



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de sistema de drenaje pluvial con el programa SWMM en el  
balneario Las Delicias, Trujillo, La Libertad – 2022

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Estrada Martinez, Christian Eduardo (orcid.org/0000-0003-2380-5605)

**ASESOR:**

Dr. Herrera Viloche, Alex Arquimedes (orcid.org/0000-0001-9560-6846)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA:**

A Dios por brindarme salud, bienestar y fuerza.

A mi madre María Elena Martínez por su continuo apoyo, perseverancia, motivación, confianza y cariño durante todo mi proceso formativo profesional así también a mi familia por sus ánimos durante esta última etapa.

## **AGRADECIMIENTO:**

Quiero expresar mi más profunda gratitud a:

Al Dr. Herrera Viloche Alex Arquímedes por el apoyo constante, sus consejos, paciencia y guía durante la realización de la tesis, así también la confianza que me brindó durante todo el trayecto.

A la Universidad César Vallejo por ser mi casa de estudio en mi formación profesional y a todos los docentes que me enseñaron durante estos años.

A la Municipalidad de Moche por brindarme la información solicitada para el desarrollo de este proyecto de investigación.

**El autor**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA: .....	ii
AGRADECIMIENTO: .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN: .....	vii
ABSTRACT: .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA .....	35
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	35
3.2. Variables y operacionalización: .....	36
3.3. Población. Muestra y muestreo: .....	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....	36
3.5. Procedimientos: .....	37
3.6. Método de análisis de datos: .....	37
3.7. Aspectos éticos:.....	37
IV. RESULTADOS.....	38
4.1. Estudios topográficos:.....	38
4.2. Estudios de mecánica de suelos: .....	38
4.3. Estudios hidrológicos: .....	42
4.4. Diseño del sistema de drenaje pluvial (modelamiento en SWMM): .....	50
V. DISCUSIÓN .....	57
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS .....	61
ANEXOS.....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficientes de escorrentía para Método Racional .....	12
Tabla 2. Coeficientes de escorrentía promedio en áreas urbanas.....	13
Tabla 3. Coeficientes de escorrentía promedio en áreas rurales.....	13
Tabla 4. Resumen de ecuaciones de tiempo de concentración.....	15
Tabla 5. Subdivisión del territorio en zonas y sub zonas pluviométricas $[[k']]$ g y $\epsilon_g$ .....	19
Tabla 6. Valores de los parámetros a y n, que junto con K', definen las curvas de probabilidad pluviométrica.....	21
Tabla 7. Estaciones pluviométricas: valor de t para el cual resulta $\epsilon_t = \epsilon_g$ .....	22
Tabla 8. Mínimos de tuberías en colectores de agua .....	27
Tabla 9. Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado (m/s) .....	28
Tabla 10. n de Manning para cunetas de calles y calzadas .....	29
Tabla 11. Precipitaciones anuales.....	42
Tabla 12. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración .....	43
Tabla 13. Intensidades de lluvia .....	43
Tabla 14. Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia.....	44
Tabla 15. Opciones de análisis .....	50
Tabla 16. Errores de continuidad .....	50
Tabla 17. Cálculo hidráulico .....	51
Tabla 18. Escorrentías en subcuencas .....	52
Tabla 19. Caudal y velocidad en conductos .....	54
Tabla 20. Aportes en nudos .....	565
Tabla 21. Carga de vertidos .....	556

