



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Diseño de un sistema de cunetas ante la prevención de desastres producidos por  
huaicos en la quebrada de Carosio, Chosica 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

Chacón Estela, Jhorby Víctor (ORCID: 0000-0003-1360-0921)

**Asesor:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

**Línea de investigación:**

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

**LIMA - PERU**

**2018**

## **Dedicatoria**

A mi madre quien estuvo  
apoyándome  
incondicionalmente en cada  
paso de mi carrera.

A mi padre por ser mi guía y  
mentor.

## **Agradecimientos**

Al Dr. Vargas Chacaltana Luis Alberto, por su paciencia y guía en cada momento de consulta y soporte en este trabajo de investigación.

Al universo por haber conspirado para mantenerme firme y no decaer durante este gran esfuerzo que comprendió mi carrera.

## INDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice.....	iv
Índice de figuras.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de gráficos .....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Realidad Problemática.....	1
1.2.1 Antecedentes nacionales.....	2
1.2.2 Antecedentes internacionales .....	5
1.3.1 Diseño.....	8
1.3.2 Cunetas .....	8
1.3.2.1 Velocidad máxima permisible.....	10
1.3.2.2 Ábacos de diseño.....	11
1.3.3 factores para diseñar un nuevo modelo de drenaje.....	13
1.3.3.1 Geología y geotecnia del terreno .....	13
1.3.3.2 Suelos .....	13
1.3.3.4. Erosión y sedimentación.....	25
1.3.3 Marco Conceptual.....	27
1.4 Formulación del problema.....	28
1.5 Justificación del estudio .....	28
1.6 Hipótesis .....	29
1.7 Objetivos.....	30
II. MÉTODO .....	31
2.1. Tipo de Investigación .....	31
2.2. Diseño de investigación.....	31
2.3 Variables y Operacionalización de las variables .....	31
2.4 Población y muestra .....	35
2.4.1. Técnicas del Muestreo .....	35
2.5 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos, validez y confiabilidad .....	36
III. RESULTADOS .....	45

3.1 Descripción de la Zona de Estudio.....	45
3.1.1 Ubicación.....	45
3.1.2 Clima y Precipitación.....	46
3.1.3 Orografía.....	46
3.1.4 Geomorfología.....	46
3.2 Estudios Hidrológicos e Hidráulicos.....	48
3.2.1 Cuenca: Rio Rímac.....	48
3.2.2 Parámetros de la Cuenca.....	48
3.2.3 Precipitaciones.....	51
3.3 Estudios de suelo.....	66
3.3.1 ASTM D 422 Análisis granulométrico por tamizado.....	66
3.3.2 Ensayo de plasticidad.....	67
3.3.3 ASTM D3080 Ensayo de corte directo.....	67
3.3.4 ASTM D-1557 Ensayo de Proctor Modificado.....	69
3.4 Propuesta de Diseño de Cunetas Triangulares.....	70
3.4.2 Diseño y Dimensionamiento de la Cuneta Triangular.....	75
IV. DISCUSIÓN.....	77
V. CONCLUSIONES:.....	78
VI. RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS.....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Secciones típicas de una cuneta .....	8
Figura 2. Detalles de una cuneta.....	9
Figura 3. Área tributaria de una cuneta .....	10
Figura 4. Sección transversal de una cuneta.....	11
Figura 5. Longitud vs. caudal .....	12
Figura 6. Velocidad vs. caudal .....	12
Figura 7. Pendientes laterales .....	13
Figura 8. Cuenca hidrográfica del rio Rímac .....	16
Figura 9. Vida útil del diseño .....	18
Figura 10. Ejemplo de curva IDF .....	20
Figura 11. Canal Hidráulico .....	22
Figura 12. Cuneta trapezoidal.....	23
Figura 13. Ubicación de las calicatas .....	38
Figura 14. Calicatas C1, C2, C3 .....	38
Figura 15. Secado de material al horno .....	40
Figura 16. Tamizado del material.....	40
Figura 17. Pesado del material .....	41
Figura 18. Ensayo de plasticidad.....	42
Figura 19. Limite liquido.....	42
Figura 20. Ensayo de corte directo .....	43
Figura 21. Ubicación de la zona de estudio.....	45
Figura 22. Cuenca del Rio .....	48
Figura 23. Estaciones Chosica y Santa Eulalia.....	51
Figura 24. Distribución Normal.....	61
Figura 25. Distribución Log-normal 2.....	61
Figura 26. Distribución log. normal 3 .....	62
Figura 27. Distribución Gamma .....	62
Figura 28. gamma 3 .....	63
Figura 29. Distribución log Pearson tipo III.....	63
Figura 30. distribución Gumbel.....	64
Figura 31. Distribución log - Gumbel .....	64
Figura 32. Diseño de cuneta .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.-Longitud y caudal hidrológico .....	11
Tabla 2.- Clasificación de suelos SUCS .....	14
Tabla 3.- Clasificación de suelos AASHTO.....	15
Tabla 4.- Vida útil de obras en n años .....	19
Tabla 5.- Valores recomendados .....	19
Tabla 6.- Coeficiente de precipitación.....	21
Tabla 7.-Variable independiente.....	33
Tabla 8.- Variable dependiente.....	34
Tabla 10.- Características de la quebrada de Carosio.....	38
Tabla 11.- Parámetros físicos .....	48
Tabla 12.-Rangos aproximados de factor forma .....	50
Tabla 13.- Rangos aproximados de densidad de drenaje.....	50
Tabla 14.-Precipitaciones máximas .....	51
Tabla 15.- Precipitaciones máximas completas.....	52
Tabla 16.- Precipitaciones máximas en pares.....	53
Tabla 17.-P. máximas valores acumulados .....	53
Tabla 18.-Promedios completos y faltantes.....	54
Tabla 19.- Llenado de data estación incompleta .....	54
Tabla 20.- Valores de precipitación promedio acumulado.....	55
Tabla 21.- Precipitaciones Santa Eulalia .....	56
Tabla 22.- P. máximas diferente tiempo de retorno .....	58
Tabla 23.- Precipitaciones máximas .....	59
Tabla 24.- Intensidades máximas .....	59
Tabla 25.- Intensidad - duración- frecuencia.....	60
Tabla 26.- Distribuciones probabilísticas .....	65
Tabla 27.- Análisis granulométrico .....	66
Tabla 28.- Limite líquido y plástico .....	67
Tabla 29.- Ensayo de corte directo .....	68
Tabla 30.- Factor de rugosidad Hathaway.....	71
Tabla 31.- Periodo de retorno .....	73
Tabla 32.- Coeficiente de escorrentía método racional .....	74
Tabla 33.- Borde libre en funcion del caudal .....	76
Tabla 34.- Dimensiones mínimas .....	76

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1.- Curva de doble masa .....	54
Grafico 2.- Precipitación anual acumulada E. Santa Eulalia.....	56
Grafico 3.- Histograma de precipitaciones máximas.....	57
Grafico 4.- Precipitaciones maximas.....	57
Grafico 5.- Curva IDF E. Santa Eulalia.....	60



## RESUMEN

El presente proyecto de diseño de cunetas trata de solucionar un problema de emergencia no solo para el distrito en estudio sino también para la Capital, pues cada vez que ocurren este tipo de fenómeno afectan de manera directa e indirecta la zona de Lima pues la carretera central queda bloqueada y está a la vez acarrea diversos problemas, por lo cual me permito hacer el diseño ensayando tiempos de caída de agua que permitan llegar a puntos óptimos.

El diseño de cunetas en una ciudad, comprende la determinación de las características hidráulicas, geométricas y estructurales de un sistema de alcantarillado pluvial (obteniendo las secciones transversales de los conductos, pendientes y las elevaciones del tirante para cada colector) que conduce la escorrentía producto de una tormenta caída en el área de influencia de una ciudad.

Se realizaron inicialmente trabajos de campo, topografía, hidrología (datos obtenidos de estaciones en estudio suministrados por el Senamhi)

Posteriormente los resultados, con el diseño de cunetas para Distrito Chosica, diseño hidráulico de cunetas, diseño estructural de cunetas, tirante, área hidráulica, borde libre, profundidad total de cunetas, revestimiento de cunetas precipitaciones y la aplicación de algunos métodos, determinando las áreas respectivas.

Finalmente se analizaron y discutieron resultados, emitiendo conclusiones y sugerencias respectivas a las autoridades del distrito de San Juan de Lurigancho – Chosica

**Palabras clave:** drenaje, estación pluviométrica, caudal, precipitación.

## ABSTRACT

The present project of design of ditches tries to solve an emergency problem not only for the district in study but also for the Capital, because each time that this type of phenomenon occurs, they directly and indirectly affect the zone of lime as the central highway It is blocked and this at the same time leads to several problems, for which I allow myself to do the design by rehearsing times of falling water that allow reaching optimal points. The design of gutters in a city, includes the determination of the hydraulic, geometric and structural characteristics of a storm sewer system (obtaining the cross sections of the conduits, slopes and the elevations of the tie for each collector) that leads the runoff product of a storm falling in the area of influence of a city. Initial field work, topography, hydrology (data obtained from study stations supplied by Senamhi) Later the results, with the design of ditches for Chosica District, hydraulic design of ditches, structural design of ditches, tension, hydraulic area, free edge, total depth of gutters, coating of gutters precipitations and the application of some methods, determining the respective areas. Finally, results were analyzed and discussed, issuing conclusions and respective suggestions to the authorities of the district of San Juan de Lurigancho – Chosica.

**Keywords:** drainage, pluviometric station, flow, precipitation.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad Problemática**

“Las inundaciones (término usado mundialmente, para nuestro caso huaicos) producidos por los ríos, estuarios, el movimiento del mar o grandes precipitaciones admiten un peligro para los hombres y ocasionan significativos costos económicos. En el siglo 20, el 12% de las muertes debidas a catástrofes naturales fueron consecuencia de inundaciones, adquiriendo un total de 93,000 víctimas en todo el mundo”, (Flood Risk to People, Defra, UK). “Como ejemplo más reciente, en agosto de 2010, los medios de comunicación notificaron 3 víctimas en Córdoba (España), como consecuencia de las fuertes lluvias, de hasta 286 mm, que tuvieron lugar en sólo 3 horas. El establecimiento de sistemas de defensa frente a inundaciones asiste a la reducción del riesgo, sin embargo, el riesgo no puede ser eliminado totalmente. Por ello, sistemas de predicción, sistemas de aviso, el planeamiento, así como medidas estructurales pueden ser de gran importancia en la reducción del riesgo existente”.

(Klep, 2012), “el Perú es uno de los países con altos niveles de vulnerabilidad, el fenómeno El Niño de 192-83 y 1997-98 causó pérdidas alrededor de los \$6,800, vivimos en un territorio comprendido dentro de un marco de formación geológica inestable, sujeta a procesos evolutivos que hacen propicios la ocurrencia de diversos tipos de fenómenos naturales”.

(Salazar, 2010), “cuanto más crece una urbe sin conocimiento de riesgo, ésta se hace más vulnerable a los desastres provocados por los fenómenos naturales”.

(Paz, 2011). “Para la prevención de desastres que produzcan huaicos en la quebrada de Carosio en Chosica, requiere atención prioritaria mediante la implementación de cunetas, ya que debido a su ubicación geográfica tanto el país como el lugar específico es muy vulnerable a los huaicos”.

### **1.2 Trabajos Previos**

### **1.2.1 Antecedentes nacionales**

**Chávez Iglesias (2010)** En la tesis titulada **“Diseño del drenaje pluvial de la localidad de Pilluana provincia de Picota Región San Martín, 2010”**

#### **OBJETIVOS:**

- “Redirigir el ordenamiento del Drenaje Pluvial urbana de la localidad de Pilluana e impedir los futuros daños que pudieran ocasionar las precipitaciones pluviales de mayor magnitud a la comunidad de la zona del Estudio”.
- “Dar mayor seguridad de estabilidad de los domicilios, ante el posible colapso de los domicilios por la precariedad y la mala calidad de los materiales usados durante el proceso de construcción”.

#### **CONCLUSION:**

“Que el análisis y proceso de información hídrica para calcular la intensidad máxima es de suma importancia, sirviéndonos para establecer el caudal de diseño, para con este establecer las dimensiones de cualquier estructura hidráulica, por lo cual podremos prevenir posibles desastres producidos por las precipitaciones pluviales, los datos de precipitación la topografía del lugar y han sido son factores importantes en el dimensionamiento de las estructuras planeadas, las cuales se han diseñado con previsión de la seguridad y economía”.

**Chávez Aguilar (2006)** En la tesis titulada **“Simulación y Optimización de un Sistema de Alcantarillado Urbano”**

#### **OBJETIVOS:**

“Es decir, en los canales de drenaje urbano, el diseño adecuado de la red de aguas pluviales de la ciudad de Tambes y más allá no solo puede ser el más barato en sí mismo, sino que también puede traer una gran satisfacción a la ciudad. Prevenir inundaciones e inundaciones en la ciudad. Las encuestas anteriores son a nivel explicativo y los métodos utilizados son experimentales. Los investigadores están estipulados por los diversos métodos cubiertos por las encuestas y las reglas. Cubriremos una variedad de pruebas que le brindarán los mejores resultados en el diseño de su infraestructura durante su ejecución”.

## **CONCLUSION:**

“No obstante debemos tener en cuenta el empleo del software de simulación hidráulico Hec-Ras, ya que esto nos permitirá un buen diseño adecuado, como también optar el material que tenga el mejor comportamiento hidráulico, y así mismo generar una triunfante durabilidad y facilidad de instalación”.

**Pesantes G. (2017)** en su tesis titulada **“Análisis del Comportamiento Hidráulico del Sistema de Drenaje Pluvial de la Carretera Central, km 473.50 al km 486.70, Junín, 2017”**.

## **OBJETIVOS:**

- “Analizar la participación de los variables Geomorfológicas que se van a efectuar en el Sistema de Drenaje Pluvial en la Carretera Central, y su estabilidad en el tramo del Kilómetro 473.50 hasta el Kilómetro 486.70, en Junín, 2017”.
- “Evaluar la identificación de la Textura de Superficie en el Sistema de Drenaje Pluvial de la Carretera Central, en su estabilidad en el tramo del Kilómetro 473.50 hasta el Kilómetro 486.70, Junín, 2017”.
- “Calcular la influencia de los Parámetros Hidráulicos en el Sistema de Drenaje Pluvial de la Carretera Central, en su estabilidad en el tramo del Kilómetro 473.50 hasta el Kilómetro 486.70, Junín, 2017”.

## **CONCLUSIÓN:**

- “Se concluye que para establecer el análisis del comportamiento hidráulico general de una fuerte intensidad de lluvia, esto generara diversas fallas en el manto asfáltico, por ende, con la ayuda del Software Hidroesta 2, se permitió poder conocer la Intensidad Máxima de la precipitación, el cual se determinó bajo la relación de las máximas precipitaciones en las 24 horas de cada mes por los últimos 20 años, teniendo como resultado la construcción de cunetas triangulares en ambos lados laterales, en un periodo de regreso de 100 años y así mismo, poder generar un conducto de drenaje en el tramo de estudio”.
- “Se concluye que los cálculos de la cuenca son muy fundamentales en el tramo de estudio, ya que, se tienen en cuenta las principales características: Área, Longitud, Pendiente y Perímetro, por lo tanto, la precipitación que fue tomada para esta investigación fue de la Estación Satipo, ya que es la más cercana al lugar de estudio y se encuentra a 660 msnm, por lo cual se pudo determinar que sus

intensidades de lluvias en época de noviembre-marzo son muy fuertes y originaria daños en la carpeta asfáltica, quedando justificado la gran importancia de la propuesta del diseño de drenaje”.

**Granda Acha (2013)**, En la tesis titulada “**Análisis Numérico de la Red de Drenaje Pluvial de la Urb. Angamos**”,

**OBJETIVOS:**

“Analizar la red de drenaje en la Urb. Angamos - Piura, descompuesta por los patrones matemáticos presentados por el autor. No obstante, el modelo digital es una representación algebraica de los fenómenos ambientales. Cuando se prefiere el modelo, la infraestructura de drenaje es adecuada. Esto se debe a que se necesita crear, demarcar, y evaluar la efectividad de la acción propuesta y su solución, ya que no hay opción, los obstáculos pueden aparecer en el futuro para el uso satisfactorio de los ciudadanos beneficiados.”

**CONCLUSIÓN:**

Ahora están cambiando sus procedimientos a través de la descentralización para promover nuevas fortalezas en el desarrollo económico, ofreciendo procedimientos excelentes e integrales para la estabilidad del propio país. Se obtendrán muy buenos resultados en el futuro. Por lo tanto, los autores exigen la necesidad de realizar y modelar una serie de parámetros para este tipo de análisis en particular. Asimismo, por ejemplo, la construcción de canales de percolación y el diseño analítico previo de nuevos cursos de agua para permitir su generación y construcción en cuerpos de agua altamente concentrados adquiridos con SWM y así poder edificarla en las zonas con alturas más elevadas en la Urb. Angamos”.

## **1.2.2 Antecedentes internacionales**

**XIX seminario nacional de hidráulica e hidrología y el foro nacional sobre la seguridad de embalses Bogotá D.C. Colombia (2011) en su tema de estudio “Precisión y corrección a la ecuación de diseño de cunetas triangulares urbanas de aguas lluvias, determinada en normas de diseño Colombianas”**

### **OBJETIVO:**

- Elaborar el diseño de cunetas urbanas, teniendo como base la ecuación de Manning, aproximando el perímetro mojado al ancho superficial del flujo en la sección transversal de la cuneta. Notoriamente, ello es una imprecisión que, en su tiempo, pudo haber sido justificable, por el bajo desarrollo tecnológico. ahora, esta imprecisión no es plausible, en virtud del gran avance tecnológico aprendido en los últimos 30 años.

### **CONCLUSION:**

- Dicha ecuación de diseño de cunetas triangulares, para recolección y conducción de aguas pluviales determinadas según la Normas RAS 2000 y las Nuevas Normas de Diseño de Alcantarillados, de EPM, significan una vaguedad que fue mencionada en el mencionado artículo. Varios libros de Diseño de Alcantarillados, de amplio uso en las facultades de nuestra patria, favorecen el uso de indeterminada ecuación.
- Definitivamente, con la ecuación deducida discretamente, se pretende desfasar el uso de ábacos, ecuaciones aproximadas, así como también los nomogramas, los cuales conllevan al diseño de canales inapropiados y muy poco seguros, e estimular el uso de herramientas mucho más modernas para el cálculo y de amplia difusión en nuestro medio.

**Marbello Pérez, Cárdenas Quintero (2012), en el artículo “Dimensionamiento de Cunetas Triangulares Urbanas, aprovechando la Ecuación de Darcy & Weisbach, en conjunto con la ecuación de Colebrook & White”.**

### **CONCLUSIÓN:**

Este artículo presenta un par de conjuntos de ecuaciones para el diseño, el cual será aplicado en el dimensionamiento de las cunetas arriba citadas: uno de ellos, deducido recurriendo a la ecuación de Manning, y siguiente, a partir de la ecuación de Darcy & Weisbach, combinada con la de Colebrook & White. Estas ecuaciones serán de gran provecho para ingenieros proyectistas de sistemas de drenaje urbano de aguas pluviales, y su atención se enseña con sendos ejemplos de dimensionamiento de cada tipo de cuneta.

- En Colombia, el **Manual de Drenaje para Carreteras (2009)**, y el **Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2008)**, exigen y recomiendan el empleo de esta ecuación, tal vez, por su uso generalizado y su fácil aplicación.
- En este artículo, se han deducido y presentado las ecuaciones de diseño de las cunetas recomendadas por el **Manual de Drenaje para Carreteras Colombiano (2009)**, partiendo de las ecuaciones de resistencia al flujo uniforme: Manning y D & W – C & W.

Finalmente, se recomienda incorporar ecuaciones de diseño de cunetas, como las aquí presentadas, en manuales y normas de diseño de este tipo de obras de drenaje superficial.

