



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño  
hidráulico para la transitabilidad en las calles del asentamiento  
humano La Florida, Banda de Shilcayo**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

**Erick Daniel Arias Caballero**

**Béverly Flores Ganoza**

**ASESOR:**

**Ing. Jorge Isaacs Rioja Díaz**

**Tarapoto – Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño  
hidráulico para la transitabilidad en las calles del asentamiento  
humano La Florida, Banda de Shilcayo**

**AUTORES:**

**Erick Daniel Arias Caballero**

**Béverly Flores Ganoza**

**Sustentada y aprobada el día 07 de julio del 2020, ante el honorable jurado:**

  
Ing. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS  
Presidente

  
Ing. IVÁN GUSTAVO REATEGUI ACEDO  
Miembro

  
Ing. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN  
Vocal

  
Ing. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ  
Asesor

## Declaratoria de autenticidad

**Erick Daniel Arias Caballero**, con DNI N° 71891136 y **Béverly Flores Ganoza**, con DNI N° 73273456, egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la Tesis titulada: **Análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del asentamiento humano La Florida, Banda de Shilcayo.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 11 de agosto del 2020.



.....  
**Bach. Erick Daniel Arias Caballero**  
DNI N° 71891136



.....  
**Bach. Béverly Flores Ganoza**  
DNI N° 73273456

## Declaratoria jurada

**Erick Daniel Arias Caballero**, con DNI N° 71891136, domicilio legal en la Jr. San Pablo de la Cruz N° 504 - Tarapoto y **Béverly Flores Ganoza**, con DNI N° 73273456, domicilio legal en el Jr. Oriental N° 591 – Morales, a efectos de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **Declaramos bajo juramento**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional y/o informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 11 de agosto del 2020.



.....  
**Bach. Erick Daniel Arias Caballero**  
DNI N° 71891136



.....  
**Bach. Béverly Flores Ganoza**  
DNI N° 73273456

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Arias Caballero Erick Daniel		
Código de alumno :	71891136	Teléfono:	947802456
Correo electrónico :	danielarias3197@gmail.com	DNI:	71891136

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil y Arquitectura

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	"Análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del asentamiento humano La Florida, Banda de Shilcayo."
Año de publicación:	2020

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

### 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



.....  
Firma del Autor

### 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

10, 08, 2020



.....  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM – T.

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Flores Ganoza Béverly	
Código de alumno :	73273456	Teléfono: 956592260
Correo electrónico :	bfloresganoza@gmail.com	DNI:

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ingeniería Civil
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil y Arquitectura

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	"Análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del asentamiento humano La Florida, Banda de Shilcayo."
Año de publicación:	2020

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



### 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



.....  
Firma del Autor

### 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

10, 08, 2020



.....  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM - T.

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

*A Dios por darme la vida y la capacidad para poder llevar a cabo esta tarea , a mis padres que me han orientado para saber cómo luchar y salir victorioso ante las diversas adversidades de la vida; aquí estoy, alcanzando este deseo que forjaron en mí.*

*A mis hermanos por su amor desinteresado, a todos los que se involucraron en mi crecimiento, para ellos es esta dedicatoria, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.*

***Bach. Erick Daniel Arias Caballero***

*A mis padres quienes me brindaron amor, comprensión, valores y todo lo necesario para formarme como una buena persona y profesional, a Dios por haberme dado la vida, salud y guiar mi camino para lograr una meta más, a todos mis seres queridos quienes siempre me dieron su apoyo y nunca dudaron en mí.*

***Bach. Béverly Flores Ganoza***

## **Agradecimientos**

*A Dios, por permitirme tener vida y salud para realizar uno más de mis propósitos.*

*A mis padres **Ciro Arias Paima** y **Berlith Caballero Upiachihua**, quienes me enseñaron a luchar para alcanzar mis metas, brindándome todo su apoyo, motivación y esfuerzo a seguir avanzando.*

*A mis hermanos, quienes sin saberlo, me ayudaron en tiempos difíciles y confiaron en mí.*

*Al Ing. **Jorge Isaacs Rioja Díaz**, por contribuir a dar los pasos finales en la elaboración de esta tesis, por su esmero, paciencia y compromiso.*

***Bach. Erick Daniel Arias Caballero.***

*A Dios Por haberme guiado y cuidado durante todo este trayecto de nuestra vida.*

*A mis Padres **Besi Ganoza Saboya** y **Josías Flores Reátegui** por todo el apoyo incondicional que me brindaron hasta llegar hasta aquí.*

*A mi Asesor Ing. **Jorge Isaacs Rioja**, por su asesoría y consejos para el desarrollo y culminación de este proyecto de tesis, para optar el título profesional de ingeniero civil.*

***Bach. Béverly Flores Ganoza.***

## Índice General

	Pág.
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice General.....	vii
Índice de Tablas.....	x
Índice de gráficos.....	xi
Resumen .....	xii
Abstract.....	xiii
 Introducción.....	 1
 CAPÍTULO I	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	2
1.1.Generalidades .....	2
1.2.Exploración preliminar orientando la investigación.....	2
1.3.Aspectos Generales del Estudio .....	3
1.3.1.Ubicación.....	3
1.3.2.Accesos.....	4
1.3.3.Altitud y Clima .....	6
1.3.4.Topografía y Tipo de Suelo .....	6
1.3.5.Características Socio – Económicas .....	6
1.3.6.Situación actual de la localidad respecto al Proyecto.....	7
1.3.7.Datos Básicos de Diseño .....	9
 CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO .....	11
2.1.Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver.....	11
2.1.1.Antecedentes del problema.....	11
2.1.2.Planteamiento del problema .....	11
2.1.3.Delimitación del problema .....	12
2.1.4.Formulación del problema.....	12
2.2.Objetivos.....	12

2.2.1.Objetivo General.....	13
2.2.2.Objetivos Específicos .....	13
2.3.Justificación de la Investigación.....	14
2.3.1.Justificación Teórica o Temática:.....	15
2.3.2.Justificación Metodológica:.....	15
2.3.3.Justificación de Viabilidad: .....	15
2.3.4.Justificación Práctica: .....	15
2.3.5.Importancia:.....	16
2.4.Delimitación de la Investigación .....	16
2.5.Marco Teórico .....	16
2.5.1.Antecedentes de la investigación.....	16
2.5.2.Fundamentación Teórica de la Investigación .....	18
2.5.3.Marco Conceptual: Terminología Básica .....	54
2.5.4.Hipótesis a demostrar .....	56

### CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODOS .....	57
3.1.Materiales .....	57
3.1.1.Recursos Humanos .....	57
3.1.2.Recursos Materiales.....	57
3.1.3.Recursos de equipos .....	57
3.1.4.Otros recursos .....	57
3.2.Metodología.....	58
3.2.1.Universo, Muestra, Población .....	58
3.2.2.Sistema de Variables .....	58
3.2.3.Diseño Experimental de la Investigación .....	58
3.2.4.Diseño de Instrumentos. ....	60
3.2.5.Procesamiento de Información .....	60
3.2.6.Análisis e interpretación de datos y resultados.....	61
3.2.7.Información del proyecto.....	61

### CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	75
4.1.Resultados.....	75

4.1.1.Periodo de retorno .....	75
4.1.2.Intensidad máxima de diseño .....	76
4.1.3.Áreas colectoras de lluvias .....	93
4.1.4.Coeficiente de escorrentía .....	96
4.1.5.Caudales de escurrimiento.....	96
4.1.6.Dimensionamiento de colectores, cunetas y alcantarillas .....	103
4.1.7.Análisis de suelo.....	111
4.1.8.Análisis Estructural.....	112
4.2.Análisis y Discusión. ....	133
4.2.1.Descripción.....	133
4.2.2.Selección de alternativa .....	135
4.2.3.Contrastación de hipótesis .....	135
CONCLUSIONES.....	136
RECOMENDACIONES .....	137
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	138
ANEXOS 140	

Anexo N° 1: Ensayos en laboratorio suelos

Anexo N° 2: Estudio hidrológico e hidráulico

Anexo N° 3. Calculo Estructural

Anexo N°4. Planos

## Índice de tablas

Tabla 1 Distancia y tiempo de acceso a Asentamiento Humano La Florida.....	4
Tabla 2 Características Socio-Económicas y Culturales .....	6
Tabla 3 Infraestructura de Servicios Básicos. ....	7
Tabla 4 Parámetros de diseño según tipo de suelo de la zona de estudio.....	9
Tabla 5 Tabla para la velocidad máxima permisible .....	21
Tabla 6 Coeficiente de escorrentía para ser utilizados en el método racional.....	24
Tabla 7 Coeficiente de escorrentía promedio para áreas urbanas para 5 y 10 años de periodo de retorno. ....	25
Tabla 8 Coeficiente de escorrentía en áreas no desarrolladas en función del tipo de suelo.....	26
Tabla 9 Algunos valores del coeficiente de rugosidad (n). ....	28
Tabla 10 Coeficiente de rugosidad para deficiente tipos de canales. ....	29
Tabla 11 Taludes recomendables según tipo de material. ....	44
Tabla 12 Ancho de solera en relación con el caudal .....	44
Tabla 13 Borde libre en relación al caudal .....	46
Tabla 14 Relación borde libre con ancho de solera.....	46
Tabla 15 Datos de estación pluviométrica.....	64
Tabla 16 Datos mensuales de precipitación máxima en 24 hrs (mm). ....	65
Tabla 17 Serie histórica de precipitaciones máximas en 24 hrs. Estación CO. Tarapoto. ..	67
Tabla 18 Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas. ....	78
Tabla 19 Respuestas Modales En La Estructura – Cuneta Cerrada. ....	117
Tabla 20 Relaciones de participación de carga modal – Cuneta Cerrada. ....	118
Tabla 21 Cargas factorizadas para combinación de cargas – Cuneta Cerrada. ....	118
Tabla 22 Combinación de cargas – Cuneta Cerrada.....	119
Tabla 23 Respuestas Modales En La Estructura – Cuneta Abierta. ....	130
Tabla 24 Relaciones de participación de carga modal – Cuneta Abierta. ....	130
Tabla 25 Cargas factorizadas para combinación de cargas – Cuneta Abierta.....	131
Tabla 26 Combinación de cargas – Cuneta Abierta. ....	132

## Índice de gráficos

Gráfico 1: Ubicación geográfica de la zona de estudio que involucra el proyecto .....	5
Gráfico 2: Características geométricas tres de las principales formas usadas en canales ...	20
Gráfico 3: Ejemplo Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia para lluvia máxima .....	23
Gráfico 4: Sección Típica Cuneta.....	31
Gráfico 5: Poza sin Agua, Terreno Seco .....	32
Gráfico 6: Poza llena hasta la cota superior de las paredes laterales, terreno Seco.....	32
Gráfico 7: Diagrama de momentos para el Caso I y Caso II.....	34
Gráfico 8: Sección Típica Cuneta.....	40
Gráfico 9: Isométrico.....	40
Gráfico 10: Sección Transversal de Cunetas .....	53
Gráfico 11: Sección transversal típica de una cuneta en una calle .....	54
Gráfico 12: Histograma de precipitaciones Estación CO. Tarapoto .....	66
Gráfico 13: Combinaciones de carga en la estructura. ....	74



## Resumen

El presente trabajo de tesis se desarrolló en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con fines de titulación como Ingeniero Civil, como una contribución a la sociedad, para resolver la problemática no considerada en la evacuación de las aguas pluviales (alcantarillado pluvial) en el sector la Florida, distrito La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, región San Martín. El aporte consiste en elaborar una Propuesta de un Sistema de alcantarillado Pluvial, cuyo propósito es evacuar las aguas de las precipitaciones pluviales y así mejorar la calidad de vida de los moradores del sector La Florida, y al mismo tiempo poner a disposición de la Universidad Nacional de San Martín una investigación que servirá como base para futuros proyectos. Se realizaron estudios básicos para la realización de dicho proyecto (estudio de mecánica de suelos, estudio topográfico, estudio hidrológico), además de memorias de cálculo, de acuerdo al nuevo Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Como resultado del estudio, se elaboraron los planos (topográfico, sentido de flujo, secciones transversales, obras de arte y drenaje). En conclusión, se han establecido los medios y condiciones que mejoren la calidad de vida de las personas del sector la Florida (menos enfermedades debido a la evacuación de las aguas pluviales).

**Palabras clave:** Pluvial, Drenaje, Precipitación, Alcantarillado.

## Abstract

The present thesis was developed at the Professional School of Civil Engineering of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martín - Tarapoto, with the purpose of obtaining a degree as a Civil Engineer, as a contribution to society, to solve the problem not considered in the evacuation of the pluvial waters (pluvial sewerage) in the La Florida sector, La Banda de Shilcayo district, San Martín province, San Martín region. The contribution consists of elaborating a Proposal for a Pluvial Sewage System, whose purpose is to evacuate the waters of the pluvial precipitations and thus to improve the quality of life of the inhabitants of the La Florida sector, and at the same time to make available to the National University of San Martín a research that will serve as base for future projects. Basic studies were carried out to carry out this project (study of soil mechanics, topographical study, hydrological study), as well as calculation reports, in accordance with the new National Building Regulations (RNE). As a result of the study, plans were drawn up (topographical, flow direction, cross sections, works of art and drainage).

In conclusion, the means and conditions have been established that will improve the quality of life of the people in the La Florida sector (less diseases due to the evacuation of rainwater).

**Key word:** Pluvial, Drainage, Precipitation, Sewerage



## **Introducción**

La red de alcantarillado pluvial ha cumplido históricamente con la función de evacuar el agua de las ciudades, ya sea la procedente de los episodios de lluvia. Desde las antiguas civilizaciones, ya sea Mesopotamia o Roma, y hasta nuestros días, se han construido éstas redes con el objetivo de garantizar la higiene y evitar inundaciones.

Los más modernos avances en la gestión de las redes de alcantarillado se basan en la superación del paradigma con el que se desarrollaron las redes de alcantarillado: la evacuación más rápida posible del agua urbana, hacia mecanismos que permitan recuperar o simular las condiciones del terreno sin urbanizar, ya sea mediante el aumento de la infiltración del terreno o mediante la retención de parte del volumen de agua drenado con el fin de disminuir el caudal punta.

Para poder contribuir a los retos planteados es necesario el establecimiento de nuevos modelos de gestión de los sistemas de saneamiento, incorporando para ello las herramientas más modernas y eficaces aplicadas a otras infraestructuras, considerar el drenaje urbano y las infraestructuras relacionadas una parte más del planeamiento territorial, y estableciendo mecanismos de cooperación entre las instituciones relacionadas con el mismo.

Nos corresponde seccionar el problema para abordar todo lo relacionado con lo que debe hacerse para desarrollar un adecuado sistema de alcantarillado pluvial urbano, en el que tenemos que abordar el cumplimiento del de las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, para la buena realización del proyecto y así satisfacer las necesidades de mejorar la calidad de vida de los moradores del sector la Florida.

# **CAPÍTULO I**

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **1.1. Generalidades**

El alcantarillado pluvial tiene como su principal función el manejo, control y conducción adecuada de la escorrentía de las aguas de lluvia en forma separada de las aguas residuales. Y llevarla o dejarla en sitios donde no provoquen daños e inconvenientes a los habitantes de las ciudades.

Un sistema de alcantarillado pluvial está constituido por una red de conductos, estructuras de captación y estructuras complementarias. Su objetivo es el manejo, control y conducción de las aguas pluviales que caen sobre las cubiertas de las edificaciones, sobre las calles y avenidas, veredas, jardines, etc. evitando con ello su acumulación o concentración y drenando la zona a la que sirven. De este modo se mitiga con cierto nivel de seguridad la generación de molestias por inundación y daños materiales y humanos.

El drenaje urbano de una ciudad está conformado por los sistemas de alcantarillado, los cuales se clasifican según el tipo de agua que conduzcan; así tenemos:

- a) Sistema de Alcantarillado Sanitario.- Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.
- b) Sistema de Alcantarillado Pluvial.- Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por las lluvias.
- c) Sistema de Alcantarillado Combinado.- Es el sistema de alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas de las lluvias.

Es importante que una correcta gestión de las infraestructuras y servicios relacionados con el servicio urbano pueda ayudar a mejorar su eficacia.

### **1.2. Exploración preliminar orientando la investigación**

El interés hacia los problemas asociados al drenaje urbano en nuestras ciudades ha crecido sin género de duda en los últimos años. Y sin embargo, para la gran mayoría de personas que residen en cualquiera de nuestras poblaciones, constituyen todavía algo alejado de nuestras preocupaciones, algo que está ahí pero sobre lo que no existe una urgencia ni un

debate diario. Las redes de alcantarillado son uno de los entramados más complejos a la vez que desconocidos, entre todas las infraestructuras del tejido urbano. Existen otros servicios públicos tales como el abastecimiento de agua potable, redes viales, alumbrado, etc. que al estar en contacto más directo con el ciudadano y constituir un patrimonio visible, resultan más conocidos a la vez que las inversiones que a ellos se dedican son más fácilmente justificables ante la opinión pública.

El drenaje de la ciudad y los medios a través de los cuales se realiza la evacuación de sus aguas pluviales son por el contrario un patrimonio oculto, literalmente enterrado, en definitiva otra ciudad invisible debajo de la ciudad visible, que sólo nos muestra de vez en cuando sus “enfermedades” cuando un aguacero supera su capacidad de desagüe.

Uno de los grandes desafíos que tiene el sector saneamiento es satisfacer la creciente demanda para la evacuación de aguas pluviales y el tratamiento de las mismas; tomando en cuenta la acelerada ocupación territorial y urbanismo, así como la presencia de “El niño” cada vez más frecuente.

En nuestro distrito aún existen muchos sectores que no cuentan con un sistema de alcantarillado pluvial, el cual pueda elevar el nivel de vida de la población.

Viendo así la importancia del alcantarillado pluvial urbano para la población en general se ha elaborado la presente tesis denominada: **Análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del asentamiento humano La Florida, Banda de Shilcayo.**

### **1.3. Aspectos Generales del Estudio**

#### **1.3.1. Ubicación**

Los jirones y pasajes de nuestro proyecto se ubican el Asentamiento Humano La Florida, Distrito de La Banda de Shilcayo, y es accesible por vía terrestre desde la ciudad de Lima por la Panamericana Norte cruzando las ciudades de Trujillo, Chiclayo hasta el cruce de Olmos, donde existe un desvío que inicia la carretera troncal de penetración hacia la selva, denominado Pdte. Fernando Belaunde Terry, que une la Costa con lugares importantes como Bagua, Pedro Ruiz, Rioja, Moyobamba, Tarapoto, Bellavista, Juanjui, Tocache, Huánuco, atravesando, Sierra y Selva. Esta carretera esta asfaltada desde su inicio hasta el final.

El área donde se realiza el estudio se ubica en el Asentamiento Humano La Florida distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, región San Martín.

### 1.3.2. Accesos

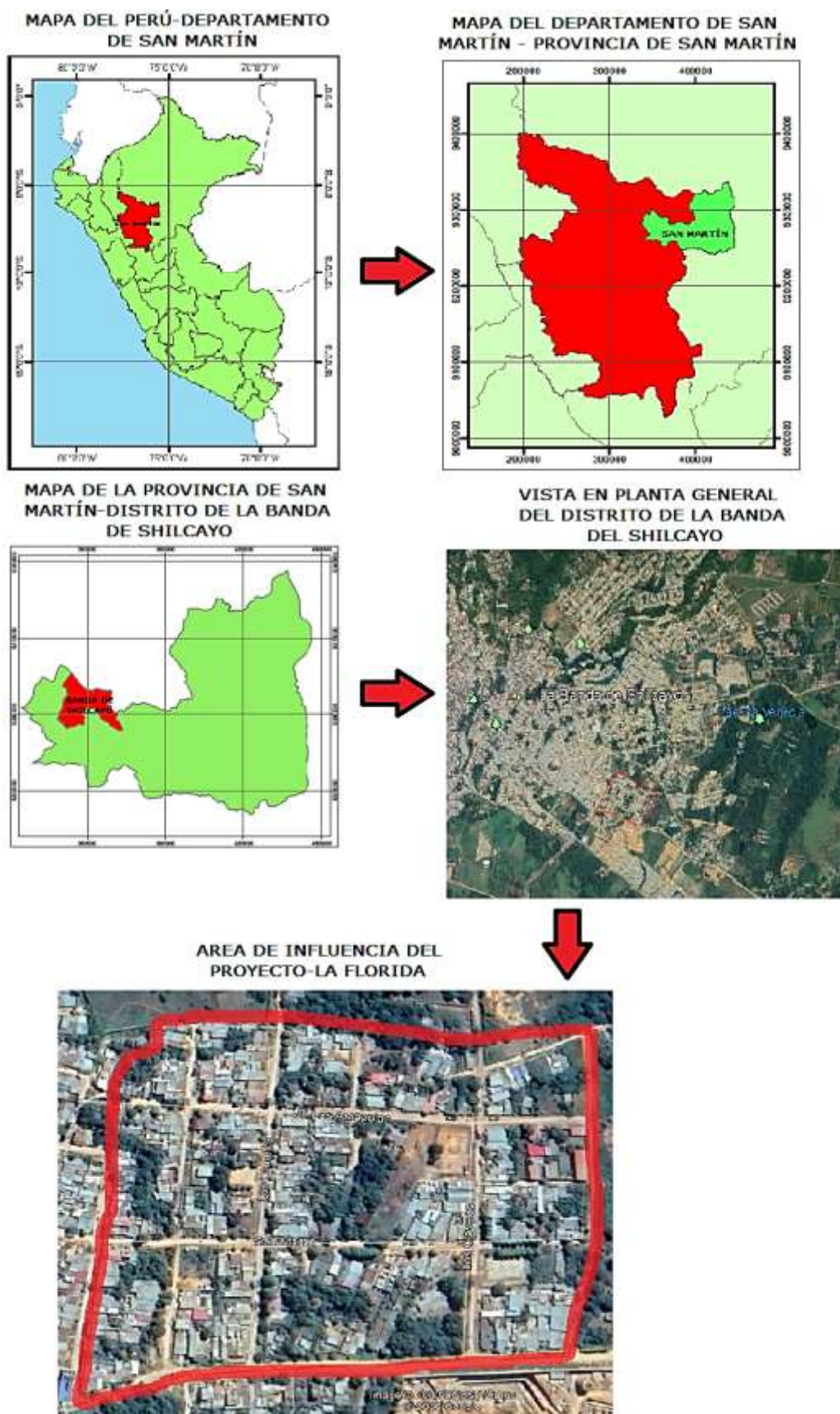
El acceso al Asentamiento Humano la Florida se encuentra ubicado en el Distrito de la Banda de Shilcayo Provincia de San Martín, teniendo acceso directo a través del Puente Cumbaza viniendo de Tarapoto.

**Tabla 1**

*Distancia y tiempo de acceso a Asentamiento Humano La Florida*

<b>DE</b>	<b>HACIA</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>TIPO DE VIA</b>	<b>MEDIO DE TRANSPORTE</b>
Lima	Tarapoto	19 horas	979 km aprox.	Carretera asfaltada	Bus
Tarapoto	La Banda de Shilcayo	13 minutos	4.5 km aprox.	Carretera asfaltada	Moto taxi
La Banda de Shilcayo	La Florida	4 minutos	1.2 Km aprox.	Carretera asfaltada	Moto taxi

Fuente: Elaboración propia.



*Gráfico 1:* Ubicación geográfica de la zona de estudio que involucra el proyecto

### 1.3.3. Altitud y Clima

El ámbito geográfico a ser cubierto por el sistema es el correspondiente a las áreas rurales de la región Selva Alta, entre los 940 y los 935 m.s.n.m.

La zona donde se plantea el proyecto tiene un clima sub - tropical húmedo característico de la Selva Alta o Rupa – Rupa. La temperatura media anual es de 22.7 °C y una precipitación pluvial cuya media anual se mantiene en 2,500 mm, teniendo épocas marcadas de mayor precipitación entre Enero a Abril

### 1.3.4. Topografía y Tipo de Suelo

La Topografía de la zona moderadamente ondulada, en algunos lugares las pendientes son poco pronunciadas, existiendo una zonas con encajamiento de quebrada moderada, el terreno tiene uso del tipo residencial de densidad baja a media y servicios en general, esta topografía permite a su vez que exista la suficiente diferencia de niveles que aseguran el discurrimiento superficial de las aguas pluviales a zonas de cota menor.

### 1.3.5. Características Socio – Económicas

#### 1.3.5.1. Población

Los beneficiarios directos son aproximadamente 500 familias del Asentamiento Humano La Florida, haciendo una población aproximada de 900 habitantes.

#### 1.3.5.2. Características Socio-Económicas y Culturales

**Tabla 2**

*Características Socio-Económicas y Culturales*

<b>Actividades</b>	<b>% De Incidencia</b>
Agricultura	60
Pesca	5
Ganadería	30
Labor estatal	5
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia.



### 1.3.5.3. Infraestructura de Servicios Básicos

La infraestructura básica con la que cuenta actualmente la zona del proyecto es la siguiente:

**Tabla 3**

Infraestructura de Servicios Básicos.

<b>Servicios/ Localidad</b>	<b>Posta Médica</b>	<b>Jardín de niños</b>	<b>Escuela Primaria</b>	<b>Agua Potable</b>	<b>Energía Eléctrica</b>
Sector La Florida	No existe	No existe	1	Si Existe	Si Existe

Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.6. Situación actual de la localidad respecto al Proyecto

Las condiciones actuales de las calles del Asentamiento Humano la Florida son pésimas, ya que presentan problemas en su drenaje pluvial.

Por esta razón, se realizó una investigación en dicho lugar, con la finalidad de analizar e interpretar la realidad y determinar la problemática existente, esto dio como resultado el proyecto de los sistemas de drenaje pluvial, en el cual se pretende hacer un diseño hidráulico y estructural con la solución más satisfactoria, pues la falta de un sistema de drenaje pluvial urbano afecta especialmente a niños y adultos mayores, generando el incremento de enfermedades infectocontagiosas y principalmente respiratorias, además de las incomodidades de insalubridad que representa para las personas que visitan la zona.

Debido a que estas calles del Asentamiento Humano La Florida del distrito La Banda de Shilcayo no poseen estructuras de drenaje pluvial, esto provoca que en época lluviosa o en máximas avenidas agrave más la situación, ya que deteriora con más rapidez la superficie de rodadura, ocasiona lodo y charcos.

Por los aspectos presentados anteriormente, enfocamos la investigación para plantear una propuesta que resuelva los problemas que presenta las condiciones actuales de dichos jirones y pasajes, mediante una propuesta del drenaje pluvial. Utilizando todos los lineamientos técnicos necesarios para presentar un soporte de los cálculos, de tal manera contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

Además la afecta el transporte público, originando retrasos para llegar a tiempo a los servicios locales, motivo por la cual se plantea el presente proyecto, a fin de corregir esta

situación negativa antes descrita, para hacer que el tránsito (tanto vehicular como peatonal) sea más rápido, seguro, confortable y fluido.

El proyecto contempla el mejoramiento de los jirones: **Av. Ahuashiyacu, Jr. Los Laureles, Jr. Edgar Gil Ríos, Jr. Las Amapolas, Jr. Los Nogales, Jr. Las Begonias, Jr. Las Margaritas, Jr. Los Claveles, Jr. Los Pinos y J. Los Robles**, estas calles sirven de acceso principal a los vehículos y peatones que se trasladan hacia los diferentes sectores del Distrito de la Banda de Shilcayo, asimismo permitirá expandir el sector comercial y de transporte vehicular, ya que sirve como enlace hacia otras vías que conducen hacia varios sectores urbanos, los mismos deben articularse al circuito vial urbano existente.

Las condiciones climáticas en la zona generan el deterioro permanente de las vías urbanas, si a esto sumamos el tráfico intenso de los vehículos que transitan diariamente por las calles involucradas en el presente proyecto, que aceleran aún más el deterioro de la estructura existente; el cual nos muestra un panorama propicio para realizar una intervención que beneficien de manera directa e indirecta a la comunidad en su conjunto, y en forma específica a los beneficiarios de la zona de influencia del presente proyecto.

Las calles involucradas en el proyecto, se caracterizan por no contar con un sistema de alcantarillado pluvial en buenas condiciones (sin alcantarillas, colectores, cunetas de paso), en su gran mayoría. Dichas vías se encuentran a nivel de rasante natural, las mismas que presentan un estado muy deplorable, lo cual limita la transitabilidad de vehículos y peatones, perjudicando a las unidades motorizadas y poniendo en riesgo la vida y la salud de los transeúntes que circulan por estas calles.

#### **1.3.6.1. Diagnóstico de la Situación Actual**

##### **Área del terreno:**

- Según levantamiento Topográfico	=	109, 972. 731 m <sup>2</sup> .
<b>- Área Total del Terreno</b>	<b>=</b>	<b>109, 972. 731 m<sup>2</sup>.</b>

El terreno donde se ejecutará el proyecto tiene un área total de 109, 972. 731 m<sup>2</sup>, según levantamiento topográfico (tal como se muestra en los planos).

### 1.3.7. Datos Básicos de Diseño

#### 1.3.7.1. Topografía

Los estudios topográficos básicamente consideran la medición de las áreas de los terrenos, de determinar las curvas de nivel correspondientes, así como de apreciar la actual configuración del terreno.

#### 1.3.7.2. Mecánica de Suelos

Se ha tenido como Referencia un Estudio de Suelos realizado por un laboratorio de mecánica de suelos autorizado a petición de los interesados, de acuerdo a lo establecido por las Normas; para ello se han tomado muestras IN SITU, practicándose 10 calicatas utilizándose los datos como referencia para este Proyecto.

El tipo de suelo predominante al nivel de cimentación es una arcilla inorgánica de consistencia semi dura, de mediana plasticidad; tipo CL según la clasificación SUCS.

En base a los resultados de los ensayos de laboratorio, se hizo la clasificación de Suelos según SUCS.

La infraestructura a construir será diseñada según Norma Técnica E-030 (Diseño Sismo Resistente), para la cual se tendrá en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

**Tabla 4**

*Parámetros de diseño según tipo de suelo de la zona de estudio.*

Factor de Zona (Zona 03)	$Z = 0.35$
Factor de Amplificación del Suelo (S2)	$S = 1.15$
Período que Define la Plataforma del Espectro	$T_P = 0.60$ $T_L = 2.00$
Factor de amplificación sísmica	$C = 2.50$
Factor uso (Tipo común)	$U = 1.00$

Fuente: Elaboración propia.

Además en base a las muestras obtenidas, se ha determinado la Resistencia a la Compresión Simple por el método de Corte Directo.

- Para los cálculos estructurales considerar la capacidad admisible de:  $Q_{ad} = 0.70 \text{ kg/cm}^2$  a 1.50 m de profundidad.

- Angulo de fricción =  $17^\circ$ .

### 1.3.7.3. Antecedentes y Recomendaciones sobre Desastres Naturales

La zona donde se construirá el proyecto no ha sufrido ningún tipo de alteraciones en su conformación debido a desastres naturales y el lugar donde se encuentra ubicada la localidad de La Banda de Shilcayo no presenta riesgos de vulnerabilidad, el único problema existente corresponde a la deforestación masiva que viene sufriendo, que es consecuencia de la práctica de la agricultura tradicional, entre otros. La recomendación para prevenir posteriores desastres, es poner en práctica en forma urgente un plan de reforestación en las áreas libres de la localidad.

### 1.3.7.4. Metas

#### 1.3.7.4.1. Meta Física

➤ Construcción de cunetas abiertas	3,952.81 ml
➤ Construcción de cunetas tapadas (veredas)	494.06 ml
➤ Construcción de cuentas tapadas (transversales)	225.50 ml

#### 1.3.7.4.2. Meta Cuantitativa

Análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del asentamiento humano La Florida, Banda de Shilcayo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver**

##### **2.1.1. Antecedentes del problema**

El crecimiento demográfico acelerado del distrito de la Banda de Shilcayo ha motivado la ocupación de espacios territoriales, que en su mayoría, al estado natural eran zonas topográficamente favorables para el escurrimiento del agua de lluvia, pero que al realizarse la construcción de viviendas, estos han sido cerrados casi en su totalidad habiendo quebrado el orden natural favorable al drenaje de aguas pluviales. Este fenómeno ha motivado a que en la actualidad las aguas de lluvias caídas en el sector del Asentamiento Humano La Florida (ubicado en el distrito de la Banda de Shilcayo) discurren por las calles, motivando el deterioro masivo de la carretera.

Al final las aguas discurren por las calles a manera de improvisados cauces y desembocan en diferentes puntos de una quebrada que pasa por medio de la zona.

A la fecha no se ha realizado estudio alguno para solucionar este grave problema. El presente Proyecto, constituye el primer aporte para desarrollar el Sistema Integral de Drenaje de aguas Pluviales el distrito de la Banda de Shilcayo.

##### **2.1.2. Planteamiento del problema**

El crecimiento de las ciudades exige notables inversiones en infraestructura, siendo la mayoría de ellas utilizadas diariamente por el ciudadano. Este es el caso de las vías de comunicación, zonas verdes, centros hospitalarios, redes para el suministro de fluidos, etc. No obstante, el uso de estas infraestructuras y el normal desarrollo de la actividad ciudadana están, en ciertos momentos, condicionados por el correcto funcionamiento de otra infraestructura: “la red de drenaje de aguas pluviales.”

Debido al crecimiento acelerado del Asentamiento Humano y la falta de infraestructura de drenaje pluvial de las calles que no brinda un normal desarrollo de la actividad urbana, producida por precipitaciones pluviales que originan inundaciones, no cuenta con una infraestructura de eliminación rápida y eficaz de aguas pluviales, convirtiendo forzosamente las calles en canales abiertos de evacuación pluvial inundando viviendas y colapsando

alcantarillas, a consecuencia de esto urge la necesidad de implementar un sistema de drenaje adecuado.

El asentamiento humano La Florida, que comprende el distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín y departamento de San Martín, no cuenta con un sistema adecuado de drenaje pluvial, cuenta con drenes naturales o caños que trasladan las aguas de lluvia.

Además se ha notado que la acumulación de escorrentías trae problemas de salubridad y comodidad a los ciudadanos que habitan en esta zona, pues las inundaciones generadas luego de las lluvias generan malos olores y posibles focos infecciosos.

La ejecución de un proyecto permitirá el encauzamiento de las aguas pluviales mediante la construcción de cunetas y alcantarillas de concreto simple y concreto armado, estructuras que garantizaran la conducción y evacuación inmediata de las aguas pluviales generando de tal manera la transitabilidad en la zona de estudio.

De esta forma, se evaluarán todos los posibles factores que afectan a dichos jirones y calles de la zona de estudio y así ofrecer a sus pobladores seguridad, mayor confort, facilidad en el traslado de insumos al sector, y así disminuir los costos operacionales y fomentar el desarrollo turístico de la región.

### **2.1.3. Delimitación del problema**

Esta investigación se llevara a cabo en el Asentamiento Humano la Florida, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, región San Martín.