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistemas de drenaje sanitario y drenaje pluvial.....	10
Figura 2. Curvas de nivel en mapa.....	11
Figura 3. Zonas y subzonas pluviométricas .....	18
Figura 4. Curvas intensidad-duración-frecuencia .....	23
Figura 5. Hietograma .....	24
Figura 6. Sumideros laterales de sardinela o solera.....	25
Figura 7. Sumideros de fondo .....	25
Figura 8. Sumideros mixto o combinado .....	26
Figura 9. Sección transversal de cunetas.....	28
Figura 10. Fórmulas de caudal en cunetas, aplicando Manning.....	30
Figura 11. Simbología de suelos .....	32
Figura 12. Simbología de suelos .....	33
Figura 13. Perfil estratigráfico de calicata N°01 - Parque Las Delicias .....	39
Figura 14. Capacidad portante del suelo - Parque Las Delicias .....	39
Figura 15. Cuadro resumen de análisis granulométrico - El Triángulo .....	40
Figura 16. Cuadro de contenido de humedad - El Triángulo .....	40
Figura 17. Capacidad portante del suelo - El Triángulo.....	40
Figura 18. Cuadro resumen de calicatas - Sector Acapulco.....	41
Figura 19. Gráfico de curvas I-D-F (T=2años).....	44
Figura 20. Gráfico de curvas I-D-F (T=5años).....	45
Figura 21. Gráfico de curvas I-D-F (T=10años).....	45
Figura 22. Gráfico de curvas I-D-F (T=25años).....	46
Figura 23. Gráfico de curvas I-D-F (T=50años).....	47
Figura 24. Gráfico de curvas I-D-F (T=75años).....	47
Figura 25. Gráfico de curvas I-D-F (T=100años).....	48
Figura 26. Gráfico de curvas I-D-F (T=500años).....	49
Figura 27. Curva Intensidad-Tiempo de duración-Periodo de retorno .....	49

## RESUMEN:

La investigación tuvo como problema general ¿Cuál es el diseño que debe tener el sistema de drenaje pluvial en el Balneario Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022?, el objetivo general fue diseñar un sistema de drenaje pluvial con el programa SWMM en el balneario de Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022.

La investigación fue de tipo aplicada porque permitió dar solución al problema sobre las precipitaciones pluviales en zonas urbanas; fue transversal porque su medición de las variables sería en un solo momento determinado procediendo con su descripción y análisis de sucesos; y fue descriptiva porque el diseño del sistema de drenaje pluvial fue de acuerdo a los datos extraídos de la zona de estudio en el balneario de Las Delicias; el diseño de investigación que se consideró es no experimental, descriptivo simple porque se observaron y analizaron los valores de la variable para determinar el mejor diseño del sistema de drenaje pluvial.

La conclusión general fue que estudio topográfico nos indicó que la topografía del proyecto presenta relieves moderados, teniendo en la zona una cota mayor de 11.44 m.s.n.m que está ubicada en la calle N° 04 del sector Centro Poblado Norte y una cota menor de 4.98 m.s.n.m en el sector El Triángulo de Las Delicias, así también los estudios de suelos, asimilados de diferentes expedientes técnicos de obras anteriores dentro de la zona del proyecto, nos indicó que la característica más predominante en el área son los suelos arenosos mal graduados lo que en la AASHTO se les conoce como “SP” (Poorly Graded) y que el modelamiento de la estructura mediante el programa SWMM 5.1 nos permitió modelar adecuadamente el sistema dividiendo la zona de estudio en 28 subcuencas, con 5 nudos de descarga de los cuales durante el modelamiento se obtuvieron diferentes caudales en estos nudos siendo el mayor 701.48 lps en el sector C.P Las Delicias y el menor 18.58 lps en el sector de la Playa Acapulco.

**Palabras clave:** Precipitaciones, sistema de drenaje pluvial, escorrentía, diseño

## **ABSTRACT:**

The general problem of the investigation was: What is the design that the storm drainage system should have in the Balneario Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022? The general objective was to design a storm drainage system with the SWMM program in the spa of Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022.

The research was applied because it allowed to solve the problem of rainfall in urban areas; it was transversal because its measurement of the variables would be at a single determined moment, proceeding with its description and analysis of events; and it was descriptive because the design of the pluvial drainage system was according to the data extracted from the study area in the Las Delicias spa; the research design that was considered is non-experimental, simple descriptive because the values of the variable were observed and analyzed to determine the best design of the storm drainage system.

The general conclusion was that a topographical study indicated that the topography of the project presents moderate reliefs, having in the area an elevation greater than 11.44 meters above sea level, which is located on street No. 04 of the North Poblado Center sector, and a lower elevation of 4.98 meters above the El Triángulo de Las Delicias sector, as well as the soil studies, assimilated from different technical files of previous works within the project area, indicated that the most predominant characteristic in the area is poorly graded sandy soils, which in the AASHTO they are known as "SP" (Poorly Graded) and that the modeling of the structure using the SWMM 5.1 program allowed us to adequately model the system, dividing the study area into 28 sub-basins, with 5 discharge nodes of which during the modeling different flows were obtained in these nodes, the highest being 701.48 lps in the C.P Las Delicias sector and the lowest 18.58 in the Acapulco Beach sector.

