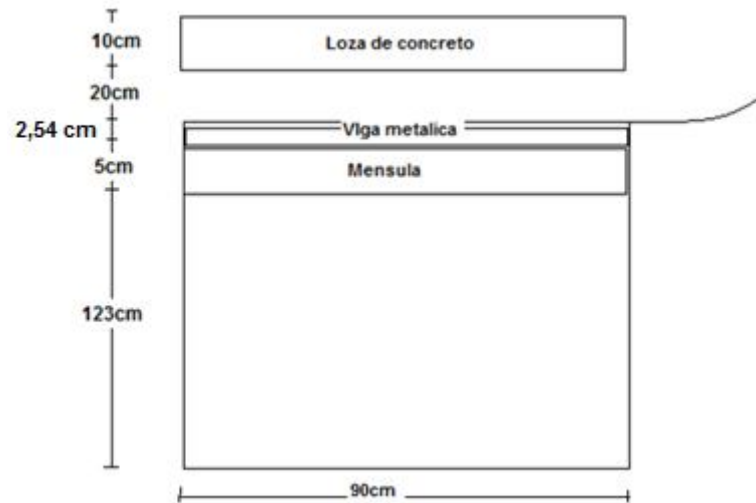
- La función de la ménsula es de soportar el peso de la viga y la malla. Tiene un espesor de 5 centímetros y un ancho de 5 centímetros. La ménsula estará ubicada a 2,54 centímetros de la boca del tragante.

Figura 14. **Sección de ménsula**



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Perfil de tragante con sistema de rejilla**

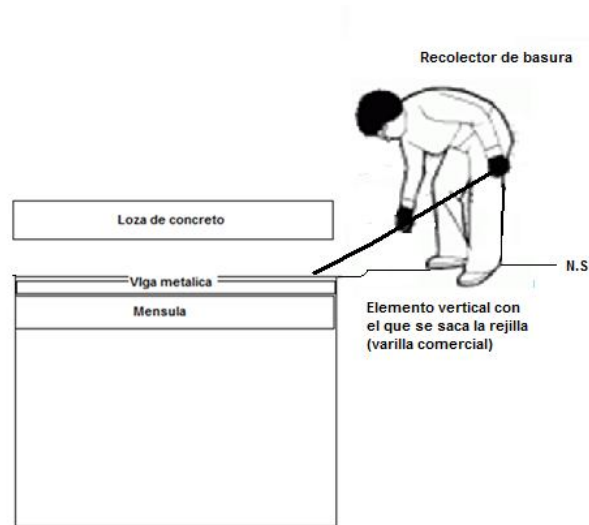


Fuente: elaboración propia.

3.2. **Instalación para mantenimiento de rejilla**

La instalación será manualmente, la podrán realizar las personas trabajadoras de las municipalidades (recolectores de basura), como se describe en el siguiente esquema.

Figura 16. **Instalación manual**



Fuente: elaboración propia.

3.3. **Precios unitarios**

Los precios unitarios son el costo de cada material de construcción, para conocer el costo y precio real de la instalación de rejilla se tiene que cuantificar material y multiplicarlo por su precio unitario. Los precios unitarios se dividen en material y mano de obra.

Los precios de los materiales de construcción y mano de obra estarán referenciados con los precios de la cámara de construcción.

Figura 17. **Precios unitarios de materiales para rejilla**

Material	Unidad	Precio (Q)
Viga metálica de acero	ml	85,5
Malla de hierro galvanizado	m ²	22
Concreto premezclado	m ³	39
Varilla de acero de 3/8"	ml	29,5
Madera 3 x 3	Pie tablar	5
Clavos 1"	lb	5
Alambre de amarre	lb	6,2
Pintura anticorrosive	Galón	210,9

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Precios unitarios de mano de obra**

Mano de obra	Unidad	Precio (Q)
Formaleta de ménsula	pie tablar	5
Armado de ménsula	ml	5
Fundición de ménsula	m ³	20
Corte de viga	ml	5
Soldadura de vigas	unidad	15
Soldadura de malla galvanizada	m ²	5

Fuente: elaboración propia.

Concluyendo, la rejilla ira al borde de la boca del tragante, la ménsula estará ubicada a 2,54 centímetros de la boca del tragante, la limpieza será manual, y para conocer el costo de la rejilla tenemos que conocer los precios unitarios tanto de material como de mano de obra.

4. PROYECTO A NIVEL DE PERFIL

En la etapa de preinversión existen varios niveles de formulación del proyecto: idea o perfil, estudio de prefactibilidad y de factibilidad. Esta propuesta se elabora a nivel de perfil, es decir que es un documento mediante el cual se define la idea del proyecto, identificando el problema, las posibles soluciones y sus alternativas técnicas y financieras.

4.1. Objetivo del proyecto

Realizar un elemento resistente a base de estructura metálica, concreto y una malla de hierro galvanizado que sea capaz de retraer todos los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos, para reducir el paso de basura a las tuberías de drenajes y así evitar su deterioro o su fractura.

Esto ayudará a evitar las inundaciones que se han ocasionado por tragantes tapados.

4.2. Justificación del proyecto

El problema principal que existe en los alcantarillados es la basura que se acumula desde hace años en las redes de drenajes y tragantes. Por lo que se cree necesario instalar esta rejilla que evitará el paso de la basura, así se reducirán las inundaciones y el período de diseño de las tuberías quedará como cuando fueron diseñadas.

4.3. Descripción del proyecto

El proyecto de instalación de rejillas en los tragantes comprende tres etapas de construcción. Se irá realizando por etapas para comprobar que están dando resultado y para que la inversión no sea tan grande.

La primera etapa del proyecto sería la instalación de estas rejillas en las principales calles y avenidas, como por ejemplo, Anillo Periférico, San Juan, Avenida Reforma, Avenida de Las Américas etc.

La segunda etapa sería la instalación de estas rejillas en los demás cascos urbanos de la ciudad de Guatemala, como por ejemplo colonias, barrios, municipios y aldeas, de ser posibles cambiar los 40 000 tragantes existentes en la ciudad de Guatemala por 40 000 rejillas.

Y la tercera etapa sería en el interior de la república, ya que ahí por ser menos personas se da a menor escala este problema.

4.3.1. Recursos

Los recursos son con lo que se cuenta para realizar un proyecto. Entre estos se tiene, los financieros, los humanos y los físicos y materiales.

4.3.1.1. Financieros

Los recursos financieros son el conjunto de activos financieros que tienen un grado de liquidez. Es decir, que los recursos financieros pueden estar compuestos por:

- Dinero de municipalidades
- Préstamos a terceros
- Depósitos en entidades financieras
- Tenencias de bonos y acciones
- Tenencias de divisas

En la primera etapa del proyecto, se trabajará con dinero efectivo de la municipalidad de Guatemala, como se realizan todos los proyectos de infraestructura.

En la segunda etapa del proyecto descrita anteriormente, se trabajará con las municipalidades aledañas a cada sector y con cierta colaboración de los vecinos para que salga más factible el proyecto.

Y en la tercera etapa del proyecto descrita anteriormente, se trabajará con las municipalidades de los departamentos, sufragando parte del costo los propios vecinos con su aporte de mano de obra no remunerada.

4.3.1.2. Humanos

Los recursos humanos de este proyecto lo componen, las personas que lo han diseñado y quienes darán mantenimiento durante su vida útil.

Unidad ejecutora

Entidad, dependencia, o unidad encargada del trámite y la administración de la ejecución y en su caso su supervisión.

Ingeniero diseñador

Organismo o persona que va a realizar un diseño óptimo de la rejilla para que resista toda clase de desecho que se deposite en los tragantes.

Ingeniero supervisor

Organismo o persona que se encargará de verificar en campo, que todo el proyecto se vaya dando conforme fue diseñado y a través de bitácoras, definir los pagos correspondientes, de conformidad al avance físico y financiero.

Contratista

Persona individual o jurídica con quien se suscribe un contrato.

Monto o valor total de la negociación

Es la contratación de obras, bienes suministros y servicios sin incluir IVA.

Plazo contractual

Período en días calendario, meses o años de que dispone el contratista, para el cumplimiento del objeto del contrato.

Vigencia de contrato

Período comprendido de la fecha de la aprobación del contrato a la fecha de la aprobación de la liquidación del mismo.

Maestro de obra

Persona técnica que estará en obra trabajando bajo la orden del ingeniero supervisor, ayudando a los albañiles a que todo salga según dice el profesional.

Albañiles

Personal técnico que construirá la obra civil bajo el mando del maestro de obras y del ingeniero civil.

Herrero

Personal técnico que se encargará de armar la estructura metálica y la malla que va encima de la estructura metálica.

