



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

“Estudio de la intensidad pluvial y diseño de un sistema de drenaje en el distrito de Víctor Larco Herrera -Trujillo-La Libertad”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER
EN:

INGENIERÍA CIVIL

AUTOR (ES):

Solórzano Rodríguez, Gilberh Jampier

Vásquez Fernández, Pablo Francisco

ASESOR:

Mg. Marlon Gastón Farfán Córdova

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Saneamiento

Trujillo-Perú

2018

ÍNDICE

RESUMEN	iii
I.- INTRODUCCIÓN	4
II.- DESARROLLO.....	13
III.- CONCLUSIONES	20
IV.-REFERENCIAS.....	21
ANEXOS	22

RESUMEN

Con la finalidad de determinar la influencia de la intensidad pluvial para el diseño de un sistema de drenaje en el distrito de Víctor Larco Herrera – Trujillo – La Libertad durante el año 2017, la investigación que se realizó proporcionan aportes concretos que contribuyen al desarrollo del ser humano, es cuantitativa porque se sirve de pruebas estadísticas para el análisis de datos, es transversal porque estudia al fenómeno en un momento determinado, es bibliográfica porque los datos son obtenidos por revisión bibliográfica y esta orienta a la comprobación porque usa métodos experimentales. La población muestral fue el caudal que discurrió en los últimos meses y años en Víctor Larco, considerando 2 sistemas de drenaje para que pueda satisfacer los requerimientos de la investigación científica. Asimismo, la técnica empleada fue la de observación, el instrumento fue la ficha, donde se realizó una encuesta de acuerdo a los objetivos y variables de estudio. Además, los datos fueron procesados en Hcanales donde se determinó los anchos de la solera, el espejo de agua, el tirante, entre otros elementos de las cunetas de acuerdo a los registros de caudales obtenidos.

Palabras clave: Intensidad pluvial, sistema de drenaje, cunetas, sumideros.

I.- INTRODUCCIÓN

El Niño Costero es un fenómeno natural que se ha vuelto a escuchar después de 92 años, puesto que en los años 1925 y 1957 sucedieron eventos muy similares; sin embargo, no se originaron tantas pérdidas económicas ni humanas como viene sucediendo actualmente. Además, Vargas (2017), menciona que “Dimitri Gutiérrez, doctor en Oceanografía del Instituto del Mar del Perú (Imarpe) y coordinador del grupo técnico del estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen), sustenta que el caso más similar es el de 1925, en ese verano las precipitaciones fueron muy altas y se produjeron inundaciones las cuales afectaron a diferentes sectores de la costa del Perú. También en 1957 hubo un calentamiento moderado del mar frente a nuestra litoral”. Por otro lado, hay que aclarar que “el Niño Costero” y “Fenómeno El Niño” son similares en el sentido de que existe un calentamiento anómalo del mar, pero Fenómeno “El Niño” tiene un alcance más grande, mientras que el “Niño Costero” está focalizado solo entre Perú y Ecuador. También, Vílchez (2015) sostiene que “Lo que sucede ahora (el Niño Costero) no es producido por las ondas Kelvin (ondas calientes) de las costas del Pacífico oeste, provenientes de Australia, y que tienen un alcance hasta el Pacífico central (Fenómeno El Niño), sino por un evento meteorológico estrictamente local, frente a las costas de Perú y Ecuador”.

Ahora que tenemos claro el concepto de este fenómeno natural, nos podemos estar preguntando ¿Es posible predecir este fenómeno? pues la respuesta es sí. Esta afirmación la hizo el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen) donde el 24 de Enero pasado hizo público un comunicado donde daba cuenta de la activación del sistema de vigilancia de “el Niño Costero” y, una semana después, confirmaba la ocurrencia al pasar de la categoría de "sistema de vigilancia", al siguiente nivel, el de alertar propiamente dicha del fenómeno.

Asimismo, si las autoridades regionales y locales sabían de lo que iba a ocurrir solo que no posible precisar una fecha exacta para cada fenómeno natural; sin embargo, se puede estimar intervalos de tiempos en los que se pueden suscitar estos hechos, pero hicieron caso u omiso a las advertencias sin crear una cultura de prevención o realizar las obras correspondientes para disminuir la magnitud de los daños como fueron pérdidas económicas y humanas que ahora lo estamos viviendo en los departamentos de Ancash, Lima, Cajamarca, La Libertad, Piura, Tumbes, Arequipa siguiendo sin recuperarse hasta la fecha.

Además, Ramos (2017) concluyó con las siguientes pérdidas en el Bajo Piura, en donde cerca de 5,000 hectáreas se han perdido completamente, siendo el 90% de arroz y un 10% de algodón. Mientras que, en Lambayeque las pérdidas en los valles de La Leche, Zaña y Chancay–Lambayeque, se estiman que los daños causados por las inundaciones han impactado en unas 21 mil hectáreas, generando pérdidas que superan los S/ 100 millones. En el caso de la Libertad, los daños son menores, en 4,200 hectáreas y en la región de Tumbes, en las que se pronostican todavía mayores lluvias, se estima más de 5,300 hectáreas entre afectadas y perdidas. Particularmente en la región de la Libertad en los distritos de Trujillo, Víctor Larco, La Esperanza y El porvenir se han visto gravemente afectados originando la destrucción de cientos de viviendas y miles de damnificados, además, el daño severo en las pistas, veredas y parques.

Antes de dirigirme particularmente al distrito Víctor Larco, donde será el lugar que se aplicará el sistema de drenaje, se cabe mencionar que nuestro país vecino Ecuador, también afronta el fenómeno “El Niño Costero”, pero su capital cuenta con un sistema de alcantarillado y planificación para evitar que el agua sobrepase los límites de la urbe. Además, Paredes (2017) manifiesta que, aunque no esté situada en la zona costera, Quito ha registrado desde octubre hasta marzo 118 emergencias por inundaciones y 121 por deslizamientos; sin embargo, la capital del vecino país tiene cubierto el 93% de su territorio en alcantarillado, unos 6.000 km. de redes y colectores (donde vierten sus aguas diversas ramificaciones del sistema subterráneo). Además, Fabricio Zambrano, subgerente de Saneamiento de la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, indicó a El Comercio de Ecuador que para minimizar el impacto de las lluvias en Quito se ha apostado por una inversión de 73 millones de dólares en los colectores hasta el 2025. Asimismo, Juan Zapata, secretario de Seguridad y Gobernabilidad, menciona que la red de alcantarillado debe ir actualizándose, porque la ciudad va creciendo y las necesidades son mayores; sin embargo, en este sistema no hemos tenido mayores complicaciones, porque las emergencias por inundaciones en su mayoría son por sobre-saturación de basura, no ha sido por colapsos en alcantarillas.

Por otro lado, es necesario mencionar a estudios los cuales tendremos como referencia para nuestro trabajo de investigación como es en primer lugar, Molina (2012) en su estudio titulado “Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del barrio

la campiña del inca Cantón Quito, provincia de Pichincha”, tuvo como finalidad realizar el diseño de alcantarillado pluvial del barrio la Campiña del Inca parroquia San Isidro del Inca, Cantón Quito. Revisó la información acerca del clima, hidrología, geología, intensidad de lluvias, revisión del estudio de mecánica de suelos y planos topográficos existentes en la zona del proyecto y debido a que el Barrio La Campiña del Inca es un poblado casi nuevo se ve en la necesidad de poseer un adecuado de aguas lluvias; este estudio y proyecto propone una solución de acuerdo a las características económicas, topográficas, geológicas de la zona. Por lo tanto, se concluyó que el material más apropiado a utilizar en la Campiña del Inca para las alcantarillas pluviales fue el PVC, por su facilidad en la obra, instalación y mantenimiento.

En segundo lugar, Aguilar (2006) en su estudio titulado “Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano”, tuvo como objetivo diseñar una red pluvial para la ciudad de Tumbes. Dicha red debe ser la más económica y además debe garantizar que no habrá desbordes ni inundaciones. En este estudio se detalló que no existía sistema de alcantarillado pluvial urbano, por lo cual las zonas más bajas de veían perjudicadas por la escorrentía del agua, especialmente en épocas del Fenómeno El Niño. Concluyó que las profundidades de instalación varían entre los 2 m y 7 m con diámetros generalmente menores a 1.20m, lo que hace viable la construcción de dicha red al tenerse caudales del orden de los 5 m³/s para el nivel de intensidad considerado.