### **2.1.4. Formulación del problema**

Teniendo en cuenta la realidad diaria que se vive en esta parte del distrito de La Banda de Shilcayo, desde un punto de vista general, lo primero que se aprecia es una falta de proyección en el mejoramiento de una buena imagen urbana en dichos jirones del Asentamiento Humano la Florida; los cuales ciertos factores provocan el deterioro de las calles y crean ciertos problemas a la comunidad en general.

La falta de un sistema de drenaje pluvial es el resultado de causas muy diversas, cuestiones económicas, sociales y políticas que influyen en el problema, y es fundamental la comprensión del conjunto de agentes que actúan en la ciudad en general para entender su efecto en la falta de propuesta de un buen diseño hidráulico de drenaje pluvial urbano.

La mala imagen surge por una falta de planificación en los trabajos necesarios para la realización del sistema de drenaje pluvial, y por el descuido que se tiene en dicho distrito que actualmente no cuentan con un sistema de drenaje y pavimentación en la zona de estudio.

Los daños causados por los diferentes fenómenos naturales, propician la incomodidad e inseguridad de los usuarios (automovilistas, ciclistas y peatones).

La falta de un diseño hidráulico y estructural de drenaje pluvial urbano, genera atender lo más pronto posible esta necesidad de la población, la cual ellos la han planteado como la más urgente. Asimismo los excedentes del escurrimiento en épocas de lluvias, que pasa por estas calles de este sector del distrito de La Banda de Shilcayo, causan daños a las vías públicas y viviendas, generando enfermedades y malestar en los propios. Es así como surge la siguiente pregunta:

**¿De qué manera la propuesta del análisis de factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles contribuye en mejorar la calidad de vida de la población que habita en el área del Asentamiento Humano La Florida, distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, región San Martín?**

## **2.2. Objetivos**

### **2.2.1. Objetivo General**

Propuesta de análisis de factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del Asentamiento Humano La Florida, distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, región San Martín.

### **2.2.2. Objetivos Específicos**

- Definir la ubicación del área de ampliación urbana futura, para un proyecto de 20 años.
- Realizar el levantamiento planimétrico y altimétrico del área urbana actual y la expansión futura.
- Elaborar planos de manzaneos a curvas de nivel.

- Realizar estudio de suelos a profundidad de 1.50 m para construir sistema de alcantarillado.
- Desarrollar los procesos estadísticos para determinar el caudal de diseño para la cuenca que corresponde al estudio a realizarse.
- Plantear la red del sistema de flujo superficial
- Desarrollar el diseño hidráulico y estructural de cada una de las obras de drenaje que se requiere en el sistema de drenaje pluvial urbano propuesto.

### **2.3. Justificación de la Investigación**

La presente investigación es útil para describir el estado en que se encuentra el sistema de drenaje pluvial del Asentamiento Humano La Florida, distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, región San Martín.

El cual se sustenta en la necesidad de mejorar la capacidad de recolección de aguas superficiales en el área, y de ésta forma mejorar la transitabilidad de la zona de estudio, con lo cual se incrementarán los niveles de vida de la población beneficiaria.

Por esto es importante destacar las consecuencias que ocasionaría en este caso la falta de un buen sistema de drenaje pluvial, ya que la construcción de nuevas edificaciones exige un eficiente sistema de drenaje y disposición final de estas aguas para evitar efectos negativos en la población.

El desarrollo de esta investigación consiste esencialmente en la identificación y análisis de los problemas existentes; así como el estudio de las posibles soluciones para luego proceder a escoger y diseñar la solución más satisfactoria. Estos aspectos son tratados con más detalle en el desarrollo del mismo; pero es preciso anticipar que los problemas que sufre la población debido a la falta de un sistema de evacuación de las aguas pluviales son, principalmente, la contaminación del medio ambiente, la propagación de enfermedades y el deterioro de las calles, pues como se ha podido notar las aguas pluviales se conducen a través de las calles hasta desfogar en pequeños zanjones que se han formado en la periferia del lugar y mencionar que no existe un sistema recolector para las aguas pluviales, por lo que las mismas corren por las diversas calles de este sector erosionándolas.

Esta investigación es trascendental por que contribuirá a mejorar el deficiente estado de las calles del Asentamiento Humano La Florida, distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de



San Martín, región San Martín, mediante la propuesta de análisis de factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles. Obteniendo una mejor evacuación de las aguas originada por las lluvias, los cuales muchas veces la población de este sector tienen que lidiar día a día con los problemas causados por las lluvias.

Este proyecto será un aporte en las que se detallará una propuesta de solución para hacer frente a las precipitaciones pluviales, mediante la propuesta de un análisis de factibilidad de un diseño de drenaje pluvial con diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles y de este modo poder garantizar el buen desarrollo de las actividades de los pobladores, particularmente en épocas de lluvias y/o máximas avenidas y de esta manera mejorar la calidad de vida de la población beneficiada.

### **2.3.1. Justificación Teórica o Temática:**

Bajo la aplicación de las teorías y manejo de bibliografías, códigos y reglamentos se elaborará un proyecto que contenga la estructura suficiente para describir y detallar los parámetros de diseño hidráulico y estructural que permitan la realización de dicho proyecto.

### **2.3.2. Justificación Metodológica:**

Metodológicamente, el estudio implica analizar, discutir y elaborar un proyecto que permita su realización en obra. Se usará el método de investigación de campo de información técnica, ya que para ello se realizará un estudio hidrológico con datos que nos proporcione la entidad SENAMHI, u otras fuentes en donde se realizara el estudio y análisis respectivo, con el fin de organizar los resultados obtenidos, además se realizará un levantamiento topográfico.

### **2.3.3. Justificación de Viabilidad:**

Existen las herramientas tecnológicas de trabajo que posibilitan la ejecución de la investigación, de manera que podemos tener resultados para efectuar las comparaciones suficientes y poder determinar una solución al problema.

### **2.3.4. Justificación Práctica:**

El análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del Asentamiento Humano La Florida, distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, región San Martín, que permita materializar los conceptos, optimizar recursos y brindar la buena ejecución. El estudio puede ser replicable su marco teórico; más no los análisis y resultados.

### **2.3.5. Importancia:**

En las zonas urbanas, se tiene la necesidad de desalojar el agua de lluvia de tal modo que se mitiguen los riesgos para los habitantes, las viviendas, los comercios, las industrias y otras áreas que afectan a la población. Sin embargo, la construcción de edificios, casas, la pavimentación de calles, estacionamientos y otras construcciones modifican el entorno natural y generan superficies poco permeables; aumentando los volúmenes de escurrimiento.

Así, la urbanización incrementa los volúmenes que escurren superficialmente, debido a la impermeabilidad de las superficies de concreto y pavimento. Esto obliga a diseñar los sistemas de drenaje artificial con mayor capacidad que la que tenían las corrientes naturales originales.

El drenaje pluvial urbano, tiene como función la captación y desalojo de las aguas de lluvia hasta sitios donde se descarguen en los cuerpos de agua, de tal forma que se reduzcan los daños e inconvenientes a los habitantes donde llegan o cruzan los escurrimientos o que puedan afectar a otras cercanas.

Un sistema de drenaje está constituido por una red de conductos e instalaciones complementarias, que permiten el desalojo de las aguas de lluvia y que requieren de su mantenimiento para su correcta operación.

## **2.4. Delimitación de la Investigación**

El presente trabajo de investigación desarrollado contempla con anterioridad la siguiente delimitación:

- La investigación está restringido al estudio del proyecto “**Análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del asentamiento humano La Florida, Banda de Shilcayo**”.

## **2.5. Marco Teórico**

### **2.5.1. Antecedentes de la investigación**

Dentro de los antecedentes de investigación se ha revisado material bibliográfico, investigaciones pasadas en el mundo y en nuestro país, que nos permita tomar nota de

antecedentes y resultados, que deben considerarse para los fines más convenientes, siendo como sigue:

### **Internacionales**

- **Yorling Carolina García Hernández, Noel José Montoya Lopez y Donald Ismael Rodríguez Hernández (2013)**. Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción - Masaya (Tesis de pregrado), muestra en una primera instancia el estudio del estado físico actual del drenaje superficial de la zona. Un diseño deficiente drenaje hace que todo el sistema no cumpla en la totalidad sus funciones para la cual ha sido diseñada y la población aún se vea afectada.

### **Nacionales**

- **Irigoin, J. (2007-Tumbes)**, investigó los drenajes en laderas de la localidad de Cajamarca, llegando a concluir, que:  
  
La minería no controlada ocasiona erosión en laderas, perjudicando la naturaleza y contaminando el medio ambiente.

### **Regionales**

- **Salvador, C (2007-Tocache)**, desarrolló la tesis, los drenajes pluviales, presente y futuro de la conservación de carreteras y obras civiles, llegando a la conclusión:  
  
Los drenajes pluviales en la selva peruana, deben ser considerados como prioridad número 1, debido a las constantes precipitaciones pluviales y a las inundaciones de los ríos, perjudicando enormemente la salubridad del distrito, no tiene que existir los drenajes después de haber concluido la obra, sino debe desarrollarse en forma paralela.
- **Cacique, J (2007-Saposo)**, Investigó en la tesis denominada, conservación de las obras civiles con adecuados drenajes, llegando a la conclusión más importante:  
  
La conservación de los suelos, y por consiguiente las obras civiles, se verán prolongar la vida útil en la medida que los drenajes estén bien instalados y mantenidos, teniendo conocimiento que en la selva peruana, las precipitaciones pluviales son frecuentes, y las capas impermeables deben tener mucha resistencia.

## 2.5.2. Fundamentación Teórica de la Investigación

### 2.5.2.1. Período de diseño

**Gustavo Adolfo (1990)** Los sistemas de drenaje serán proyectados para llevar adecuadamente su función durante períodos no muy largos de tiempo, ya que esto podría incrementar los costos a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante este período; así se invertiría menos en dos dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el período del primer dispositivo.

**Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (2007)** En el diseño de diversas obras de ingeniería, como es, por ejemplo, un sistema de alcantarillado pluvial, se manejan una serie de términos como: periodo de retorno, periodo de diseño, vida útil, periodo de retorno de diseño y periodo económico de diseño. Todos ellos son parámetros de diseño que deben tenerse en cuenta al construir una obra.

**Norma Técnica O.S. 060 Drenaje Pluvial Urbano (2006)**, indica que el sistema menor de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno entre 2 y 10 años. El periodo de retorno está en función de la importancia económica de la urbanización, correspondiendo 2 años a pueblos pequeños. El sistema mayor de drenaje deberá ser diseñado para el periodo de retorno de 25 años.

El diseñador podrá proponer periodos de retorno mayores a los mencionados según su criterio le indique que hay mérito para postular un mayor margen de seguridad debido al valor económico o estratégico de la propiedad a proteger.

### 2.5.2.2. Diseño de Secciones y Pendientes

**Hugo Alejandro Gálvez Álvarez (2004)**, indica que el cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning transformada sistema métrico para secciones circulares así:

$$V = \frac{0.003429xD^{2/3}xS^{1/2}}{n}$$

En el cual:

V = Velocidad del flujo a sección llena (m/s)

D = Diámetro de la sección circular (pulg.)

S = Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning o Kutter

n = 0.015 para tubos de 24 pulgadas y menores

n = 0.013 para tubos mayores de 24 pulgadas

Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en sus extremos más bajos.

### 2.5.2.3. Velocidad

**Hugo Alejandro Gálvez Álvarez (2004)**, indica que la velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas  $v/V$ , donde  $v$  es la velocidad del flujo y  $V$  es la velocidad a sección llena,  $v$  por norma debe ser mayor de 0.60 m/s, para que no exista sedimentación, y menor o igual que 3.00 m/s, para que no exista erosión o desgaste.

**Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Agua Potable, Agua, Tratada, Drenaje Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas Urbana (2011)**, indica que para los canales al igual que en las tuberías se deben de revisar la velocidad máxima y mínima de circulación, con objeto de poder controlar la sedimentación y erosión respectivamente. La velocidad se calcula con la fórmula:

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

Donde:

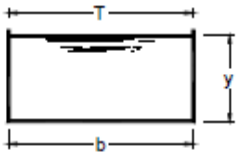
V= Velocidad del flujo en el canal en; m/seg.

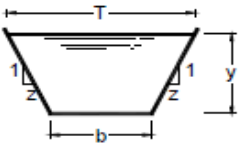
R= Radio hidráulico (a /p) en

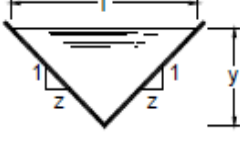
S= Pérdida de carga unitaria h/L (m/m)

n= Coeficiente de rugosidad (ver tabla N° 10).

**Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Agua Potable, Agua, Tratada, Drenaje Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas Urbana (2011)**, muestra a continuación se dan las principales características para tres de las principales formas usadas en canales.

Sección Rectángulo		Área A	Perímetro Mojado P
		$by$	$b + 2y$
Radio hidráulico r	Ancho superficial T	Profundidad hidráulica D	Factor de sección z
$\frac{by}{b + 2y}$	b	y	$by^{1.5}$

Sección Trapecio		Área A	Perímetro Mojado P
		$(b + zy) y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$
Radio hidráulico r	Ancho superficial T	Profundidad hidráulica D	Factor de sección z
$\frac{(b + zy) y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2zy$	$\frac{(b + zy) y}{b + 2zy}$	$\frac{[(b + zy) y]^{1.5}}{\sqrt{b + 2zy}}$

Sección Triángulo		Área A	Perímetro Mojado P
		$zy^2$	$2y\sqrt{1 + z^2}$
Radio hidráulico r	Ancho superficial T	Profundidad hidráulica D	Factor de sección z
$\frac{zy}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zy$	$\frac{1}{2} y$	$\frac{\sqrt{2}}{2} zy^{2.5}$

**Gráfico 2:** Características geométricas tres de las principales formas usadas en canales

### La velocidad mínima permisible.

**Villón Béjar Máximo** (2004), sostiene que es aquella velocidad que no permite sedimentación, valores experimentales indican que este valor mínimo es 0.30 m/s, velocidades menores. Disminuyen la capacidad de conducción del canal.

**Ing. Edgar Sparrow Álamo** (2008), menciona que en general puede adoptarse una velocidad media de  $V_m = 0.6 \text{ m/s} . 0.91 \text{ m/s}$  cuando el porcentaje de limos presente en el canal es pequeño y una velocidad media no inferior a  $V_m = 0.76 \text{ m/s}$ ; prevendrá el crecimiento de vegetación

### La velocidad máxima permisible:

**Villón Béjar Máximo** (2004), sostiene que es algo bastante complejo y generalmente se estima empleando la experiencia local o el juicio del ingeniero; las siguientes tablas nos dan valores sugeridos.

Es la velocidad que el agua alcanza en el canal sin que origine la erosión o desprendimiento de los materiales que conforman la caja del canal. En canales revestidos la velocidad máxima permisible es de promedio de 2.5m/seg.

**Krochin Sviatoslav** (1978), Sostiene la siguiente tabla para la velocidad máxima permisible:

**Tabla 5**

*Tabla para la velocidad máxima permisible*

<b>MATERIAL DE REVESTIMIENTO</b>	<b>VELOCIDAD MAX. (m/s)</b>
Suelo de ceniza volcánica	0.95
Tierra vegetal arcilla	1.15
Suelo arcilloso duro	1.5
Suelo con grava	1.8
Conglomerado	2.4
Concreto f'c 140 Kg/cm <sup>2</sup>	4.4
Concreto f'c 210 Kg./cm <sup>2</sup>	7.4
Planchas de acero.	20

**Características de los suelos**

**Velocidad Max. (m/s)**

Canales en tierra franca	0.6
Canales en tierra arcillosa	0.8
Canales revestidos con piedras y mezcla simple	1
Canales revestidos de mampostería de piedra y concreto	2
Canales revestidos con concreto	3
Canales en roca:	1.25
Pizarra	1.5
Areniscas consolidadas	3 a 5
Rocas duras, granito, etc.	

#### 2.5.2.4. Coeficiente de Escorrentía

**Norma Técnica O.S. 060 Drenaje Pluvial Urbano** (2006), menciona que la selección del valor del coeficiente de escorrentía deberá sustentarse en considerar los efectos de:

- Características de la superficie.
- Tipo de área urbana.
- Intensidad de la lluvia (teniendo en cuenta su tiempo de retomo).
- Pendiente del terreno.
- Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto.

El diseñador puede tomar en cuenta otros efectos que considere apreciables; proximidad del nivel freático, porosidad del subsuelo, almacenamiento por depresiones del terreno. etc.

Las tablas 6, 7 y 8, pueden usarse para la determinación de los coeficientes de escorrentía.

El coeficiente de escorrentía para el caso de áreas de drenaje con condiciones heterogéneas será estimado como un promedio ponderado de los diferentes coeficientes correspondientes a cada tipo de cubierta (techos, pavimentos, áreas verdes, etc.), donde el factor de ponderación es la fracción del área de cada tipo al área total.

#### 2.5.2.5. Intensidad de Lluvia

Según **Wilfredo Carranza Guzmán (1995)**, sostiene que la intensidad de la lluvia crítica de diseño, será determinada en función del período de retorno, utilizando el procedimiento descrito en el capítulo anterior.



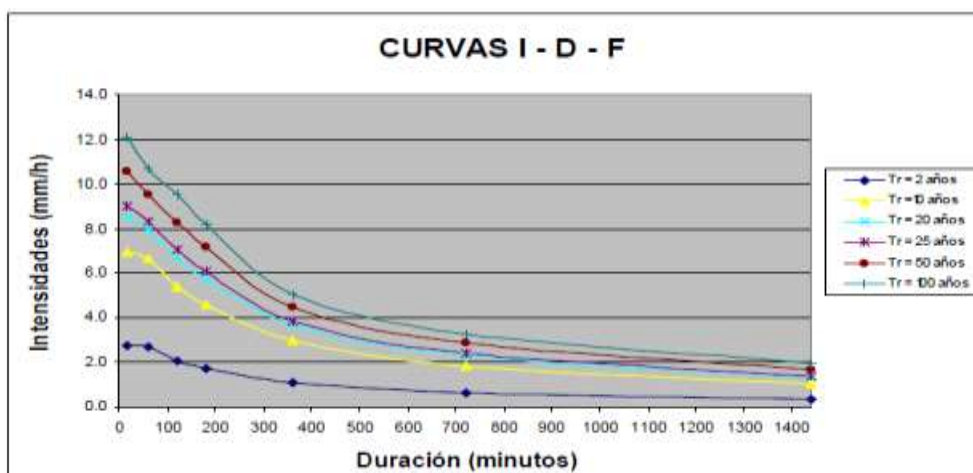
Según la **Norma Técnica O.S. 060 (1991)**, sustenta La intensidad de la lluvia de diseño para un determinado punto del sistema de drenaje es la intensidad promedio de una lluvia cuya duración es igual al tiempo de concentración del área que se drena hasta ese punto, y cuyo periodo de retorno es igual al del diseño de la obra de drenaje.

**Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2008)**, indica que la intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. Comúnmente se utiliza la intensidad promedio, que puede expresarse como:

$$I = \frac{P}{T_d}$$

El **Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2008)**, hace mención que para la intensidad se utiliza curvas IDF y las para determinar estas curvas IDF se necesita contar con registros pluviográficos de lluvia en el lugar de interés y seleccionar la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de realizar un estudio de frecuencia con cada una de las series así formadas.

Así se consigue una asignación de probabilidad para la intensidad de lluvia correspondiente a cada duración, la cual se representa en un gráfico único de intensidad vs. Duración, teniendo como parámetro el período de retorno, tal como se muestra en el ejemplo:



**Gráfico 3:** Ejemplo Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia para lluvia máxima

#### 2.5.2.6. Tiempo de Concentración

**Wilfredo Carranza Guzmán (1995)**, sostiene que el tiempo de concentración de la escorrentía desde el punto más alejado, determina la duración de la intensidad de la lluvia

crítica de diseño, ya que se considera que la máxima concentración de agua en el punto de recogimiento o punto de aplicación de la fórmula racional, se dará en el instante cuando toda el área tributaria está contribuyendo. En el medio urbano las calles son los principales conductores del agua lluvia, produciéndose en estas altas velocidades y, por lo tanto, tiempos relativamente cortos de concentración, o de transporte.

En correspondencia a las partes en que discurre el flujo, el tiempo de concentración para un punto o tramo dado de la red, es definido como el tiempo que tarda una partícula de agua desde el punto más retirado de la cuenca hasta el extremo aguas arriba de dicho tramo.

Para nuestro caso utilizaremos la expresión recomendada por Kerby – Hathaway.

$$t_c = \left[ \frac{0.67 \cdot n \cdot L}{\sqrt{S}} \right]^{0.467}$$

Dónde:

$t_c$  = Tiempo de concentración (min).

$n$  =  $n$  es el coeficiente de rugosidad del cauce.

$L$  = Longitud del curso de agua (km)

$S$  = pendiente promedio del cauce principal (m/m)

**Tabla 6**

*Coefficiente de escorrentía para ser utilizados en el método racional.*

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes(jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Planos 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Planos 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58

Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Planos 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>AREAS NO DESARROLLADAS</b>							
<b>Área de Cultivos</b>							
Planos 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<b>Pastizales</b>							
Planos 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Bosques</b>							
Planos 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

**Tabla 7**

*Coefficiente de escorrentía promedio para áreas urbanas para 5 y 10 años de periodo de retorno.*

<b>Características de la superficie</b>	<b>Coefficiente de escorrentía</b>
<b>Calles</b>	
Pavimento Asfáltico	0.70 a 0.95
Pavimento de concreto	0.80 a 0.95
Pavimento de Adoquines	0.70 a 0.85
<b>Veredas</b>	0.70 a 0.85
<b>Techos y Azoteas</b>	0.75 a 0.95
<b>Césped, suelo arenoso</b>	
Plano ( 0 - 2%) pendiente	0.05 a 0.10
Promedio ( 2 - 7%) pendiente	0.10 a 0.15
Pronunciado (>7%) pendiente	0.15 a 0.20
<b>Césped, suelo arcilloso</b>	
Plano ( 0 - 2%) pendiente	0.13 a 0.17
Promedio ( 2 - 7%) pendiente	0.18 a 0.22
Pronunciado (>7%) pendiente	0.25 a 0.35
<b>Praderas</b>	0.2

**Tabla 8**

*Coefficiente de escorrentía en áreas no desarrolladas en función del tipo de suelo.*

Topografía y Vegetación	Tipo de Suelo		
	Tierra Arenosa	Limo Arcilloso	Arcilla Pesada
<b>Bosques</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
<b>Pradera</b>			
<b>Plano</b>	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos de Cultivo</b>			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

**Heras, Rafael** (2001), sostiene que el valor del coeficiente de escorrentía será seleccionado en función de las características fisiográficas del terreno en el área tributaria.

La determinación exacta del coeficiente de escorrentía es complicada, debido a que está sujeto a variaciones por transformaciones artificiales de la superficie, tales como:

- Áreas construidas
- Calles asfaltadas
- Deforestación.

**Hugo Alejandro Gálvez Álvarez (2004)**, menciona que la escorrentía es el porcentaje del agua total llovida tomada en consideración, puesto que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de la alcantarilla natural o artificial. Esto se debe a la evaporación, infiltración, detención en oquedades del suelo, etc. Por lo que existirá diferente coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuando más impermeable sea la superficie.

La selección del valor del coeficiente de escorrentía según la norma OS -060 RNE deberá sustentarse en considerar los efectos de:

- Características de la superficie.
- Tipo de área urbana.

- Intensidad de la lluvia (teniendo en cuenta su tiempo de retomo).
- Pendiente del terreno.
- Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto.

#### 2.5.2.7. Información Pluviométrica

**Norma Técnica O.S. 060 Drenaje Pluvial Urbano (2006)**, indica que cuando el estudio hidrológico requiera la determinación de las curvas intensidad duración-frecuencia (IDF) representativas del lugar del estudio, se procederá de la siguiente manera.

Si la zona en estudio está en el entorno de alguna estación pluviográfica, se usará directamente la curva IDF perteneciente a esa estación.

Si para la zona en estudio sólo existe información pluviométrica, se encontrará la distribución de frecuencia de la precipitación máxima en 24 Horas de dicha estación, y luego junto con la utilización de la información de la estación pluviográfica más cercana se estimarán las precipitaciones para duraciones menores de 24 horas y para el período de - retorno que se requieran. La intensidad requerida quedará dada por  $I_{(t,T)} = P_{(t,T)} / t$  donde  $I_{(t,T)}$  es la intensidad  $i$  para una duración  $t$  y periodo de re-torno  $T$  requeridos; y  $P_{(t,T)}$  es la precipitación para las mismas condiciones.

Como método alternativa para este último caso pueden utilizarse curvas IDF definidas por un estudio regional. De utilizarse el estudio regional Hidrología del Perú IILA- UM - SENAMHI-11 1983 modificado, las fórmulas IDF.

Si el método racional requiere de intensidades de lluvia menores de una hora, debe asegurarse que la curva o relación IDF sea válida para esa condición.

#### 2.5.2.8. El Coeficiente de Rugosidad

**Ing. José del C. Pizarro Baldera (2013)**, menciona que la rugosidad que presenta la caja de un canal está dada por la fuerza de oposición que hacen las paredes del canal al libre flujo del agua.

**Tabla 9**  
*Algunos valores del coeficiente de rugosidad (n).*

Superficie de la caja de canal	“n”
Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.	0.01
Concreto muy liso.	0.012
Madera suave, metal liso.	0.014
Revestimiento de concreto (frotachado).	0.017
Canales en tierra, libres de vegetación y en buenas condiciones.	0.020
Canales en tierra con alguna vegetación y sección con geometría definida.	0.025
Canales en tierra con abundante vegetación.	0.035

**Villón Béjar Máximo(2004)**, indica que la rugosidad depende del cauce y el talud, dado a las paredes laterales del mismo, vegetación, irregularidad y trazado del canal, radio hidráulico y obstrucciones en el canal, generalmente cuando se diseñan canales en tierra se supone que el canal está recientemente abierto, limpio y con un trazado uniforme, sin embargo el valor de rugosidad inicialmente asumido difícilmente se conservará con el tiempo, lo que quiere decir que en la práctica constantemente se hará frente a un continuo cambio de la rugosidad.

**Ven The Chow (1982)**, sostiene en forma práctica, los valores del coeficiente de rugosidad que se usan para el diseño de canales alojados en tierra están comprendidos entre 0.025 y 0.030 y para canales revestidos de concreto 0.015 y asimismo nos proporciona coeficiente de rugosidad para diferentes tipos de canales.

**Tabla 10**  
*Coefficiente de rugosidad para deficiente tipos de canales.*

TIPO DE CANAL Y DESCRIPCIÓN	MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
<b>A) Conductos cerrados fluyendo parcialmente llenos.</b>			
1) Cemento			
a) Pulido de superficie.	0.01	0.011	0.013
b) Mortero.	0.011	0.013	0.015
2) Concreto			
a) Alcantarilla, recta y libre de desperdicios.	0.01	0.011	0.013
b) Alcantarilla con codos, conexión y algunos desperdicios.	0.011	0.013	0.014
c) Terminado.	0.011	0.012	0.014
d) Cloaca con válvulas, entradas, etc. recto.	0.013	0.015	0.017
e) Sin terminar, con encofrado metálico.	0.012	0.013	0.014
f) Sin terminar, con encofrado pulido de madera.	0.012	0.014	0.016
g) Sin terminar, con encofrado común de madera.	0.015	0.017	0.02
<b>B) Canales revestidos o fabricados.</b>			
1) Metal corrugado.	0.021	0.025	0.03
2) Cemento			
a) Limpio en la superficie.	0.01	0.011	0.013
b) Mortero.	0.011	0.013	0.015
3) Concreto.			
a) Terminado con cuchara	0.011	0.013	0.015
b) Terminado con lechada	0.013	0.015	0.016
c) Terminado con grava en el fondo.	0.015	0.017	0.02
d) Sin terminar.	0.014	0.017	0.02
e) Gunita en sección correcta.	0.016	0.019	0.023
f) Gunita en sección ondulada.	0.018	0.022	0.025
g) Sobre roca excavada pareja.	0.017	0.02	
h) Sobre roca excavada irregular.	0.022	0.027	
4) Fondo de concreto terminado con lechada con los costados de:			
a) Piedra acomodada en mortero.	0.015	0.017	0.02
b) Piedra volcada en mortero.	0.017	0.02	0.024
c) Mampostería de piedra de partida cementada y revocado.	0.016	0.02	0.024
d) Mampostería de piedra partida cementada.	0.02	0.025	0.03
5) Fondo de grava con costado de:			
a) Hormigón encofrado.	0.017	0.02	0.025
b) Piedra volcada en mortero	0.02	0.023	0.026
c) Piedra partida suelta.	0.023	0.033	0.036

### 2.5.2.9. Caudal

**Morales Uchofen, Walter (2004)**, indica que viene a ser el volumen de agua medido por una unidad de tiempo, el cual se utiliza para determinar el dimensionamiento hidráulica de las estructuras.

### 2.5.2.10. Cunetas

**Sandoval Salazar, Néstor Raúl (2014)**, sostiene que son estructuras de drenaje pluvial de caminos y/o sistemas de drenaje urbanos, que se construyen en todos los tramos en ladera, corte cerrado, al pie del talud de corte, poblados con mucha precipitación y se utilizan para evacuar el agua de la zona de la vía, se ubican paralelas al eje del camino y de las viviendas.

La cuneta debe ser revestida cuando el suelo sea deleznable y la rasante de la cuneta sea igual o mayor de 4%, también puede ser revestida en rasantes leves, para reducir la rugosidad y asegurar el escurrimiento de las aguas.

Generalmente las cunetas descargan en una alcantarilla o aliviadero que puede ser establecido de acuerdo a la longitud de la cuneta, sus dimensiones y el caudal máximo que puede soportar la sección que presenta.

Generalmente, en los poblados que cuentan con desagüe pluvial lo más conveniente es tener cunetas anchas de poca profundidad que una angosta en forma de V. La erosión en cunetas superficiales anchas es menor, debido a que el agua se distribuye sobre una mayor superficie en espesores delgados, en lugar de concentrarse formando una profunda corriente angosta. Sin embargo, el costo de construcción de una cuneta ancha es considerable, de modo que en los tramos accidentados, se podrá aceptar por economía, cunetas más angostas que las mínimas especificadas.

La pendiente de una cuneta no es necesariamente paralela a la pendiente del camino. Años de experiencia han demostrado que el agua no fluirá fácilmente en cunetas que tengan una pendiente longitudinal de menos de 0.5 por ciento, especialmente si se permite que crezca con ellos césped suficientemente alto. Todas las cunetas, deberán tener por consiguiente, gradientes de por lo menos 0.5%.

Las dimensiones mínimas de las cunetas, serán fijadas de acuerdo a las consideraciones pluviométricas de la zona y el correspondiente diseño hidráulico.

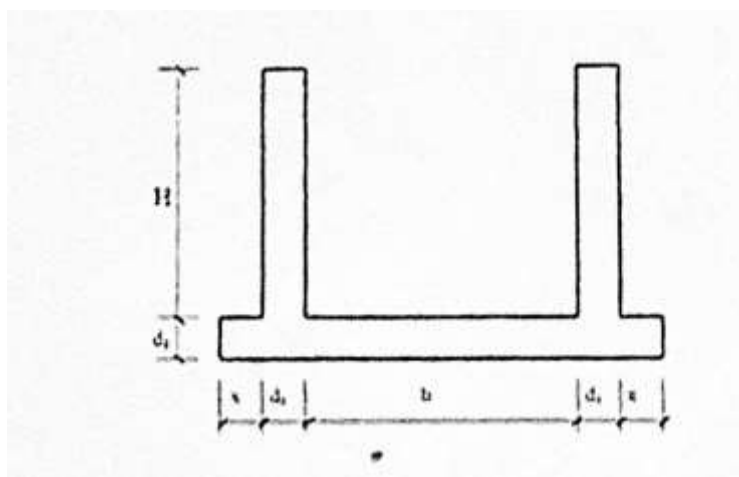


Se presenta a continuación algunas consideraciones ambientales, que se deberá tomar en cuenta.

- Las cunetas necesitan mantenerse limpias y protegidas de la erosión, ya sea con empedrado, vegetación, emboquillado de piedra o concreto
- El revestimiento de las cunetas es importante, debido a que el agua pueda infiltrarse de regreso hacia la base del camino, causando el deterioro de las viviendas y la superficie del camino.
- Es necesario limitar la pendiente de la cuneta de un 2% a 5%, cuando sea necesario hacer cunetas con pendientes mayores al 5%, cuando sea necesario hacer cunetas con pendientes mayores al 5%, se deberá reducir la velocidad del agua con diques de contención o se debe revestir
- Si en el mantenimiento se constata que las cunetas no tienen suficiente capacidad para la intensidad pluvial local, se debe agregar desfogues intermedios entre las alcantarillas existentes.

#### 2.5.2.10.1. Diseño Estructural de Cunetas

**Morales Uchofen, Walter** (2004), indica que Consiste en determinar las dimensiones y cantidades de refuerzo que contendrá la cuneta en función de las solicitaciones de carga que se presentan.



**Gráfico 4:** Sección Típica Cuneta

En el cálculo estructural se tiene en cuenta los diferentes casos extremos que pueden presentarse durante la vida útil de la obra de arte, los casos extremos que se podrían presentar, son los siguientes:

### A.1.CASO I: Poza sin agua, Terreno seco

Con relleno a ambos lados de las paredes laterales, una sobrecarga equivalente del camión de diseño  $H_{20}S_{16}$  ( $q_s = 1000\text{kg/m}^2$ ), y sobre carga del pavimento  $q_p = 400\text{kg/m}^2$ , tal como se muestra en el siguiente gráfico.

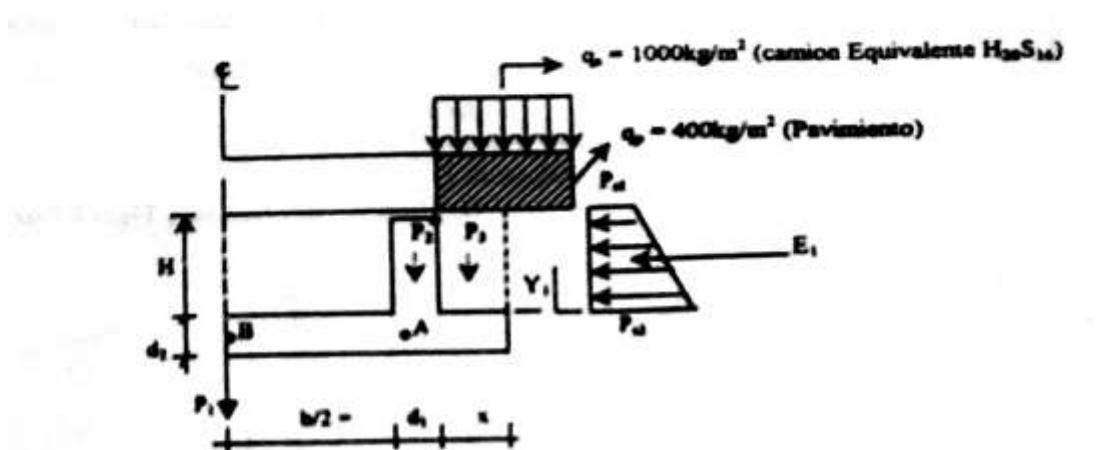


Gráfico 5: Poza sin Agua, Terreno Seco

### A.2.CASO II: Poza llena hasta la cota superior de la pared lateral, Terreno seco

Con relleno a ambos lados de las paredes laterales, y nivel freático en el interior de la cuneta hasta la cota superior del mismo, con una sobrecarga del pavimento  $q_p = 400\text{kg/m}^2$ , tal como se muestra en el gráfico a continuación.