Los señores recolectores de basura

Personal que le darán mantenimiento a estas estructuras, la forma de limpieza será manual y de forma diaria, para reducir el número de basura que entre a los alcantarillados.

4.3.1.3. Físicos y materiales por unidad

Los recursos físicos, serán todas las herramientas y maquinaria con la que contará el proyecto en su realización estas herramientas serán.

- Carreta
- Azadón
- Rastrillo

- Cuchara
- Armadura
- Cubeta
- Pala
- Cernidor
- Martillo
- Soldadora
- Generador – (planta eléctrica)

Los recursos de materiales serán todos los materiales con los que contará la obra civil.

- Concreto premezclado
- Agua
- Madera
- Clavos
- Hierros de 3/8 de pulgada
- Estructura metálica de perfil cuadrado hueco, de 1 pulgada y chapa de 2 milímetros
- Malla de hierro galvanizado de 1 pulgada y calibre de 2 milímetros

Estos siete recursos mencionados anteriormente serán los necesarios para poder realizar la obra civil de instalación de rejillas en los tragantes.

4.4. Diseño e instalación de la rejilla

Para realizar un proyecto se tiene que conocer como es el diseño de la estructura a construir y como se va instalar, para así poder conocer el costo y precio de la misma.

4.4.1. ¿De qué materiales se construirá el sistema de rejilla?

Los materiales a usar tienen que ser resistentes, económicos y de fácil instalación, se utilizará, acero, hierro galvanizado, concreto y pintura anticorrosiva.

4.4.1.1. Acero

Entre las propiedades mecánicas principales que debe tener el acero en esta estructura metálica son:

Esfuerzo mínimo de fluencia, F_y 36000lb/plg² (A36) (AISC, 1989).

Resistencia especificada mínima a la tensión, 58–80klb/plg²(AISC, 1989).

Peso específico, 7850 kg/cm³. (AISC, 2006).

Maleabilidad, propiedad para permitir modificar su forma a temperatura ambiente en laminas, mediante la acción de martillado y estirado. (AISC, 1989).

Ductilidad, es la capacidad de poderse alargar longitudinalmente. (AISC, 2006).

Tenacidad, resistencia a la ruptura al estar sometido a tensión. (AISC, 1989).

Facilidad de corte, capacidad de poder separarse en trozos regulares con herramientas cortantes. (AISC, 1989).

Soldabilidad, propiedad de poder unirse hasta formar un cuerpo único. (AISC, 2006).

4.4.1.2. Hierro galvanizado

Entre las propiedades principales que debe tener el aluminio en esta estructura metálica son:

Esfuerzo mínimo de fluencia, F_y 36000lb/plg² (A36) (AISC, 1989).

Resistencia especificada mínima a la tensión, 58–80klb/plg² (AISC, 1989).

Peso específico, 7850 kg/cm³. (AISC, 1989).

Notable ligereza, es el metal más ligero. Esa cualidad es determinante para su empleo como material estructural y de recubrimiento. (AISC, 1989).

Ductilidad, es una característica notable en el aluminio; es un material muy maleable y de gran ductilidad, mucho más fácil de conformar que el acero. (AISC, 1989).

Dureza, el aluminio es un metal blando, se corta y se raya con suma facilidad. (AISC, 1989).

4.4.1.3. Concreto

El concreto armado está constituido de concreto y de varillas de hierro. El concreto se va usar para fundir el soporte de la rejilla que va ir instalada en cada tragante. El soporte es una ménsula, debido a que su volumen es pequeño, es más económico utilizar concreto premezclado. Entre los factores a favor que tiene el concreto premezclado se tiene que:

- No se requiere espacio de almacenamiento para los agregados y el cemento en la obra.
- Eliminación de desperdicios o fugas de materiales.
- Menor control administrativo por el volumen y dispersión de compras de agregados y cemento.
- Mayor limpieza en la obra, evitando multas por invadir frecuentemente la vía pública con los materiales.

Entre las propiedades principales que debe tener el concreto para resistir esta estructura será.

Resistencia a la compresión, 3000 psi. (ACI, 2008).

Peso específico, 2 400 kg/cm³. (ACI, 2008).

Trabajabilidad, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad. (ACI, 2008).

Durabilidad, el concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio. (ACI, 2008).

Impermeabilidad, es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. (ACI, 2008).

Resistencia, se determina por la resistencia final de una probeta en compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un período largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad. Tendrá una resistencia de 3000 psi. (ACI, 2008).

Revenimiento, 10 centímetros. (ACI, 2008)

4.4.1.4. Pintura anticorrosiva

La pintura anticorrosiva es una base o primera capa de imprimación de pintura que se ha de dar a una superficie, que se aplica directamente a los cuerpos de metal.

Éste tiene el propósito principal de inhibir la oxidación del material, y secundariamente el de proporcionar una superficie que ofrezca las condiciones propicias para ser pintada con otros acabados, esmaltes y lustres coloridos.

La función primordial por la que se va utilizar la pintura anticorrosiva es para mejorar la durabilidad de la estructura metálica y de la malla y así reducir costos.

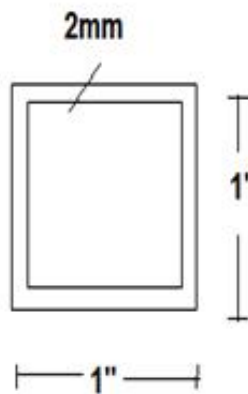
4.4.2. Diseño de la rejilla

Se realizará un diseño de viga metálica para el marco que sostendrá a las malla, se realizará un diseño de malla para ver si no impide el paso del agua, y se realizará un diseño de ménsula que servirá de soporte para la rejilla.

4.4.2.1. Estructura metálica

La estructura de acero va ser de perfil cuadrado hueco, tendrá un espesor de 1 pulgada, será de chapa de 2 milímetros, y de material de acero.

Figura 19. Dimensión de estructura metálica



Fuente: elaboración propia.

La estructura metálica estará soportando la malla que será la encargada de retener los desechos sólidos que van directo al alcantarillado.

Para diseñar esta estructura metálica se uso el principio de una viga metálica que se describe de la siguiente manera:

- Integración de cargas

Se integran cargas tanto muertas (peso propio de la viga) como vivas (peso de agua y plástico). Se realiza multiplicando las dimensiones de base, altura y largo en metros por el peso específico del material en kilogramo metro cubico.(AGIES 2010).

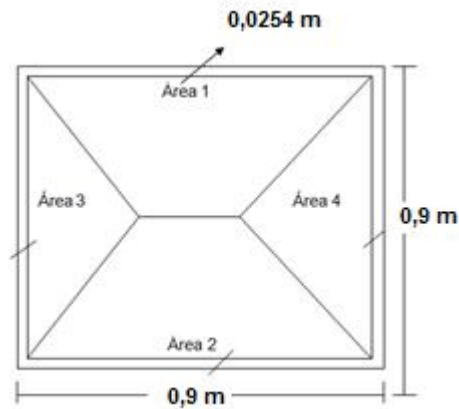
- Áreas tributarias

Se encuentran las áreas tributarias (A_t), mediante el método de trapecio, con la siguiente fórmula:

$$\text{(Ecuación 1), } A_t(\text{trapecio}) = \frac{b+B}{2} * H$$

$$\text{(Ecuación 2), } A_t(\text{triangulo}) = \frac{b*h}{2}$$

Figura 20. **Áreas tributarias (viga metálica)**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

A_t (trapecio) = Área tributaria de trapecio

B = Es la base mayor del trapecio

b = Es la base menor del trapecio

H = Es la altura del trapecio

A_t (triangulo) = Área tributaria del triángulo

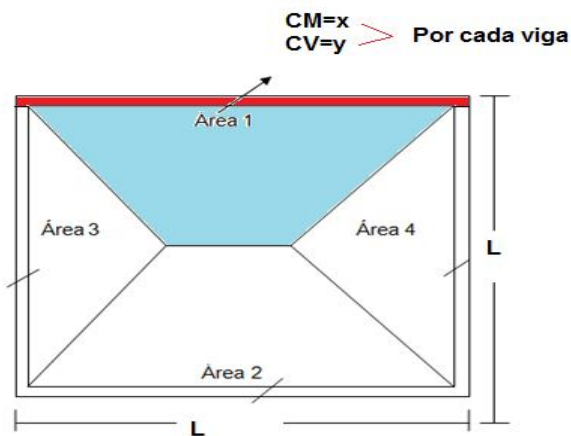
b = Base del triángulo

H = Altura del triángulo

- Cargas distribuidas

Se encuentra la carga distribuida en cada viga, tanto en carga viva como en carga muerta, esta se encuentra multiplicando el área de trapecio o de triángulo por la carga integrada muerta y viva, luego se divide entre la longitud de la viga a analizar.