**Keywords:** Precipitation, storm drainage system, runoff, design



## I. INTRODUCCIÓN

Con el transcurrir de los años en el mundo se ha identificado dos grandes problemas, respecto a las constantes precipitaciones, en diferentes ambientes tanto rurales como urbanos los cuales fueron los aumentos de crecidas en los ríos y contaminación por escurrimiento, a pesar de contar con sistemas naturales de drenaje como parques, bosques, jardines, etc. que formaban parte de nuestra comunidad (Coutts,2015) pero estas última décadas debido al gran crecimiento urbanístico e inadecuado estado de los sistemas de alcantarillado la frecuencia de lluvias ha aumentado (Pacetti,2022). Es ahí cuando se plantearon dos objetivos fundamentales, el primero mitigar las crecidas y segundo disminuir la contaminación del escurrimiento con el fin de realizar un buen estudio de gestión de drenaje pluvial, gracias a ello se amplió el campo de modelación llegando a las simulaciones continuas de flujos, la circulación subyacente y el acarreo de contaminantes y sedimentos (Riccardi, 1997).

En el Perú también contamos con una gran variedad de obras hidráulicas tales como represas, canales, centrales hidroeléctricas, plantas de tratamiento, etc que nos permiten manejar el recurso hídrico de una mejor manera para su posterior almacenamiento y distribución, sin embargo, con el tiempo el planeta ha sufrido cambios climáticos drásticos que han perjudicado a las infraestructuras en general y más a las hidráulicas debido a las precipitaciones que se muestran en ciertas etapas del año. Un ejemplo de ello se presencié en las precipitaciones de los años 1982 y 1983, en el territorio nacional, que dejó millones de afectados con una pérdida de US\$ 1,000 millones así mismo en los años 1997-1998 con 500,000 habitantes afectados y US\$ 1,800 millones en pérdidas (Agencia de cooperación internacional del Japón, 2014). Estas lluvias fueron ocasionadas por el fenómeno climático denominado fenómeno del niño que lleva presente en el Perú desde inicios del siglo XIX (Seiner,2001), que aún en estos días sigue evolucionando debido a los grandes impactos ambientales en el mundo siendo motivo de incertidumbre para las políticas ambientales del país (French, 2020).

La Autoridad Nacional del Agua indicó, en el año 2017, que los desbordamientos en el Perú son problemas que ocurren cada temporada respecto a la estación un ejemplo era en la región Andina que presentaba y aún presenta épocas de lluvias (diciembre a marzo) y sequías muy marcadas, durante el fenómeno del niño los caudales que bajan a la región Costera aumentan en gran magnitud ocasionando desbordes en las ciudades costeras como Tumbes, Piura, Lambayeque entre otras. En algunas ocasiones estas inundaciones también llegaban a afectar a la ciudad de Lima por los desbordes de los ríos Chillón y Rímac, así también ocurrían otras inundaciones de gran envergadura en las ciudades como Ica y Pisco dejando cuantiosos daños materiales (ANA, 2017).

En el caso de la región Amazónica la tasa anual de migración fluvial, debido a las características del relieve con bajas pendientes que predomina en la zona, es mayor a 200 m de río tanto en el Ucayali como Marañón que recuperan zonas de inundaciones anteriores por el constante cambio de sus cursos. Estos cambios no generan problemas cuando la presencia de la población es nula, sin embargo, ocurre todo lo contrario cuando hay existencia de centros poblados ubicados cerca al cauce de los ríos ya mencionados. Las inundaciones se presentan en épocas de verano por la intensidad de las lluvias que también afectan a los departamentos como Amazonas, Junín, Loreto y Ucayali (ANA, 2017).

En la vertiente del Lago Titicaca la causa de las inundaciones se debe al desborde de los ríos Coata y Ramis debido a las épocas estacionarias de lluvias que tienen un aumento de intensidad por el fenómeno del niño, sumado a esto los pocos sistemas de drenaje y relieves planos en las ciudades provocan un colapso lo que conlleva a grandes masas de aguas encauzadas en las vías y calles de la zona (ANA, 2017).

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú advirtió, en el año 2017, que la presencia del Niño Costero propició las lluvias y factores térmicos primordialmente en la vertiente occidental del país fortaleciendo las fases de realimentación océano-atmosférica en conjunto con las temporadas de lluvias.