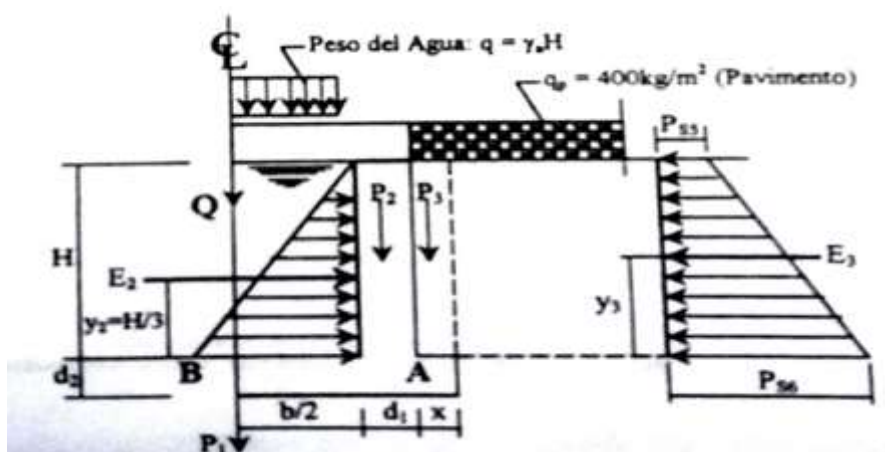
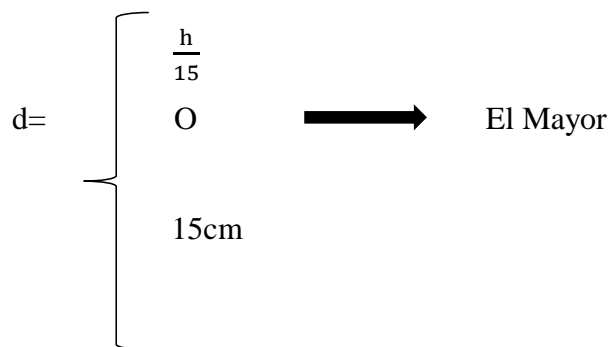


Gráfico 6: Poza llena hasta la cota superior de las paredes laterales, terreno Seco

Para iniciar el cálculo se estima un primer valor para el espesor de las paredes y loza. Tomando una recomendación práctica, tanto para las paredes y loza con un valor inicial  $d=h/15$ , donde  $h$  es la altura de las paredes laterales.

Sin embargo, por razones constructivas (vaciado del concreto), se tiene que tomar como mínimo  $d_{\min} = 0.15$ , o sea:



Luego se calcula para cada paso (caso I y caso II):

- El momento en el punto A
- El momento en el punto B
- La seguridad contra la sub-presión
- La presión de la estructura sobre el terreno

**A.1.CASO I**

El momento en punto A (ver gráfico N°05) se genera por las presiones.

Las expresiones de los esfuerzos que se generan son las siguientes:

$$K_a = Tg^2 \left( 45^\circ - \frac{\Phi}{2} \right) \dots \dots \dots (01)$$

$$P_{s1} = K_a \gamma_s h_{s/c} = K_a \gamma_s \frac{(q_s + q_p)}{\gamma_s} = K_a (q_s + q_p) \dots \dots \dots (02)$$

$$h_{s/c} = \frac{(q_s + q_p)}{\gamma_s} \dots \dots \dots (03)$$

$$P_{s2} = K_a \gamma_s [H + h_{s/c}] \dots \dots \dots (04)$$

$$M_A = E_1 Y_1 \dots \dots \dots (05)$$

Donde:

$K_a$  = Coeficiente de empuje activo.

$P_{si}$  = Presiones debidos a los empujes activos correspondientes ( $kg/m^2$ )

$\Phi$  = Angulo de fricción interna en grados sexagesimales

$\gamma_s$  = Peso específico del suelo en ( $kg/m^3$ )

$h_{s/c}$  = Altura equivalente en metros debido a la sobrecarga del camión  $H_{20}S_{16}$  ( $q_s$ ) y del pavimento ( $q_p$ )

$\gamma_a$  = Peso específico del suelo en (kg/m<sup>3</sup>)

( $\gamma_a = 1000\text{kg/m}^2$ )

$E_i$  = Empujes activos (kg/m)

$Y_i$  = Posición de los empujes activos respecto a la cara superior de la loza inferior del canal (m).

$H$  = Altura de las paredes laterales de la cuneta (m).

$M_A$  = Momento en el punto A (kg-m)

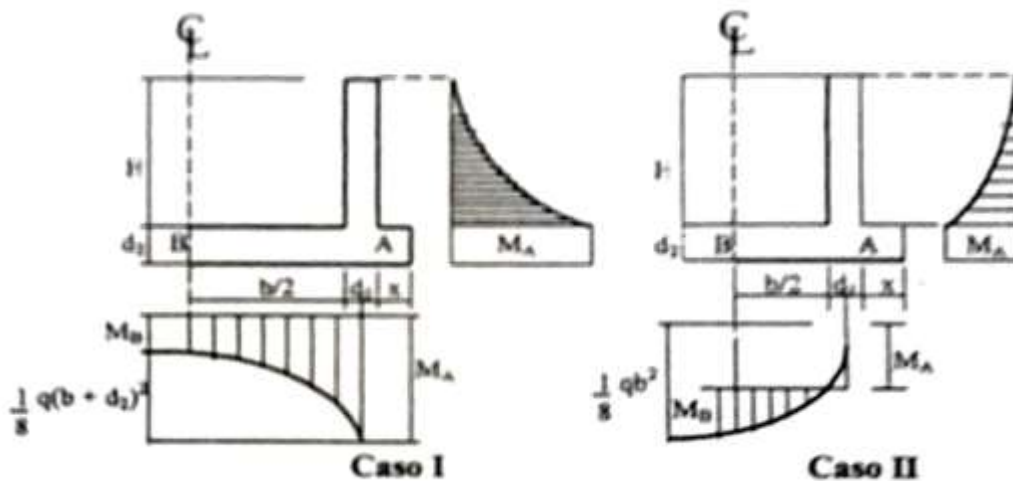
El momento en punto B se calcula teniendo en cuenta  $M_A$  y sub-presión “q” (kg/m)

$$q = \gamma_a (h+d_2) \dots\dots\dots (06)$$

Luego según el gráfico siguiente se obtiene:

$$M_B = M_A - 1/8 q (b+d_1)^2 \dots\dots\dots (07)$$

El momento en el punto B puede ser positivo o negativo, a continuación se muestra los diagramas de momentos para ambos casos (Caso I y Caso II):



**Gráfico 7:** Diagrama de momentos para el Caso I y Caso II

Seguridad Contra la Sub-Presión (Ver gráfico 6):

El peso de la estructura se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$P_1 = (b + 2d_1 + 2x) d_2 \gamma_c \dots\dots\dots (08)$$

$$P_2 = d_1 H \gamma_c \dots\dots\dots (09)$$

$$P_3 = \gamma_c H x \dots\dots\dots (10)$$

Dónde:  $\gamma_c$  = Peso específico del concreto,

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/cm}^3$$

La sub presión kg/m se puede expresar así:

$$Q = q (b + 2d_1 + 2x) \dots\dots\dots (11)$$

Presión de la estructura sobre el terreno.

La presión de la estructura sobre el terreno es:

$$\sigma_r = \frac{P_1 + 2P_2 + 2P_3 - Q}{(b + 2d_1 + 2x)10000} \dots\dots\dots (12)$$

Luego debe cumplirse que:

$$F = \frac{\sigma_1}{\sigma_r} \geq 2 \dots\dots\dots (13)$$

Donde:

$\sigma_T$  = Presión de la estructura sobre el terreno (Kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_t$  = Capacidad portante del suelo (Kg/cm<sup>2</sup>)

**A.2.CASO II**

El momento en el punto “A” se calcula según el gráfico N° 06, se obtiene las siguientes ecuaciones:

$$h = \frac{qp}{\gamma_s} \dots\dots\dots (14)$$

$$Y_5 = \frac{H^2 - 3Hh'}{3(H - 2h')} \dots\dots\dots (15)$$

Empuje del Agua “E<sub>4</sub>” (Kg/m)

$$E_4 = \frac{1}{2} \gamma_a H^2 \dots\dots\dots (16)$$

$$E_5 = \frac{1}{2} K_a \gamma_s (H + 2h') H \dots\dots\dots (17)$$

El Momento en el punto “A”

$$M_A = \frac{1}{3} H E_4 - E_3 Y_3 \dots\dots\dots (18)$$

El Momento en el punto “B” se calcula según

La siguiente ecuación:

$$M_B = -M_A + \frac{1}{2}q b^2 \dots\dots\dots(19)$$

Donde:

$$q = \gamma_a H \dots\dots\dots (20)$$

Presión de la estructura sobre el terreno ( $\sigma_T$ ) para esto se tiene en cuenta las siguientes ecuaciones obtenidas (las Ec. 8, 9,10).

$$P_1 = (b + 2d_1 + 2x) d_2 \gamma_c \dots\dots\dots (08)$$

$$P_2 = d_1 H \gamma_c \dots\dots\dots (09)$$

$$P_3 = \gamma_c H x \dots\dots\dots (10)$$

$$Q = \gamma_a H b \dots\dots\dots (21)$$

Entonces:

$$\sigma_T = \frac{P_1 + 2P_2 + 2P_3 + Q}{(b + 2d_1 + 2x)10000} \dots\dots\dots (22)$$

### A.3. Calculo del Refuerzo

El refuerzo se calcula conforme a la norma para concreto ciclópeo y armado del Reglamento Nacional de Edificaciones y en base al diseño a la rotura. La calidad del concreto será  $f^c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  para obras de arte y  $f^c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  para cunetas y la calidad de la armadura  $f^y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### A.3.1. Criterios Generales para el Diseño

##### Refuerzo de Repartición por Contracción y

##### Temperatura ( $A_{st}^{\circ}$ )

Es el refuerzo perpendicular al principal.

Los espaciamientos "S" permisibles son:

$$0.45 \text{ m} > S < 5d \dots\dots\dots (23)$$

$$S = A_b / A_S \dots\dots\dots (24)$$

Cuantías Mínimas a usar, serán:

$$\text{Para: muros } P_{\min}^{\circ} = 0.0025 \dots\dots\dots (25)$$

$$\text{Losas } P_{\min}^{\circ} = 0.0018 \dots\dots\dots (26)$$

Luego las áreas de refuerzo por temperatura “ $A_{s_t}$ ”, serán:

Para: muros  $A_{s_t} = 0.0025 b d_T$

Losas  $A_{s_t} = 0.0018 b d_T$

Donde:

S = Espaciamiento entre barras de acero, distribuidos en un metro de ancho

$d_T$  = Altura total o espesor total dl elemento en (cm)

$A_s$  = Área total de refuerzo ( $\text{cm}^2$ )

b = Ancho del elemento, para nuestro caso  $b=100$  cm

### **Refuerzo Mínimo de Elementos Sujetos a Tracción ( $A_{s_{\min}}$ ).**

Las cuantías mínimas a usar para

$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ , serán:

Para: muros  $P_{\min t^\circ} = 0.0015$

Losas  $P_{\min t^\circ} = 0.0017$

Luego las áreas del refuerzo mínimo “ $A_{s_{\min}}$ ”, serán:

Para: muros  $A_{s_{\min}} = 0.0015 b d \dots\dots\dots (27)$

Losas  $A_{s_{\min}} = 0.0017 b d \dots\dots\dots (28)$

Donde:

d = Distancia de la fibra extrema en compresión al centro del refuerzo de tracción (cm).

### **Recubrimiento de concreto para el refuerzo (r)**

Consideramos lo siguiente:

$r = 0.075\text{m}$  Para el refuerzo de zapatas y otros miembros estructurales principales en los que el concreto se deposita contra el suelo

$r = 0.050\text{m}$  Para barras mayores que la N°5( $\phi 5/8$ ”) en superficie de concreto que van a estar en contacto con el suelo después del desencofrado.

$r = 0.050\text{m}$  Para barras menores que la N° 4 ( $\phi 1/2''$ ) en superficie de concreto que van a estar en contacto con el suelo después del desencofrado.

### A.3.2. Elementos Rectangulares con Refuerzo de Tracción Únicamente

El momento resistente a la rotura será calculado, según:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left[ d - \frac{a}{2} \right]} \dots\dots\dots (29)$$

$$A = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \dots\dots\dots (30)$$

Donde:

$A_s$  = Área del refuerzo en tracción ( $\text{cm}^2$ )

$f_y$  = Límite de fluencia del refuerzo, se usara  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ .

Donde:

$d$  = Distancia de la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo de tracción (cm).

$a$  = Profundidad del prisma rectangular de esfuerzos (cm).

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, se usara  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$b$  = Ancho de la cara en compresión de un elemento sujeto a flexión (cm), para nuestro caso  $b = 100 \text{ cm}$

$\phi$  = Factor de reducción de capacidad, se usara el factor par flexión y tracción simple  $\phi = 0.90$

La cuantía (P) de refuerzo no excederá de 0.75 de la cuantía balanceada ( $P_b$ ), que produce la condición de falla balanceada, es decir debe cumplirse.

$$P = \frac{A_s}{b d} < 0.75 P_b \dots\dots\dots (31)$$

$$P_b = \frac{0.85 \beta f'_c}{f_y} \cdot \frac{6100}{6100 + f_y} \dots\dots\dots (32)$$

Donde:

$\beta = 0.85$  para  $f'_c$  hasta  $280 \text{ kg/cm}^2$  y se reducirá 0.05 por cada  $70 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia en exceso a  $280 \text{ kg/cm}^2$ .



Para concreto de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ , el  $P_{\text{max}} = 0.01$

**A.3.3. Resistencia a la Rotura por Fuerza Cortante ( $\tau$ )**

El esfuerzo cortante nominal en la rotura “ $\tau_u$ ”, como medida de la tracción diagonal, es:

$$\tau_u = \frac{V_u}{b d} \dots\dots\dots (33)$$

El esfuerzo cortante nominal que tomara el concreto “ $\tau_c$ ”, es:

$$\tau_c = 0.5 \phi \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (34)$$

Donde:

$$V_u = 1.8 V \dots\dots\dots (35)$$

$V$  =Cortante en el elemento, producto del análisis estructural.

$\phi$  = Factor de reducción,  $\phi = 0.85$  (para elementos sometidos a tracción diagonal, adherencia y anclaje).

Debe cumplir lo siguiente:

$$\tau_u < \tau_c \text{ (ok)} \dots\dots\dots (36)$$

**2.5.2.11. Alcantarillas**

**Frederick Merrit**, sostiene que las alcantarillas son obras de drenaje Transversal, que canalizan el agua de un lado de la vía hacia otro, cualquiera que sea su procedencia, ayudando a controlar el flujo de agua y reduciendo la velocidad para aminorar la erosión.

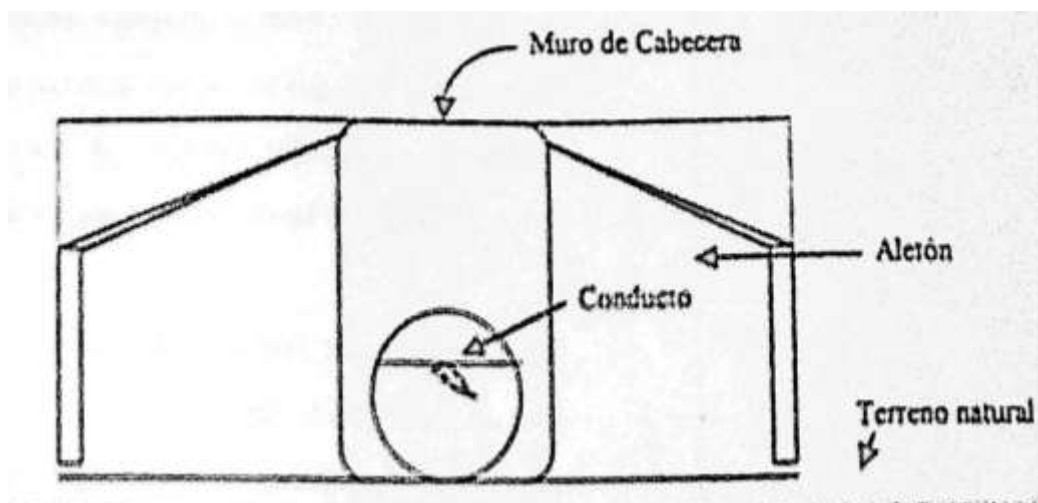
Las alcantarillas se proyectan a partir de tres elementos fundamentales: Diseño hidráulico, Diseño Geométrico, Diseño Estructural; una combinación adecuada de estos tres factores garantiza un diseño racional de estas obras de arte y el cumplimiento de su contenido a través del tiempo.

La definición de alcantarilla abarca a todo tipo de conducto cerrado utilizando en el drenaje de autopistas, carreteras y caminos.

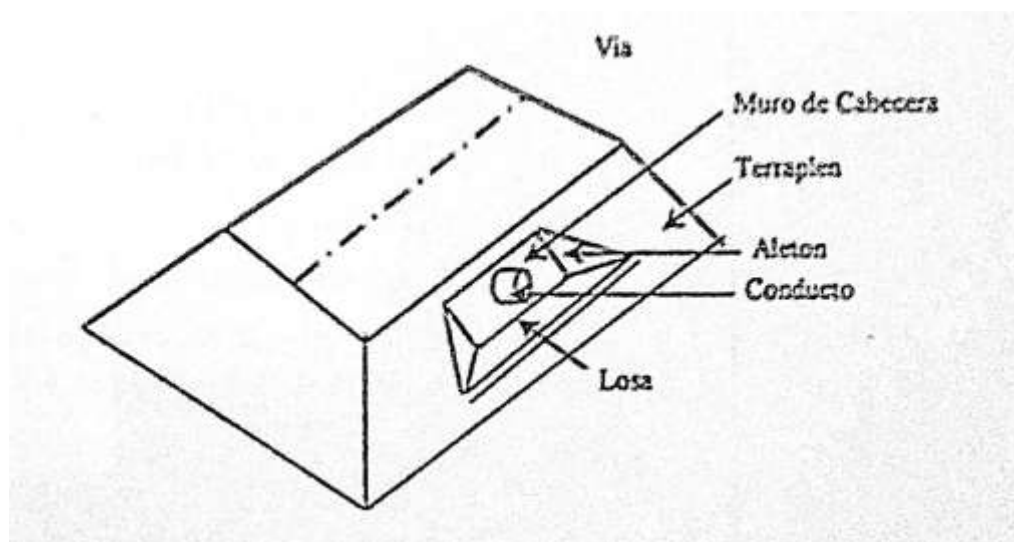
#### 2.5.2.11.1. Partes de una Alcantarilla

Los elementos que conforman una alcantarilla son los siguientes:

- El conducto o cañón.
- Los muros de cabecera
- Los aletones
- Losa inferior y superior
- Dispositivo de protección a la entrada



**Gráfico 9:** Sección Típica Cuneta.



**Gráfico 8:** Isométrico

Los elementos o cañones pueden tener sección circular, rectangular, de arco y elíptica. El material utilizado en su construcción puede ser de hormigón armado, barro vitrificado, hierro colado o acero corrugado, aunque en ocasiones se ha empleado la mampostería de piedra y la madera tratada.

El muro de cabecera tiene como finalidad retener la tierra del talud del terraplén y evitar que se derrame en el conducto, obstruyendo, tanto la entrada como la salida. Su altura debe estar por encima de la parte superior del conducto, recomendándose como mínimo 0.3m se debe empotrar en el terreno natural debajo de la boca del conducto por razones de cimentación y erosión.

En el caso de las alcantarillas tipo cajón se distinguen la losa inferior y la losa superior. La losa inferior extiende hasta los extremos de los aletones, a los cuales va unido por su base. En el extremo de dicha losa se construye una pantalla o dentellón, cuyo objetivo es impedir que el terraplén, tanto a la entrada como a la salida, socave el terreno bajo la losa y se produzca un mal funcionamiento de la estructura o su rotura al cabo del tiempo.

#### **2.5.2.12. Rápida**

**Morales Uchofen, Walter** (2004), indica que son estructuras que sirven para conectar dos tramos de un canal, cuyo desnivel es bastante grande de una longitud relativamente corta.

Para el diseño es necesario conocer las propiedades hidráulicas, las elevaciones de la rasante y de las secciones del canal aguas arriba y aguas debajo de la rápida, asimismo el perfil longitudinal del tramo donde se ubica la estructura.

Una rápida consta de las siguientes partes:

- **Transición de Entrada.**
- **Sección de control**, es la sección de correspondiente entre la sección de control y el principio de la trayectoria, puede tener de acuerdo a la configuración del terreno varias pendientes, pudiendo ser de sección trapezoidal o rectangular, es necesario poner atención en el aumento del volumen de la corriente por acción del aire incorporado cuando las velocidades halladas exceden 10 m/seg.

- **Trayectoria**, es una curva parabólica vertical, que une la pendiente última de la rápida con el plano inclinado del principio del colchón amortiguador, de tal manera que debe diseñarse de modo que la corriente de agua permanezca en contacto con el fondo del canal y no produzca vacíos.
- **Tanque o colchón amortiguador**
- **Transición de salida**

#### 2.5.2.13. Posa de Disipación de Energía

**Elmer García Rico**, afirma que es una estructura que se contribuye o pie de una rápida o caída, y tiene por función absorber el resalto hidráulico que se produce debido a la intersección brusca de dos tramos de canal.

#### 2.5.2.14. Tipos de Flujo

Un flujo en movimiento es un fenómeno que no puede ser expresado matemáticamente en forma exacta, debido a condiciones exteriores complejas y variables

El flujo de un canal depende básicamente de los efectos de las fuerzas viscosas y de gravedad, existen pues dos regímenes en el escurrimiento de los fluidos: El Régimen laminar, Capilar, estratificado o de Poiseuille y el régimen turbulento llamado también hidráulico.

El régimen laminar ocurre muy raramente en los canales debido a la baja viscosidad cinemática del agua que es propio de corrientes y de velocidades pequeñísimas. El régimen Turbulento o Hidráulico, es propio de canales abiertos, donde nos permite definir la profundidad y velocidad media en una sección como las características que define el tipo de flujo en un canal.

#### Número de Froude

**Frederick Merrit**, indica que es un indicador del tipo de flujo y define la importancia relativa a las fuerzas gravitacionales e inerciales. Se define con la siguiente expresión:

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \frac{A}{T}}}$$

$F < 1$ , flujo sub-critico

$F = 1$ , flujo critico

$F > 1$ , flujo súper-critico

#### 2.5.2.14.1. Flujo sub- crítico: $F < 1$

Son aquellos cauces (ríos) que se caracterizan por tener pequeña velocidad y gran tirante. En este estado las fuerzas de gravedad se hacen dominantes, por lo que el flujo tiene baja velocidad, siendo tranquilo y lento. En este tipo de flujo toda singularidad tiene influencia hacia aguas arriba.

En un río el número de Froude ( $F$ ) generalmente es menor que 1 y se cumple que:

$$\frac{Q^2 T}{g A^3} < 1$$

Donde:

$Q$  = Caudal ( $m^3/s$ )

$T$  = Ancho de superficie (m)

$g$  = Gravedad ( $m/s^2$ )

$A$  = Área hidráulica ( $m^2$ )

#### 2.5.2.14.2. Flujo Crítico: $F = 1$

Es una sección de control, porque nos permite medir el flujo, debido a que la relación entre caudal y tirante es independiente de la rugosidad de canal y a otras circunstancias incontrolables, es este el principio que se basa los diferentes tipos de aforadores de caudal.

En este estado, las fuerza de inercia y gravedad están en equilibrio. En el régimen crítico, separa los ríos de los torrentes, correspondientes a:

$$\frac{Q^2 T}{g A^3} = 1$$

#### 2.5.2.14.3. Flujo Súper Crítico: $F > 1$

**Frederick Merrit**, afirma que en este estado las fuerzas de inercia son más pronunciadas, por lo que el flujo tiene una gran velocidad, siendo rápido y torrentoso. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencia hacia aguas abajo.

Corresponde al régimen denominado torrentes. En el que se cumple que:

$$\frac{Q^2 T}{g A^3} > 1$$

### 2.5.2.15. Taludes en Cunetas (Z)

**Morales Uchofen, Walter (2004)**, sostiene que los taludes en cunetas, se designan de la proyección horizontal a la vertical de la inclinación de las paredes laterales. La inclinación de las paredes laterales depende de factores varios, pero muy particularmente de la clase de terreno en donde se aloja la cuneta.

Mientras más inestable sea el material, menor será el ángulo de inclinación de los taludes. Los taludes más recomendables según tipo de material son:

**Tabla 11**

Taludes recomendables según tipo de material.

<b>Características de los suelos</b>	<b>Canales poco profundos</b>	<b>Canales profundos</b>
Roca en buenas condiciones	Vertical	0.25 : 1
Arcilla compactada o tierra		
Con recubrimiento de	0.5 : 1	1.0 : 1.0
Limoso - limoso	1.0 : 1.0	1.5 : 1.0
Limoso - arenoso	1.5 : 1.0	2.0 : 1.0
Arenas sueltas	2.0 : 1.0	3.0 : 1.0

Fuente: Ing<sup>o</sup> Walter Morales Uchofen, Infraestructura de Riego-Parte I, pág. 46

### 2.5.2.16. Ancho de solera (b)

**Morales Uchofen, Walter (2004)**, indica que resulta muy útil para cálculos posteriores fijar de antemano un valor para el ancho de solera, plantilla o base, con lo cual se puede manejar con facilidad las fórmulas para calcular el tirante. Está en función del caudal que transportara:

**Tabla 12**

Ancho de solera en relación con el caudal

<b>Caudal Q</b>	<b>Solera b</b>
<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>(m)</b>
Menor de 0.100	0.30
Entre 0.100 y 0.200	0.50
Entre 0.200 y 0.400	0.75
Mayor a 0.400	1.00

Fuente: Ing<sup>o</sup> Walter Morales Uchofen, Infraestructura de Riego-Parte I, pág. 46

### 2.5.2.17. Tirante (y)

**Morales Uchofen, Walter** (2004), sostiene que el tirante de agua viene a ser la altura o profundidad que alcanzara el agua en la cuneta, su cálculo depende de varios factores como son: Área hidráulica, velocidad, Talud y base o plantilla. Una regla empírica generalmente usada en los Estados Unidos, establece el valor máximo de la profundidad de las cunetas de tierra según la relación:

$$y = \frac{1}{2} A^{1/2}$$

Donde:

y = Tirante Hidráulico en m.

A = Área de sección transversal en m<sup>2</sup>

Otras fuentes establecen:

$$y = \frac{b}{3}$$

Donde:

b = Ancho de solera o base en m.

También se puede usar la relación:

$$\frac{B}{y} = 2 \operatorname{Tg} \left( \frac{\theta}{2} \right)$$

### 2.5.2.18. Área Hidráulica (A)

**Morales Uchofen, Walter** (2004), Afirma que está conformada por la caja propia de la cuneta, y está relacionada con la forma que adopta la sección que puede ser circular, rectangular, trapezoidal, triangular, etc.

Siendo los más comunes las formas trapezoidales que se obtiene usándola relación geométrica:

$$A = (b + Zy)y$$

Una vez calculado el ancho de la solera, talud y el tirante, o la ecuación de continuidad:

$$A = Q/v$$

Donde:

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/seg.

Z = Talud

### 2.5.2.19. Borde Libre (BL)

**Morales Uchofen, Walter (2004)**, sostiene que en la determinación de la sección transversal de las cunetas, resulta siempre necesario dejar cierta altura entre la superficie libre del agua que corresponde al tirante normal y la corona de los bordes, con margen de seguridad, a fin de absorber los niveles de agua extraordinarios que puedan presentarse por encima del caudal de diseño de las cunetas; debido a efectos de sufrir el incremento de caudal por la caída de lluvias o incremento de la rugosidad ( $n$ ) con el correr de los años, así tenemos:

$$BL = H - y$$

En la práctica es conveniente dejar un borde libre o resguardo igual a  $1/3$  del tirante:

$$BL = \frac{1}{3}y$$

Existen también otros criterios prácticos para designar el valor del borde libre:

**Tabla 13**

Borde libre en relación al caudal

Caudal $Q$ ( $m^3/s$ )	Borde Libre (m)
Menor de 0.50	0.30
Mayores que 0.50	0.40

Fuente: Ing° Walter Morales Uchofen, Infraestructura de Riego-Parte I, pág. 46

En relación con el ancho de la solera se tiene.

**Tabla 14**

Relación borde libre con ancho de solera

Ancho de la solera (m)	Borde Libre (m)
Hasta 0.80	0.40
De 0.80 a 1.50	0.50
De 1.50 a 3.00	0.60
De 3.00 a 20.00	1.00

Fuente: Ing. Walter Morales Uchofen, Infraestructura de Riego-Parte I, pág. 47



### 2.5.2.20. Profundidad Total de Cunetas (H)

**Morales Uchofen, Walter** (2004), indica que la profundidad total de la cuneta viene a ser la altura de la caja hidráulica y se encuentra una vez conocido el valor del tirante de agua y el borde libre, así tenemos:

$$H = y + BL$$

En forma práctica, para su construcción esta profundidad se suele redondear, asumiendo su variación al borde libre, de tal manera de obtener una medida que facilite el proceso constructivo.

### 2.5.2.21. Revestimiento de cunetas

**Morales Uchofen, Walter** (2004), sostiene que cuando el suelo es deleznable y la rasante de la cuneta es igual o mayor de 4%, esta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento.

El revestimiento puede además ser necesario para reducir la rugosidad de la cuneta y asegurar el escurrimiento del caudal en el caso de una pendiente longitudinal muy leve.

El revestimiento de las cunetas debe de satisfacer con los siguientes requerimientos:

- Disminuir las pérdidas por infiltración
- Protección contra la erosión
- Permite el flujo a mayor velocidad, permitiendo reducir la sección y por lo tanto más economía en su construcción.
- La capacidad de transporte de la cuneta es mayor, debido a un valor bajo del coeficiente de rugosidad.
- Evita el derrumbamiento de los taludes por humedecimiento.
- Evita el crecimiento de plantas acuáticas.
- Reduce considerablemente los costos por mantenimiento. Por lo tanto, un buen revestimiento debe de ser impermeable, resistente a la erosión, bajo costo de construcción y mantenimiento, resistente a acciones de agentes atmosféricos, plantas y animales.

### **2.5.2.22. Sistemas de drenaje urbano**

#### 2.5.2.22.1. Sistemas convencionales de drenaje.

Según **Castro Fresno, Daniel** (2004), El funcionamiento de los sistemas de drenaje urbano convencional, es de sobra conocido, ya que es el que de forma generalizada se aplica en todas nuestras ciudades para la gestión de las aguas pluviales y residuales. A pesar de ser conocido por todos este funcionamiento, los problemas que conllevan estos sistemas tradicionales como consecuencia de su utilización generalizada, no son reconocidos como evidentes y tienen una menor difusión.

**Valle Álvarez,** (2004), menciona que el drenaje urbano actual presenta problemas que pueden ser clasificados en tres categorías: cantidad, calidad y servicio. Los problemas de cantidad son los más perceptibles por todos, ya que su incidencia es visible y notable en el momento en el que se producen; por ejemplo, las inundaciones localizadas. Por su parte los problemas derivados de la calidad de las aguas no son detectables a simple vista, y su perjuicio se manifiesta a medio o largo plazo por la pérdida de calidad medioambiental sufrida en los medios receptores, pudiendo alterar ecosistemas completos. Es cierto, que en la última década y motivado por la aplicación de la Directiva Marco del Agua, el esfuerzo realizado para el tratamiento de las aguas ha hecho que estos problemas se vean reducidos, aunque esto no haya significado la erradicación total del problema. Por último, el servicio dado a la ciudadanía se ve alterado por los dos problemas anteriormente mencionados, y que se manifiestan como un perjuicio en la prestación de servicios; es decir, afección al tráfico, daños materiales, pérdida de comodidad, desnaturalización del entorno, falta de estética, etc.

**Según Rodríguez. J** (2008), indica que uno de los problemas que más preocupa a nuestra sociedad en estos momentos es la disponibilidad de agua potable y la degradación de los ecosistemas. Instituciones de algunos de los países más avanzados del mundo vienen reconociendo en los últimos años los múltiples beneficios derivados de afrontar la gestión del agua lluvia desde una perspectiva alternativa a la convencional, tendiendo hacia un desarrollo sostenible. De este modo emergen con fuerza los Sistemas Urbanos de Drenajes Sostenibles, cuya filosofía consiste en reproducir, de la manera más fiel posible, el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización o actuación humana. Su objetivo es mitigar tanto los problemas de cantidad como de calidad de las escorrentías urbanas, minimizando los impactos del desarrollo urbanístico y maximizando la integración paisajística y los valores sociales y ambientales de las actuaciones programadas.

### 2.5.2.23. Sistemas de Drenaje pluvial urbano

**Wilfredo Carranza Guzmán** (1995), menciona que en un estudio hidrológico para una urbanización, se pretende determinar la avenida máxima que afectara el área de influencia, lo cual permitirá seleccionar la sección transversal a usar en los conductos del drenaje pluvial.

El sistema de desagüe pluvial, como parte fundamental de la estructura básica de toda urbanización debe diseñarse de tal forma que brinde protección a los habitantes de la misma.

Para que un análisis del drenaje de aguas lluvias corresponda realmente a los objetivos que se pretenden, como es una correcta evacuación de las aguas lluvias en las zonas urbanas, es necesario que el estudio considere todos los elementos que afectan a los sistemas de drenaje pluvial urbano, teniendo en cuenta sus repercusiones en los recursos naturales. Ello solo es posible con el uso adecuado de la información disponible de la zona a estudiar.

**Guillén, Nohelia** (2013), menciona que los drenajes están conformados por ciertos componentes tales como:

Drenaje superficial: abarca las posibilidades del escurrimiento desde donde cae la lluvia hasta donde se desagua en el sistema primario o en el sistema secundario.

