



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“MODELACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL – VIRAHUANCA
–MORO – ANCASH – 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR (ES):

CARHUATOCTO ESPINAL, Néstor Renato (Orcid.org/0000-0002-8317-2929)

CORTEZ VILLANUEVA, Javier Jhon (Orcid.org/0000-0002-6675-0053)

ASESOR (A):

Mgr. SHEILA MABEL LEGENDRE SALAZAR (Orcid.org/0000-0003-3326-6895)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.

CHIMBOTE – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios que supo guiarnos por el buen camino, darnos fuerza para seguir adelante y enseñarnos a enfrentar la vida.

CARHUATOCTO ESPINAL,
Néstor Renato

CORTEZ VILLANUEVA, Javier
Jhon

AGRADECIMIENTO

- A Dios, por ser nuestra fortaleza.
- A los docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo por el apoyo en nuestra formación profesional y académica.

CARHUATOCTO ESPINAL,
Néstor Renato

CORTEZ VILLANUEVA, Javier
Jhon

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenido	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. Introducción	1
li. Marco teórico	3
2.1. Marco conceptual	3
2.1.1. Cuenca Hidrográfica	3
2.1.2. Sistema de alcantarillados	3
2.1.3. Sistema de alcantarillado pluvial.....	3
2.1.4. Estudios Básicos para los Diseños de Alcantarillados.....	4
2.1.5. Obligatoriedades de los sistemas.....	5
2.1.6. Caudal del diseño.....	5
2.1.7. Coeficiente de escorrentía	6
2.1.8. Curvas Intensidades – Duraciones – Frecuencias	6
2.1.9. Sumidero.....	7
2.1.10. Tipo de tubos a usar	8
2.1.11. Diseño Hidráulico	8
2.1.12. Velocidades de diseño	9
2.1.13. Evacuación de las aguas recolectoras	9
2.1. Modelo SWMM	9
III. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	12
IV. METODOLOGÍA	15
4.1. Tipo de Investigación.....	15
4.2. Diseño de investigación	15
4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	15
4.3.1. Población	15
4.3.2. Muestra	15
4.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	15
4.5. Método de Análisis de Datos.....	15

4.6. Aspectos Éticos	16
V. Resultados	16
5.1. Primer objetivo específico	16
5.2. Segundo objetivo específico:.....	19
7.3. tercer objetivo específico	26
VI. Resultados.....	28
VII. Conclusiones.....	29
VIII. Recomendaciones.....	30
IX. Referencias bibliograficas	31
X. Anexos.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1. RESULTADOS DE CALICATAS	17
TABLA N° 2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO	19
TABLA N° 3. RESULTADOS DEL PRIMER OBGETIVO.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1. Intensidad de precipitaciones para diferentes duraciones y periodos de retorno.....	22
FIGURA N° 2. Curva S Lamina – duración – Frecuencia	23
FIGURA N° 3. Curva S Intensidad, duración y Frecuencia - IDF	23
FIGURA N° 4. Plano de direccionalidad hidráulica	24
FIGURA N°5. Propiedades Nodos SWMM.....	25
FIGURA N° 6. Trazado de Redes SWMM.....	26

Resumen

La presente Tesis Titulada "Modelación Del Sistema De Alcantarillado Pluvial - Virahuanca - Moro - Ancash - 2020" que tiene como problemática general ¿Cuál es la modelación del sistema de alcantarillado pluvial del caserío de Virahuanca?; siendo el objetivo general: Determinar la modelación del sistema de alcantarillado pluvial en Virahuanca – Moro; para lo cual se partió de la hipótesis general: La evacuación de las aguas pluviales en Virahuanca – Moro es posible mediante la modelación diseño del alcantarillado pluvial teniendo en cuenta lo estipulado en la norma OS.060.

El método de investigación corresponde al tipo aplicada porque propone como un resultado la modelación del sistema de alcantarillado, se pretende solucionar problemas con el objetivo de lograr un cambio, también será una herramienta para las soluciones de los problemas de inundaciones pluviales.

Como resultado, se plantearon tuberías PVC RIB de 305 mm, a de 400 mm con buzones de hasta profundidad 1.25 m en la zona de investigación, además el caudal vertido en una tormenta con periodo de retorno de 10 años es de 6.5 m³. Palabras clave: Alcantarillado pluvial, subcuenca, escorrentía, límites máximos permisibles, costo directo y calidad de agua pluvial.

Abstract

This thesis Entitled "Modeling of the Storm Sewerage System - Virahuanca - Moro - Ancash - 2020" that has as a general problem What is the modeling of the storm sewerage system of the hamlet of Virahuanca?; being the general objective: To determine the modeling of the storm sewer system in Virahuanca – Moro; for which we started from the general hypothesis: The evacuation of stormwater in Virahuanca – Moro is possible through the design modeling of the storm sewer taking into account the provisions of the OS.060 standard.

The research method corresponds to the type applied because it proposes as a result the modeling of the sewage system, it is intended to solve problems with the aim of achieving a change, it will also be a tool for the solutions of the problems of storm floods.

The research method corresponds to the type applied because it proposes as a result the modeling of the sewage system, it is intended to solve problems with the aim of achieving a change, it will also be a tool for the solutions of the problems of storm floods.

I. INTRODUCCIÓN”

Buscamos dar una solución a los problemas de inundaciones y deterioros de las rasantes de las vías públicas, viviendas, plataformas de las obras de arte existente en el lugar, ya que en los últimos años el cambio climático viene afectando a nuestra comunidad con muchas precipitaciones pluviales

En el Perú, encontramos muchas ciudades y pueblos que presentan grandes precipitaciones y desastres naturales ocasionados por desbordes de ríos, situación que origina la acumulación de volúmenes de aguas pluviales que no cuentan con un drenaje apropiado, dañando infraestructura existente como las vías públicas y caminos vecinales.

El drenaje pluvial permite que las aguas producto de lluvias, drenen hacia una estructura de concreto, la cual está diseñada para soportar volúmenes de agua que son transportados a través de ductos hacia un lugar de evacuación. Tal es así que el decano del CIP En la región de la Libertad el, Marco Cabrera Huamán, mencionó en la actualidad es primordial debido a lo que pasa en nuestro país con sus fenómenos naturales, que la ciudad libertina cuenta con su propio sistema y sea administrado por sus autoridades, un sistema que evite inundaciones, en los lugares más longevos, con un sistema pluvial”. La República (2013)

El caserío de Virahuanca en distrito de Moro, lugar donde se desarrolló la investigación, tiene una topografía plana, también hay zonas un poco accidentadas al sur; a su vez, se encuentra el cauce del río Loco y el río Nepeña en el lado norte. Los fenómenos meteorológicos, producen que el nivel de los ríos se eleven y crezcan los peligros de inundación. Estas situaciones, hacen que las inundaciones se generen de manera intensa o consecutivas, llevando a una consecuencia sobrenatural en la esorrentía de agua que perjudica a la población que reside cerca a la rivera del Río Nepeña y Río Loco; y, esto sumado a las eventos ocasionados por el fenómeno del Niño Costero, los eventos de lluvias en tiempos del fenómeno del niño, han inundado a la localidad, situación que parece repetirse año a año, afectando a las viviendas y vías afirmadas del caserío.

De lo expuesto, podemos notar la dimensión del daño que vivió la población de

Virahuanca en tiempos de lluvias, sucesos ocurridos en marzo de 2017 en el que 20 familias de la comunidad fueron perjudicadas por las lluvias. Así también, en el 2019 este caserío quedó inundado y aislado por el incremento del río Nepeña y el río Loco, también el desborde de las alcantarillas, que ocasiono así pérdidas económicas por ser una zona agrícola de gran producción de frutos, así como problemas de salubridad.

Dada la problemática proponemos finalmente el modelamiento de sistema de alcantarillado pluvial de Virahuanca como elemento de solución a la adversidad que se enfrenta la población actual.

Los acontecimientos expuestos, nos llevan a formularnos la pregunta: ¿Cuál es la modelación del sistema de alcantarillado pluvial del caserío de Virahuanca?

Para lo cual se **Justifica**. Partiendo de la necesidad actual del caserío Virahuanca - Moro, el actual estudio procurará contribuir con una modelación del sistema de alcantarillado pluvial – Virahuanca – Moro – Ancash – 2020, trabajo que beneficiará a la población futura, con la construcción del sistema de alcantarillado pluvial que evitará inundaciones en épocas de lluvias intensas, permitiendo un fluido de tránsito normal de los peatones, favoreciendo a más de 100 familias que habitan en el lugar.

El modelamiento de un sistema pluvial realizado a través de un software SWMM, planteando como una alternativa para demostrar de cómo se realizaría el sistema de alcantarillado pluvial, el mismo que nos ayudará a simular la cantidad de agua que se evacuará por el alcantarillado en condiciones normales y extremas.

Cabe indicar que esta problemática no es reciente, sino que ha venido afectando durante décadas, siendo un problema social, urbano y ambiental. Ante esta situación, es preciso formular una posible solución que permita brindar oportunidades de mejorar las condiciones de vivencia de todo el centro poblado.

Es así que, se ha planteado un **Objetivo General**. Determinar la modelación del sistema de alcantarillado pluvial en Virahuanca – Moro. También mencionando los **Objetivos Específicos**.; Determinar el tipo de estructura subterránea para el

Sistema de alcantarillado pluvial en Virahuanca – Moro. Determinar el caudal de escorrentía para la modelación del sistema de alcantarillado pluvial en Virahuanca – Moro y Analizar mediante software el comportamiento del sistema de alcantarillado pluvial en Virahuanca, Moro.

II. MARCO TEÓRICO

El proyecto de investigación denominado “Modelación del Sistema de Alcantarillado Pluvial – Virahuanca – Moro – Ancash – 2020” se basa en la necesidad del sector, ya que en época de lluvias son frecuentes los desbordes del río, causando inundaciones. Con el propósito de proponer una alternativa de que brinde una solución para evitar las inundaciones del caserío.

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Cuenca Hidrográfica

Para Franquet (2017) son aguas subterráneas o superficiales que vierten naturalmente y forman causas intermitentes o caudal continuo que terminan en un cause mayor que puede ser un río principal que desemboca en un lago o en el mar. La cuenca hidrográfica es una zona drenado por un drenaje natural en la cual sus aguas dan al mar a través de un río o que vierte sus aguas en un lago. En esta zona son habitados por personas, animales y plantas.

2.1.2. Sistema de alcantarillados

A juicio de Pérez (2015) manifiesta que es el conjunto de canales y distribuciones consignadas para recoger, conducir, evacuar y a trasladar las aguas servidas ocasionados por los humanos o los que descende de la precipitación pluvial.

2.1.3. Sistema de alcantarillado pluvial

Para Pérez (2015) manifiesta, el método en el alcantarillado pluvial será construido para recoger, llevar las aguas de lluvia, que puede ser líquida, granizo o nieve. El sistema de alcantarillado pluvial se conformada de una red de conductos, captaciones y distribuciones suplementarias cuya función es captar las aguas pluviales de calles, avenidas, veredas, edificaciones, jardines y otros y conducir las

A un lugar de aguas de origen pluvial, las cuales no causen inundaciones en las urbanizaciones.

Se tiene las siguientes características que se detallan en la tabla 1:
Según, la norma OS, 060 el sistema de drenaje se clasifica en la siguiente categoría (MVCS, 2006)

- Técnicas de drenajes urbanos
- Métodos de drenajes en terreno agrícola.
- Técnicas de drenajes en carretera.
- sistema de drenajes en aeropuertos.

En la cual, “el drenaje urbano tiene como propósito manejar adecuadamente las aguas pluviales en las metrópolis, para minimizar los perjuicios en construcciones y obras, también evitara la acumulaciones del agua para evitar los focos contagio y transmisión de males” en la Norma OS. 060 del R.N.E.

2.1.4. Estudios Básicos para los Diseños de Alcantarillados pluviales En la Norma OS. 060, todo trabajo de desagüe urbano debe relatar lo siguientes:

- Topografía del terreno a estudiar.
- Hidrología.
- Suelo donde se ubica el proyecto.
- Hidráulica.
- Impacto ambiental.
- Coincidencia de uso.
- Evaluaciones económicas de operaciones y mantenimiento.

Adicional se referirá:

- Información meteorológica.
- Planos catastrales.
- Planos de uso de suelos.

2.1.5. Obligaciones de los sistemas de alcantarillados pluviales

Todas las habilitaciones urbanas ubicadas en lugares donde se presenten aguaceros continuos o lluvias iguales o mayor a 24 h., deberá tener de carácter obligada unas técnicas de alcantarillados pluviales.

Las empresas brindadoras del servicio podrán exigir un drenaje pluvial en lugares que no cumplan los requerimientos de precipitaciones aludidas al artículo antepuesto, por deferencias métodos concretos de acuerdo al contexto existente como nos especifica la norma OS: 060.

2.1.6. Caudal del diseño

Para hacer el diseño de alcantarillado pluviales se tiene en cuenta:

- La técnica de hidrógramas unitarios para área de cuencas mayores a 13Km².
- Los técnicas racionales, si el espacio de las cuencas es igual o menor a 13Km².
- también, se debe pensar en un vuelta de 2 a 10 años.

Método racional

Este método es de estimación de caudales (Perez, 2015)

$$Q = K.C.I.A$$

Donde:

Q = Caudal en Vs.

C = Coeficiente de esorrentía, se expresa en %.

I = Intensidad de lluvia, en litros por segundo por hectárea.

A = Área de drenaje en hectáreas.

K = 2.78

2.1.7. Coeficiente de escorrentía

Según Pérez (2015) manifiesta, “el sistema de escorrentías es un sistema que va en base a los tipos de suelos, obviamente vinculado con sus características meteorológicas., y eso depende si aumenta o disminuye en las zonas donde se ve las posibles inundaciones”.

También, el R. N. E. (2006) menciona opción para los factores en escorrentía se piensa en:

- tipo del área urbana.
- características de la superficie.
- pendiente del terreno
- intensidad de lluvias (asumiendo el periodo de retorno).

2.1.8. Curvas Intensidades – Duraciones – Frecuencias

Para Chereque (2005) indica como tempestad a las lluvias que cumplen la meteorología de tipos apropiados y concretas. La tempestad puede ocasionarse en corto tiempo o extenderse por diferentes horas o días y puede alcanzar a una zona chica o amplia.

En las tempestades intensas debemos ver las curvas de intensidad – permanencia reiteración.

Intensidad, se medirá en minutos o en horas el valor variara durante la tempestad.

Duración, mediremos en minutos u horas, se mide desde el inicio hasta el final de la tempestad.

Periodo de duración, es el período en la permanencia para una tempestad.

Frecuencia, este tipo de tormenta de frecuencia se presenta de 1 a 15 años que es posible que se dé, con término medio, se presenta cada 15 años, esto se constituye el tiempo de regreso de la tempestad.

“La ecuación de intensidad – duración – frecuencia, como manifiesta” Pérez (2015) es lo siguiente:

$$I = C_1 (duración + X_0)^{C_2}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia en mm/h.

C_1 , X_0 , C_2 , son variables proporcionadas en los datos técnicos por la entidad de los servicios de la localidad.

Captación en zona vehicular – pistas

Manifiesta el M.V.C.S. (2006) evacuar el agua pluvial se pensará en evacuación del flujo de la siguiente manera:

- la pendiente longitudinales (S_l) debe ser mayor a 0.5%.
- la pendiente transversal (S_t) se debe encontrar a dos por ciento y cuatro por ciento.

Cuneta

Expulsión de agua pluvial se hará por la cuneta y se llevara a los lugares bajos donde se ubicará sumideros.

Lograran poseer secciones transversales:

- Radial.
- Compuesto en V.
- Triangular.
- Trapezoidal.

Se determina la capacidad considerando la sección trasversal, rugosidad y pendiente.

2.1.9. Sumidero

“Efectivamente las condiciones físicas de los sistemas hidráulicos en específico en los sumideros dependen de inversiones económica” (MVCS, 2006).

2.1.9.1. Sumidero adyacente en sardinel o solar

Son rendija que está junto a los sardineles por donde se captara el agua de las cunetas, su utilización es limitada por que es en pequeños tramos en donde haya desnivel longitudinal menores a 3%.

2.1.9.2. Sumideros de fondo

Es una rendija en el canal, su utilización es en pendientes longitudinales mayores 3%, con desnivel en la calzada o sin desnivel. Esto se muestra en la siguiente figura 2:

2.1.9.3. Sumidero mixto o combinado

Es un escurridero adyacente a los sardineles y sumidero base actúan sola, con un medida mínima a las tuberías de descarga al buzón recolector será 10”.

2.1.10. Tipo de tubos a usar

Se debe de tener en cuenta con la tubería que cumpla lo estipulado a la Norma vigente.

2.1.10.1. *Diámetro de las tuberías para alcantarillado pluvial*

Estos diámetros se obtienen según la norma OS. 060 que constituye ciertos parámetros, como ven la siguiente tabla:

Resistencia de la tubería de alcantarillado pluvial. La tubería debe de plasmar los detalles técnicos de la norma técnica peruana o las normas del lugar de origen de los materiales.

2.1.11. Diseño Hidráulico

Los recolectores de aguas pluviales se diseñan teniendo en cuenta el diseño de conductos cerrados, se usara las formula de Manning para la determinación del caudal con los coeficientes de rugosidad.

2.1.12. Velocidades de diseño

2.1.12.1. Velocidad mínima

Establece en el R. N. E. – norma OS 060, que la corriente menor es de 0.90 m/s para impedir el arrastre de partículas como gravas, arena y otros que lleva la aguacero.

2.1.12.2. Velocidad máxima

También establece la velocidad máxima de acuerdo al tipo de conducto, también fundamenta que estas llevan aguas con fracciones de arena y grava con la finalidad de impedir la erosión de las muros.

2.1.13. Evacuación de las aguas recolectoras

Según MVCS (2006). Manifiesta que “Esta agua deberá ser evacuada a lugares naturales como (quebradas, ríos, lagos, depresiones y otros) o también pueden ser evacuadas artificialmente, esta esta descarga se realizará considerando el aspecto técnico, económico y de seguridad del sistema”

2.1.13.1. Sistema de evacuación

2.1.13.1.1. Sistema de evacuación por gravedad

Como se menciona en el R.N.E. en el numeral 6.7.1 en el ítem. b: “En los ríos en su mayoría, depende el caudal, la escorrentía, la descarga prolongada sea retirada en tuberías con bombo o canales, no debe sobrepasar un metro y tiene que tener una durabilidad de 50 años”.

“Los resultados esperados en el sistema de evacuación dependerá si se realiza un rotura prolonga o será eficiente la inversión”.

2.1.13.1.2. Sistema de evacuación por bombeo

Como menciona la norma OS 060 si no se cumplen los contextos por gravedad se considera deposición por bombeos ya sea fijos o movibles.

2.1. Modelo SWMM

Es un modelo más usado para el cálculo de drenaje urbano, el SWMM (Storm Wáter Management Model) fue creado en 1969 y 1971.

Actualmente los computadores han permitido actualizar los equipos para el estudio de problemas matemáticos y estadísticos no exactos, como es el drenaje de la ciudad.

El SWMM, es una de simulación de precipitación que se utiliza de cómo realizar una simulación continua. Este programa ayuda a simular la calidad y cantidad de agua evacuada, fundamentalmente en alcantarillado urbano, Gonzáles y otros (2014).

Este software funciona con diferentes subcuencas es en donde llega el agua y se crea una escorrentía. También analiza los recorridos de las aguas a través de una vía de tuberías depósitos de almacenamientos, canales, bombes y otros.