En tercer lugar, Carpio Henry Antonio (2011) en su estudio titulado “Propuesta de diseño del drenaje pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para las aguas residuales del Casco Urbano y colonia “la entrevista” del Municipio San Cayetano Istepeque, departamento de San Vicente”, tuvo como finalidad realizar el diseño de alcantarillado sanitario, drenaje pluvial para el Municipio de San Cayetano Istepeque, ya que la población requiere y utiliza agua de pozos perforados ubicados en las cercanías o alrededores del municipio, estando éstos muy propensos a contaminarse debido a que la profundidad de las aguas subterráneas de la zona es pequeña, llegando estar el nivel freático en algunos puntos a sólo cuatro metros de profundidad, además al descargar las aguas lluvias y las aguas grises a las calles, los charcos que se forman son potenciales criaderos de zancudos y fuente de otros vectores que pueden perjudicar el bienestar de las personas del Municipio. Concluyó,

con el diseño de tres sistemas independientes de alcantarillado pluvial, dos para la colonia La Entrevista, y uno para el barrio San Cayetano; en el barrio Istepeque no se diseñó alcantarillado pluvial pues este barrio presenta una topografía favorable para el funcionamiento del drenaje superficial existente (cordón-cunetas).

En cuarto lugar, Gálvez (2006) en su estudio titulado “Planificación y diseño de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial de la cabecera Municipal de Pasaco, Jutiapa”, tuvo como finalidad planificar y diseñar los sistemas de drenaje sanitario y pluvial para la cabecera municipal de Pasaco, en el departamento de Jutiapa – Guatemala, su extensión territorial es de aproximadamente 308 kms², conformado por una parte plana al sur del municipio y otra irregular en la parte norte, la cual representa el 9.57% del total de la extensión territorial del departamento de Jutiapa, de su investigación de las normas de diseño de instituciones públicas que realizan diseños de drenaje, se pudo establecer que lo más conveniente es realizar un sistema separativo de alcantarillado, para poder hacer un tratamiento a las aguas servidas. Por lo tanto, se concluyó con un diseño de sistema de drenaje separativo, para evitar que al verter las aguas servidas no causen contaminación, además que este sistema es económico.

Para dar respuesta al trabajo de investigación se han planteado el siguiente objetivo general, evaluar el efecto de la intensidad pluvial en el diseño de un sistema de drenaje en el distrito de Víctor Larco Herrera; asimismo planteamos los siguientes objetivos específicos como son: identificar el diseño de un sistema de drenaje que sea el más adecuado para la intensidad pluvial que registra el distrito de Víctor Larco Herrera, determinar la resistencia en el sistema de drenaje para épocas donde se producen mayores intensidades de lluvias, elaborar el diseño de un sistema de drenaje cumpliendo con las especificaciones técnicas del reglamento nacional de edificaciones, determinar el material más adecuado y económico para el sistema de drenaje que evacuará las aguas de las lluvias.

Asimismo, es necesario tener conocimientos previos sobre las variables mencionadas por esta razón las definiremos y explicaremos un poco de ellas. En primer lugar, la intensidad pluvial es la altura de agua referida a una hora de duración, para cada intervalo de tiempo midiéndose en mm la altura de agua. También es necesario tener conocimiento sobre el pluviógrafo que es el instrumento el cual nos permitirá tener conocimiento sobre la intensidad pluvial producida en la zona de estudio, puesto que

el ANA es el encargado de publicar estos registros mensuales en su página web los cuales pueden ser descargados para ciertos fines en nuestro caso será obtendremos intensidades máximas con los valores dados para de esta forma plantear el diseño y luego verificarlo con un programa de la rama de aguas.

En segundo lugar, como sistema de drenaje son los alcantarillados los cuales según la guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano menciona que “es un sistema de estructuras y tuberías usadas para la evacuación y transporte de las aguas residuales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o al lugar donde se tratan”. Además, un sistema de alcantarillado de aguas lluvias es una red de tuberías utilizada para conducir la escorrentía de una tormenta en el interior de una ciudad y las aguas pluviales son aguas de lluvia que producen bastantes litros de agua sobre el suelo, puesto que parte de estas aguas es drenada o se infiltra y otro escurre por la superficie arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos o desechos. En algunas ciudades aún no se puede comprender la diferencia entre alcantarillado sanitario y pluvial debido a que todo el material recolectado es concentrado al mismo destino causando que los desechos se acumulen. (Villón, 2009, p.20).

Es necesario seguir explicando de la segunda variable como es la definición de un alcantarillado pluvial urbano ya que nuestro propósito es disminuir al máximo los daños que las aguas de lluvia pueden ocasionar a las personas y construcciones en el entorno urbano. Por otro lado, es de vital importancia asegurar a la ciudad un desarrollo normal de sus actividades diarias cuando esté ocurriendo un fenómeno pluvial, permitiendo así un apropiado cantidad de transeúntes y vehículos, por otro lado; si queremos hablar precisamente sobre el sistema de alcantarillado pluvial está constituido básicamente por canaletas, cajas o resumideros, tragantes, tuberías colectoras y pozos de visita, para evacuar las aguas producida de las lluvias para que estas dañen las edificaciones y no se produzcan alguna interrupción en la comunicación. También, es necesario tener conocimiento sobre los pasos para el diseño de alcantarillado pluvial lo cual involucra la determinación de los diámetros, las pendientes, las elevaciones de clave y batea para cada tubo del sistema. Las elevaciones de clave y batea en un tubo son, respectivamente, las elevaciones de la parte superior y de la parte inferior de la circunferencia interna de la tubería. (Villón, 2009, p.30).

El proceso para el diseño sería como primer paso, calcular el porcentaje de área construida y área verde de lotes; segundo paso determinar la longitud, ancho y material del que está construida la capa de rodamiento; tercer paso, determinar áreas de lotes que aportan caudales al tramo que se está diseñando; cuarto paso, asignar los valores de coeficiente de escorrentía C a utilizar para cada tipo de área que se tenga puesto que está en función del tipo de cobertura; quinto paso, calcular las áreas que aportan caudales para el tramo que se está diseñando teniendo en cuenta que todas las áreas descargan hacia el frente de las calles tomando en cuenta las áreas que se encuentran antes del tramo de interés; quinto paso, calcular el área total A ; sexto paso, calcular los caudales de diseño utilizando la fórmula racional; séptimo paso, calcular caudales parciales y acumulados para cada tramo de tubería; octavo paso, ubicar tragantes a una distancia no mayor de 100 m y colocar su respectivo pozo de visita; noveno paso, determinar la pendiente de cada tramo con los perfiles del terreno tomando en cuenta que la pendiente mínima para todos los diámetros es 0.5% y la máxima para cada diámetro es según la tabla; decimo paso, calcular el mínimo diámetro requerido para el caudal de diseño en condiciones a tubo lleno con la fórmula de Manning: $n = 0.011$ (para PVC) y $n = 0.015$ (para cemento) y como último paso escoger el diámetro comercial inmediatamente superior al calculado. (Villón, 2009, p.40).

Además, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros como son el tiempo de concentración, el tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del caudal de equilibrio y el periodo de retorno, tiempo de que ocurra nuevamente un fenómeno climático (precipitación). Por otro lado, la hidráulica del sistema de alcantarillado es la de canalizar el agua de las lluvias, desde los sitios de recolección hasta un punto final de descarga, siendo una manera económica porque es una forma de transporte del agua, teniendo como propósito alcanzar el mejor provecho de este recurso disponible con una dirección que sea cercana a la horizontal, evitando en lo posible disiparla en caídas verticales o cascadas que aumentan la conducción de los mismos con excepción de los alcantarillados diseñados en los terrenos en los cuales debido a la topografía irregular, el cálculo hidráulico obligue a disipar parte de la energía propia de los líquidos en movimiento. (Villón, 2009, p.45). También es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para el diseño de red de alcantarillado pluvial en primer lugar, el diámetro mínimo para sistema de

alcantarillado pluvial es de 250 mm y para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo es de 150 mm; segundo lugar, para alcantarillado pluvial o combinado la velocidad mínima a tubo lleno será de 0,75 m/s y las velocidades máximas para todo sistema de alcantarillado dependerán del material con el cual se fabriquen los materiales; tercer lugar, para alcantarillados pluviales la capacidad a utilizarse en las tuberías puede llegar a 100% e inclusive se tolera que las mismas trabajen con ligera presión interior (no mayor a 5m) porque no se necesita ventilación y el tiempo de máxima precipitación solo dura algunos minutos; cuarto lugar, las tuberías se proyectarán con profundidad suficiente para recoger las aguas lluvias de las viviendas o lotes más bajos a uno y otro lado de la calzada, asimismo, la profundidad mínima de la zanja se determinará considerando la profundidad de la colocación de las tuberías de agua potable a la que se sumará la separación mínima vertical de 0.20m en donde existan cruces y el diámetro exterior de la tubería; quinto lugar, las tuberías de alcantarillado pluvial se proyectarán aproximadamente por el centro de la calzada. (Villón, 2009, p.80).