Figura 21. **Carga distribuida**



Fuente: elaboración propia.

Para carga viva (CV distribuida)

$$\text{(Ecuación 3), } CV_{\text{distribuida}} = \left(\left(\frac{b+B}{2} * H \right) (CV) \right) / (\text{Longitud})$$

Para carga muerta (CM distribuida)

$$\text{(Ecuación 4), } CM_{\text{distribuida}} = \left(\left(\frac{b+B}{2} * H \right) (CM) \right) / (\text{Longitud})$$

Donde:

CV distribuida = carga viva distribuida

CM distribuida = carga muerta distribuida

CV = Carga viva

CM = Carga muerta

L= Longitud de la viga

- Mayorar cargas

Se mayora cargas con la siguiente fórmula:

$$\text{(Ecuación 5), } W = (1,4 * CM)$$

$$\text{(Ecuación 6), } W = (1,3 * CM)(1,6 * CV)$$

$$\text{(Ecuación 7), } W = (1,3 * CM)(CV)$$

Donde:

W = Carga distribuida mayorada

1,3 y 1,6 = son los factores que mayoran

CM = Carga muerta

CV =Carga viva

- Momento último y reacción

Se encuentra momento y reacción de la viga simplemente apoyada con las siguientes fórmulas:

$$\text{(Ecuación 7), } \quad Mu = \frac{WL^2}{8}; R = \frac{(W)(L)}{2}$$

Donde:

Mu = Momento máximo o último

R = Reacción

W =Carga distribuida mayorada

L= Longitud de viga

- Módulo de sección

El módulo de sección es la propiedad geométrica que establece las dimensiones de la viga. Es por ello que se determina el módulo de sección necesario para resistir la carga aplicada sobre la viga.

Y se encuentra de la siguiente manera:

$$\text{(Ecuación 8), } \quad S = \frac{M}{0,72Fy}$$

Donde:

S = Módulo de sección

M = Momento máximo o último

Fy = Esfuerzo de fluencia

0,72 = Constante

- Chequeo esfuerzo de corte

Se chequea la viga por esfuerzo de corte para ver si lo que resiste la viga es mayor la fuerza actuante, y se hace de la siguiente manera:

Se encuentra el área de la sección transversal de la viga

$$\text{(Ecuación 9), } A_r = (b * a)$$

Donde:

A_r = Área del rectángulo

b y a = Lados del rectángulo

- Se encuentra el ϕV_n

$$\text{(Ecuación 10), } \phi V_n = 0,72 * 0,06 * f_y * A_r$$

Donde:

ϕV_n = cortante nominal

0,72 y 0,06 son factores que mayoran el cortante nominal

Fy = Esfuerzo de fluencia

Ar = Área de rectángulo

- Se verifica que $\phi V_n > R$

Donde:

ϕV_n = Cortante nominal

R = Reacción

- Chequeo por flecha

Se hace una revisión por flecha, que es para encontrar hasta donde es capaz de resistir deflexión la viga y se hace de la siguiente manera.

- Se encuentra la flecha permitida $\frac{L}{400}$ o $\frac{L}{500}$ se toma la más grande (AISC, 2006).
- Se encuentra la Y max.

$$\text{(Ecuación 11), } Y_{\max} = \frac{5WL^4}{384EI}$$

Donde:

Y max = Es lo más que puede deflectarse la viga

W = Carga distribuida mayorada

L = Longitud de viga

$E = \text{Modulo elástico} = 2,1 * 10^6 \text{kg/cm}^2$

$I = \text{Inercia} = \frac{1}{12} (b)(h^3)$

- Se verifica que el $Y_{\text{max}} < \text{flecha permitida mayor}$

Si cumple con estas dos verificaciones esta correcto el diseño de la viga metálica.

4.4.2.2. Estructura de hierro galvanizado

La estructura de malla retendrá los desechos sólidos que lleguen al tragante y se utiliza el criterio siguiente:

- Toda basura que tenga área mayor a 1 pulgada cuadrada quedará retenida en esta malla.
- Toda Basura que tenga área menor a 1 pulgada cuadrada pasará, pero no deteriorará las tuberías dado su volumen.

Se diseña de la forma siguiente:

- Proponer peso de agua en la malla

El peso del agua en la malla será un aproximado de 40% más del peso de la malla.

Este sirve para saber que calibre de alambre de malla es el que se tiene que utilizar para que la malla resista lo que está actuando sobre ella.

- Calcular el área libre del tragante

Como el tragante tiene la forma de un cuadrado será:

$$(Ecuación 12), \quad AT = l^2$$

Donde:

AT = Área de tragante

l = Lado del tragante

Este cálculo sirve para conocer el área que se tiene, para que entre basura a los alcantarillados.

- Calcular el número de rombos en la malla

Se calcula con la fórmula siguiente:

$$(Ecuación 15), \quad \text{No. de rombo} = \frac{AT}{Ar}$$

Donde:

No. Rombo = Número de rombos

AT = Área de tragante

Ar = Área de rombo

- Calcular el área libre al paso del agua

El área libre, nos denota cuando agua puede pasar con la rejilla instalada en el tragante. Se hace de la siguiente manera:

(Ecuación 16), $AI = \sum AR$

Donde:

AI = Área libre

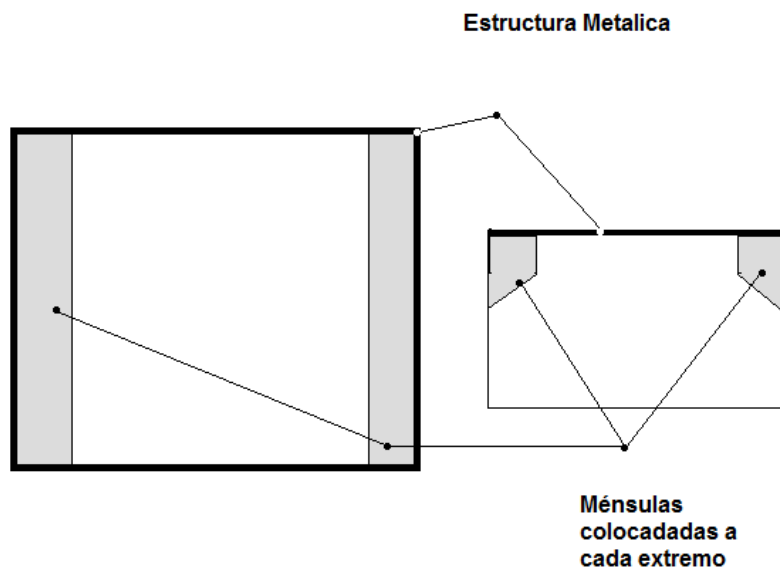
$\sum AR$ = Sumatoria de Área Rombo

4.4.2.3. Estructura de concreto armado (ménsula)

La ménsula es un voladizo que tiene como función soportar vigas prefabricadas en este caso, sostendrá vigas de acero y malla de aluminio.

Se colocarán dos ménsulas a cada lado del tragante como soporte de las rejillas.

Figura 22. **Vista en planta y vista frontal de ménsulas**



Fuente: elaboración propia.

Se diseña de la siguiente manera:

- Integración de cargas ménsula

Se integran cargas tanto muertas como vivas. Se realiza multiplicando las dimensiones de base, altura y largo en metros por el peso específico del material en kilogramo metro cubico.

- Mayorar cargas ménsula

Se mayora cargas con la siguiente fórmula:

$$\text{(Ecuación 17), } W = (1,4 * CM)$$

$$\text{(Ecuación 18), } W = (1,3 * CM)(1,6 * CV)$$

$$\text{(Ecuación 19), } W = (1,3 * CM)(CV)$$

- Dimensionar la ménsula

Dimensionar ménsula con los criterios siguientes

- La altura en el borde exterior del área de apoyo no debe ser menor de 0,5d.(ACI, 2008)
- Encontramos la resistencia nominal al cortante (V_n), con la siguiente fórmula: (ACI, 2008)

$$\text{(Ecuación 20), } V_n = \frac{V_u}{\phi}$$

Donde:

V_n = Resistencia nominal al cortante

V_u = Fuerza cortante mayorada

$\phi = 0,75$

Se encuentra la fuerza horizontal de tracción mayorada que actúa simultáneamente con la carga que transmite la viga (V_u) en la parte superior de una ménsula o cartela para ser tomada como positiva para la fuerza horizontal de tracción (N_{uc}) con la siguiente fórmula.