2.2.1. Procesos hidrológicos

El software SWMM calcula el proceso hidrológico causado en la evacuación de las aguas, como en:

- infiltración de escorrentías
- precipitaciones que varían

2.2.2. Transporte hidráulico

El software cuenta con herramientas planteadas para analizar la escorrentía y la contribución de caudal a través de la red de drenaje pluvial, el software puede: conducir redes de gran tamaño, plantear tratados de flujo variable, hacer cálculos hidráulicos por método de flujo uniforme.

2.2.3. Calidad de agua

El modelo SWMM puede computar el grado de escorrentía superficial, de acuerdo a su calidad y contaminantes como son: arrastre de contaminantes, disminución de la acumulación durante la limpieza en periodo seco.

2.2.4. Modelación software SWMM

Para la modelación del presente proyecto de investigación, se utilizará un software Desarrollo de EPA SWMM. El Storm water Management Model (Modelo de gestión de aguas pluviales) de la EPA (SWMM) programa muy interactivo y fácil de usar, muchas universidades e institutos lo utilizan aplicativos de precipitación, se puede manejar para un único suceso. El software determina las escorrentías y su función se basa en los caudales de las cuencas que caen de las lluvias. (Chávez, 2012).

2.2.5. Limitaciones de SWMM

El programa trabaja con una sistemática numérica que tiene errores de continuidad. También no se toma en cuenta las pérdidas de carga en buzones, expansiones porque se puede asignar un valor numérico mayor el coeficiente de rugosidad de Manning.

III. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
MODELACIÓN	El modelo de gestión de aguas pluviales de la agencia de protección ambiental de los estados unidos es un modelo dinámico de simulación de lluvia - escorrentía - escorrentía sub superficial (Chávez, 2017, p. 58)	La modelación es analizada por un software que contiene varias maneras Que brinda datos eficaces sobre la escorrentía y otros.	Diseño	Software	Nominal
SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	Este sistema de alcantarillado incluye estructuras de captación de las aguas, previamente analizadas, en estas áreas de la calzada se dará una pendiente transversal de acuerdo a la modelación (Jiménez, 2016, p. 18)	El sistema de alcantarillado pluvial cuenta con una captación superficial de las aguas, las cunetas laterales y sumideros que transportan las aguas hacia los Colectores la cual permite evitar el desperdicio del agua.	Estructura de conducción	colectores	Ordinal
			Estructura de conexión y mantenimiento	conectores	Ordinal
			instalaciones complementarias	estaciones de bombeo	Ordinal

MATRIZ DE CONSISTENCIA

““MODELACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL – VIRAHUANCA – MORO – ANCASH – 2020”

DEFINICIÓN OPERACIONAL	DEFINICIÓN	V.I.	VARIABLE D.	DIMENSION	INDICADOR	METODOS	HERRAMIENTAS
La modelación es analizada por un software que contiene varias maneras que brinda datos eficaces sobre la escorrentía y otros.	El modelo de gestión de aguas pluviales de la agencia de protección ambiental de los estados unidos es un modelo dinámico de simulación de lluvia - escorrentía - escorrentía subsuperficial (Chávez, 2017, p. 58)	MODELACIÓN	Modelación	DISEÑO	Software	Nominal	TRABAJO DE GABINETE
DEFINICIÓN OPERACIONAL	DEFINICIÓN	V. I.	VARIABLE D.	DIMENSION	INDICADOR	METODOS	HERRAMIENTAS

<p>El sistema de alcantarillado pluvial cuenta con una captación superficial de las aguas, las cunetas laterales y sumideros que transportan las aguas hacia los colectores la cual permite evitar el desperdicio del agua.</p>	<p>Este sistema de alcantarillado incluye estructuras de captación de las aguas, previamente analizadas, en estas áreas de la calzada se dará una pendiente transversal de acuerdo a la modelación (Jiménez, 2016, p. 18)</p>	<p>SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL</p>	<p>Sistema de alcantarillado pluvial</p>	<p>ESTRUCTURA DE CONEXIÓN Y MANTENIMIENTO</p>	<p>Estructura de conducción</p>	<p>RECOLECCIÓN DE DATOS</p> <p>RECOLECCIÓN DE DATOS</p>	<p>FICHA DE OBSERV.</p>
---	---	---	---	--	--	---	--------------------------------

IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de Investigación

El actual proyecto de investigación es de tipo aplicada porque propone como un resultado la modelación del sistema de alcantarillado, se pretende solucionar problemas con el objetivo de lograr un cambio, también será una herramienta para las soluciones de los problemas de inundaciones pluviales.

4.2. Diseño de investigación

La actual investigación se emplea el diseño no experimental, de corte transversal, punto que la encuesta fue recogida en un solo tiempo y no se verificó el manejo voluntario de las variables de investigación.

4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.3.1. Población

Se considera como la población para realizar este proyecto de investigación al centro poblado de Virahuanca – Moro – Ancash.

4.3.2. Muestra

Conforme a la clase de muestra no probabilístico de tipo deliberado, corresponde al centro poblado de Virahuanca del Distrito de Moro, Provincia del Santa, Región Ancash.

4.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En efecto, la técnica para usada en este sistema se utilizará la técnica de la observación y medición de todos los datos mencionados y descritos en el presente informe de investigación los cuales son necesarios para el sistema pluvial, la ejecución de la misma se llevará a cabo con un formato un software que contiene algoritmos matemáticos para el pronóstico de la población futura en función del ciclo de vida del alcantarillado y con un fin a futuro. El instrumento de recopilación de datos será una guía de observación. Por otro lado también, recolectamos los datos cada periodo de 25 años, para saber dicho estudio hidrológico sobre las lluvias.

4.5. Método de Análisis de Datos

Al principio se recopilarán datos producto del estudio de la situación actual, se pronosticará según los resultados del sistema actual para que sean conducidos al laboratorio, en esa se podrá discutir el resultado de los análisis, ejemplarizando en cuadros estadísticos y matemáticos y se discutirán los resultados. El proceso de desarrollo de la investigación cuenta con tres etapas fundamentales: La

exploración del área de unidad de análisis, el estudio Hidrológico y el trabajo en programas.

4.6. Aspectos Éticos

Para esta investigación se siguió los lineamientos de las Normas ISO – 690 en la obtención de fuentes de información, como repositorios académicos similares a mi proyecto de investigación.

De acuerdo a la Resolución de consejo universitario N° 0126-2017/UCV, de fecha 23 de mayo del 2017

Se consideran los aspectos de la resolución del comité de ética que son beneficencia, maleficencia, autonomía y justicia.

Según el **principio de beneficencia**, el cual ayudara a los estudiantes de Ingeniería Civil a promover las buenas prácticas académicas, fomentando un progreso innovador e científico por parte del investigador, con la finalidad de ampliar los conocimientos en el puesto que mejor se desenvuelve.

En el **aspecto de maleficencia**, los autores no manipularan de forma inadecuada la información presentada por el investigador, por lo que no buscaran su beneficio propio.

En el **aspecto de autonomía**, se respetará los trabajos de cada investigador, la documentación será sometida al programa de originalidad para comprobar su autenticidad.

En el **aspecto de justicia**, se hace mención al trato igualitario hacia los participantes a través de un jurado calificador que dará su veredicto final al culminar la defensa del proyecto de investigación.

V. RESULTADOS

5.1. PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO: Determinar el tipo de estructura subterránea para el sistema de alcantarillado pluvial en Virahuanca – Moro, para ello se realizó las calicatas en el lugar de estudio y así analizarlos en un laboratorio, obteniendo resultados del ejemplar de suelo del lugar tratado. Para desarrollar este objetivo se tuvo que realizar una serie de actividades como realizar calicatas, para obtener las muestras del suelo para ello se realizaron cinco calicatas de cada uno se extrajeron diferentes muestras que se realizó de forma

manual, también se llevó un registro de excavación, una evaluación de materiales, para así realizar los ensayos en el laboratorio.

Las deducciones de los ensayos de mecánica de suelos se presentan en la siguiente tabla n.º uno

5.1.1. PRUEBAS EFECTUADOS

Con las muestras representativas extraídas se Realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339.090).
- Límites de Consistencia. ASTM D 4318 □ Límite Líquido (NTP 339.129).
- Límite Plástico (NTP 339.129).
- Contenido de Humedad (NTP 339.127).
- Clasificación de los suelos SUCS, ASTM D 2487
- Peso Volumétrico. ASTM D 4254
- Descripción visual de los suelos ASTM D 2487

5.1.2. PRUEBAS ESPECIALES: Es necesario en este apéndice saber la estructura del suelo, de esa forma su agresividad y su comportamiento, es por eso que se ejecutó los siguientes ensayos: 01 prueba de contenido de sales solubles totales, 01 prueba para la determinación del pH (AASHTO-T289), 01 prueba de Ion Cloruro y 01 ensayos de Ion sulfato.

5.1.3. CLASIFICACION DE SUELOS

Los modelos ensayados se han catalogado de acuerdo a American Association of State Highway Oficial (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCCS).

5.1.4. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

TABLA N° 1
RESULTADOS DE CALICATAS

CALICATAS	PROFUNDIDAD	PROFUNDIDAD	TIPO DE SUELO	COLOR DE SUELO
C - 1	2.00 m	1.80 m	Grava limosa	Beige oscuro

C - 2	0.80 m	0.80 m	Roca tipo granítica	Beige claro
C - 3	2.00 m	1.80 m	Grava limosa	Beige amarillento
C - 4	1.30 m	1.30 m	Finos no plástico y bolonería de 8"	Beige oscuro
C - 5	2.00 m	1.80 m	Grava limosa	Beige oscuro

FUENTE: GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Producción propia

5.1.5. INTERPRETACIÓN SUELO NORMAL

En la tabla n.º 1 se muestra los resultados de los estudios de suelos que se obtuvo del laboratorio GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L. estos resultados corresponde al sector de calicatas C-01, C3 y C05 Estas especímenes de suelos se hallan a una hondura promedio de 2.00 m. estos suelos están formados por gravas limosas y arenas mal graduadas, de mediana compacidad y húmedo.

Este sector corresponde a las calicatas C-02 y C04 Estas especificaciones de suelos se hallan a una profundidad promedio de 0.80 m, a 1.30 m. estos suelos están formados por arenas mal graduadas, de mediana compacidad y húmedo, seguido de roca tipo granítica en estado de meteorización.

5.1.6. CLASIFICACION DE MATERIALES CON FINES DE EXCAVACION

Los materiales presentes en los diversos lugares explorados, se han clasificado con respecto al grado de dificultad para fines de excavación. Se ha tomado como referencia las siguientes especificaciones para excavaciones en obras de agua potable y alcantarillado. Los materiales se agruparon en los siguientes tipos de terreno considerando el grado de dificultad ante la excavación:

TABLA N° 2
CLASIFICACIÓN DEL SUELO

CALICATA	PROF. (m)	SUCS	TIPO DE MATERIAL
C-1	2.00	GP-GM	NORMAL
C-2	0.80	SP/ROCA	ROCOSO
C-3	2.00	GP-GM	NORMAL
C-4	1.30	SP/ROCA	ROCOSO
C-5	2.00	GP-GM	NORMAL

FUENTE: GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Producción propia

INTERPRETACIÓN

Como podemos observar en la tabla n.º 2. La clasificación de los materiales ubicados en las calicatas C-01 a C-05 bajo este criterio, se indica en la tabla de “CLASIFICACION DE MATERIALES PARA EXCAVACIÓN”, donde se resume la clasificación de los materiales en base a su clasificación SUCS y a la estratigrafía observada in situ.

5.2. SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO: Determinar el caudal de escorrentía para la modelación del sistema de alcantarillado pluvial en Virahuanca – Moro, se utilizó el software para determinar el caudal y la modelación del sistema de alcantarillado pluvial de la zona antes mencionado. Los datos encontrados son los siguientes:

**TABLA N° 3
RESULTADOS**

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESULTADO
Se Investigara la problemática planteada en fuentes de información.	Se indagará de fuentes tales como Google; lugares públicos como el SENAMHI, bibliotecas virtuales que posean información adicional.	<ul style="list-style-type: none"> • Curvas IDF • Antecedentes • Cartografía Base <input type="checkbox"/> Trazado de alcantarillado Pluvial de Virahuanca <ul style="list-style-type: none"> • Información Técnica como diámetros, material del tubo, pozos y colectores de las redes trazadas. • Curvas de Nivel
Se Ingresaron los datos numéricos del diseño de las redes de alcantarillado de Virahuanca	Utilizando el software SWMM se ingresará Cada Cotas Existentes para así realizar el diseño y modelación.	Se obtuvo lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Diámetros • Cotas • Longitud • Profundidad Inicial • Cotas Existente Pendiente <ul style="list-style-type: none"> • Profundidad Media • Material <input type="checkbox"/> Distancias de suministro conforme a las curvas de Nivel

Se ingresara los datos hallados durante el proceso de estudio del trazado de las redes de alcantarillado pluvial	Los datos se ingresaran en el software para poder calcular el grado de evacuación de las aguas y así se calculara las caídas y las tuberías que contara el diseño.	Se expresa y se logra: <ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de Retorno • Áreas Tributarias □ Condiciones de velocidad • Caudales de Diseño
Modelar la red de alcantarillado pluvial	Se dibuja las redes de alcantarillado Pluvial de Virahuanca en planos y en el software SWMM colocando en cada colector los datos correspondientes.	Se logró el cálculo hidráulico y el diseño de planos del trazado de redes de alcantarillado pluvial.
Ordenar los datos emitidos por el software identificando los errores en la red actual	Con la ayuda del software SWMM, AutoCAD y Excel se identifica los errores hidráulicos o topográficos.	El Excel más preciso y un panorama de daños más amplio acorde a las insuficiencias trazadas.

FUENTE: Producción propia

5.2.1. Modelación

5.2.1.1. Curvas IDF: Intensidad-Duración-Frecuencia

Para SENAMHI, “Las curvas IDF para cualquier sitio espacial en el ámbito peruano; Además, da balance de los posibles impactos del cambio climático. La interfaz proporciona intensidades de precipitación para una diversidad de periodos de retorno (2, 5, 10, 30, 50, 75, 100, 200, 500 y 1000 años) y duraciones (1 a 24 horas) y permite a los usuarios adquirir información de curvas IDF basadas en datos históricos, así como condiciones climáticas futuras que permiten aportar indicadores efectivos y eficientes para el diseño hidrológico. SENAMI (2021)

FIGURA N° 1

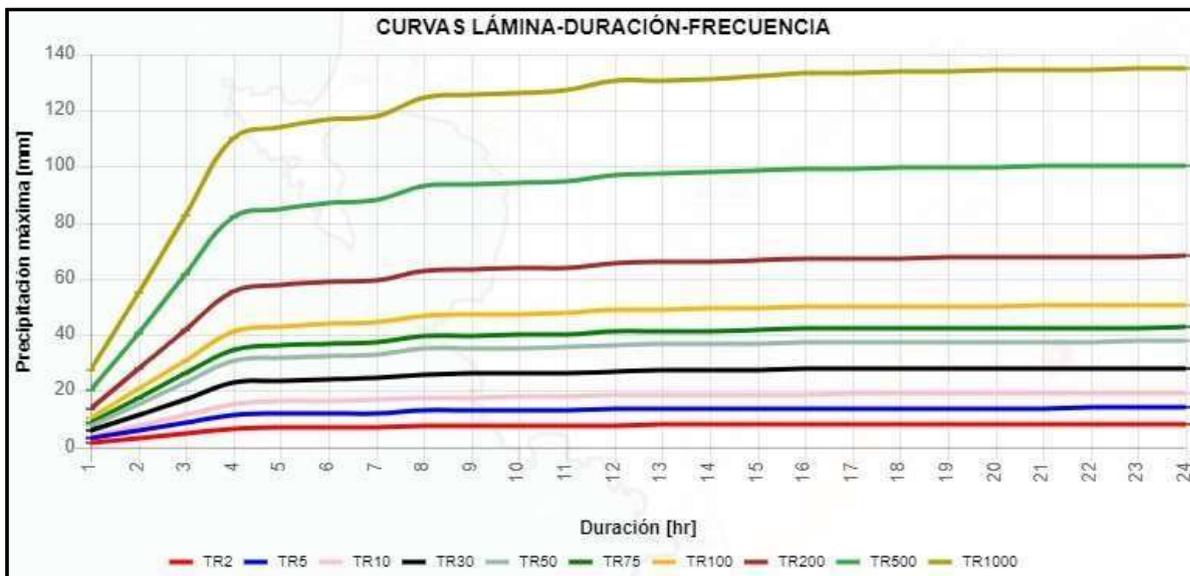
Intensidad de precipitaciones para diferentes duraciones y periodos de retorno

Intensidades de precipitación, para diferentes duraciones y periodos de retorno							
DURACIÓN	TR2	TR5	TR10	TR30	TR50	TR75	TR100
1-hr	3.2(2.4-4.1)	4.8(3.6-6.5)	6.5(5.0-9.2)	10.5(8.2-16.0)	13.2(10.3-20.7)	15.8(12.3-25.3)	17.9(14.0-29.3)
2-hr	2.1(1.6-2.6)	3.1(2.4-4.2)	4.2(3.2-5.9)	6.8(5.3-10.3)	8.6(6.7-13.4)	10.2(8.0-16.4)	11.6(9.1-19.0)
3-hr	1.6(1.2-2.0)	2.4(1.8-3.2)	3.3(2.5-4.6)	5.3(4.1-8.0)	6.6(5.2-10.4)	8.0(6.0-12.8)	9.0(7.1-14.8)
4-hr	1.3(1.0-1.7)	2.0(1.5-2.7)	2.7(2.1-3.9)	4.4(3.4-6.7)	5.6(4.3-8.7)	6.6(5.2-10.7)	7.5(5.9-12.3)
5-hr	1.2(0.9-1.5)	1.7(1.3-2.4)	2.4(1.8-3.4)	3.9(3.0-5.8)	4.8(3.8-7.6)	5.8(4.5-9.3)	6.6(5.1-10.7)
6-hr	1.0(0.8-1.3)	1.6(1.2-2.1)	2.1(1.6-3.0)	3.4(2.7-5.2)	4.3(3.4-6.7)	5.2(4.0-8.3)	5.9(4.6-9.6)
7-hr	0.9(0.7-1.2)	1.4(1.1-1.9)	1.9(1.5-2.7)	3.1(2.4-4.7)	3.9(3.0-6.1)	4.7(3.7-7.5)	5.3(4.2-8.7)
8-hr	0.9(0.7-1.1)	1.3(1.0-1.8)	1.8(1.4-2.5)	2.9(2.2-4.4)	3.6(2.8-5.6)	4.3(3.4-6.9)	4.9(3.8-8.0)
9-hr	0.8(0.6-1.0)	1.2(0.9-1.6)	1.6(1.3-2.3)	2.7(2.1-4.0)	3.3(2.6-5.2)	4.0(3.1-6.4)	4.5(3.6-7.4)
10-hr	0.8(0.6-1.0)	1.1(0.9-1.5)	1.5(1.2-2.2)	2.5(1.9-3.8)	3.1(2.4-4.9)	3.8(2.9-6.0)	4.3(3.3-7.0)
11-hr	0.7(0.5-0.9)	1.1(0.8-1.4)	1.4(1.1-2.0)	2.4(1.8-3.6)	3.0(2.3-4.6)	3.5(2.8-5.7)	4.0(3.1-6.6)
12-hr	0.7(0.5-0.9)	1.0(0.8-1.4)	1.4(1.1-1.9)	2.2(1.7-3.4)	2.8(2.2-4.4)	3.3(2.6-5.4)	3.8(3.0-6.2)
13-hr	0.6(0.5-0.8)	1.0(0.7-1.3)	1.3(1.0-1.8)	2.1(1.6-3.2)	2.7(2.1-4.2)	3.2(2.5-5.1)	3.6(2.8-5.9)
14-hr	0.6(0.5-0.8)	0.9(0.7-1.2)	1.2(1.0-1.8)	2.0(1.6-3.1)	2.5(2.0-4.0)	3.0(2.4-4.9)	3.5(2.7-5.6)
15-hr	0.6(0.4-0.7)	0.9(0.7-1.2)	1.2(0.9-1.7)	1.9(1.5-2.9)	2.4(1.9-3.8)	2.9(2.3-4.7)	3.3(2.6-5.4)
16-hr	0.6(0.4-0.7)	0.8(0.6-1.1)	1.2(0.9-1.7)	1.9(1.4-2.8)	2.3(1.8-3.7)	2.8(2.2-4.5)	3.2(2.5-5.2)
17-hr	0.5(0.4-0.7)	0.8(0.6-1.1)	1.1(0.9-1.6)	1.8(1.4-2.7)	2.3(1.8-3.5)	2.7(2.1-4.3)	3.1(2.4-5.0)
18-hr	0.5(0.4-0.7)	0.8(0.6-1.1)	1.1(0.8-1.6)	1.7(1.3-2.6)	2.2(1.7-3.4)	2.6(2.0-4.2)	3.0(2.3-4.8)
19-hr	0.5(0.4-0.6)	0.8(0.6-1.0)	1.1(0.8-1.5)	1.7(1.3-2.5)	2.1(1.6-3.3)	2.5(2.0-4.0)	2.9(2.2-4.7)
20-hr	0.5(0.3-0.6)	0.7(0.6-1.0)	1.0(0.8-1.4)	1.6(1.3-2.5)	2.0(1.6-3.2)	2.4(1.9-3.9)	2.8(2.2-4.5)
21-hr	0.5(0.4-0.6)	0.7(0.5-1.0)	1.0(0.8-1.4)	1.6(1.2-2.4)	2.0(1.5-3.1)	2.4(1.8-3.8)	2.7(2.1-4.4)
22-hr	0.5(0.3-0.6)	0.7(0.5-0.9)	0.9(0.7-1.3)	1.5(1.2-2.3)	1.9(1.5-3.0)	2.3(1.8-3.7)	2.6(2.0-4.3)
23-hr	0.4(0.3-0.6)	0.7(0.5-0.9)	0.9(0.7-1.3)	1.5(1.2-2.3)	1.9(1.4-2.9)	2.2(1.7-3.6)	2.5(2.0-4.1)
24-hr	0.4(0.3-0.6)	0.7(0.5-0.9)	0.9(0.7-1.3)	1.4(1.1-2.2)	1.8(1.4-2.8)	2.2(1.7-3.5)	2.5(1.9-4.0)