**Santa Méndez, y otros (2010), en la tesis titulada “Desempeño Hidráulico y Ambiental de un Modelo de Trinchera de Retención utilizada como Componente del Drenaje Urbano”**

### **OBJETIVO:**

- Estudiar el comportamiento hidráulico y ambiental de un patrón de parapeto para el estancamiento de aguas pluviales, pues habitualmente dichos estudios se han estado obteniendo por medio de diferentes muestras de agua lluvia de escorrentía, realizando también distintas pruebas, sobre un modelado físico de



parapeto para la retención, poder instaurar y ver las concentraciones de contaminantes,

- De la misma manera estudiar el comportamiento hidráulico y el patrón el cual está en estudios. Nuestra investigación citada es de nivel explicativo y el experimental fue el método aplicado, el investigador explica específica que se realizaron distintas pruebas hidráulicas, en diferentes materiales granulares propios del parapeto de retención, y así mismo evaluar dicho coeficiente de rugosidad  $n$  de Manning propio del material ensayado, el cual nos ayuda a generar resultados, así mismo obtener efectos satisfactorios en la infraestructura y sintetizar un excelente diseño.

### **CONCLUSION:**

- Manifestó el comportamiento hidráulico y ambiental del parapeto de retención utilizada en el alcantarillado de la localidad es fundamental, el cual debe ser tomada en consideración, siendo esta una efectiva selección al sistema de alcantarillado urbano, el cual nos otorgara muchas soluciones y proposiciones de trabajo, por lo cual se recomiendan los realizar las pruebas hidráulicas y los adecuados ensayos, con el fin de generar una estructura con mayor durabilidad.

## 1.3 Teorías relacionadas al tema

### 1.3.1 Diseño

Resultado final en un proceso, cuyo propósito es buscar una solución apta a cierta problemática tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético. (Pérez, 2010, p.131)

#### Medidas Estructurales

Entre las medidas técnicas o ingenieriles, que se encuentran orientadas a la construcción de obras con el objetivo de prevenir o mitigar los desastres ocasionados por los huaicos, es decir diseñadas a fin de evitar la erosión y la posible ocurrencia de los huaicos que descienden de las quebradas, y cuyas consecuencias se tradujeron en desastres que afectaron a las ciudades vulnerables.

### 1.3.2 Cunetas

Sistema de drenaje longitudinal, es un conducto el cual capta y conduce el flujo de agua, en si las cunetas son canales que están a la vista a los costados de las vías.

Según el diseño la sección transversal de los canales pueden ser variables, teniendo cunetas de forma triangular siendo estas las más comunes, pues facilita su limpieza, también encontramos cunetas con formas circulares, trapezoidal y rectangulares, a continuación, mostramos algunas de las formas más comunes:

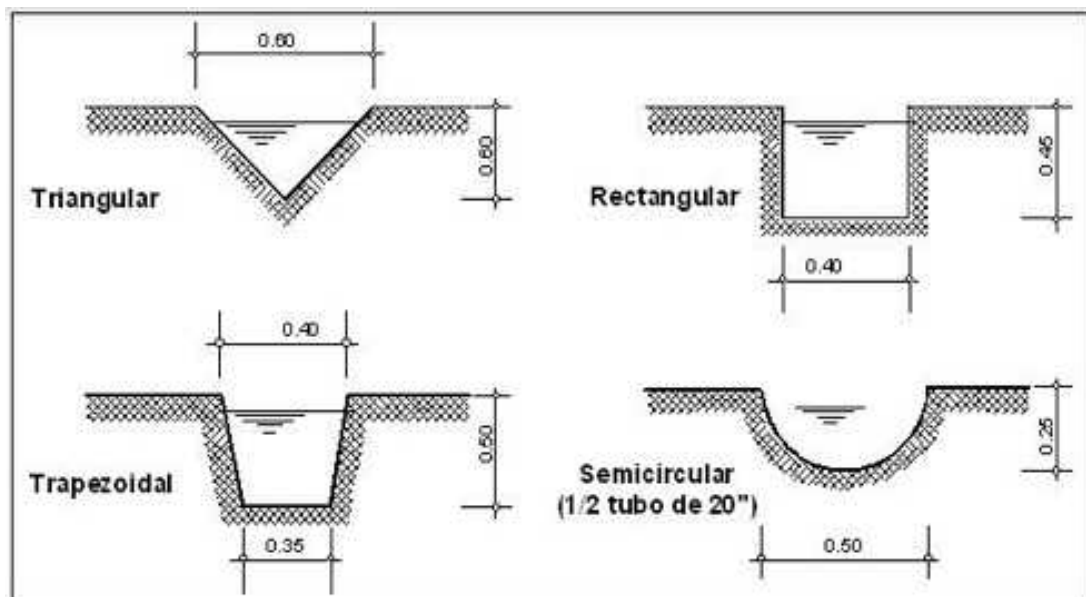


Figura 1. Secciones típicas de una cuneta

El objetivo que cumplen las cunetas son los siguientes:

- Recolectar y redirigir el agua de lluvia provenientes de la carretera y la escorrentía de los taludes continuos y superficie.
- Filtrar el agua del suelo y aledaños.
- en zonas muy frías como un sistema de almacenaje de nieve la cual cambiara de estado con el clima.
- Modera el nivel de agua subterránea.
- En áreas con pendientes pronunciadas, la velocidad a la que fluye el agua La gravitación es mayor. En áreas con humedad, hay torrenciales ligeros, que se consideran Si la pendiente no supera el 4%, las acequias no se erosionarán. En un lugar seco, use Para lluvias intensas y esporádicas, el valor baja al 3%.
- Lugares donde la celeridad del agua es bastante baja y la precipitación produce material sedimentario. Esta anomalía se presenta cuando la pendiente es menor 1%.
- cuando la pendiente de inclinación es mayor al 7% es inevitable tomar precauciones ante la posible erosión del suelo, uno de ellos es la disposición de escalones esto para disipar la energía, también puede optarse por el revestimiento del canal y de esta manera impedir posibles fallas en su funcionamiento.

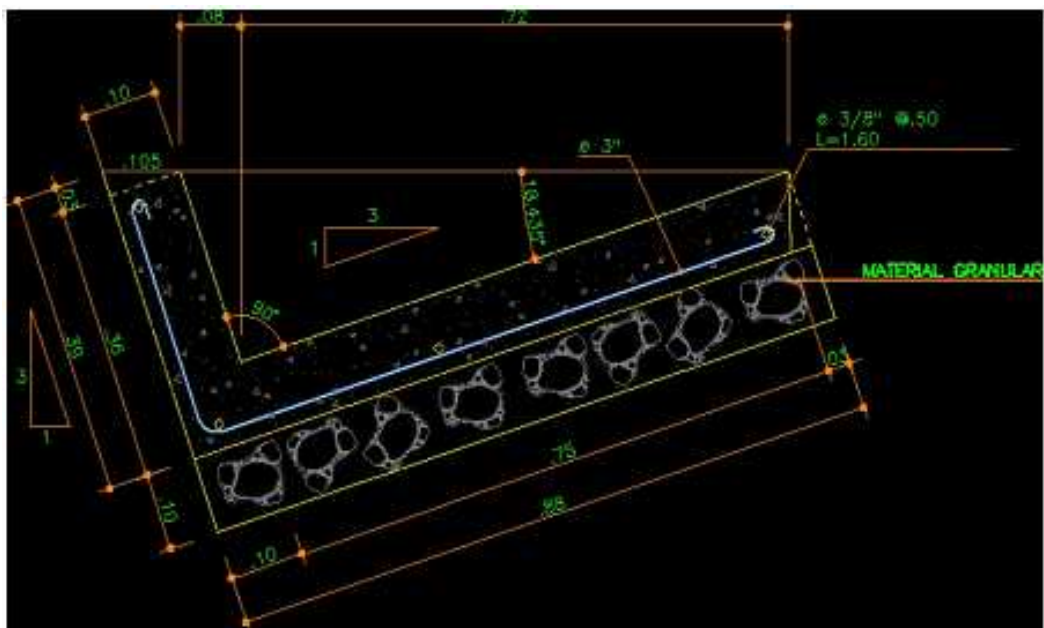


Figura 2. Detalles de una cuneta

Al elegir la forma de la cuneta, se deben considerar factores como la capacidad del canal, la estabilidad de la zona, la economía y el equipo utilizado para la construcción y el mantenimiento. Secciones transversales típicas utilizadas en triángulos simples y trincheras trapezoidales; cada uno de ellos tiene un método para determinar sus elementos geométricos, lo que ayudará a calcular su velocidad, capacidad, profundidad crítica y profundidad normal en el futuro.

***Ecuación 1. Caudal de diseño***

$$Q = \frac{A}{n} * R^{2/3} * S_o^{1/2}$$

Dónde:

Q = Caudal, en m<sup>3</sup>/s

A = Área de flujo, en m<sup>2</sup>

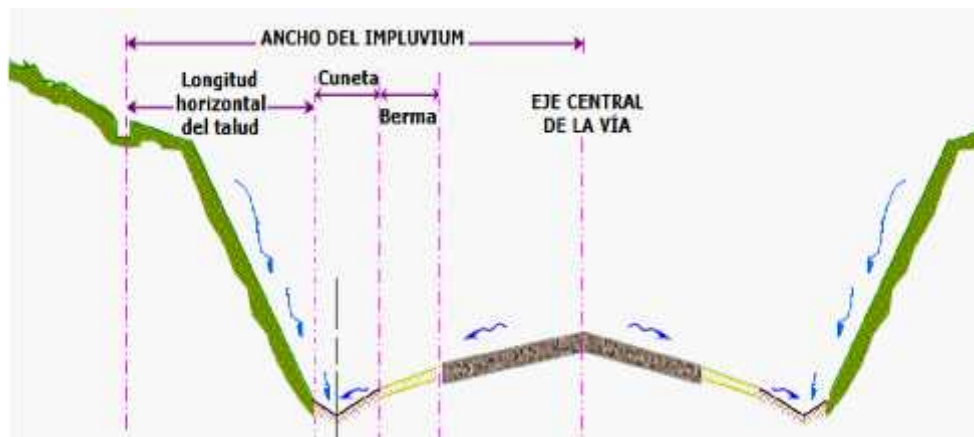
n: = Coeficiente de rugosidad para canales abiertos.

R = Radio hidráulico, en m

S<sub>0</sub> = Pendiente hidráulica del canal, en m/m

**1.3.2.1 Velocidad máxima permisible.**

Es la velocidad máxiima promedio que se desarrolla dentro del canal y no causa desgaste a éste. Lo priimero es establecer el área aferente o triibutaria de la cuneta, para este paso son necesariios los planos de planta y perfiil de la carretera. Mediante estos se establecerá el ancho del impluviium característico del sector. (Saliazar, 1998, p. 32).



*Figura 3. Área tributaria de una cuneta*

### 1.3.2.2 Ábacos de diseño.

Para la realización del ábaco de diseño para cunetas se estableció primero la sección transversal de la cuneta como también los parámetros de intensidad, coeficiente de escorrentía y de rugosidad. La cuneta elegida es una triangular con pendientes 1:1/3 en el lado del talud y 1:3 en el lado de la vía. (Salazar, 1998, p. 49).

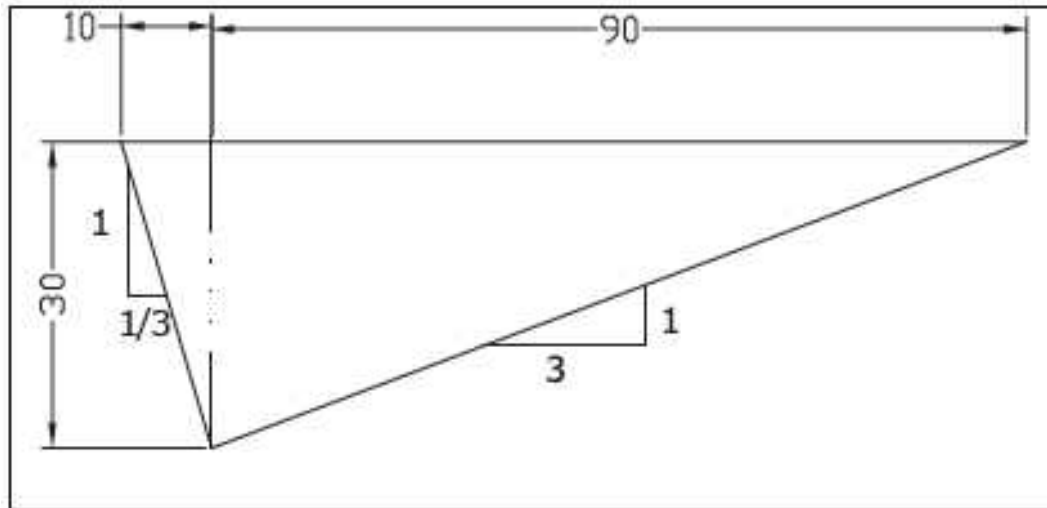


Figura 4. Sección transversal de una cuneta

### 1.3.2.3 Cálculos de longitud y caudal hidrológico para cunetas en tierra con $n=0.028$

Tabla 1.-Longitud y caudal hidrológico

Ancho impluvium	20		30		40		50		60		70		80		90		100		110		120		130	
	S	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L
0.01	500	0.13	333	0.13	250	0.13	200	0.13	167	0.13	143	0.13	125	0.13	111	0.129	100	0.13	91	0.13	83.4	0.13	76.9	0.13
0.02	707	0.18	472	0.18	354	0.18	283	0.18	236	0.18	202	0.18	177	0.18	157	0.183	141	0.18	129	0.18	118	0.18	109	0.18
0.03	866	0.22	578	0.22	433	0.22	347	0.22	289	0.22	248	0.22	217	0.22	193	0.224	173	0.22	158	0.22	144	0.22	133	0.22
0.04	1000	0.26	667	0.26	500	0.26	400	0.26	333	0.26	286	0.26	250	0.26	222	0.259	200	0.26	182	0.26	167	0.26	154	0.26
0.05	1118	0.29	746	0.29	559	0.29	447	0.29	373	0.29	320	0.29	280	0.29	249	0.289	224	0.29	203	0.29	186	0.29	172	0.29
0.06	1225	0.32	817	0.32	613	0.32	490	0.32	408	0.32	350	0.32	306	0.32	272	0.317	245	0.32	223	0.32	204	0.32	188	0.32
0.07	1323	0.34	882	0.34	662	0.34	529	0.34	441	0.34	378	0.34	331	0.34	294	0.342	265	0.34	241	0.34	221	0.34	204	0.34
0.08	1415	0.37	943	0.37	707	0.37	566	0.37	472	0.37	404	0.37	354	0.37	314	0.366	283	0.37	257	0.37	236	0.37	218	0.37
0.09	1500	0.39	1000	0.39	750	0.39	600	0.39	500	0.39	429	0.39	375	0.39	333	0.388	300	0.39	273	0.39	250	0.39	231	0.39
0.1	1582	0.41	1054	0.41	791	0.41	633	0.41	527	0.41	452	0.41	395	0.41	351	0.409	316	0.41	288	0.41	264	0.41	243	0.41
0.11	1659	0.43	1106	0.43	829	0.43	664	0.43	553	0.43	474	0.43	415	0.43	369	0.429	332	0.43	302	0.43	276	0.43	255	0.43
0.12	1733	0.45	1155	0.45	866	0.45	693	0.45	578	0.45	495	0.45	433	0.45	385	0.448	347	0.45	315	0.45	289	0.45	267	0.45
0.13	1803	0.47	1202	0.47	902	0.47	721	0.47	601	0.47	515	0.47	451	0.47	401	0.466	361	0.47	328	0.47	301	0.47	277	0.47
0.14	1871	0.48	1248	0.48	936	0.48	749	0.48	624	0.48	535	0.48	468	0.48	416	0.484	374	0.48	340	0.48	312	0.48	288	0.48

) A continuación, graficamos la longitud de la cuneta contra el Caudal hidrológico como observamos:

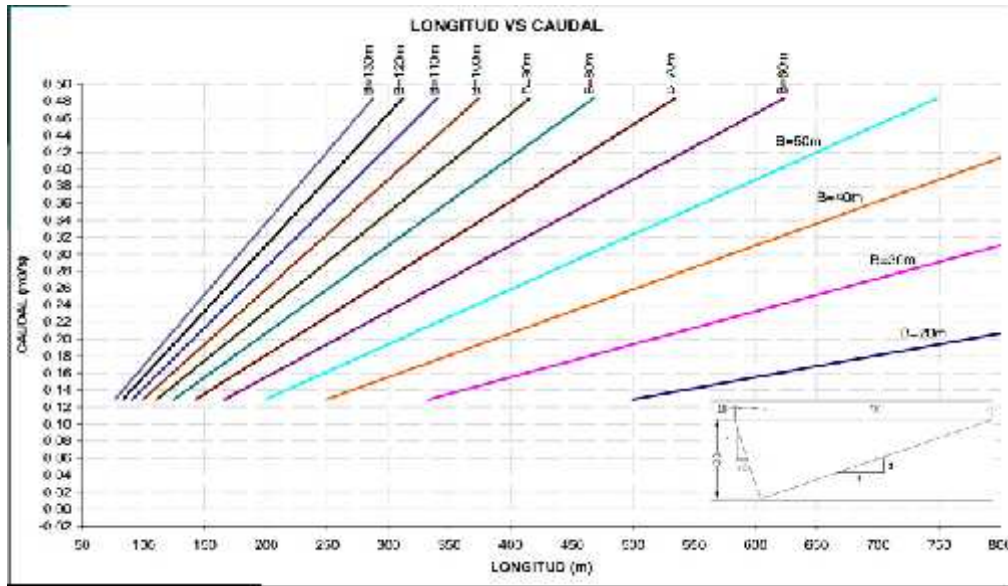


Figura 5. Longitud vs. caudal

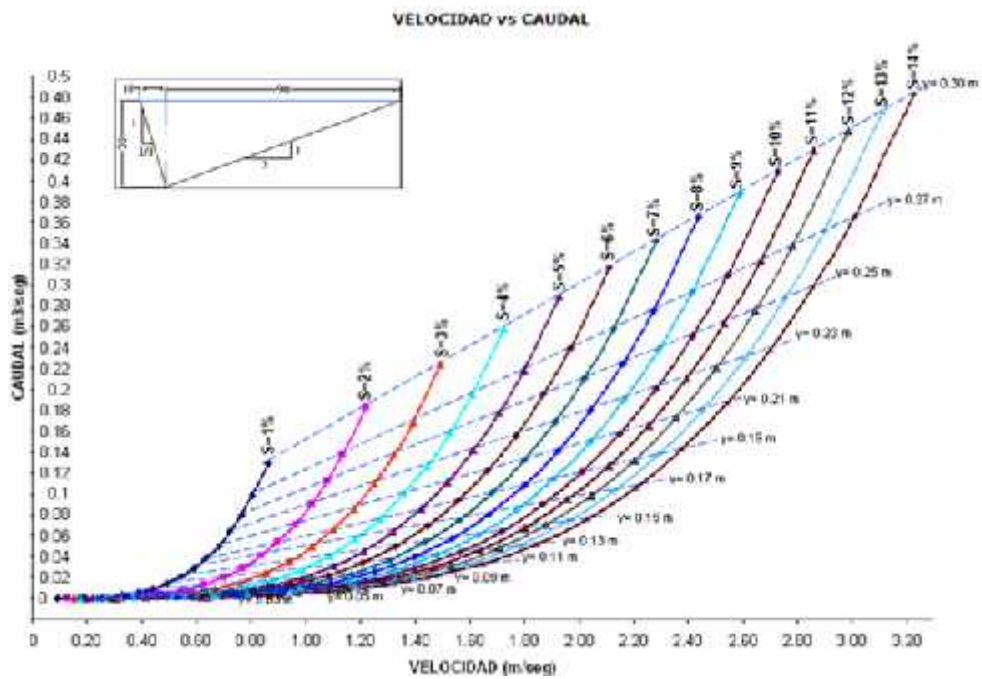


Figura 6. Velocidad vs. caudal

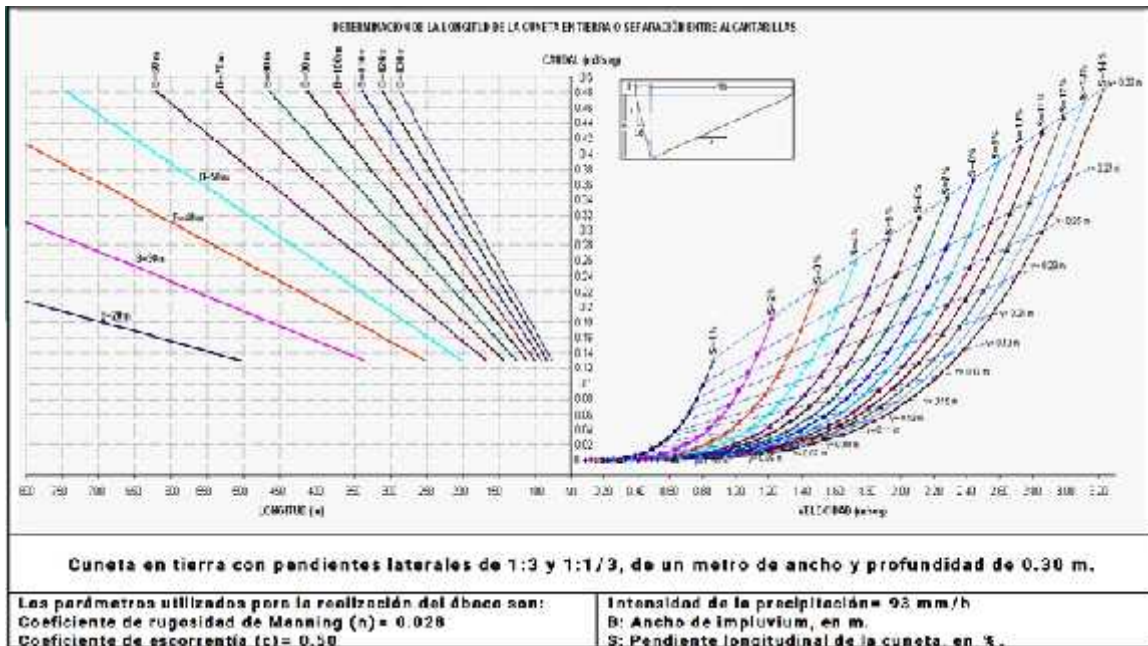


Figura 7. Pendientes laterales

### 1.3.3 factores para diseñar un nuevo modelo de drenaje

Para el diseño es indispensable mencionar 5 componentes para su elaboración:

- Hidrológico.
- Económico.
- Geológico y geotécnico del suelo.
- Drenaje e hidráulico.
- Erosión y sedimentación.