Está constituido por:

- Canaletas, cunetas y similares.
- Calles y vías en general incluyendo modificación de pendientes y secciones.
- Superficie en general (techos, jardines, parques, áreas pavimentadas y naturales, etc.).

**Drenaje Primario:** está constituido por los cursos naturales y por los conductos y obras construidos para proteger la vida de personas y evitar daños a propiedades.

**Drenaje Secundario:** es el conjunto de obras construidas para facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales sin perturbar indebidamente el tráfico de vehículos y personas; está constituido por:

- Colectores.
- Sumideros y estructuras especiales.
- Obras de almacenamiento.
- Obras de control de sedimentos y basura.
- Obras en pequeños cauces naturales.

### **2.5.2.24. Aspectos a considerar en el Diseño Sistemas de Drenaje Pluvial**

#### 2.5.2.24.1. A Tipos de sistemas a utilizar

**Cabrera Ripiele, Ricardo A.** (1989), menciona que cuando las pendientes son pronunciadas, las aguas de lluvia que corren a través de las calles, adquieren grandes velocidades y por lo tanto fuerzas de erosión, lo que combinado a la suavidad de la capa superficial del suelo, provoca el deterioro de las calles.

#### **2.5.2.25. Sistema superficial**

El sistema superficial tiene la ventaja de un menor costo y mantenimiento fácil, puesto que cada vecino podría limpiar la parte que le corresponde. La desventaja consiste en la dificultad y riesgo de accidente que causa a los vecinos al cruzar la cuneta y la destrucción de banquetas y paredes al no haber mantenimiento, además se pueden de obtener anchos de cunetas muy grandes, ya que el área está dentro de las zonas con alto grado de precipitación y esto obstaculizaría el paso de las personas como el de vehículos

##### 2.5.2.25.1. Área de Drenaje

**Wilfredo Carranza Guzmán** (1995), indica que el área de influencia está definida por la distribución de la escorrentía en función de la captación de flujo, así como las posibilidades de desalojo, por lo que se hace necesario determinar las direcciones superficiales de flujo. Así como también el sistema de colectores propuestos en el proyecto: definidos estos elementos y en base a ellos se puede definir las áreas de influencia del proyecto tomando como criterio que calle drena un área específica.

##### 2.5.2.25.2. Evaporación

**Ing. José del C. Pizarro Baldera** (2013), indica que es el fenómeno mediante el cual el agua retenida en las hojas y el agua que existe en la superficie del suelo, se evaporan.

Es considerado como un fenómeno puramente físico, es el paso del agua al estado de vapor, sin embargo hay otra evaporación, la provocada por la actividad de las plantas y que recibe el nombre de transpiración.

En muchas localidades existen zonas de suelos húmedos en las que la capa freática se halla muy próxima a la superficie, en estos casos, la evaporación del suelo es casi igual a la de una superficie libre de agua, mientras que con niveles freáticos más profundos, la

evaporación disminuye hasta anularse, cuando la humedad no llega a alcanzar la superficie del suelo por la acción de la capilaridad.

Existen factores que intervienen en la evaporación, pero los principales son los meteorológicos: radiación solar, temperatura del aire, la presión de vapor, el viento y en menor grado la presión atmosférica y características de la superficie evaporante como son:

- Tamaño de la superficie.
- Estado del área vecina a tal superficie.
- Salinidad del agua.
- Composición y textura del suelo.

Estos factores influyen en la mayor o menor evaporación, debido a que la radiación solar es el factor más importante.

#### **2.5.2.26. Consideraciones hidráulicas en el sistema de drenaje de zonas urbanas.**

##### 2.5.2.26.1. Estudio hidrológico

**Manual De Hidrología, Hidráulica Y Drenaje (2008)**, Menciona que la hidrología es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

Los estudios hidrológicos son fundamentales para: El diseño de obras hidráulicas, para efectuar estos estudios se utilizan frecuentemente modelos matemáticos que representan el comportamiento de toda la cuenca en estudio.

**Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Drenaje Sanitario y drenaje Pluvial (2011)**, la hidrología es utilizada principalmente en relación con el diseño y construcción de estructuras hidráulicas. Para la determinación de caudales máximos que se pueden esperar en un vertedor, en una alcantarilla de un sistema de drenaje urbano. La capacidad que se requiere para asegurar el suministro adecuado de agua para una zona de riego o para el abastecimiento de una ciudad. El efecto que producen los embalses y otras obras de control sobre las avenidas. El agua que puede bombearse sin sobre explotar un acuífero.

**Cabrera Ripiele, Ricardo A.** (1989), indica que el estudio hidrológico básico para una cuenca en estudio, hasta calcular el caudal máximo en un punto dado, este caudal varía dependiendo de cuál sea el fin del estudio hidrológico, tomando en cuenta la importancia de la obra.

#### 2.5.2.26.2. Orientación del flujo

**Norma Técnica O.S. 060 (2006)**, menciona que en el diseño de pistas se deberá prever pendientes longitudinales y transversales a fin de facilitar la concentración del agua que incide sobre el pavimento hacia los externos o bordes de la calzada. Las pendientes a considerar son: Pendiente Longitudinal ( $S_j$ ) > 0,501. Pendiente Transversal ( $S_t$ ) de 2% a 4%.

#### 2.5.2.26.3. Captación y Transporte de aguas Pluviales de calzada y aceras.

**Norma Técnica O.S. 060 (2006)**, indica que la evacuación de las aguas que discurren sobre la calzada y aceras se realizará mediante cunetas, las que conducen el flujo hacia las zonas bajas donde los sumideros captarán el agua para conduciría en dirección a las alcantarillas pluviales de la ciudad.

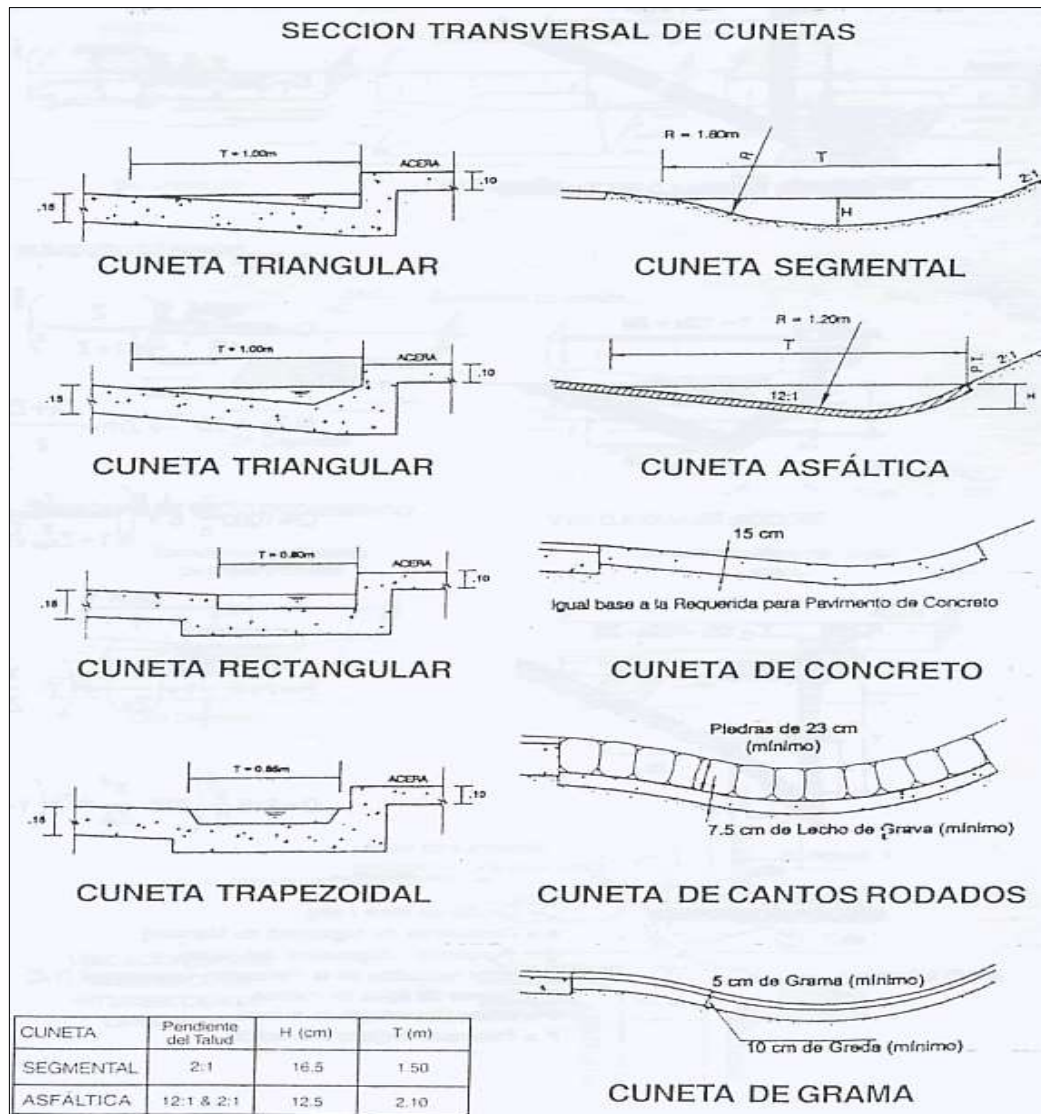
Las cunetas construidas para este fin podrán tener las siguientes secciones transversales:

- Sección Circular
- Sección Triangular
- Sección Trapezoidal Sección
- Compuesta Sección en V.
- Determinación de la capacidad de la cuneta

La capacidad de las cunetas depende de su sección transversal, pendiente y rugosidad de materia con que se construyan.

La capacidad de conducción se hará en general utilizando la Ecuación de Manning.

La sección transversal de las cunetas generalmente tiene una forma de triángulo rectángulo con el sardinel portando el lado vertical del triángulo. La hipotenusa puede ser parte de la pendiente recta desde la corona del pavimento y puede ser compuesta de dos líneas rectas.

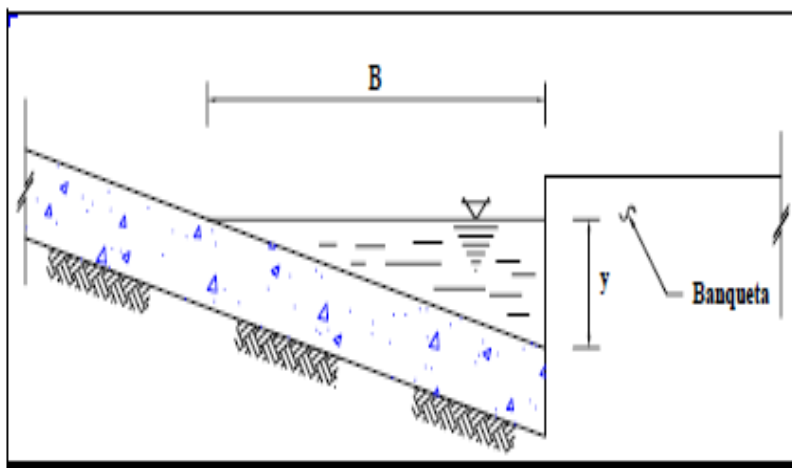


**Gráfico 10:** Sección Transversal de Cunetas

#### 2.5.2.27. Flujo en cunetas

**Manual de agua potable, alcantarillado (2007)**, indica que las cunetas son pequeños canales cuyo trazo es paralelo al eje del camino. Se ubican a los lados del camino y permiten captar y conducir el agua que fluye sobre el camino hacia las orillas del mismo (debido al bombeo o ligera pendiente que existe desde el centro y hacia los lados del camino).

En la siguiente gráfica se muestra una sección transversal (con escala vertical exagerada) de una cuneta típica, mostrada a partir del centro de la calle (eje de la calle).



*Gráfico 11:* Sección transversal típica de una cuneta en una calle

#### **2.5.2.28. Estructura de Drenaje Pluvial en caminos.**

**Manual de agua potable, alcantarillado (2007)**, menciona que las estructuras de captación y conducción empleadas en el diseño y construcción de alcantarillados pluviales se desarrollaron a partir del mejoramiento del drenaje pluvial en caminos. Por ello, conviene tratar desde el punto de vista hidráulico algunas de las estructuras originales utilizadas en el drenaje en caminos.

El drenaje en caminos se compone de estructuras superficiales y subterráneas, que se clasifican según la posición que tienen con respecto al eje del camino. Así, se tienen estructuras de drenaje longitudinal y transversal.

El drenaje longitudinal tiene un trazo paralelo al eje del camino y tiene como objetivo captar los escurrimientos que fluyen hacia o desde el camino en forma transversal al mismo. Entre las estructuras que forman este tipo de drenaje se encuentran: cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encauzamiento.

El drenaje transversal por su parte, da cauce al agua que cae sobre la corona del camino.

#### **2.5.3. Marco Conceptual: Terminología Básica**

Para obtener una interpretación uniforme de la Investigación presento un vocabulario en el que figuran términos que pueden tener varias acepciones en el lenguaje común, con el fin de que sean entendidos de acuerdo con la definición que se expone.



- a) **Red de drenaje pluvial.-** es un sistema de tuberías, coladeras e instalaciones complementarias que permite el rápido desalojo de las aguas de lluvia para evitar posibles molestias, e incluso daños materiales y humanos debido a su acumulación o al escurrimiento superficial generado por la lluvia.
- b) **Drenaje urbano.-** Drenaje de poblados y ciudades siguiendo criterios urbanísticos.
- c) **Duración de la lluvia.-** Es el intervalo de tiempo que media entre el principio y el final de la lluvia y se expresa en minutos.
- d) **Intensidad de la lluvia.-** Es el caudal de la precipitación pluvial en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en milímetros por hora (mm/hora) y también en litros por segundo por hectárea (lts / Ha).
- e) **Hidrología Urbana.-** Es la disciplina científica del medio ambiente que tiene por objeto el estudio del agua y de sus relaciones entre el manejo de las aguas de superficie y el desarrollo del espacio en medio urbano. La hidrología urbana está estrechamente ligada a una técnica urbana en particular, al drenaje.
- f) **Tiempo de concentración.-** Es definido como el tiempo requerido para que una gota de agua caída en el extremo más alejado de la cuenca, fluya hasta los primeros sumideros y de allí a través de los conductos hasta el punto considerado.
- g) **Caudal.-** Es el volumen de líquido que circula a través de una tubería, en una unidad de tiempo determinado.
- h) **Pendiente longitudinal.-** Es la inclinación que tiene el conducto con respecto a su eje longitudinal.
- i) **Rasante.-** Nivel de fondo terminado de un conducto del sistema de drenaje.
- j) **Revestimiento.-** Recubrimiento de espesor variable que se coloca en la superficie interior de un conducto para resistir la acción abrasiva de los materiales sólidos arrastrados por el agua y/o neutralizar las acciones químicas de los ácidos y grasas que pueden contener los desechos acarreados por el agua.
- k) **Alcantarillado Pluvial.-** Un sistema de alcantarillado de aguas lluvias es una red de tuberías utilizada para conducir la escorrentía de una tormenta a través de una ciudad.

#### **2.5.4. Hipótesis a demostrar**

El problema formulado nos lleva a plantearnos la siguiente hipótesis:

La propuesta de análisis de factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles mejora la calidad de vida de la población que habita el área de influencia del Asentamiento Humano La Florida.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. Materiales**

##### **3.1.1. Recursos Humanos**

- 02 Tesista Investigador
- 01 Asesor Docente de la F.I.C.A
- 01 Personal Auxiliar de campo

##### **3.1.2. Recursos Materiales**

- Software (Microsoft Office, entre otros).
- Software (Auto cad 2018, Civil 3D, HCANALES, etc.).
- Materiales de almacenamiento de datos (USB, CD) cartuchos de tinta para impresora, papel bond A4, lapiceros y otros.
- Textos especializados referentes al tema contemplado en el Marco Teórico, apuntes de clases de los Ciclos Académicos en la UNSM-T.
- Material y útiles de oficina
- Planos de detalle de la zona en contingencia.
- Movilidad y viáticos.

##### **3.1.3. Recursos de equipos**

- Laptop para la digitación, cálculo y diseño de la investigación.
- Cámara fotográfica.
- Impresora, para la impresión del Informe Final de Tesis.
- Plotter para la impresión de planos topográficos.

##### **3.1.4. Otros recursos**

- Viáticos
- Vehículo
- Combustible
- Fotocopias
- Internet

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Universo, Muestra, Población**

#### **3.2.1.1. *Universo***

Distrito de La Banda de Shilcayo.

#### **3.2.1.2. *Población***

Como población se consideró la información del Distrito de La Banda de Shilcayo principalmente del Asentamiento Humano La Florida.

#### **3.2.1.3. *Muestra***

Asentamiento Humano La Florida.

### **3.2.2. Sistema de Variables**

Las variables respecto al tipo y nivel de la presente investigación son las siguientes:

#### **3.2.2.1. *Variable independiente***

Propuesta de análisis de factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles para el sistema de alcantarillado pluvial urbano.

#### **3.2.2.2. *Variable dependiente***

Mejoramiento en la Infraestructura del sistema de alcantarillado pluvial urbano del Asentamiento Humano de la Florida en el distrito de la Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, región San Martín.

#### **3.2.2.3. *Variables Intervinientes***

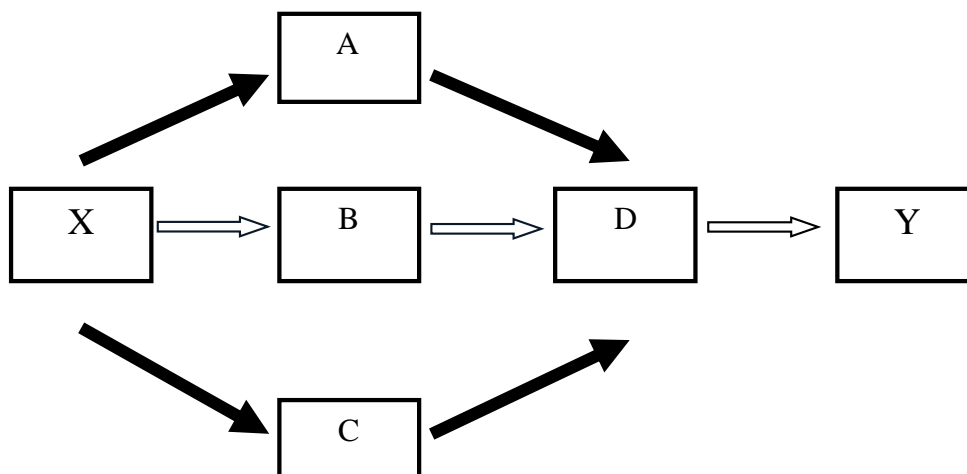
- Manejo adecuado de la seguridad vial
- Manejo adecuado de Reglamentos.
- Seguridad vial mediante información vertical y horizontal.

### **3.2.3. Diseño Experimental de la Investigación**

“Investigación Descriptivo – Aplicativa”; nivel: básico.

La presente investigación se realizará en campo y en Gabinete.

El diseño del Método de Investigación es el siguiente:



- X: Propuesta de análisis de factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles.**
- A: identificar los problemas que ocurren en este determinado lugar, que en este caso son originados por ciertos factores climáticos como son las precipitaciones, la cual ocasionan cierto malestar en los pobladores del Asentamiento Humano La Florida Distrito de La Banda de Shilcayo.
- B: Efectuar un estudio Topográfico, con el objetivo de conocer puntos clave en la longitud de las calles y el perfil longitudinal del eje de la sección transversal más satisfactoria y asimismo nos muestra el relieve uniforme o quebrado del suelo a lo largo del eje de la sección transversal diseñada, según esto se determinará la pendiente.
- C: Indagación y recopilación de información acerca del proyecto a realizar, la cual que contribuye en el mejoramiento del problema.
- D: con los debidos estudios de ingeniería (topográficos, hidráulicos,) y con la búsqueda de la información (referencias bibliográficas, entrevistas), nos permitirá por optar a mejorar las calles del asentamiento humano La Florida, mediante la propuesta de análisis de factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles.
- Y: Análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del Asentamiento Humano La Florida Distrito de la Banda de Shilcayo.**

### **3.2.4. Diseño de Instrumentos.**

Con la finalidad de brindar el soporte científico, técnico y tecnológico a esta investigación se ha procedido a efectuar lo siguiente:

#### **3.2.4.1. Técnicas**

Para la investigación de campo y gabinete se utilizaron las técnicas de observación, desarrollo de estudios básicos y procesamiento de datos. En el campo se recopiló información en la zona de estudio, con la finalidad de realizar el diagnóstico de la situación y problemática existente.

Para la investigación documental utilicé: textos, libros y revistas de la Biblioteca Especializada de la FIC-UNSM, libros y revistas especializadas particulares y también se hará uso de la biblioteca virtual (INTERNET) y normatividad y Reglamentos. Existen normas, manejo de costos, diseño de rutas en la obra, control de accidentes, facilidad de tráfico, evitar emergencias, seguridad vial.

#### **3.2.4.2. Instrumentos**

##### **3.2.4.2.1. Instrumentos Bibliográficos**

Se hizo uso de los libros y revistas que traten del tema en forma general y también de aquellos textos y revistas que tocan el tema en forma puntual.

### **3.2.5. Procesamiento de Información**

Se obtendrán información teórica referente al tema en estudio

- Se procederá a organizar la información según lo establecido por el reglamento de la UNSM-T.
- Comprendió la evaluación y análisis de la información siguiente:
  - ✓ Datos de Precipitaciones Máximas en 24 Horas de la Estación Meteorológica (1999-2018).
  - ✓ Mapa Físico del Catastro Urbano del Distrito de La Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín Región de San Martín.
  - ✓ Plano de levantamiento topográfico a escala 1:1000 de la zona de emplazamiento de las posibles obras del proyecto.

### **3.2.6. Análisis e interpretación de datos y resultados.**

El método empleado para el estudio socio económico consistió en recurrir a fuentes existentes (INEI) sobre la población beneficiaria, tipos de viviendas, existencia de servicios educativos, de salud y otros en la zona, elaborando cuadros respectivos.

Para el estudio hidrológico se utilizó el método de la formula racional, para la determinación de caudales (método directo o de aforo).

La hidráulica nos proporciona los principios básicos para el diseño y utilizaremos algunos de estos principios y algunas consideraciones prácticas.

Se diseñará secciones rectangulares con revestimiento de concreto que son las más usadas en el diseño del drenaje pluvial de calles.

### **3.2.7. Información del proyecto.**

#### **3.2.7.1. Información del proyecto.**

##### 3.2.7.1.1. Generalidades

El sistema de drenaje pluvial se diseñara para dar salida en forma eficaz y económica a toda el agua que fluye por la superficie de la vía además de evacuar el agua de las zonas adyacentes de las viviendas.

##### 3.2.7.1.2. Obras de drenaje

###### 3.2.7.1.2.1. Trabajo de campo

Consistió en efectuar un recorrido del área de influencia del Proyecto, en el Asentamiento Humano La Florida, distrito de La Banda de Shilcayo con la finalidad de observar y evaluar las características topográficas, relieve y aspectos hidrológicos de los cauces naturales y artificiales, así como la identificación y ubicación de estructuras hidráulicas existentes, tales como: cunetas, alcantarillas longitudinales, obras de toma, etc., así como tener una idea preliminar de las futuras obras que serán necesarias para el drenaje de las vías proyectadas.

El reconocimiento de campo ha permitido tener una apreciación de la situación actual de las características hidrológicas y de drenaje de las calles, avenidas y jirones antes mencionados, los cuales constituyen el área de drenaje total del Proyecto.

#### 3.2.7.1.2.2. Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete ha consistido en el analizar, procesar y obtener resultados a partir de los datos e información recopilada; llegándose en última instancia a estimar los caudales máximos de escorrentía superficial, con lo cual se realizarán los diseños de las diferentes obras hidráulicas que requiere la vía para su operación en cualquier etapa del año, tales como: alcantarillas longitudinales, Alcantarillas de cruce, Cunetas, etc.

Así mismo, la información obtenida en los cálculos hidrológicos, e hidráulicos, se contrastará con la información obtenida en campo, realizadas en base a las mediciones de las estructuras existentes, lo que nos permitirá evaluar si las estructuras tienen el diseño adecuado para absolver las solicitudes hidráulica de los drenes colectores y secundarios en época de grandes precipitaciones pluviales.

Esto también nos permitirá aplicar con mejor criterio los valores de los caudales calculados, para el diseño de las nuevas estructuras, logrando con ello que las estructuras de drenaje total de la vía materia del estudio funcionen correctamente a lo largo de su vida útil, si es que existen las condiciones de mantenimiento periódico que se requiere para este tipo de obras.

De la información obtenida en campo se ha podido establecer que el agua de escorrentía existente en el área de estudio, proviene exclusivamente de las precipitaciones pluviales caídas en el distrito de la Banda de Shilcayo.

#### 3.2.7.1.3. Estudios preliminares.

##### 3.2.7.1.3.1. Topografía.

En el Mapa Físico del Catastro Urbano del distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, región de San Martín se ha delimitado el área a intervenir Asentamiento Humano La Florida, efectuado en base a la verificación en campo y de la topografía del terreno, del sentido de los flujos de cada calle que conforma el sistema, con lo que se obtuvo las áreas colectoras de influencia de cada una de ellas. Así mismo, en el



levantamiento topográfico realizado al área de influencia del proyecto, se contempla la ubicación precisa de cada una de las calles y sentido de flujo.

Previamente se realizó el reconocimiento del terreno, etapa en la cual se investiga, razona y deduce el método más apropiado para llevar a cabo de una manera óptima el trabajo de campo, que consistió en lo siguiente:

- a. El levantamiento topográfico se realizó con una Estación Total marca TOPCON, Modelo ES-105, en el área del proyecto, partiendo de los BM'S y vértices de la poligonal de apoyo obteniendo los puntos topográficos, ubicación de las viviendas, linderos de predios o parcelas, calles, accesos, postes de luz teléfono, cunetas y alcantarillas existentes buzones y otros.
- b. En la fase de gabinete, que consiste en el Procesamiento de los datos y la digitalización de los planos, se ha empleado el programa AUTODESK CIVIL 3D y AUTOCAD 2018, obteniendo los planos de planta georreferenciado a curvas de nivel con una equidistancia de 0.50 m curvas secundarias y 2.50 m curvas principales y en una escala 1/750, los predios comprendidos en el proyecto, los caminos, infraestructura existente y todo lo solicitado en los términos de referencia.

#### 3.2.7.1.3.2. Área de Drenaje.

En la zona de influencia del proyecto materia del presente estudio, los drenes principales lo constituyen la Av. Ahuashiyacu, Jr. Las Begonias y el Jr. Las Amapolas, el cual recibe las aguas de las áreas de drenaje de las calles y jirones según la distribución de áreas.

#### 3.2.7.2. Análisis Hidrológico

Con la información obtenida de la oficina de estadística e informática del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), se ha procedido a efectuar el cálculo de la lluvia y escorrentías máximas a fin de determinar la capacidad de las estructuras hidráulicas a construirse, teniendo en consideración su período de vida útil asignada, así como los aspectos técnicos y económicos.

El análisis estadístico de la serie de datos de precipitación obtenida, se basa en las posibilidades de excedencia o no excedencia de las frecuencias de lluvia según el método de

distribución de valores extremos como es: Gumbell, Normal, Tipo I, para calcular precipitaciones para periodos de retorno de 02, 05, 10, 20, 50 y 100 años, ya que con estas precipitaciones se procedió oportunamente a la transformación de dicha lluvia en volumen de escorrentía.

**Tabla 15**

*Datos de estación pluviométrica.*

<b>DATOS DE ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA</b>						
<b>Estación</b>	TARAPOTO	<b>Coordenadas</b>	<b>Latitud</b>	06° 28'		
<b>Denominación</b>	CO	<b>UTM Huso 31 (m)</b>	<b>Longitud</b>	76° 22'	<b>Cota</b>	356 m.s.n.m.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

## 3.2.7.2.1. Datos de Precipitación

**Tabla 16***Datos mensuales de precipitación máxima en 24 hrs (mm).*

<b>DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HRS (mm)</b>													
<b>Año</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Máximo</b>
1999	79.30	42.50	39.30	16.90	54.50	17.50	27.90	23.00	11.30	17.30	48.80	46.50	79.30
2000	27.50	34.20	15.60	34.70	30.20	12.60	17.50	52.60	82.50	19.40	24.20	30.30	82.50
2001	16.20	32.00	35.00	75.90	40.30	13.80	40.60	21.30	24.30	61.00	30.00	42.20	75.90
2002	9.30	30.00	14.80	39.80	12.50	43.60	36.30	7.10	5.80	32.30	27.50	20.70	43.60
2003	74.00	37.00	54.60	33.10	37.60	27.50	17.80	18.00	18.00	84.50	40.20	52.20	84.50
2004	15.80	64.20	24.00	26.20	48.10	30.70	25.70	25.60	28.20	33.20	46.20	59.90	64.20
2005	15.90	33.70	48.80	44.00	22.40	26.80	16.30	15.50	26.00	45.00	71.00	9.30	71.00
2006	38.50	44.50	41.50	52.00	39.00	17.30	113.30	7.00	18.50	39.20	74.00	28.00	113.30
2007	37.00	7.50	48.00	21.00	45.40	16.50	60.00	46.20	45.20	37.80	63.50	18.50	63.50
2008	25.60	91.00	27.50	51.00	25.60	24.00	9.30	10.40	38.00	17.40	18.00	15.30	91.00
2009	29.40	49.00	28.00	35.50	36.50	47.00	9.10	25.00	31.50	18.40	25.50	42.00	49.00
2010	32.20	62.40	17.60	72.80	31.60	40.60	6.10	44.50	23.90	27.70	98.40	47.80	98.40
2011	42.40	11.80	63.20	51.90	31.50	65.20	49.20	14.50	21.60	24.60	49.20	61.80	65.20
2012	71.70	35.60	53.10	100.50	40.80	28.80	20.00	8.30	31.20	40.20	15.60	82.40	100.50
2013	71.70	32.70	45.30	27.40	32.10	20.10	15.00	49.00	41.80	27.00	64.50	28.40	71.70
2014	33.40	29.50	60.30	37.60	32.10	13.20	32.50	22.40	28.20	89.50	46.10	26.00	89.50
2015	28.40	40.90	16.40	43.70	34.40	40.20	12.80	34.60	13.70	32.90	64.20	60.30	64.20
2016	36.00	40.10	35.90	18.60	32.20	47.50	19.40	10.30	19.00	50.00	27.00	33.50	50.00
2017	51.20	73.60	62.90	51.80	36.00	39.60	19.50	30.80	47.70	15.70	72.50	63.70	73.60
2018	25.60	42.50	55.40	47.40	27.50	35.00	34.20	18.40	34.70	27.50	26.50	69.60	69.60
<b>MAX</b>	<b>79.30</b>	<b>91.00</b>	<b>63.20</b>	<b>100.50</b>	<b>54.50</b>	<b>65.20</b>	<b>113.30</b>	<b>52.60</b>	<b>82.50</b>	<b>89.50</b>	<b>98.40</b>	<b>82.40</b>	<b>113.30</b>

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

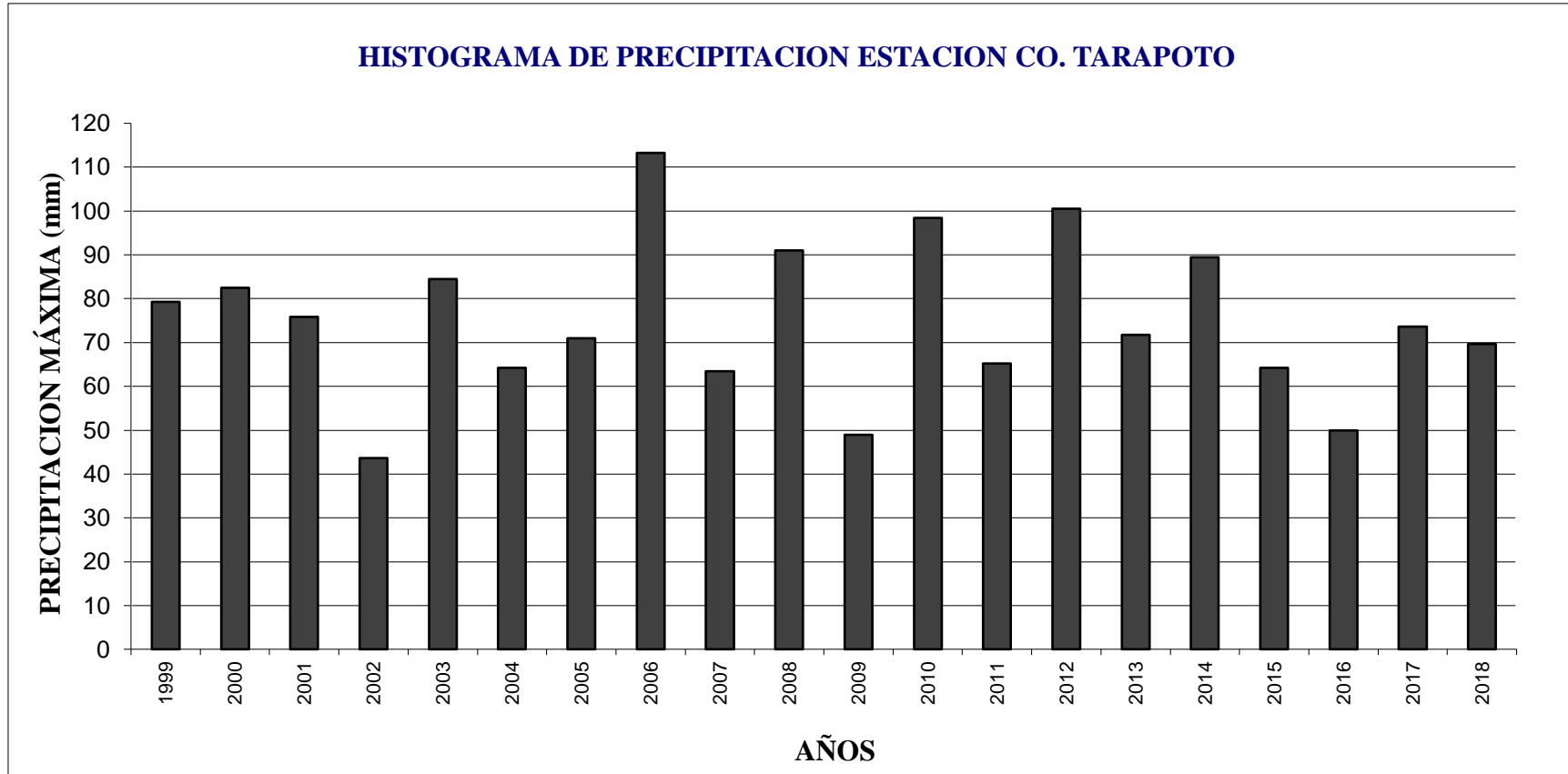


Gráfico 12: Histograma de precipitaciones Estación CO. Tarapoto

### 3.2.7.2.2. Precipitación máxima diaria

Los datos empleados, corresponden a los valores de precipitaciones máximas en 24 horas registradas; estos datos se presentan a continuación para un periodo de 20 años (Enero de 1999 a Noviembre del 2018).