FUENTE: Ministerio Del Ambiente (SENAMHI)

FIGURA N° 2

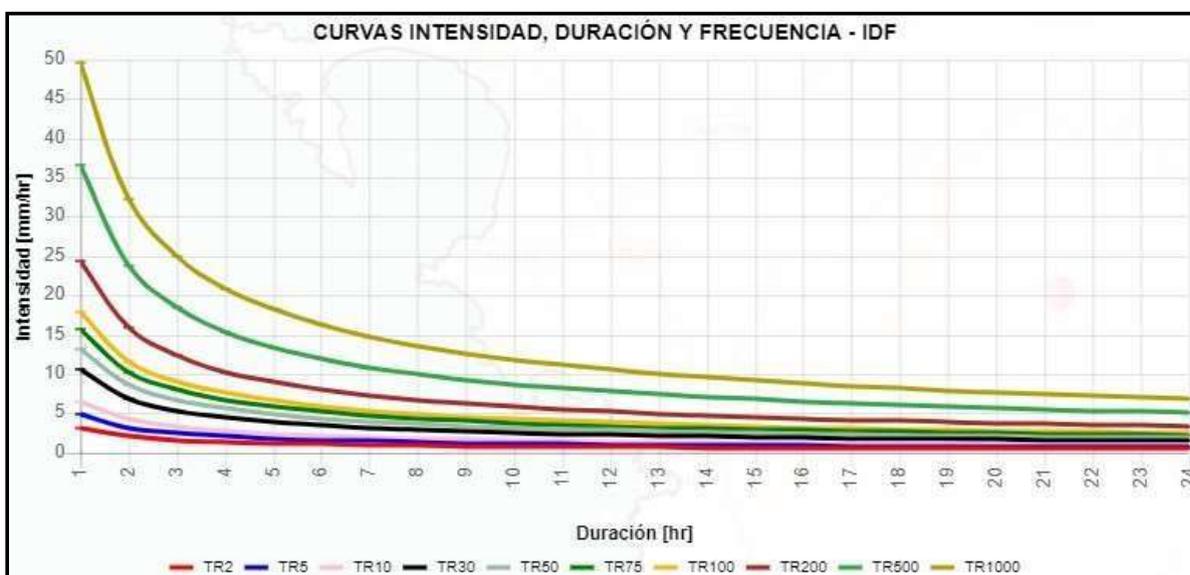
Curva S Lamina – duración – Frecuencia



FUENTE: Ministerio Del Ambiente (SENAMHI)

FIGURA N° 3

Curva S Intencidad, duración y Frecuencia - IDF



Fuente: Ministerio Del Ambiente (SENAMHI) En la tabla anterior se presenta el registro de los últimos 50 años de lluvias de acuerdo al tiempo de retorno de la modelación a realizar.

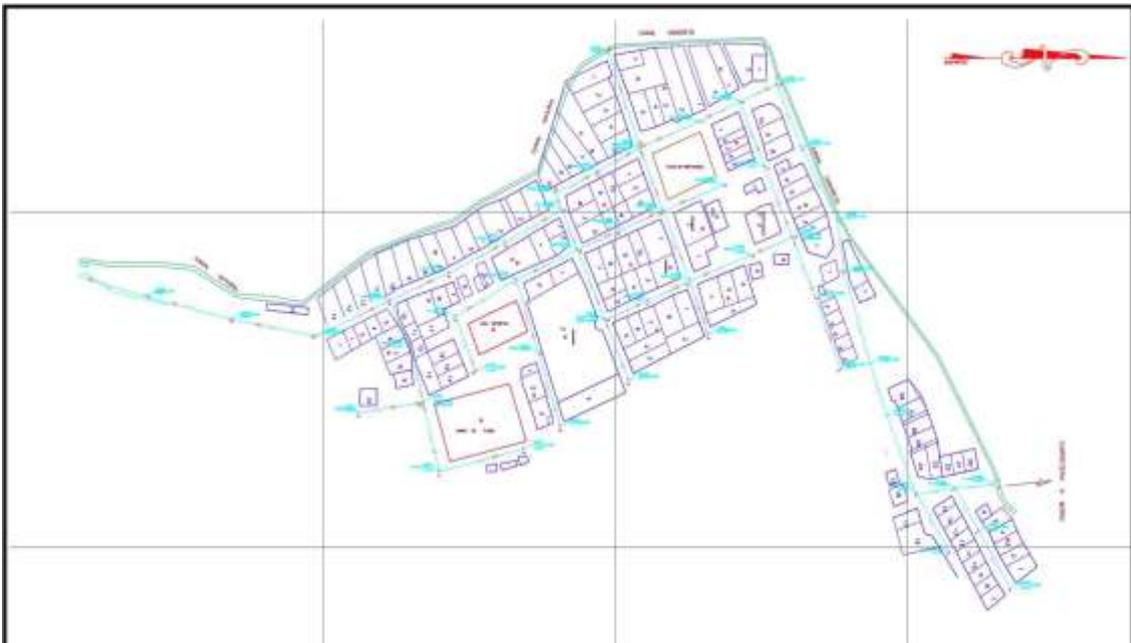
7.2.1.3 INGRESO DE DATOS: Software SWMM

El párrafo se manifiesta métodos que ayudaron a hacer el modelado en el software SWMM:

- 1^{er} camino para ejecutar la modelación del software SWMM es conseguir los datos de cada lectura hallada, nodo, cámara y entrada del sistema de alcantarillado pluvial de Virahuanca.
- Para conseguir los datos para la investigación se tuvo que averiguar en la página web del Ministerio del Ambiente (SENAMHI).
- La información recolectada por los investigadores es de libre acceso, se obtuvo de la web del Ministerio del Ambiente (SENAMHI), de Google Earth se extrajo el mapa de Virahuanca, el diseño de las aguas pluviales, además el sentido hidráulico que muestra la aplicación.

FIGURA N° 4

Plano de direccionalidad hidráulica



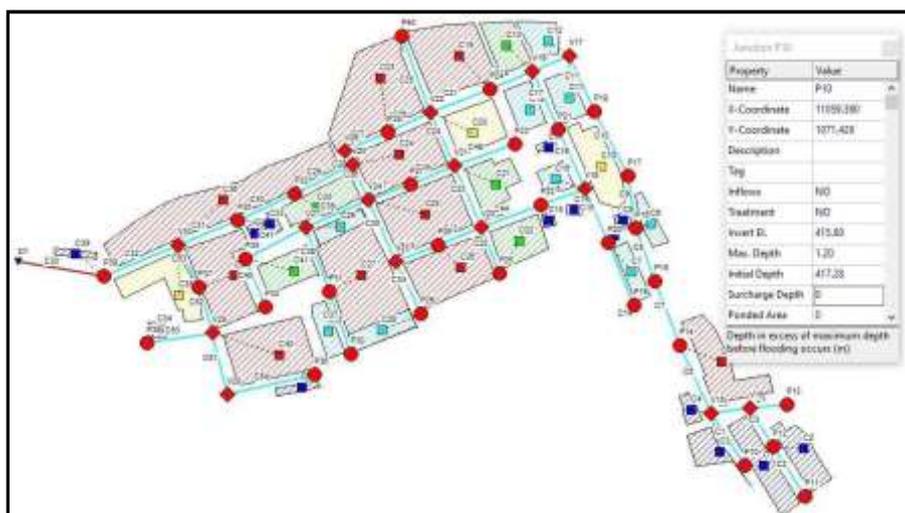
Fuente: AutoCAD producción propia

Al inicio del modelamiento a través del SWMM, lo primero en hacerse es los planos de Virahuanca en AutoCAD y en él colocar la información del trazado y el sentido hidráulico que consintiera representar de forma precisa las propiedades.

- Se hacen los nodos y cuencas hidráulicas en el software SWMM 5.1, contiguo al plano de ejemplo, cada nodo se organiza de acueductos y alcantarillado de Virahuanca, permitiendo estar igual a la investigación.

- Ya organizado el mapa ejemplo contiguo a los nodos y cuencas, se agregan los datos de los colectores, nodos y escorrentía de igual forma ajustar los parámetros por defecto que tiene el programa conforme a las necesidades del modelación a realizar.

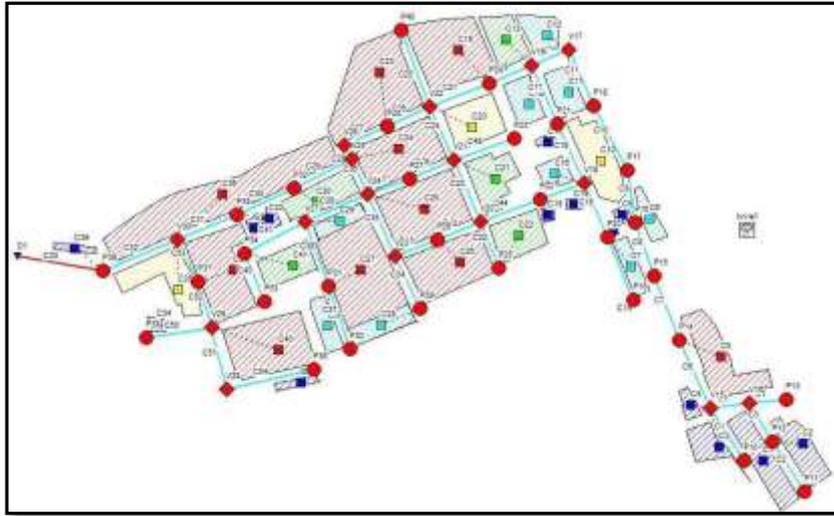
FIGURA N°5
Propiedades Nodos SWMM



FUERTE: S oftware SWIMM 5.1

Producción propia

FIGURA N° 6
Trazado de Redes SWMM



FUERTE: Software SWMM 5.1

Producción propia

- Se evaluó el modelo por primera vez teniendo errores, pero se corrigen y se generan valores nuevos que no alteraran al estado del trazado, solo se corrigen para que el software logre con éxito modelar.
- Una vez modelado los trazados genera los perfiles hidráulicos, los nodos son las primeras dificultades del programa las cuales presentan un colapso.

7.3. TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO: Analizar mediante software el comportamiento del sistema de alcantarillado pluvial en Virahuanca, Moro.

7.3.1. Análisis y Depuración de la Información

Teniendo todo analizado y teniendo los resultados descritos en el presente informe, hemos realizado en primer término el almacenamiento de la información y sobre esa hemos analizado en un proceso muy minucioso descartando lo negativo.

7.3.2. Análisis Comparativo

Se desarrolló la modelación mediante el software SWMM y una vez obtenido los resultados de la modelación, se pudo localizar las deficiencias significativas en el trazado actual.

Se mostrara el análisis de los resultados, de esa manera se busca destacar los cambios significativos de la modelación, se destacan los siguientes: coeficientes de Manning, el material, diámetros, cotas y pendientes.

Los cálculos que se realizaron son de acuerdo a la Norma Técnica Peruana

El software SWMM mediante la modelación nos especifica el recorrido del agua de esorrentía por las redes y los nodos establecidos mostrando así las dificultades que señalan si estos se colapsan o no.

Con la finalidad de efectuar un último análisis, se anexan los perfiles hidráulicos modelados por el software SWMM del sistema de alcantarillado pluvial de Virahuanca - Moro.

VI. RESULTADOS

Los logros adquiridos de la modelación del sistema de alcantarillado de Virahuanca

- Moro se desarrollaron en dos etapas.

- En el diseño de pozos de inspección, se hizo la unión de colectores a través cotas de energía; por transición y dirección, bajo las ecuaciones asignadas para un flujo.

- Los resultados obtenidos son bajos, sus valores son muy pequeños que no cambian el funcionamiento ni la elevación de las cotas. Bajo un criterio general, deben permanecer menor a un 5%, para garantizar un buen funcionamiento del sistema evaluado.

Lo anterior dicho, los errores de continuidad que se reflejan en lo realizado en la simulación final en la cual se corrigieron todos los desatinos del trazado de redes pluviales de Virahuanca – Moro.

VII. CONCLUSIONES

La investigación se basa en lo académico que por medio de la simulación en un software de aguas pluviales se examine, ensaye y solucione el problema que aqueja al caserío de Virahuanca – Moro.

Las inundaciones que ocurren en el lugar es el principal problema a tratar.

1. Se determinó el tipo de estructura del sistema de alcantarillado pluvial, por lo tanto, se identificó la zona de terreno, natural, rocoso y semirocoso mediante la elaboración de 5 calicatas que al extraer el material se elaboró un ensayo exhaustivo de análisis granulométrico y límites de atterberg donde se obtuvo la clasificación de los materiales en base a su clasificación SUCS y a la estratigrafía observada in situ.
2. Se determinó el caudal de escorrentía en la modelación del sistema de alcantarillado pluvial mediante el software SWMM donde se identifican los errores hidráulicos o topográficos que informa el software SWMM.

Mediante el software SWMM se analizó el comportamiento del sistema de alcantarillado pluvial en Virahuanca - Moro mediante la modelación muestra el recorrido del agua de escorrentía por las redes y por cada uno de los nodos o alcantarillas.

VIII. RECOMENDACIONES

1. El método de modelado simplificado que se presenta aquí podría aplicarse fácilmente en otras ciudades propensas a inundaciones, en comparación con otros esquemas de modelado.

2. Puede contribuir a una mejor comprensión de la capacidad de drenaje insuficiente de los sistemas de alcantarillado y, por lo tanto, ayudar a informar las medidas de adaptación para la gestión sostenible del riesgo de inundaciones. Sin embargo, para llegar a resultados más fiables, se podrían realizar estudios futuros en los siguientes aspectos:

- Se debería desarrollar un modelo acoplado estrechamente para explorar los intercambios de flujo dinámico entre los modelos.

- Las soluciones completas para el tratamiento de enrutamiento de inundaciones serían un avance significativo, particularmente para incluir el efecto inercial del flujo de agua.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aranda, R (2006), Planeamiento, desarrollo urbanístico y drenaje urbano, Diseño y operación de redes de colectores de aguas de lluvia, Editorial Planeta. Quito.345 pp.

Calero, J. (2019). Evaluación técnica y social del proyecto del sistema de alcantarillado del pueblo de Bocapan - Tumbes. Tesis para obtener el grado de ingeniero civil. UCV Universidad César Vallejo.

Castañeda, J. (2019). Investigación de la variación en el tiempo del arrastre de fondo de sedimentos en ríos acorazados. Universidad de Piura.

Cérquin, P. (2016). Evaluación de la red de alcantarillado sanitario del jirón La Cantuta en la ciudad de Cajamarca. UTP Universidad Tecnológica del Perú.

Chávez, R. (2014), Medición en tiempo real de depósitos de retención como alternativa de rehabilitación de una red de alcantarillado. Aplicación a la cuenca de la Riera Roja de Sant Boi de Llobregat. Tesina de especialización. Universidad de Italia.

Dolz, J. y Gómez, M. (1994), Problemática del drenaje de aguas pluviales en zonas urbanas y del estudio hidráulico de las redes de colectores, Ingeniería del Agua, Colombia, 761pp

Franquet (2008). Cálculo hidráulico de las conducciones libres y forzadas una aproximación de los métodos estadísticos. Hydraulic calculation of free and forced conduits an approximation of statistical methods. 3ra ed. New York: Thomson. 608 pp.

ISBN: 97-AX-06860-AD614

Gutiérrez, R. (2012), Estudio del método Wallingford para el cálculo de redes de alcantarillado y su aplicación a la red de El Prat de Llobregat, tesis de grado de ingeniero. México.

Gutiérrez, H. (2018). Mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del centro poblado de La Planchada – Camaná. Universidad Nacional de San Agustín.

ISBN: 9789587717334

Llamoga, L. (2017). Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016. Cajamarca, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. UTP Universidad Tecnológica del Perú.

Morales, H. (2015). Estudio y Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario del Cantón El Copado, Municipio de Santo Domingo, Departamento de Suchitepéquez. Trabajo de Graduación Ingeniero Civil. Guatemala. Universidad de San Carlos.

Ozoriaga y Chávez. (2017). Diseño del sistema de alcantarillado pluvial en el jirón Loreto tramo Amazonas –Calle Real Distrito De Huancayo, Provincia Huancayo – Región Junín. Universidad Nacional de Ingeniería.

Pérez (2015) manifiesta “que es el conjunto de canales y distribuciones consignadas para recoger, conducir, evacuar y a trasladar las aguas servidas ocasionados por los humanos o los que desciende de la precipitación pluvial”.

Peréz, K. (2017) Diseño y construcción de alcantarillados de aguas residuales, pluviales y drenajes en carreteras. 326pp.

ISBN: 687-AX-068LPS614

Silva, P. (2015). Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Santisteban, B. (2013), Las políticas del agua en Europa a partir de la Directiva Marco del Agua, Ingeniería del Agua. Granada, España. 156pp.