También, los pozos de revisión se proyectarán en todos los cambios de pendiente, de dirección y sección, excepto en las alcantarillas curvas de diámetros grandes, se colocará pozos intermedios cuando sea necesario controlar la velocidad máxima y la distancia máxima entre los pozos de revisión será de 100m cuando el diámetro de la tubería sea igual o menor a 350mm, de 150m para diámetros comprendidos entre 400 y 800mm y de 200m para diámetros mayores a 800mm. (Villón, 2009, p.100).

Es indispensable mencionar que se puede presentar como primera alternativa para los sistemas de alcantarillado pluvial los sumideros para recoger el agua de la lluvia que escurre por las calzadas y se ubicarán en los puntos más bajos de las calles; cada sumidero se conecta al pozo de revisión más cercano mediante una tubería diseñada con suficiente capacidad hidráulica, no menor a 200 mm de diámetro. Asimismo, las dimensiones de los sumideros se definirán según su distanciamiento, tipo de pavimento, el ancho de las fajas de aporte y la pendiente longitudinal; los sumideros contendrán sifones y pueden ser transversales, de calzada, de bordillo, o una combinación de estos. Además, existen tipo de sumideros como son el tipo ventana el cual consiste en una abertura en la acera a manera de ventana que permite la captación de agua que fluye por la cuneta, tiene la ventaja de que por su ubicación no interfiere con el tránsito, pero su mayor inconveniente radica en que captan

fácilmente sedimentos y desperdicios, este último no puede mitigarse con la colocación de rejillas en la ventana. (Villón, 2009, p.90).

Como segundo tipo es el tipo rejilla en calzada el cual consiste en una caja donde penetran las aguas de escorrentía, cubierta con una rejilla, preferiblemente con barras en sentido paralelo al flujo, aunque pueden colocarse de manera diagonal para favorecer el tránsito de bicicletas, a menos que la separación de las barras paralelas al flujo sea de menos de 2,5 cm teniendo como principal ventaja radica en su mayor capacidad de captación comparada con los sumideros de ventana. (Villón, 2009, p.95).

Teniendo como último tipo el mixto el cual consiste en una combinación de los dos tipos anteriores que pretende mejorar la eficiencia del sumidero de ventana y reducir la ocupación de la calzada por sumideros de rejillas y su uso es recomendable en sitios donde en principio es preferible uno de ventana, pero donde su eficiencia de captación es menor al 70%. Además, cabe mencionar que los sumideros se ubicarán ya sea solos o formando baterías de sumideros en serie de acuerdo con las características del área de drenaje y la capacidad de captación para eso se puede considerar las siguientes recomendaciones: en las intersecciones entre calles para captar el 100% del flujo que llega por las calles de manera de evitar que el flujo cruce las calles en las intersecciones y se ubicarán aguas arriba del cruce de peatones, en las partes bajas de las intersecciones de calles formadas por las cunetas que llegan desde aguas arriba en lo posible se tratará de evitar que existan zonas bajas en las que se pueda acumular el agua favoreciendo siempre el flujo hacia aguas abajo y por último cambios de pendiente longitudinal de las vías. (Villón, 2009, p.125).

Como segunda alternativa son las cunetas que se definen como una zona longitudinal situada en el extremo de la calzada y que discurre paralela a la misma cuya misión es la de recibir y canalizar las aguas pluviales procedentes de la propia calzada donde son evacuadas a través del bombeo y de la escorrentía superficial del talud de desmonte si esté existe, también se pueden construir de diferentes materiales de acuerdo a la velocidad a la cual queremos que circule el agua, generalmente se usan cunetas con paredes de hormigón y se ubican a los costados de la calzada. Asimismo, se pueden distinguir diferentes tipologías y parámetros de diseños como son: la sección hidráulica apropiada para la evacuación del caudal máximo previsto, garantizar la seguridad de los vehículos que accidentalmente abandonen la vía y

penetren en la cuneta, durabilidad de la infraestructura empleando materiales adecuados y procurando una cuidada ejecución y la simplicidad geométrica de forma que su ejecución sea rápida, barata y eficaz. (Villón, 2009, p.140).

Regresando a nuestra realidad, en el distrito de Víctor Larco los daños ocurridos por el fenómeno del niño costero revelan las flaquezas o falencias que se presenta para afrontar este tipo de fenómenos, puesto que es donde termina el recorrido del huayco producido por la quebrada San Idelfonso. Asimismo, se produjeron intensas lluvias que se sumaron con este fenómeno produciendo graves pérdidas materiales como son las viviendas en los sectores de Buenos Aires Norte y Buenos Aires Sur; donde se llevaron la peor parte producida por el huayco; existiendo pérdidas leves. También, se pudo observar como el agua se empozaba sin poder escurrir hacia el mar, presentando ausencia de un sistema de drenaje el cual permita evacuar el agua de forma normal evitando daños a las pistas y sobre todo a las casas; puesto que este sistema tendría doble función el cual sería para drenar las aguas producidas por lluvias y en caso de que se produzca otro huayco serviría como un canal para que termine filtrando por el enrocado ubicado en el malecón Colón. Por las razones mencionadas, es indispensable un proyecto de “Intensidad pluvial y diseño de un sistema de drenaje en Víctor Larco” para que el distrito esté preparado frente a este fenómeno que ocurrirá nuevamente.

Finalmente, para culminar la introducción se mencionará sobre el marco metodológico el cual consta de la formulación del problema que es ¿Cómo influye la intensidad pluvial en el diseño de un sistema de drenaje en el distrito de Víctor Larco Herrera? y como hipótesis del problema es la intensidad pluvial influye de manera significativa en el diseño para un sistema de drenaje. Asimismo, según el objetivo propuesto, aplicaremos el diseño experimentalmente puro, post-prueba únicamente y grupo de control; teniendo como esquema G1-X1-O1 y G2- X2 -O2 y según el tipo de investigación es básica porque pretendemos dar una solución al problema puesto que no se puede erradicarlo, es cuantitativa porque se sirve de pruebas estadísticas para el análisis de datos, es explicativa porque va más allá de una descripción estableciendo la causa de los eventos. En lo que respecta a la población será el caudal, en la muestra hemos considerado 2 sistemas de drenajes para que puedas satisfacer los requerimientos de la investigación científica (OS-0.60) y como instrumento de recolección de dichas variables es necesario efectuar fichas técnicas.

II.- DESARROLLO

Tabla 5: Caudales máximos en los últimos años con sus respectivos valores de los elementos que conforman una cuneta para un tirante normal.

TIRANTE NORMAL - TRAPEZOIDAL									
RESULTADOS	TIRANTE NORMAL Y	AREA HIDRAULICA A	ESPEJO DE AGUA T	NÚMERO DE FROUDE F	TIPO DE FLUJO	PERIMETRO P	RADIO HIDRAULICO R	VELOCIDAD V	ENERGIA ESPECIFICA E
Q1= 3m3/s	0.41 m	0.46 m2	1.52 m	3.80	Supercrítico	1.87 m	0.23 m	6.54 m/s	2.59
Q2=1.5m3/s	0.28 m	0.28 m2	1.26 m	3.69	Supercrítico	1.50 m	0.19 m	5.41 m/s	1.77
Q3=1m3/s	0.22 m	0.21 m2	1.15 m	3.62	Supercrítico	1.33 m	0.16 m	4.82 m/s	1.41
Q4=0.5m3/s	0.15 m	0.13 m2	1.00 m	3.49	Supercrítico	1.13 m	0.11 m	3.91 m/s	0.93

Tabla 6: Caudales máximos en los últimos años con sus respectivos valores de los elementos que conforman una cuneta para un tirante crítico.