En una de nuestras regiones del país, Piura, se superaron los récords históricos de 285 mm/día, la estación Morropón ha notado las tres lluvias más excesivas de este medio siglo, finalmente las estaciones meteorológicas de Lambayeque y La Libertad reportaron lluvias que superaron su clima templado y cálido inclusive las registradas en los años 1982-1983 (SENAHMI,2017).

Se estimó que aún esas precipitaciones se extenderían hasta Abril (según el comunicado oficial ENFEN N°006-2017) debido a que los grados superficiales del mar cerca de la costa Norte pueda llegar hasta los 29 °C lo que beneficiará la aparición de lluvias muy intensas desde los departamentos de Tumbes hasta La Libertad.

El Gobierno Regional de La Libertad (2018), mediante su equipo técnico de la Subgerencia de Defensa Civil realizó una recopilación de los diferentes estudios, datos y estadísticas realizadas por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres (CENEPRED), Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) entre otros, para presentar un Plan de Contingencia por lluvias del 2018 hacia adelante el cual nos permite conocer los estragos ocurridos en el verano del año 2017 a causas del Fenómeno del Niño o también conocido como Niño Costero que nos dejó muy importantes lecciones por aprender y superar debido al intenso periodo de lluvias que se presentaron en ese tiempo.

De lo descrito se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál es el diseño que debe tener el sistema de drenaje pluvial en el Balneario Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022?

El diseño de un sistema de drenaje pluvial debe comprender una gran variedad de redes de conductos, estructuras de captación y estructuras complementarias que tendrán como función controlar, manejar y conducir las aguas pluviales de manera separada a las aguas grises para evitar que se acumulen grandes masas de agua en las calles, jardines o veredas que perjudiquen las infraestructuras viales, edificaciones y la propia salud de los residentes del sector ya que estas aguas se estancan por días convirtiéndose en grandes focos infecciosos.

Esta investigación se justifica teóricamente, aplicando los conocimientos básicos mediante el uso de las normas técnicas vigentes del país como lo es el Reglamento nacional de edificaciones 2021 – Norma técnica CE.040 de drenaje pluvial, Norma técnica O.S. 060 de drenaje pluvial urbano y artículos científicos, nacionales e internacionales que se emplearán en este proyecto.

Esta investigación se justifica metodológicamente, usando varias técnicas de recopilación y análisis de datos como lo son hojas de cálculo Excel, Civil 3D, Autocad y SWMM, los cuales no sólo permitirán desarrollar el proyecto, sino que servirán como guía para proyectos similares a futuro.

Por ello se propone como objetivo general el diseñar un sistema de drenaje pluvial con el programa SWMM en el balneario de Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022 y como objetivos específicos (a) Identificar las características topográficas de la zona de estudio mediante un levantamiento topográfico, (b) Determinar las características mecánicas de los suelos que abarca el proyecto, (c) Identificar los tiempos de duración e intensidad en diferentes periodos de retorno de las precipitaciones de lluvia mediante la recopilación de los estudios hidrológicos a través de las estaciones meteorológicas y (d) Diseñar el modelamiento del sistema de drenaje pluvial haciendo uso del software Storm Water Management Model (SWMM v.5.1).

La hipótesis general es que el diseño del sistema de drenaje pluvial cumplirá con los parámetros establecidos en la norma técnica CE. 0.40 Drenaje pluvial del 2022, este diseño permitirá mejorar una distribución adecuada del agua de lluvia a puntos de vertido salvaguardando las estructuras de pavimento y evitando el origen de focos infecciosos causados por las aguas estancadas.

## II. MARCO TEÓRICO

En los antecedentes internacionales tenemos a Parada et al. (2020) de México, en su artículo “Drenaje urbano sostenible: una alternativa para Xalapa, Veracruz, México” en el cual demuestran la sostenibilidad que tienen los pozos de infiltración implementados como una red alternativa de drenaje pluvial a nivel urbano. Se recopilaron los datos de las precipitaciones máximas diarias durante los periodos 2011 al 2016, de un observatorio meteorológico de la ciudad. Se organizaron charlas comunales para hacer las pruebas instalando estos prototipos en diferentes viviendas ya que la zona presenta precipitaciones anuales de 1435.8 mm. Los resultados fueron que el caudal máximo de lluvia calculado fue 0.00044 m<sup>3</sup>/s por lo que se pudo diseñar los volúmenes de los pozos entre 2.744 m<sup>3</sup> y 1.33 m<sup>3</sup> que pudieron cumplir con el fin propuesto de reducir hasta un 25% el escurrimiento en las calles de la zona que son aproximadamente 5.7 millones m<sup>3</sup> anuales aproximadamente. Concluyeron que la implementación de estos pozos como parte de una red de drenaje pluvial es viable.