Mantilla, J. (2015), Hidrología turística y modelos de alcantarillas, Curso de nuevas tecnologías aplicadas al diseño y renovación de alcantarillados urbanos, Universidad Politécnica de Valencia, Editorial Somos, 489 pp.

Medrano, M. (2006), Instrucciones secundarias de drenaje, Diseño y operación de redes de colectores de aguas de lluvia, Quito.

Juárez, M. (2015), Transformación lluvia escorrentía. Condiciones generales. Lluvia neta. Tiempo de concentración en zona urbana, Diseño y operación de redes de colectores de aguas de lluvia, Quito

EPA SWMM, Versión 5.1. User Manual. (2005) Recuperado de http://www.instagua.upv.es/swmm/descargas/Manual_SWMM5vE.pdf Gerbeau, J. F., &

Perthame, B. (2000). Derivation of viscous Saint-Venant system for laminar shallow water; numerical validation (Doctoral dissertation, INRIA).

Vélez Upegui, Jaime Ignacio. (2013). Estrategia de simulación Hidrológica Distribuida: Integración Conceptual de Hidrología, Hidráulica y Geomorfología. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 37(144), 393-409.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082013000300009 &lng=en&tlng=es.

ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
MODELACIÓN	El modelo de gestión de aguas pluviales de la agencia de protección ambiental de los estados unidos es un modelo dinámico de simulación de lluvia - escorrentía - escorrentía subsuperficial (Chávez, 2017, p. 58)	La modelación es analizada por un software que contiene varias maneras que brinda datos eficaces sobre la escorrentía y otros.	Diseño	Software	Nominal
SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	Este sistema de alcantarillado incluye estructuras de captación de las aguas, previamente analizadas, en estas áreas de la calzada se dará una pendiente transversal de acuerdo a la modelación (Jiménez, 2016, p. 18)	El sistema de alcantarillado pluvial cuenta con una captación superficial de las aguas, las cunetas laterales y sumideros que transportan las aguas hacia los colectores la cual permite evitar el desperdicio del agua.	Estructura de conducción	colectores	Ordinal
			Estructura de conexión y mantenimiento	conectores	Ordinal
			instalaciones complementarias	estaciones de bombeo	Ordinal

MATRIZ DE CONSISTENCIA

““MODELACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL – VIRAHUANCA – MORO – ANCASH – 2020”

DEFINICIÓN OPERACIONAL	DEFINICIÓN	V.I.	VARIABLE D.	DIMENSION	INDICADOR	METODOS	HERRAMIENTAS
La modelación es analizada por un software que contiene varias maneras que brinda datos eficaces sobre la escorrentía y otros.	El modelo de gestión de aguas pluviales de la agencia de protección ambiental de los estados unidos es un modelo dinámico de simulación de lluvia - escorrentía - escorrentía subsuperficial (Chávez, 2017, p. 58)	MODELACIÓN	Modelación	DISEÑO	Software	Nominal	TRABAJO DE GABINETE
DEFINICIÓN OPERACIONAL	DEFINICIÓN	V. I.	VARIABLE D.	DIMENSION	INDICADOR	METODOS	HERRAMIENTAS
El sistema de alcantarillado pluvial cuenta con una captación superficial de las aguas, las cunetas laterales y sumideros que transportan las aguas hacia los colectores la cual permite evitar el desperdicio del agua.	Este sistema de alcantarillado incluye estructuras de captación de las aguas, previamente analizadas, en estas áreas de la calzada se dará una pendiente transversal de acuerdo a la modelación (Jiménez, 2016, p. 18)	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	Sistema de alcantarillado pluvial	ESTRUCTURA DE CONEXIÓN Y MANTENIMIENTO	Estructura de conducción	RECOLECCION DE DATOS	FICHA DE OBSERV.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE LOS AUTORES

Nosotros. CARHUATOCTO ESPINAL, Néstor Renato y CORTEZ VILLANUEVA, Javier Jhon, alumnos de la facultad de Ingeniería Civil y Escuela de Profesional de Ingeniería Civil del Programa Académico Pregrado de la Universidad César Vallejo Filial Chimbote declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al trabajo de investigación Tesis Titulado “Modelación Del Sistema De Alcantarillado Pluvial – Virahuanca – Moro – Ancash – 2020”, son:

1. de nuestra autoría.
2. el presente trabajo de investigación de tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. el trabajo de investigación de Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente trabajo de investigación de Tesis son reales, no han sido falseados, ni copiados.

De tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, 01 de julio del 2021.

CARHUATOCTO ESPINAL, Néstor Renato
DNI N° 71504311

CORTEZ VILLANUEVA, Javier Jhon
DNI N° 41511221

TABLAS

1. Sistema de alcantarillado pluvial

Tabla N° 1: Características de los sistemas pluviales

Sistema	Características
Mayor o principal (Macro drenaje)	<ul style="list-style-type: none"> - Cuencas regionales grandes. - Aportes externos a las ciudades. - Formado por cauces naturales importantes - Cuenca aportante exterior a la zona urbana - Grandes aportes en crecidas - Diseño para TR grandes (100, 1000,..... Años) - Problemas mayores, ejemplo: Crecidas e inundaciones en ríos (ENSO), aluviones y huaycos - Consecuencias de inundaciones: Pérdidas de vidas y bienes, relativamente pocos afectados.
Menor y secundario (Micro drenaje)	<ul style="list-style-type: none"> - Cuencas urbanas pequeñas - Aportes internos en las ciudades - Formado por cauces naturales menores y artificiales - Cuenca aportante interior a la zona urbana. - Aportes moderadas en crecida - Diseño para TR menores (2, 5, 10,....., años) - Problemas menores, ejemplo: Inundaciones frecuentes en calles y avenidas - Consecuencias de inundación: Perdidas de bienes, tiempo, incomodidades y muchos afectados

Fuente: Basada en Granda (2013)

Elaboración propia

2. Coeficiente de escorrentía

Tabla N° 2. Coeficiente de escorrentía para el Método Racional.

características de la superficie	Periodo de retorno (años)		
	2	5	10
áreas urbanas			
Asfalto	0.73	0.77	0.81
Concreto / techos	0.75	0.8	0.83

Fuente: Elaboración en base al Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060

3. Tipo de tubos a usar

Tabla N° 3. Tipos de material de tubería para alcantarillado pluvial

Materiales para tubería	
Asbesto cemento.	
-	Hierro fundido dúctil
-	Policloruro de vinilo (PVC)
-	Poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP
Concreto armado centrifugado.	
-	Concreto pretensado centrifugado
-	Concreto armado vibrado
-	Arcilla vinílica

Fuente: elaboración en base al reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

4. Diámetro de las tuberías para alcantarillado pluvial

Tabla N° 4: diametro de tubería para alcantarillado pluvial.

Tipo de colector	Diámetro mínimo (m)
Colector troncal	0.50
lateral troncal	0.40*
Conducto lateral	0.40*

Fuente: elaboración en base al reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

5. Diseño Hidráulico

Tabla N° 5: Tipos de materiales de tubería para alcantarillado pluvial.

Tubería	Coefficiente de rugosidad de Maning
Asbesto cemento	0.01
Hierro fundido dúctil	0.01
Cloruro de polivinilo (PVC)	0.01
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.01
Concreto armado liso	0.013
concreto armado con revestimiento de PVC	0.01
Arcilla petrificada	0.01

Fuente:

elaboración en base al reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

6. Velocidad máxima

Tabla N° 6. Velocidad máxima para tubería de alcantarillado pluvial.

Materiales de la tubería	Agua con fragmentos de arena y grava
Asbesto cemento	3.0 m/s
Hierro fundido dúctil	3.0 m/s
Cloruro de polivinilo (PVC)	6.0 m/s
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3.0 m/s
Arcilla petrificada	3.0 m/s
concreto armado de:	3.5 m/s
140 kg/cm ²	2.0 m/s
142 kg/cm ²	3.3 m/s
143 kg/cm ²	4.0 m/s
144 kg/cm ²	4.3 m/s
145 kg/cm ²	5.0 m/s
Concreto armado de > 280 kg/cm ² curado al vapor.	6.6 m/s

Fuente: elaboración en base al reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

7. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

TABLA N° 7. RESULTADOS DE CALICATAS

CALICATAS	PROFUNDIDAD	PROFUNDIDAD	TIPO DE SUELO	COLOR DE SUELO
C - 1	2.00 m	1.80 m	Grava limosa	Beige oscuro
C - 2	0.80 m	0.80 m	Roca tipo granítica	Beige claro
C - 3	2.00 m	1.80 m	Grava limosa	Beige amarillento
C - 4	1.30 m	1.30 m	Finos no plástico y bolonería de 8"	Beige oscuro
C - 5	2.00 m	1.80 m	Grava limosa	Beige oscuro

FUENTE: GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Elaboración propia

8. CLASIFICACION DE MATERIALES CON FINES DE EXCAVACION

Tabla N° 8. TABLA DE CLASIFICACIÓN

CALICATA	PROF. (m)	SUCS	TIPO DE MATERIAL
C-1	2.00	GP-GM	NORMAL
C-2	0.80	SP/ROCA	ROCOSO
C-3	2.00	GP-GM	NORMAL
C-4	1.30	SP/ROCA	ROCOSO
C-5	2.00	GP-GM	NORMAL

FUENTE: GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

MODELO DE GESTIÓN DE AGUAS DE TORMENTA DE LA EPA - VERSIÓN 5.1
(Compilación 5.1.014)

Tabla N° 9. Opciones del análisis

Opciones de análisis		
Unidades de flujo	LPS	
Modelos de proceso:		
Lluvia / Escorrentía	SI	
RDII	NO	
Deshielo	NO	
Agua subterránea	NO	
Enrutamiento de flujo	SI	
Ponding permitido	NO	
Calidad del agua	NO	
Método de infiltración	GREEN_AMPT	
Método de enrutamiento de flujo	DYNWAVE	
Método de recargo	EXTRAN	
Fecha de inicio	06/16/2021	0:00:00
Fecha de finalización	07/16/2021	2:00:00
Días Secos Antecedente	0	

Paso de tiempo del informe	0:15:00
Paso de tiempo húmedo	0:05:00
Paso de tiempo de secado	1:00:00
Paso de tiempo de enrutamiento	60,00 seg.
Paso de tiempo variable	SI
Ensayos máximos	0:00:00
Número de subprocesos	0:00:00
Tolerancia de cabeza	0.001500 m

Fuente: Software SWMM 5.1

Tabla N° 10. Cantidad de escorrentía Continuidad

Cantidad de escorrentía Continuidad	Profundidad de Volumen	hectárea-m mm
Precipitación total	4.35	68.85
Pérdida por evaporación	0,000	0,000
Pérdida por infiltración	3.261	51.619
Escorrentía superficial	1.075	17.02
Almacenamiento final	0.015	0.234
Error de continuidad (%)	-0.035	

Fuente: Software SWMM 5.1

Tabla N° 11. Continuidad de enrutamiento de flujo

Continuidad de enrutamiento de flujo	Volumen	Volumen hectáreas-m 10 ^ 6 ltr
Entrada en tiempo seco	0,000	0,000
Flujo de entrada en tiempo húmedo	1.075	10.746
Entrada de agua subterránea	0,000	0,000
Entrada RDII	0	0
Entrada externa	0,000	0,000
Salida externa	0.302	3.018
Pérdida por inundación	0.774	7.74
Pérdida por evaporación	0,000	0,000
Pérdida por exfiltraciónn00	0,000	0,000
Volumen almacenado inicial	0,000	0,000
Volumen almacenado final	0	0
Error de continuidad (%)	-0.114	

Fuente: Software SWMM 5.1

Análisis iniciado el: jue. 17 de junio 14 : 02:12 2021
El análisis finalizó el: jue. 17 de junio 14: 02:14 2021
Tiempo total transcurrido : 00:00:02

NOTA: Las estadísticas resumidas que se muestran en este informe son basados en los resultados encontrados en cada paso de tiempo computacional, no solo en los resultados de cada paso de tiempo del informe.

Tabla N° 12. Resultados de las subcuencas

SUBCUENCA	TOTAL PRECIPITACI ÓN mm	TOTAL EVACUAVIÓ N mm	TOTAL EVACUACUI ÓN mm	TOTAL INFILTRACI ÓN mm	SIN CAMBIOS ESCORRENTÍ	CAMBIOS ESCORRENTÍ A mm	TOTAL ESCORRENTÍ A mm	TOTAL ESCORRENTÍ A 10^6 Ltr	PICO ESCORRENTÍ A LPS	COEFICIENT E ESCORRENTÍ
C 37	68.85	0.00	0.0	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 38	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 39	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 40	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 41	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 42	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 43	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 44	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 45	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 46	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 47	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 48	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 49	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 50	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 51	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247

C 52	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 53	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 54	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 55	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 56	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 57	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 58	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 59	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 60	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 61	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 62	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 63	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 64	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 65	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 66	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 67	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 68	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 69	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 70	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 71	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 72	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 73	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 74	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247
C 75	68.85	0.00	0.00	51.62	17.00	0.02	17.02	0.28	29.03	0.247

Fuente: Software SWMM 5.1bla

Tabla N° 13. Profundidad del nodo

NODO	TIPO	MEDIDORES DE PROFUNDIDAD MEDIA	MEDIDORES DE PROFUNDIDAD MÁXIMA	MEDIDORES MÁXIMOS DE HGL	DÍA DE PROFUNDIDAD MÁXIMA	HORA DE PROFUNDIDAD MÁXIMA	MÁXIMOS MEDIDORES DE PROFUNDIDAD REPORTADOS
N 1	UNIÓN	0.00	0.08	415.88	0	3:00	0.08
N 2	UNIÓN	0.02	1.25	414.83	0	2:05	1.25
N 3	UNIÓN	0.00	0.13	414.93	0	3:00	0.13
N 4	UNIÓN	0.01	0.82	414.93	0	2:20	0.82
N 5	UNIÓN	0.01	1.08	414.88	0	2:20	1.08
N 6	UNIÓN	0.00	0.00	415.42	0	0:00	0
N 7	UNIÓN	0.02	1.25	414.43	0	2:03	1.25
N 8	UNIÓN	0.02	1.18	414.1	0	2:03	1.16
N 9	UNIÓN	0.02	1.25	413.75	0	2:03	1.24
N 10	UNIÓN	0.02	1.25	413.39	0	1:46	1.25
N 11	UNIÓN	0.02	1.25	413.06	0	1:34	1.25
N 12	UNIÓN	0.02	1.25	412.79	0	1:25	1.25
N 13	UNIÓN	0.00	0.00	420.31	0	0:00	0
N 14	UNIÓN	0.00	0.10	417.21	0	3:00	0.1
N 15	UNIÓN	0.01	1.18	414.73	0	3:00	1.18
N 16	UNIÓN	0.01	1.25	413.95	0	2:05	1.25
N 17	UNIÓN	0.02	1.25	412.62	0	1:23	1.25
N 18	UNIÓN	0.01	0.88	414.73	0	3:00	0.88
N 19	UNIÓN	0.00	0.00	412.39	0	0:00	0
N 20	UNIÓN	0.02	1.12	412.27	0	3:00	1.12
N 21	UNIÓN	0.00	0.00	415.85	0	0:00	0
N 22	UNIÓN	0.00	1.12	414.41	0	3:00	0.12
N 23	UNIÓN	0.00	0.22	412.26	0	3:00	0.22
N 24	UNIÓN	0.02	1.25	411.21	0	1:18	1.25
N 25	UNIÓN	0.00	0.00	410.23	0	0:00	0
N 26	UNIÓN	0.00	0.21	414.18	0	3:00	0.21
N 27	UNIÓN	0.01	0.79	412.35	0	2:20	0.79
N 28	UNIÓN	0.02	1.25	411.01	0	1:18	1.25
N 29	UNIÓN	0.00	0.07	418.17	0	3:00	0.07
N 30	UNIÓN	0.00	0.16	413.88	0	3:00	0.16
N 31	UNIÓN	0.01	1.25	412.35	0	2:09	1.25
N 32	UNIÓN	0.02	1.25	410.79	0	1:18	1.25
N 33	UNIÓN	0.02	1.25	410.85	0	1:18	1.25
N 34	UNIÓN	0.00	0.00	417.10	0	0:00	0
N 35	UNIÓN	0.00	0.09	413.69	0	3:00	0.09
N 36	UNIÓN	0.00	0.44	412.81	0	2:19	0.41

N 37	UNIÓN	0.02	1.25	410.57	0	2:03	1.25
N 38	UNIÓN	0.00	0.00	414.60	0	0:00	0
N 39	UNIÓN	0.00	0.09	413.62	0	3:00	0.09
N 40	UNIÓN	0.02	1.25	410.35	0	2:10	1.25
N 41	UNIÓN	0.00	0.09	418.74	0	3:00	0.09
N 42	UNIÓN	0.00	0.09	417.55	0	3:00	0.09
N 43	UNIÓN	0.00	0.12	416.22	0	3:00	0.12
N 44	UNIÓN	0.00	0.13	412.48	0	3:00	0.12
N 45	UNIÓN	0.01	1.11	409.99	0	3:00	1.11
N 46	UNIÓN	0.00	0.07	419.32	0	3:00	0.07
N 47	UNIÓN	0.01	0.86	409.47	0	3:00	0.86
N 48	UNIÓN	0.01	0.65	408.96	0	3:00	0.65
D 1	UNIÓN	0.01	0.34	408.35	0	3:00	0.34

Fuente: Software SWMM 5.1

Tabla N° 14. Flujo De Nodo

NODO	TIPO	FLUJO LATERAL MÁXIMO	FLUJO TOTAL MÁXIMO	DÍA DE MÁXIMO FLUJO	HORA DE FLUJO MÁXIMO	VOLUMEN DE FLUJO LATERAL 10 ⁶ Ltr	VOLUMEN TOTAL DE FLUJO 10 ⁶ Ltr	PORCENTAJE DE ERROR DE BALANCO DE FLUJO
N32	UNIÓN	0.00	197.45	0	2:18	0	2.7	-0.0
N25	UNIÓN	0.00	0.00	0	0:00	0	0	0.0
N21	UNIÓN	0.00	0.00	0	0:00	0	0	0.0
N19	UNIÓN	0.00	0.00	0	0:00	0	0	0.0
N13	UNIÓN	0.00	0.00	0	0:00	0	0	0.0
N34	UNIÓN	0.00	0.00	0	0:00	0	0	0.0
D1	UNIÓN	0.00	224.34	0	3:00	0	3.02	0.0
N47	UNIÓN	0.00	195.43	0	3:00	0	2.74	-0.0
N44	UNIÓN	0.00	86.85	0	3:00	0	0.827	-0.0
N42	UNIÓN	0.00	28.99	0	3:00	0	0.276	0.0
N38	UNIÓN	0.00	0.00	0	0:00	0	0	0.0
N3	UNIÓN	0.00	7.75	0	2:05	0	0.0021	2.7
N9	UNIÓN	0.00	77.82	0	2:09	0	1.06	-0.0
N5	UNIÓN	0.00	33.21	0	5:05	0	0.277	0.0
N8	UNIÓN	0.00	77.85	0	2:09	0	1.06	-0.0
N6	UNIÓN	0.00	0.00	0	5:05	0	0	0.0
N11	UNIÓN	0.00	75.92	0	2:06	0	1.11	-0.1
N36	UNIÓN	29.03	86.95	0	0:00	0.276	0.827	-0.0
N37	UNIÓN	29.03	131.83	0	2:30	0.276	1.51	-0.0
N35	UNIÓN	29.03	29.03	0	3:00	0.276	0.276	-0.0
N7	UNIÓN	29.03	112.62	0	1:18	0.276	1.28	-0.0
N33	UNIÓN	29.03	81.90	0	3:00	0.276	1.21	-0.0