#### 1.3.3.1 Geología y geotecnia del terreno

Es representativo aprender las propiedades geotécnicas y geológicas del terreno puesto que los materiales se utilizan en la base de las estructuras.

En varias circunstancias, y si la edafología lo consiente, utilizar los suelos determinadamente para expeler la escorrentía superficial expondría la reserva de un ecosistema durante la ejecución.

#### 1.3.3.2 Suelos

Por lo general se define al suelo como “todo agregado con partículas minerales” dentro del campo de ciencia y tecnología, dicha afirmación desaparece y adquiere diferentes significados según el campo en el que se estudie. Por tanto, para los

geingenieros, el suelo diferencia de la roca, es un material que al contacto con el agua altera drásticamente sus propiedades. Para los constructores mencionado material es solo una colección de agregados que se pueden extraer sin el uso de explosivos.

## ) Clasificación de suelos

La codificación de suelos es una categorización de muestras basadas en sus tipologías y en diversos criterios de uso. Existen muchos tipos de suelo, dependiendo de la textura que posean, se define la textura con el porcentaje de arenas, limos, y arcillas que contienen la muestra recolectada y esta determina el tipo de suelo que será. (Manual de mecánica de suelos 2010, p. 78)

Tabla 2.- Clasificación de suelos SUCS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS							
INCLUYENDO IDENTIFICACION Y DESCRIPCION							
<b>PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO</b> (Excluyendo las partículas mayores de 7.5 cm (3") y basando las fracciones en pesos estimados)			<b>SUCS</b>  <b>SIMBOLOS DEL GRUPO</b>				
<b>SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS</b> Más de la mitad del material es retenido en la malla N° 200 (Las partículas de 0.075 mm de diámetro (malla N° 200) son aproximadamente las más pequeñas viables a simple vista)	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenido en la malla N° 4	<b>GRAVAS CON FINOS</b> Cantidad apreciable de partículas (100%)	Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	<b>GW</b>			
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	<b>GP</b>			
			Fracción fina poco o nada plástica (para identificación véase grupo ML abajo)	<b>GM</b>			
			Fracción fina plástica (Para identificación véase grupo CL abajo)	<b>GC</b>			
			Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	<b>SW</b>			
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	<b>SP</b>			
	<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	<b>ARENAS CON FINOS</b> Cantidad apreciable de partículas (100%)	Fracción fina poco o nada plástica (para identificación véase grupo ML abajo)	<b>SM</b>			
			Fracción fina plástica (Para identificación véase grupo CL abajo)	<b>SC</b>			
			<b>PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA N° 40</b>				
			<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite líquido menor de 50	<b>RESISTENCIA EN ESTADO SECO</b> (características al	<b>DILATANCIA</b> (Reacción al agitado)	<b>TENACIDAD</b> (Consistencia cerca del	
				Nula o ligera	Rápida o lenta	Nula	<b>ML</b>
				Media a alta	Nula a muy lenta	Media	<b>CL</b>
<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite líquido mayor de 50	Ligera a media	Lenta	Ligera	<b>OL</b>			
	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	<b>MH</b>			
	Alta a muy alta	Nula	Alta	<b>CH</b>			
	Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	<b>OH</b>			
<b>SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS</b>			Fácilmente identificables por su color, olor, sensación espesa y fuertemente por su textura férrea	<b>PT</b>			



Tabla 3.- Clasificación de suelos AASHTO

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS  
INCLUYENDO IDENTIFICACION Y DESCRIPCION**

AASHTO	
SIMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TIPIICOS
A-1-a	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos
A-1-a	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos
A-1-b	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo
A-1-b	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla
A-1-b	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos
A-1-b / A-3	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos
A-2-4 / A-2-5	Arenas limosas, mezclas de arena y limo
A-2-6 / A-2-7	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla
A-4	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos
A-6	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres
A-4	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
A-5	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos
A-7-6	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas
A-7-5	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad
A-8	Turba y otros suelos altamente orgánicos

### 1.3.3.3 Hidrología.

“El propósito del estudio hidrológico incide en preparación de los caudales de avenida para las distintas etapas de regreso. Los caudales serán los que se manipulan para la elaboración del estudio hidráulico”, (Revista Senamhi, 2016).

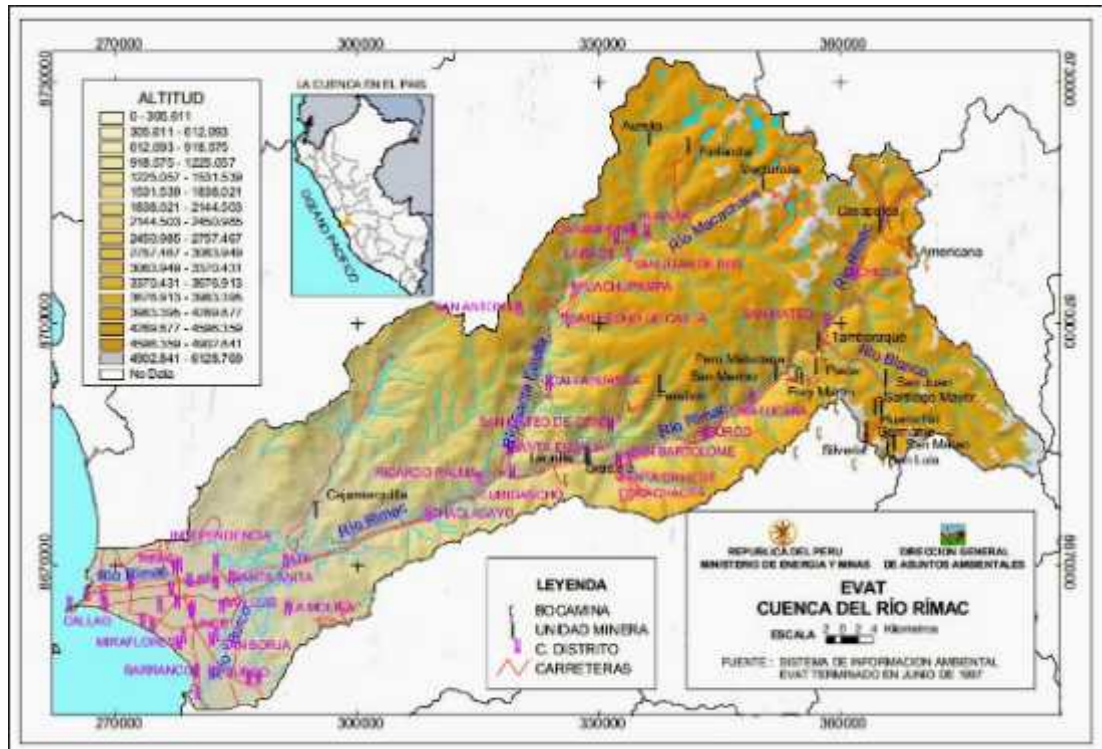


Figura 8. Cuenca hidrográfica del río Rímac

Es una característica muy común la pérdida de datos de escorrentía en muchos de los canales debido a su reducido tamaño, su estimación generalmente se hace a partir de la información de lluvia disponible a través de uno de los procedimientos de cálculo conocidos. Concretamente, el método utilizado se define como:

- ) Los datos estadísticos e hidrometeorológicos disponibles.
- ) El tamaño y la forma de la cuenca.

### **1.3.3.3. Factores Hídricos y Geotécnicos que intervienen en el diseño Hidráulico de obras de drenaje**

Este estudio especifica los elementos de intervención en el diseño apropiado para la elaboración de un sistema de drenaje diseñado funcione correctamente, dependiendo de las necesidades hidrológicas del área a estudiar.

Lo primero a considerar hace referente al tamaño de la cuenca como un factor hidrológico y la esorrentía se proporciona en conjunto con condiciones de clima, fisiológicas, topografía de la zona, manejo del estudio de suelos en la zona específica.

#### **) Estudios de campo**

Se debe realizar una investigación de campo para identificar, recopilar y evaluar la información obtenida del estado en curso del área de estudio, estructuras de drenaje presentes, la topografía y las condiciones hidrológicas. De manera similar, el trabajo en situ identificar y evalúa áreas críticas presentes y potenciales de los recursos hídricos, como escurrimientos de tierra, Deben estudiarse las condiciones de las estaciones de lluvia y la diversidad de datos obtenidos.

Para establecer informes o estudios hidrológicos son necesarias las actividades de campo relevantes y adaptadas a los trabajos hidrológicos por medio de estudios hidrográficos e hidrológicos.

#### **) Evaluación de la Información Hidrológica**

Es nuestro país aún contamos con ciertas restricciones en la obtención de datos ya sean pluviómetros e hidrométricos pues las cuencas hidrográficas en su mayoría no se encuentran instrumentadas, por lo general se usan métodos aproximados en la obtención de datos para definir el caudal de diseño.

Se exhorta a tener 25 años de registro como mínimo lo cual permitirá a través de los datos históricos una eventual predicción de acontecimientos, con el fin que los datos obtenidos sean sumamente fidedignos, de la misma manera la información tendrá que incluir los años registrado por el fenómeno “El Niño”, esta información deberá de ser evaluada de tal manera que no se origine un sobredimensionamiento en las obras.

## ) Selección del periodo de Retorno

Tiempo promediado en años, donde el valor de flujo máximo de una inundación específica es igual o superior a una vez cada "X" años, que se denomina período de retorno "X". Si se supone que los eventos de cada año son independientes, Se puede calcular "n" Probabilidad de falla en la vida útil anual. Con el período de retorno utilizado en el diseño de ingeniería, la relación entre la probabilidad de que el evento exceda el estándar y la vida útil de la estructura y el riesgo de falla permisible es bastante grande, este último depende de factores sociales y tecnológicos. Economía y otros.

Se ajusta a priori el estándar de riesgo. Si el trabajo tiene defectos durante su vida útil, el riesgo que desea descartar significa que la magnitud del evento es mayor que la magnitud realizada en el primer diseño, en n años, etc. Aplicable a cada año de vida laboral.

Si la vida útil del proyecto es n años, nuestra anterior formula nos permitirá calcular el período de retorno T, y se establecer el de falla tolerable R, es decir, la ubicación de probabilidad del pico de la inundación en estudio. Este estudio es un diseño transversal no experimental.

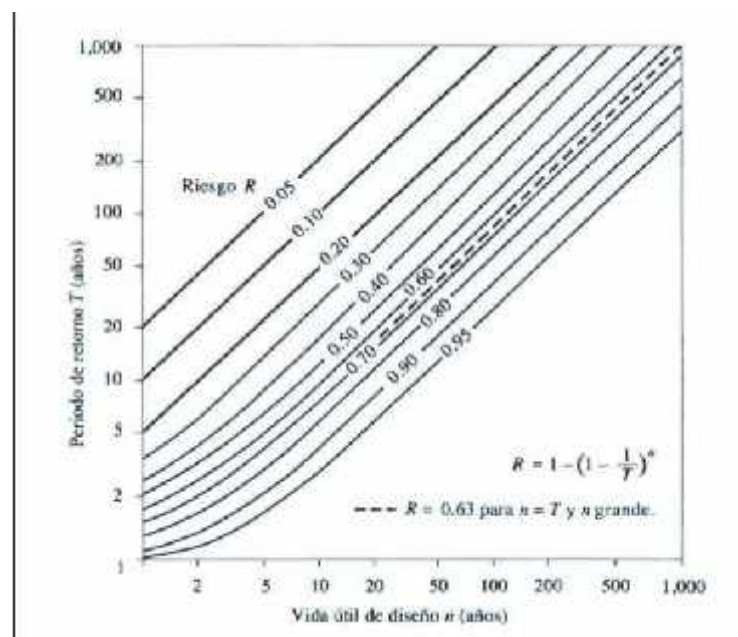


Figura 9. Vida útil del diseño

Tabla 4.- Vida útil de obras en n años

<b>RIESGO ADMISIBLE</b>	<b>VIDA UTIL DE LAS OBRAS (n años)</b>									
	<b>R</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144
0,99	1	1,11	1,27	1,66	2,7	5	5,9	11	22	44

Tabla 5.- Valores recomendados

<b>TIPO DE OBRA</b>	<b>RIESGO ADMISIBLE (%)</b>
Puentes (*)	<b>22</b>
Alcantarillas de paso de quebradas	39
Alcantarillas de paso quebradas	64
Drenaje de la plataforma (a nivel	64
Subdrenajes	72
Defensas Ribereñas	22

- Vida Útil considerado n=25 años. - Se tiene en consideración la vida útil de la obra al realizar el diseño.
- El dueño de la obra define la vida útil del proyecto como también el riesgo admisible de falla.

## ) **Determinación de la Tormenta de Diseño**

El primero de los pasos iniciales de muchos proyectos de diseño es determinar el evento de lluvia que se utilizará. Las tormentas de diseño son patrones de precipitación definidos que se utilizan en el diseño de sistemas hidrológicos. Las tormentas de diseño forman constantemente la entrada al sistema y utilizan programas de escurrimiento de agua de lluvia y transferencia de flujo para calcular el flujo generado a través del sistema. La tormenta de diseño se puede definir por el valor de la profundidad de precipitación de un punto. A través del histograma de diseño, se especifica la distribución temporal de la precipitación durante la

tormenta para determinar la tormenta de diseño. La información obtenida a través de la lluvia es un pluviómetro respetable, porque el equipo proporcionado por este tipo de equipo es de corta duración. Sin embargo, la mayoría de las estaciones de medición de lluvia solo tienen pluviómetros, que solo pueden proporcionar valores promedios (Revista Colegio de Ingenieros, 2018, p. 23).

### J) **Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia**

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 (Salazar, 1998, p. 32)

Dicho enunciado se representa de la siguiente manera:

#### ***Ecuación 2.- Intensidad***

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

Siendo:

P = profundidad de la lluvia expresada en (mm)

T<sub>d</sub> = Es el periodo por lo general expresado en horas.

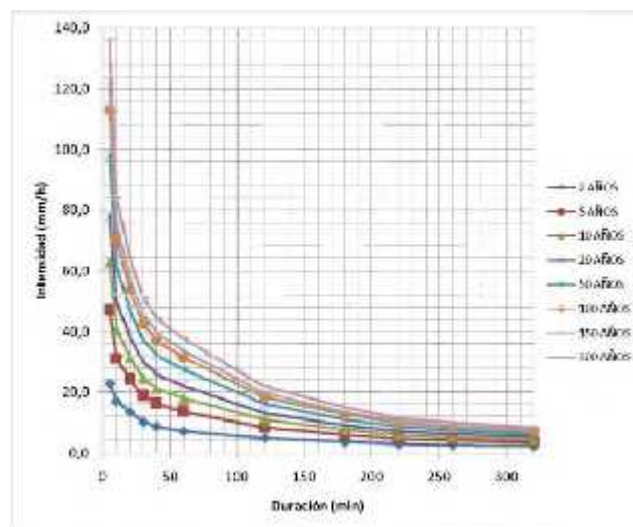


Figura 10. Ejemplo de curva IDF

El tiempo de concentración (tc) es igual a la duración de lluvia diseñada la zona de dren considerado, porque la escorrentía alcanza su pico cuando se concentra, momento en el la zona contribuye a la escorrentía. En nuestro país es complicado

describir las curvas en detalle debido a la falta de información disponible sobre precipitaciones. En circunstancias normales, solo hay la precipitación máxima en 24 horas, por lo que el valor de intensidad máxima de lluvia generalmente se estima multiplicando la precipitación máxima en 24 horas por el coeficiente de duración; la Tabla 04 muestra el coeficiente de duración entre 1 hora y 48 horas. Si se dispone de buena información, estos coeficientes se pueden utilizar para calcular la intensidad de acuerdo con las normas y precauciones.

**Tabla 6.- Coeficiente de precipitación**

<b>DURACIÓN DE LA PRECIPITACION EN HORAS</b>	<b>COEFICIENTE</b>
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.5
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.9
20	0.93
22	0.97
24	1
48	1.32

Se establece el siguiente Procedimiento:

1. Elegir los datos mayores de lluvias distintos para cada tiempo de duración
2. Colocar los datos de manera descendente
3. Dar un valor ordenando a cada probabilidad empírica
4. Estimar la duración de retorno en todos los valores
5. Ilustrar tanto la curva de intensidad como la frecuencia, duración

## Hidráulica y drenaje

### 1.3.3.3.1 Hidráulica

Una estructura hidráulica la cual sirve para dirigir el agua está considerada como un canal.



*Figura 11. Canal Hidráulico*

### 1.3.3.3.1 Métodos mecánicos o de drenaje

“El control de los huacos se puede lograr mediante la regulación del escurrimiento superficial, aplicando un método que se apoye en el drenaje natural del terreno y obligue a las aguas excesivas a tomar recorridos que no saturen ni dañen los suelos”, (Salazar, 1998, p. 67).

“La solución técnica consiste en la construcción de canales o de terrazas consecutivas, las cuales dividen las cuencas naturales en cuencas elementales pequeñas, en los que puede lograrse que el escurrimiento, producto de las precipitaciones quede regulado”, (Salazar, 1998, p. 71).

“Un conjunto de esta naturaleza se denomina “sistema de drenaje”, que logrado íntegramente evitarán la concurrencia de un huaico, además controla la erosión, favorece las infiltraciones y retiene los arrastres de los suelos”, (Salazar, 1998, p. 84).