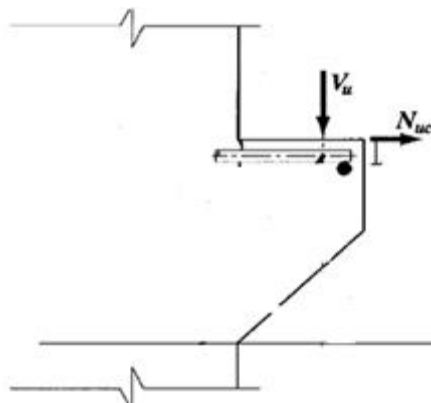
$$\text{(Ecuación 20), } N_{uc} = 0,2(V_u)$$

Donde:

N_{uc} = Fuerza horizontal de tracción

V_u = Fuerza cortante mayorada

Figura 23. **Esquema de V_u y N_{uc}**



Fuente: elaboración propia.

Se encuentra la altura útil (d), con las siguiente fórmulas.

- Sistema internacional: (Ecuación 21), $d > \frac{V_n}{56b}$
- Sistema inglés:(Ecuación 22), $d > \frac{V_n}{800b}$
- No importa el sistema: (Ecuación 23), $d > \frac{V_n}{0.2(F'c)b}$

Donde:

D = Altura útil desde el eje neutro de la platina (que va desde el extremo superior de la ménsula) hasta el extremo inferior de la ménsula

V_n = Resistencia nominal al cortante

F'c = Resistencia del concreto

b = Base de la ménsula

Se aplican las tres fórmulas y se usa la d mas grande.

Se estima el peralte o altura de platina.

$$(Ecuación 24), \quad d' = H - d$$

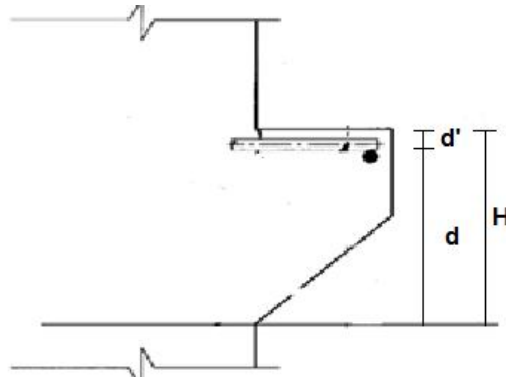
Donde:

d' = Altura entre platina y extremo superior

H = Altura total de ménsula

d = Altura desde eje neutro de platina hasta extremo inferior de ménsula

Figura 24. **Esquema de dimensionamiento**



Fuente: elaboración propia.

- Refuerzo a Flexión (A_f) de la ménsula

Se encuentra el momento último

$$\text{(Ecuación 25) } \mu M_u = (V_u)(a_v) + (N_{uc})(d')$$

Donde:

M_u = Momento último

V_u = Fuerza cortante mayorada

a_v = Luz de cortante

N_{uc} = Fuerza horizontal de tracción

d' = altura del extremo superior de la ménsula a el centro de la platina ($H - d$)

Encontramos el refuerzo a flexion con la siguiente fórmula

$$\text{(Ecuación 26) } A_f = \frac{M_u}{\phi F_y (d - \frac{a_v}{2})}$$

$$(Ecuación 27) \quad a = \frac{A_f \cdot F_y}{0,85(F'c)(b)}$$

Donde:

A_f = Refuerzo a flexión (cm^2)

M_u = Momento último

$\phi = 0,75$

F_y = Esfuerzo de fluencia

d = Altura útil

a = Profundidad máxima de fibras a compresión a gráfico de esfuerzo a compresión

$F'c$ = Resistencia de concreto

b = Base de la ménsula

Con estas dos ecuaciones tenemos que iterar hasta lograr que el A_f sea el mismo.

- Refuerzo por cortante fricción (A_{vf})

$$(Ecuación 28), \quad A_{vf} = \frac{V_u}{\phi \mu F_y}$$

Donde:

A_{vf} = Refuerzo por cortante fricción (cm^2)

V_u = Fuerza cortante mayorada

F_y = Esfuerzo de fluencia

$\phi = 0,75$

μ = Coeficiente de fricción = 0,6

Concreto colocado sobre concreto endurecido no intencionalmente rugoso
 $\mu = 0,6$.

- Refuerzo por fuerza horizontal (A_n)

$$\text{(Ecuación 29), } A_n = \frac{0,20(V_n)}{F_y}$$

Donde:

A_n = Refuerzo horizontal (cm^2)

V_n = Resistencia nominal al cortante

F_y = Esfuerzo de fluencia

- Refuerzo total (A_{sc})

Se usan dos fórmulas, se queda la de valor más grande.

$$\text{(Ecuación 30), } A_{sc} = A_f + A_n$$

$$\text{(Ecuación 31), } A_{sc} = \frac{2A_{vf}}{3} + A_n$$

Donde

A_{sc} = Refuerzo total t (cm^2)

A_f = Refuerzo a flexión

A_{vf} = Refuerzo por cortante fricción

A_n = Refuerzo horizontal

Se chequea el A_s min y A_s max, si el área de acero total queda: más grande se usa el A_s max, si queda más pequeño se usa el A_s min y si queda en medio se queda el calculado.

$$\text{(Ecuación 32), } A_{smin} = \frac{0,04(F'c)b*d}{f_y}$$

$$\text{(Ecuación 33), } A_{smax} = 0,75 * \rho * b * d$$

Donde:

A_{smin} = Área de acero mínima (cm^2)

A_{smax} = Área de acero máxima (cm^2)

$F'c$ = Resistencia del concreto

F_y = Esfuerzo de fluencia

b = Base de ménsula

d = Altura útil

$$\rho = \text{Cuantía de acero} = 0,85 \frac{f_{rc}}{f_y} = 0,85 * \frac{6090}{6090 + f_y}$$

- Refuerzo de estribos (A_h)

Se usan dos fórmulas, se queda la de valor mas grande.

$$\text{(Ecuación 34), } A_h = 0,5(A_{sc} - A_n)$$

$$\text{(Ecuación 35), } A_h = \frac{2A_{vf}}{3} - A_n$$

Donde:

Ah = Refuerzo a estribos (cm²)

Af = Refuerzo a flexión

Avf = Refuerzo por cortante fricción

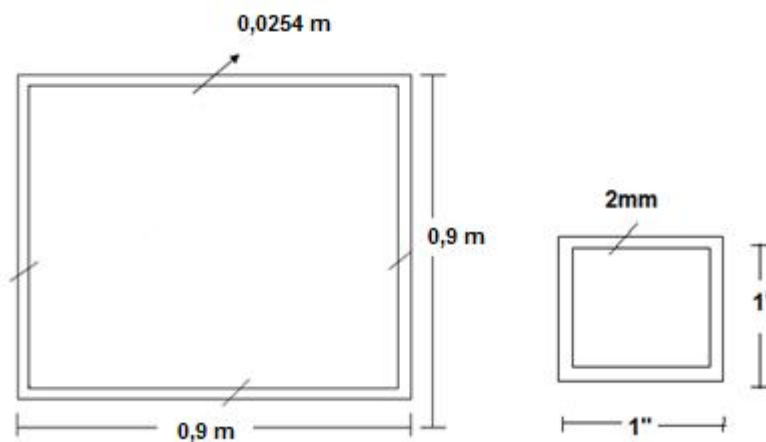
An = Refuerzo horizontal

4.4.2.4. Ejemplo resuelto de diseño de rejilla

Para conocer como se diseña una rejilla es necesario realizar un ejemplo típico, que demuestre como estará diseñada la rejilla (viga metálica, malla de hierro galvanizado y ménsula).

- Estructura metálica

Figura 25. **Planta de la rejilla y perfil de la viga metálica**



Fuente: elaboración propia.

- Integración de carga para estructura metálica

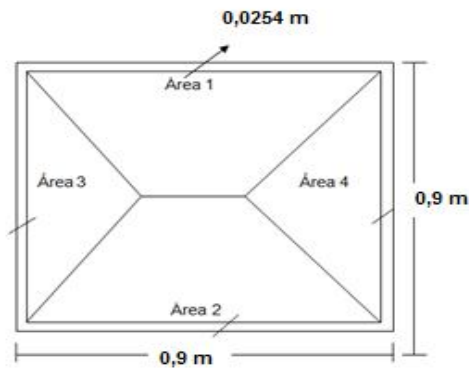
Tabla I. Integración de cargas estructura metálica

Integración de Cargas Estructura metálica					
	Base(m)	Altura(m)	Largo(m)	Peso del Material(kg/m ³)	Peso (kg)
Hierro	0,0254	0,0254	3,6	7850	19
Malla	0,9	0,02	0,9	7850	128
Carga Muerta (CM)					146
Agua	0,0254	0,0254	3,6	1000	2,3
Plástico	0,0254	0,0254	3,6	2100	5
Carga Viva (CV)					8

Fuente: elaboración propia.