Mo Wang et al. (2020) de China, en su artículo “Desempeño a largo plazo de los sistemas de bioretención en la gestión de escorrentías pluviales en condiciones de cambio climático y ciclo de vida”, en el cual demuestran lo viable que es el uso un sistema de drenaje pluvial frente a los impactos climáticos a largo plazo. Se recopilaron datos hidrológicos de los periodos de mayor precipitación (mayo a octubre) para hallar los caudales máximos y sus máximos volúmenes. Con los cálculos hidrológicos se procedió a ingresar los datos al programa SWMM el cual permitió obtener las simulaciones para diferentes periodos de tiempo. Los resultados fueron que los modelamientos arrojaron valores de precipitación entre 2020 mm a 2039 mm un porcentaje menor al registrado durante los años 2010-2019 con 2250 mm, sin embargo, en las temporadas de mayor lluvia (mayo a octubre) la diferencia sería alta con 502.3 mm por lo que se estimó que durante los años venideros las estaciones de lluvia serían más amenazadoras de lo normal en la zona de Guangzhou. Finalmente concluyeron que es viable un sistema de drenaje pluvial tomando como prevención este tipo de datos para el diseño a futuro.

Ercolani et al. (2018) de Italia, en su artículo “Evaluación del desempeño de los techos verdes para la mitigación de la escorrentía de aguas pluviales en una cuenca con alto riesgo de inundación”, en la cual demuestran las ventajas de un techo verde y su impacto en las capacidades de drenaje del sistema de conducción existente. Se identificó que la red de alcantarillado existente tenía 686 conductos y 651 nudos con una longitud total aproximadamente de 23,5 km. Los datos topográficos y estudios de suelos se consiguieron del sitio web de la institución identificándose suelos con textura franco arenosa en un 94%. Se realizó un monitoreo de 4 meses aproximadamente del sistema de evacuación existente mediante el uso de un pluviómetro donde se obtuvieron valores de profundidad entre 19 mm y 55.8 mm. Ingresados los datos anteriores al programa para su modelación en diferentes periodos de retorno. Los resultados demostraron que para 2 años de periodo el máximo caudal de precipitación difiere entre 10% a 80% y el volumen entre 15% a 70%. Finalmente concluyeron que la implementación de techos verdes es eficiente para la reducción de volúmenes de agua en el alcantarillado existente de la ciudad evitando los desbordes en los conductos.

Duré et al. (2018) de Paraguay en su artículo “Análisis cuantitativo del drenaje urbano. Caso de estudio Cuenca del Barrio 12 de octubre, ciudad de Pilar” el cual demuestran que el sistema actual del drenaje pluvial en la zona comparado a las técnicas SUDS actuales es más viable por su continua evolución. Se identificó los espacios críticos donde hay mayor acumulación de escorrentía en la zona. Se recopiló datos respecto al drenaje actual que solo es capaz de cubrir con un 10% de la escorrentía durante los últimos 10 años. Se encontraron ventajas de acuerdo a investigaciones que el sistema SUDS ofrece y abarca mayor área en la gestión de las aguas superficiales de lluvia que permite un uso adecuado al agua transportada. Los resultados de la investigación fueron que durante la observación se llegó a conocer por qué existían esos puntos críticos donde se acumulaba el agua y era debido a que esos puntos coincidían con los de menor elevación de la cuenca. Finalmente concluyeron que la aplicación de un sistema SUDS debe estar de la mano junto a un plan director que permita definir los criterios adecuados para cada urbanización existente o por existir.