TIRANTE CRÍTICO - TRAPEZOIDAL								
RESULTADOS	TIRANTE CRÍTICO Y	AREA HIDRAULICA A	ESPEJO DE AGUA T	NÚMERO DE FROUDE F	PERIMETRO P	RADIO HIDRAULICO R	VELOCIDAD V	ENERGIA ESPECIFICA E
Q1=3m3/s	0.84 m	1.30 m2	2.38 m	1	3.08 m	0.42 m	2.3 m/s	1.11
Q2=1.5m3/s	0.59 m	0.75 m2	1.87 m	1	2.36 m	0.32 m	1.99 m/s	0.79
Q3=1m3/s	0.47 m	0.55 m2	1.64 m	1	2.03 m	0.27 m	1.81 m/s	0.64
Q4=0.5m3/s	0.32 m	0.32 m2	1.34 m	1	1.60 m	0.20 m	1.54 m/s	0.44

El diseño para un sistema de drenaje se ha vuelto importante en el siglo XXI, ya que como hemos podido observar el fenómeno del niño está en aumento debido al cambio climático que se ha producido a nivel mundial por esta razón se debe tomar consciencia y hacer con responsabilidad el cálculo de los elementos que presentan un sistema de drenaje tipo cuneta. Asimismo, para este estudio se ha tomado en cuenta los registros pluviográficos que se encuentran en la página del ANA (Autoridad Nacional del Ana) considerando 4 caudales máximos de todos los registros que nos proporcionó el ANA que son: 3 m³/s, 1.5/m³/s, 1m³/s y 0.5 m³/s para posteriormente ingresar al programa y nos proporcione los elementos restantes de la cuneta; sin embargo, es necesario considera algunos parámetros que manda el reglamento nacional de edificaciones como son: el coeficiente de Manning es de 0.012(Figura N13) ya que será de concreto, una velocidad admisible de 4.5 m/s (Figura N14) y unas pendiente transversales que varían entre 2 % y 4 %(Figura N15) para nuestro trabajo elegimos una pendiente máxima. Por otro lado, para el ancho de solera que viene a ser la base de la cuneta que está en función del criterio del ingeniero a cargo del diseño y un talud de 1:1 para tener un ángulo de 45 grados de inclinación, será importante conocer el tirante normal y el tirante crítico; es decir, la altura desde el fondo de la cuneta hasta la altura del agua.

En el primer caudal de 3 m³/s, salió un tirante de 0.41 m debido a que el caudal es alto y el ancho de solera es 0.7 m, tenemos un espejo de agua de 1.52 m que viene a ser el ancho de la superficie libre del agua, el área hidráulica es de 0.46 m² que es la superficie ocupada por el agua en una sección trasversal normal. Además, un número de froud de 3.80 que relaciona el efecto de la fuerza de inercia y las fuerzas de gravedad que actúan sobre un fluido, siendo un tipo de flujo supercrítico debido a que la velocidad normal es mayor que la velocidad crítica, el tirante normal es menor que el tirante crítico y el número de froud mayor que 1. Asimismo, el perímetro mojado salió de 1.87 m que es la longitud de la línea de contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, un radio hidráulico de 0.23 m que es el cociente del área hidráulica y el perímetro mojado, una velocidad de 6.54 m/s que es por cada metro sobre segundo.

En el segundo caudal de 1.5 m³/s, salió un tirante de 0.28 m debido a que el caudal es mediano y el ancho de solera es 0.7 m, tenemos un espejo de agua de 1.26 m que viene a ser el ancho de la superficie libre del agua, el área hidráulica es de 0.28 m²

que es la superficie ocupada por el agua en una sección transversal normal. Además, un número de froud de 3.69 que relaciona el efecto de la fuerza de inercia y las fuerzas de gravedad que actúan sobre un fluido, siendo un tipo de flujo supercrítico debido a que la velocidad normal es mayor que la velocidad crítica, el tirante normal es menor que el tirante crítico y el número de froud mayor que 1. Asimismo, el perímetro mojado salió de 1.50 m que es la longitud de la línea de contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, un radio hidráulico de 0.19 m que es el cociente del área hidráulica y el perímetro mojado, una velocidad de 5.41 m/s que es por cada metro sobre segundo.

En el tercer caudal de 1 m³/s, salió un tirante de 0.22 m debido a que el caudal es bajo y el ancho de solera es 0.7 m, tenemos un espejo de agua de 1.15 m que viene a ser el ancho de la superficie libre del agua, el área hidráulica es de 0.21 m² que es la superficie ocupada por el agua en una sección transversal normal. Además, un número de froud de 3.62 que relaciona el efecto de la fuerza de inercia y las fuerzas de gravedad que actúan sobre un fluido, siendo un tipo de flujo supercrítico debido a que la velocidad normal es mayor que la velocidad crítica, el tirante normal es menor que el tirante crítico y el número de froud mayor que 1. Asimismo, el perímetro mojado salió de 1.33 m que es la longitud de la línea de contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, un radio hidráulico de 0.16 m que es el cociente del área hidráulica y el perímetro mojado, una velocidad de 4.82 m/s que es por cada metro sobre segundo.

En el cuarto caudal de 0.5 m³/s, salió un tirante de 0.15 m debido a que el caudal es bajo y el ancho de solera es 0.7 m, tenemos un espejo de agua de 1 m que viene a ser el ancho de la superficie libre del agua, el área hidráulica es de 0.13 m² que es la superficie ocupada por el agua en una sección transversal normal. Además, un número de froud de 3.49 que relaciona el efecto de la fuerza de inercia y las fuerzas de gravedad que actúan sobre un fluido, siendo un tipo de flujo supercrítico debido a que la velocidad normal es mayor que la velocidad crítica, el tirante normal es menor que el tirante crítico y el número de froud mayor que 1. Asimismo, el perímetro mojado salió de 1.13 m que es la longitud de la línea de contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, un radio hidráulico de 0.11 m que es el cociente del área hidráulica y el perímetro mojado, una velocidad de 3.91 m/s que es por cada metro sobre segundo.

Se vuelve indispensable comparar los datos obtenidos con Aguilar (2006) en su estudio titulado “Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano”, puesto que tuvo como objetivo diseñar una red pluvial para la ciudad de Tumbes la cual por ser una ciudad ubicada en el noroeste del Perú su situación geográfica tropical tiene un clima cálido y semihúmedo durante todo el año(Figura 21), contando con un caudal de 5 m³/s para el nivel de intensidad considerado teniendo las profundidades de instalación que varían entre los 2 m y 7 m con diámetros generalmente menores a 1.20m. Si lo comparamos con el distrito de Víctor Larco Herrera en el cual no es geográficamente tropical(Figura 20), contando con menores precipitaciones y por lo tanto menores cantidades de lluvia presentando como caudal máximo 3 m³/s lo cual origina diámetros menores a 1.0m como se aprecia en los resultados y presenta la misma situación que el proyecto de Tumbes ya que en épocas de lluvias fuertes va directamente hacia las zonas bajas originando los daños presenciados en el último “Niño Costero” garantizado que la red debe ser la más económica y además debe garantizar que no habrá desbordes ni inundaciones.

Por otro lado, es necesario también comparar con los resultados que obtiene Molina (2012) en su estudio titulado “Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del barrio la campiña del inca canton quito, provincia de Pichincha”, ya que tuvo como objetivo recopilar datos e información necesaria para la realización del diseño de alcantarillado pluvial y disposición final de aguas lluvias teniendo un parecido al problema que presenta el distrito de Victor Larco Herrera teniendo una solución de acuerdo a las características económicas, topográficas, geológicas de la zona y por los cálculos obtenidos es indispensable el uso de PVC, considerando un mejor proceso de construcción ya que se disminuye el volumen de excavación, relleno y compactación, así como la facilidad de transporte del mismo hacia la obra, facilidad de instalación y mantenimiento

Por otro lado, el tirante crítico lo hemos hallado con los mismos caudales utilizados para el tirante normal, puesto que es necesario conocer la altura desde el fondo de la cuneta hasta la altura del agua y hay que recalcar que se debe tener en cuenta que la energía crítica es la energía mínima que puede tener la lámina de agua para ser capaz de transportar el caudal, la profundidad crítica es la profundidad que corresponde a ese valor de energía.