### **1.3.3.1.1. Drenaje Pluvial.**

El nuestro tiempo los drenajes pluviales son muy importantes, ya que nos permite efectuar diferentes tipos de estudios, de la misma manera perder conocer acerca de las precipitaciones las cuales se han presentado en nuestra actualidad por lo consiguiente, es de suma importancia realizarla de manera más seguida esto con el fin de obtener datos más exactos para el diseño”, (Revista Colegio de Ingenieros, 2018, p. 23).

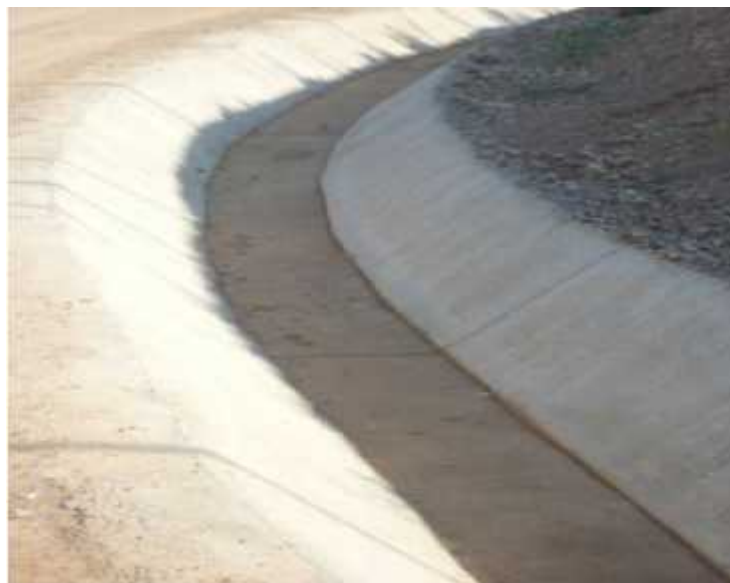
#### **a) Drenaje Superficial.**

MTC sostiene:

"Es recomendable los estudios de hidráulica y drenaje se inicien después de que se apruebe el proyecto de diseño geométrico, y el drenaje natural debe ser inspeccionado en el sitio. El propósito del drenaje lateral de carreteras es evacuar adecuadamente las aguas superficiales que dificultan su construcción. Esta agua es permanentemente o temporalmente a través de canales naturales o artificiales. Para asegurar su estabilidad y durabilidad ". (2008, p. 68)

#### **b) Drenaje profundo.**

Su función es impedir el ingreso de agua en las capas superficiales de la vía, de tal manera lo que es necesario moderar el flujo de aguas subterráneas y los acuíferos existentes, así como el flujo de las aguas subterráneas.



*Figura 12. Cuneta trapezoidal*

Mencionamos algunos factores más importantes para el diseño:

- Factores Orográficos: "Dicho sector incluye condiciones del mundo real, como ubicaciones de carreteras en relación con el terreno natural adyacente (en zanjas, terraplenes o en medio de pendientes), fenotipos de áreas existentes (llanuras, colinas), etc. Incluye, accidentado) o posicionamiento inclinado en la calle, (Ordinola, 2018, p. 13).

- Factores hidrológicos: "Se refieren a las áreas de la cuenca que reciben y suministran agua superficial que afecta directamente al pavimento, y la presencia, extensión y flujo de agua subterránea que puede penetrar las capas subyacentes del pavimento.", (Ordinola, 2018, p. 21).

- Factores geotécnicos: "La naturaleza y características del suelo existente en esta zona determinan la facilidad con que el agua llega a la carretera desde la fuente, y la posibilidad de provocar deslizamientos o desprendimiento del suelo. Algunas características a tener en consideración son las que infieren en su permeabilidad, uniformidad y estratificación. O la compacidad también afecta la existencia organismos vegetales ", (Galán, 2014, p. 8).

(Magro-Andrade and Morales-Pérez, 2003), "Una vez que tenga en cuenta estos factores, diseñe su sistema de drenaje. Esta red debe ejecutar los objetivos siguientes:

- De forma eficiente y en el menor tiempo posible, el agua se vierte sobre la superficie de rodadura y los terraplenes de nivelación adyacentes. Por supuesto, se debe evitar inundar las partes bajas de la ruta

- Utilizar drenaje profundo para extraer agua subterránea de la superficie y acuíferos existentes

- Prestar especial atención a las rutas de aguas naturales como cañones y desarrollos fabriles. no se limite a pasajes importantes con una probabilidad razonable. Los defectos de diseño son la principal causa de la destrucción de

puentes en todo el mundo

- No Utilice pendientes suaves y bordes redondeados para evitar riesgos adicionales para la seguridad del operador. Esto evita la posibilidad de más accidentes.
- También se debe prestar especial atención al medio ambiente para minimizar los daños a los ecosistemas, los animales, la vegetación y los paisajes

Todo lo anterior, como siempre, depende de la economía del proyecto. Por tanto, la solución contratada debe tener en cuenta dos condiciones adicionales: Implementar el sistema de drenaje tiene que contar con los siguientes objetivos. (Magro-Andrade and Morales-Pérez, 2003)

- Costo inicial para construir e implementar un sistema de drenaje.
- Costo de reparación y mantenimiento de la infraestructura de drenaje durante la vida útil de la estructura.

#### **1.3.3.4. Erosión y sedimentación**

“La erosión consiste en la separación, transporte y posterior deposición del suelo o material rocoso por la acción de las fuerzas de los fluidos en movimiento, determinando así tres fases del ciclo, incluida la erosión, el transporte y la sedimentación. Se puede llamar de manera corta un ciclo de erosión.”, (Galán, 2014, p. 21).

Son varios los factores que influyen en el proceso erosivo como:

- Duración, frecuencia e intensidad de la lluvia
- Medio Ambiente, cambios de temperatura, el viento.
- Topografía del terreno
- Composición del suelo
- Vegetación existente en la zona
- Se eligió un enfoque integral para realizar una evaluación adecuada del sistema de drenaje. De hecho, incluye todos los aspectos que influirán en

los futuros modelos de drenaje: aspectos sociales, ambientales y económicos. El nuevo diseño propuesto tiene sentido en muchas áreas y necesita ser analizado, considerado y convertido en valor de cambio monetario.

Pre a abordar de manera más concisa la evaluación es trascendental tener en cuenta el significado de algunos aspectos como el concepto económico los cuales se implementarán (Truyols-Mateu, 2009)

- Inversión es todo bien dedicado a la ejecución de actividades y proyectos económicos. Las inversiones se pueden realizar al mismo tiempo o concentrarse en (período de construcción) durante varios años.
- Gastos. “El costo de un proyecto (de inversión) destinado a permanecer operativo. A diferencia de las inversiones, los gastos están ocultos en un ciclo determinado, por lo tanto, mantenimiento, costos como el de materiales, personal, gastos generales. A menudo son costos fijos o variables, costos indirectos o directos, etc. (Peña, 2017, p. 7).
- Beneficio. “Lo que espera de una inversión o proyecto es ganancia o utilidad. El período cubierto por el beneficio suele ser la duración del proyecto. ”, (Ordinola, 2018, p. 10).
- Renta. “Cuando una reserva se refiere a un período (mensual, anual, etc.), se denomina ingresos. Esto puede ser neto si se descuentan los costos asociados con hacerlo; de lo contrario, puede ser interés compuesto.”, (Peña, 2017, p. 7).
- Plazo de ejecución. “Es tiempo determinado en el cual se efectúa la construcción de una obra hidráulica”, (Ordinola, 2018, p. 10).
- Vida útil. “Este es tiempo estimado en el cual una estructura cumplirá con su función prevista”, (Ordinola, 2018, p. 10).

### **1.3.3 Marco Conceptual.**

#### **Hidráulica:**

“Es una Ciencia la cual insta de las leyes del equilibrio y del movimiento, así también como de la manera de aplicación de esas leyes para solucionar problemas prácticos planteados por el uso del agua” (George, 1991, p.315).

#### **Drenaje:**

“Evacuación de líquido en el interior del suelo mediante canales de drenajes superficiales o subterráneos” (Salvador Hernández, 1999, p.109).

#### **Hidroesta 2:**

“Es un software el cual nos permite realizar cálculos hidrológicos de manera simplifica, este software nos permite el cálculo de parámetros estadísticos, así como intensidades máximas mediante la obtención de datos pluviométricos situados en el área de estudio.” (George, 1991, p. 288).

#### **Hcanales:**

“Es un software el cual permite el diseño de canales y obras hidráulicas el cual fue desarrollado por el Ing. Máximo Villon Béjar”.

#### **Estación Pluviométrica:**

“Estación encargada de registrar la medición de la cantidad de precipitación en una zona determinada de estudio”, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, p.219).

#### **Curva: Duración - Frecuencia - Intensidad**

Este elemento nos permite el diseño el cual relaciona la intensidad de lluvia con la duración y a la vez la frecuencia en la que se pudiera presentar, es decir la probabilidad, de incidencia en un periodo determinado. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, p.218).

**Precipitación:**

Caída de partículas que en conjunto forman la lluvia, granizo, aguaceros nieve.

**Tiempo de Concentración:**

Tiempo de concentración (tc) es el viaje que toma una gota de lluvia desde un punto hidráulico más distante de la cuenca y escurre hasta la salida de una cuenca.

**Caudal:**

porciones grandes de agua que recorre por un punto específico en un periodo determinado en un sistema hidráulico.

**1.4 Formulación del problema****Problema General**

¿De qué manera el comportamiento Hidráulico de un sistema de drenaje influye en un nuevo diseño de cunetas en la quebrada de Carosio, Chosica 2018?

**Problemas Específicos**

¿De qué manera influyen los parámetros hidráulicos en el en el nuevo diseño de cunetas, en la quebrada de Carosio, Chosica 2018?

¿De qué manera intervienen los parámetros morfológicos en el nuevo diseño de cunetas en la quebrada de Carosio, Chosica 2018?

¿De qué manera se identifica la textura de superficie, en el sistema de drenaje pluvial en la carretera central de la quebrada de Carosio, Chosica 2018

**1.5 Justificación del estudio**

Para nuestra investigación se formuló las siguientes justificaciones:

**Social:**

Nuestra investigación se da por la situación de la población de la quebrada de Carosio en el distrito de Chosica, en cuyo lugar existen suelos inestables, casas construidas con material noble en las cuales se encuentran en condiciones precarias, las cuales las hacen vulnerables a las amenazas de desastres de ahí que esta investigación nos

permitirá Analizar el procesos Hidráulico de un Sistema de evacuación Pluvial el cual nos permitirá realizar el diseño de una cuneta de la Carretera Central de la quebrada de Corosio Chosica 2018.,

### **Económico:**

El estado de conservación de las carreteras influye en la Economía de un país, por ello se busca que, en la investigación, se pueda dar solución al gran problema que persiste en nuestras carreteras sugiriendo el diseño de cunetas, badenes o alcantarillas y así, estar preparados para un desastre natural.

### **Teórico**

“hay una investigación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confronta una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”, (Bernal, 2006, p. 103).

### **Práctico**

“una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo”, (Bernal, 2006, p. 104).

## **1.6 Hipótesis**

### **Hipótesis General**

El análisis del comportamiento Hidráulico en el diseño de cunetas influye en el nuevo diseño de cunetas en la quebrada de Carosio, Chosica 2018.

### **Hipótesis específicas**

Los parámetros Hidráulicos en el Sistema de Drenaje Pluvial influyen en el nuevo diseño de cunetas en la quebrada de Carosio, Chosica 2018.

Los parámetros Morfológicos del sistema de Drenaje Pluvial intervienen en el nuevo diseño de cunetas en la quebrada de Carosio, Chosica 2018.

La textura de Superficie en el sistema de Drenaje Pluvial incide en el diseño de cunetas en la quebrada de Carosio, Chosica 2018.

## **1.7 Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar que el comportamiento Hidráulico aplicado en el sistema de Drenaje Pluvial influya en el nuevo diseño de cunetas en la quebrada de Carosio, Chosica 2018.

### **Objetivos Específicos**

Determinar si la influencia de los Parámetros Hidráulicos en el sistema de Drenaje Pluvial influye en el diseño de cunetas en la quebrada de Carosio, Chosica 2018.

Determinar si los parámetros morfológicos que se van a realizar en el sistema de Drenaje Pluvial influyen en el diseño de cunetas en la quebrada de Carosio, Chosica 2018.

Determinar si la textura de Superficies en el sistema de Drenaje Pluvial incide en el diseño de cunetas en la quebrada de Carosio, Chosica 2018.



## **II. MÉTODO**

### **2.1. Tipo de Investigación**

#### **Investigación aplicada**

Asegúrese de que la investigación aplicada contenga nuevos conocimientos científicos o esté destinada a descubrir nuevos conocimientos científicos. Al aplicar la investigación en curso, utilizaremos nuestro conocimiento teórico del drenaje de aguas pluviales urbanas para brindar posibles soluciones a la realidad de los problemas existentes. (Cegarra Sánchez, 2004 pág. 42),

### **2.2. Diseño de investigación**

La presente investigación es diseño no experimental de corte transversal.

“la investigación no experimental es donde no se manipula las variables intencionalmente, solo se observa el fenómeno como se presenta en su situación natural para luego ser estudiado” (Toro Jaramillo, 2006 p. 158).

“La investigación no experimental se clasifica en transversal que consiste en recolectar información en un espacio y momento dado, con el único fin de describirlas” (Gómez, 2006 p. 102)

Se realizó un diseño de estudio transversal puesto que no se manipulan las variables en el proceso de investigación durante un período de tiempo.

En tanto, para la ejecución de este proyecto es de corte trasversal debido a que no hay manipulación de variables de la misma manera no son incitadas por el investigador. Puesto que la recolección de datos se realizó dentro de un periodo determinado.

### **2.3 Variables y Operacionalización de las variables**

#### **2.3.1 Variables**

V1: Diseño de cunetas

V2: Prevención de desastres producidos por huacos

### **Operacionalización de las variables**

“La operacionalización es el proceso de llevar una variable desde un nivel abstracto a un plano más concreto, su función básica es especificar al máximo el alcance que se le otorga a una variable en un determinado estudio. Para ello las variables deben ser susceptibles de mediciones, para lograrlo las variables principales se deben descomponer en otras más específicas llamadas dimensiones, asimismo, es necesario interpretar estas dimensiones a indicadores", (Calderón y Alzamora, 2010, p. 32).

Tabla 7.-Variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Diseño de cunetas</b>	Específicamente es diseñado para la recepción, canalización y evacuación de las aguas que puedan afectar a las carreteras.	Generalmente podremos diseñar diferente tipos de drenaje, ya que esto se ve habitualmente en diferentes tipos de carreteras.	D1: D. Superficial.  D2: D. Estudio de suelos  D3: Estudio hidrológicos.	I1: Cunetas. I2: Badenes. I3: Alcantarillas.  I1: Estudios Topográficos. I2: Perfil de suelos I3: Análisis físico y químico  I1: Caudal de diseño I2: Precipitación I3: Software

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.- Variable dependiente

MATRIZ DE OPERALIZACION DE VARIABLE					
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Prevención de Desastres por Huaiicos	<p>La prevención de desastres, es intencionalidad practica que atraviesa todo proceso de desastre y que da lugar a otras acciones y acciones en cada una de ellas. Teniendo en cuenta las tareas: como el análisis que podríamos llamar situación inicial riesgo; duranía, que sea la concreción riesgo en el desastre propiamente tal, esta no tiene un unico punto de término, ya que varias formas de alteración social producen variación en su evolución, dependiendo de gravedad y de la eficacia de las acciones mitigación emprendidas; y después, cuando población aplica la capacidad de auto recuperación para hacer frente a las "secuelas" del desastre. Predominando los objetivos reconstrucción y se plantea la potencialidad darles un enfoque de desarrollo sostenido (Diaz, 2010, p.24).</p>	<p>La prevención de desastres consiste en desarrollar acciones propias de primera respuesta, para ello se desarrollan una serie de capacidades prácticas para que la población directamente en riesgo a ser afectada por desastres, responda de manera rápida y efectiva al apoyo de las víctimas de la localidad.</p>	Prevenición	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vulnerabilidad</li> <li>✓ Acciones preventivas</li> <li>✓ Evaluación de riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Simulacros</li> <li>✓ CENEPRED</li> </ul>
			Captación aguas Pluviales y Transporte de de calzada y aceras	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacidad cuneta</li> <li>✓ Coeficiente rugosidad</li> <li>✓ Sumideros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ NORMA OS .060</li> </ul>
			Desastres	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incidencia</li> <li>✓ Gestión de riesgos</li> <li>✓ Impacto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Datos INDECI</li> <li>✓ Defensa civil</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Población y muestra

### Población

“Determinamos como población o para ser más concisos población objetivo siendo este un conjunto ya sea finito u infinito con características comunes entre si las cuales están delimitadas por un problema y objetivos de estudios”, (Arias, 2006, p. 82).

En el presente proyecto la población está representada la carretera central, ubicado en la quebrada de Carosio, Chosica 2018

### Muestra

“Definimos como muestra a un subgrupo el cual es representativo de la población dicho conjunto en si pertenece a la población” (Hernández Sampieri, 2014, p. 175).

En tanto nuestro modelo de muestra vendría a estar conformada en la calle Miguel Grau, altura del kilómetro 36 de la carretera central en Chosica, y así poder generar los estudios específicos.

“En las muestras no probabilísticas no es posible calcular el error estándar, así como el nivel de confianza con el que hacemos la estimación. En este caso la selección de los elementos no depende de la probabilidad sino del criterio del investigador” (Borja, 2012, p. 32)

Efectuamos el proceso de nuestro muestreo no probabilístico – intencional, teniendo como resultado el tamaño de nuestra muestra para analizar el comportamiento Hidráulico del Sistema del sistema de Drenaje Pluvial.

#### 2.4.1. Técnicas del Muestreo

Aplicaremos las siguientes técnicas con el fin de poder garantizar nuestro proyecto de investigación los cuales serán:

##### ) **Observación Directa:**

Realizamos múltiples indagaciones en los drenajes pluviales de Carosio, Chosica y los sectores correspondientes que intervengan en el presente estudio, todo esto con el propósito de identificar los elementos

estructurales y poder ver en ellos las posibles fallas que estén presentando en cada uno de sus sectores con lo cual podremos tomar medidas convenientes para su adecuado mantenimiento y así darle una mejor vida útil a la estructura.

) **Libros de Texto:** Las fuentes utilizadas deben ser propuestas en estudios de investigación profesional acerca del motivo de estudio.

Se realizó el proceso de muestreo no probabilístico – intencional, teniendo el tamaño de muestra de 01 unidad, la cual corresponde a la quebrada de Corosio, Chosica, puesto que este es el segmento con mayor índice crítico en cuanto al sistema de drenaje.

## **2.5 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos, validez y confiabilidad**

### **2.5.1 Técnica de Recolección de Datos.**

Usaremos la observación directa como técnica de recolección de datos en la presente investigación.

“la técnica de investigación es el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. Las técnicas son particulares y específicas de una disciplina, por lo que sirven de complemento al método científico, el cual posee una aplicabilidad general” (Arias, 2006, p. 68).

### **2.5.2 Instrumentos.**

#### **2.5.2.1 Recolección de datos**

Por lo tanto, el trabajo de investigación actual tiene como herramienta un formulario de adquisición de datos desarrollado para la implementación por parte de los investigadores del proyecto, creando así un buen plan para el proceso de investigación con un objetivo esencial particular.

“Cualquier recurso, formato o dispositivo ya sea en digital o papel el cual nos ayude a la recolección de datos lo denominaremos instrumento de recolección” (Arias, 2006, p. 69).