**Tabla 17**

*Serie histórica de precipitaciones máximas en 24 hrs. Estación CO. Tarapoto.*

N°	AÑO	PRECIPITACION MAX. EN 24 HORAS mm
1	1999	79.30
2	2000	82.50
3	2001	75.90
4	2002	43.60
5	2003	84.50
6	2004	64.20
7	2005	71.00
8	2006	113.30
9	2007	63.50
10	2008	91.00
11	2009	49.00
12	2010	98.40
13	2011	65.20
14	2012	100.50
15	2013	71.70
16	2014	89.50
17	2015	64.20
18	2016	50.00
19	2017	73.60
20	2018	69.60

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

### 3.2.7.2.3. Prueba de ajuste de la serie de datos pluviométricos

Luego de realizar las pruebas de ajuste correspondientes, teniendo en cuenta los valores de la tabla 17 del ítem 3.2.7.2.2, para distribuciones (Gumbel Tipo I) de la estación Tarapoto. Se aplica un factor de seguridad (factor de intervalo fijo) a cada uno de los valores obtenidos en la distribución cuyos resultados se indican en el **cuadro 2 de resultados**.

### 3.2.7.2.4. Calculo de las precipitaciones máximas en 24 horas.

Para el cálculo de las precipitaciones máximas en 24 horas, se han utilizados los datos de las precipitaciones máximas de la serie de 20 años (1999 – 2018), haciéndose el análisis estadístico de frecuencias referidos a las máximas diarias, la cual tiene por

finalidad, estimar las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, que pueden ser discretos o continuos.

Los métodos probabilísticos que mejor se ajustan a los valores extremos máximos para las distribuciones y que son más usadas en estudios hidrológicos, son los siguientes:

#### Distribución Extrema Tipo- Gumbel.

Se presenta el análisis estadístico para la distribución antes indicadas, para la estación Tarapoto, para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años respectivamente.

De acuerdo a ello, como resumen general se tiene el cuadro **3 de resultados**.

#### 3.2.7.2.5. *Tiempo de concentración.*

De acuerdo a la fórmula recomendada en el ítem 2.5.2.6.se tiene el cálculo de los tiempos de concentración para cada sub cuenca los cuales están expresadas en el **cuadro 8 de resultados**.

La Norma OS -060 del RNE establece que la intensidad de la lluvia de diseño para un determinado punto del sistema de drenaje es la intensidad promedio de una lluvia cuya duración es igual al tiempo de concentración del área que se drena hasta ese punto, y cuyo periodo de retorno es igual al diseño de la obra de drenaje.

Es decir, en aplicación de la curva I-D-F de la zona, se usa una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, y para la frecuencia igual al recíproco del periodo de retorno del diseño de la obra de drenaje.

En ese contexto, con el tiempo de concentración calculado y aplicando la ecuación de Intensidad Máxima, encontramos las intensidades máximas para cada una nuestras cuencas, para diferentes periodos de retorno, de acuerdo a lo mostrado en el **cuadro 9 de resultados**.

#### 3.2.7.2.6. Periodo de retorno.

La Norma OS -060 del RNE, establece que periodo de retorno en el sistema de drenaje urbano menor debe ser diseñado entre 2 y 10 años mientras que para el sistema mayor no debe ser menor de 25 años.

En ese contexto, se utilizará un periodo de retorno **T = 25 años**, para el diseño de las obras hidráulicas de los sistemas de drenaje de La Florida (drenes colectores principales, secundarios o alimentadores) de la Banda de Shilcayo con la finalidad de uniformizar un diseño conservador.

#### 3.2.7.2.7. Caudales Máximos de Diseño.

La Avenida de Diseño es el caudal que se escoge, mediante diversas consideraciones, para dimensionar un proyecto (o una parte de él). Para su determinación se usa la información básica proporcionada por el estudio hidrológico (Estimación de Caudales) y se incorporan los conceptos correspondientes a riesgo, vulnerabilidad, importancia y costo de obra y muchos otros más. En nuestro país, existe escasez de datos, por lo que juegan un papel muy importante la experiencia y el buen tino del ingeniero proyectista para escoger la Avenida de Diseño. Dentro de los criterios para la selección de los valores posibles están los relativos al máximo nivel alcanzado por el agua, la capacidad del encauzamiento, si fuese el caso las máximas socavaciones y muchas otras más.

Así mismo, la Norma OS - 060 del RNE, drenaje Pluvial Urbano del RNE, establece que los caudales de diseño para los sistemas de drenaje menor urbanos, deben ser calculados por el Método Racional, si el área de la cuenca es igual o menor a 13 km<sup>2</sup>. Y por método de Hidrograma Unitario o modelos de simulación para área de cuencas mayores.

#### 3.2.7.2.8. Método Racional.

Supone que la máxima variación del gasto correspondiente a una lluvia de cierta intensidad sobre el área, es producida por la lluvia que se mantiene por un tiempo igual al que tarda el gasto máximo en llegar al punto de observación considerado. Teóricamente este periodo es el Tiempo de Concentración.

Según ello, una avenida, en una cuenca natural, es proporcional a la intensidad de precipitación (I), según su tiempo de concentración T<sub>c</sub>, al área de drenaje (A) y al coeficiente de escorrentía (C).

Para efectos de la aplicabilidad del método, el coeficiente de escorrentía "C" y las intensidades varían de acuerdo a las características geomorfológicas de la zona: topografía, naturaleza del suelo y vegetación de la cuenca.

En la tabla 6, del ítem 2.5.2.6, se establecen valores para el coeficiente de escorrentía para ser utilizados en el método Racional de acuerdo a las características de la superficie y periodo de retorno adoptado.

En ese contexto, habiéndose determinado las áreas tributarias de las sub cuencas del área de estudio así como sus características físicas, y conociendo los datos de Intensidad y tiempo de concentración calculados para cada cuenca en particular, para cada periodo de retorno establecido, aplicando el Método Racional, se han calculado las máximas descargas que discurrirán por los cauces de los sistemas de drenaje estudiados; a partir de lo cual, y demás datos necesarios obtenidos en el presente estudio, se efectuarán el diseño hidráulico de las obras de drenaje correspondientes.

En el **Cuadro 12, de resultados**, se presentan los cálculos de los caudales que discurrirán por las diferentes calles del estudio.

### **3.2.7.3. Consideraciones para el diseño de las estructuras de drenaje.**

#### *3.2.7.3.1. Coeficiente de rugosidad.*

Los valores del coeficiente de rugosidad  $n$ , se presentan en los manuales del MTC y de la norma OS -060 RNE, de lo cual para nuestras alcantarillas que serán de concreto armado, con acabado sin pulir, solo a nivel de encofrado cara vista solaqueado, el valor de  $n$  se considera en 0.013.

#### *3.2.7.3.2. Velocidades.*

El parámetro de velocidad, se verificará según la tabla N°05 del ítem 2.5.2.3 debido a la pendiente del terreno, algunos tramos presentarán velocidades un poco mayores a las indicadas, para lo cual se reforzará la calidad y resistencia del concreto.

Así mismo se verificará que las velocidades mínimas del flujo dentro del conducto no produzca sedimentación que pueda incidir en una reducción de su capacidad hidráulica, para lo cual se tendrá que la velocidad mínima sea igual a 0.60 m/seg.



#### 3.2.7.3.3. *Material solido de arrastre.*

Los desechos de construcción, maleza recortada y hasta desperdicios son arrojados por los pobladores a los cauces de los drenes y alcantarillas existentes los mismos que en época de lluvias son arrastrados por la corriente aguas abajo; estos elementos son muy perjudiciales si se acumulan en la alcantarilla o el dren e inciden en su comportamiento hidráulico. No solamente afecta a la alcantarilla, también afecta las zonas aledañas de las vías, como casas veredas, etc.

La realidad es que los programas de mantenimiento son casi nulos, es por ello muchas veces los diseños de las estructuras hidráulicas deben plantear de modo mínimo la alternativa de dejar pasar los sólidos, desperdicios y otros elementos particulares, para cada periodo de retorno establecido, aplicando el Método Racional, se han calculado las máximas descargas que discurrirán por los cauces de los sistemas de drenaje estudiados; a partir de lo cual, y demás datos necesarios obtenidos en el presente estudio, se efectuaran el diseño hidráulico de las obra obras de drenaje correspondientes.

#### 3.2.7.3.4. *Borde libre.*

El borde libre en alcantarillas, cunetas y canales, es un parámetro muy importante a tomar en cuenta durante su diseño hidráulico, por ello, las obras de drenaje no deben ser diseñadas para trabajar a sección llena, ya que esto incrementa su riesgo de obstrucción, afectando su capacidad hidráulica y más aun teniendo como constante el tema de la basura depositada en los cauces. En consecuencia se ha tomado la recomendación de que el diseño hidráulico de las obras de drenaje del presente proyecto, considere como borde libre, mínimo el 30 % de la altura de la estructura.

#### 3.2.7.3.5. *Socavación local a la salida de la alcantarilla.*

Como las obras hidráulicas son continuas, no habrá problemas de socavación local a la salida de las obras de drenaje.

#### 3.2.7.3.6. *Cálculo de Caudales de Diseño de Cada Dren.*

De acuerdo al área de drenaje y sus particularidades (techo, pista o área verde) y teniendo en consideración los valores de las intensidades máximas calculadas según los

indicado en el ítem 3.2.7.2.5, se procedió a efectuar el cálculo de los caudales de diseño que discurrirán sobre los diferentes calles del Asentamiento Humano La Florida, materia de nuestro proyecto, los mismos que son presentados en los **cuadros 11 y 12 de resultados**.

#### *3.2.7.3.7. Cálculo de Pendientes de diseño.*

En los resultados se muestran el cálculo de las pendientes de los tramos en tangente que servirá para el diseño hidráulico de las estructuras de drenaje proyectados. Las mismas que están expresadas en los cálculos para el tiempo de concentración en los cuadros N° 08 de resultados.

#### **3.2.7.4. *Diseño Hidráulico de las estructuras de Drenaje.***

Teniendo en consideración lo indicado en las premisas de diseño, caudales de diseño, pendientes de diseño y el planteamiento hidráulico del sistema de drenaje adoptado, se ha realizado el diseño hidráulico de las estructuras de drenaje del sistema, drenes principales, Drenes Secundarios o Laterales, los mismos que son presentados en el ítem 4.1.6 en los **cuadros 13 de resultados**.

#### **3.2.7.5. *Diseño estructural.***

##### *3.2.7.5.1. Criterios de Diseño Estructural.*

##### *3.2.7.5.1.1. Hipótesis de Análisis.*

Para el análisis estructural se ha utilizado hojas de cálculo. Las estructuras se fundarán en suelos arcillosos.

En el análisis se supuso comportamiento lineal y elástico. Los elementos de concreto se representaron con elementos lineales. El modelo se analizó considerando sólo los elementos estructurales, sin embargo, los elementos no estructurales han sido ingresados como solicitaciones de carga debido a que aquellos no son importantes en la contribución de la rigidez y resistencia de las estructuras proyectadas.

##### *3.2.7.5.1.2. Normas aplicables.*

Se desarrolló el diseño Teniendo en cuenta las siguientes normas:

- Norma O.S 060 Drenaje Urbano RNE.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - MTC (2003)
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications

- American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO

#### 3.2.7.5.1.3. Estudio de Mecánica de suelos.

Para el diseño de las estructuras (alcantarillas marco de concreto armado) se consideró los resultados obtenidos en el Estudio de Mecánica de Suelos, siendo las condiciones generales de cimentación las presentadas en los ítems 1.3.7.2 y 4.1.7 de resultados.

#### 3.2.7.5.1.4. Parámetros de diseño.

Para efectos del análisis realizado a las alcantarillas se han adoptado para los elementos estructurales los valores indicados a continuación:

Concreto armado :  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  ( $E = 217\,370.6 \text{ kg/cm}^2$ )

Acero de refuerzo G-60 :  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  ( $E = 2'000,000 \text{ kg/cm}^2$ )

#### 3.2.7.5.1.4.1. Cargas.

Se han considerado diversos tipos de cargas, entre ellos: Carga Muerta (DC), Presión de Tierra Horizontal (EH), Carga Superficial en el Terreno (ES), Carga de Superficie de Desgaste (DW), Carga Viva Vehicular (LL), etc.

#### **Cargas Muertas (DC):**

Los pesos de los elementos no estructurales se estimaron a partir de sus dimensiones reales con su correspondiente peso específico. A continuación se detallan las cargas muertas consideradas en el análisis:

#### Concreto:

Peso propio :  $P_e C^o A^o = 2400 \text{ kg/m}^3$

#### **Cargas Vivas (LL):**

Corresponde a la carga de los camiones de diseño, el cual se ha determinado siguiendo los procedimientos que indica el “Manual de Diseño

de Puentes” (MTC,2003), y corresponde al HL-93, cuya distribución de cargas se aprecia en los resultados.

### **Empuje de Suelos (E):**

Se muestran en los cálculos estructurales realizados con respecto a la retención de tierras.

### **Cargas Sísmica (S)**

No se aplica. El Manual de “Manual de Diseño de Puentes”, especifica que no se considerará las acciones sísmicas en alcantarillas y estructuras totalmente enterradas.

#### 3.2.7.5.1.4.2. Combinaciones de carga.

El diseño de los elementos estructurales se basó en el procedimiento de cargas factorizadas conforme a la norma:

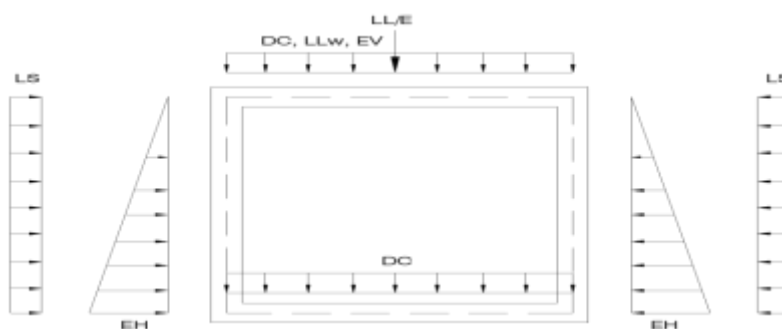
Las combinaciones de carga analizadas son mostradas en los cálculos estructurales correspondientes a las cunetas abiertas y cerradas.

#### 3.2.7.5.1.4.3. Combinaciones de carga en la estructura.

Las estructuras a diseñar tienen muestran sus dimensiones indicadas en los cálculos estructurales, dirigida a la sección típica con mayor dimensión según cada caso de cuneta:

El análisis y diseño de las estructuras se ha realizado para el estado de carga desfavorable, es decir, bajo el supuesto que las estructuras se encuentran vacías.

Se ha considerado además del peso de los elementos estructurales y no estructurales, la presión y peso del terreno, presión y peso de agua, carga viva vehicular. El diagrama de cargas se presenta en la Gráfica 13.



**Gráfico 13:** Combinaciones de carga en la estructura.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los estudios realizados para el análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del Asentamiento Humano La Florida, se obtienen los siguientes resultados consolidados:

#### 4.1. Resultados

Los resultados obtenidos en la presente Tesis son los siguientes:

##### 4.1.1. Periodo de retorno

Procedemos a ordenar el valor de las precipitaciones en orden decreciente

Para obtener los datos del periodo de retorno se procede con la siguiente formula:

$$P(x) = \frac{m}{n + 1}$$

Donde:

m= Número de orden

n= Número de datos

Calculamos la media aritmética de la siguiente manera:

$$\bar{Y} = \frac{\sum \text{precipitaciones}}{n}$$

Reemplazamos el valor en la siguiente ecuación:

$$(Y_i - \bar{Y})^2$$

Reemplazamos los datos en las fórmulas para obtener los datos del periodo de retorno.

Así tenemos:

$$P(x) = \frac{1}{20 + 1} = 0.0476$$

Reemplazamos datos y calculamos la media aritmética:

$$\bar{Y} = \frac{1500.50}{20} = 75.03 \text{ mm}$$

Ordenamos los resultados en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1**

*Ordenamiento y análisis estadístico de la información pluviométrica.*

<b>N° ORDEN</b>	<b>PRECIPITACIÓN EN ORDEN DECRECIENTE</b>	<b>FRECUENCIA m / (n+1)</b>	<b>PERIODO DE RETORNO (n+1)/ m</b>	<b>(Yi - Y)²</b>
1	113.30	0.0476	21.00	1464.98
2	100.50	0.0952	10.50	648.98
3	98.40	0.1429	7.00	546.39
4	91.00	0.1905	5.25	255.20
5	89.50	0.2381	4.20	209.53
6	84.50	0.2857	3.50	89.78
7	82.50	0.3333	3.00	55.88
8	79.30	0.3810	2.63	18.28
9	75.90	0.4286	2.33	0.77
10	73.60	0.4762	2.10	2.03
11	71.70	0.5238	1.91	11.06
12	71.00	0.5714	1.75	16.20
13	69.60	0.6190	1.62	29.43
14	65.20	0.6667	1.50	96.53
15	64.20	0.7143	1.40	117.18
16	64.20	0.7619	1.31	117.18
17	63.50	0.8095	1.24	132.83
18	50.00	0.8571	1.17	626.25
19	49.00	0.9048	1.11	677.30
20	43.60	0.9524	1.05	987.53
<b>TOTAL</b>	<b>1500.50</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6103.28</b>

**4.1.2. Intensidad máxima de diseño**

Para el cálculo de la intensidad máxima se han aplicado los métodos Gumbell tipo I y Gumbell propiamente dicho que desarrollamos a continuación:

**Desviación estándar “S”**

Calculamos la desviación estándar con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{6103.28}{20 - 1}} = 17.92 \text{ mm}$$

**Parámetro de inversión “α”**

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} x S$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \times 17.92 = 13.97 \text{ mm}$$

### Moda de distribución

$$\begin{aligned} \mu &= \bar{Y} - 0.5772 \times \alpha \\ \mu &= 75.03 - 0.5772(13.97) = 66.96 \text{ mm} \end{aligned}$$

Para el cálculo de las intensidades para periodos de retorno utilizamos la siguiente fórmula:

**Variable reducida**  $YT = -\ln\left(\ln\left(\frac{P}{P-1}\right)\right)$

Dónde: P= periodo de retorno en años

**Precipitación**  $XT'(mm) = \mu + (YT \times \alpha)$

Cálculo de la probabilidad de ocurrencia

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{XT'-\mu}{\alpha}\right)}}$$

Como criterio del diseñador se multiplicará a la precipitación obtenida por un factor de seguridad adicionando un 13% con el cual obtenemos los valores para XT, todos los resultados son presentados en el cuadro 2.

### Cuadro 2

*Cálculo de las precipitaciones máximas probables para distintas frecuencias*

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección con intervalo fijo
Años	YT	XT'(m)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	72.0808	0.5000	81.4513
5	1.4999	87.9197	0.8000	99.3492
10	2.2504	98.4064	0.9000	111.1992
25	3.1985	111.6563	0.9600	126.1717
50	3.9019	121.4859	0.9800	137.2791
100	4.6001	131.2430	0.9900	148.3045
200	5.2958	140.9644	0.9950	159.2897

Para el cálculo de precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias realizamos el siguiente procedimiento:

**Tabla 18**

*Coefficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas.*

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

Fuente: D. F. Campos A., 1978

Multiplicaremos la precipitación XT; cuyos datos se encuentran en el **cuadro N° 03 de resultados**, por el coeficiente correspondiente a las diferentes duraciones.

**Cuadro 3**

*Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias*

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años
24 hr	X24	81.4513	99.3492	111.1992	126.1717	137.2791	148.3045	159.2897
18 hr	X18 = 91%	73.3062	89.4143	100.0793	99.6756	123.5512	133.4741	143.3608
12 hr	X12 = 80%	64.3465	78.4859	87.8474	99.6756	108.4505	117.1606	125.8389
8 hr	X8 = 68%	52.1288	63.5835	71.1675	80.7499	87.8586	94.9149	101.9454
6 hr	X6 = 61%	45.6127	55.6356	62.2715	70.6561	76.8763	83.0505	89.2023
5 hr	X5 = 57%	40.7256	49.6746	55.5996	63.0858	68.6396	74.1523	79.6449
4 hr	X4 = 52%	35.8386	43.7137	48.9276	55.5155	60.4028	65.2540	70.0875
3 hr	X3 = 46%	30.9515	37.7527	42.2557	47.9452	52.1661	56.3557	60.5301
2 hr	X2 = 39%	25.2499	30.7983	34.4718	39.1132	42.5565	45.9744	49.3798
1 hr	X1 = 30%	20.3628	24.8373	27.7998	31.5429	34.3198	37.0761	39.8224



Las estaciones de lluvia ubicadas en la zona, no cuentan con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas. Sin embargo estas pueden ser calculadas a partir de las lluvias máximas en base al modelo de Dick y Peschke. Este modelo permite calcular la lluvia máxima en función de la precipitación máxima en 24 horas. La expresión es la siguiente:

$$I = \frac{P [mm]}{t_{duración}[hr.]}$$

#### Cuadro 4

*Intensidades de lluvia, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma.*

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años
24 hr	1440	3.3938	4.1396	4.6333	5.2572	5.7200	6.1794	6.6371
18 hr	1080	4.0726	4.9675	5.5600	5.5375	6.8640	7.4152	7.9645
12 hr	720	5.3622	6.5405	7.3206	8.3063	9.0375	9.7634	10.4866
8 hr	480	6.5161	7.9479	8.8959	10.0937	10.9823	11.8644	12.7432
6 hr	360	7.6021	9.2726	10.3786	11.7760	12.8127	13.8418	14.8670
5 hr	300	8.1451	9.9349	11.1199	12.6172	13.7279	14.8305	15.9290
4 hr	240	8.9596	10.9284	12.2319	13.8789	15.1007	16.3135	17.5219
3 hr	180	10.3172	12.5842	14.0852	15.9817	17.3887	18.7852	20.1767
2 hr	120	12.6250	15.3991	17.2359	19.5566	21.2783	22.9872	24.6899
1 hr	60	20.3628	24.8373	27.7998	31.5429	34.3198	37.0761	39.8224

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se pueden calcular indirectamente, mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm / min.)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Realizando un cambio de variable

$$d = K \cdot T^m$$

Con lo que de la anterior expresión se obtiene:

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

Realizamos regresiones para el cálculo de  $d$  y  $n$

$$\text{Donde: } Ln(d) = \frac{((\ln x \cdot \ln y) - ((\ln x)^2 \cdot \ln y))}{((\ln x)^2 - ((\ln x)^2 \cdot n \text{ orden})}$$

$$d = e^{Ln(d)}$$

$$n = \frac{(\ln y - (n \text{ orden} \cdot x))}{\ln x}$$

**Cuadro 4.1.** Valores de coeficientes “ $d$ ” y “ $n$ ”, según el Periodo del Retorno

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.3938	7.2724	1.2220	8.8865	52.8878
2	1080	4.0726	6.9847	1.4043	9.8084	48.7863
3	720	5.3622	6.5793	1.6794	11.0490	43.2865
4	480	6.5161	6.1738	1.8743	11.5714	38.1156
5	360	7.6021	5.8861	2.0284	11.9395	34.6462
6	300	8.1451	5.7038	2.0974	11.9632	32.5331
7	240	8.9596	5.4806	2.1927	12.0176	30.0374
8	180	10.3172	5.1930	2.3338	12.1194	26.9668
9	120	12.6250	4.7875	2.5357	12.1395	22.9201
10	60	20.3628	4.0943	3.0137	12.3392	16.7637
	$\Sigma 4980$	$\Sigma 87.3565$	$\Sigma 58.1555$	$\Sigma 20.3816$	$\Sigma 113.8338$	$\Sigma 346.9435$
$Ln(d) = 5.1641$		$d = 174.8881$		$n = -0.5375$		

**Cuadro 4.2.** *Valores de coeficientes “d” y “n”, según el Periodo del Retorno*

<b>Periodo de retorno para T = 5 años</b>						
<b>N°</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>ln x</b>	<b>ln y</b>	<b>ln x*ln y</b>	<b>(lnx)^2</b>
<b>1</b>	<b>1440</b>	<b>4.1396</b>	7.2724	1.4206	10.3311	52.8878
<b>2</b>	<b>1080</b>	<b>4.9675</b>	6.9847	1.6029	11.1959	48.7863
<b>3</b>	<b>720</b>	<b>6.5405</b>	6.5793	1.8780	12.3559	43.2865
<b>4</b>	<b>480</b>	<b>7.9479</b>	6.1738	2.0729	12.7977	38.1156
<b>5</b>	<b>360</b>	<b>9.2726</b>	5.8861	2.2271	13.1087	34.6462
<b>6</b>	<b>300</b>	<b>9.9349</b>	5.7038	2.2961	13.0962	32.5331
<b>7</b>	<b>240</b>	<b>10.9284</b>	5.4806	2.3914	13.1062	30.0374
<b>8</b>	<b>180</b>	<b>12.5842</b>	5.1930	2.5324	13.1509	26.9668
<b>9</b>	<b>120</b>	<b>15.3991</b>	4.7875	2.7343	13.0905	22.9201
<b>10</b>	<b>60</b>	<b>24.8373</b>	4.0943	3.2123	13.1525	16.7637
	<b>Σ4980</b>	<b>Σ106.5520</b>	<b>Σ58.1555</b>	<b>Σ22.3680</b>	<b>Σ125.3855</b>	<b>Σ346.9435</b>
<b>Ln (d) =5.3628</b>		<b>d =213.3176</b>		<b>n =-0.5375</b>		

**Cuadro 4.3.** *Valores de coeficientes “d” y “n”, según el Periodo del Retorno*

<b>Periodo de retorno para T = 10 años</b>						
<b>N°</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>ln x</b>	<b>ln y</b>	<b>ln x*ln y</b>	<b>(lnx)^2</b>
<b>1</b>	<b>1440</b>	<b>4.6333</b>	7.2724	1.5333	11.1505	52.8878
<b>2</b>	<b>1080</b>	<b>5.5600</b>	6.9847	1.7156	11.9829	48.7863
<b>3</b>	<b>720</b>	<b>7.3206</b>	6.5793	1.9907	13.0973	43.2865
<b>4</b>	<b>480</b>	<b>8.8959</b>	6.1738	2.1856	13.4934	38.1156
<b>5</b>	<b>360</b>	<b>10.3786</b>	5.8861	2.3397	13.7720	34.6462
<b>6</b>	<b>300</b>	<b>11.1199</b>	5.7038	2.4087	13.7389	32.5331
<b>7</b>	<b>240</b>	<b>12.2319</b>	5.4806	2.5040	13.7238	30.0374
<b>8</b>	<b>180</b>	<b>14.0852</b>	5.1930	2.6451	13.7360	26.9668
<b>9</b>	<b>120</b>	<b>17.2359</b>	4.7875	2.8470	13.6300	22.9201
<b>10</b>	<b>60</b>	<b>27.7998</b>	4.0943	3.3250	13.6138	16.7637
	<b>Σ4980</b>	<b>Σ119.2611</b>	<b>Σ58.1555</b>	<b>Σ23.4948</b>	<b>Σ131.9386</b>	<b>Σ346.9435</b>
<b>Ln (d) =5.4755</b>		<b>d =238.7612</b>		<b>n =-0.5375</b>		

**Cuadro 4.4.** Valores de coeficientes “d” y “n”, según el Periodo del Retorno

Periodo de retorno para T = 25 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	5.2572	7.2724	1.6596	12.0692	52.8878
2	1080	5.5375	6.9847	1.7115	11.9547	48.7863
3	720	8.3063	6.5793	2.1170	13.9284	43.2865
4	480	10.0937	6.1738	2.3119	14.2733	38.1156
5	360	11.7760	5.8861	2.4661	14.5155	34.6462
6	300	12.6172	5.7038	2.5351	14.4594	32.5331
7	240	13.8789	5.4806	2.6304	14.4161	30.0374
8	180	15.9817	5.1930	2.7714	14.3920	26.9668
9	120	19.5566	4.7875	2.9733	14.2347	22.9201
10	60	31.5429	4.0943	3.4513	14.1310	16.7637
	Σ4980	Σ134.5481	Σ58.1555	Σ24.6277	Σ138.3743	Σ346.9435
<i>Ln (d) =5.6902</i>		<i>d =295.9504</i>		<i>n =-0.5550</i>		

**Cuadro 4.5.** Valores de coeficientes “d” y “n”, según el Periodo del Retorno

Periodo de retorno para T = 50 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	5.7200	7.2724	1.7440	12.6828	52.8878
2	1080	6.8640	6.9847	1.9263	13.4545	48.7863
3	720	9.0375	6.5793	2.2014	14.4835	43.2865
4	480	10.9823	6.1738	2.3963	14.7942	38.1156
5	360	12.8127	5.8861	2.5504	15.0121	34.6462
6	300	13.7279	5.7038	2.6194	14.9407	32.5331
7	240	15.1007	5.4806	2.7147	14.8785	30.0374
8	180	17.3887	5.1930	2.8558	14.8301	26.9668
9	120	21.2783	4.7875	3.0577	14.6386	22.9201
10	60	34.3198	4.0943	3.5357	14.4765	16.7637
	Σ4980	Σ147.2319	Σ58.1555	Σ25.6018	Σ144.1916	Σ346.9435
<i>Ln (d) =5.6862</i>		<i>d =294.7587</i>		<i>n =-0.5375</i>		

**Cuadro 4.6.** *Valores de coeficientes “d” y “n”, según el Periodo del Retorno*

<b>Periodo de retorno para T = 100 años</b>						
<b>Nº</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>ln x</b>	<b>ln y</b>	<b>ln x*ln y</b>	<b>(lnx)^2</b>
<b>1</b>	<b>1440</b>	<b>6.1794</b>	7.2724	1.8212	13.2446	52.8878
<b>2</b>	<b>1080</b>	<b>7.4152</b>	6.9847	2.0035	13.9941	48.7863
<b>3</b>	<b>720</b>	<b>9.7634</b>	6.5793	2.2786	14.9917	43.2865
<b>4</b>	<b>480</b>	<b>11.8644</b>	6.1738	2.4735	15.2711	38.1156
<b>5</b>	<b>360</b>	<b>13.8418</b>	5.8861	2.6277	15.4669	34.6462
<b>6</b>	<b>300</b>	<b>14.8305</b>	5.7038	2.6967	15.3813	32.5331
<b>7</b>	<b>240</b>	<b>16.3135</b>	5.4806	2.7920	15.3019	30.0374
<b>8</b>	<b>180</b>	<b>18.7852</b>	5.1930	2.9331	15.2313	26.9668
<b>9</b>	<b>120</b>	<b>22.9872</b>	4.7875	3.1349	15.0085	22.9201
<b>10</b>	<b>60</b>	<b>37.0761</b>	4.0943	3.6130	14.7928	16.7637
	<b>∑4980</b>	<b>∑159.0566</b>	<b>∑58.1555</b>	<b>∑26.3743</b>	<b>∑148.6842</b>	<b>∑346.9435</b>
<b>Ln (d) =5.7634</b>		<b>d =318.4320</b>		<b>n =-0.5375</b>		

**Cuadro 4.7.** *Valores de coeficientes “d” y “n”, según el Periodo del Retorno*

<b>Periodo de retorno para T = 200 años</b>						
<b>Nº</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>ln x</b>	<b>ln y</b>	<b>ln x*ln y</b>	<b>(lnx)^2</b>
<b>1</b>	<b>1440</b>	<b>6.6371</b>	7.2724	1.8927	13.7643	52.8878
<b>2</b>	<b>1080</b>	<b>7.9645</b>	6.9847	2.0750	14.4932	48.7863
<b>3</b>	<b>720</b>	<b>10.4866</b>	6.5793	2.3501	15.4619	43.2865
<b>4</b>	<b>480</b>	<b>12.7432</b>	6.1738	2.5450	15.7123	38.1156
<b>5</b>	<b>360</b>	<b>14.8670</b>	5.8861	2.6991	15.8875	34.6462
<b>6</b>	<b>300</b>	<b>15.9290</b>	5.7038	2.7681	15.7889	32.5331
<b>7</b>	<b>240</b>	<b>17.5219</b>	5.4806	2.8634	15.6935	30.0374
<b>8</b>	<b>180</b>	<b>20.1767</b>	5.1930	3.0045	15.6024	26.9668
<b>9</b>	<b>120</b>	<b>24.6899</b>	4.7875	3.2064	15.3506	22.9201
<b>10</b>	<b>60</b>	<b>39.8224</b>	4.0943	3.6844	15.0853	16.7637
	<b>∑4980</b>	<b>∑170.8382</b>	<b>∑58.1555</b>	<b>∑27.0888</b>	<b>∑152.8398</b>	<b>∑346.9435</b>
<b>Ln (d) =5.8349</b>		<b>d =342.0188</b>		<b>n =-0.5375</b>		

Con los valores obtenidos en los cuadros anteriores organizamos el resumen en el cuadro 5:

### Cuadro 5

*Valor promedio de coeficientes “d” y “n”*

<b>Resumen de aplicación de regresión potencial</b>		
<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Término cte. De regresión (d)</b>	<b>Coef. de regresión [n]</b>
<b>2</b>	174.88807542050	-0.53752143702
<b>5</b>	213.31757553593	-0.53752143702
<b>10</b>	238.76124847348	-0.53752143702
<b>25</b>	295.95036730255	-0.55496493933
<b>50</b>	294.75872950668	-0.53752143702
<b>100</b>	318.43196260350	-0.53752143702
<b>200</b>	342.01881604929	-0.53752143702
<b>Promedio</b>	<b>268.30382498456</b>	<b>-0.54001336592</b>

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = K \cdot T^m$$

De la misma manera realizamos el siguiente procedimiento y obtenemos los siguientes valores:

### Cuadro 6

*Obtención de valores de coeficientes “k” Y “m”*

<b>Regresión potencial</b>						
<b>Nº</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>ln x</b>	<b>ln y</b>	<b>ln x*ln y</b>	<b>(lnx)^2</b>
1	2	174.8881	0.6931	5.1641	3.5795	0.4805
2	5	213.3176	1.6094	5.3628	8.6311	2.5903
3	10	238.7612	2.3026	5.4755	12.6077	5.3019
4	25	295.9504	3.2189	5.6902	18.3160	10.3612
5	50	294.7587	3.9120	5.6862	22.2444	15.3039
6	100	318.4320	4.6052	5.7634	26.5415	21.2076
7	200	342.0188	5.2983	5.8349	30.9150	28.0722
	<b>Σ392</b>	<b>Σ1878.1268</b>	<b>Σ21.6396</b>	<b>Σ38.9770</b>	<b>Σ122.8351</b>	<b>Σ83.3175</b>
	<b>Ln (K) =5.1271</b>	<b>K =168.5255</b>			<b>m =0.1427</b>	

Procedemos a la obtención de datos para el cálculo de la intensidad de diseño.