En el primer caudal de 3 m³/s, salió un tirante de 0.84 m debido a que el caudal es alto y el ancho de solera es 0.7 m, tenemos un espejo de agua de 2.38 m que viene a ser el ancho de la superficie libre del agua, el área hidráulica es de 1.30 m² que es la superficie ocupada por el agua en una sección transversal normal. Además, un número de froud de 1 que relaciona el efecto de la fuerza de inercia y las fuerzas de gravedad que actúan sobre un fluido. Asimismo, el perímetro mojado salió de 3.08 m que es la longitud de la línea de contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, un radio hidráulico de 0.42 m que es el cociente del área hidráulica y el perímetro mojado, una velocidad de 2.3 m/s que es por cada metro sobre segundo.

En el segundo caudal de 1.5 m³/s, salió un tirante de 0.59 m debido a que el caudal es mediano y el ancho de solera es 0.7 m, tenemos un espejo de agua de 1.87 m que viene a ser el ancho de la superficie libre del agua, el área hidráulica es de 0.75 m² que es la superficie ocupada por el agua en una sección transversal normal. Además, un número de froud de 1 que relaciona el efecto de la fuerza de inercia y las fuerzas de gravedad que actúan sobre un fluido. Asimismo, el perímetro mojado salió de 1.50 m que es la longitud de la línea de contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, un radio hidráulico de 0.19 m que es el cociente del área hidráulica y el perímetro mojado, una velocidad de 5.41 m/s que es por cada metro sobre segundo.

En el tercer caudal de 1 m³/s, salió un tirante de 0.47 m debido a que el caudal es bajo y el ancho de solera es 0.7 m, tenemos un espejo de agua de 1.64 m que viene a ser el ancho de la superficie libre del agua, el área hidráulica es de 0.55 m² que es la superficie ocupada por el agua en una sección transversal normal. Además, un número de froud de 1 que relaciona el efecto de la fuerza de inercia y las fuerzas de gravedad que actúan sobre un fluido. Asimismo, el perímetro mojado salió de 2.03 m que es la longitud de la línea de contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, un radio hidráulico de 0.27 m que es el cociente del área hidráulica y el perímetro mojado, una velocidad de 1.81 m/s que es por cada metro sobre segundo.

En el cuarto caudal de 0.5 m³/s, salió un tirante de 0.32 m debido a que el caudal es bajo y el ancho de solera es 0.7 m, tenemos un espejo de agua de 1 m que viene a ser el ancho de la superficie libre del agua, el área hidráulica es de 0.32 m² que es la superficie ocupada por el agua en una sección transversal normal. Además, un número de froud de 1 que relaciona el efecto de la fuerza de inercia y las fuerzas de gravedad

que actúan sobre un fluido. Asimismo, el perímetro mojado salió de 1.60 m que es la longitud de la línea de contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, un radio hidráulico de 0.20 m que es el cociente del área hidráulica y el perímetro mojado, una velocidad de 1.54 m/s que es por cada metro sobre segundo.

III.- CONCLUSIONES

- El sistema de drenaje más adecuado será por cunetas para el distrito de Victor Larco Herrera.
- La resistencia para las cunetas en las mayores intensidades de lluvia fue de 3 m³/s.
- El material más adecuado es el concreto para la construcción del sistema de drenaje.

IV.-REFERENCIAS

AGUILAR, Javier. Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano. Tumbes, 2006. 230 pp.

BEJAR, Maximo. Diseño de Estructuras Hidráulicas. Lima, 2002. 250 pp.

BEJAR, Máximo. Hidrología. Lima, 2002. 280 pp.

Propuesta de diseño del drenaje pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para las aguas residuales del casco urbano y colonia del municipio San Cayetano Istepeque, departamento de San Vicente[et al.]. Lima , 2011. 65 pp.

GÁLVEZ, Hugo. Planificación y diseño de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial de la cabecera municipal de Pasaco, Jutiapa. Jutiapa, 2006. 70 pp.

MOLINA, Jessica. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del barrio la campiña del inca canton quito, provincia de pichincha. Quito, 2012. 60 pp.

PAREDES, Carlos. El niño costero en el Ecuador. La República: Trujillo, Perú, 15 de Abril del 2017.p.14.col.2 (En sección: Sociedad).

RAMOS, Pedro. Las consecuencias del niño costero en La Libertad. El Comercio: Trujillo, Perú, 2 Abril del 2017.p.16.col.3 (En sección: Sociedad).

VARGAS, Luis. El fenómeno del niño en el Perú. La Industria: Trujillo, Perú, 18 Abril del 2017.p.22.col.1 (En sección: Sociedad).

VILCHEZ, Manuel. La República: Trujillo, Perú, 20 Abril del 2017.p.14.col.3 (En sección: Sociedad).

ANEXOS

MATERIAL	VELOCIDAD MAXIMA (m/s)
Hormigón Simple	3.50 - 6.00
Material Vítreo	4.00 - 6.00
Fibrocemento	4.50 - 5.00
Plástico PVC	4.50 - 6.00

Figura 1. Tipo de material con su respectiva velocidad máxima del fluido.

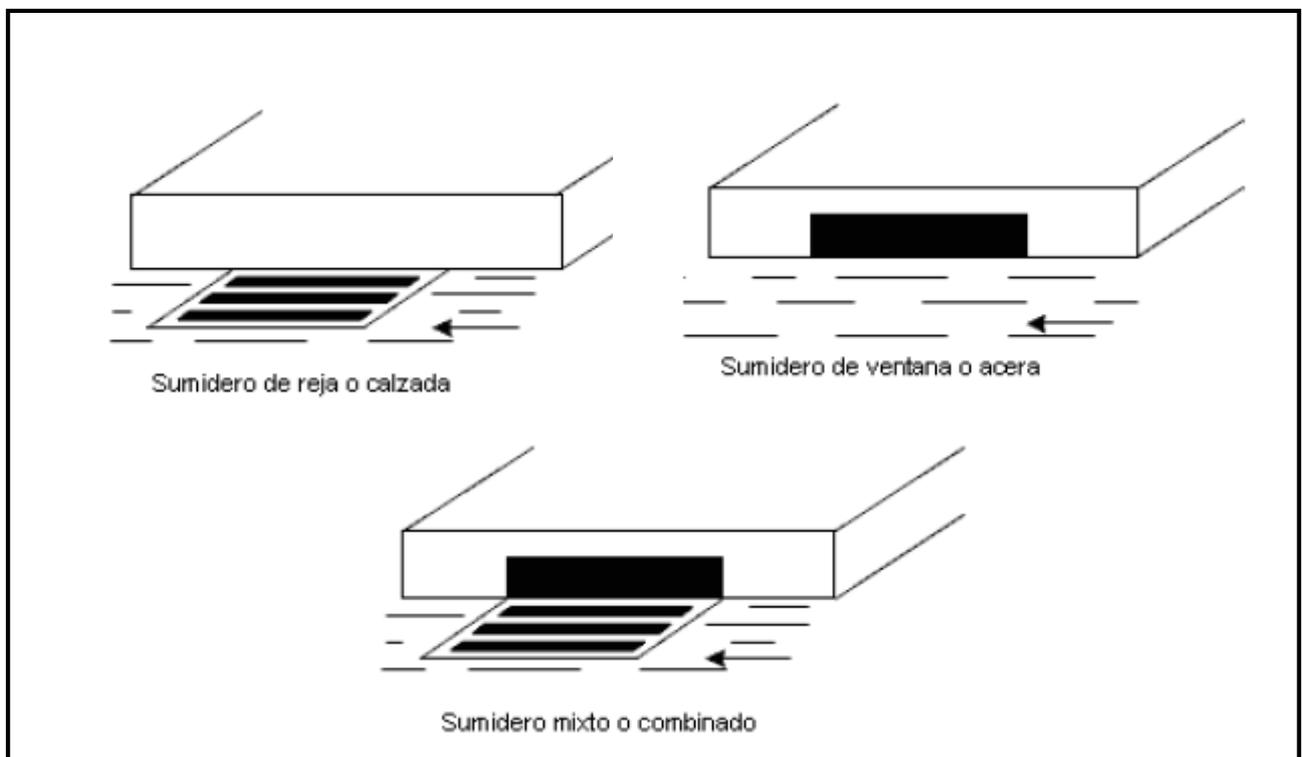


Figura 2. Tipos de sumideros.