N1	UNIÓN	29.03	29.03	0	3:00	0.276	0.276	-0.0
N48	UNIÓN	29.03	86.96	0	3:00	0.276	3.02	-0.0
N4	UNIÓN	29.03	195.54	0	3:00	0.276	0.278	-0.0
N43	UNIÓN	29.03	29.03	0	3:00	0.276	0.827	-0.0
N45	UNIÓN	29.03	29.03	0	3:00	0.276	2.74	-0.0
N41	UNIÓN	29.03	121.52	0	3:00	0.276	0.276	-0.0
N39	UNIÓN	29.03	86.28	0	3:00	0.276	0.276	-0.0
N40	UNIÓN	29.03	106.85	0	3:00	0.276	1.67	-0.0
N46	UNIÓN	29.03	235.95	0	3:00	0.276	0.276	-0.0
N23	UNIÓN	29.03	97.71	0	3:00	0.276	0.857	0.0
N22	UNIÓN	29.03	52.58	0	3:00	0.276	0.54	-0.0
N10	UNIÓN	29.03	110.33	0	3:00	0.276	1.34	-0.0
N17	UNIÓN	29.03	29.03	0	3:00	0.276	3.03	0.0
N12	UNIÓN	29.03	88.26	0	3:00	0.276	1.3	0.1
N26	UNIÓN	29.03	225.90	0	3:00	0.276	0.417	0.0
N30	UNIÓN	29.03	40.52	0	3:00	0.276	0.968	-0.0
N29	UNIÓN	29.03	116.78	0	3:00	0.276	0.276	-0.0
N28	UNIÓN	29.03	88.26	0	1:17	0.276	1.29	-0.0
N31	UNIÓN	29.03	225.90	0	3:00	0.276	2.23	-0.0
N27	UNIÓN	29.03	40.52	0	2:11	0.276	0.37	-0.2
N15	UNIÓN	58.06	116.78	0	3:00	0.551	1.41	-0.0
N2	UNIÓN	58.06	115.91	0	3:00	0.551	1.1	-0.0
N14	UNIÓN	58.06	58.06	0	3:00	0.551	0.551	-0.0
N24	UNIÓN	58.06	323.19	0	3:00	0.551	3.34	-0.0
N20	UNIÓN	58.06	136.17	0	3:00	0.551	1.98	-0.0
18	UNIÓN	58.06	58.06	0	3:00	0.551	0.575	-0.0
N16	UNIÓN	58.06	174.71	0	3:00	0.551	1.97	-0.0

Fuente: Software SWMM 5.1

Tabla N° 15. Recargo De Nodo

NODO	TIPO	HORAS RECARGADA S	ALTURA MÁXIMA POR ENCIMA DE LOS METROS DE CORONA	PROFUNDIDA D MÁXIMA POR DEBAJO DE LOS METROS DE LA LLANTA
N 2	UNIÓN	3.61	0.945	0.000
N 4	UNIÓN	2.98	0.511	0.434
N 5	UNIÓN	3.35	0.774	0.171
N 7	UNIÓN	3.79	0.945	0.000
N 8	UNIÓN	3.86	0.874	0.071
N 9	UNIÓN	3.96	0.944	0.001

N 10	UNIÓN	4.03	0.945	0.000
N 11	UNIÓN	4.10	0.945	0.000
N 12	UNIÓN	4.16	0.945	0.000
N 15	UNIÓN	2.97	0.875	0.070
N 16	UNIÓN	3.68	0.945	0.000
N 17	UNIÓN	4.22	0.945	0.000
N 18	UNIÓN	2.10	0.575	0.370
N 20	UNIÓN	4.18	0.816	0.129
N 24	UNIÓN	4.38	0.945	0.000
N 25	UNIÓN	732	0.000	1.250
N 27	UNIÓN	2.11	0.482	0.463
N 28	UNIÓN	4.43	0.945	0.000
N 31	UNIÓN	3.53	0.945	0.000
N 32	UNIÓN	4.37	0.945	0.000
N 33	UNIÓN	4.48	0.945	0.000
N 36	UNIÓN	0.76	0.136	0.809
N 37	UNIÓN	4.37	0.945	0.000
N 40	UNIÓN	4.35	0.945	0.000
N 45	UNIÓN	3.51	0.706	0.144
N 47	UNIÓN	3.18	0.461	0.389
N 48	UNIÓN	2.21	0.239	0.604

Fuente: Software SWMM 5.1

Tabla N° 16. Inundación De Nodos

NOD O	HORAS INUNDAD AS	TARIF A MÁXIM A LPS	DÍA DE INUNDACION ES MÁXIMAS	HORAS DE INUNDAC IONES MÁXIMAS	VOLUME N TOTAL DE INUNDAC IONES 10 ⁶ Ltr	MEDIDORE S DE PROFUNDI DAD MÁXIMA PONDED
N2	0.99	51.75	0	3:00	0.029	0.000
N7	4.00	35.25	0	3:00	0.064	0.000
N10	4.19	263.99	0	3:00	0.087	0.000
N11	3.88	135.46	0	2:31	0.103	0.000
N12	0.90	11.16	0	3:00	0.121	0.000
N16	1.99	29.01	0	3:00	0.147	0.000
N17	3.94	49.51	0	3:00	0.212	0.000
N24	3.27	30.91	0	3:00	0.234	0.000
N28	2.11	34.78	0	3:00	0.358	0.000
N31	1.16	32.26	0	3:00	0.449	0.000
N32	3.50	7.25	0	2:19	0.555	0.000
N33	3.80	157.81	0	3:00	1.462	0.000
N37	0.99	22.22	0	3:00	1.593	0.000

N40	3.80	43.19	0	3:00	2.327	0.000
-----	------	-------	---	------	-------	-------

Fuente: Software SWMM 5.1

Tabla N° 17. Nodo De Salida

NODO DE SALIDA	FRECUENCIA DE FLUJO. PCNT	AVG. FLUJO LPS	FLOJO MAXIMO LPS	VOLUMEN TOTAL10^6 Ltr
D1	3.82	85.96	224.34	3.018

Fuente: Software SWMM 5.1

Tabla N° 18. Flujo De Enlace

ENLACE	TIPO	FLUJO MÁXIMO LPS	DÍA DE FLUJO MÁXIMO	HORAS DE FLUJO MAXIMO	MXIMA VELOCIDA m/seg	MAX / flujo completo	PROFUNDIDAD MÁX / COMPLETA
L89	UNIÓN	0.00	0	0:00	0.00	0.00	0.5
L90	UNIÓN	7.75	0	2:05	0.17	0.07	0.71
L91	UNIÓN	33.21	0	5:05	0.77	0.45	1.00
L92	UNIÓN	40.31	0	5:09	0.62	0.65	1.00
L93	UNIÓN	29.00	0	3:00	0.61	0.15	0.63
L94	UNIÓN	83.59	0	3:06	1.14	1.00	1.00
L95	UNIÓN	77.85	0	2:06	1.12	1.16	1.00
L96	UNIÓN	77.82	0	2:09	1.19	0.91	1.00

L97	UNIÓ N	77.85	0	2:05	1.07	0.98	1.00
L98	UNIÓ N	75.92	0	2:30	1.06	1.00	1.00
L99	UNIÓ N	68.68	0	1:51	0.94	1.00	1.00
L100	UNIÓ N	65.48	0	5:15	0.90	1.20	1.00
L101	UNIÓ N	107.35	0	5:11	1.47	1.73	1.00
L102	UNIÓ N	136.13	0	3:00	1.86	0.94	1.00
L103	UNIÓ N	77.96	0	1:17	1.07	1.32	1.00
L104	UNIÓ N	72.15	0	5:34	0.99	1.36	1.00
L105	UNIÓ N	73.12	0	5:34	1.00	2.26	1.00
L106	UNIÓ N	121.25	0	1:18	1.70	1.96	1.00
L107	UNIÓ N	110.84	0	1:18	1.63	1.76	1.00
L112	UNIÓ N	0.00	0	0:00	0.00	0.00	0.16
L113	UNIÓ N	57.98	0	3:00	1.13	0.23	0.66
L114	UNIÓ N	116.65	0	3:00	1.67	0.96	1.00
L115	UNIÓ N	152.42	0	2:21	2.09	1.00	1.00
L116	UNIÓ N	57.27	0	3:00	1.06	0.65	0.69
L117	UNIÓ N	37.11	0	4:18	0.76	0.51	1.00
L118	UNIÓ N	0.00	0	0:00	0.00	0.00	0.19
L119	UNIÓ N	0.00	0	0:00	0.00	0.00	0.36
L120	UNIÓ N	62.51	0	3:00	1.68	0.32	0.56
L121	UNIÓ N	129.12	0	3:00	1.93	0.68	0.86
L122	UNIÓ N	23.57	0	3:00	0.60	0.32	0.53
L123	UNIÓ N	52.37	0	3:00	1.16	0.79	0.60
L124	UNIÓ N	40.58	0	2:11	0.64	0.44	0.86

L125	UNIÓ N	29.49	0	5:02	0.56	0.33	1.00
L126	UNIÓ N	29.00	0	3:00	1.31	0.10	0.37
L127	UNIÓ N	110.11	0	3:00	1.84	0.51	0.76
L128	UNIÓ N	165.08	0	2:18	2.26	1.00	1.00
L129	UNIÓ N	0.00	0	0:00	0.00	0.00	0.15
L130	UNIÓ N	28.97	0	3:00	0.93	0.20	0.65
L131	UNIÓ N	0.00	0	0:00	0.00	0.00	0.15
L132	UNIÓ N	28.97	0	3:00	0.93	0.20	0.65
L133	UNIÓ N	86.89	0	3:00	1.19	0.58	1.00
L134	UNIÓ N	28.99	0	3:00	1.57	0.20	0.30
L135	UNIÓ N	28.96	0	3:00	1.29	0.19	0.35
L136	UNIÓ N	86.85	0	3:00	3.12	0.34	0.41
L137	UNIÓ N	86.83	0	3:00	1.58	0.35	0.71
L138	UNIÓ N	29.00	0	3:00	1.44	0.12	0.32
L139	UNIÓ N	110.92	0	1:20	1.56	1.79	1.00
L140	UNIÓ N	195.43	0	3:00	1.56	1.38	1.00
L141	UNIÓ N	195.55	0	3:00	1.56	1.31	1.00
L142	UNIÓ N	224.34	0	3:00	1.80	1.44	0.92

Fuente: Software SWMM 5.1

Tabla N° 19. Clasificación De Flujo

CONDUCTO	LONGITUD REAL AJUSTADA	TOTAL MENESTE SECO	UPSTRM SECO	DNSTR M SECO	SUB CRITICO	SUPER CRITICO	UPSTRM CRITICO	DNSTR M CRITICO	FLOTACIÓN NORMAL LIMITADA	CONTROL DE ENTRADA
L89	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L90	1.00	0.00	0.98	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
L91	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00
L92	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00
L93	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00
L94	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
L95	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00
L96	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
L97	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00
L98	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
L99	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00
L100	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
L101	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00
L102	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
L103	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00
L104	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00
L105	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.00
L106	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00
L107	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00
L112	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L113	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
L114	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.86	0.00
L115	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
L116	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00

L117	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
L118	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L119	1.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	1.00	0.00
L121	1.00	0.00	0.02	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
L122	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
L123	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00
L124	1.00	0.00	0.02	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
L125	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
L126	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
L127	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00
L128	1.00	0.00	0.02	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
L129	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L130	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	1.00	0.00
L131	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L132	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	1.00	0.00
L133	1.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00
L134	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	0.98	0.00
L135	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.02	0.00	0.00	1.00	0.00
L136	1.00	0.00	0.01	0.00	0.64	0.04	0.00	0.00	0.03	0.00
L137	1.00	0.00	0.94	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	1.00	0.00
L138	1.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.02	0.00	0.00	1.00	0.00
L139	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00
L140	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00
L141	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00
L142	1.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Software SWMM 5.1

Tabla N° 20. Recargo De Conducto

CONDUCTO	HORAS AMBOS TERMINAN LLENOS	HORAS CORRIENTE ARRIBA LLENO	HORAS DNSTREAM COMPLETO	HORAS POR ENCIMA DEL FLUJO NORMAL	CAPACIDAD DE HORAS LIMITADA
L90	0.01	0.01	2.97	4.37	0.41
L91	2.98	2.98	3.34	4.56	0.49
L92	3.34	3.34	3.61	4.45	2.36
L93	0.01	0.01	3.61	4.48	3.45
L94	3.61	3.61	3.8	0.01	0.01
L95	3.79	3.79	3.86	0.01	0.01
L96	3.86	3.86	3.96	0.01	0.01
L97	3.96	3.96	4.02	0.01	0.01
L98	4.02	4.02	4.1	0.01	0.01
L99	4.1	4.1	4.15	0.01	0.01
L100	4.16	4.16	4.22	0.01	0.01
L101	4.18	4.22	4.18	0.01	0.01
L102	4.18	4.18	4.37	0.01	0.01
L103	4.37	4.37	4.43	0.01	0.01
L104	4.43	4.43	4.48	0.01	0.01
L105	4.37	4.48	4.37	0.01	0.01
L106	4.36	4.37	4.36	0.01	0.01
L107	4.35	4.36	4.35	0.01	0.01
L113	0.01	0.01	2.96	0.01	0.01
L114	2.96	2.96	3.68	0.01	0.01
L115	3.68	3.68	4.22	0.01	0.01
L116	0.01	0.01	2.09	0.01	0.01
L117	2.09	2.09	2.96	0.01	0.01
L121	0.01	0.01	4.37	0.01	0.01
L124	0.01	0.01	2.12	0.01	0.01
L125	2.11	2.11	3.53	0.01	0.01
L127	0.01	0.01	3.53	0.01	0.01
L128	3.53	3.53	4.37	0.01	0.01
L130	0.01	0.01	0.76	0.01	0.01
L132	0.01	0.01	0.76	0.01	0.01
L133	0.76	0.76	3.53	0.01	0.01
L137	0.01	0.01	3.8	0.01	0.01
L139	3.81	4.35	3.81	4.5	3.81
L140	3.17	3.51	3.17	3.77	3.17
L141	2.26	3.17	2.26	3.73	2.26
L142	0.01	2.21	0.01	3.73	0.01

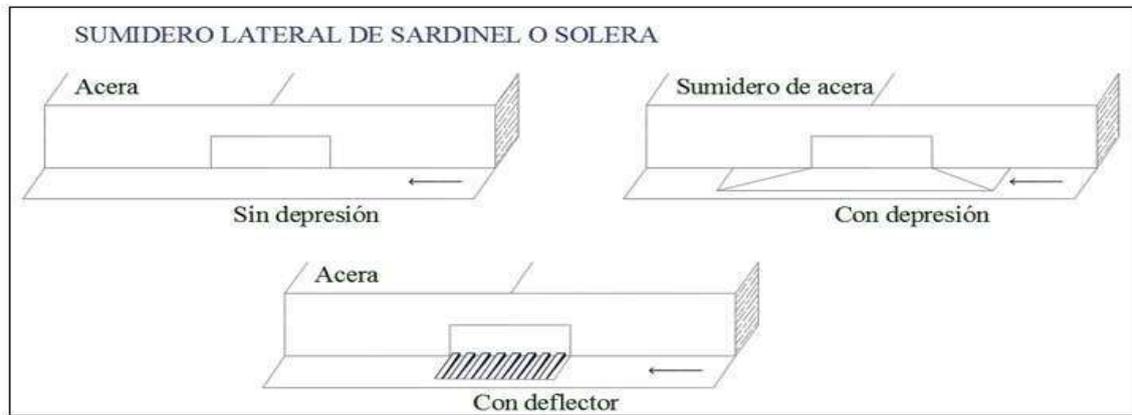
Fuente: Software SWMM 5.1

FIGURAS

1. Sumidero

1.1. Sumidero adyacente en sardinel o solera

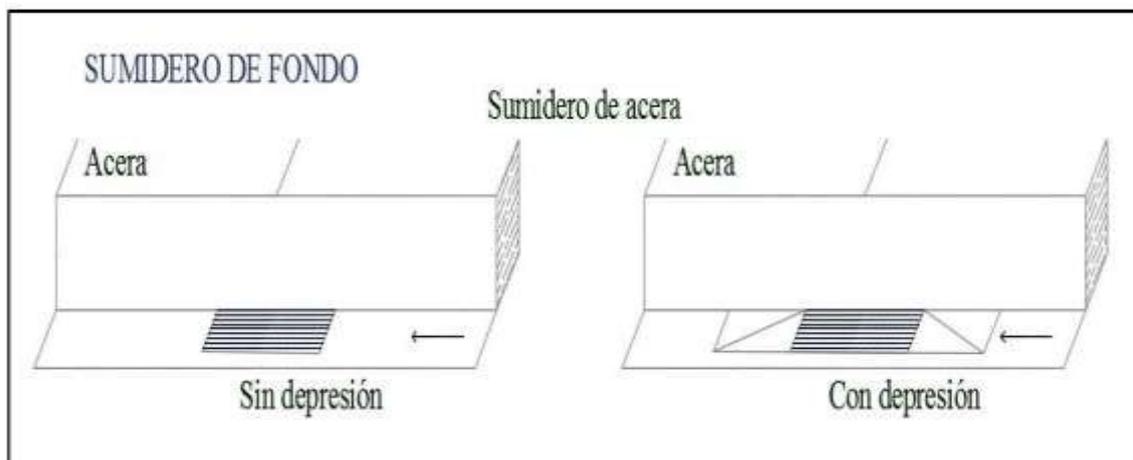
Figura N° 1. Sumidero lateral de sardinel o solera



.Fuente: elaboración en base al reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

1.2. Sumideros de fondo

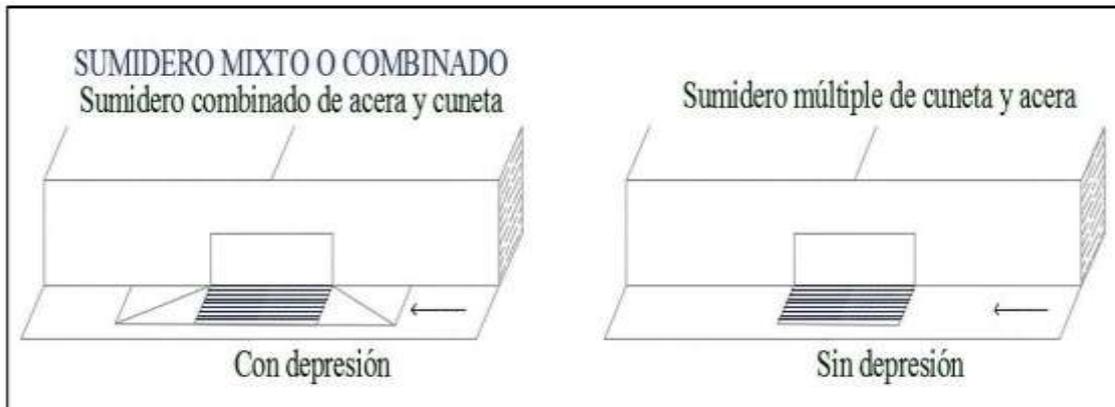
Figura 2. Sumidero de fondo.



Fuente: elaboración en base al reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

1.1. Sumidero mixto o combinado

Figura N° 3. Sumidero mixto o combinado.