- Áreas tributarias para viga metálica

Figura 26. Áreas tributarias (ejemplo)



Fuente: elaboración propia.

Fórmulas a usar:

$$At(\text{trapecio}) = \frac{b + B}{2} * H$$

$$At(\text{triangulo}) = \frac{b * h}{2}$$

Tabla II. **Área tributaria**

Área tributaria				
Trapecio	B(m)	b(m)	H(m)	Área (m ²)
1	0,9	0,1	0,45	0,25
2	0,9	0,1	0,45	0,25
Triangulo	B(m)		H(m)	Área (m ²)
3	0,9		0,4	0,18
4	0,9		0,4	0,18

Fuente: elaboración propia.

- o Carga distribuida

Fórmulas a usar:

$$CV \text{ distribuida} = \left(\left(\frac{b + B}{2} * H \right) (CV) \right) / (\text{Longitud})$$

$$CM \text{ distribuida} = \left(\left(\frac{b + B}{2} * H \right) (CM) \right) / (\text{Longitud})$$

Tabla III. **Carga distribuida**

Cargas Distribuidas					
Áreas tributarias	Cargas	A(m²)	Carga(kg)	L (m)	W(kg/m)
Área tributaria 1	Carga Muerta	0,23	146	0,9	36,5
	Carga Viva	0,23	8	0,9	2
Área tributaria 2	Carga Muerta	0,23	146	0,9	36,5
	Carga Viva	0,23	8	0,9	2
Área tributaria 3	Carga Muerta	0,18	146	0,9	29,2
	Carga Viva	0,18	8	0,9	1,6
Área tributaria 4	Carga Muerta	0,18	146	0,9	29,2
	Carga Viva	0,18	8	0,9	1,6

Fuente: elaboración propia.

- Carga mayorada, reacciones y momento último

Fórmulas a usar:

$$W = (1,4 * CM)$$

$$W = (1,3 * CM)(1,6 * CV)$$

$$W = (1,3 * CM)(CV)$$

$$R = \frac{(W)(L)}{2}$$

$$Mu = \frac{WL^2}{8}$$

Tabla IV. **Carga mayorada, reacción y momento último**

No.	Factores	CM(kg/m)	CV(kg/m)	L(m)	W(kg/m)	R(kg)	Mu(kg-m)
1	1,4*CM	36,5	2	0,9	51	23	5,2
2	1,3*CM + 1,6*CV	36,5	2	0,9	51	23	5,2
3	1,3*CM + CV	36,5	2	0,9	49,4	22,2	5,0

Fuente: elaboración propia.

Se va a utilizar los valores más grandes que se encuentran en la fila del factor de mayoración (1,3*CM +1,6*CV), estos valores son:

W = 51 kg/m, R = 23 kg/m, Mu = 5,2 kg/m.

- o Módulo de sección

Fórmula a usar:

$$S = \frac{M}{0,72 Fy}$$

Tabla V. **Módulo de sección**

Módulo de sección		
Mu(kg-cm)	fy(kg/cm ²)	S (mm ³)
250	2800	0,12

Fuente: elaboración propia

- Revisión por corte

Fórmula a usar:

$$\emptyset V_n = 0,72 * 0,06 * f_y * A$$

Tabla VI. **Revisión esfuerzo corte**

Revisión esfuerzo corte					
Base(cm)	Altura(cm)	Ø	Fy(kg/cm²)	A(cm²)	ØVn
2,54	2,54	0,72	2800	6,45	780,38
ØVn > Reacción; 780,38 > (R=23kg) Correcto					

Fuente: elaboración propia.

- Revisión por flecha

Fórmulas a usar:

$$\text{Flecha permitida} = \frac{L}{400} \text{ o } \frac{L}{500}$$

$$Y_{\max} = \frac{5WL^4}{384EI}$$

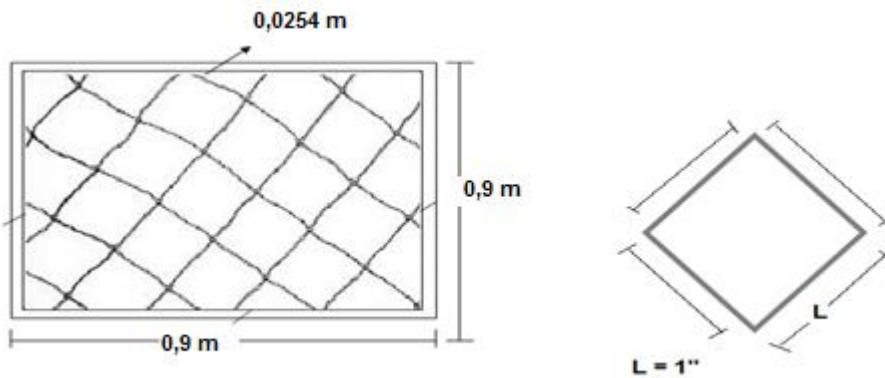
Tabla VII. Revisión por flecha

Revisión por flecha						
W(kg/m)	L(m)	E(kg/cm ²)	I(cm ⁴)	Ymax	Flecha permitida	
					L/500	L/400
51	0,9	2100000	3,46	0,059963	0,18	0,225
Ymax < Flecha permitida; 0,06 < 0,225					Correcto	

Fuente: elaboración propia.

- Estructura metálica con malla de hierro galvanizado

Figura 27. Planta rejilla y sección del rombo



Fuente: elaboración propia.

- Proponer peso del agua

Fórmula a usar:

$$W_{\text{agua}} = (b_m)(a_m)(l_m)(\text{Peso específico})(1,4)$$

Tabla VIII. **Peso del agua**

Peso del agua en (kg)				
bm(m)	am(m)	Lm(m)	Peso específico(kg/m ³)	W(agua)kg
0,9	0,002	0,9	1000	3

Fuente: elaboración propia.

- Área de Tragante

Fórmula a usar:

$$AT = l^2$$

Tabla IX. **Área tragante**

L(m)	L(m)	AT(m ²)
0,9	0,9	0,81

Fuente: elaboración propia.

- Calcular número de rombos

Usar la siguiente fórmula:

$$\text{No. de rombo} = \frac{AT}{Ar}$$

Tabla X. **Número de rombos**

Número de rombos en malla de 0,9m * 0,9m				
AT(m ²)		AR(m ²)		No. Rombo
l(m)	l(m)	Lr(m)	Lr(m)	
0,9	0,9	0,0254	0,0254	
0,81		0,00064		

Fuente: elaboración propia.

- Calcular el área libre al paso del agua

Usar la siguiente fórmula:

$$AT = \sum AR$$

Tabla XI. **Área libre del paso del agua**

Área libre del paso del Agua					
AT(m ²)		AR(cm ²)		No. Rombo	$\sum ARm^2$
l(m)	l(m)	Lr(m)	Lr(m)		
0,9	0,9	0,0254	0,0254		
0,81		0,00064			
AT(m²) = $\sum AR(m^2)$; 0,81 = 0,81 CORRECTO					

Fuente: elaboración propia.

El paso del agua no se ve afectado por la implementación de esta estructura de malla de hierro galvanizado, por lo que es factible ya que con esta pasará el agua sin ningún problema y no podrá pasar todo tipo de desecho sólido con $A > 1$ pulgada cuadrada.

- Estructura de concreto armado (ménsula)
 - Integrar cargas

Tabla XII. Integración de cargas de ménsula

Integración de cargas de ménsula					
	Base(m)	Altura(m)	Largo(m)	Peso del material(kg/m ³)	Peso (kg)
Hierro	0,0254	0,0254	3,6	7850	18
Malla	0,9	0,02	0,9	7850	127
Agua	0,0254	0,0254	3,6	1000	2
Plastico	0,0254	0,0254	3,6	2100	5
Carga viva					153
Concreto	0,1	0,15	0,9	2400	32,4
Carga muerta					32,4

Fuente: elaboración propia.

- Mayorar cargas, encontrar reacción (Vu)

Usar las siguientes fórmulas:

$$W = (1,4 * CM)$$

$$W = (1,3 * CM)(1,6 * CV)$$

$$W = (1,3 * CM)(CV)$$

Tabla XIII. **Cargas mayoradas**

CM(kg/m)	CV(kg/m)	L(m)	C.U.(kg/m)
32,4	153	0,9	45
32,4	153	0,9	287
32,4	153	0,9	195

Fuente: elaboración propia.