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

Figura 3. Relación entre diámetro de tubería y la pendiente máxima permisible.

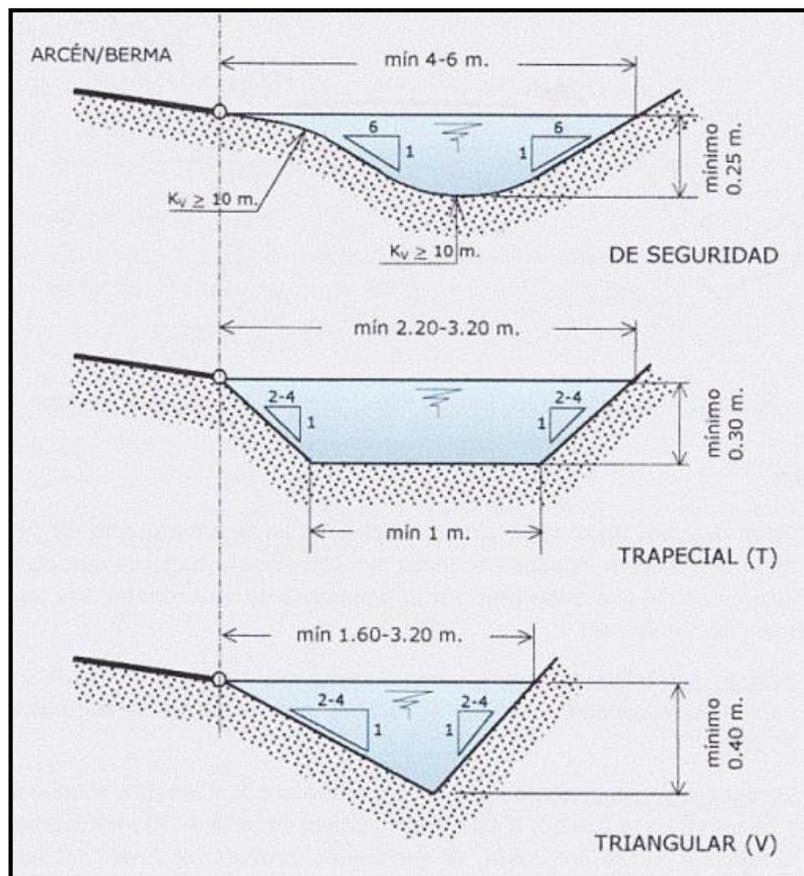


Figura 4. Tipologías de las cunetas.

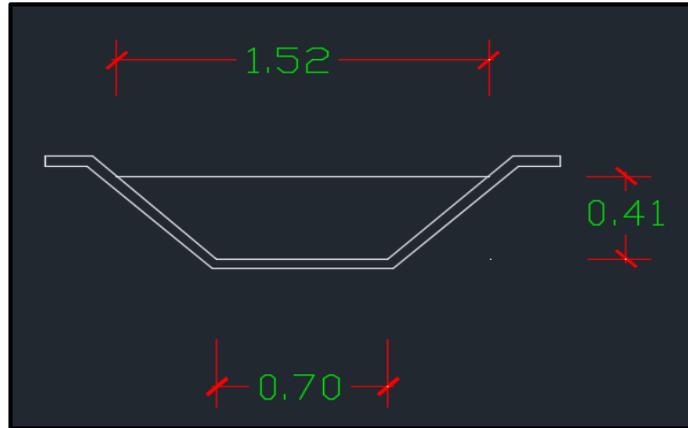


Figura 5. Diseño para un caudal de 3 m³/s-Tirante Normal.

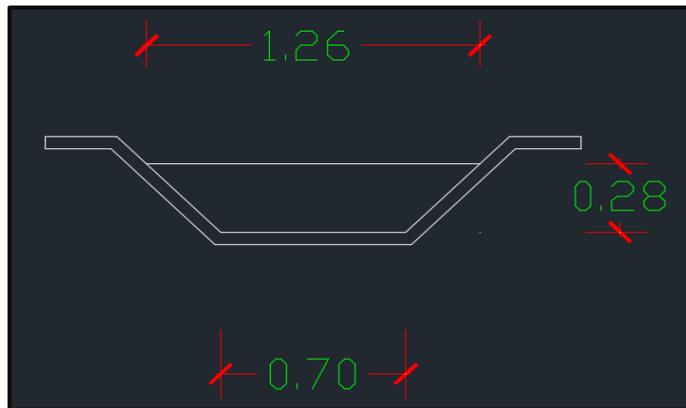


Figura 6. Diseño para un caudal de 1.5 m³/s-Tirante Normal.



Figura 7. Diseño para un caudal de 1 m³/s -Tirante Normal.

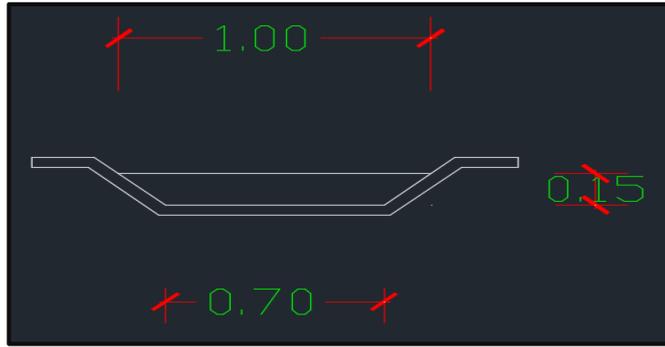


Figura 8. Diseño para un caudal de 0.5 m³/s-Tirante Normal.

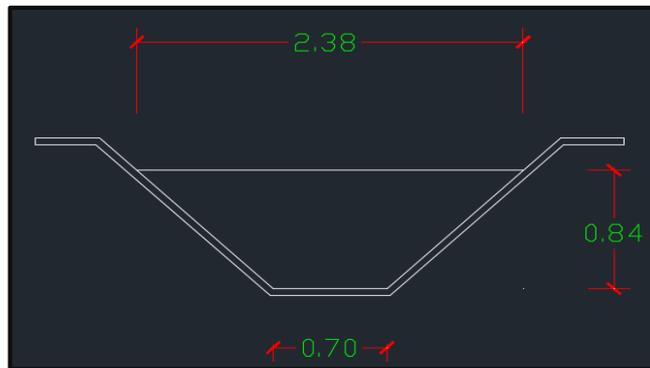


Figura 9. Diseño para un caudal de 3 m³/s-Tirante Crítico.

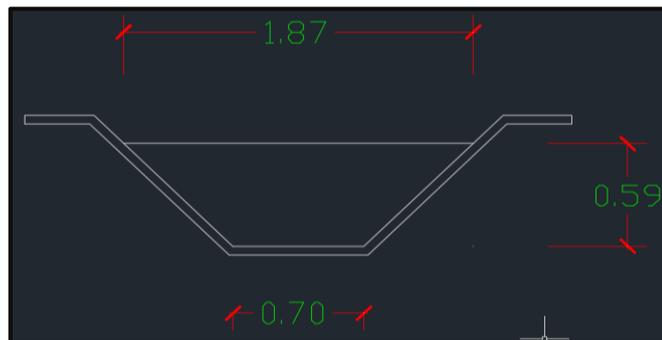


Figura 10. Diseño para un caudal de 1.5 m³/s-Tirante Crítico.