#### **2.5.2.2 Validación.**

Hernández Sampieri, menciona que, al respecto con la validez de contenido, en primer lugar, necesitamos ver de qué manera otros investigadores han medido las variables. Luego, en base a esta evaluación, desarrollaremos nuestro universo con posibles elementos para medir las variables y sus tamaños (el universo debe estar lo más completo posible). (2014)

#### **2.5.2.3 Confiabilidad.**

La confiabilidad del instrumento se define como el grado en que se puede obtener el mismo resultado aplicándolo repetidamente al mismo individuo u objeto. (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 200)

### **2.5.3 Método de Análisis de Datos.**

Obtendremos nuestra investigación mediante el modelado hidráulico con el software hiroesta 2 y Hcanales V 3.0, el por medio del cual simularemos una respuesta con al cual obtendremos un flujo en sí.

Para el análisis de datos, tenga en cuenta que, con los métodos mixtos, los investigadores se basan en procedimientos estandarizados cuantitativos (estadísticas descriptivas y de inferencia) y cualitativos (codificación y evaluación de materias), así como análisis relacionados. (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 574)

## 2.5.4. Ensayos realizados

### 2.5.4.1 Ensayos para determinar la granulometría del suelo

#### 2.5.4.1.1 Ubicación de la zona

El material empleado en el actual proyecto de investigación se extrajo de tres calicatas con las siguientes dimensiones  $H=1.35m$   $L=1.00m$   $A=0.80m$  ubicado en el Km. 36 de la carretera central cruce con la calle Miguel Grau en el AA-HH Moyopampa.

Se escogió los materiales de este AA-HH por ser la zona de estudio



Figura 13. Ubicación de las calicatas



Figura 14. Calicatas C1, C2, C3



Tabla 9.- Características de la quebrada de Carosio

Altura media de la quebrada:	1229 m aprox.
Longitud:	1500 m aprox.
Cota máxima:	1654 msnm
Cota más baja:	911 msnm
Pendiente:	45% aprox. Considerada como pendiente media
Perímetro:	2874 m
Área:	53.7 ha

#### 2.5.4.1.2 Equipos y procedimiento

Según norma ASTM D422.

- ) Juego de tamices de 8'' con aperturas de: 3'', 1.5''", ¾'', 1/2'', 3/8'', N°4, 8, 16, 30, 50, 100, 200, incluye el fondo y la tapa
  - ) Báscula de precisión al 0.01g para pesar el material pasando la malla N°10 (2.0 mm) y una balanza cuya precisión del 0.1% de la masa de la muestra muestra para pesar la parte que quedo retenida en la malla N°10
  - ) Objetos de agitación. Cualquiera de los dos objetos puede ser usados A o B: objeto A: consta de un agitador operado mecánicamente; objeto B: consta de una copa de dispersión con aire
- Procedemos separando el material pasado por las mallas del tamiz lo retenido por la malla n 10 será considerado material grueso y aquel que pase el tamiz será considerado material fino.

Procedemos a lavar y secar nuestra primera muestra en un horno por un aproximado de 24h y a temperatura de 110 +/- 5°C



*Figura 15. Secado de material al horno*

Teniendo el material seco y libre de impurezas lo depositamos en el juego de tamices y a continuación empezamos con el proceso de agitado por medio de golpes ligero y dando vueltas esto para conseguir que todo el material pase libremente por los tamices fin de obtener un peso constante.



*Figura 16. Tamizado del material*

La cantidad que obtuvimos fue pesada, también aquella que está en la base, usamos una operación aritmética con el material retenido por las mallas donde la diferencia no debe superar el 0.3%.



*Figura 17.* Pesado del material

## **2.5.4.2 Limite líquido, plástico e índice de plasticidad**

### 2.5.4.2.1 ASTM 423-66 (Límite líquido)

Definimos de la muestra seca el contenido de humedad expresado en% cuando el suelo cambia de líquido a plástico mediante la cazuela de Casagrande.

#### 2.5.4.2.1.1 Equipos y material utilizado

- ) Copa de Casagrande
- ) Acanalador
- ) Plato de evaporación de porcelana
- ) Espátulas flexibles
- ) Horno para secar muestras
- ) Estufa
- ) Balanza digital
- ) Malla N°40



*Figura 18.* Ensayo de plasticidad

#### 2.5.4.2.2 (Límite Plástico) ASTM D424-59

Es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico, materiales usados:

- ) Bascula (aprox.  $\pm 0.01\text{g}$ )
- ) Placa puede ser de vidrio esmerilado
- ) Taras, espátula
- ) Horno a  $100\text{c}$  ( $\pm 5\text{c}$ )



*Figura 19.* Limite liquido

### 2.5.4.2.2 ÍNDICE DE PLASTICIDAD

L. Líquido – L. plástico = Índice de Plasticidad

### 2.5.4.3 ASTM D3080-72 ENSAYO DE CORTE DIRECTO

El propósito de la prueba de corte es determinar la resistencia de la muestra de suelo a fatiga y / o deformación, y simular la deformación y el ángulo de fricción interna de la muestra que existe o existirá en el suelo debido a la carga aplicada.

Materiales e instrumentos usados:

- ) Calibrador
- ) Bascula digital, con sensibilidad de 0.01 gr. 0.1 gr.
- ) Horno con el cual secaremos las muestras a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F).
- ) Indicador de caratula o deformímetro.
- ) Cronógrafo.
- ) Receptáculos
- ) Instrumento de corte Directo
- ) Cortador cilíndrico



Figura 20. Ensayo de corte directo

### 2.5.4.3 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 – 00

Por medio del presente ensayo podremos establecer las siguientes constantes:

- Peso unitario
- Optimo contenido de humedad
- Esquema Peso Unitario vs contenido óptimo de humedad.

Equipos Utilizados

- ) Molde de compactación por lo general de acero o aluminio
- ) Martillo de compactación:
- ) Regla metálica:
- ) Horno de secado: con capacidad para mantener temperaturas constantes de  $110 \pm 5^{\circ}\text{c}$ .
- ) Báscula de precisión
- ) -Agitador mecánico
- ) Tamiz  $\frac{3}{4}$ "

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Descripción de la Zona de Estudio.

##### 3.1.1 Ubicación.

La quebrada de Carosio se encuentra ubicada en la Cuenca del Río Rímac, por un lado la Central Hidroeléctrica de Moyopamba por el lado del este; su cauce es perpendicular al río Rímac. Se encuentra ubicada en el distrito de Lurigancho, provincia y departamento de Lima. Se tienen como referencia las siguientes coordenadas:

Coordenadas: 11.922400°S; 76.688900°O

UTM: 316 153; 8 681 183 Zona 18 L

A Carosio se puede llegar por la central, Av. Nicolás Ayllón, desde la ciudad capital hasta el km 36, hacia el lado izquierdo por la calle Miguel Grau. La entrada principal este asfaltado un promedio de 250 metros de la quebrada y después el acceso es a través una vía de tierra.

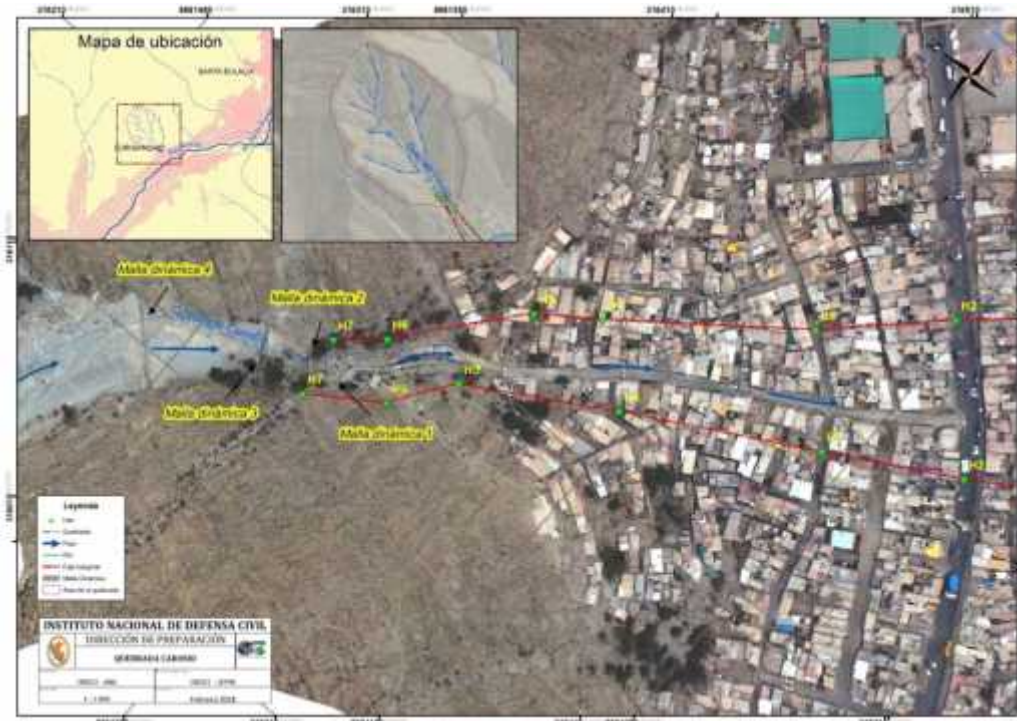


Figura 21. Ubicación de la zona de estudio

### **3.1.2 Clima y Precipitación.**

El clima es principalmente seco, con lluvias esporádicas durante períodos anormales, y la diferencia de temperatura entre el día y la noche es de unos 10 °, lo que favorece la erosión de las rocas. Tiene una fuerte pendiente de aproximadamente 45 °, lo que propicia la acumulación de escombros (aluvión: material transportado y depositado por el agua) que fue arrastrado por la ocurrencia de lluvias.

26.3 ° C es un promedio de la temperatura en Chosica. Las precipitaciones anuales son de 2437 mm. En los meses más secos y húmedos con una temperatura de 17 ° C las más húmedos. La precipitación varía en 81mm.

### **3.1.3 Orografía.**

El distrito de Chosica esta se ubica a unos 861 m.s.n.m. por lo que está en la zona Yunga, esto según la clasificación por el geólogo Pulgar Vidal.

Esta ciudad se encuentra en la cordillera occidental de los andes peruanos la cual está rodeado de diversos collados que reciben distintos nombres, algunos de los principales collados son: La Parra, Talcomachay, Huampani, La Peña Blanca, Santa María, Balcón, Camote, La Ronda, Piedra Lagarto, cada una de estas presenta una cruz en su cúspide como símbolo de su fe.

### **3.1.4 Geomorfología.**

La geomorfología de la ciudad de Chosica, está constituida por las siguientes unidades geomorfológicas:

#### **) Quebradas.**

La morfología localmente extendida en la depresión natural producto del proceso de erosión se deriva principalmente de la estructura en muchos casos. Constan de lechos de ríos, terrazas y sus laderas. En las carreteras estudiadas, esta unidad tiene un mayor grado de actividad en las pistas debido a que su ensanchamiento se produce de forma paulatina. La erosión lateral, la erosión y la acumulación de sedimentos ocurrieron en el lecho del río. Estos procesos geomorfológicos se generan en la intersección de caminos y ríos, donde se proyectarán estructuras de drenaje. Los más importantes son: Quirio, Pedregal, Rayo de Sol, Mariscal, Santo Domingo, Carosio y La Ronda.



) Laderas.

Morfología compuesta por diversas formas de superficies, formadas por pendientes o flancos también llamados arroyos y ríos, formados por suelo, roca, o una combinación de ambos, en esta superficie, generalmente el soporte de la estructura. En el área de estudio, estos flancos tienen una inclinación promedio de 35 ° y están compuestos por deformaciones y grupos de rocas que se han producido en el área. Suelen estar cubiertos por sedimentos cuaternarios (colapso, aluvial y aluvial). En estas laderas se cruzan los caminos en estudio, se está talando y aprovechando como terreno de cultivo, donde los procesos geodinámicos (deslizamientos, deslizamientos de tierra) ocurren con mayor frecuencia.

) Terrazas.

En las márgenes de las quebradas se observan superficies sub horizontales a manera de banquetas denominadas terrazas, estas son áreas que constituyen antiguas llanuras de inundación. Están conformadas por una mezcla de fragmentos rocosos heterogéneos entremezclados con arenas, limos y arcillas.

) Cauce.

Esta zona está afectada, principalmente, por procesos de socavación por acción del flujo de agua que transportan las quebradas, en algunos casos constituyen zonas de depósitos o cono de deyección de las quebradas.

Los cauces de las quebradas están compuestos por depósitos aluviales, coluviales y residuales (producto del deslizamiento, caída o desprendimiento de los taludes laterales). Están constituidos por elementos de diverso tamaño, forma y granulometría.

### 3.2 Estudios Hidrológicos e Hidráulicos.

#### 3.2.1 Cuenca: Rio Rímac

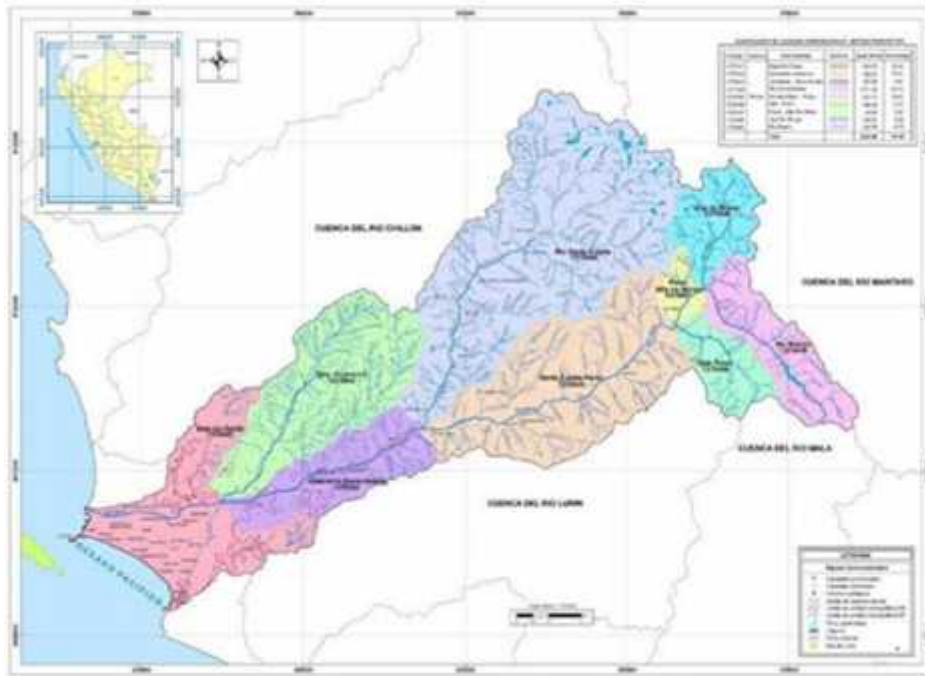


Figura 22. Cuenca del Río

#### 3.2.2 Parámetros de la Cuenca.

##### Parámetros Físicos:

La cartografía y a la topografía del área de estudio son muy necesarios para establecer los parámetros físicos de la quebrada.

Tabla 10.- Parámetros físicos

Cuenca (Quebrada)	Parámetros Físicos			
	A (Km2)	L (Km)	S (%)	P (Km)
Carosio	0.537	1.5	25	2.87

Fuente: Elaboración Propia

) **Forma de la Cuenca:**

1) coeficiente de Compacidad

Indicador el cual manifiesta la forma de la conformación de la cuenca a representar y el impacto en el flujo y la navegación provocados por las precipitaciones.

***Ecuación 3.- Coeficiente de compacidad***

$$Kc = \frac{P}{P2 \pi}$$

$$Kc = 1.105$$

Siendo:

Kc = Coeficiente de Compacidad.

P = Perímetro de la Cuenca en Km.

A = Área de la Cuenca en Km<sup>2</sup>.

2) Factor de Forma.

Parámetros el cual indica el alargamiento de la cuenca.

***Ecuación 4.- Factor de forma***

$$Ff = \frac{A}{L2}$$

$$Ff = 0.24$$

Siendo:

Ff = Factor de Forma.

A = Área de la Cuenca en Km<sup>2</sup>.

L = Longitud de la Cuenca en Km.

Tabla 11.-Rangos aproximados de factor forma

FACTOR DE FORMA VALORES APROXIMADOS	FORMA DE LA CUENCA
<0.22	Muy alargada
0.22 a 0.30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 a 0.80	Ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando al desagüe

De los datos observamos una cuenca alargada.

J) Densidad de Drenaje:

Parámetro en cual muestra la longitud total de un canal regular e irregular y la longitud total de este canal. También se puede describir como la capacidad de eliminar una cantidad decisiva de agua.

***Ecuación 5.- Densidad de drenaje***

$$Dd = \frac{L}{A}$$

$$Dd = 2.8$$

Siendo:

Dd = Densidad de Drenaje.

Li = Largo total del curso de agua expresado en Km.

A = Superficie de Cuenca expresado en Km<sup>2</sup>.

Tabla 12.- Rangos aproximados de densidad de drenaje

Densidad de Drenaje	Clases
0.1 a 1.8	Baja
1.9 a 3.6	Moderada
3.7 a 5.6	Alta

Según el cuadro la densidad del drenaje de considera Moderada

### 3.2.3 Precipitaciones.

Para el presente estudio se tomó información de 2 estaciones las cuales fueron Chosica y Santa Eulalia, la información fue brindada por el Senamhi y el A.N.A. como esta mostrado en los anexos.



Figura 23. Estaciones Chosica y Santa Eulalia

) Estación Chosica, data faltante  
)

Tabla 13.-Precipitaciones máximas

Años	P.Total(Máx.)
1995	9.50
1996	18.40
1997	-
1998	-
1999	-
2000	20.27
2001	10.70
2002	30.70
2003	10.30
2004	6.80
2005	2.30
2006	9.40
2007	7.70
2008	7.30
2009	17.80
2010	0.30
2011	7.00
2012	12.80
2013	3.50
2014	5.80

) **Santa Eulalia**

Tabla 14.- Precipitaciones máximas completas

<b>Años</b>	<b>P.Total(Máx.)</b>
1995	7.50
1996	13.00
1997	13.40
1998	18.70
1999	57.00
2000	19.10
2001	12.70
2002	33.30
2003	14.40
2004	6.70
2005	3.00
2006	16.80
2007	5.40
2008	17.80
2009	29.50
2010	6.30
2011	3.20
2012	7.00
2013	37.50
2014	3.50

A continuación, determinaremos que estación es la más factible y confiable para el diseño.

**a. Método de los Promedios.**

Llenado de datos faltantes en la Estación Puerto Ocopa.

) Sacar los valores que tienen sus respectivos pares de ambas estaciones.

Tabla 15.- Precipitaciones máximas en pares

E. Santa Eulalia	E.Chosica
7.50	9.5
13.00	18.4
19.10	20.27
12.70	10.7
33.30	30.7
14.40	10.3
6.70	6.8
3.00	2.3
16.80	9.4
5.40	7.7
17.80	7.3
29.50	17.8
6.30	0.3
3.20	7
7.00	12.8
37.50	3.5
3.50	5.8

Fuente: Elaboración Propia

) Después realizamos el análisis de consistencia de datos, para poder determinar si se puede realizar el llenado de los datos incompletos de la Estación Puerto Ocopa. Así mismo, se recomienda hacer la Curva de Doble Masa, por lo tanto, calcularemos los valores acumulativos de cada estación, solo los que tienen sus respectivos pares.

Tabla 16.P. máximas valores acumulados

E. Santa Eulalia	E. Chosica	E. Santa Eulalia	E. Chosica
7.50	9.50	4.87	7.85
20.50	27.90	13.32	23.06
39.60	48.60	25.73	40.17
52.30	59.30	33.98	49.01
85.60	90.00	55.62	74.38
100.00	100.30	64.98	82.89
106.70	102.40	69.33	84.63
109.70	104.70	71.28	86.53
112.90	111.70	73.36	92.31
150.40	115.20	97.73	95.21
153.90	121.00	100.00	100.00
<b>Acumulativo(E)</b>	<b>Acumulativo(F)</b>	<b>%</b>	<b>%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 1.- Curva de doble masa



) Por lo consiguiente, hallaremos los promedios completos y faltantes de cada estación, así mismo, buscaremos la relación  $Y_{media} / X_{media}$ , para poder seguir con el llenado de la estación faltante.