En el ámbito nacional tenemos a Zambrano (2017) de Chiclayo en su tesis “Diseño de drenaje pluvial del pueblo Joven Muro, Lambayeque – 2017”, en el cual demuestra lo importante que es el diseño de drenaje pluvial para la disminución de daños en las vías públicas. Se realizaron los diferentes estudios preliminares como topografía, estudios de mecánicas de suelos, estudios hidrológicos obteniéndose los datos que se analizaron para el diseño, incluso se tuvo en cuenta los aspectos ambientales debido a que la zona presenta diversa flora y fauna local. Los resultados demostraron que el sistema de drenaje pluvial para un tiempo de retorno de 10 años resistirá intensidades altas como periodos de retorno aproximados a 1014.96 mm/hr para duraciones de 5 minutos teniendo como punto de evacuación un canal cercano. Finalmente concluyó que el diseño de ese drenaje pluvial beneficiará económicamente, social y comercial a los habitantes de la zona.

Alanya (2019) de Huancayo en su tesis “Diseño de drenaje pluvial cerrado y modelamiento de avenidas con el software SWMM, El Tambo, Huancayo”, en el cual demuestra como es el diseño de este tipo de sistema y su aplicación en El Tambo. Se recolectaron y analizaron los datos obtenidos de los diferentes estudios topográficos, suelos e hidrológicos para su modelamiento en el programa SWMM en función de las condiciones vistas en el área del proyecto. Los resultados demostraron que para el modelamiento del menor y mayor periodo de retorno para 2 años y 50 años no representa ningún desbordamiento en los conductos ni en los nudos del sistema. Finalmente concluyó que la implementación de este tipo de sistema es viable para la mitigación y evacuación de las aguas de lluvia.



Instituto Nacional de Defensa Civil, (2017) su informe preliminar indicó la información proporcionada por el SENAEMI sobre los pronósticos meteorológicos del día 14/03/2017 que presentó a las 4 de la tarde una ligera garúa pero fue incrementado convirtiéndose en una lluvia intensa con el transcurrir de las horas, al promediar las 7 de la noche se intensificó más por el motivo del incremento de fuertes ráfagas de viento que se presentaron durante un periodo de 30 minutos en el distrito de Moche así como en diferentes localidades como el Balneario de Las Delicias donde, así como en otros lares, se presentaron daños debidos a las inundaciones provocadas por las precipitaciones como colapso de la red de desagüe, erosión de vías urbanas, desplome de viviendas de adobe y rústico, pérdida de sembríos y de terrenos agrícolas.

Para conocer a detalle el desarrollo de la variable y sus dimensiones, de este proyecto, se definen a continuación sus funciones y características tanto teórica como normativamente. La red pluvial es un bien esencial estructural el cual debe formar parte de todo casco urbano y se constituye por un grupo de redes (DL.N° 1356, 2018) y por ello estos sistemas de drenaje o alcantarillado en la actualidad se clasifican como sanitarios por el motivo de que conducen las aguas ya sean residuales o pluviales porque transportan las aguas resultantes de la escorrentía y las de uso cotidiano a la vez (Comisión Nacional del Agua, 2007). Estas estructuras deben ser multifuncionales y adaptarse adecuadamente a los volúmenes de inundación previstos durante lluvias pasadas en las áreas pobladas

Los sistemas de drenaje pluvial se clasifican de acuerdo al tipo de agua que se transporta (Norma OS.060, 2006). Tenemos el sistema de alcantarillado sanitario, que recolecta las aguas excedentes de domicilios e industrias hacia un punto con el fin de ser debidamente tratadas (Figura 1), luego tenemos el sistema de drenaje pluvial que conduce y controla el flujo superficial para trasladar las aguas de lluvia a un punto donde no generen inundaciones ni incomodidades y por último el sistema de alcantarillado combinado, que capta y conduce en un mismo punto las aguas residuales y de lluvia. Todas estas

estructuras deben ser multifuncionales y adaptarse apropiadamente a los volúmenes de inundación de las lluvias pasadas en las áreas de desarrollo (Gimenez-Maranges et al, 2020)



Figura 1. Sistemas de drenaje sanitario y drenaje pluvial

Se debe considerar que para empezar con el diseño de infraestructura de drenaje pluvial se deben contar previamente con estudios para definir qué componentes lo conformarán (Norma técnica CE.040, 2021), como los estudios topográficos que nos permite conocer mediante mapas, planos e imágenes satelitales el relieve, curvas de nivel, perfiles longitudinales, ubicación de estructuras especiales, ríos, quebradas entre otros, de la zona de estudio (Figura 2).