### Cuadros 7

*Obtención de las longitudes de cauce*

**Cuadro 7.1: Área de drenaje N° 01**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (m.)</b>
CA-01	LOS CLAVELES	LOS CLAVELES (M.D)	79.75
CA-02		LOS CLAVELES (M.I)	79.57
CA-03	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	51.1
CA-05			62.83
CA-07			68.05
CA-09			63.72
CA-04			50.71
CA-06		LAS AMAPOLAS (M.I)	62.09
CA-08			66.86
CA-10			64.29

**Cuadro 7.2: Área de drenaje N° 02**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (m.)</b>
CA-11	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.D)	54.22
CA-12		LAS MARGARITAS (M.I)	52.90

**Cuadro 7.3: Área de drenaje N° 03**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (m.)</b>
CA-13	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	84.96
CA-14		LOS LAURELES (M.I)	83.82

**Cuadro 7.4: Área de drenaje N° 04**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (m.)</b>
CA-15	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.I)	21.70
CA-16	LOS ROBLES	LOS ROBLES (M.D)	96.86
CA-17		LOS ROBLES (M.I)	94.49
CA-18	LOS NOGALES	LOS NOGALES (M.I)	43.80

**Cuadro 7.5: Área de drenaje N° 05**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (m.)</b>
CA-19	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.D)	72.54
CA-22			115.73
CA-20	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	50.16
CA-21		LAS AMAPOLAS (M.I)	50.88
CA-23	LOS CLAVELES	LOS CLAVELES (M.D)	98.38
CA-24		LOS CLAVELES (M.I)	117.66
CA-25	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	123.59
CA-26		LOS LAURELES (M.I)	122.94
CA-27	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.D)	126.07
CA-28		LAS MARGARITAS (M.I)	128.12
CA-29	LAS BEGONIAS	LAS BEGONIAS (M.D)	105.89
CA-30			65.85
CA-31			67.18

**Cuadro 7.6: Área de drenaje N° 06**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (m.)</b>
CA-33	LAS BEGONIAS.	LAS BEGONIAS (M.I)	171.63
CA-36			67.49
CA-32	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.D)	99.05
CA-34	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	109.39
CA-35		LOS LAURELES (M.I)	108.91
CA-37	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.I)	117.28
CA-38	AHUASHIYACU	AHUASHIYACU (M.D)	173.47
CA-39			65.9



**Cuadro 7.6: Área de drenaje N° 07**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (m.)</b>
CA-40	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	94.10
CA-41		LAS AMAPOLAS (M.I)	92.50
CA-42	LOS PINOS	LOS PINOS (M.D)	95.37
CA-43		LOS PINOS (M.I)	95.78
CA-44	LAS BEGONIAS	LAS BEGONIAS (M.D)	91.24
CA-45		LAS BEGONIAS (M.I)	92.27
CA-46	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.I)	47.56
CA-47			53.91
CA-48			54.60
CA-49			98.86
CA-50	LOS NOGALES	LOS NOGALES (M.D)	37.24
CA-51			52.74
CA-52			55.21
CA-53			99.00
CA-54	AHUASHIYACU	AHUASHIYACU (M.I)	72.00

**Cuadros 8**

*Cálculo del tiempo de concentración.*

**Cuadro 8.1: Área de drenaje N° 01**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (Km.)</b>	<b>PENDIENTE S (m/m)</b>	<b>n</b>	<b>Tc</b>
CA-01	LOS CLAVELES	LOS CLAVELES (M.D)	0.08	0.02915	0.013	0.056
CA-02		LOS CLAVELES (M.I)	0.08	0.02915	0.013	0.056
CA-03	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	0.05	0.02490	0.013	0.047
CA-05			0.06	0.04730	0.013	0.045
CA-07			0.07	0.04690	0.013	0.047
CA-09			0.06	0.07040	0.013	0.041
CA-04		LAS AMAPOLAS (M.I)	0.05	0.02490	0.013	0.047
CA-06			0.06	0.04730	0.013	0.044
CA-08			0.07	0.04690	0.013	0.046
CA-10			0.06	0.07040	0.013	0.041

**Cuadro 8.2: Área de drenaje N°02**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (Km.)</b>	<b>PENDIENTE S (m/m)</b>	<b>n</b>	<b>Tc</b>
CA-11	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.D)	0.05	0.05730	0.013	0.04
CA-12		LAS MARGARITAS (M.I)	0.05	0.05730	0.013	0.039

**Cuadro 8.3: Área de drenaje N° 03**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (Km.)</b>	<b>PENDIENTE S (m/m)</b>	<b>n</b>	<b>Tc</b>
CA-13	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	0.08	0.03940	0.013	0.054
CA-14		LOS LAURELES (M.I)	0.08	0.03940	0.013	0.053

**Cuadro 8.4: Área de drenaje N° 04**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (Km.)</b>	<b>PENDIENTE S (m/m)</b>	<b>n</b>	<b>Tc</b>
CA-15	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.I)	0.02	0.03650	0.013	0.029
CA-16	LOS ROBLES	LOS ROBLES (M.D)	0.10	0.05980	0.013	0.052
CA-17		LOS ROBLES (M.I)	0.09	0.05980	0.013	0.051
CA-18	LOS NOGALES	LOS NOGALES (M.I)	0.04	0.05720	0.013	0.036

**Cuadro 8.5: Área de drenaje N° 05**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (Km.)</b>	<b>PENDIENTE S (m/m)</b>	<b>n</b>	<b>Tc</b>
CA-19	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.D)	0.07	0.08750	0.013	0.041
CA-22			0.12	0.03650	0.013	0.063
CA-20	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	0.05	0.00590	0.013	0.066
CA-21		LAS AMAPOLAS (M.I)	0.05	0.00590	0.013	0.066
CA-23	LOS CLAVELES	LOS CLAVELES (M.D)	0.10	0.08850	0.013	0.048
CA-24		LOS CLAVELES (M.I)	0.12	0.08850	0.013	0.052
CA-25	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	0.12	0.06345	0.013	0.057
CA-26		LOS LAURELES (M.I)	0.12	0.06345	0.013	0.057
CA-27	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.D)	0.13	0.05600	0.013	0.06
CA-28		LAS MARGARITAS (M.I)	0.13	0.05600	0.013	0.06
CA-29	LAS BEGONIAS	LAS BEGONIAS (M.D)	0.11	0.09780	0.013	0.048
CA-30			0.07	0.09780	0.013	0.039
CA-31			0.07	0.09780	0.013	0.039

**Cuadro 8.6: Área de drenaje N° 06**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (Km.)</b>	<b>PENDIENTE S (m/m)</b>	<b>n</b>	<b>Tc</b>
CA-33	LAS BEGONIAS	LAS BEGONIAS (M.I)	0.17	0.01200	0.013	0.099
CA-36			0.07	0.01200	0.013	0.064
CA-32	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.D)	0.10	0.11350	0.013	0.045
CA-34	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	0.11	0.08495	0.013	0.051
CA-35		LOS LAURELES (M.I)	0.11	0.08495	0.013	0.05
CA-37	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.I)	0.12	0.02500	0.013	0.069
CA-38	AHUASHIYACU	AHUASHIYACU (M.D)	0.17	0.01380	0.013	0.096
CA-39			0.07	0.05900	0.013	0.043

**Cuadro 8.7: Área de drenaje N°07**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>LONGITUD DEL CAUCE L (Km.)</b>	<b>PENDIENTE S (m/m)</b>	<b>n</b>	<b>Tc</b>
CA-40	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	0.09	0.01870	0.013	0.067
CA-41		LAS AMAPOLAS (M.I)	0.09	0.01870	0.013	0.067
CA-42	LOS PINOS	LOS PINOS (M.D)	0.10	0.01670	0.013	0.069
CA-43		LOS PINOS (M.I)	0.10	0.01670	0.013	0.069
CA-44	LAS BEGONIAS	LAS BEGONIAS (M.D)	0.09	0.03090	0.013	0.059
CA-45		LAS BEGONIAS (M.I)	0.09	0.03090	0.013	0.059
CA-46	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.I)	0.05	0.08850	0.013	0.034
CA-47			0.05	0.08850	0.013	0.036
CA-48			0.05	0.11350	0.013	0.034
CA-49			0.10	0.11350	0.013	0.045
CA-50	LOS NOGALES	LOS NOGALES (M.D)	0.04	0.01390	0.013	0.047
CA-51			0.05	0.06535	0.013	0.038
CA-52			0.06	0.14010	0.013	0.033
CA-53			0.10	0.08880	0.013	0.048
CA-54	AHUASHIYACU	AHUASHIYACU (M.I)	0.07	0.01570	0.013	0.062

**Cálculo de la intensidad:**

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

De los valores obtenidos en los cuadros N° 4; N° 5 y N° 6; se tiene:

Donde:

$$K=168.5255$$

$$m=0.142674$$

$$n=0.54001$$

Reemplazando tenemos:

$$I = \frac{168.5255 \times T^{0.142674}}{t^{0.54001}}$$

Donde:

I= Intensidad de precipitación (mm/h)

T= Periodo de Retorno (años)

t= Tiempo de duración de precipitación (min)

### Cuadro 9:

*Intensidades – Tiempo de concentración para un periodo de retorno de 25 años*

**Cuadro 9.1: Área de drenaje N°01**

CODIGO DE CUENCA	JR. O AV.	NOMBRE	DURACIÓN t (min) Tc x 60	I (mm/h)
CA-01	LOS CLAVELES	LOS CLAVELES (M.D)	3.36	138.64
CA-02		LOS CLAVELES (M.I)	3.36	138.64
CA-03	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	2.82	152.40
CA-05			2.7	156.02
CA-07			2.82	152.40
CA-09			2.46	164.06
CA-04		LAS AMAPOLAS (M.I)	2.82	152.40
CA-06			2.64	157.92
CA-08			2.76	154.18
CA-10			2.46	164.06

**Cuadro 9.2: Área de drenaje N°02**

CODIGO DE CUENCA	JR. O AV.	NOMBRE	DURACIÓN t (min) Tc x 60	I (mm/h)
CA-11	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.D)	2.40	166.26
CA-12	MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.I)	2.34	168.55

**Cuadro 9.3: Área de drenaje N°03**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DURACIÓN t (min) Tc x 60</b>	<b>I (mm/h)</b>
CA-13	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	3.24	141.39
CA-14		LOS LAURELES (M.I)	3.18	142.82

**Cuadro 9.4: Área de drenaje N°04**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DURACIÓN t (min) Tc x 60</b>	<b>I (mm/h)</b>
CA-15	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.I)	1.74	197.80
CA-16	LOS ROBLES	LOS ROBLES (M.D)	3.12	144.30
CA-17		LOS ROBLES (M.I)	3.06	145.82
CA-18	LOS NOGALES	LOS NOGALES (M.I)	2.16	176.00

**Cuadro 9.5: Área de drenaje N°05**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DURACIÓN t (min) Tc x 60</b>	<b>I (mm/h)</b>
CA-19	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.D)	2.46	164.06
CA-22			3.78	130.10
CA-20	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	3.96	126.87
CA-21		LAS AMAPOLAS (M.I)	3.96	126.87
CA-23	LOS CLAVELES	LOS CLAVELES (M.D)	2.88	150.67
CA-24		LOS CLAVELES (M.I)	3.12	144.30
CA-25	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	3.42	137.32
CA-26		LOS LAURELES (M.I)	3.42	137.32
CA-27	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.D)	3.60	133.57
CA-28		LAS MARGARITAS (M.I)	3.60	133.57
CA-29	LAS BEGONIAS	LAS BEGONIAS (M.D)	2.88	150.67
CA-30			2.34	168.55
CA-31			2.34	168.55

**Cuadro 9.6: Área de drenaje N°06**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DURACIÓN t (min) Tc x 60</b>	<b>I (mm/h)</b>
CA-33	LAS BEGONIAS.	LAS BEGONIAS (M.I)	5.94	101.92
CA-36			3.84	128.99
CA-32	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.D)	2.70	156.02
CA-34	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	3.06	145.82
CA-35		LOS LAURELES (M.I)	3.00	147.39
CA-37	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.I)	4.14	123.86
CA-38	AHUASHIYACU	AHUASHIYACU (M.D)	5.76	103.63
CA-39			2.58	159.90

**Cuadro 9.7: Área de drenaje n°07**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DURACIÓN t (min) Tc x 60</b>	<b>I (mm/h)</b>
CA-40	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	4.02	125.84
CA-41		LAS AMAPOLAS (M.I)	4.02	125.84
CA-42	LOS PINOS	LOS PINOS (M.D)	4.14	123.86
CA-43		LOS PINOS (M.I)	4.14	123.86
CA-44	LAS BEGONIAS	LAS BEGONIAS (M.D)	3.54	134.79
CA-45		LAS BEGONIAS (M.I)	3.54	134.79
CA-46	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.I)	2.04	181.51
CA-47			2.16	176.00
CA-48			2.04	181.51
CA-49			2.70	156.02
CA-50	LOS NOGALES	LOS NOGALES (M.D)	2.82	152.40
CA-51			2.28	170.93
CA-52			1.98	184.46
CA-53			2.68	150.67
CA-54	AHUASHIYACU	AHUASHIYACU (M.I)	3.72	131.22

#### 4.1.3. Áreas colectoras de lluvias

Para determinar las áreas a drenar del tramo de calle en estudio, se ha tenido en cuenta la topografía del lugar, además de las calles adyacentes.

Para la determinación de éstas áreas se utilizó el método de las bisectrices por manzanas, dichas áreas están determinadas desde los vértices de las manzanas y la mitad de

la vía hasta los puntos de intersección de los ángulos proyectados por la mitad del ángulo de las esquinas hacia dentro, distribuyendo de esta manera equitativamente.

Para el cálculo de las áreas de drenaje se utilizó la ayuda del programa AutoCAD facilitando así la obtención de las diferentes áreas de manera rápida, las cuales se muestran en los siguientes cuadros.

### Cuadro 10

#### *Cálculo de áreas colectoras de lluvias*

**Cuadro 10.1: área de drenaje n° 01**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>AREA AFIRMADO A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>AREA VIVIENDAS A(m<sup>2</sup>)</b>
CA-01	LOS CLAVELES	LOS CLAVELES (M.D)	240.04	1924.06
CA-02		LOS CLAVELES (M.I)	242.82	2138.77
CA-03	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	183.07	972.74
CA-05			226.01	804.22
CA-07			243.36	640.41
CA-09			230.00	0.00
CA-04		LAS AMAPOLAS (M.I)	183.20	0.00
CA-06			218.16	0.00
CA-08			243.74	871.84
CA-10			230.95	0.00

**Cuadro 10.2: Área de drenaje N° 02**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>AREA AFIRMADO A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>AREA VIVIENDAS A(m<sup>2</sup>)</b>
CA-11	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.D)	194.46	1509.06
CA-12		LAS MARGARITAS (M.I)	191.36	295.08

**Cuadro 10.3: Área de drenaje N° 03**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>AREA AFIRMADO A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>AREA VIVIENDA S A(m<sup>2</sup>)</b>
CA-13	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	298.20	1943.68
CA-14		LOS LAURELES (M.I)	300.78	2218.63



**Cuadro 10.4: Área de drenaje N° 04**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>AREA AFIRMADO A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>AREA VIVIENDAS A(m<sup>2</sup>)</b>
CA-15	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.I)	88.37	0.00
CA-16	LOS ROBLES	LOS ROBLES (M.D)	242.82	2776.58
CA-17		LOS ROBLES (M.I)	226.62	0.00
CA-18	LOS NOGALES	LOS NOGALES (M.I)	159.56	0.00

**Cuadro 10.5: Área de drenaje N° 05**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>AREA AFIRMADO A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>AREA VIVIENDAS A(m<sup>2</sup>)</b>
CA-19	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.D)	263.08	1750.73
CA-22			440.97	4935.09
CA-20	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	181.53	0.00
CA-21		LAS AMAPOLAS (M.I)	182.44	967.08
CA-23	LOS CLAVELES	LOS CLAVELES (M.D)	568.49	2721.36
CA-24		LOS CLAVELES (M.I)	233.74	4819.37
CA-25	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	463.26	3228.28
CA-26		LOS LAURELES (M.I)	470.75	3682.45
CA-27	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.D)	479.78	853.78
CA-28		LAS MARGARITAS (M.I)	420.76	2926.05
CA-29	LAS BEGONIAS	LAS BEGONIAS (M.D)	363.62	2403.05
CA-30			250.45	1328.29
CA-31			247.69	1349.53

**Cuadro 10.6: Área de drenaje N° 06**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>AREA AFIRMADO A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>AREA VIVIENDAS A(m<sup>2</sup>)</b>
CA-33	LAS BEGONIAS.	LAS BEGONIAS (M.I)	618.30	0.00
CA-36			240.49	0.00
CA-32	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.D)	383.29	1642.45
CA-34	LOS LAURELES	LOS LAURELES (M.D)	431.31	2954.77
CA-35		LOS LAURELES (M.I)	406.90	2121.36
CA-37	LAS MARGARITAS	LAS MARGARITAS (M.I)	542.52	0.00
CA-38	AHUASHIYACU	AHUASHIYACU (M.D)	649.91	14138.85
CA-39			269.21	1120.64

**Cuadro 10.7: Área de drenaje N° 07**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>JR. O AV.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>AREA AFIRMADO A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>AREA VIVIENDAS A(m<sup>2</sup>)</b>
CA-40	LAS AMAPOLAS	LAS AMAPOLAS (M.D)	352.45	0.00
CA-41		LAS AMAPOLAS (M.I)	344.79	3064.22
CA-42	LOS PINOS	LOS PINOS (M.D)	317.09	0.00
CA-43		LOS PINOS (M.I)	355.51	3330.77
CA-44	LAS BEGONIAS	LAS BEGONIAS (M.D)	329.30	0.00
CA-45		LAS BEGONIAS (M.I)	331.33	3618.90
CA-46	EDGAR GIL RIOS	EDGAR GIL RIOS (M.I)	177.60	0.00
CA-47			206.64	859.72
CA-48			205.47	769.15
CA-49			382.26	2892.70
CA-50			147.38	0.00
CA-51	LOS NOGALES	LOS NOGALES (M.D)	202.84	864.10
CA-52			225.77	744.26
CA-53			385.15	2893.14
CA-54	AHUASHIYACU	AHUASHIYACU (M.I)	271.26	2142.79

#### **4.1.4. Coeficiente de escorrentía**

El coeficiente de escorrentía "C" se determinó haciendo uso del siguiente método: El Método Racional con un valor de  $C = 0.88$  que corresponde a zonas multifamiliares concentradas,  $C = 0.86$  que corresponde a calles asfaltadas, y  $C = 0.49$  para lo que corresponde a afirmado. Todos estos valores fueron tomados de acuerdo a la norma OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO y se encuentran en el ítem 2.5.2.6.

#### **4.1.5. Caudales de escurrimiento**

Para el cálculo de los caudales de escurrimiento se utilizó un método: El Método Racional, este parámetro nos permitirá conocer la cantidad de agua que discurrirán por las cunetas y alcantarillas.

##### **4.1.5.1. Método Racional**

Aplicable mayormente para realizar diseños de drenaje urbano y rural, aplicables generalmente a pequeñas cuencas, calculando el caudal de escurrimiento mediante la siguiente fórmula.

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

$Q$ =Caudal máximo de esorrentía en m<sup>3</sup>/s

$C$ =Coeficiente de esorrentía

$A$ =Area de interés en la cuenca en hectáreas

$I$ =Intensidad de la lluvia generadora del caudal.

Para el desarrollo del método es necesario tener en cuenta el tiempo de concentración “ $T_c$ ”, el cual es el tiempo que emplea una gota que cae en el punto más lejano de una cuenca para llegar a la salida de la misma. Teniendo en cuenta lo anterior podemos calcular el caudal de diseño  $Q_p$  en la salida de la cuenca después de un tiempo de concentración  $T_c$ .

Para la determinación de los caudales de diseño seguimos el presente procedimiento:

1. Determinar las áreas de drenaje
2. Determinar el tiempo de concentración de cada área de drenaje.
3. Determinar el periodo de retorno con el cual se trabajará, para nuestro caso será de 25 años
4. Determinar la intensidad de lluvia.
5. Seleccionar el coeficiente de esorrentía de acuerdo a lo mencionado en el ítem 4.1.4

Todos los valores que dieron como resultado de la aplicación de la fórmula descrita se presentan en los siguientes cuadros.

### **Cuadro 11**

*Caudales de diseño de las cunetas proyectadas sin acumulaciones*

**$C$  (afirmado)=0.46,  $C$  (viviendas)=0.88**

#### **Cuadro 11.1: Área de drenaje N°01**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b><math>Q_a</math> (afirmado) m<sup>3</sup>/s</b>	<b><math>Q_v</math> (viviendas) m<sup>3</sup>/s</b>	<b><math>Q</math> <math>Q_a+Q_v</math> m<sup>3</sup>/s</b>
CA-01	0.0043	0.0652	<b>0.07</b>
CA-02	0.0043	0.0725	<b>0.08</b>
CA-03	0.0036	0.0362	<b>0.04</b>
CA-05	0.0045	0.0307	<b>0.07</b>
CA-07	0.0047	0.0239	<b>0.10</b>
CA-09	0.0048	0.0000	<b>0.11</b>
CA-04	0.0036	0.0000	<b>0.004</b>
CA-06	0.0044	0.0000	<b>0.01</b>
CA-08	0.0048	0.0329	<b>0.05</b>
CA-10	0.0048	0.0000	<b>0.05</b>

**Cuadro 11.2: Área de drenaje N°02**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>Qa (afirmado) m3/s</b>	<b>Qv (viviendas) m3/s</b>	<b>Q Qa+Qv m3/s</b>
CA-11	0.0041	0.0613	<b>0.07</b>
CA-12	0.0041	0.0122	<b>0.02</b>

**Cuadro 11.3: Área de drenaje N°03**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>Qa (afirmado) m3/s</b>	<b>Qv (viviendas) m3/s</b>	<b>Q Qa+Qv m3/s</b>
CA-13	0.0054	0.0672	<b>0.07</b>
CA-14	0.0055	0.0775	<b>0.08</b>

**Cuadro 11.4: Área de drenaje N°04**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>Qa (afirmado) m3/s</b>	<b>Qv (viviendas) m3/s</b>	<b>Q Qa+Qv m3/s</b>
CA-15	0.0022	0.0000	<b>0.002</b>
CA-16	0.0045	0.0979	<b>0.10</b>
CA-17	0.0042	0.0000	<b>0.004</b>
CA-18	0.0036	0.0000	<b>0.004</b>

**Cuadro 11.5: Área de drenaje N°05**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>Qa (afirmado) m3/s</b>	<b>Qv (viviendas) m3/s</b>	<b>Q Qa+Qv m3/s</b>
CA-19	0.0055	0.0702	<b>0.08</b>
CA-22	0.0073	0.1569	<b>0.16</b>
CA-20	0.0029	0.0000	<b>0.003</b>
CA-21	0.0030	0.0300	<b>0.03</b>
CA-23	0.0109	0.1002	<b>0.11</b>
CA-24	0.0043	0.1700	<b>0.17</b>
CA-25	0.0081	0.1084	<b>0.12</b>
CA-26	0.0083	0.1236	<b>0.13</b>
CA-27	0.0082	0.0279	<b>0.04</b>
CA-28	0.0072	0.0955	<b>0.10</b>
CA-29	0.0070	0.0885	<b>0.10</b>
CA-30	0.0054	0.0547	<b>0.06</b>
CA-31	0.0053	0.0556	<b>0.06</b>

**Cuadro 11.6: Área de drenaje N°06**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>Qa (afirmado) m3/s</b>	<b>Qv (viviendas) m3/s</b>	<b>Q Qa+Qv m3/s</b>
CA-33	0.0081	0.0000	<b>0.01</b>
CA-36	0.0040	0.0000	<b>0.004</b>
CA-32	0.0076	0.0626	<b>0.07</b>
CA-34	0.0080	0.1053	<b>0.11</b>
CA-35	0.0077	0.0764	<b>0.08</b>
CA-37	0.0086	0.0000	<b>0.01</b>
CA-38	0.0086	0.3582	<b>0.37</b>
CA-39	0.0055	0.0438	<b>0.05</b>

**Cuadro 11.7: Área de drenaje N°07**

<b>CODIGO DE CUENCA</b>	<b>Qa (afirmado) m3/s</b>	<b>Qv (viviendas) m3/s</b>	<b>Q Qa+Qv m3/s</b>
CA-40	0.0057	0.0000	<b>0.01</b>
CA-41	0.0055	0.0943	<b>0.10</b>
CA-42	0.0050	0.0000	<b>0.01</b>
CA-43	0.0056	0.1008	<b>0.11</b>
CA-44	0.0057	0.0000	<b>0.01</b>
CA-45	0.0057	0.1192	<b>0.12</b>
CA-46	0.0041	0.0000	<b>0.004</b>
CA-47	0.0046	0.0370	<b>0.04</b>
CA-48	0.0048	0.0341	<b>0.04</b>
CA-49	0.0076	0.1103	<b>0.12</b>
CA-50	0.0029	0.0000	<b>0.003</b>
CA-51	0.0044	0.0361	<b>0.04</b>
CA-52	0.0053	0.0336	<b>0.04</b>
CA-53	0.0074	0.1066	<b>0.11</b>
CA-54	0.0045	0.0687	<b>0.07</b>

## Cuadros 12

Caudales de diseño finales de las cunetas proyectadas

Cuadro 12.1: Área de Adrenaje N° 01

	APORTES				CAUDAL		
	Cunetas		Cunetas de cruce		Q	Qd	
	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado	PARCIAL m3/seg	ACUMULADO m3/seg	
<b>AREA DE DRENAJE 01</b>	CA-02	Q-02			0.08	<b>0.08</b>	
	CA-03	Q-03			0.04	<b>0.04</b>	
			CT-01	Q-05		<b>0.12</b>	
	CA-04	Q-04			0.004	<b>0.0036</b>	
			CT-02	Q-06		<b>0.004</b>	
	CA-01	Q-01			0.07	<b>0.07</b>	
			CT-01	Q-05	0.12	<b>0.12</b>	
	CA-05	Q-07			0.07	<b>0.26</b>	
			CT-03	Q-09		<b>0.26</b>	
	CA-07	Q-11			0.10	<b>0.36</b>	
			CT-05	Q-13		<b>0.36</b>	
	CA-09	Q-15			0.11	<b>0.47</b>	
	<b>Punto de descarga 01</b>						<b>0.47</b>
			CT-02	Q-06	0.004		
	CA-06	Q-08			0.01	<b>0.0115</b>	
			CT-04	Q-10		<b>0.01</b>	
CA-08	Q-12			0.05	<b>0.0572</b>		
		CT-06	Q-14		<b>0.0572</b>		
CA-10	Q-16			0.05	<b>0.1076</b>		
<b>Punto de descarga 02</b>						<b>0.11</b>	

Cuadro 12.2: Área de Adrenaje N° 02

	APORTES				CAUDAL		
	Cunetas		Cunetas de cruce		Q	Qd	
	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado	PARCIAL L m3/seg	ACUMULADO m3/seg	
<b>AREA DE DRENAJE 02</b>	CA-11	Q-17			0.07	<b>0.07</b>	
	<b>Punto de descarga 03</b>						<b>0.07</b>
	CA-12	Q-18			0.02	<b>0.02</b>	
	<b>Punto de descarga 04</b>						<b>0.02</b>

Cuadro 12.3: Área de Adrenaje N° 03

	APORTES				CAUDAL		
	Cunetas		Cunetas de cruce		Q PARCIAL m3/seg	Qd ACUMULADO m3/seg	
	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado			
<b>AREA DE DRENAJE 03</b>	CA-13	Q-19			0.07	<b>0.07</b>	
	<b>Punto de descarga 05</b>						<b>0.07</b>
	CA-14	Q-20			0.08	<b>0.08</b>	
	<b>Punto de descarga 06</b>						<b>0.08</b>

Cuadro 12.4: Área de Adrenaje N° 04

	APORTES				CAUDAL		
	Cunetas		Cunetas de cruce		Q PARCIAL m3/seg	Qd ACUMULADO m3/seg	
	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado			
<b>AREA DE DRENAJE 04</b>	CA-15	Q-21			0.002	<b>0.002</b>	
	CA-17	Q-23			0.004	<b>0.01</b>	
			CT-08	Q-26		<b>0.01</b>	
	<b>Punto de descarga 07</b>						<b>0.01</b>
	CA-16	Q-22			0.10	<b>0.10</b>	
	CA-18	Q-24			0.004	<b>0.004</b>	
			CT-07	Q-25		<b>0.11</b>	
	<b>Punto de descarga 08</b>						<b>0.11</b>

Cuadro 12.5: Área de Adrenaje N° 05

	APORTES				CAUDAL	
	Cunetas		Cunetas de cruce		Q PARCIAL m3/seg	Qd ACUMULADO m3/seg
	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado		
<b>AREA DE DRENAJE 05</b>	CA-19	Q-27			0.07	<b>0.07</b>
	CA-21	Q-29			0.03	<b>0.03</b>
			CT-09	Q-30		<b>0.10</b>
	CA-23	Q-32			0.11	<b>0.11</b>
	CA-24	Q-33			0.17	<b>0.17</b>
			CT-10	Q-34		<b>0.29</b>
			CT-09	Q-30	0.10	
	CA-20	Q-28			0.003	<b>0.003</b>
	CA-22	Q-31			0.16	<b>0.27</b>
	CA-29	Q-39			0.10	<b>0.37</b>
			CT-10	Q-34	0.29	
	CA-30	Q-40			0.06	<b>0.71</b>
	CA-26	Q-36			0.13	<b>0.13</b>
			CT-11	Q-41		<b>0.84</b>
	CA-25	Q-35			0.12	<b>0.12</b>
			CT-11	Q-41	0.84	
	CA-31	Q-42			0.06	<b>1.02</b>
	CA-28	Q-38			0.10	<b>0.10</b>
			CT-12	Q-43		<b>1.12</b>
		CT-12	Q-43	1.12		
CA-27	Q37			0.04	<b>0.04</b>	
<b>Punto de descarga 09</b>						<b>1.16</b>

Cuadro 12.6: Área de Adrenaje N° 06

	APORTES				CAUDAL	
	Cunetas		Cunetas de cruce		Q PARCIAL m3/seg	Qd ACUMULADO m3/seg
	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado		
<b>AREA DE DRENAJE 06</b>	CA-32	Q-44			0.07	<b>0.067</b>
	CA-38	Q-50			0.37	<b>0.437</b>
	CA-33	Q-45			0.01	<b>0.008</b>
	CA-35	Q-47			0.08	<b>0.092</b>
			CT-13	Q-51		<b>0.529</b>
	CA-34	Q-46			0.11	<b>0.113</b>
			CT-13	Q-51	0.53	
	CA-39	Q-52			0.05	<b>0.692</b>
	CA-36	Q-48			0.004	<b>0.004</b>
	CA-37	Q-49			0.01	<b>0.013</b>
			CT-14	Q-53		<b>0.704</b>
	<b>Punto de descarga 10</b>					



Cuadro 12.7: Área de Adrenaje N° 07

		APORTES		CAUDAL		
		Cunetas		Q PARCIAL m3/seg	Qd ACUMULADO m3/seg	
		Cunetas de cruce				
	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado	Canaleta o Alcantarilla	Caudal Denominado		
<b>AREA DE DRENAJE 07</b>	CA-46	Q-54			0.004	<b>0.004</b>
			CT-15	Q-55	0.004	<b>0.004</b>
	CA-47	Q-56			0.04	<b>0.046</b>
			CT-16	Q-57	0.05	<b>0.046</b>
	CA-48	Q-58			0.04	<b>0.085</b>
	CA-45	Q-59			0.12	<b>0.210</b>
	CA-41	Q-60			0.10	<b>0.100</b>
	CA-50	Q-61			0.003	<b>0.003</b>
			CT-17	Q-62	0.10	<b>0.103</b>
	CA-40	Q-63			0.01	<b>0.006</b>
	CA-51	Q-64			0.04	<b>0.149</b>
	CA-43	Q-65			0.11	<b>0.106</b>
	CA-42	Q-66			0.01	<b>0.005</b>
			CT-18	Q-67	0.26	<b>0.255</b>
	CA-52	Q-68			0.04	<b>0.299</b>
			CA-45	Q-59	0.21	
			CT-19	Q-69	0.51	<b>0.509</b>
	CA-44	Q-70			0.01	<b>0.006</b>
	CA-53	Q-71			0.11	<b>0.628</b>
	CA-49	Q-72			0.12	<b>0.118</b>
CA-54	Q-73			0.07	<b>0.191</b>	
		CT-20	Q-74	0.82	<b>0.820</b>	
<b>Punto de descarga 11</b>						<b>0.820</b>

#### 4.1.6. Dimensionamiento de colectores, cunetas y alcantarillas

Para el dimensionamiento de colectores, cunetas y alcantarilla se utilizó el Método de Manning, calculando las dimensiones de las cunetas por el caudal a conducir por ellas, estas dimensiones se encuentran plasmadas en el cálculo de diseño hidráulico y se realizó el siguiente procedimiento:

#### Cálculo de la sección del colector (Método de Manning)

Datos generales:

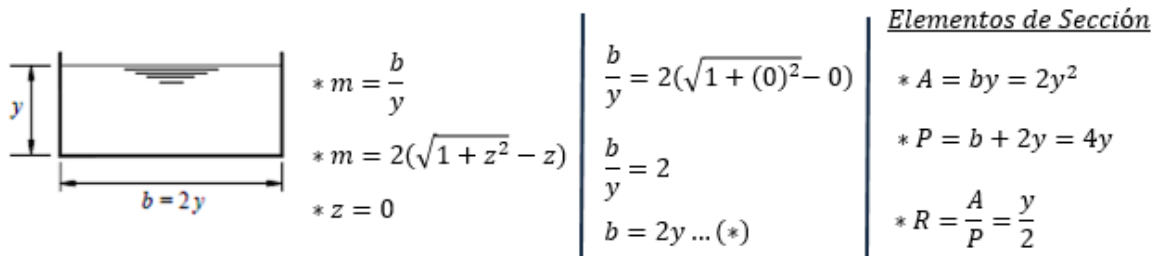
**CAUDAL (Q-02) – CUNETAS ABIERTA CA-02**

**Q=0.08 m3/s**

**n=0.013 (Para canales revestidos)**

**S=2.92%**

Diseño a M.E.H



Utilizando la fórmula de Manning:

$Q = \frac{A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{n}$	<p>Reemplazando:</p> $Q = \frac{2y^2 \cdot y^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{n \cdot (2)^{\frac{2}{3}}}$ $Q \cdot n = (2)^{\frac{1}{3}} \cdot y^{\frac{8}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$	$y = \left( \frac{(Q \cdot n)}{(2)^{\frac{1}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}} \dots \dots (**)$
---	---	---

Reemplazando valores en (\*\*)

$$y = 0.135 \text{ m}$$

Reemplazando el valor de "y" en (\*)

$$b = 0.129 \times 2 = 0.270 \text{ m}$$

Luego teniendo en cuenta los valores obtenidos consideramos una base y un tirante para la cuneta.