Tabla 17.-Promedios completos y faltantes

Promedio	
Completos	Faltantes
13.92	10.62
X media	Y media

$Y_m/X_m=$	0.762864385
------------	-------------

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera hacemos el llenado de la Estación Incompleta.

Tabla 18.- Llenado de data estación incompleta

Año	E. Santa	E. Chosica
	Eulalia	
1995	7.50	9.5
1996	13.00	18.4
1997	13.40	10.22
1998	18.70	14.27
1999	57.00	43.48
2000	19.10	20.27
2001	12.70	10.7
2002	33.30	30.7
2003	14.40	10.3
2004	6.70	6.8
2005	3.00	2.3



<b>2006</b>	16.80	9.4
<b>2007</b>	5.40	7.7
<b>2008</b>	17.80	7.3
<b>2009</b>	29.50	17.8
<b>2010</b>	6.30	0.3
<b>2011</b>	3.20	7
<b>2012</b>	7.00	12.8
<b>2013</b>	37.50	3.5
<b>2014</b>	3.50	5.8

Fuente: Elaboración Propia

- ) Finalmente, pasaremos a realizar el cálculo de las precipitaciones acumuladas de ambas estaciones, y así mismo, el promedio acumulado, para poder determinar que estación es la más confiable.

Tabla 19.- Valores de precipitación promedio acumulado

Año	Valores de Precipitación Anual Acumulada		
	E. Santa Eulalia	E. Chosica	TOTAL
	P. Acumulada A	P. Acumulada B	Prom. Acumulado
1995	7.50	9.50	8.50
1996	20.50	27.90	24.20
1997	33.90	38.44	36.17
1998	52.60	53.14	52.87
1999	109.60	97.95	103.78
2000	128.70	118.65	123.68
2001	141.40	129.35	135.38
2002	174.70	160.05	167.38
2003	189.10	170.35	179.73
2004	195.80	172.45	184.13
2005	198.80	174.75	186.78
2006	215.60	187.96	201.78
2007	221.00	192.21	206.61
2008	238.80	206.21	222.51
2009	268.30	229.40	248.85
2010	274.60	234.35	254.48
2011	277.80	241.35	259.58
2012	284.80	246.85	265.83
2013	322.30	250.35	286.33
2014	325.80	256.15	290.98

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 2.- Precipitación anual acumulada E. Santa Eulalia



Fuente: Elaboración Propia

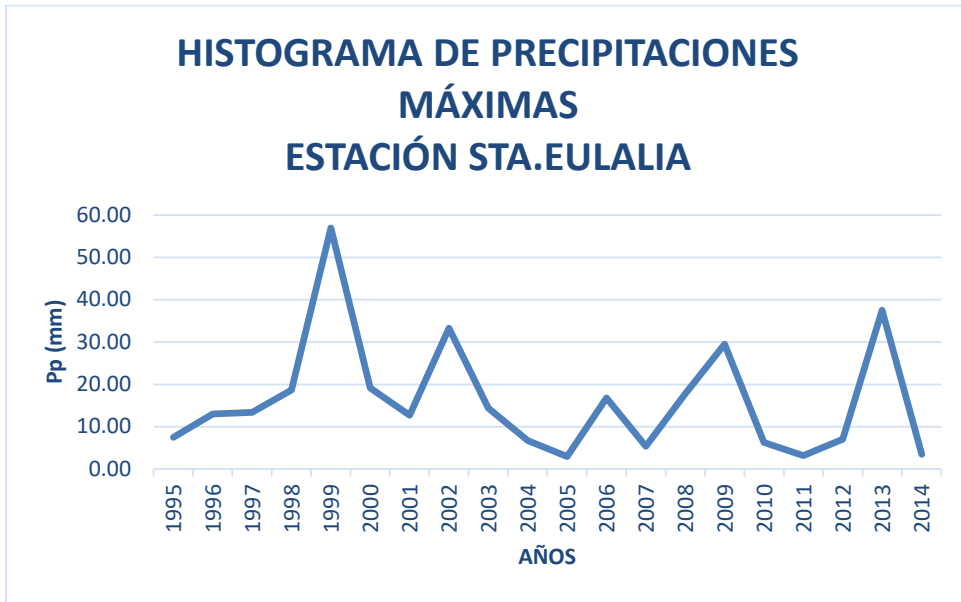
De la ilustración concluimos que la estación pluviométrica de Santa Eulalia es confiable puesto que la gráfica es consistente, y es la misma estación la cual se tomó en cuenta por estar más cerca de la zona de estudio.

Tabla 20.- Precipitaciones Santa Eulalia

<b>Años</b>	<b>P.Total(Máx.)</b>
1995	7.50
1996	13.00
1997	13.40
1998	18.70
1999	57.00
2000	19.10
2001	12.70
2002	33.30
2003	14.40
2004	6.70
2005	3.00
2006	16.80
2007	5.40
2008	17.80
2009	29.50
2010	6.30
2011	3.20
2012	7.00
2013	37.50
2014	3.50

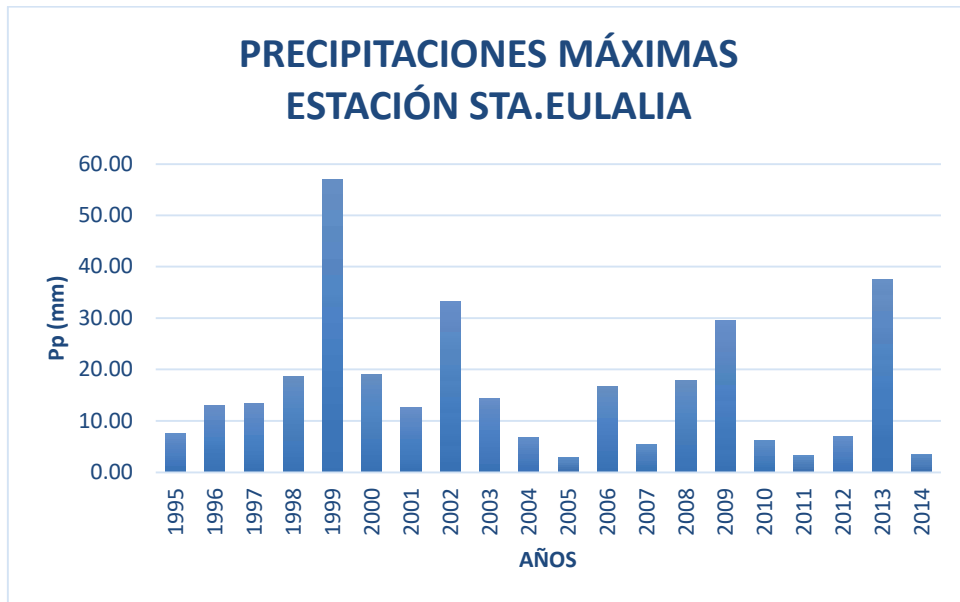
Fuente: Senamhi

Gráfico 3.- Histograma de precipitaciones máximas



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 4.- Precipitaciones máximas



Fuente: Elaboración Propia

a) Precipitaciones Máximas en 24 horas en distintos ciclos de retorno.

Tabla 21.- P. máximas diferente tiempo de retorno

T(años)	P.Máx.24 horas
100	63.14
50	54.70
25	46.14
10	34.58
5	25.54
3	18.58
2	12.73

Fuente: Elaboración Propia con el programa Hidroesta 2

b) Intensidades Máximas.

Debido a la falta de información hidrológica y de precipitaciones, utilizamos este método para obtener la curva precipitación-duración-período de regresión o también llamada intensidad-duración-frecuencia. De acuerdo con este método, obtuvimos una curva del registro de precipitación, también llamada Tiempo frecuencia de la probabilidad o intensidad de la precipitación. Se consideró la fórmula dadas por F. C. Bell (1969). Además, tomaremos la fórmula de Yance para el análisis de intensidad.

c) Curvas de Precipitación – Duración – Periodo de Retorno.

La lluvia está determinada por 03 variables: frecuencia, magnitud y duración. La magnitud es la suma de los valores mínimos (mm) que ocurrieron durante la tormenta. La frecuencia de precipitación se expresa en probabilidad. Bell combina la relación entre el ciclo de lluvia y la relación de frecuencia de lluvia, y utiliza un período de una hora y un intervalo de probabilidad de 10 años como valores de índice. El cual se representa en la siguiente manera:

***Ecuación 6.- Precipitación -duración- periodo de retorno***

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52) \cdot (0.54t^{0.25} - 0.50) P_{ep}^{10}$$

Cuando

2 T 100 años.

5 T 120 minutos.

Siendo

$t$  = Duración en min.

$T$  = Periodo de Retorno en años.

$P^T_t$  = Precipitación caída en  $t$  minutos con periodo de  $T$  años.

$P^{10}_{60}$  = Precipitación caída en 60 minutos con periodo de 10 años.

El valor  $P^{10}_{60}$ , se calcula a través del modelo de Yance Tueros (1982)

) Precipitaciones Máximas.

Tabla 22.- Precipitaciones máximas

T(años)	P.Máxima	Duración en Minutos					
	24 horas	5	10	20	30	60	120
100	63.14	4.69	7.02	9.79	11.65	15.3	19.63
50	54.70	4.23	6.33	8.83	10.51	13.8	17.71
25	46.14	3.77	5.65	7.87	9.37	12.3	15.79
10	34.58	3.16	4.74	6.61	7.86	10.32	13.25
5	25.54	2.71	4.05	5.65	6.72	8.82	11.33
3	18.58	2.37	3.54	4.94	5.88	7.72	9.91
2	12.73	2.10	3.14	4.38	5.21	6.85	8.79

Fuente: Elaboración Propia aplicando el Modelo de Bell y Yance

) Intensidades Máximas.

Tabla 23.- Intensidades máximas

P.Máxima	Duración en Minutos					
	24 horas	5	10	20	30	60
63.14	56.28	42.12	29.37	23.3	15.3	9.82
54.70	50.77	38	26.5	21.02	13.8	8.86
46.14	45.26	33.87	23.62	18.74	12.3	7.89
34.58	37.98	28.42	19.82	15.72	10.32	6.62
25.54	32.47	24.3	16.95	13.44	8.82	5.66
18.58	28.41	21.26	14.83	11.76	7.72	4.96
12.73	25.19	18.85	13.15	10.43	6.85	4.39

Fuente: Elaboración Propia

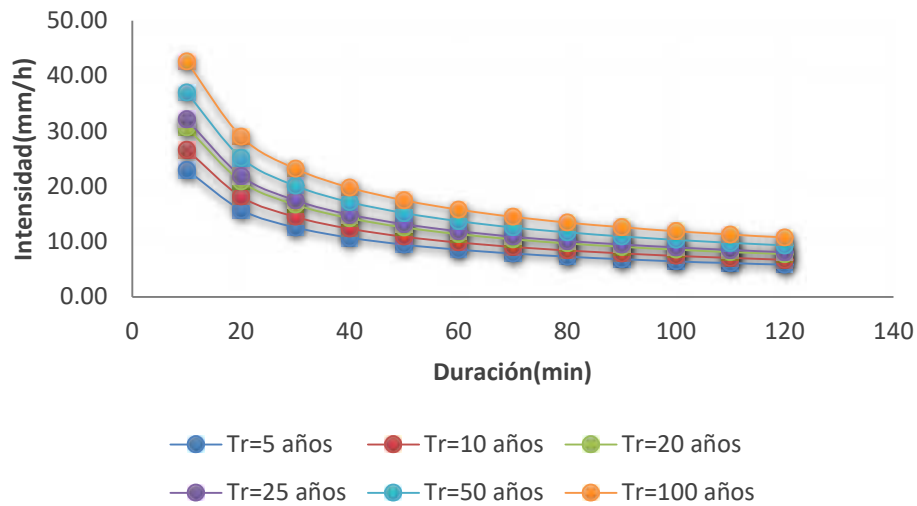
Tabla 24.- Intensidad - duración- frecuencia

Duración (t) (min)	Periodo de Retorno (T) en años					
	5	10	20	25	50	100
10	23.00	26.65	30.7	32.13	37	42.62
20	15.76	18.16	20.91	21.89	25.21	29.04
30	12.59	14.51	16.71	17.49	20.14	23.2
40	10.74	12.37	14.25	14.91	17.18	19.79
50	9.49	10.93	12.59	13.18	15.18	17.49
60	8.58	9.88	11.39	11.92	13.73	15.81
70	7.88	9.08	10.45	10.94	12.6	14.52
80	7.32	8.43	9.71	10.16	11.71	13.48
90	6.86	7.9	9.1	9.52	10.97	12.63
100	6.47	7.45	8.58	8.98	10.35	11.92
110	6.14	7.07	8.14	8.52	9.81	11.3
120	5.85	6.73	7.76	8.12	9.35	10.77

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 5.- Curva IDF E. Santa Eulalia

### Estación Sta.Eulalia - Curva IDF



Fuente: Elaboración Propia

#### 3.2.4 Distribuciones Probabilísticas.

Con el software Hidroesta 2 se estudiaron las precipitaciones con el fin de establecer la distribución probabilística la cual se ajuste, así mismo poder calcularemos las precipitaciones en distintos tiempos de retorno y tomar el menor Teórico

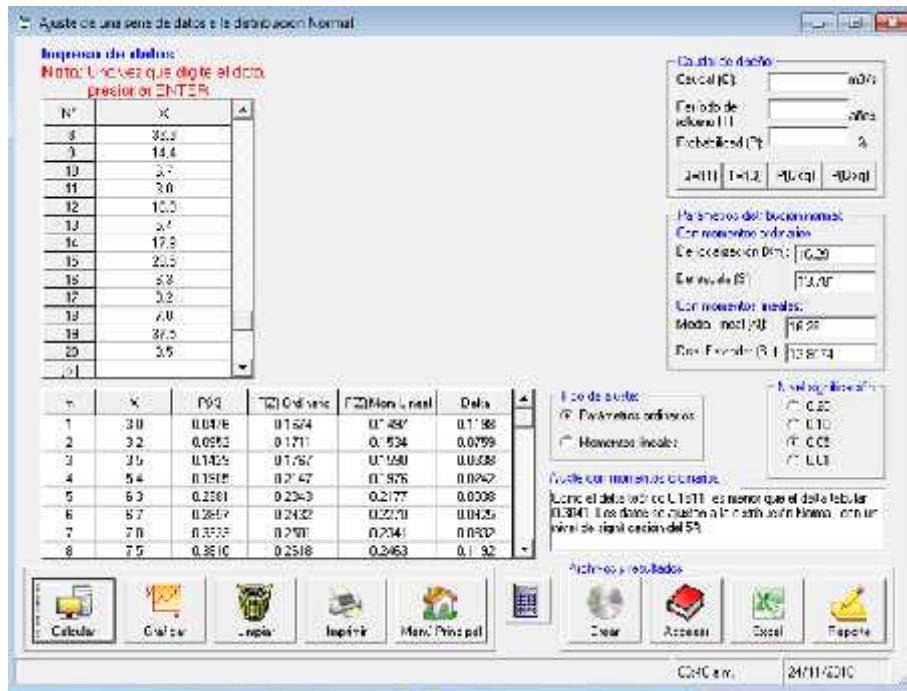


Figura 24. Distribución Normal

0.1811 es el delta teórico y 0.3041 el delta tabular.

Los resultados se adecuan en la distribución Normal, y tiene un nivel de significancia del 5%

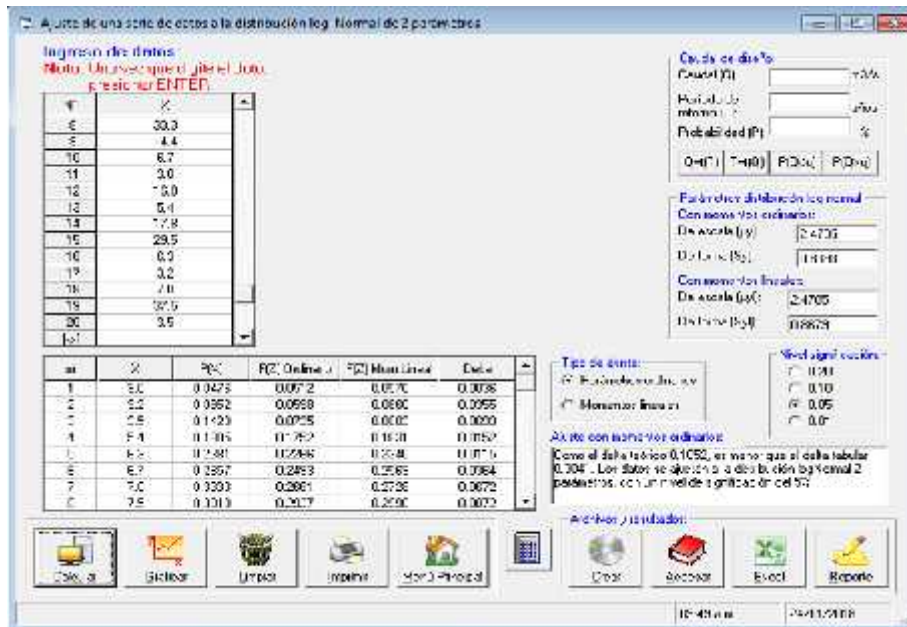


Figura 25. Distribución Log-normal 2

0.3041 es el delta teórico y el delta tabular es 0.1052.

Los resultados se adecuan en la distribución Log – Normal 2 Parámetros, y tiene nivel de significancia del 5%

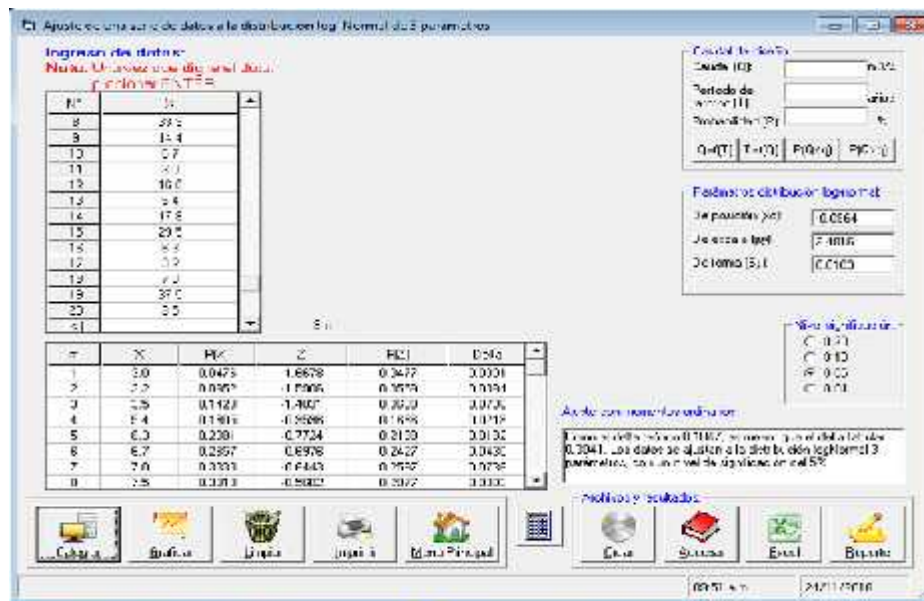


Figura 26. Distribución log. normal 3

0.3041 es el delta tabular y 0.1047 el delta teórico

Los resultados se adecuan en la distribución Log – Normal 2 Parámetros, y tiene un nivel de significancia del 5%

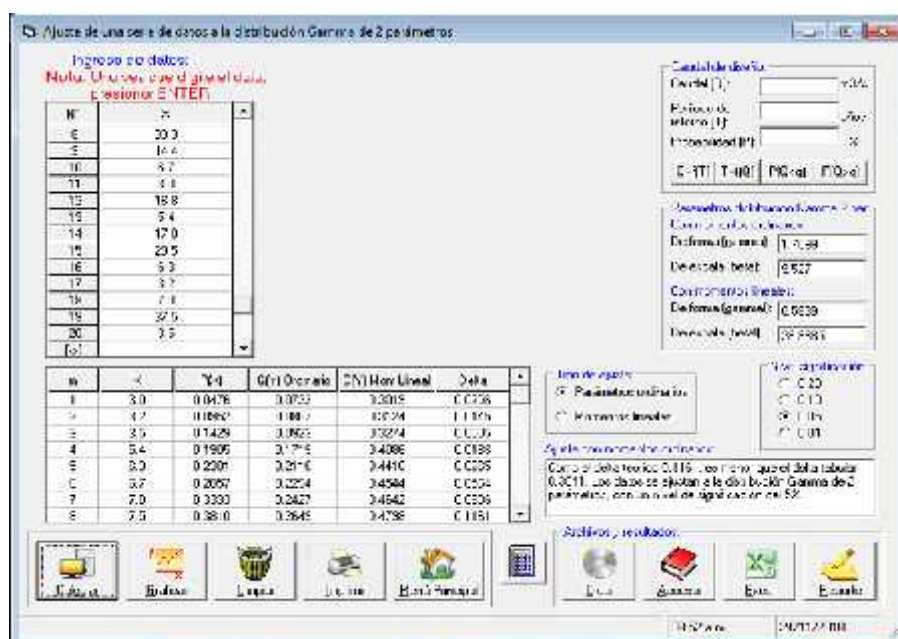


Figura 27. Distribución Gamma

0.3041 es el delta tabular y 0.1161 el delta teórico.