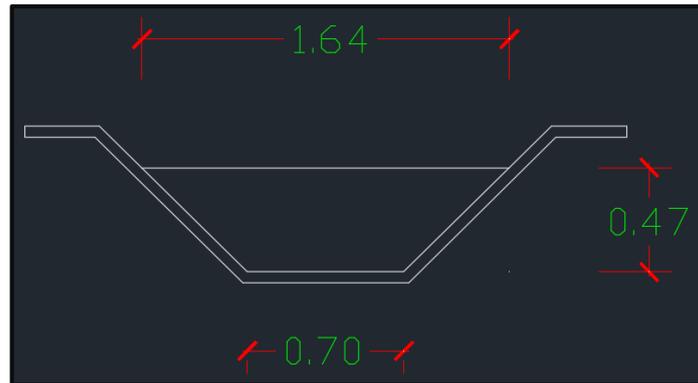


Figura 11. Diseño para un caudal de 1 m³/s-Tirante Crítico.



Figura 12. Diseño para un caudal de 0.5 m³/s-Tirante Crítico.

TIPO DE CUNETA	COEFICIENTE "n"
Cuneta de concreto con buen acabado (frotachado fino)	0.012
Pavimento asfáltico:	0.013
/ Textura lisa	0.006
/ Textura aspera	
Cuneta de concreto con pavimento asfáltico:	0.013
/ Textura lisa	0.015
/ Textura aspera	
Pavimento de concreto:	0.014
/ Acabado con plancha	0.016
/ Acabado fino	0.020
/ Acabado aspero	

Fuente: Reglamento Técnico de diseño de sistemas de alcantarillado.

Figura 13. Coeficientes de rugosidad de Manning.

Material de Cauce	Velocidad Admisible (m/s)
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60 – 1,20
Arena fina o limo (Poca o ninguna arcilla)	0,30 – 0,60 m
Arcillas	1,20
Grava gruesa	1,20
Pizarra blanda	1,50
Mampostería	4,50
Concreto	4,50

Figura 14. Velocidades Máximas Admisibles-Reglamento Nacional de Edificaciones

Las pendientes a considerar son:
 Pendiente Longitudinal (S_l) > 0,5%.
 Pendiente Transversal (S_t) de 2% a 4%

Figura 15. Pendientes para cunetas según el RNE

DATOS	
Ancho de solera (B)	0.7
Talud (Z)	1
Rugosidad (n)	0.012
Pendiente (S)	0.04

Figura 16. Caudal 3 m³/s

DATOS	
Ancho de solera (B)	0.7
Talud (Z)	1
Rugosidad (n)	0.012
Pendiente (S)	0.04

Figura 17. Caudal 1.5 m³/s

DATOS	
Ancho de solera (B)	0.7
Talud (Z)	1
Rugosidad (n)	0.012
Pendiente (S)	0.04

Figura 18. Caudal 1 m³/s

DATOS	
Ancho de solera (B)	0.7
Talud (Z)	1
Rugosidad (n)	0.012
Pendiente (S)	0.04

Figura 19. Caudal 0.5 m³/s

 Parámetros climáticos promedio de Tumbes													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	36	36	36.5	37.2	34	34	33	32	33	34	35	35	37.2
Temp. máx. media (°C)	31.1	32.6	32.7	31.4	30.4	28.8	27.8	27.2	27.5	28.2	28.9	30.1	29.7
Temp. media (°C)	27.35	28.3	28.4	27.6	26.7	25.3	24.4	23.8	24.1	24.8	25.3	26.5	26
Temp. mín. media (°C)	23.6	24	24	23.8	23.1	21.8	20.9	20.5	20.8	21.3	21.7	22.8	22.4

Figura 20. Clima según SENAHMI

 Parámetros climáticos promedio de Tumbes													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	36	36	36.5	37.2	34	34	33	32	33	34	35	35	37.2
Temp. máx. media (°C)	31.1	32.6	32.7	31.4	30.4	28.8	27.8	27.2	27.5	28.2	28.9	30.1	29.7
Temp. media (°C)	27.35	28.3	28.4	27.6	26.7	25.3	24.4	23.8	24.1	24.8	25.3	26.5	26
Temp. mín. media (°C)	23.6	24	24	23.8	23.1	21.8	20.9	20.5	20.8	21.3	21.7	22.8	22.4

Figura 21. Clima según SENAHMI



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS



CAUDAL PROMEDIO MENSUAL (m³/s)

Nombre de Estación: QUIRIHUA C Región: LA LIBERTAD Latitud Sur: -8.08333
 Codigo de Estación: 201401 Provincia: TRUJILLO Longitud Oeste: -78.86667
 Tipo de Estación: HIDROMÉTRICA Pfafstetter: 137716 Distrito: Victor Larco Herrera Altitud: 200.00

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1950	1.05	1.10	2.00	2.70	1.05	0.63	0.38	0.18	0.10	0.32	0.88	1.48
1951	3.00	2.80	1.51	1.27	1.89	0.52	0.24					
1952	2.05	2.70	2.10	1.90	2.80	2.25	0.69					2.58
1953	1.50	2.20	3.00	2.80	1.13	2.46	1.05	0.53	0.93	0.71	2.23	2.50
1954	2.35	0.50	1.48	1.15	2.52	1.46	0.52	0.27	0.24	0.25	2.70	1.17
1955	3.00	2.60	2.80	1.16	0.89	1.90	0.68	0.26	0.58	1.84	1.10	2.34
1956	0.80	2.13	2.20	1.90	1.80	2.04	0.69	0.36	0.30	1.70	0.54	0.22
1957	0.60	2.76	1.18	2.60	1.18	2.18	0.83	0.30	0.51	0.39	1.35	1.48
1958	0.80	1.20	0.90	0.80	2.10	1.26	0.42	0.26	0.14	0.96	0.15	0.23
1959	1.00	2.70	2.45	2.78	1.70	1.94	0.83	0.31	0.37	1.77	2.18	2.10
1960	1.30	1.80	3.12	2.12	1.99	0.90	0.33	0.22	0.66	0.76	0.66	1.11
1961	1.50	1.90	1.80	1.60	2.70	2.23	0.51	0.15	0.09	0.18	1.00	1.19
1962	2.60	2.50	3.00	1.80	2.60	2.32	0.76	0.37	0.25	0.26	1.07	0.28
1963	0.70	0.64	1.70	1.80	2.00	0.80	0.35	0.18	0.07	0.28	1.46	2.70
1964	2.50	0.90	1.70	2.55	2.00	1.89	1.02	0.85	0.68	2.55	2.60	0.86
1965	3.00	2.00	2.50	2.30	0.90	1.33	0.58	0.32	0.44	1.66	2.70	2.50
1966	3.00	0.90	0.60	1.20	1.70	0.89	0.38	0.19	0.19	3.00	2.20	0.85
1967	3.00	1.90	2.20	0.90	1.90	1.43	0.81	0.35	0.24	2.20	1.21	0.74
1968	3.00	1.11	1.90	2.00	0.51	0.24	0.13	0.11	0.24	2.17	1.58	0.82
1969	0.30	1.00	1.50	1.70	0.90	1.89	0.45	0.17	0.13	0.78	1.90	1.10
1970	1.40	0.80	1.20	2.12	2.10	1.80	0.96	0.59	0.87	1.50	2.20	3.00
1971	0.40	2.20	2.00	2.70	1.10	2.00	1.09	1.06	1.29	1.90	2.36	1.90
1972	0.90	1.10	2.10	2.40	0.85	0.70	1.01	0.59	0.33	0.62	0.91	2.40
1973	2.80	0.90	1.70	3.00	2.40	1.50	0.40	1.48	1.98	1.10	1.20	1.70
1974	1.40	1.90	1.80	1.20	1.20	1.60	0.92	0.39	0.45	2.16	0.87	1.08
1975	2.10	2.30	3.00	1.90	1.60	0.90	1.20		2.20	2.10	2.25	0.99
1976	1.60	1.90	2.80	2.90	2.10	2.15	0.85	0.44	0.38	0.20	0.16	0.38
1977	2.90	2.70	2.50	2.30	1.80	1.38	0.68	0.54	0.33	0.40	0.32	2.30
1978	0.84	1.14	2.27	1.50	0.60	0.50	0.15	0.07	0.24	0.17	0.73	0.63
1979	1.77	1.80		1.10	0.40	1.04	0.25	0.16	0.35	0.19	0.16	0.13
1980	1.01	0.21	1.16	0.50	0.29	0.10	0.07	0.06	0.03	0.30	1.60	1.70
1981	3.00	2.90	2.30	0.80	0.70	0.61	0.38	0.22	0.13	0.98	2.48	2.60
1982	2.92	1.80	1.50	1.80	0.40	0.97	0.41	0.28	0.10	2.17	2.40	2.10
1983	3.00	2.10	1.80	2.30	1.50	1.00	1.99	0.96	0.87	1.60	1.02	1.60
1984	3.00	3.00	2.10	0.70	1.57	1.10	2.54	1.27	0.93	1.74	2.30	2.30
1985	2.75	0.20	0.70	1.80	0.80	1.09	0.34	0.24	1.27	1.12	0.32	1.49
1986	3.00	1.90	0.90	2.33	0.70	1.18	0.43	0.25	0.28	0.33	1.26	2.07
1987	3.00	2.80	0.80	1.80	1.10							
1990								0.12	0.11	1.40		
N°Registros	38	38	37	38	38	37	37	35	36	36	35	36
Promedio	1.97	1.76	1.90	1.85	1.46	0.51	0.68	0.40	0.51	1.16	1.43	1.52
Máximo	3.00	3.00	3.00	3.00	2.80	2.46	2.54	1.27	2.20	3.00	2.70	3.00
Mínimo	0.84	0.21	1.16	2.69	0.29	0.10	0.07	0.06	0.03	0.17	0.15	0.13