Se utiliza el valor más grande que se encuentra en la fila del factor de mayoración ($1,3 \cdot CM + 1,6 \cdot CV$), este valor es:

C.U.= 287 kg/m

- o Dimensionar la ménsula

Usar las siguientes formulas:

$$V_n = \frac{V_u}{\emptyset}$$

$$Nuc = 0.2(V_u)$$

Tabla XIV. **Vn y Nuc**

CU(kg)	∅	Vn(kg)	Nuc(kg)
287	0,85	338	58

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Sistema internacional: } d > \frac{V_n}{56b}$$

Sistema inglés: $d > \frac{Vn}{800b}$

No importa el sistema: $d > \frac{Vn}{0.2(F'c)b}$

Tabla XV. **Sistemas para encontrar (d)**

Sistemas	Vn(Kg)	F'c(kg/cm ²)	b(cm)	d(cm)
No importa el sistema	338	210	90	0,09
Sistema internacional	338	210	90	0,07
Sistema ingles	338	210	90	0,004

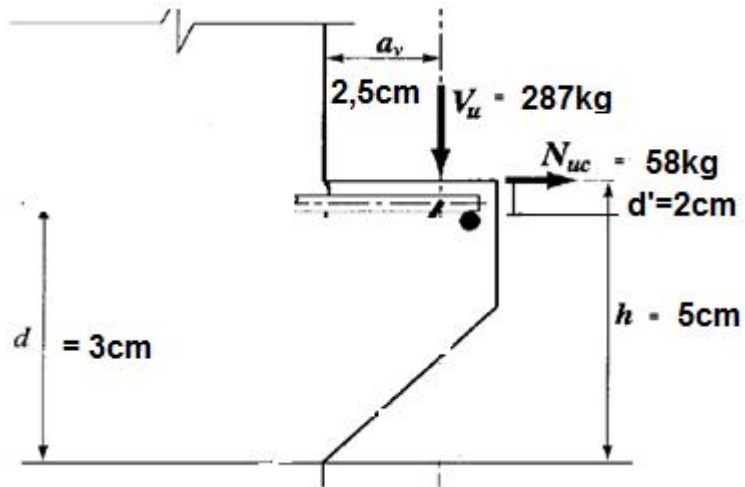
Fuente: elaboración propia.

Para que la ménsula trabaje bien, "d" tiene que ser mayor a 0,09 centímetros, se propone que d va ser de 3 centímetros.

$$d' = H - d$$

$$d' = 5 - 3 = 2\text{cm}$$

Figura 28. **Ménsula dimensionada**



Fuente: elaboración propia.

- Encontrar el refuerzo a flexión

Usar la siguiente fórmula:

$$M_u = (V_u)(a_v) + (N_{uc})(d')$$

Tabla XVI. **Momento último**

Momento ultimo				
Vu(kg)	av(cm)	Nuc(kg)	d'(cm)	Mu(kg-cm)
287	2,5	58	2	834

Fuente: elaboración propia.

$$A_f = \frac{M_u}{\phi F_y \left(d - \frac{a_v}{2} \right)}$$

$$a_v = \frac{A_f * F_y}{0,85(F'c)(b)}$$

Tabla XVII. **Refuerzo a Flexión**

As flexión(cm²)			
Datos	1 era Iteración	2da Iteración	3era Iteración
Mu(kg-cm)	834	834	834
Ø	0,75	0,75	0,75
Fy(kg/cm²)	2800	2800	2800
d(cm)	3	3	3
av(cm)	2,5	0,04	0,02
b(cm)	90	90	90
F'c(kg/cm²)	210	210	210
Af(cm²)	0,2	0,1	0,1
a(cm)	0,03	0,02	0,02

Fuente: elaboración propia.

- o Encontrar el refuerzo a corte fricción, y a fuerza horizontal

Usar las siguientes fórmulas:

$$A_{vf} = \frac{V_u}{\phi \mu F_y}$$

$$A_n = \frac{0,20(V_n)}{F_y}$$

Tabla XVIII. **Refuerzo cortante fricción y refuerzo por fuerza horizontal**

Refuerzo cortante fricción y refuerzo por fuerza horizontal				
Vn(kg)	μ	Fy(kg/cm²)	Avf(cm²)	An(cm²)
338	0,6	2800	0,1	0,02

Fuente: elaboración propia.

- Encontrar refuerzo total, y hacer chequeo de acero Max y acero Min

Usar las siguientes fórmulas:

$$Asc1 = Af + An$$

$$Asc2 = \frac{2Avf}{3} + An$$

Tabla XIX. **Refuerzo total**

Refuerzo total				
Af(cm²)	Avf(cm²)	An(cm²)	Asc(cm²) 1	Asc(cm²) 2
0.1	0.2	0,02	0,12	0,154

Fuente: elaboración propia.

Se utiliza el acero más grande el de 0,08 centímetros cuadrados, pero como el área es muy pequeña debido a que la carga es muy pequeña se utilizara el área de acero mínimo.

$$Asmin = \frac{0,04(F'c)b * d}{fy}$$

$$Asmax = 0,75 * \rho * b * d$$

Tabla XX. **As MIN, As MAX**

Revisión As MIN, As MAX						
F'c(kg/cm²)	b(cm)	d(cm)	Fy(kg/cm²)	P	As MIN(cm²)	As MAX (cm²)
210	90	3	2800	0,037	0,81	7,5

Fuente: elaboración propia.

- Encontrar refuerzo de estribos

Usar las siguientes fórmulas:

$$A_h = 0,5(A_{sc} - A_n)$$

$$A_h = \frac{2A_{vf}}{3} - A_n$$

Tabla XXI. **Refuerzo para estribos**

Refuerzo para estribos	
As MIN(cm²)=Asc	Ah(cm²)
1	0,5

Fuente: elaboración propia.

- Armar la ménsula

Debido a que el área de acero tanto longitudinal como transversal es muy pequeño, usando el AS min, se tendrá que usar lo mínimo que manda el ACI 2008 que son como acero longitudinal 2 varillas y como acero transversal 2 varillas.

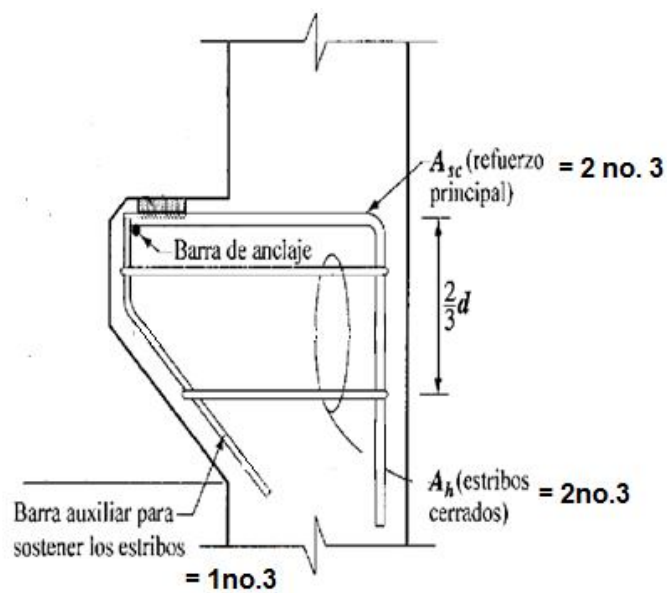
Usar:

Tabla XXII. **Número de varillas**

Número de varillas	
Longitudinalmente	Transversalmente
2 no. 3	2 no 3

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Ménsula armada**



Fuente: elaboración propia.

Concluyendo, la rejilla retendrá todo tipo de basura con un área mayor a 1 pulgada cuadrada y no obstaculizará el paso del agua.

5. INSTALACIÓN Y PRESUPUESTO DE REJILLA

Para conocer el presupuesto de la rejilla se tiene que conocer el costo de material y el costo de instalación ya que del tiempo de instalación depende la mano de obra a utilizar en cada rejilla instalada.

5.1. Instalación de la unidad

La instalación de la unidad constara de un día. Las actividades a realizar para la instalación de una rejilla son las siguientes:

- Trazo
- Formaletas
- Armado
- Mezcla
- Fundición
- Acabado

El tiempo de instalación será de unidad por día. Por lo que a continuación se describe un cronograma de actividades por día. Cuando se realice el proyecto contará con cierto número de rejillas, la forma de trabajo será bajo el mismo cronograma por día, solo que cambiará el número de albañiles para que sea factible el trabajo, el motivo de aumentar el número de albañiles es para que el proyecto se realice más rápido y lograr eficacia.