Los resultados se adecuan en la distribución Gamma 2 Parámetros, y tiene un nivel de significancia del 5%.



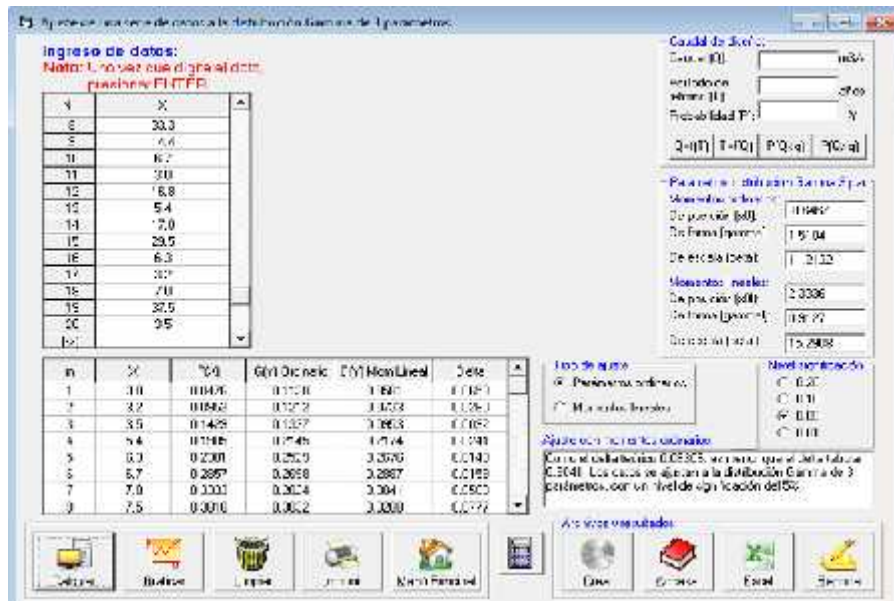


Figura 28. gamma 3

0.3041 es el delta tabular y 0.8306 el delta teórico.

los resultados se adecuan en la distribución Gamma 3 Parámetros, y tiene un nivel de significancia del 5%.

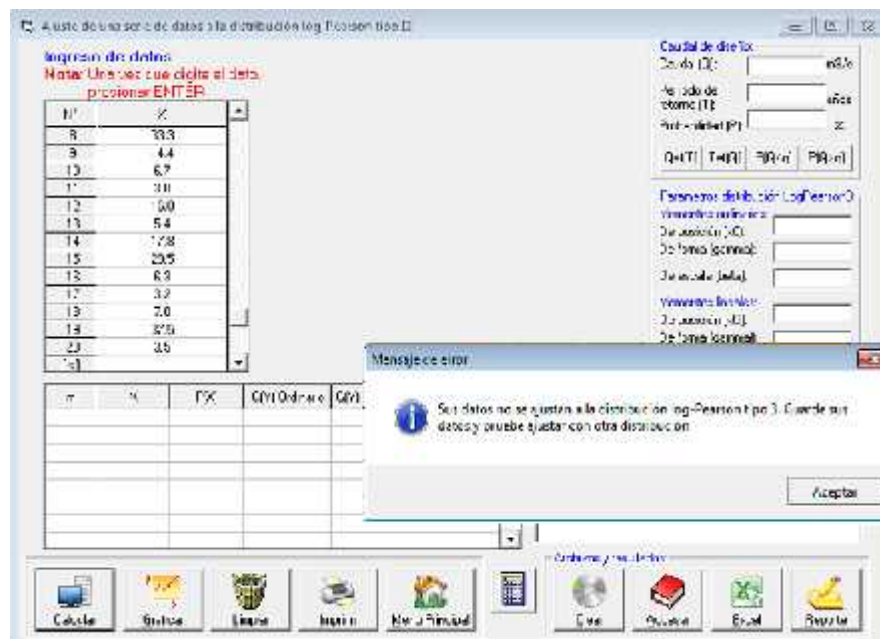


Figura 29. Distribución log Pearson tipo III

Fuente: Elaboración Propia

En este caso presenta errores por lo cual no se considera

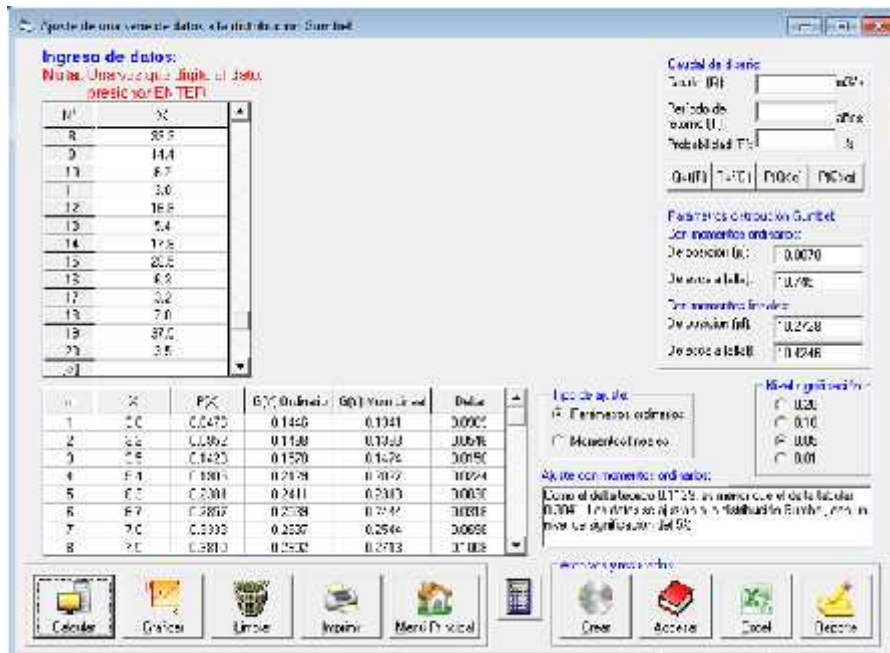


Figura 30. distribución Gumbel

0.3041 es el delta tabular y 0.1129 el delta teórico.

Los resultados se adecuan en la distribución Gamma 3 Parámetros, y tiene un nivel de significancia del 5%.

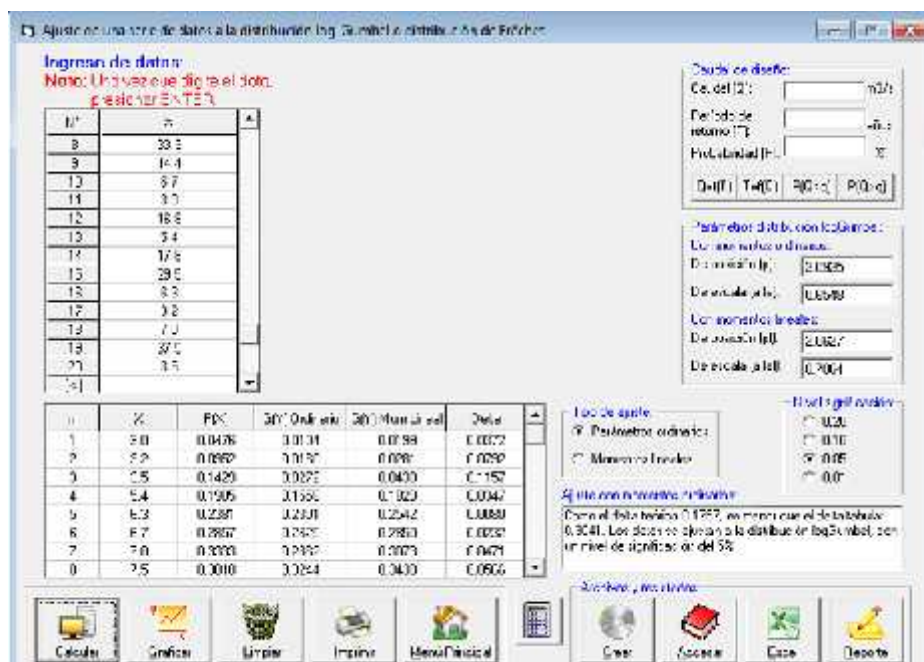


Figura 31. Distribución log - Gumbel

0.3041 es el delta tabular y 0.1757 es el delta teórico.

Los resultados se adecuan en la distribución Gamma 3 Parámetros, y tiene un nivel de significancia del 5%

Tabla 25.- Distribuciones probabilísticas

<b>Distrib.Probabilístico</b>	<b><math>\Delta</math> Teórico</b>	<b><math>\Delta</math> Tabular</b>
<b>Normal</b>	0.1811	0.3041
<b>Log Normal 2 Parámetros</b>	0.1052	0.3041
<b>Log Normal 3 Parámetros</b>	0.1047	0.3041
<b>Gamma 2 Parámetros</b>	0.1161	0.3041
<b>Gamma 3 Parámetros</b>	<b>0.0830</b>	<b>0.3041</b>
<b>Log Pearson tipo III</b>		
<b>Gumbel</b>	0.1129	0.3041
<b>Log Gumbel</b>	0.1757	0.3041

Fuente: Elaboración Propia

NOTA: “Para la Distribución Log Pearson tipo III, los datos de las precipitaciones anuales del estudio, no se ajustan a dicha evaluación matemática”.

### 3.3 Estudios de suelo

#### 3.3.1 ASTM D 422 Análisis granulométrico por tamizado

ASTM D 422 norma la cual se encuentra en el Manual del MTC E 107,

Nos ubicamos en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad federico Villareal donde realizamos los ensayos de granulometría.

Tabla 26.- Análisis granulométrico

Calicata: C-1		Muestra: M-1	Prof.: 1,35 m		Progresiva:	
Diámetros (mm)	TAMICES ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Descripción de la Muestra
75.2	3"					<b>CLASIFICACION DE SUELOS.</b> AASHTO = <b>A-2-6</b> ( 0 ) SUCS = <b>GC</b>  <b>COEFICIENTES.</b> Cc = 0,86 Cu = 106,96  <b>LIMITES ATTERBERG.</b> L.L = 31,88 L.P = 19,82  I.P = 12,08 % H.N = 4,10  <b>Observaciones:</b> -Grava arcillosa
63.5	2 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0	
50.8	2"	321,9	3,4	3,4	96,6	
38.1	1 1/2"	80,8	0,8	4,2	95,8	
25.4	1"	388,0	3,8	8,0	92,0	
19	3/4"	429,6	4,5	12,5	87,5	
12.7	1/2"	732,7	7,7	20,2	79,8	
9.525	3/8"	732,7	7,7	27,9	72,1	
6.35	1/4"	1001,8	10,5	38,4	61,6	
4.75	Nº 4	630,5	6,6	45,0	55,0	
2,3	Nº 8					
2	Nº 10	1282,4	13,4	58,4	41,6	
1.18	Nº 16					
0.84	Nº 20	914,4	9,6	68,0	32,0	
0.59	Nº 30					
0.42	Nº 40	596,8	6,2	74,2	25,8	
0.297	Nº 50					
0.25	Nº 60	394,7	4,1	78,3	21,7	
0.18	Nº 80					
0.149	Nº 100	333,7	3,5	81,8	18,2	
0,074	Nº 200	466,3	4,9	86,7	13,3	
	< Nº 200	1269,5	13,3	100,0	0,0	
	Peso Inicial	9553,7	100,0			

Interpretación:

De la calicata (C-1), muestra (M-1) realizamos el análisis granulométrico por tamizado ASTM – D422. Identificamos según la clasificación de suelos SUCS como GC que representa un suelo de grava arcillosa, mezcla de gravas, arena y arcilla, Presenta un índice de plasticidad de 12.05%, Limite plástico 19.82%, y un límite liquido de 31.88.%

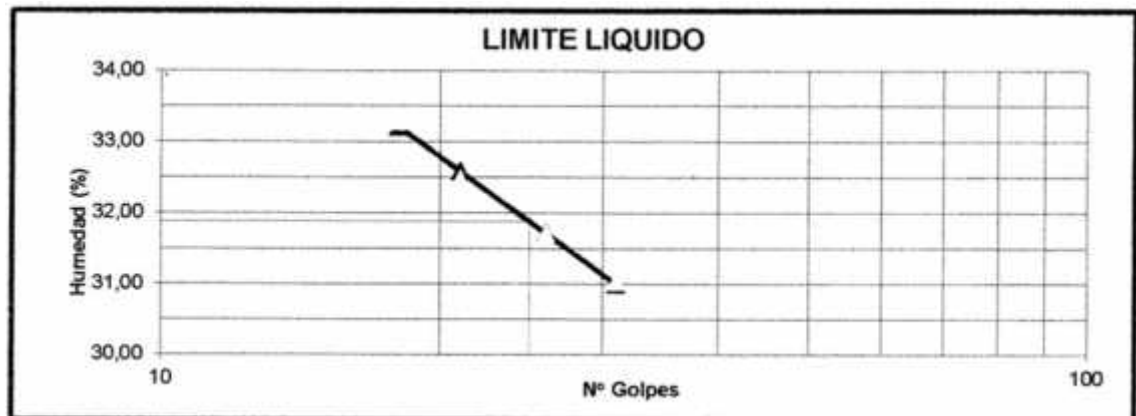
### 3.3.2 Ensayo de plasticidad

ASTM D 4318 limite plástico, limite liquido e índice de plasticidad.

Nos ubicamos en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad federico Villareal donde realizamos el ensayo de limite plástico, limite liquido e índice de plasticidad.

Tabla 27.- Limite liquido y plástico

Calicata: <b>C-1</b> Muestra: <b>M-1</b> Prof.: <b>1,35</b> m.									
	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO				
<b>Nº DE GOLPES</b>	31	26	21	18					
<b>TARRO Nº</b>	11	2	1	16	1	16	15		
<b>Suelo húmedo+tarro</b>	27,37	29,79	25,07	24,57	14,47	14,60	13,65		
<b>Suelo seco+tarro</b>	24,76	25,28	21,88	21,94	14,30	14,45	13,50		
<b>Peso del Agua</b>	2,61	3,51	3,19	2,63	0,17	0,15	0,15		
<b>Peso del Tarro</b>	16,35	14,21	12,06	14,04	13,46	13,70	12,72		
<b>Peso del Suelo Seco</b>	8,41	11,07	9,82	7,90	0,84	0,75	0,76		
<b>Humedad (%)</b>	31,03	31,71	32,48	33,29	20,24	20,00	19,23		
<b>L.L. :</b>	<b>31,88 %</b>				<b>L.P. :</b>	<b>19,82 %</b>		<b>L.P. :</b>	<b>12,05 %</b>



### 3.3.3 ASTM D3080 Ensayo de corte directo

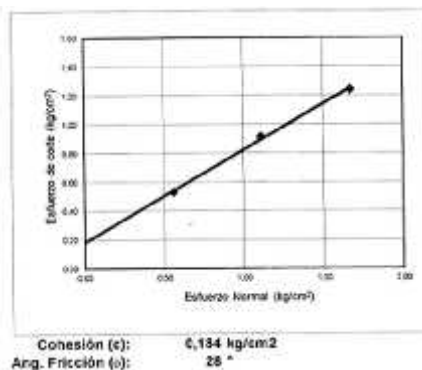
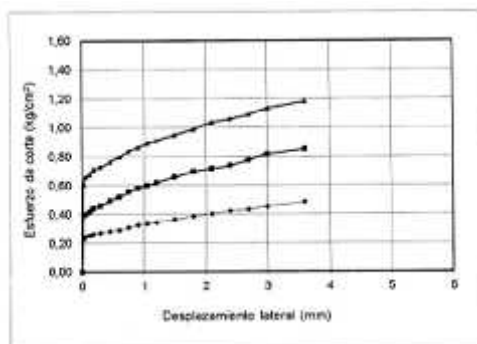
Nos ubicamos en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad federico Villareal donde realizamos el ensayo de corte directo.

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

ESTADO : Remediación	SOLICITANTE : JHONBY VICTOR CHATON PATIÑA	
CALICATA : C - 1	PROYECTO : DISEÑO DE UN SISTEMA DE CUNETAS ANTE LA PREVENCIÓN DE DESASTRES PRODUCIDOS POR HUACOS EN LA QUEBRADA DE COCHISO - C-CECA 2018	
MUESTRA : M - 1	UBICACIÓN : QUEBRADA COCHISO - CUENCA DEL RÍO RIMAC - DISTRITO LURINACHO - DIOGICA - PROVINCIA DE DEPARTAMENTO LIMA	
Prof(m) : 1,35 m	FECHA : 01 DE OCTUBRE DE 2018	

Tabla 28.- Ensayo de corte directo

ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
Diámetro : 38,00 cm <sup>2</sup>		Diámetro : 38,00 cm <sup>2</sup>		Diámetro : 38,00 cm <sup>2</sup>	
D. Seca: 1,46 g/cm <sup>3</sup>		D. Seca: 1,46 g/cm <sup>3</sup>		D. Seca: 1,46 g/cm <sup>3</sup>	
Humedad: 4,21 %		Humedad: 4,21 %		Humedad: 4,21 %	
Est. Normal:	0,59 kg/cm <sup>2</sup>	Est. Normal:	1,11 kg/cm <sup>2</sup>	Est. Normal:	1,67 kg/cm <sup>2</sup>
Est. Corte:	0,53 kg/cm <sup>2</sup>	Est. Corte:	0,91 kg/cm <sup>2</sup>	Est. Corte:	1,24 kg/cm <sup>2</sup>
Def. Tangencial (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Def. Tangencial (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Def. Tangencial (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,23	0,03	0,40	0,03	0,61
0,06	0,25	0,06	0,40	0,06	0,66
0,12	0,26	0,12	0,41	0,12	0,67
0,18	0,26	0,18	0,44	0,18	0,71
0,30	0,27	0,30	0,46	0,30	0,73
0,45	0,28	0,45	0,49	0,45	0,76
0,60	0,29	0,60	0,52	0,60	0,80
0,75	0,31	0,75	0,55	0,75	0,83
0,90	0,33	0,90	0,58	0,90	0,86
1,05	0,34	1,05	0,60	1,05	0,89
1,20	0,35	1,20	0,62	1,20	0,91
1,50	0,36	1,50	0,65	1,50	0,95
1,80	0,38	1,80	0,69	1,80	0,99
2,10	0,40	2,10	0,72	2,10	1,04
2,40	0,42	2,40	0,74	2,40	1,06
2,70	0,43	2,70	0,78	2,70	1,09
3,00	0,45	3,00	0,81	3,00	1,13
3,60	0,48	3,60	0,85	3,60	1,18
4,20	0,51	4,20	0,89	4,20	1,21
4,80	0,53	4,80	0,91	4,80	1,24



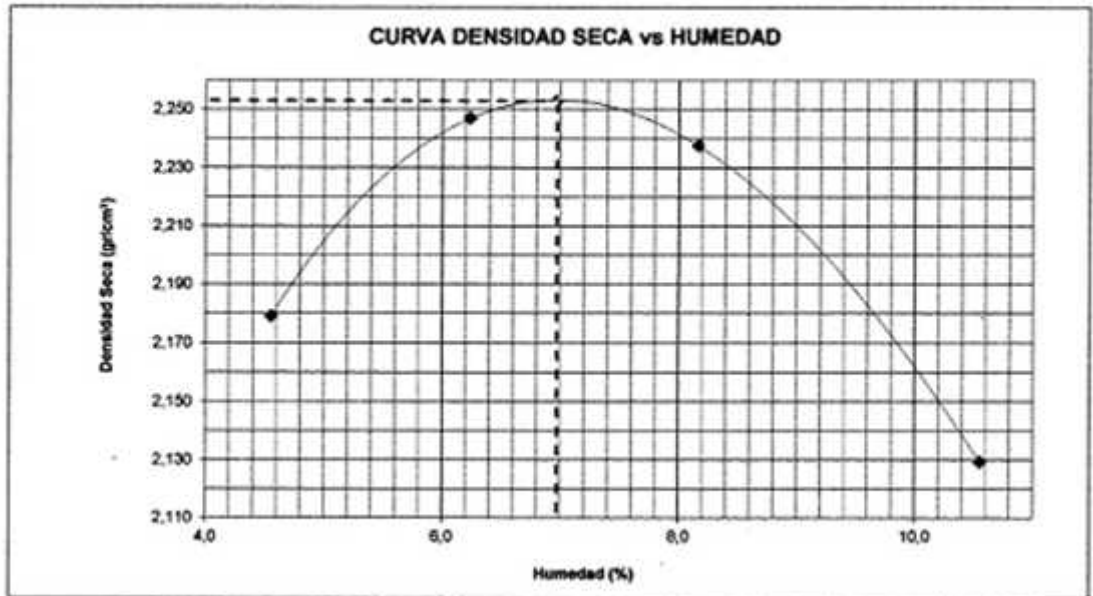
**Interpretación:**

Con este ensayo de corte directo, y según los parámetros de Ángulo de fricción 28° y Cohesión 0,184kg/cm<sup>2</sup>. Con estos datos podemos determinar que la muestra de suelo presenta una buena capacidad portante pues se considera bueno cuando es más de 1,00kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.4 ASTM D-1557 Ensayo de Proctor Modificado

Nos ubicamos en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad federico Villareal donde realizamos el ensayo de Proctor modificado.