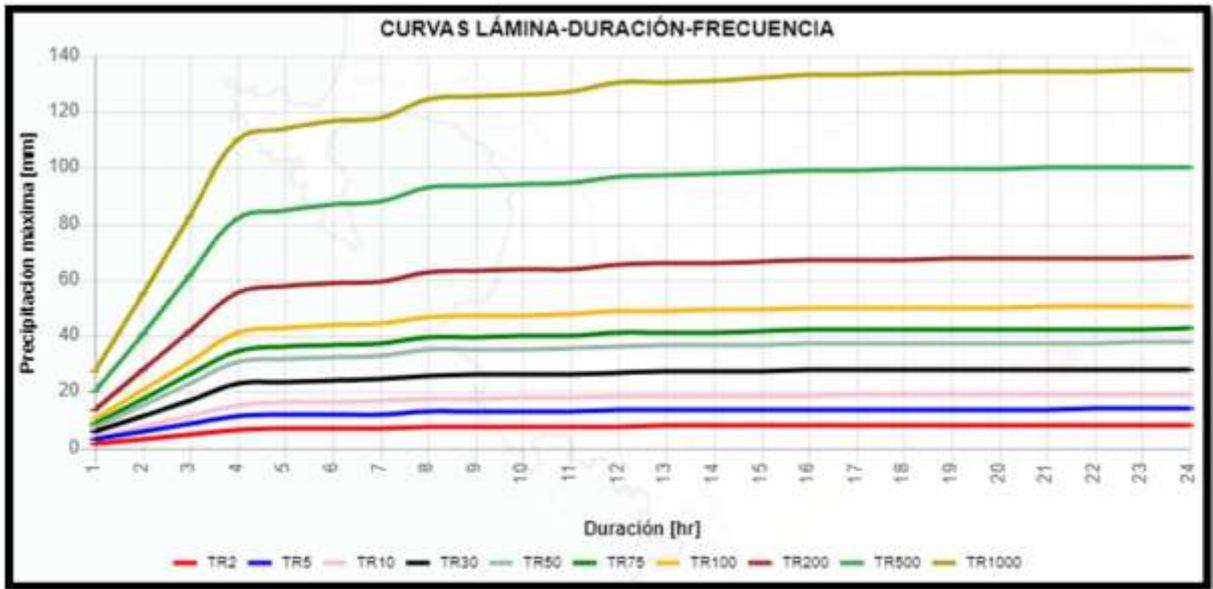
Fuente: elaboración en base al reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

Figura N° 4. Tiempo de retorno de la intensidad de precipitaciones

Intensidades de precipitación, para diferentes duraciones y periodos de retorno							
DURACIÓN	TR2	TR5	TR10	TR30	TR50	TR75	TR100
1-hr	3.2(2.4-4.1)	4.8(3.6-6.5)	6.5(5.0-9.2)	10.5(8.2-16.0)	13.2(10.3-20.7)	15.8(12.3-25.3)	17.9(14.0-29.3)
2-hr	2.1(1.6-2.6)	3.1(2.4-4.2)	4.2(3.2-5.9)	6.8(5.3-10.3)	8.6(6.7-13.4)	10.2(8.0-16.4)	11.6(9.1-19.0)
3-hr	1.6(1.2-2.0)	2.4(1.8-3.2)	3.3(2.5-4.6)	5.3(4.1-8.0)	6.6(5.2-10.4)	8.0(6.0-12.8)	9.0(7.1-14.8)
4-hr	1.3(1.0-1.7)	2.0(1.5-2.7)	2.7(2.1-3.9)	4.4(3.4-6.7)	5.6(4.3-8.7)	6.6(5.2-10.7)	7.5(5.9-12.3)
5-hr	1.2(0.9-1.5)	1.7(1.3-2.4)	2.4(1.8-3.4)	3.9(3.0-5.8)	4.8(3.8-7.6)	5.8(4.5-9.3)	6.6(5.1-10.7)
6-hr	1.0(0.8-1.3)	1.6(1.2-2.1)	2.1(1.6-3.0)	3.4(2.7-5.2)	4.3(3.4-6.7)	5.2(4.0-8.3)	5.9(4.6-9.6)
7-hr	0.9(0.7-1.2)	1.4(1.1-1.9)	1.9(1.5-2.7)	3.1(2.4-4.7)	3.9(3.0-6.1)	4.7(3.7-7.5)	5.3(4.2-8.7)
8-hr	0.9(0.7-1.1)	1.3(1.0-1.8)	1.8(1.4-2.5)	2.9(2.2-4.4)	3.6(2.8-5.6)	4.3(3.4-6.9)	4.9(3.8-8.0)
9-hr	0.8(0.6-1.0)	1.2(0.9-1.6)	1.6(1.3-2.3)	2.7(2.1-4.0)	3.3(2.6-5.2)	4.0(3.1-6.4)	4.5(3.6-7.4)
10-hr	0.8(0.6-1.0)	1.1(0.9-1.5)	1.5(1.2-2.2)	2.5(1.9-3.8)	3.1(2.4-4.9)	3.8(2.9-6.0)	4.3(3.3-7.0)
11-hr	0.7(0.5-0.9)	1.1(0.8-1.4)	1.4(1.1-2.0)	2.4(1.8-3.6)	3.0(2.3-4.6)	3.5(2.8-5.7)	4.0(3.1-6.6)
12-hr	0.7(0.5-0.9)	1.0(0.8-1.4)	1.4(1.1-1.9)	2.2(1.7-3.4)	2.8(2.2-4.4)	3.3(2.6-5.4)	3.8(3.0-6.2)
13-hr	0.6(0.5-0.8)	1.0(0.7-1.3)	1.3(1.0-1.8)	2.1(1.6-3.2)	2.7(2.1-4.2)	3.2(2.5-5.1)	3.6(2.8-5.9)
14-hr	0.6(0.5-0.8)	0.9(0.7-1.2)	1.2(1.0-1.8)	2.0(1.6-3.1)	2.5(2.0-4.0)	3.0(2.4-4.9)	3.5(2.7-5.6)
15-hr	0.6(0.4-0.7)	0.9(0.7-1.2)	1.2(0.9-1.7)	1.9(1.5-2.9)	2.4(1.9-3.8)	2.9(2.3-4.7)	3.3(2.6-5.4)
16-hr	0.6(0.4-0.7)	0.8(0.6-1.1)	1.2(0.9-1.7)	1.9(1.4-2.8)	2.3(1.8-3.7)	2.8(2.2-4.5)	3.2(2.5-5.2)
17-hr	0.5(0.4-0.7)	0.8(0.6-1.1)	1.1(0.9-1.6)	1.8(1.4-2.7)	2.3(1.8-3.5)	2.7(2.1-4.3)	3.1(2.4-5.0)
18-hr	0.5(0.4-0.7)	0.8(0.6-1.1)	1.1(0.8-1.6)	1.7(1.3-2.6)	2.2(1.7-3.4)	2.6(2.0-4.2)	3.0(2.3-4.8)
19-hr	0.5(0.4-0.6)	0.8(0.6-1.0)	1.1(0.8-1.5)	1.7(1.3-2.5)	2.1(1.6-3.3)	2.5(2.0-4.0)	2.9(2.2-4.7)
20-hr	0.5(0.3-0.6)	0.7(0.6-1.0)	1.0(0.8-1.4)	1.6(1.3-2.5)	2.0(1.6-3.2)	2.4(1.9-3.9)	2.8(2.2-4.5)
21-hr	0.5(0.4-0.6)	0.7(0.5-1.0)	1.0(0.8-1.4)	1.6(1.2-2.4)	2.0(1.5-3.1)	2.4(1.8-3.8)	2.7(2.1-4.4)
22-hr	0.5(0.3-0.6)	0.7(0.5-0.9)	0.9(0.7-1.3)	1.5(1.2-2.3)	1.9(1.5-3.0)	2.3(1.8-3.7)	2.6(2.0-4.3)
23-hr	0.4(0.3-0.6)	0.7(0.5-0.9)	0.9(0.7-1.3)	1.5(1.2-2.3)	1.9(1.4-2.9)	2.2(1.7-3.6)	2.5(2.0-4.1)
24-hr	0.4(0.3-0.6)	0.7(0.5-0.9)	0.9(0.7-1.3)	1.4(1.1-2.2)	1.8(1.4-2.8)	2.2(1.7-3.5)	2.5(1.9-4.0)

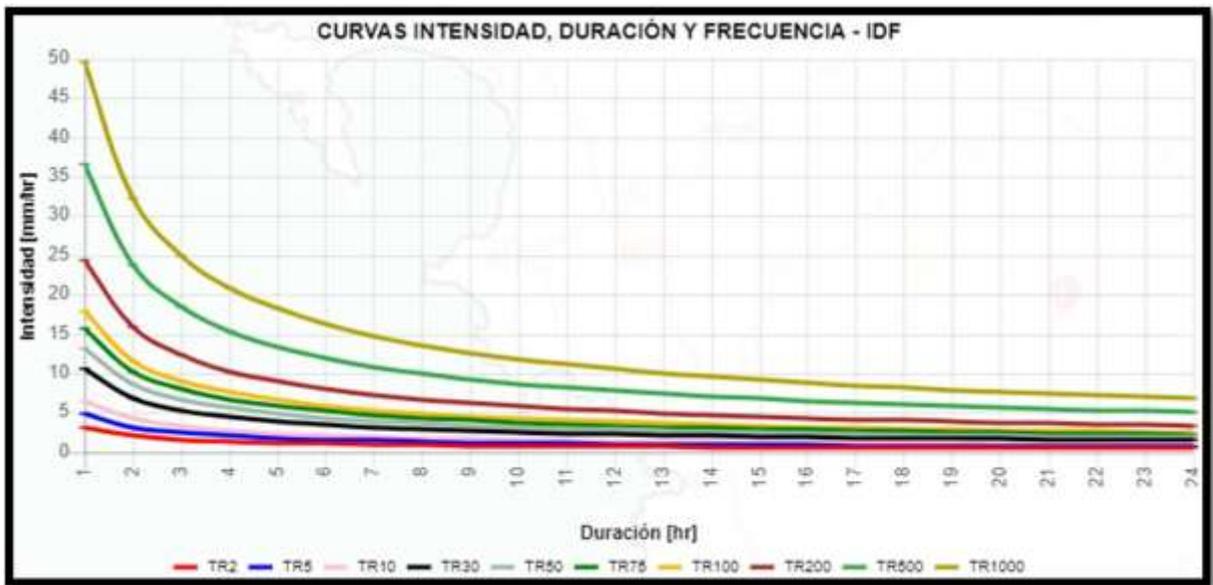
FUENTE: Ministerio Del Ambiente (SENAMHI)

Figura N° 5. Curvas Lamina – Duración - Frecuencia



FUENTE: Ministerio Del Ambiente (SENAMHI)

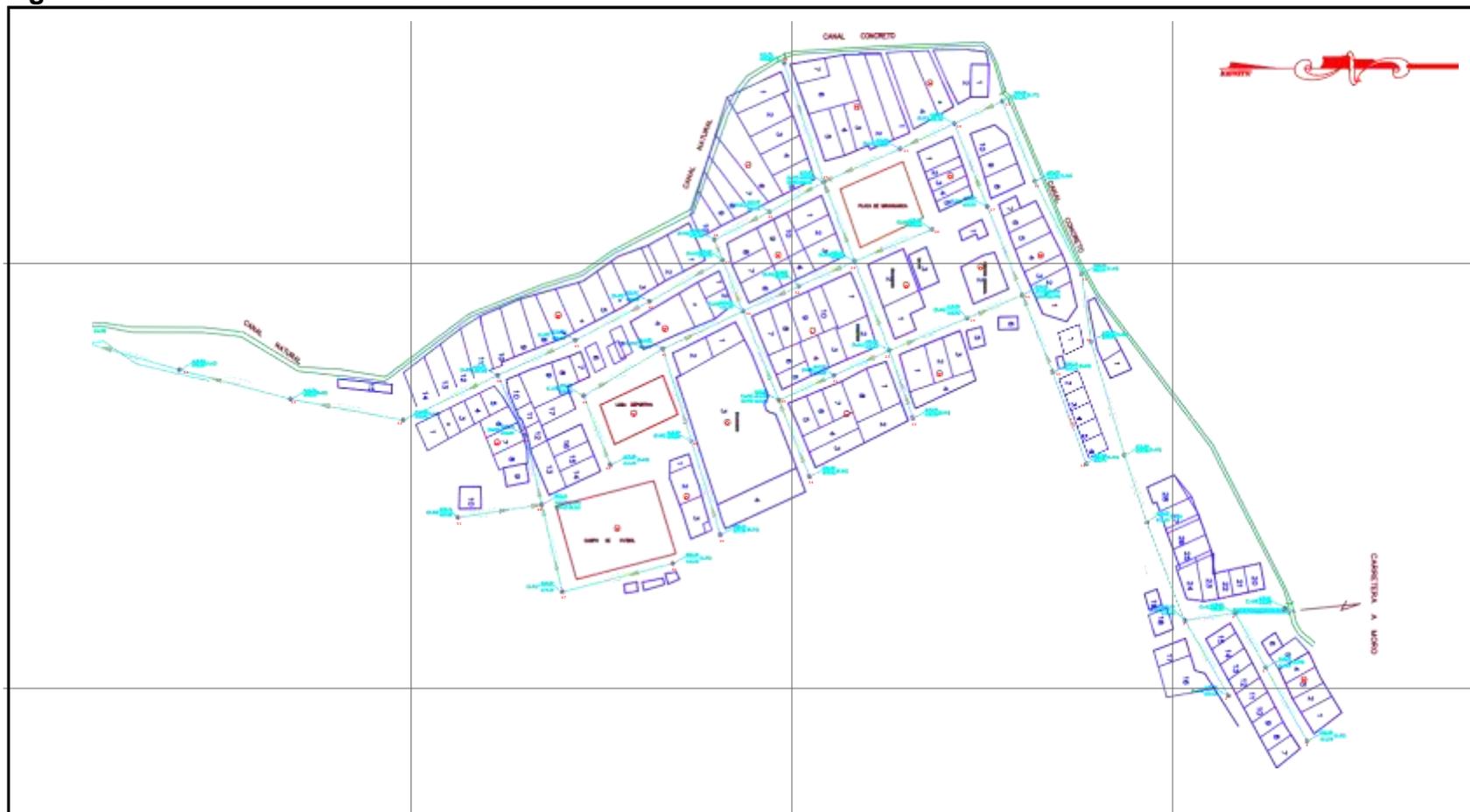
Figura N° 6. Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia - IDF



FUENTE: Ministerio Del Ambiente (SENAMHI)