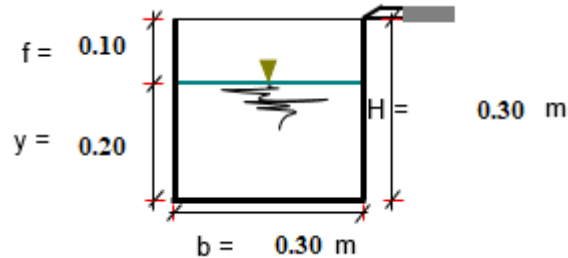
$$b = 0.30 \text{ m (Medida Constructiva mínima; } b = 0.30 \text{ m)}$$

$$y = 0.20 \text{ m (Medida Constructiva)}$$

Cálculo de los elementos de la sección:

- Borde libre  $f = \frac{y}{3}$   $f = 0.10 \text{ m}$
- Altura  $H = y + f$   $H = 0.30 \text{ m}$
- Base  $b$   $b = 0.30 \text{ m}$

- Tirante  $y$   $y = 0.20 \text{ m}$
- Perímetro mojado  $Pm = 2y + b$   $Pm = 0.7 \text{ m}$
- Área hidráulica  $A = b \cdot y$   $A = 0.060 \text{ m}^2$
- Radio hidráulico  $R = \frac{A}{Pm}$   $R = 0.086 \text{ m}$



Verificación por Manning del caudal:

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \Rightarrow Q = \frac{0.060 \times 0.086^{2/3} \times 0.02915^{1/2}}{0.013}$$

$$Q = 0.153 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.153 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{diseño}} = 0.070 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow \text{ok}$$

Verificación por velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} \Rightarrow V = \frac{0.070}{0.033} = 2.10 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$V = 2.18 \text{ m/s} \Rightarrow 0.60 < V < 3.00 \Rightarrow \text{ok}$$

Por lo tanto la sección de diseño a utilizar será:

$$b = 0.30 \text{ m}$$

$$H = 0.30 \text{ m}$$

Siguiendo con el mismo procedimiento para todas las cunetas proyectadas obtenemos los resultados en los siguientes cuadros.

**Cuadros 13***Secciones de diseño de Cunetas Abiertas***Cuadro 13.1: Área de Adrenaje N° 01**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CUNETA O ALCANTARILLA</b>	<b>SECCION DE DISEÑO</b>
<b>AREA DE DRENAJE N° 01</b>	CUNETA ABIERTA	CA-02	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-03	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-04	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-01	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-05	<b>0.35 x 0.35</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-07	<b>0.40 x 0.40</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-09	<b>0.45 x 0.45</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-06	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-08	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-10	<b>0.30 x 0.30</b>

**Cuadro 13.2: Área de Adrenaje N° 02**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CUNETA O ALCANTARILLA</b>	<b>SECCION DE DISEÑO</b>
<b>AREA DE DRENAJE N° 02</b>	CUNETA ABIERTA	CA-11	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-12	<b>0.30 x 0.30</b>

**Cuadro N° 13.3: Área de Adrenaje N° 03**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CUNETA O ALCANTARILLA</b>	<b>SECCION DE DISEÑO</b>
<b>AREA DE DRENAJE N° 03</b>	CUNETA ABIERTA	CA-13	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-14	<b>0.30 x 0.30</b>

Cuadro 13.4: Área de Adrenaje N° 04

	DESCRIPCIÓN	CUNETA O ALCANTARILLA	SECCION DE DISEÑO
AREA DE DRENAJE N° 04	CUNETA ABIERTA	CA-15	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-17	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-16	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-18	0.30 x 0.30

Cuadro 13.5: Área de Adrenaje N° 05

	DESCRIPCIÓN	CUNETA O ALCANTARILLA	SECCION DE DISEÑO
AREA DE DRENAJE N° 05	CUNETA ABIERTA	CA-19	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-21	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-23	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-24	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-20	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-22	0.35 x 0.40
	CUNETA ABIERTA	CA-29	0.40 x 0.45
	CUNETA ABIERTA	CA-30	0.55 x 0.55
	CUNETA ABIERTA	CA-26	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-25	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-31	0.65 x 0.60
	CUNETA ABIERTA	CA-28	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-27	0.30 x 0.30

Cuadro N° 13.6: Área de Adrenaje N° 06

	DESCRIPCIÓN	CUNETA O ALCANTARILLA	SECCION DE DISEÑO
AREA DE DRENAJE N° 06	CUNETA ABIERTA	CA-32	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-38	0.50 x 0.45
	CUNETA ABIERTA	CA-33	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-35	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-34	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-39	0.55 x 0.60
	CUNETA ABIERTA	CA-36	0.30 x 0.30
	CUNETA ABIERTA	CA-37	0.30 x 0.30

**Cuadro N° 13.7: Área de Adrenaje N° 07**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CUNETA O ALCANTARILLA</b>	<b>SECCION DE DISEÑO</b>
<b>AREA DE DRENAJE N° 07</b>	CUNETA ABIERTA	CA-46	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-47	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-48	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-45	<b>0.40 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-41	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-50	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-40	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-51	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-43	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-42	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-52	<b>0.40 x 0.35</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-44	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-53	<b>0.50 x 0.60</b>
	CUNETA ABIERTA	CA-49	<b>0.30 x 0.30</b>
CUNETA ABIERTA	CA-54	<b>0.35 x 0.35</b>	

Realizamos el mismo procedimiento para las cunetas techadas proyectadas, obteniendo los resultados los cuales se muestran en los siguientes cuadros:

**Cuadros 14***Secciones de diseño de Cuneta Techada***Cuadro N° 14.1: Área de Adrenaje N° 01**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CUNETA O ALCANTARILLA</b>	<b>SECCION DE DISEÑO</b>
<b>AREA DE DRENAJE N° 01</b>	CUNETA TECHADA	CT-01	<b>0.35 x 0.30</b>
	CUNETA TECHADA	CT-02	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA TECHADA	CT-03	<b>0.35 x 0.35</b>
	CUNETA TECHADA	CT-05	<b>0.40 x 0.40</b>
	CUNETA TECHADA	CT-04	<b>0.30 x 0.30</b>
	CUNETA TECHADA	CT-06	<b>0.30 x 0.30</b>

**Cuadro N° 14.2: Área de Adrenaje N° 04**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CUNETA O ALCANTARILLA</b>	<b>SECCION DE DISEÑO</b>
<b>AREA DE DRENAJE N° 04</b>	CUNETA TECHADA	CT-08	<b>0.30 x 030</b>
	CUNETA TECHADA	CT-07	<b>0.30 x 030</b>

**Cuadro N° 14.3: Área de Adrenaje N° 05**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CUNETA O ALCANTARILLA</b>	<b>SECCION DE DISEÑO</b>
<b>AREA DE DRENAJE N° 05</b>	CUNETA TECHADA	CT-09	<b>0.30 x 030</b>
	CUNETA TECHADA	CT-10	<b>0.40 x 0.35</b>
	CUNETA TECHADA	CT-11	<b>0.65 x 0.70</b>
	CUNETA TECHADA	CT-12	<b>0.65 x 0.70</b>

**Cuadro N° 14.4: Área de Adrenaje N° 06**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CUNETA O ALCANTARILLA</b>	<b>SECCION DE DISEÑO</b>
<b>AREA DE DRENAJE N° 06</b>	CUNETA TECHADA	CT-13	<b>0.55 x 0.50</b>
	CUNETA TECHADA	CT-14	<b>0.55 x 0.55</b>

**Cuadro N° 14.5: Área de Adrenaje N° 07**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANATELA O ALCANTARILLA</b>	<b>SECCION DE DISEÑO</b>
<b>AREA DE DRENAJE N° 07</b>	CUNETA TECHADA	CT-15	<b>0.30 x 030</b>
	CUNETA TECHADA	CT-16	<b>0.30 x 030</b>
	CUNETA TECHADA	CT-17	<b>0.30 x 030</b>
	CUNETA TECHADA	CT-18	<b>0.40 x 0.35</b>
	CUNETA TECHADA	CT-19	<b>0.50 x 0.45</b>
	CUNETA TECHADA	CT-20	<b>0.60 x 0.65</b>

#### 4.1.6.1. Longitud de cunetas

La longitud total de cunetas es de 4446.87 metros lineales, entre cunetas abiertas (longitudinales y veredas), que se detallan en el cuadro N° 15.

#### 4.1.6.2. Longitud de alcantarillas

La longitud total de cunetas techadas es la que se considerará como Alcantarillas, es decir 225.50 metros lineales, que se indican en el cuadro N° 16.

### Cuadro 15

#### *Longitudes acumuladas de Cunetas*

Jr. / Av. / Psje.	Cuadras	Lado	Longitud (m)	
			Cuneta Abierta	Cuenta Abierta (Vereda)
Av. Ahuashiyacu	02	M.I.	63.20	-
	03	M.I.	169.83	-
	04	M.I.	67.93	-
Jr. Las Begonias	02	M.I.	63.25	-
		M.D.	63.48	-
	03	M.I.	165.55	-
		M.D.	167.95	-
	04	M.I.	89.81	-
		M.D.	89.22	-
Jr. Las Amapolas	01	M.I.	61.35	-
		M.D.	62.90	-
	02	M.I.	63.32	-
		M.D.	64.32	-
	03	M.I.	61.43	-
		M.D.	63.05	-
	04	M.I.	99.15	-
		M.D.	98.60	-
	05	M.I.	90.82	-
		M.D.	92.40	-
Psje. Los Pinos	01	M.I.	-	93.88
		M.D.	-	93.64
Jr. Los Robles	01	M.I.	-	93.25
		M.D.	-	92.99
Jr. Las Margaritas	01	M.D.	117.16	-
	02	M.I.	125.48	-
		M.D.	125.67	-
	03	M.I.	52.10	-
M.D.		53.48	-	
Jr. Los Laureles	01	M.I.	108.97	-
		M.D.	108.40	-
	02	M.I.	121.31	-
		M.D.	121.18	-
	03	M.I.	82.79	-
		M.D.	84.11	-



Jr. Los Claveles	01	M.I.	76.99	12.29
		M.D.	84.19	3.63
	02	M.I.	79.55	-
		M.D.	78.70	-
Jr. Edgar Gil Ríos	01	M.I.	99.98	-
		M.D.	99.31	-
	02	M.I.	113.89	-
		M.D.	107.66	-
	03	M.I.	62.58	8.00
		M.D.	70.49	-
Jr. Los Nogales	01	M.I.	96.38	96.38
	02	M.I.	106.10	-
	03	M.I.	78.78	-
<b>TOTAL (m)</b>			<b>3952.81</b>	<b>494.06</b>

### Cuadro 16

#### *Longitudes Cunetas Techadas (Alcantarillas)*

<b>Cuneta Techada (Alcantarilla)</b>	<b>Longitud (m)</b>
CT-01	10.00
CT-02	8.50
CT-03	11.00
CT-04	10.00
CT-05	12.00
CT-06	10.00
CT-07	12.00
CT-08	11.00
CT-09	11.00
CT-10	35.00
CT-11	11.00
CT-12	9.00
CT-13	10.50
CT-14	9.00
CT-15	10.50
CT-16	6.00
CT-17	11.00
CT-18	5.50
CT-19	11.00
CT-20	11.50
<b>TOTAL (m)</b>	<b>225.50</b>

#### 4.1.7. Análisis de suelo

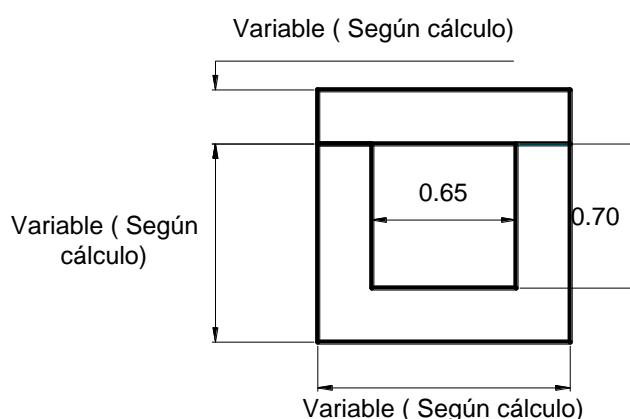
Los suelos predominantes, según el análisis de suelo realizado en la zona de estudio (10 calicatas a una H = 1.50 mts), obedece a un suelo tipo CL = arcilla inorgánica de

consistencia semi dura, de mediana plasticidad cuyo  $\Phi = 17^\circ$  y  $\sigma_t = 0.70 \text{ kg/cm}^2$ , los cuales fueron tomado como datos para la realización de los cálculos estructurales.

#### 4.1.8. Análisis Estructural

Para realizar el análisis estructural de las cunetas y alcantarillas tomamos la sección más crítica que se diseñará y realizamos el siguiente procedimiento:

##### 4.1.8.1. Análisis Estructural de Cuneta Cerrada



**Modelo de sección más crítica de cuneta**

#### DATOS:

Resistencia del Concreto:	$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad del Concreto	$E_c=218819.79 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad del Acero:	$E_s=2039000 \text{ kg/cm}^2$
Fluencia del Acero:	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
Densidad del Concreto de la Cuneta:	$\gamma_c=2400 \text{ kg/m}^3$
Ángulo de fricción del suelo:	$\phi=17.00^\circ$
Altura del Suelo o de Relleno:	$H_s=0.10 \text{ m}$
Altura del Muro (hw) :	$h_w=0.70 \text{ m}$
Peso específico del suelo:	$\gamma_s=1750.00 \text{ kg/m}^3$
Falla Local:	SI
Ángulo de fricción, $\phi_m$ :	$\phi=11.52^\circ$
Cohesión, c:	$c=0.22 \text{ kg/cm}^2$
Capacidad Portante Admisibile:	$Q_{adm}=0.720 \text{ kg/cm}^2$

Se realizará un predimensionamiento de espesor de las losas de la cuneta a fin de poder determinar la capacidad a corte y flexión de estas mismas, para ello se consideró como referencia el ACI350-06, dado a que se trata de una estructura que está en contacto con agua y suelo.

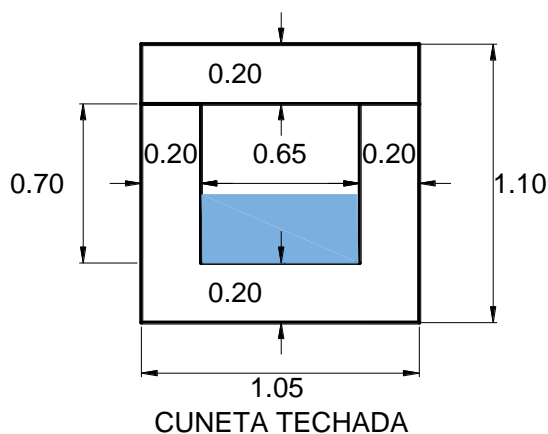
**A. Predimensionamiento del espesor del muro por Código ACI 350-06 - Método Estático.**

$$t = \max\left(\frac{hw}{25}; 20\right) (cm) \quad (\text{Código ACI 350-06/14.5.3.1}) \quad t1=0.20m$$

$$\text{Si } hw \geq 3m, t_{min} = 30 (cm) \quad (\text{Código ACI 350-06/14.6.2}) \quad t2=0.20m$$

**Elegimos  $t_w = 0.20 \text{ m} \Rightarrow$  Usar 1 capa**

**Detalle de la sección de canal (Dimensiones)**



$$Hw2=0.40 \text{ m}$$

$$Hw2/2=0.20 \text{ m}$$

$$Ht=1.10 \text{ m}$$

$$\text{Ancho Total}=1.05 \text{ m}$$

**Determinación del empuje activo y pasivo (Rankine)**

Para la presente se determinará las fuerzas de empuje activo y Pasivo empleando la teoría de Rankine.

La metodología de Rankine consiste en determinar una fuerza de empuje ya sea activa o pasiva para la cual influye la altura de relleno o profundidad en que se encuentra la estructura despreciando así el rozamiento entre estructura y suelo. Así mismo es de vital importancia conocer las características mecánicas del suelo, como por ejemplo:

- a. Angulo de Fricción

- b. Capacidad Portante del Suelo.
- c. Peso Específico del Suelo.
- d. Altura de Nivel Freático.

A continuación se determinará las fuerzas de empuje a la cual está sometida la estructura, estas mismas nos ayudarán a determinar los esfuerzos internos en la estructura y la estabilidad de la misma.

Todas las consideraciones para el análisis y diseño estructural de la presente estructura estarán basadas en función a las Normativas E-060 de diseño de concreto armado, código ACI318-14 y E-050 de suelos y cimentaciones.

**Nota: Al tratarse de una estructura enterrada no consideraremos los efectos sísmicos.**

#### B. Cálculo de presiones de empuje:

##### Determinaremos el empuje Activo

Determinación de  $K_a$  (Rankine) = 0.5475

Empuje activo = 1159.42 Kg

Empuje activo = 1.1594 Tn

$$K_a = \frac{1 - \operatorname{sen}(\varphi)}{1 + \operatorname{sen}(\varphi)}$$

$$E_a = \frac{\gamma_s x (Hw + Hw^2) K_a}{2}$$

##### Determinaremos el empuje Pasivo

Determinación de  $K_p$  (Rankine) = 1.83

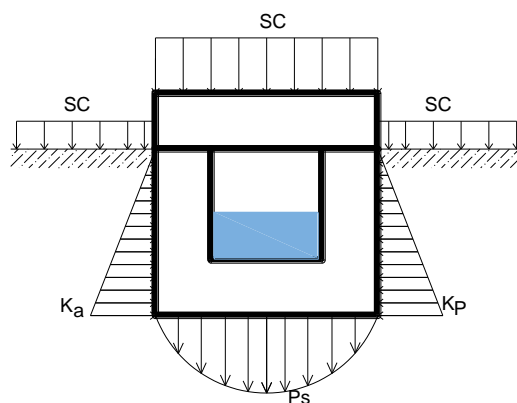
Empuje pasivo = 3867.64 Kg

Empuje pasivo = 3.8676 Tn

$$K_p = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$$

$$E_p = \frac{k_p x \gamma_s x H^2 + 2cH^2}{2}$$

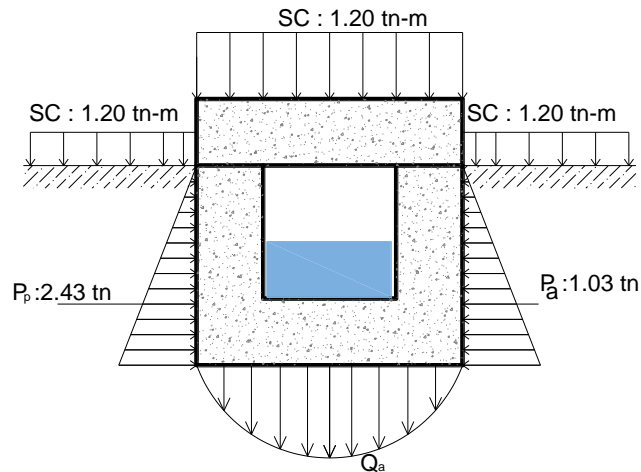
#### Considerando un Factor de Reducción del Pasivo 2/3



#### Empuje Pasivo

## Modelo matemático de la estructura

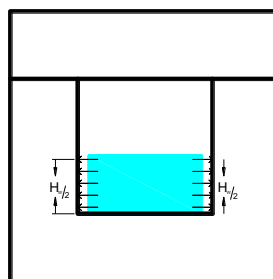
### C. Determinación de diagramas de presiones y cálculo de pesos gravitacionales



#### Estado y Metrado de Cargas

Peso Propio	=2064 kg-m
Sobre Carga	=240.0 kg-m
Presión de empuje	Activo=1159.42 Kg Pasivo=3867.64 Kg
Presión Hidrostática	= Ph =350 Kg

Se considera la presión hidrostática debido a que la estructura estará en contacto con el líquido a lo que a criterio se considera  $Hw/2$ .



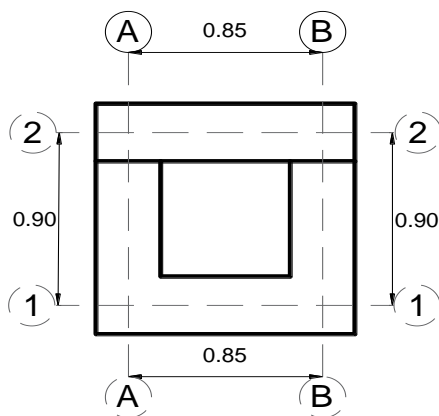
#### Presión hidrostática

A continuación se modelará la estructura de manera matemática con el programa CSI SAP2000 V20.1 la cual trabaja con una metodología de Método de elementos finitos (MEF), misma que nos permitirá determinar los esfuerzos internos en la estructura generados por los casos de carga.

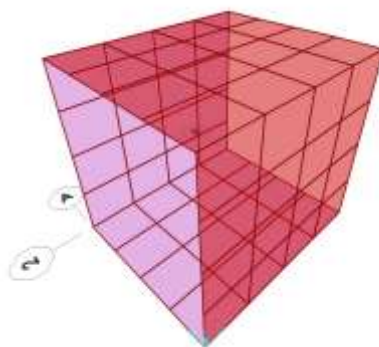
#### D. Modelamiento Matemático de la estructura en CSI SAP 2000 V20.1

Para el modelamiento matemático se ingresarán todas las acciones a la que es sometida la estructura y a su vez se considerará sus propiedades geométricas y mecánicas.

El modelamiento estructural considera los ejes centrales de cada elemento frame o shell, para este caso considera los ejes centrales del espesor de los muros (Referencia Ver la Presente Imagen).

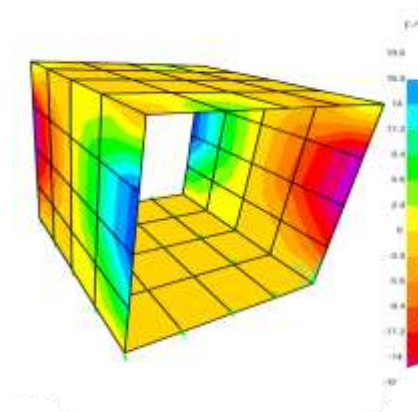


**Sección a modelar**

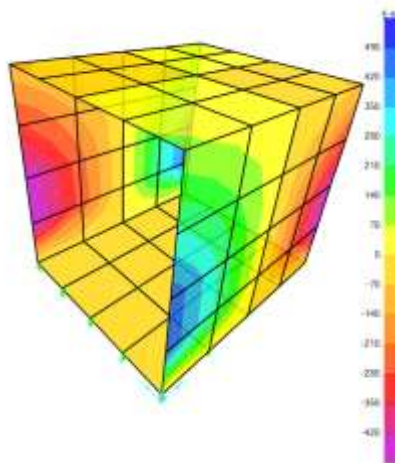


**Modelado en CSI SAP2000**

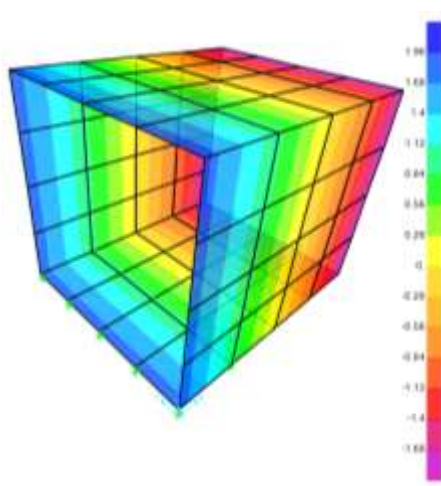
#### E. Respuesta Modal de la Estructura en CSI SAP2000 V20.1



**Modo 1 (x-x)**



**Modo 2 (y-y)**



**Modo 3 (z-z)**

A continuación se presenta los periodos y frecuencias de la estructura, realizados por un análisis Modal.

**Tabla 19**

*Respuestas Modales En La Estructura – Cuneta Cerrada.*

<b>Tabla de Análisis Modal y Frecuencias</b>						
<b>Caso</b>	<b>Tipo</b>	<b>Numero</b>	<b>Periodo</b>	<b>Frecuencias</b>	<b>Frecuencia C.</b>	<b>Eigen V.</b>
Descripción	Text	Caso	Segundos	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0.276	3.625	22.779	518.87
MODAL	Mode	2	0.226	4.421	27.779	771.65
MODAL	Mode	3	0.105	9.509	59.745	3569.42
MODAL	Mode	4	0.006	163.459	1027.041	1054813.06
MODAL	Mode	5	0.006	175.875	1105.053	1221142.77

MODAL	Mode	6	0.003	345.688	2172.021	4717676.97
MODAL	Mode	7	0.002	481.388	3024.651	9148515.88
MODAL	Mode	8	0.002	565.722	3554.537	12634730.62
MODAL	Mode	9	0.002	594.524	3735.504	13953993.07
MODAL	Mode	10	0.002	603.566	3792.320	14381690.43
MODAL	Mode	11	0.001	680.462	4275.469	18279633.05
MODAL	Mode	12	0.001	690.848	4340.726	18841903.13

**Tabla 20**

*Relaciones de participación de carga modal – Cuneta Cerrada.*

<b>Modal Load Participation Ratios</b>				
<b>Caso</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ítem</b>	<b>Estático</b>	<b>Dinámico</b>
Text	Text	Text	Porcentaje	Porcentaje
Modal	Aceleración	UX	99.9996	82.3874
Modal	Aceleración	UY	100	95.8529
Modal	Aceleración	UZ	100	100

**F. Deformación por combinación de servicio en la estructura empleando el software CSI SAP2000 V20.1**

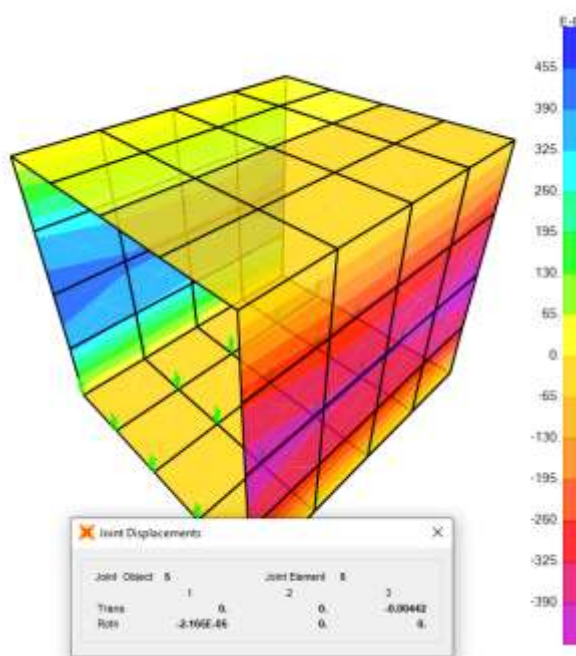
La presente respuesta de la estructura ante solicitaciones de cargas se va dada por la combinación de estado en servicio las cuales inciden directamente las siguientes cargas:

**Tabla 21**

*Cargas factorizadas para combinación de cargas – Cuneta Cerrada.*

<b>Casos de Carga</b>	<b>Factor de Amplificación</b>
Carga Muerta	1.00
Carga Viva	1.00
Empuje Activo	1.00
Empuje Pasivo	1.00





**Deformación por Combinación de Servicio (cm)**

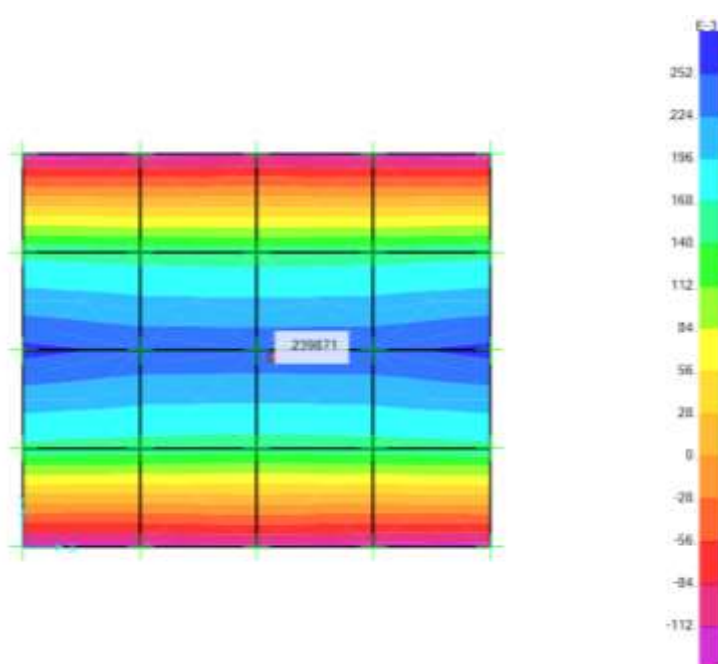
#### **G. Determinación de Momentos Actuales en la Estructura Empleando el Software SAP2000 V20.1**

Los momentos actuantes en la estructura son aquellos que resultan de las solicitaciones a la cual es sometida la estructuras; dichas solicitaciones son las mismas que fueron mencionadas en el punto F, sin embargo el factor de amplificación de diseño son distintos para la cual se detalle a continuación:

**Tabla 22**  
*Combinación de cargas – Cuneta Cerrada.*

<b>Casos de Carga</b>	<b>Factor de Amplificación</b>
Carga Muerta	1.40
Carga Viva	1.70
Empuje Activo	1.70
Empuje Pasivo	1.70

Los factores de amplificación se justifican mediante el código ACI318-08 y E-060-2006 mismas que competen a la parte de diseño estructural en concreto.

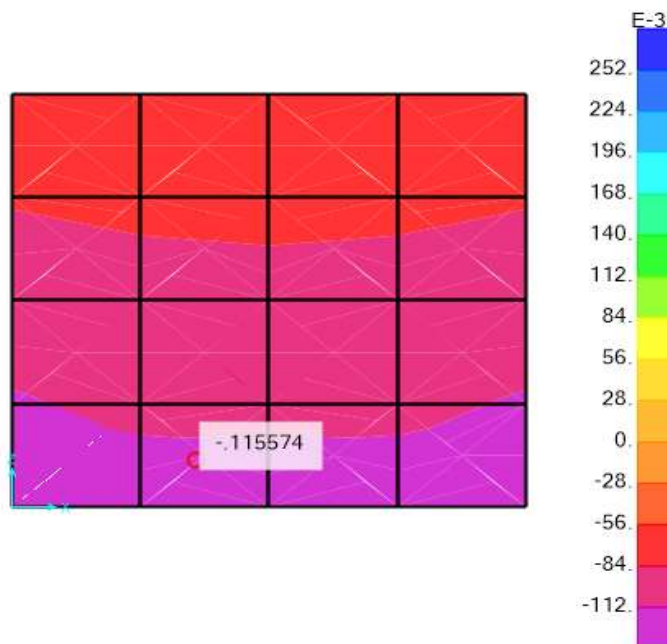
**Momento Actuante por Combinación de Diseño:****Elemento:** Tapa Base**Momento: 0.24 tn-m****Diseño Estructural Por Combinación de Diseño****Obtención de áreas de Acero**

$$\phi = 0.90 \quad R_u = \frac{M_u}{bd^2} \quad \rho = \frac{100\phi f'_c f_y - \sqrt{(100\phi f'_c f_y)^2 - 23600\phi R_u f'_c f_y^2}}{118\phi f_y^2}$$

Descripción	Acero Interior	Acero Exterior
Momento Último del muro, $M_u$ muro:	240 Kg-m	240 Kg-m
Longitud del elemento finito, l:	1 m	1 m
Espesor del muro, t:		0.2 m
Momento Último del elemento finito, $M_u$ :	24000.00 Kg-cm	24000.00 Kg-cm
Momento Resistente, $M_{r_{m\acute{a}x}} = \phi K_u b d^2$	1403188.51 Kg-cm	1403188.51 Kg-cm
<b>Ok, Sección simplemente reforzada</b>		
Recubrimiento para Muros:		4.00 cm
Peralte efectivo, d:	15.365 cm	15.365 cm
Esfuerzo, $R_u$ :	1.02 Kg/cm <sup>2</sup>	1.02 Kg/cm <sup>2</sup>
$S_{m\acute{a}x} =$	25.00 cm	25.00 cm
Cuantía calculada por $M_u$ , $\rho$ :	0.000269582	0.000269582
Cuantía mínima, $\rho_{m\acute{i}n}$ :		0.003
Cuantía máxima, $\rho_{m\acute{a}x}$ :		0.021675
Área de acero total, $A_s$ :	1.152375 cm <sup>2</sup>	1.152375 cm <sup>2</sup>
Diámetro de barra seleccionada:	1/2 "	1/2 "
Área de barra seleccionada:	1.27 cm <sup>2</sup>	1.27 cm <sup>2</sup>
Espaciamiento calculado:	27.55179521 cm	27.55179521 cm
Espaciamiento seleccionado:	25 cm	25 cm
<b>Por lo tanto, usamos:</b>	<b>1 Ø 1/2" @ 25.00 cm</b>	<b>1 Ø 1/2" @ 25.00 cm</b>

OK

**Elemento:** Muros laterales



Momento: 0.12 tn-m

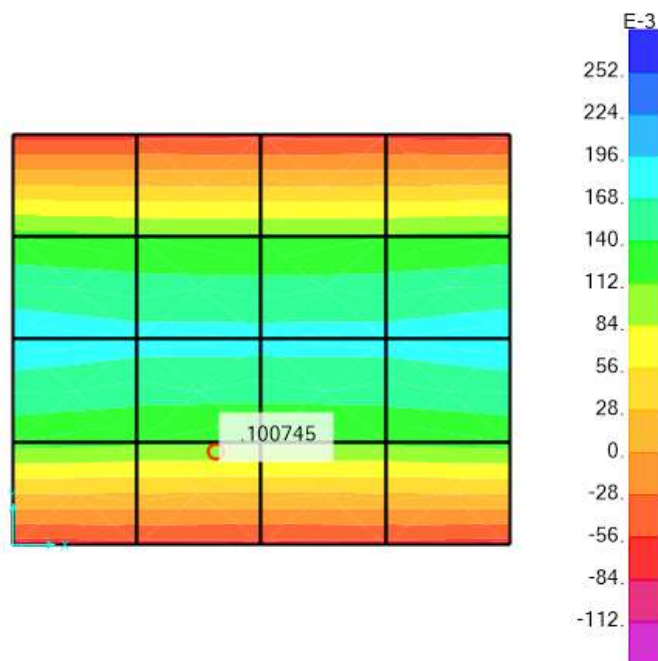
### Diseño Estructural Por Combinación de Diseño

#### *Obtención de áreas de Acero*

$$\phi = 0.90 \quad R_u = \frac{M_u}{bd^2} \quad \rho = \frac{100\phi f'_c f_y - \sqrt{(100\phi f'_c f_y)^2 - 23600\phi R_u f'_c f_y^2}}{118\phi f_y^2}$$

Descripción	Acero Interior	Acero Exterior
Momento Último del muro, Mu muro:	120 Kg-m	120 Kg-m
Longitud del elemento finito, l:	1 m	1 m
Espesor del muro, t:		0.2 m
Momento Último del elemento finito, Mu:	12000.00 Kg-cm	12000.00 Kg-cm
Momento Resistente, Mr <sub>máx</sub> =ØK <sub>u</sub> bd <sup>2</sup>	1403188.51 Kg-cm	1403188.51 Kg-cm
<b>Ok, Sección simplemente reforzada</b>		
Recubrimiento para Muros:		4.00 cm
Peralte efectivo, d:	15.365 cm	15.365 cm
Esfuerzo, Ru:	0.51 Kg/cm <sup>2</sup>	0.51 Kg/cm <sup>2</sup>
Smáx =	30.00 cm	30.00 cm
Cuantía calculada por Mu, ρ:	0.00013463	0.00013463
Cuantía mínima, ρ <sub>min</sub> :		0.003
Cuantía máxima, ρ <sub>máx</sub> :		0.021675
Área de acero total, As:	1.38285 cm <sup>2</sup>	1.38285 cm <sup>2</sup>
Diámetro de barra seleccionada:	1/2 "	1/2 "
Área de barra seleccionada:	1.27 cm <sup>2</sup>	1.27 cm <sup>2</sup>
Espaciamiento calculado:	27.55179521 cm	27.55179521 cm
Espaciamiento seleccionado:	27.5 cm	27.5 cm
Por lo tanto, usamos:	1 Ø 1/2"@ 27.50 cm	1 Ø 1/2"@ 27.50 cm

**Elemento:** Tapa Superior



Momento: 0.10 tn-m

### Diseño Estructural Por Combinación de Diseño

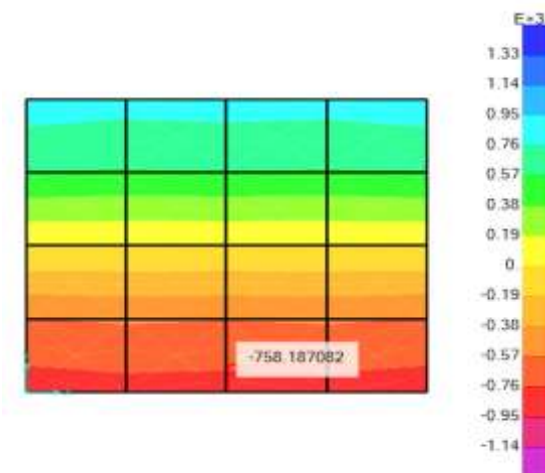
#### *Obtención de áreas de Acero*

$$\phi = 0.90 \quad R_u = \frac{M_u}{bd^2} \quad \rho = \frac{100\phi f'_c f_y - \sqrt{(100\phi f'_c f_y)^2 - 23600\phi R_u f'_c f_y^2}}{118\phi f_y^2}$$

Descripción	Acero Interior	Acero Exterior
Momento Último del muro, $M_u$ muro:	100 Kg-m	100 Kg-m
Longitud del elemento finito, l:	1 m	1 m
Espesor del muro, t:		0.2 m
Momento Último del elemento finito, $M_u$ :	10000.00 Kg-cm	10000.00 Kg-cm
Momento Resistente, $M_{r_{\max}} = \phi K_u b d^2$	1403188.51 Kg-cm	1403188.51 Kg-cm
<b>Ok, Sección simplemente reforzada</b>		
Recubrimiento para Muros:		4.00 cm
Peralte efectivo, d:	15.365 cm	15.365 cm
Esfuerzo, $R_u$ :	0.42 Kg/cm <sup>2</sup>	0.42 Kg/cm <sup>2</sup>
$S_{\max} =$	30.00 cm	30.00 cm
Cuantía calculada por $M_u$ , $\rho$ :	0.000112169	0.000112169
Cuantía mínima, $\rho_{\min}$ :		0.003
Cuantía máxima, $\rho_{\max}$ :		0.021675
Área de acero total, $A_s$ :	1.38285 cm <sup>2</sup>	1.38285 cm <sup>2</sup>
Diámetro de barra seleccionada:	1/2 "	1/2 "
Área de barra seleccionada:	1.27 cm <sup>2</sup>	1.27 cm <sup>2</sup>
Espaciamiento calculado:	27.55179521 cm	27.55179521 cm
Espaciamiento seleccionado:	27.5 cm	27.5 cm
Por lo tanto, usamos:	1 Ø 1/2" @ 27.50 cm	1 Ø 1/2" @ 27.50 cm

Se colocará acero de Ø 1/2" cada 0.20 metros tanto para Tapa Superior e Inferior y así mismo para los Muros Laterales.