Método : C  
Máxima Densidad Seca : 2,253 gr/cm<sup>3</sup>  
Óptimo Contenido de humedad : 7,0 %



**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM D - 1557

Interpretación:

Mediante los resultados obtenemos una máxima densidad seca de 2,253 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido óptimo de humedad de 7,0 %, Según la curva de densidad vs humedad podemos establecer que es un suelo siendo este poco sensible al agua, ya que una variación muy grande de la humedad influye poco en la densidad seca, así pues, se tiene un suelo fácil para compactar y estabilizar.

### 3.4 Propuesta de Diseño de Cunetas Triangulares.

Como propuesta de diseño, se plantea la construcción de cunetas triangulares en el tramo de la calle Miguel Grau – Chosica, como estructura de sistema de drenaje.

#### 3.4.1 Caudal de diseño.

##### 3.4.1.1 Tiempo de Concentración (TC).

El tiempo de enriquecimiento de una cuenca en particular es el tiempo necesario para que las partículas viajen desde el punto más alejado fuera de la cuenca. Después del período de concentración, se considera que toda la cuenca contribuye a la producción. Debido a la relación contradictoria entre la duración de la tormenta y su intensidad, se supone que el tiempo crítico es similar al tiempo focal. El tiempo de concentración real depende de diversos factores, como la forma, la pendiente, el área, las características del suelo y la cubierta vegetal.

Para elaborar, se utiliza la siguiente fórmula:

##### a) Fórmula de Kirpich.

Se utiliza la siguiente expresión:

##### *Ecuación 7.- Kirpich*

$$T_c = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Siendo:

Tc: Tiempo de Concentración (horas).

L: Longitud del Cauce Principal (Km).

S: Pendiente entre altitudes máximas y mínimas del cauce (m/m).

<b>Tc</b>	0.39
-----------	------

##### b) Fórmula de Hathaway.

Se utiliza la siguiente expresión:



**Ecuación 8.- Hathaway**

$$T_c = \frac{0.606 \cdot (L \cdot n)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

Siendo:

Tc: Tiempo de Concentración (horas).

L: Longitud del Cauce Principal (Km).

n: Factor de Rugosidad.

S: Pendiente (m/m).

Los valores de “n” se determinan según la siguiente tabla:

Tabla 29.- Factor de rugosidad Hathaway

TIPO DE SUPERFICIE	n
Uniforme con suelo impermeable	0.02
Uniforme con suelo desnudo suelto	0.10
Suelo pobre en hierba, con cosecha en hileras o moderadamente rugoso y desnudo	0.20
Pastos	0.40
Bosques maderables desarrollados	0.60
Bosques maderables de coníferas, o bosques maderables desarrollados con una capa profunda de humus vegetal o pastos	0.80

<b>Tc</b>	0.60
-----------	------

**c) Fórmula de Bransby-Williams.**

Se utiliza la siguiente expresión:

**Ecuación 9.- Bransby - Williams**

$$T_c = \frac{0.2433 \cdot L}{A^{0.1} \cdot S^{0.2}}$$

Siendo:

Tc: Tiempo de Concentración (horas).

L: Longitud del Cauce Principal (Km).

A: Área de la Cuenca (Km<sup>2</sup>).

S: Pendiente (m/m).

<b>Tc</b>	1.58
-----------	------

#### d) Fórmula del US Corps of Engineers.

Se utiliza la siguiente expresión:

#### *Ecuación 10.- Us Corps of Engineers*

$$T_c = 0.3 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

Siendo:

Tc: Tiempo de Concentración (horas).

L: Longitud del Cauce Principal (Km).

S: Pendiente (m/m).

<b>Tc</b>	1.20
-----------	------

#### 3.4.1.2 Promedio del TC.

Solo se tomará los "Tc" mayores.

$$T_c = \left( \frac{1.58 + 1.16 + 0.34}{3} \right) * 60 \text{ min}$$

<b>Tc en Minutos:</b>	67.6
-----------------------	------

### 3.4.1.3 Intensidad (mm/hr).

La estación que se tomó en cuenta para el lugar de estudio fue la de Satipo, ya que es la más cercana, y así mismo, existen muchos patrones para estimar la intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas. Para la estación Santa Eulalia, se tiene la siguiente ecuación IDF:

#### *Ecuación 11.- Intensidad*

$$I = \frac{143.9942Tr^{0.2040}}{tc^{0.5535}}$$

Dónde:

I = Intensidad Máxima (mm/hr).

Tr = Periodo de Retorno (años).

Tc = Duración de la Precipitación (minutos).

Tabla 30.- Periodo de retorno

PERIODOS DE RETORNO (Tr = años)			
DESCRIPCIÓN	Riesgo Admisible R (%)	Vida Útil de la Obra (años)	Periodo de Retorno Tr (años)
Sedavación	20 - 15	50	225 - 300
Puentes y Pontones	25 - 20 - 35 - 28,4	50 - 75	175 - 225
Erosión de riberas	25	50	175
Baños	33	20	50
Alcantarillos de cruce de quebradas	33 - 23,5	20	50 - 75
Alcantarillos de alivio	33	20	50
Cunetas	65	10	10

I(mm/hr)	22.35
----------	-------

### 3.4.1.4 Método Racional.

Conjetura el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente (coef. de escorrentía) estimado sobre la base de las tipologías de la cuenca. La descarga máxima de diseño, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

Ecuación 13: Descarga máxima de diseño

#### *Ecuación 12.- Caudal*

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

Dónde:

Q = Caudal de diseño al periodo de retorno seleccionado en m<sup>3</sup>/s

C = Coeficiente de escorrentía

i = Intensidad de lluvia de diseño, en mm/h

A= Área de la cuenca en Ha

Tabla 31.- Coeficiente de escorrentía método racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Para la Quebrada:

<b>Qd(m3/seg)</b>	1.67
-------------------	------

Para la Carretera:

<b>Qd(m3/seg)</b>	2.08
-------------------	------

### 3.4.2 Diseño y Dimensionamiento de la Cuneta Triangular.

El material que se usara para la construcción de las cunetas son:

<b>Calicatas</b>	C1, C2 y C3
<b>Tipo de suelo</b>	Grava arcillosa
<b>concreto simple (rugosidad)</b>	0.015

Taludes

<b>Z1</b>	1	<b>Z2</b>	2
-----------	---	-----------	---

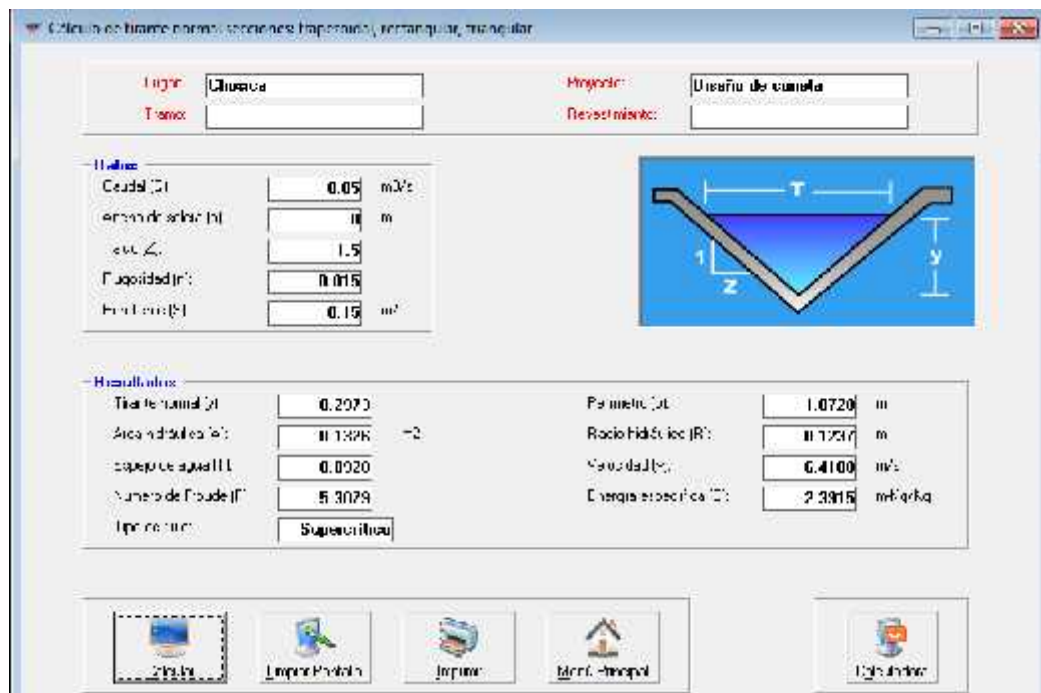


Figura 32. Diseño de cuneta

a) Ingresamos los datos al Software Hcanales V 3.0.

<b>Tirante Normal(y)</b>	0.2973m
--------------------------	---------

b) Hallando el Borde Libre, para el cálculo del BL, consideramos el 30% del tirante de agua.

<b>BL</b>	30% * Y
<b>BL</b>	0.12

Tabla 32.- Borde libre en función del caudal

Borde libre en función del caudal		
Caudal m <sup>3</sup> /seg.	Revestido (cm.)	Sin revestir (cm.)
≤ 0.05	7.5	10.0
0.05 – 0.25	10.00	20.0
0.25 – 0.50	20.0	40.0
0.50 – 1.00	25.0	50.0
> 1.00	30.0	60.0

Fuente: Ministerio de Agricultura y Alimentación

c) Hallando el Ancho Superficial o Espejo de Agua (T).

<b>T</b>	2ZY
<b>T</b>	1.41

d) Hallando el Ancho Superficial del Canal (B).

<b>B</b>	T+2BL
<b>B</b>	1.63

Tabla 33.- Dimensiones mínimas

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

#### **IV. DISCUSIÓN**

**H1:** Los parámetros hidráulicos en el sistema de drenaje pluvial influyen en el diseño de cunetas en la quebrada de Carosio.

En la investigación de Pesantes G. “Análisis del Comportamiento Hidráulico del Sistema de Drenaje Pluvial de la Carretera Central, km 473.50 al km 486.70, Junín, 2017” indica Considerando que es muy significativo contar con un registro de precipitaciones de por lo menos 20 años para poder estimarlos a incidentes futuros y poder valorarlos para un dimensionamiento de la estructura a diseñar, el cual me da la seguridad de tener un buen sistema de descargas de precipitaciones antes futuros eventos. Teniendo en cuenta los resultados por el programa Hidroesta 2, esto nos admite valorar si una serie de datos se conciertan a una sucesión de distribuciones, como también realizar el cálculo de caudales de diseño a generar y así mismo para un periodo de retorno de 10 años, para poder así realizar un buen proyecto de infraestructura, ya que, esto nos determinara la mejor transitabilidad de vía en la carretera del lugar de estudio,

**H2** Los parámetros Morfológicos del sistema de drenaje pluvial intervienen en el diseño de cunetas en la quebrada de Carosio.

De acuerdo con la investigación, es fundamental valorar los recursos hídricos de una cuenca, quebrada, ya que es muy importante conocer sus parámetros geomorfológicos del lugar de estudio, como especificar su área, su pendiente, su longitud principal, su tipo de suelo, y comportamiento hidrológico, en función a sus precipitaciones y caudales, por lo cual esto nos ayudara a complementar el diseño de la infraestructura y poder generar muy buenos resultados para su transitabilidad de la carretera. Según (Chávez Aguilar, 2006) menciona que se debe ejecutar un adecuado diseño de red pluvial, para poder obviar que haya inundaciones y desbordes

**H3** La textura de Superficie en el sistema de Drenaje Pluvial incide en el diseño de cunetas en la quebrada de Carosio, Chosica 2018.

Durante su elaboración presenta diferentes métodos que se emplea en su estudio de diseño, como también los diferentes ensayos que se tienen especificados en concordancia con las normas establecidas por el país, ya que cabe resaltar, la importancia de sus parámetros geomorfológicos ya que en sí, son datos muy esenciales para iniciar un buen diseño de sistema de drenaje, por el cual se demuestra la influencia de su descripción de sus parámetros, justificando el logro del objetivo.

## V. CONCLUSIONES:

- ) El estudio y procesamiento de datos hidrológicos para el cálculo de la intensidad máxima es de suma importancia, sirviendo para establecer el caudal de diseño, para con este determinar las dimensiones de cualquier estructura hidráulica, los cuales nos van a prevenir de posibles trastornos que produzcan las precipitaciones pluviales.
  
- ) Los caudales de diseño para las obras de drenaje pluvial se establecieron utilizando dos métodos (Método Racional), que son los más utilizados en el País.
  
- ) Finalmente, podemos concluir que el resultado del caudal de diseño fue de 0.2973m<sup>3</sup>/seg, caudal que se calculó para poder realizar el dimensionamiento mediante el uso del Software Hcanales V 3.0, por lo tanto, se pudo definir la textura de superficie mediante el talud y a partir de ello conocer sus parámetros geométricos y cinemáticos, como el tirante del flujo, el área hidráulica, el espejo de agua, etc., y por lo consiguiente, poder evaluar con mucho criterio la propuesta presentada.



## VI. RECOMENDACIONES

- J) Elaborar el sistema de cunetas de la ciudad de Chosica, con la cual se eludirá daños que puedan ocasionar las precipitaciones.
- J) El sistema de drenaje que se plantea en todo el tramo de estudio, se debería de construir conforme al diseño establecido y así mismo, regirse principalmente de las normas establecidas para la infraestructura.
- J) Se aconseja efectuar su adecuado mantenimiento obligatorio de la estructura del drenaje, ya que, se debería ejecutar al menos 2 veces al año, mayormente se debería realizar antes y después de las fuertes lluvias que presente en su época, y así poder generar un buen funcionamiento del sistema de drenaje y la vida útil de la carpeta asfáltica.
- J) Se exhorta que los trabajos de drenaje pluvial se ejecuten paralelamente con las pistas y veredas.
- J) La entrega del agua de lluvia procedente del interior de las viviendas se hará a través de tuberías directamente a la cuneta en el espacio destinado a borde libre.
- J) Las cunetas triangulares revestidas a dimensionar, se recomienda realizar su adecuado mantenimiento rutinario, para poder mantener con mayor perspicacia su sección hidráulica y poder generar que trabaje con seguridad en su vida útil la estructura.

## REFERENCIAS

Celis, (1982), "Huaycos y desbordes del río Rímac", Lima, Perú.

Lorenzo, E., Hobaica, M., & Segura, J. Proyecto de Climatización Pasiva por Conductos Enterrados. Caso: Módulos de Aulas del Núcleo UCV, Caicara de Maturín, Estado Monagas.

Grases, J., Gutiérrez, A., & Salas, R. Inicio de la Ingeniería Estructural en Venezuela.

De Pinto, G. I. G. (2012). El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo. *Boletín Científico Sapiens Research*, 2(1), 13-17.

Osorio Yepes, C. D., & Díaz Facio Lince, V. E. (2012). Modelos de intervención psicosocial en situaciones de desastre por fenómeno natural. *Revista de Psicología Universidad de Antioquia*, 4(2), 65-84.

Linayo, A. (2011). Propuesta de documento técnico sobre el tópico reducción del riesgo de desastres y presentada al Gobierno de Colombia como respaldo al proceso de Cumbre de las Américas.

Chávez Méndez, Y. (2012). La Cultura de la Prevención de Desastres Naturales en México (Doctoral dissertation).

Lozano g, Sara f. (2018) Tipos de drenaje rural y urbano  
Reglamento nacional de edificaciones, norma os.060 Drenaje pluvial urbano

Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (2016)  
Diseño hidráulico de obras complementarias en caminos rurales.

Yosmileth. A. Villasmil, P (2016) Calculo de caudal aportante a un sistema de drenaje vial superficial.

Chavez A. "Diseño del drenaje pluvial de la localidad de pilluana provincia de picota region san martin"

Pesantes G. "Análisis del Comportamiento Hidráulico del Sistema de Drenaje Pluvial de la Carretera Central, km 473.50 al km 486.70, Junín, 2017"

MONSAL VE SÁENZ, Germán. "Hidrología en la Ingeniería", Segunda Edición en español. Impreso en Colombia 1999. ALFA OMEGA Grupo Editor, S.A. de C.V.

MORALES UCHOFEN, Walter. "Drenaje Vial", Ciclo de Actualización Académica

UNSM/2000-II/FIC. Tarapoto -Perú. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2008. Manual de carreteras. Perú: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2008.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. 2008. Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Perú: 2008.

NORMA TECNICA PERUANA 399.127. 1998. Métodos de Ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Perú, Lima: s.n., 1998. 1ra ed.

Obras de Drenaje. [en línea] [fecha de consulta: 26 de setiembre de 2016.]

Disponible

En: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/vega\\_a\\_la/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/vega_a_la/capitulo3.pdf)

PARRALES Bravo, Edison Paul. 2013. Análisis hidráulico de las estructuras de drenaje pluvial de la facultad de Economía y Negocios (FEN) en el campus Gustavo Galindo de la ESPOL. [en línea] s.n., 2013. [fecha de consulta: 21 de setiembre de 2016.]

PALELLA Stracuzzi, Santa y MARTINS Pestana, Feliberto. 2012. Metodología de la Investigación Cuantitativa. Venezuela, Caracas: Fedupel, 2012. 3ra-ed.

RODRÍGUEZ Moguel, Ernesto. 2005. Metodología de la Investigación. México: Tabasco.

RNE – E-050 SUELOS Y CIMENTACIONES. 2010. Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-050 Suelos y Cimentaciones. Perú, Lima: s.n., 2010.