Figura 22. Caudales promedios mensuales por el ANA



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS



CAUDAL PROMEDIO MENSUAL (m³/s)

Nombre de Estación: QUIRIHUAC Región: LA LIBERTAD Latitud Sur: -8.08333

Código de Estación: 201401 Provincia: TRUJILLO Longitud Oeste: -78.86667

Tipo de Estación: HIDROMÉTRICA Píafstetter: 137716 Distrito: Victor Larco Herrera Altitud: 200.00

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembr	Octubre	Noviembre	Diciembr
2014	1.00	1.50	2.00	0.30	2.10	1.58	0.21	0.10	0.05	0.28	2.42	1.20
2015	1.20	0.50	2.20	0.40	1.12	2.30	0.11	0.05	0.05	0.08	1.87	3.00
2016	1.30	0.40	2.30	0.50	1.10	0.21	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
2017	0.80	0.80	3.00	1.00	2.22	3.04						
NºRegistros	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
Promedio	1.08	0.80	2.38	0.55	1.64	1.78	0.12	0.06	0.04	0.13	1.44	1.40
Máximo	1.30	1.50	3.00	1.00	2.22	2.30	0.21	0.10	0.05	0.28	2.42	3.00
Mínimo	0.80	0.40	2.00	0.30	1.10	0.21	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00

Figura 23. Caudales promedios mensuales por el ANA

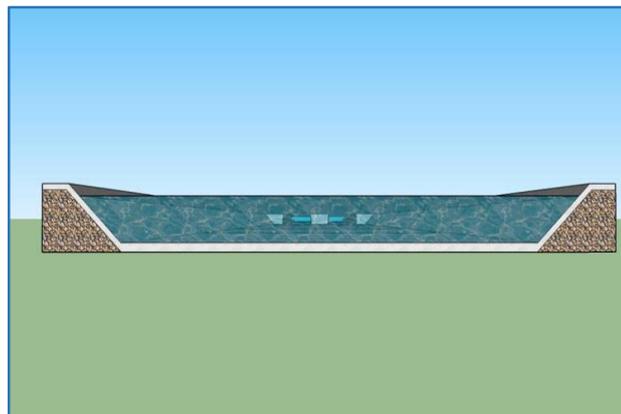


Figura 24. Sección de canal calculado por el software HCANALES

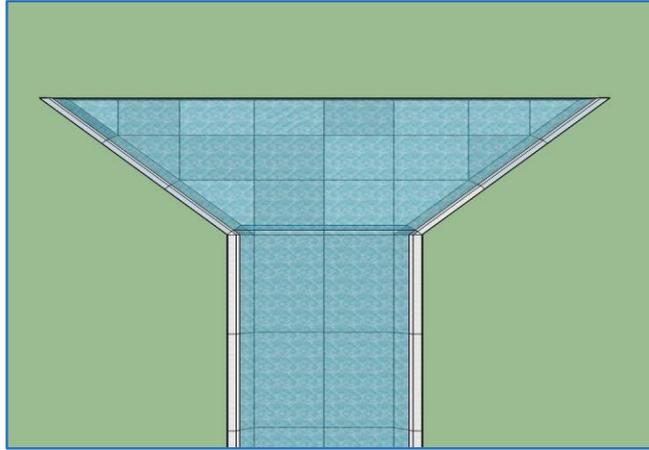


Figura 25. Vista de encausamiento

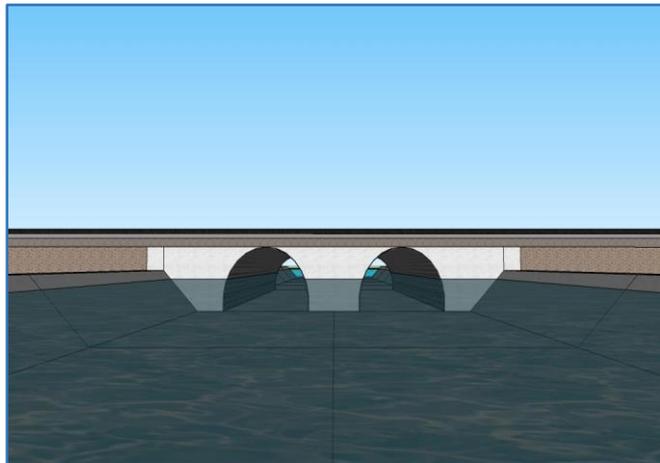


Figura 26. Detalle de sección cunetas

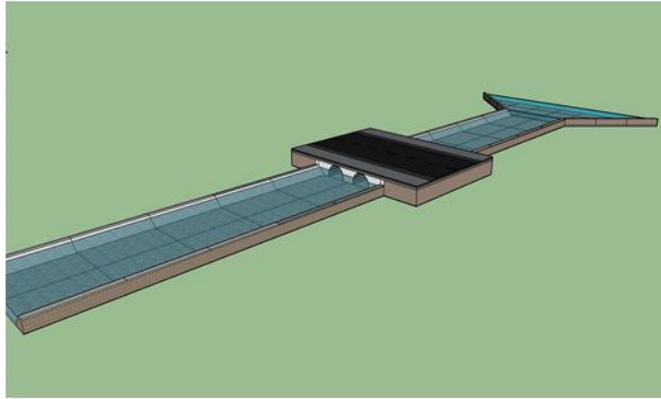


Figura 27. Modelamiento de las cunetas como sistema de alcantarillado.

. Anexo 28

SISTEMA DE ALCANTARILLADO – CUNETAS

1. Se acumularon desechos en las cunetas que impiden el paso de las aguas.

Bastante

Poco

No

2. ¿Las cunetas logran recibir las aguas de la lluvia sin ningún inconveniente?

Si

No

¿Por qué?

3. ¿El tipo de cuneta seleccionado, fue el adecuado?

Si

No

¿Por qué?

4. ¿Las dimensiones de la cuenta fueron los adecuados para la intensidad de la precipitación?

Si

No

¿Por qué?

5. ¿Las pendientes de las cunetas son las adecuadas?

Si

No

¿Por qué?

6. ¿Las dimensiones de las cunetas dificultan el tránsito vehicular?

Si

No

¿Por qué?

Anexo 29

SISTEMA DE ALCANTARILLADO – SUMIDEROS

1. ¿El tipo de sumidero seleccionado fue el adecuado?

Si

No

¿Por qué?

2. Los lugares estratégicos, donde se colocaron los sumideros, ¿fueron los correctos?

Si

No

¿Por qué?

3. ¿Se acumularon desechos en los sumideros, que impiden el paso del agua por los sumideros?

Bastante

Poco

No

4. ¿El material de las tuberías fue el adecuado?

Si

No

¿Por qué?

5. ¿El diámetro de las tuberías fue el adecuado para la intensidad de precipitación que se registró?

Si

No

¿Por qué?

6. Los pozos de revisión están colocados en lugares estratégicos.

Si

No

¿Por qué?

7. ¿Los cambios de pendiente de las tuberías, fueron los adecuados?

Si

No

¿Por qué?