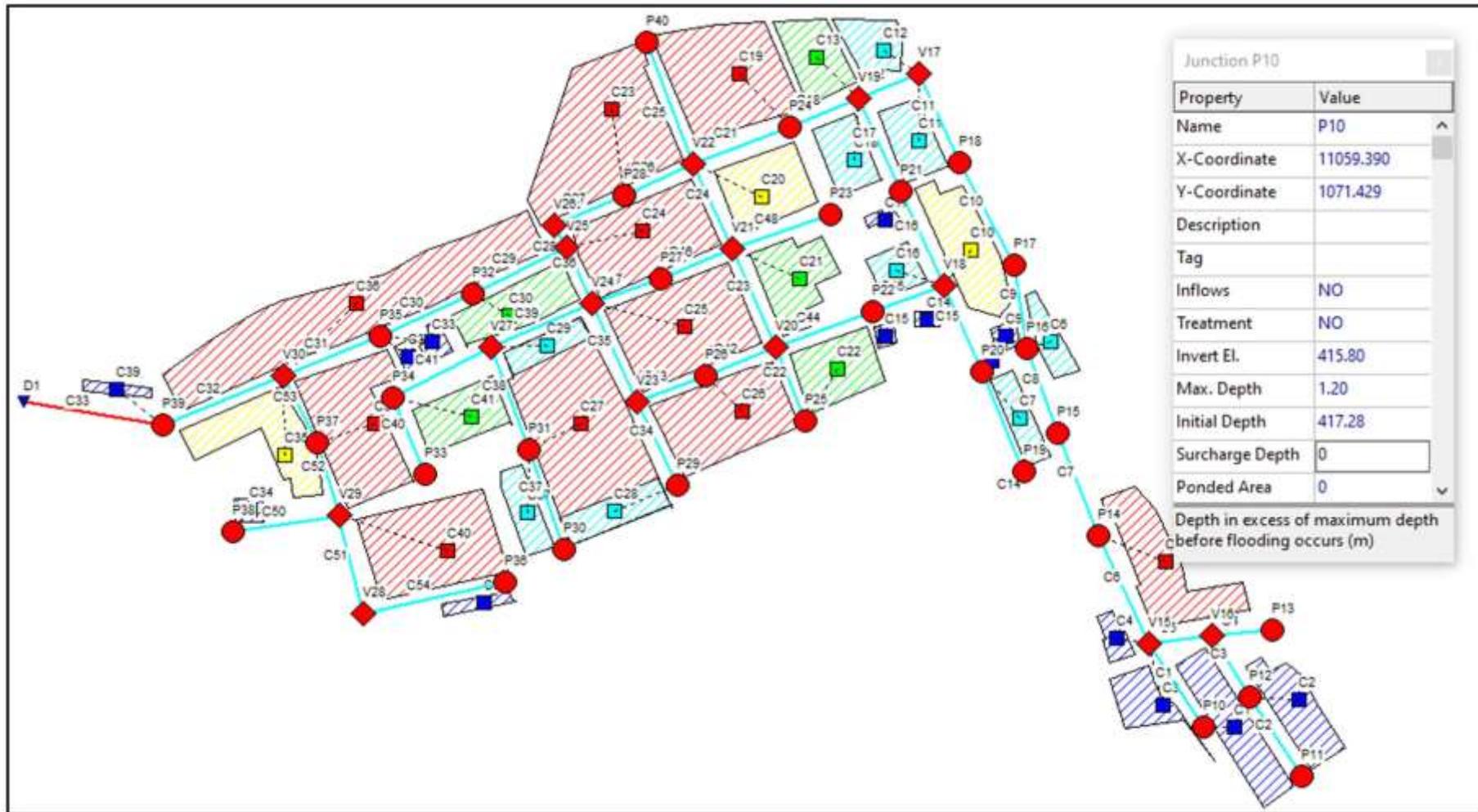
2. Datos de Entrada: Software SWMM

Figura N° 7. Plano de direccionalidad hidráulica



Fuente:, AutoCAD
Elaboración propia

Figura N° 8. Propiedades Nodos SWMM I



Fuente: Software SWMM 5.1
Elaboración propia

Figura N° 9. Trazado de Redes SWMM

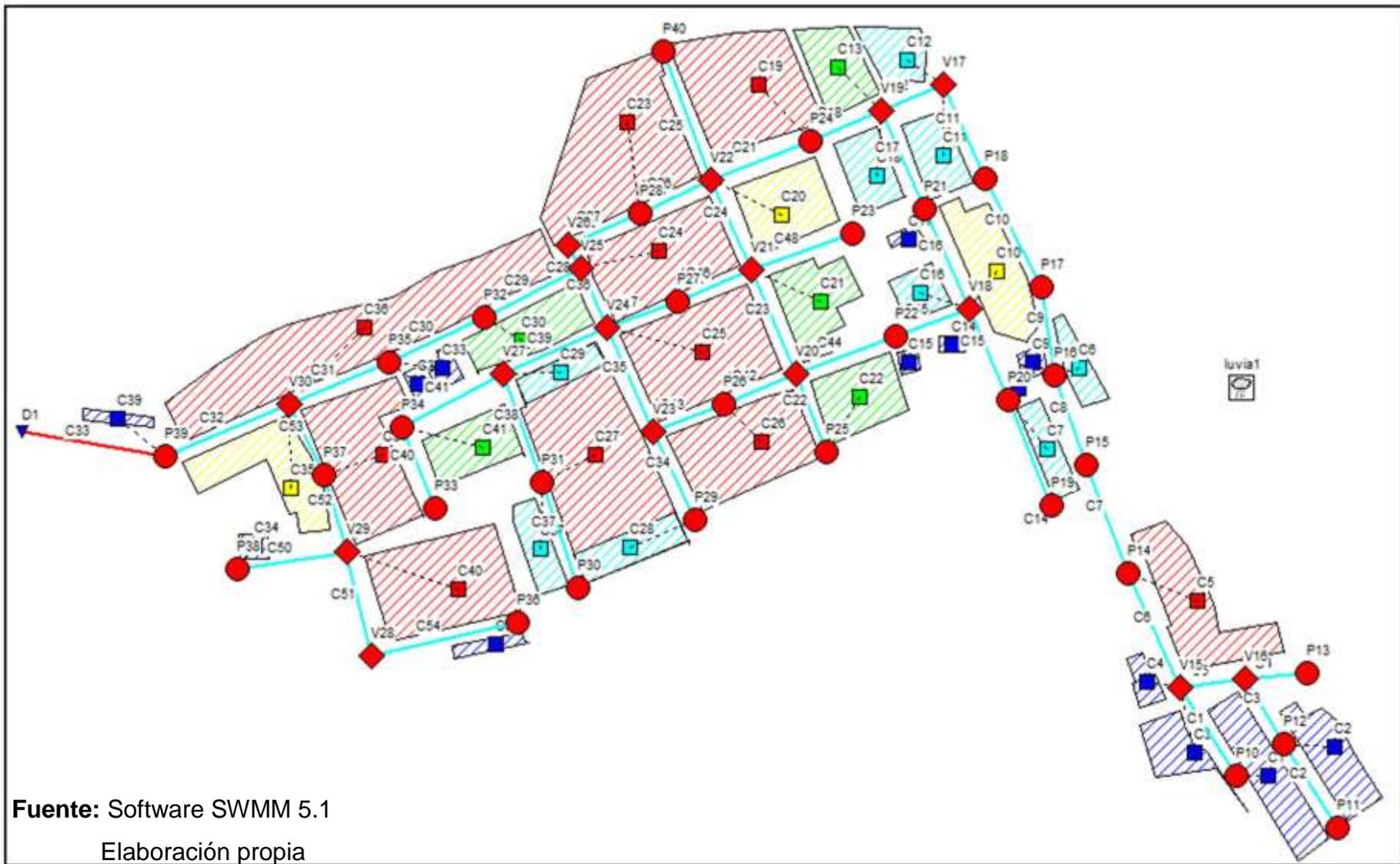
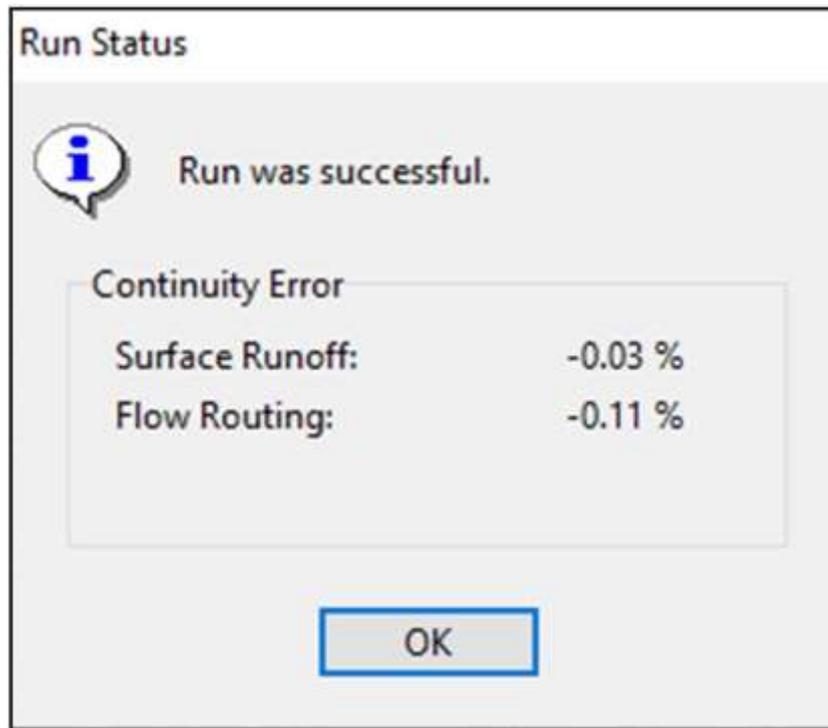


Figura N° 9. Estado de ejecución SWMM 5.1



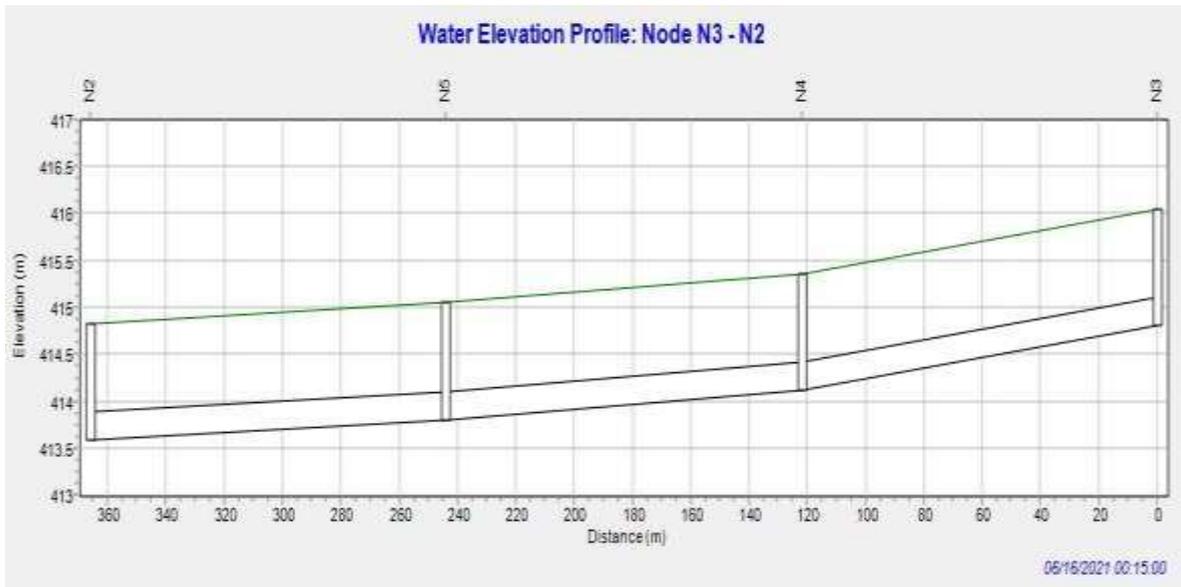
Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 10. Perfil de elevación del agua: Nodo N1 - N2



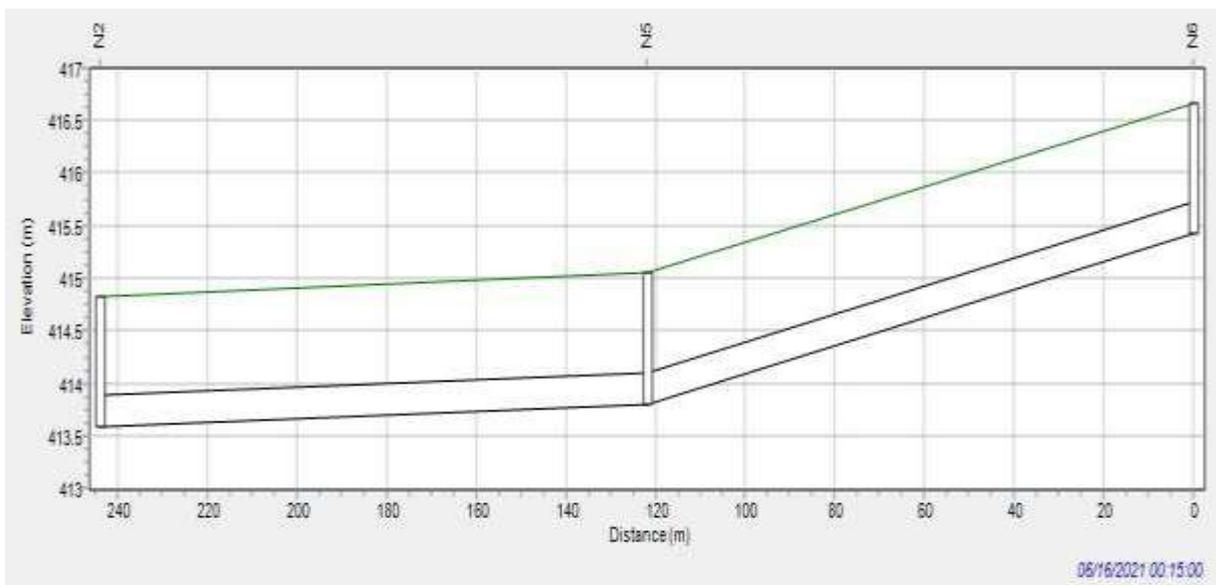
Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 11. Perfil de elevación del agua: Nodo N3 - N2



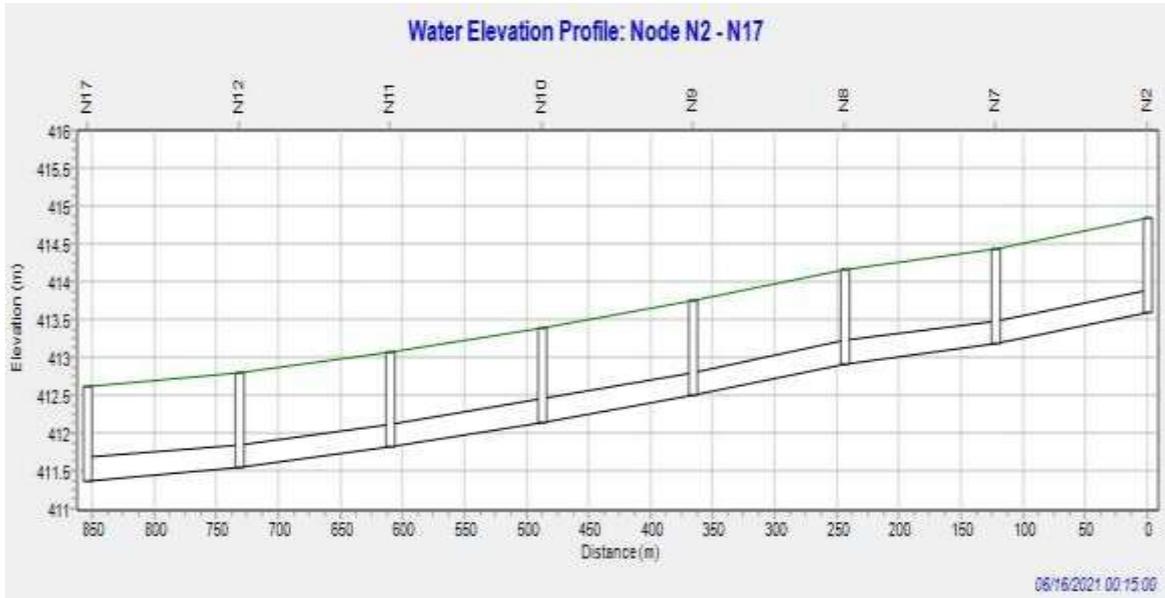
Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 12. Perfil de elevación del agua: Nodo N6 – N2



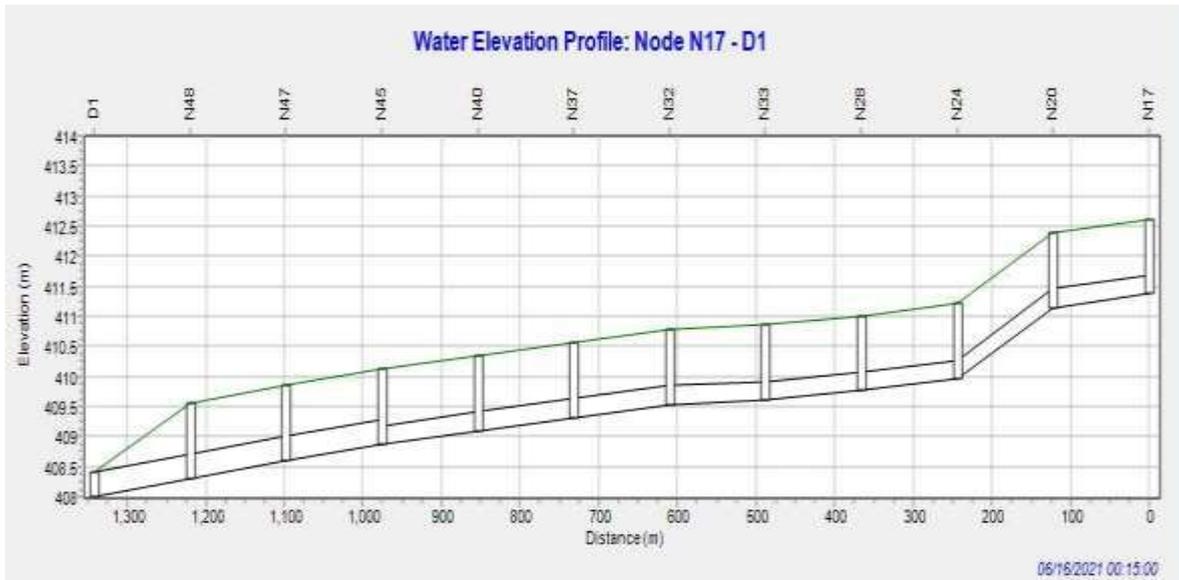
Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 13. Perfil de elevación del agua: Nodo N2 – N17



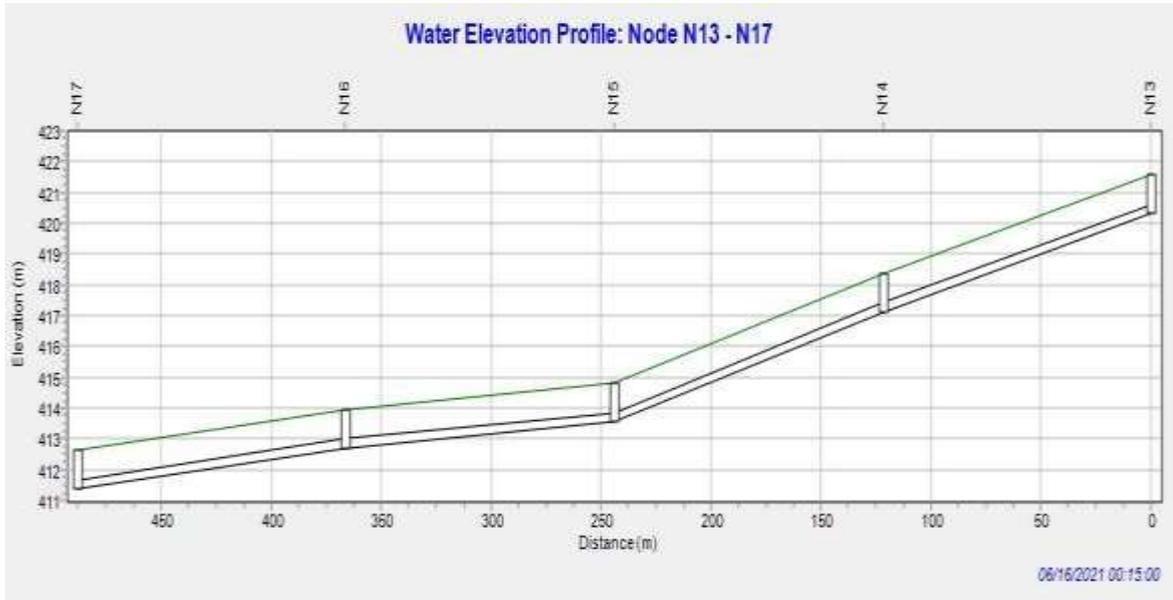
Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 14. Perfil de elevación del agua: Nodo N17 – D1



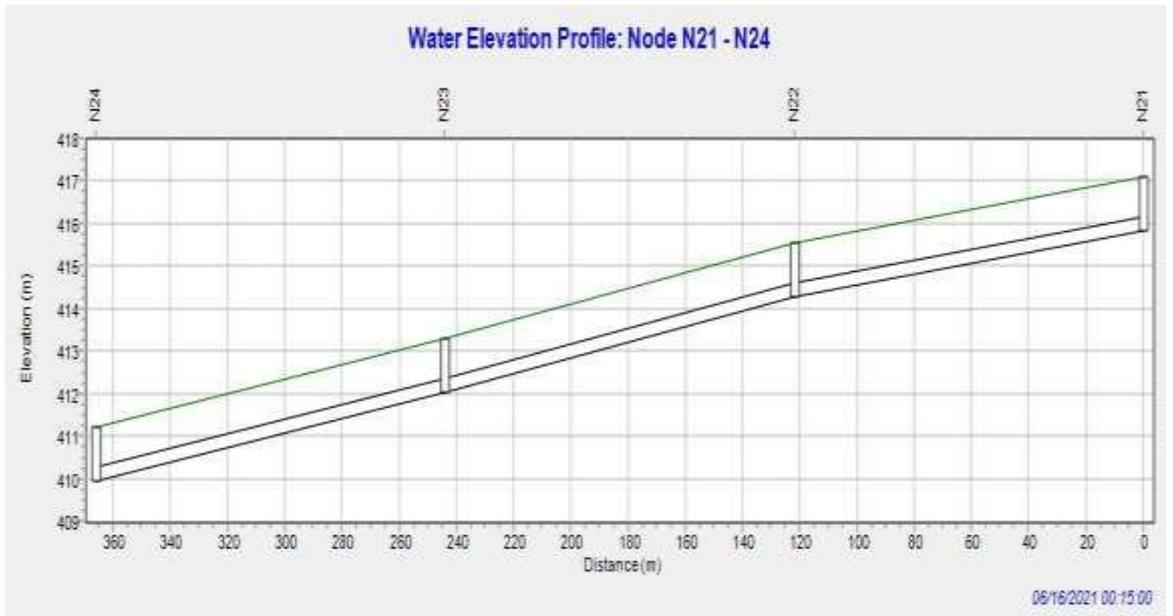
Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 14. Perfil de elevación del agua: Nodo N13 – N17