Tabla XXIII. Cronograma diario para instalación de rejilla

Id	Modo de Manifiesto de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	TRAZO	50 mins	mié 03/10/12	mié 03/10/12
2	FORMALETA	240 mins	mié 03/10/12	mié 03/10/12
3	ALMUERZO	60 mins	mié 03/10/12	mié 03/10/12
4	ARMADO	60 mins	mié 03/10/12	mié 03/10/12
5	MEZCLA	60 mins	mié 03/10/12	mié 03/10/12
6	FUNDICIÓN	30 mins	mié 03/10/12	mié 03/10/12
7	ACABADO	30 mins	mié 03/10/12	mié 03/10/12

	<p>Tarea</p> <p>División</p> <p>Hito</p> <p>Resumen</p> <p>Resumen del proyecto</p> <p>Tareas externas</p> <p>Hito externo</p> <p>Tarea inactiva</p> <p>Hito inactivo</p>
--	---

--

Proyecto: Instalación por unidad
Fecha: jue 04/10/12

Fuente: elaboración propia.

Llevando a cabo este cronograma se estaría realizando la instalación de una rejilla en un horario normal de trabajo de 8 horas.

5.2. Presupuesto de fabricación

Este no es más que el presupuesto de inversión y consiste en la estimación de los costos de ejecución y construcción de las rejillas.

Para realizar estos presupuestos, se cuantifica el material, mano de obra por unidad, se calcula factor indirecto para poder proponer un presupuesto de operación y la sumatoria de todos estos presupuestos será el costo por unidad de esta rejilla.

5.2.1. Presupuesto de fabricación (materiales)

Este no es más que el presupuesto de inversión y consiste en la estimación de los costos de ejecución y construcción de las rejillas. El presupuesto de fabricación es la cuantificación de cuanto material lleva la rejilla por unidad. Los materiales que se usan en un tragante son:

- Madera para la formaleta de las ménsulas
- Concreto premezclado para fundir las ménsulas
- Hierro de 3/8 de pulgada para refuerzo tanto transversal como longitudinal
- Alambre de amarre
- Clavos
- Estructura metálica, de perfil cuadrado hueco de 1 pulgada
- Malla de hierro galvanizado de 1 pulgada
- Pintura anticorrosiva

5.2.2. Presupuesto de instalación

El presupuesto de instalación es el que nos indica cuánto cuesta la mano de obra, en este caso la única mano de obra será los albañiles y un herrero.

5.2.3. Presupuesto de operación

Este hace referencia a los ingresos y egresos que genera el nuevo proyecto cuando este en servicio

El presupuesto de operación es el que se tiene que tener en cuenta todo el año, que son los gastos de oficina y administrativos, como salarios y prestaciones (personal, operador, mantenimiento), gastos de operación (agua, jabón). Este se divide en tres presupuestos: gasto técnico administrativo, alquileres y materiales de consumo.

- Gasto técnico administrativo

Son los gastos de personal que trabaja en la unidad ejecutora, entre estos tenemos a ingenieros, secretarias, dibujantes etc.

- Alquileres

Son los gastos que se tienen que cubrir de la oficina de la unidad ejecutora, como lo son el alquiler del lugar de oficina, la electricidad, el agua, el internet, etc.

- **Materiales de consumo**

Son los gastos que se tienen que realizar, para materiales que se usan en la oficina de la unidad ejecutora como, computadoras, impresoras, papelería, etc.

Para poder tener un presupuesto de operación se tiene que conocer el monto de lo que se gasta anualmente en una empresa y así poder ver si la empresa está generando o perdiendo.

5.2.4. Presupuesto de inversión

Es la estimación de costos de ejecución y construcción del proyecto, así como la descripción de los recursos financieros disponibles. En el deben incluirse fuentes de ingreso y grupos de gastos que se utilizaron.

Para realizar el presupuesto de inversión se tiene que conocer el monto total del proyecto, el cuadro demuestra (pág. 80) que en el presupuesto de inversión se describen los diversos aportes al proyecto, especialmente el aporte comunitario, vital para financiamiento ya sea donación o préstamo.

Tabla XXIV. Presupuesto de inversión

Presupuesto de inversión					
Materiales					
Código	Renglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Concreto premezclado	m ³	0,0063	39	0,25
2	Hierro de 3/8"	ml	8	4,9	39,2
2.1	Alambre de amarre	lb	1	6	6
3	Formaleta	pie tablar	6	5	30
3.1	clavos de 1"	lb	0,25	5	1,25
4	Estructura metálica de acero	ml	3,6	14,25	51,3
5	Malla de hierro galvanizado	m ²	1	22	22
5.1	Pintura anticorrosiva	gal	0,0019	210,9	0,40
Total					151
Mano de obra					
Código	Renglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Formaleta de ménsula	pie tablar	6	5	30
2	Armado de ménsula	ml	8	5	40
3	Fundición de ménsula	m ³	0,0063	20	0,12
4	Corte de viga	ml	3,6	5	18
5	Soldadura de viga	unidad	1	15	15
6	Soldadura de malla galvanizada	m ²	1	5	5
Total					109
Total Inversión					260

Fuente: elaboración propia.

El costo por unidad de esta rejilla será de Q260,00, el costo para corregir todos los tragantes de la ciudad de Guatemala será de Q10 400 000,00. Si se contrataran 200 albañiles para la realización de esta obra civil, se tardaría 6 meses y medio para su operación y funcionamiento.

Comparando la inversión y el tiempo del proyecto, con los problemas que se dan en la actualidad por la falta de un sistema ingenieril que retenga los desechos que entran a las redes de alcantarillado por excesos de lluvia, es mínimo, ya que se disminuirán gasto de cambios de tuberías, enfermedades por exceso de basura, congestión vehiculares y daños en capa de rodadura de carreteras.

5.3. Inventario ambiental

Es la descripción completa del medio tal y como es en un área donde se desea ubicar una determinada actuación. Es el primer paso en el proceso de la evaluación del impacto ambiental.

Se usa como base para evaluar los impactos potenciales de una actuación propuesta, tanto los beneficiosos, como los perjudiciales.

Se estructura a partir de una lista de control de parámetros de los medios físicos-químico, biológico, cultural, socioeconómicos, histórico cultural y se realiza un inventario.

5.3.1. Objetivos del inventario

- Describir las interacciones ecológicas y ambientales clave.
- Describir ambiente o entorno afectado
- Representar un diagnóstico, realidad físicas – biológica del territorio
- Conocer y valorar los efectos que en el medio producirán determinados planes, programas o proyectos.
- Disminuir o evitar los efectos negativos
- Tomar decisiones de desarrollo teniendo en cuenta las consideraciones ambientales.
- Evaluar la calidad ambiental existente así como los impactos ambientales de las alternativas estudiadas incluyendo la alternativa de no actuación.
- Identificar las áreas geográficas ambientalmente significativas.
- Proporcionar suficiente información para los revisores y quienes deciden.

5.3.2. Parámetros

Los parámetros que sigue un inventario ambiental, son físico - químico, biológico, socioeconómico, histórico – cultural y paisaje los cuales se describen a continuación.

5.3.2.1. Físico - químico

Los parámetros físico – químicos son, el suelo, la geología, la relieve, los recursos hídricos superficiales y subterráneos, la calidad de agua, aire, clima etc.

5.3.2.2. Biológico

Los parámetros biológicos son, la flora y fauna de la región, los existentes y los amenazados, en peligro de extinción, aspectos biológicos globales como densidad de especies, estabilidad de comunidades etc.

5.3.2.3. Socioeconómico

Los parámetros socioeconómicos son, los aspectos relacionados con el ser humano y el medio como tendencias demográficas, distribución de poblaciones, indicadores económicos, sistemas educativos, servicios como agua, luz, saneamiento, gestión de residuos.

5.3.2.4. Histórico – cultural

Los parámetros históricos – culturales son, los lugares históricos, arqueológicos, arquitectónicos, científicos – educativos, naturales – singulares.

5.3.2.5. Paisaje

Los parámetros de paisajes son, la incidencia visual, forma, textura, contraste, singularidad paisajística.

Concluyendo la rejilla se instala en un período de un día u ocho horas, el costo de la instalación de rejilla, con mano de obra y materiales es de Q 260,00 por unidad.

6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE ALCANTARILLADOS CON REJILLA Y ALCANTARILLADOS SIN REJILLA

6.1. Alcantarillado sin rejilla

La red de alcantarillado es un sistema para aguas negras y aguas pluviales, que tiene como entrada principal los tragantes, los cuales tiene una área de 0,81 metros cuadrados. Lo que hace que entren todo tipo de basuras desde arena y piedrín, hasta material pesado como llantas, varillas de acero, bolsas con desechos tóxicos.