**Verificación por cortante: Muros Laterales**



**Cortante: 0.758 tn-m**

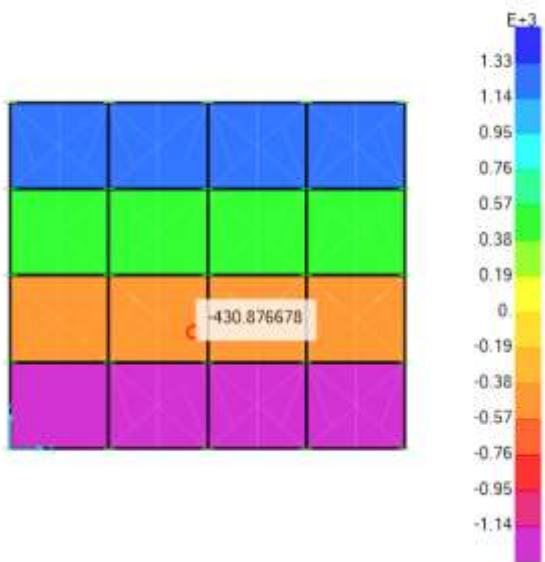
El cortante resistente del concreto, estará controlado por  $\phi V_c =$

$$\phi(0.53) f'c^{1/2} . b . d$$

$\phi = 0.75$

Descripción	• Valor Calculado •
Cortante Ultimo, Vu:	758.19 Kg/m
Longitud de cálculo del elemento:	1 m
Peralte de cálculo, d:	17 cm
Cortante Nominal Resistente, $\phi V_n$ :	11307.46 Kg/m
<b>OK, La sección no necesita refuerzo por corte</b>	

**Verificación por cortante: Tapa Inferior (Base)**



**Cortante: 0.430 tn-m**

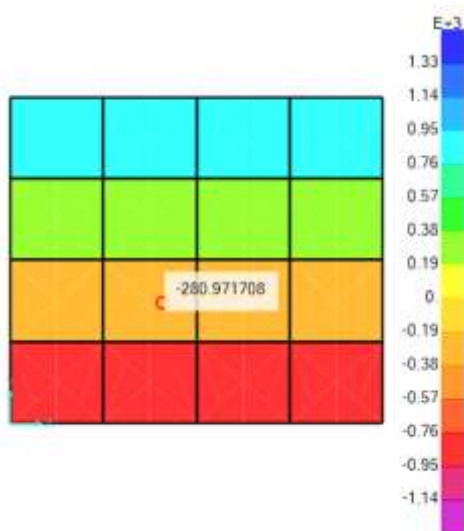
El cortante resistente del concreto, estará controlado por  $\phi V_c =$

$$\phi(0.53) f'c^{1/2} . b . d$$

$$\phi = 0.75$$

Descripción	• Valor Calculado •
Cortante Último, Vu:	430.88 Kg/m
Longitud de cálculo del elemento:	1 m
Peralte de cálculo, d:	17 cm
Cortante Nominal Resistente, $\phi V_n$ :	11307.46 Kg/m
<b>OK, La sección no necesita refuerzo por corte</b>	

**Verificación por cortante: Tapa Superior**



**Cortante: 0.280 tn-m**

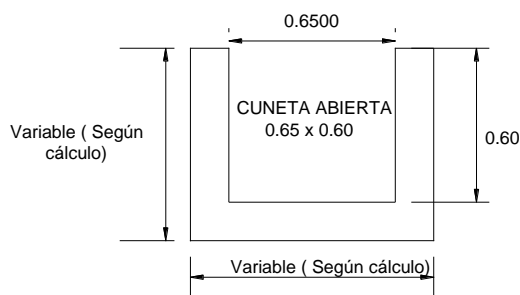
El cortante resistente del concreto, estará controlado por  $\phi V_c =$

$$\phi(0.53) f'c^{1/2} . b . d$$

$$\phi = 0.75$$

Descripción	• Valor Calculado •
Cortante Último, Vu:	280.87 Kg/m
Longitud de cálculo del elemento:	1 m
Peralte de cálculo, d:	17 cm
Cortante Nominal Resistente, $\phi V_n$ :	11307.46 Kg/m
<b>OK, La sección no necesita refuerzo por corte</b>	

#### 4.1.8.2. Análisis Estructural de Cuneta Abierta



**Modelo de sección más crítica de cuneta**

#### Datos:

Resistencia del Concreto:	$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad del Concreto	$E_c=218819.79 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Elasticidad del Acero:	$E_s=2039000 \text{ kg/cm}^2$
Fluencia del Acero:	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
Densidad del Concreto de la Cuneta:	$\gamma_c=2400 \text{ kg/m}^3$
Ángulo de fricción del suelo:	$\phi=17.00^\circ$
Altura del Suelo o de Relleno:	$H_s=0.10 \text{ m}$
Altura del Muro (hw):	$h_w=0.70 \text{ m}$
Peso específico del suelo:	$\gamma_s=1750.00 \text{ kg/m}^3$
Falla Local:	SI
Ángulo de fricción, $\phi_m$ :	$\phi=11.52^\circ$
Cohesión, c:	$c=0.22 \text{ kg/cm}^2$
Capacidad Portante Admisible:	$Q_{adm}=0.720 \text{ kg/cm}^2$

Se realizará un predimensionamiento de espesor de las losas de la cuneta a fin de poder determinar la capacidad a corte y flexión de estas mismas, para ello se consideró como referencia el ACI350-06, dado a que se trata de una estructura que está en contacto con agua y suelo.

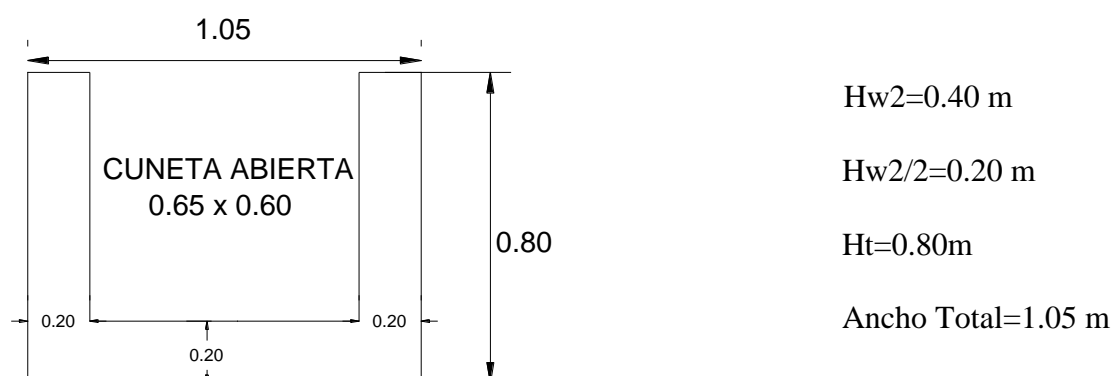
**A. Predimensionamiento del espesor del muro por Código ACI 350-06 - Método Estático.**

$$t = \max\left(\frac{hw}{25}; 20\right) (cm) \quad (\text{Código ACI 350-06/14.5.3.1}) \quad t1=0.20m$$

$$\text{Si } hw \geq 3m, t_{min} = 30 (cm) \quad (\text{Código ACI 350-06/14.6.2}) \quad t2=0.20m$$

**Elegimos  $t_w = 0.20$  m Usar 1 capa**

**Detalle de la sección de canal (Dimensiones)**



**Determinación del empuje activo y pasivo (Rankine)**

Para la presente se determinará las fuerzas de empuje activo y Pasivo empleando la teoría de Rankine.

La metodología de Rankine consiste en determinar una fuerza de empuje ya sea activa o pasiva para la cual influye la altura de relleno o profundidad en que se encuentra la estructura despreciando así el rozamiento entre estructura y suelo. Así mismo es de vital importancia conocer las características mecánicas del suelo, como por ejemplo:

- Angulo de Fricción
- Capacidad Portante del Suelo.
- Peso Específico del Suelo.
- Altura de Nivel Freático.

A continuación se determinará las fuerzas de empuje a la cual está sometida la estructura, estas mismas nos ayudarán a determinar los esfuerzos internos en la estructura y la estabilidad de la misma.

Todas las consideraciones para el análisis y diseño estructural de la presente estructura estarán basadas en función a las Normativas E-060 de diseño de concreto armado, código ACI318-14 y E-050 de suelos y cimentaciones.



**Nota:** Al tratarse de una estructura enterrada no consideraremos los efectos sísmicos.

### B. Cálculo de presiones de empuje:

#### Determinaremos el empuje Activo

$$K_a = \frac{1 - \operatorname{sen}(\varphi)}{1 + \operatorname{sen}(\varphi)}$$

Determinación de  $K_a$  (Rankine) = 0.5475

Empuje activo = 958.20 Kg

$$E_a = \frac{\gamma_s x (Hw + Hw^2) x K_a}{2}$$

Empuje activo = 0.9582 Tn

#### Determinaremos el empuje Activo

$$K_p = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$$

Determinación de  $K_a$  (Rakine) = 1.83

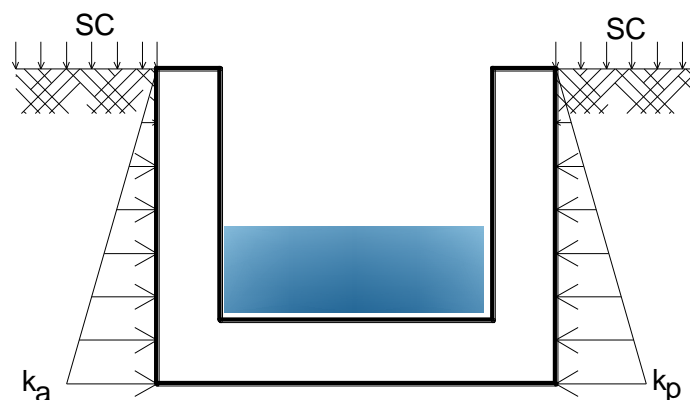
Empuje pasivo = 3196.39

$$E_p = \frac{k_p x \gamma_s x H^2 + 2cH^2}{2}$$

Empuje pasivo = 3.1964 Tn

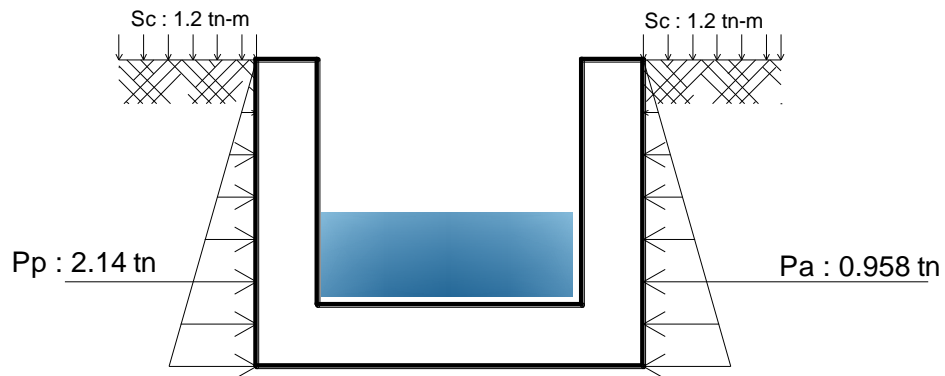
**Considerando un Factor de Reducción del Pasivo 2/3**

**Empuje Pasivo = 2.1416 Tn**



**Modelo matemático de la estructura**

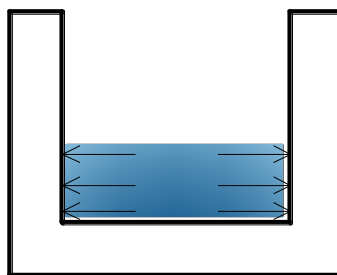
### C. Determinación de diagramas de presiones y cálculo de pesos gravitacionales



#### Estado y Medrado de Cargas

Peso Propio	=1776 kg-m
Sobre Carga	=240.0 kg-m
Presión de empuje	Activo=958.20 Kg Pasivo=3196.39 Kg
Presión Hidrostática	= Ph =300 Kg

Se considera la presión hidrostática debido a que la estructura estará en contacto con el líquido a lo que a criterio se considera  $Hw/2$ .



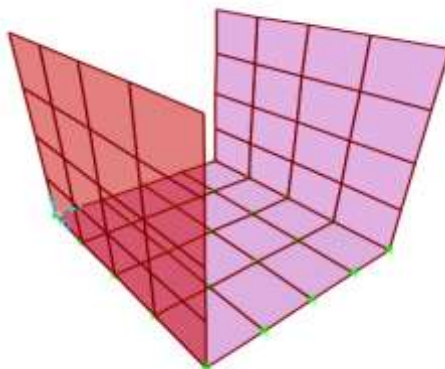
#### Presión hidrostática

A continuación se modelará la estructura de manera matemática con el programa CSI SAP2000 V20.1 la cual trabaja con una metodología de Método de elementos finitos (MEF), misma que nos permitirá determinar los esfuerzos internos en la estructura generados por los casos de carga.

#### D. Modelamiento Matemático de la estructura en CSI SAP 2000 V20.1

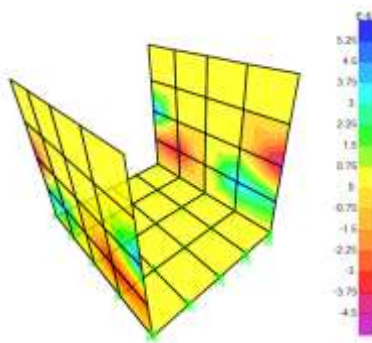
Para el modelamiento matemático se ingresarán todas las acciones a la que es sometida la estructura y a su vez se considerará sus propiedades geométricas y mecánicas.

El modelamiento estructural considera los ejes centrales de cada elemento frame o shell, para este caso considera los ejes centrales del espesor de los muros (Referencia Ver la Presente Imagen).

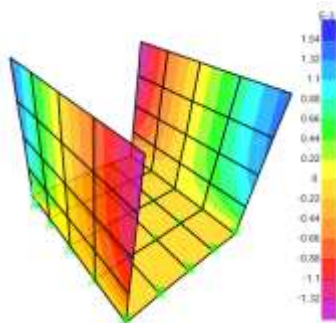


Modelado en CSI SAP2000

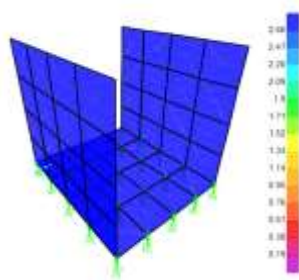
#### E. Respuesta Modal de la Estructura en CSI SAP2000 V20.1



Modo 1 (x-x)



Modo 2 (y-y)



**Modo 3 (z-z)**

A continuación se presenta los periodos y frecuencias de la estructura, realizados por un análisis Modal.

**Tabla 23**

*Respuestas Modales En La Estructura – Cuneta Abierta.*

<b>Análisis Modal y Frecuencias</b>						
<b>Caso</b>	<b>Tipo</b>	<b>Numero</b>	<b>Periodo</b>	<b>Frecuencias</b>	<b>Frecuencia C.</b>	<b>Eigen V.</b>
Descripción	Text	Caso	Segundos	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0.203	4.922	30.925	956.33
MODAL	Mode	2	0.159	6.291	39.529	1562.57
MODAL	Mode	3	0.092	10.927	68.656	4713.67
MODAL	Mode	4	0.015	68.593	430.982	185745.50
MODAL	Mode	5	0.010	101.080	635.102	403354.88
MODAL	Mode	6	0.007	137.262	862.445	743812.10
MODAL	Mode	7	0.004	229.570	1442.434	2080614.75
MODAL	Mode	8	0.004	241.091	1514.818	2294672.24
MODAL	Mode	9	0.002	463.533	2912.467	8482462.43
MODAL	Mode	10	0.002	571.439	3590.459	12891395.64
MODAL	Mode	11	0.002	604.507	3798.229	14426545.19
MODAL	Mode	12	0.002	647.139	4066.095	16533132.38

**Tabla 24**

*Relaciones de participación de carga modal – Cuneta Abierta.*

<b>Modal Load Participation Ratios</b>				
<b>Caso</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ítem</b>	<b>Estático</b>	<b>Dinámico</b>
Text	Text	Text	Porcentaje	Porcentaje
Modal	Aceleración	UX	99.9996	82.3874
Modal	Aceleración	UY	100	95.8529
Modal	Aceleración	UZ	100	100

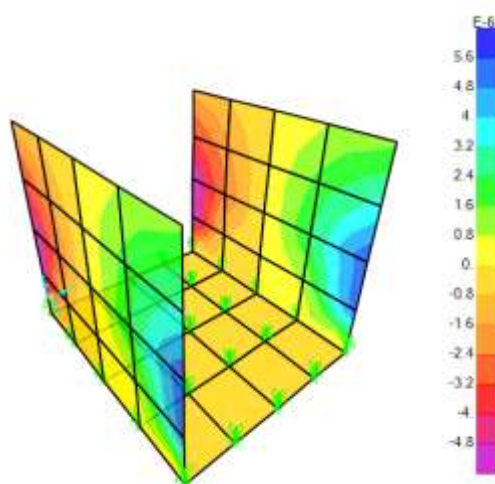
## H. Deformación por combinación de servicio en la estructura empleando el software CSI SAP2000 V20.1

La presente respuesta de la estructura ante solicitaciones de cargas se va dada por la combinación de estado en servicio las cuales inciden directamente las siguientes cargas:

**Tabla 25**

*Cargas factorizadas para combinación de cargas – Cuneta Abierta.*

Casos de Carga	Factor de Amplificación
Carga Muerta	1.00
Carga Viva	1.00
Empuje Activo	1.00
Empuje Pasivo	1.00



**Deformación por Combinación de Servicio (cm)**

## F. Determinación de Momentos Actuantes en la Estructura Empleando el Software SAP2000 V20.1

Los momentos actuantes en la estructura son aquellos que resultan de las solicitaciones a la cual es sometida la estructuras; dichas solicitaciones son las mismas que fueron mencionadas en el punto F, sin embargo el factor de amplificación de diseño son distintos para la cual se detalle a continuación:

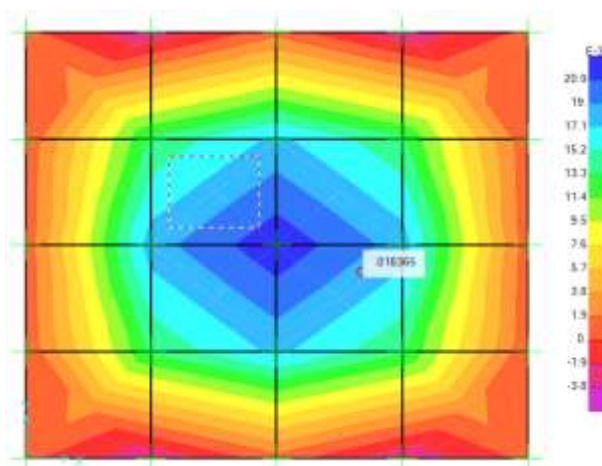
**Tabla 26**  
*Combinación de cargas – Cuneta Abierta.*

Casos de Carga	Factor de Amplificación
Carga Muerta	1.40
Carga Viva	1.70
Empuje Activo	1.70
Empuje Pasivo	1.70

Los factores de amplificación se justifican mediante el código ACI318-08 y E-060-2006 mismas que competen a la parte de diseño estructural en concreto.

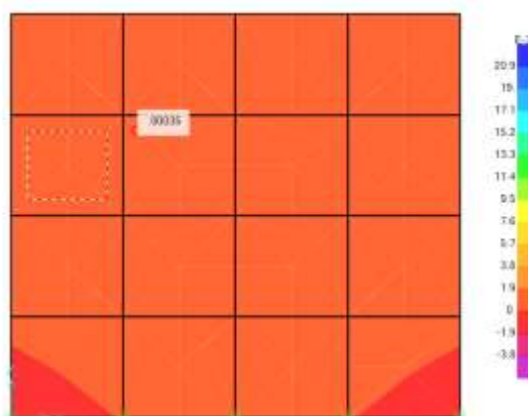
**Momento Actuante por Combinación de Diseño:**

**Elemento:** Tapa Base



**Momento: 0.018 tn-m**

**Elemento:** Muros Laterales



**Momento: 0.001 tn-m**

Diseñar la estructura con acero de : 3/8" @ 20 cm

## **4.2. Análisis y Discusión.**

### **4.2.1. Descripción**

Los resultados del estudio hidrológico, nos ha permitido estimar la Intensidad Máxima de lluvia en mm/hr; la misma que ha sido empleada en el cálculo del caudal de escurrimiento que se tiene que drenar por cada uno de los tramos de la red.

El planteamiento Hidráulico desarrollado en la presente Tesis, tiene como objetivo el de encausar el mayor caudal de aguas de lluvia posible, hasta entregar en los emisores respectivos.

Luego de efectuar los cálculos de diseño necesarios para cumplir con los objetivos propuestos, se optó por elegir un tipo de cuneta rectangular y revestida, con la finalidad de conseguir mayor eficiencia y protegerla de la erosión.

Los tirantes y las velocidades calculadas en los diversos tramos, están variando en función a las pendientes por lo que se puede notar tirantes no constantes, en tramos donde la pendiente es mayor, se notan menores tirantes y mayores velocidades.

El dimensionamiento hidráulico y estructural de los colectores, cunetas y alcantarillas se realizó de acuerdo a los criterios de diseño señalados de acuerdo al RNE.

Para evacuar las aguas pluviales se ha proyectado la entrega en los siguientes lugares, hacia un efluente hidrográfico natural:

- Av. Ahuashiyacu.
- Jr. Las Margaritas.
- Jr. Los Laureles.
- Jr. Los Robles.
- Jr. Las Begonias.

Según los resultados obtenidos de la determinación de las Áreas de acero en la cuneta abierta de sección  $0.40 * 0.35$ , se considera cunetas de concreto armado.

Los subcolectores y colectores  $0.55 \times 0.50$ ,  $0.55 \times 0.55$ ,  $0.60 \times 0.65$  ,  $0.60 \times 0.70$  mts respectivamente, se consideran como alcantarillas (sección cerrada), debido a que conducen caudales considerables capaces de arrastrar a un niño; convirtiéndola en una estructura de alto riesgo para los moradores que habitan por las inmediaciones de los mismos.

Se usará concreto  $f'c = 175 \text{ kg/m}^2$  en cunetas abierta de menos caudal de agua de y un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$  colectores y subcolectores.

Los aceros predominantes de los resultados obtenidos en el cálculo estructural en las alcantarillas son los aceros ubicados en la cara interior (centro de losa) de la losa inferior (donde se presentan los máximos esfuerzos).

El área de estudio presenta un área total de 10.12 Ha, la cual fue determinada por el método de las bisectrices, tal como se muestra en los planos de las áreas de drenaje AD – P del 01 al 05.

De acuerdo a los análisis físicos y mecánicos a que fueron sometidos las muestras tomados de las calicatas realizadas en la zona de estudio, no existe material orgánico, ni arena limpia que pueden producir asentamientos por fenómeno sísmicos y/o peso de estructura, tal como se aprecia en el chequeo de presiones de la estructura sobre el terreno realizado en el diseño estructural de cunetas.

Las alturas de descargas predominantes entre cunetas, tiene como  $H_{m\acute{i}m} = 0.300 \text{ mt}$ , la misma que obedece a las alturas y/o cotas determinadas de la rasante de cuneta presentado en los planos de perfiles longitudinales, garantizando de esta manera la caída libre de aguas, la cual evita el choque de caudales.

Los aceros predominantes en las alcantarillas, colectores y cunetas diseñadas son de  $\Phi 3/8"$  y  $\Phi 1/2"$ , la misma que obedece a la memoria de cálculo realizada en dichas estructuras

Los tirantes de aguas presentados en todas las cunetas del sistema son menores a la altura "H" de paredes de las cunetas receptoras, garantizando de ésta manera la caída libre de agua.



#### **4.2.2. Selección de alternativa**

Análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del asentamiento humano La Florida, Banda de Shilcayo es una alternativa de solución para mejorar la calidad de vida de la población. Y, después de realizar el planteamiento y diseño Hidráulico y estructural del sistema de drenaje pluvial, por el cual se evacua el caudal producto de las precipitaciones pluviales, se ha optado por el diseño seleccionado y presentado en los planos considerando la evacuación del caudal hacia los ríos cercanos.

#### **4.2.3. Contratación de hipótesis**

Se ha contrastado la hipótesis del estudio determinando que el análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad en las calles del asentamiento humano La Florida, Banda de Shilcayo, servirá como alternativa de solución para mejorar la calidad de vida de la población que habita el área de influencia. Además de contrastar también que el planteamiento y el análisis de la factibilidad de un diseño de drenaje pluvial y diseño hidráulico para la transitabilidad, es la mejor alternativa para optar un diseño técnico.

## CONCLUSIONES

Se concluye que:

El área en la cual se ha proyectado las obras de drenaje se encuentra ubicada en el ASENTAMIENTO HUMANO LA FLORIDA, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA DE SAN MARTIN – REGION SAN MARTIN.

El ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DE UN DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL Y DISEÑO HIDRÁULICO PARA LA TRANSITABILIDAD EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO LA FLORIDA, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA DE SAN MARTIN – REGION SAN MARTIN servirá como parte fundamental de un futuro expediente técnico en favor a su drenaje, asegurando de ésta manera la Salubridad y seguridad pública

Para el diseño de los Drenes, tanto principales como secundarios, se ha tomado el coeficiente del valor de rugosidad como  $n = 0.013$  (para cunetas revestidas), pudiendo decir que este valor resulta bastante conservado para dar mayor eficiencia y seguridad al momento de realizar los cálculos.

La topografía del lugar ha sido un factor importante para el dimensionamiento hidráulico y el diseño estructural de las obras proyectadas.

## RECOMENDACIONES

Recomendamos el uso de esta tesis en calidad de guía para la elaboración de expedientes y otras similar.

Independizar la evacuación de las aguas residuales y aguas pluviales, ya que el diseño hidráulico obedece únicamente al volumen o caudal discurrido por el área de estudio, proveniente de las precipitaciones pluviales.

Para la ejecución del proyecto se recomienda realizar antes el proyecto de sistema de desagüe y que los trabajos de drenaje pluviales se ejecuten paralelamente con la conformación de pistas y veredas.

La entrega de las aguas provenientes del interior de las viviendas originadas por las precipitaciones pluviales debe ser conducida e instalada a las cunetas proyectadas a través de tuberías PVC - SAP, dentro del espacio destinado al borde libre.

Se recomienda a las autoridades locales desarrollar charlas de capacitación a cerca del Mantenimiento de las Cunetas y Alcantarillas para evitar el arrojado de desperdicios, que originan la obstrucción de las cunetas.

Al revestir la cuneta con concreto, se deberá tener cuidado en el acabado de tal manera que se pueda garantizar el valor de  $n= 0.013$  y así darle mayor protección a la caja hidráulica, evitando posibles erosiones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guillén, Nohelia.** (2013), tesis Titulada, “Formulación de Propuestas para la adecuación de Pavimento y sistema de recolección de aguas de lluvia en el área de estacionamiento de la empresa Resimon.
- Cabrera Ripiele, Ricardo A.** (1989) Apuntes de Ingeniería Sanitaria, universidad de San Carlos de Guatemala.
- Castro Fresno, Daniel,** Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS). Presentación del proyecto de investigación “Desarrollo de nuevas estructuras de firmes filtrantes biodegradantes de hidrocarburos.
- Gálvez Alvarez Hugo Alejandro (2004),** tesis en investigación sobre “planificación y diseño de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial de la cabecera municipal de pasaco, Jutiapa”, Mexico-2004.
- Gustavo Adolfo (1990)** “tesis sobre Diseño de alcantarillado sanitario para la aldea Rincón Chiquito, Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala .1990.
- Heras, Rafael,** (2001), Manual de Hidrología de las crecidas Tomo IV.
- Krochin Sviatoslav.** "Diseño Hidráulico", (1978), Ed. MIR, Moscú-Rusia,
- Manual De Agua Potable, Alcantarillado Y Saneamiento** (2007), México
- Norma Técnica O.S. 060 Drenaje Pluvial Urbano** (2006), Pág. 36, Lima-Perú.
- Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Agua Potable, Agua Tratada, Drenaje Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas Urbana, Queretano-2011.**
- Hugo Alejandro Gálvez Álvarez (2004)** “Planificación Y Diseño De Los Sistemas De Drenaje Sanitario Y Pluvial De La Cabecera Municipal De Pasaco, Jutiapa”
- Pizarro Baldera, José del C.** capitulo III: diseño hidráulico de canales,(2013), Morales. San Martin.

**Pizarro Baldera**, Guía de cálculo del uso consuntivo, demanda de agua de riego y cálculo del caudal de diseño, (2013), Morales-San Martín.

**Sparrow Álamo, Edgar** “Hidráulica Básica de Canales”, (2008), Universidad Nacional de Santa, Primera Edición, Ancash-Perú.

**Villón Béjar Máximo**, “Hidráulica de Canales”, primera edición, Arequipa – Perú.

**Ven The Chow**, Hidráulica de Canales Abiertos, (1982), Primera Edición México.

**Valle Álvarez**, (2004) “Nuevos enfoques y soluciones para la gestión sostenible del agua en las infraestructuras urbanas y viales.

**Rodríguez. J** (2008) “sistemas urbanos de drenaje sostenible para el plan de ordenamiento zonal norte pozón”, Universidad de Cantabria.

**Wilfredo Carranza Guzmán** (1995) Tesis Estudio del actual problema del sistema de drenaje de aguas lluvias de la ciudad de Cojutepeque-El Salvador.

**Manual de hidrología, hidráulica y drenaje** (2008)

**Morales Uchofen, Walter** (2004) “Infraestructura De Riego Parte I”

**García Rico Elmer**, “Manual de Diseño Hidráulico de Canales y obras de arte”.

**Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Drenaje Sanitario y Drenaje Pluvial** (2011)

**Yorling Carolina García Hernández, Noel José Montoya Lopez y Donald Ismael Rodríguez Hernández** (2013). “Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción – Masaya”

**ANEXOS**

## **Anexo N° 1: Ensayos en Laboratorio de suelos**

## **Anexo N° 2: Estudio hidrológico e hidráulico**



## **Anexo N° 3: Calculo estructural**

## **Anexo N° 4: Planos**