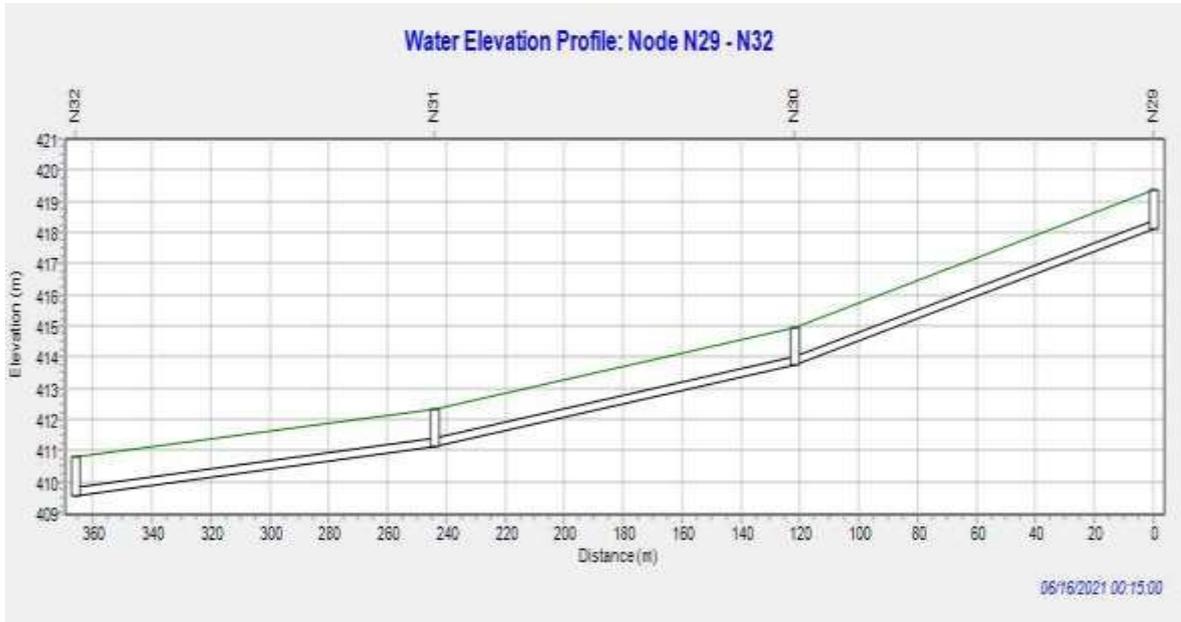
Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 15. Perfil de elevación del agua: Nodo N21 – N24



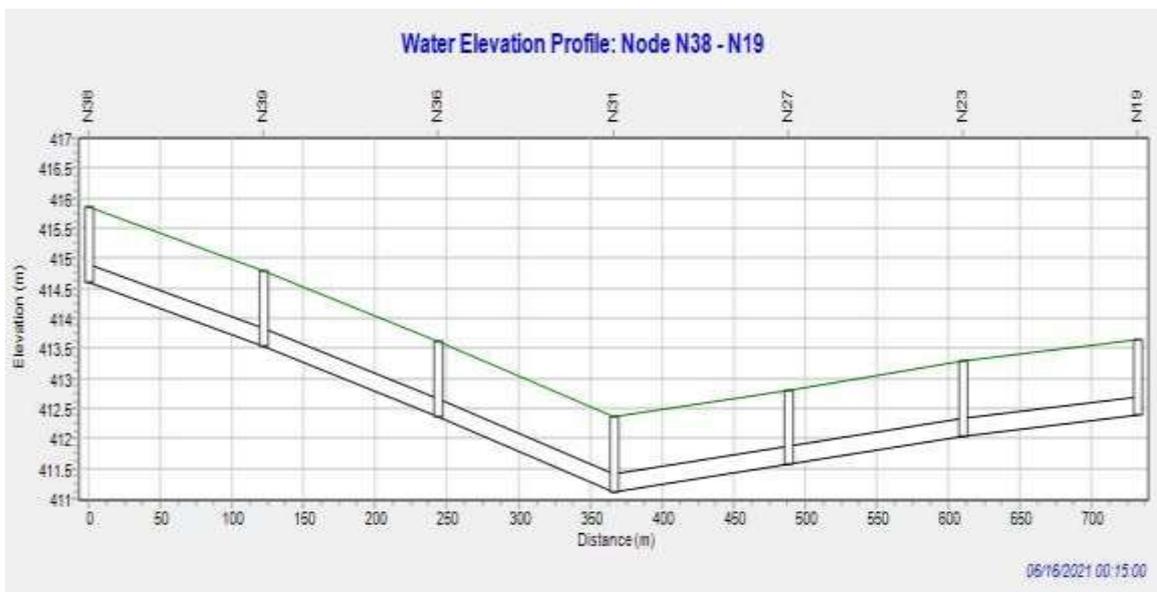
Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 16. Perfil de elevación del agua: Nodo N29 – N32



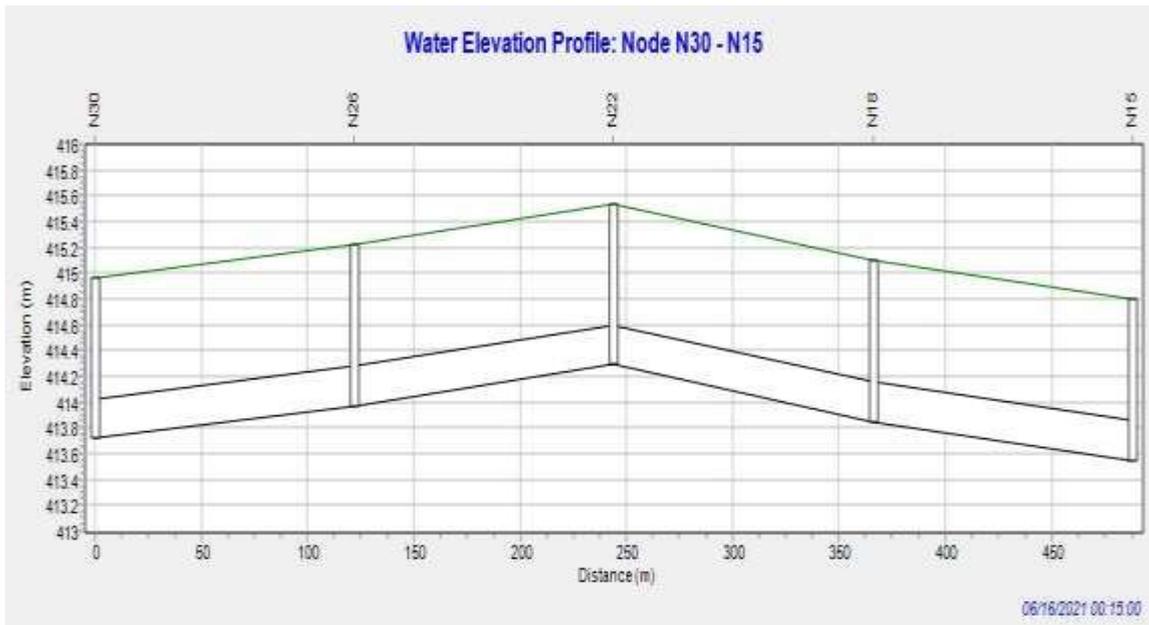
Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 17. Perfil de elevación del agua: Nodo N38 – N19



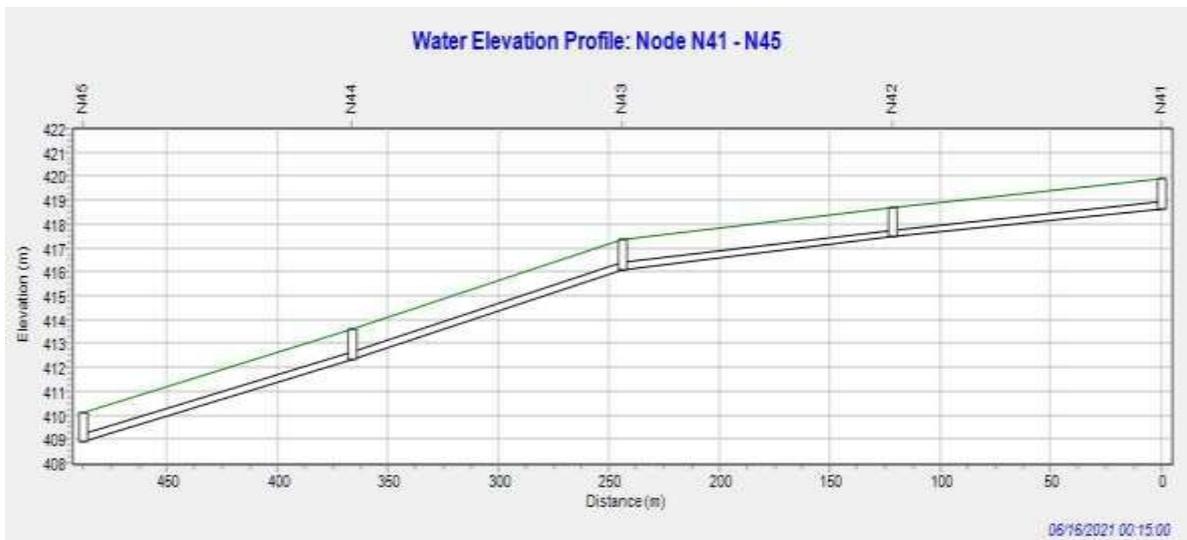
Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 18. Perfil de elevación del agua: Nodo N30 – N15



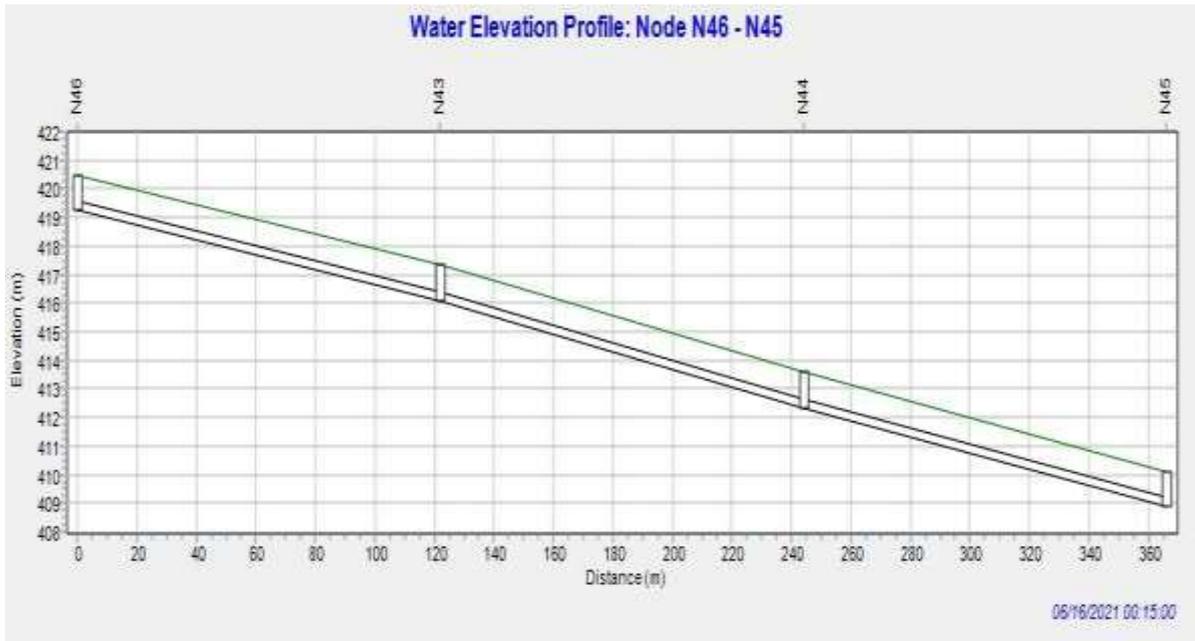
Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 19. Perfil de elevación del agua: Nodo N41 – N15



Fuente: Software SWMM 5.1

Figura N° 19. Perfil de elevación del agua: Nodo N46 – N45



Fuente: Software SWMM 5.1

PANEL FOTOGRAFICO

CALICATA C-1



DESCRIPCIÓN:

En la calicata c-1 tiene una profundidad de 2.00m, conformado de una capa de 0.20m de espesor de material de relleno no controlado, seguido de un primer estrato de 1.80 m de espesor de material grava limosa mal graduada de color beige oscuro.

CALICATA C-2



DESCRIPCIÓN:

En la calicata c-2 tiene una profundidad de 0.80 m conformado de un primer estrato de 0.80 m de espesor de material arena mal graduada de color beige claro sus granos son de forma angular y sub redondeada con presencia de finos no plásticos.

CALICATA C-3



DESCRIPCIÓN:

En la calicata c-3 tiene una profundidad de 2.00 m, conformado de una capa de 0.20 m de espesor de material de relleno o controlado, seguido de un primer estrato de 1.80 de espesor de material grava limosa mal graduada de color beige amarillento sus granos son de forma angular.

CALICATA C-4



DESCRIPCIÓN:

En la calicata c-4 tiene una profundidad de 1.30 m, está conformada de un primer estrato de "1.30m de espesor de material arena mal graduada de color beige oscuro sus granos son de forma redondeada y angular, con presencia de finos no plásticos y bolonería de 8".

CALICATA C-5



DESCRIPCIÓN:

En la calicata c-5 tiene una profundidad de 2.00m conformado de una capa de 0.20m de espesor de material de relleno no controlado, seguido de un primer estrato de 0.20m a 1.80m grava limosa mal graduada de color beige.

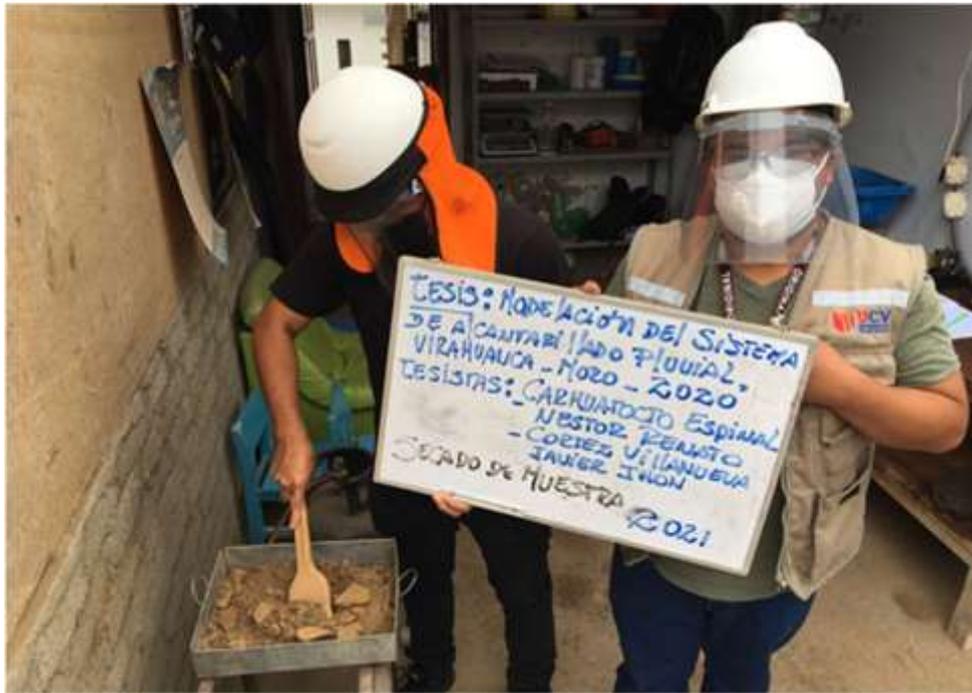
CUARTEO DE MATERIAL



DESCRIPCIÓN:

En la presente imagen se puede apreciar la realización del cuarteo.

SECADO DE MUESTRA



DESCRIPCIÓN:

Se puede apreciar el secado de humedad mediante una cocina, utilizando una bandeja que no absorbe la humedad y no produce contaminación

CONTENIDO DE HUMEDAD

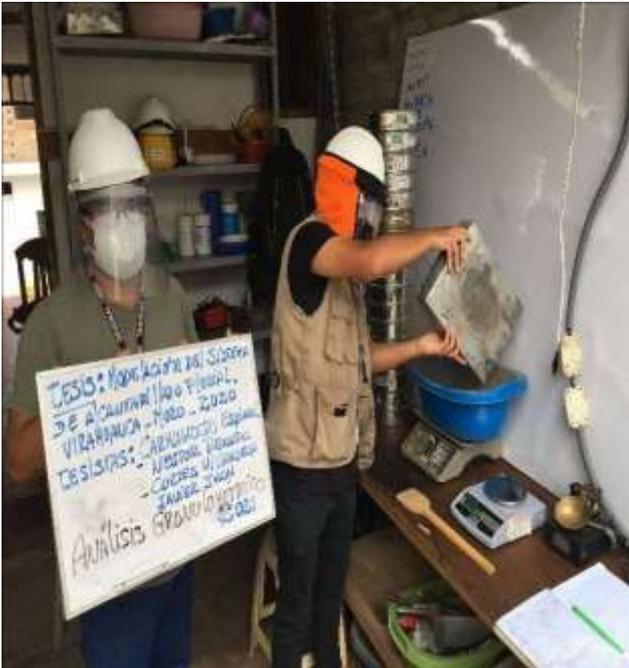
SECADO-HORNO



DESCRIPCIÓN: Se puede observar que se realiza el cálculo del contenido de humedad del suelo restando el peso del suelo seco por el peso del suelo húmedo, y luego dividiendo por el peso del suelo seco. Aunque la medida es simple, es importante determinar el contenido de humedad del suelo con el fin de comprender mejor las características del suelo.

**ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO**

**Realizando el pesado del material
obtenido**



**Realizando el tamizado del
material**

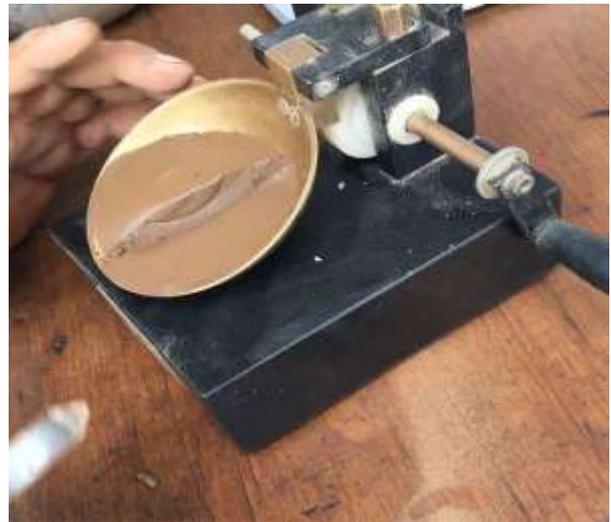


**Pesando el material obtenido del
tamizado**



DESCRIPCIÓN: Se puede apreciar la realización de la granulometría que permite conocer la medida de los granos de los sedimentos. Mediante el análisis granulométrico se puede obtener información importante como: su origen, propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de cada uno de los granos según su tamaño dentro de la escala granulométrica.

LIMITES ATTERBERG



Muestras listas para ser colocadas
en el horno

DESCRIPCIÓN: En las imágenes se puede apreciar el análisis de los límites de Atterberg que son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos.



CORTE DIRECTO



DESCRIPCIÓN: Tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo. Este ensayo puede realizarse sobre todos los tipos de suelos, con muestras inalteradas y remoldeadas.

I. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
MODELACIÓN	El modelo de gestión de aguas pluviales de la agencia de protección ambiental de los estados unidos es un modelo dinámico de simulación de lluvia - escorrentía - escorrentía subsuperficial (Chávez, 2017, p. 58)	La modelación es analizada por un software que contiene varias maneras que brinda datos eficaces sobre la escorrentía y otros.	Diseño	Software	Nominal
SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	Este sistema de alcantarillado incluye estructuras de captación de las aguas, previamente analizadas, en estas áreas de la calzada se dará una pendiente transversal de acuerdo a la modelación (Jiménez, 2016, p. 18)	El sistema de alcantarillado pluvial cuenta con una captación superficial de las aguas, las cunetas laterales y sumideros que transportan las aguas hacia los colectores la cual permite evitar el desperdicio del agua.	Estructura de conducción	colectores	Ordinal
			Estructura de conexión y mantenimiento	conectores	Ordinal
			instalaciones complementarias	estaciones de bombeo	Ordinal