Con los alcantarillados sin rejilla, seguirá existiendo:

- Inundaciones en temporadas de invierno
- Congestionamiento vehicular en temporadas de invierno
- Accidentes automovilísticos en temporada de invierno
- Problemas a nivel medio ambiente en todo el año
- Deterioro de pavimentación por excesos de agua cuando se taponan los tragantes
- Deterioro de tuberías
- Envejecimiento prematuro de los elementos que complementan una red de alcantarillado
- Deterioro de la ornamentación de las calles y avenidas de Guatemala

Esto se debe a que el tragante se taponan, evitando que el agua siga su cauce.

6.2. Alcantarillado con rejilla

El alcantarillado con rejilla será una implementación que reducirá el área libre del paso del agua a 1 pulgada cuadrada, lo que hará posible el paso de material agregado, pero no el paso de desechos con área mayor a 1 pulgada cuadrada.

Los alcantarillado con rejilla, reducirán:

- Inundaciones en las principales calles y avenidas
- Congestionamiento vehicular
- Accidentes automovilísticos
- Deterioro de pavimentación por excesos de agua cuando se taponan los tragantes.
- Deterioro de tuberías
- Envejecimiento prematuro de los elementos que complementan una red de alcantarillado.
- Deterioro de la ornamentación de las calles y avenidas de Guatemala

6.3. Reducción de costos

A nivel proyecto, si se compara lo que se gasta al corregir tuberías dañadas, el mantenimiento anual a los tragantes en toda Guatemala, las enfermedades ambientales y todos los problemas que ocasiona tener tragantes sin rejilla, nos daremos cuenta que la instalación de esta rejilla será la solución a todos los problemas mencionados con anterioridad con un menor costo.

En síntesis se concluye que para evitar mantenimiento constante de los tragantes así como disminuir costos y erradicar o disminuir los problemas urbanos de congestionamiento, accidentes vehiculares y peatonales, es sumamente imprescindible y significativa la construcción de rejillas en zonas pavimentadas y no pavimentadas.

CONCLUSIONES

1. Los elementos estructurales usados para la realización de rejillas son, cuatro vigas metálicas de perfil cuadrado hueco de 1 pulgada, 0,81 metros cuadrados de malla de hierro galvanizado de 1 pulgada cuadrada y 2 ménsulas de concreto premezclado. La función de las vigas es para crearle soporte a la malla, la función de la malla de hierro galvanizado es que retenga todo tipo de desecho sólido que tenga un área mayor a 1 pulgada cuadrada y la función de las dos ménsulas es que sirvan de soporte para la estructura de la rejilla.
2. El área libre del agua sin rejilla es de 0,81 metros cuadrados, y el área con rejilla es de 0,8099 metros cuadrados por lo que con la instalación de estas rejillas no se verá afectado el paso del agua mas sin embargo, quedará retenido todo desecho que tenga un área mayor a 1 pulgada cuadrada reduciendo la problemática mencionada.
3. El proyecto se puede llevar a cabo en tres etapas para que la inversión inicial no sea grande, el costo por unidad de cada rejilla es de Q 260,00, se planifica que la instalación de la unidad será en un día, y cada rejilla la estará instalando solamente un albañil.
4. Se propone una gestión para la limpieza de estas rejillas, que consiste en un plan diario, ya que su instalación y desinstalación es fácil y rápida. Será trabajado por los señores recolectores de basura que laboran en las municipalidades, que depositarán todos los desechos en los camiones, para que sean transportados y tratados como cualquier residuo urbano.

5. Para realizar un diseño óptimo se tomaron en cuenta, el peso propio de la estructura de acero, la malla de hierro galvanizado y concreto y los factores externos que influyen a la estructura como lo es el agua y los desechos. En este trabajo de graduación se tomo en la integración de cargas, el peso del plástico ya que entre la basura que se encuentra en estos tragantes es la que más peso tiene.
6. Si se contratan 200 albañiles para cambiar los 40000 tragantes por rejillas se necesitarían 6 meses medio y una inversión de Q10 400 000,00.
7. Se comprueba que el costo es mínimo y los beneficiarios directos e indirectos que los constituyen, los dueños de los vehículos, peatones y sus familiares son significativas.

RECOMENDACIONES

1. Para mejorar la durabilidad de esta estructura, realizar un estudio de materiales anticorrosivos que aumente su vida útil.
2. Realizar un diseño de mayor facilidad de instalación y desinstalación como por ejemplo el uso de rieles, el uso de llantas, etc.
3. Proponer diferentes estilos de gestión de desechos sólidos en tragantes acorde al sector donde se encuentren, para reducir el índice de basura que se encuentra en los mismos.
4. Realizar un estudio de los tragantes más afectados, para priorizar su construcción y poder empezar a poner en práctica el proyecto.
5. Realizar un estudio de costos entre la instalación de rejillas en cada tragante y los costos de problemas que ocasiona la no inclusión de las rejillas internas en cada tragante.
6. Se debe promocionar y publicar por los medios al alcance como: radio, televisión, prensa escrita, y notas domiciliarias la educación ambiental en todos los sectores de la sociedad guatemalteca.

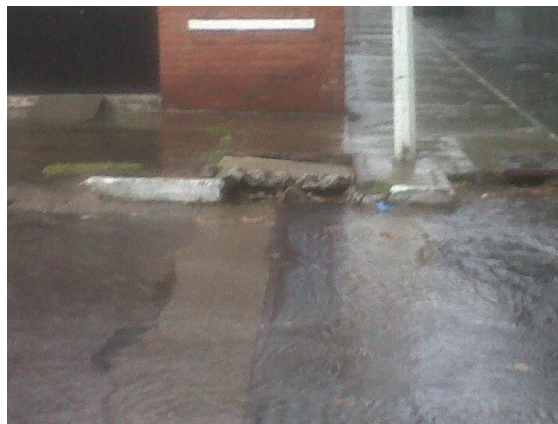
BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08) y comentario*. Michigan: ACI, 2008. 518 p.
2. American Institute of Steel Construction. *Manual of steel construction*. Volumen 1 parte 2.9a ed. Chicago: AISC, 1989. 313 p.
3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 63 p.
4. *Breve historia de la evolución de la basura*. [en línea]. <http://www.slideshare.net/guest65a53/residuos>. [Consulta: 25 de abril 2012].
5. *Deterioro en tubería de concreto*. [en línea]. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3235/Resumen.pdf> [Consulta: 25 de de abril 2012].
6. McCORMAC, Jack C. *Diseño de estructuras metálicas*. 4a ed. México D.F.: RSI, 1999. 740 p.
7. MERRITT, Frederick S. *Manual del Ingeniero Civil*. Tomo 1 sección 6. 3a ed. México D.F.: McGraw-Hill, 1992. 112 p.

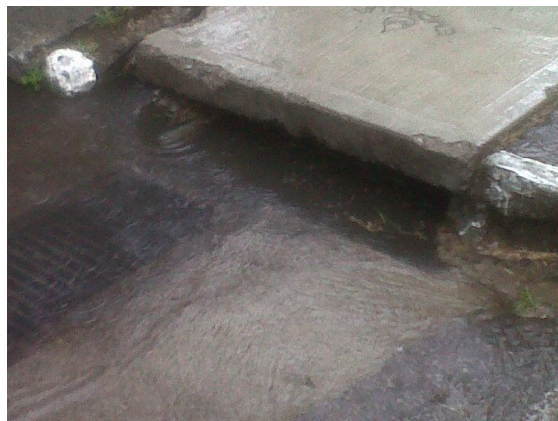
8. MILLER, G. Tyler Jr. *Introducción a la ciencia ambiental desarrollo sostenible. 5a ed.* Madrid: PARANINFO, 2002. 458 p.
9. *Monitoreo y limpieza de tragantes redujo inundaciones.* [en línea].<http://www.muniguate.com/index.php/sbasicos/6585-empagua> [Consulta: 25 de abril 2012].
10. *Patología y errores de diseño más frecuentes en conducciones de agua.* [en línea].http://www.fccco.es/docs/2008/06/25/15390001_4_3_0.pdf [Consulta: 25 de abril 2012].
11. *Propiedades del aluminio.*[en línea].
http://www.construmatica.com/construpedia/Propiedades_del_Aluminio#Notable_ligereza. [Consulta: 25 de abril 2012].
12. TCHOBANOGLIOS, George. *Gestión integral de residuos sólidos.* Volumen 1. 3a ed. Madrid: McGraw-Hill, 1994. 607 p.

APÉNDICE

Tragante inundado y colapsado



Tragante sobresaturado



Trafico a causa de grandes luvias



12m³ de basura diariamente