La profundidad máxima se basa en la orografía de la zona, ya que se debe evitar excavar en exceso si la zona presenta pendientes muy pronunciadas por lo que se debe realizar un comparativo entre el costo a excavar y el número de pozos de visita, e incluso conocer las especificaciones y recomendaciones de las tuberías y accesorios para su uso en el sistema de drenaje (Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades, 2014). También a través de estos estudios se puede conocer el aumento o decrecimiento de las precipitaciones variadas por los cambios de patrones de humedad en los distintos suelos de las diferentes regiones del Perú (Saavedra et. al, 2020).

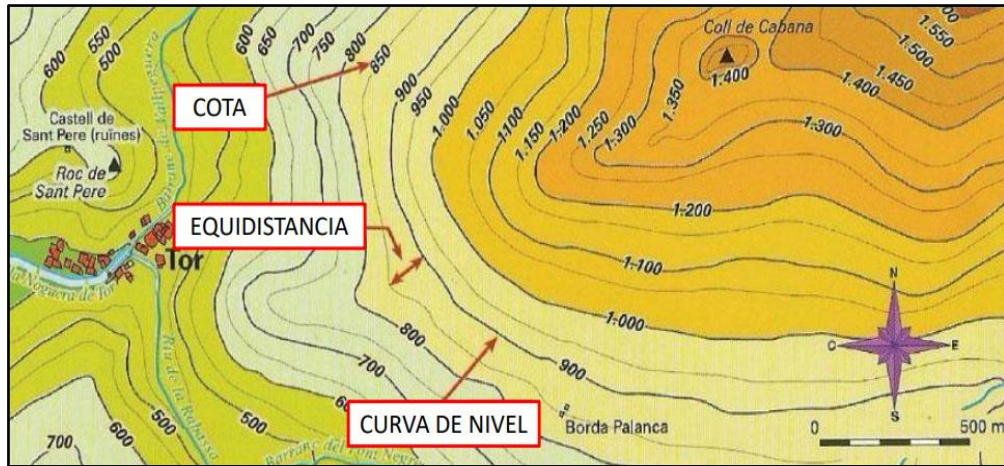


Figura 2. Curvas de nivel en mapa

Otros estudios como los hidrológicos nos permiten la determinación de la tormenta de diseño que se basa en la compilación de registros de las precipitaciones de una determinada zona o lugares colindantes, este paso está conformado por la entrada al sistema, y los caudales resultantes mediante los cuales se calculan haciendo uso de los procedimientos de tránsito de caudales y lluvia-escorrentía (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008), así mismo se puede detectar las zonas con gran ocurrencia de lluvias o sequías de acuerdo a la expansión urbanística mediante las cuencas hidrográficas (Güneralp,2015). Para analizar los caudales de diseño se hace uso del método racional teniendo en cuenta que solo puede ser aplicada en áreas de drenaje que no sobrepasen los 13 km<sup>2</sup> (Norma OS.060, 2016) haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia de diseño (mm/h)

A = área de la cuenca (Ha)

a) Coeficiente de escorrentía: la Norma técnica C.040 indica que este valor depende de los rasgos mecánicos del suelo como grado de impermeabilización, pendientes, contenido de humedad, incluso se debe tener en consideración la amplitud de la lluvia, napa subterránea, etc. (Tabla 1, 2 y 3)

**Tabla 1. Coeficientes de escorrentía para Método Racional**

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>ÁREAS DESARROLLADAS</b>							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/Techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior a 7%	0.40	0.53	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.42	0.42	0.46	0.56
Pendiente superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.47	0.47	0.51	0.58
<b>ÁREAS NO DESARROLLADAS</b>							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: Chow et. al. (1994), "Hidrología aplicada", McGraw-Hill Interamericana, traducido de la primera edición en inglés de "Applied Hydrology", "Tabla 15.1.1"

**Tabla 2.** Coeficientes de escorrentía promedio en áreas urbanas

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
<b>Calles</b>	
Pavimento asfáltico	0.70 a 0.95
Pavimento de concreto	0.80 a 0.95
Pavimento de adoquines	0.70 a 0.85
<b>Veredas</b>	0.70 a 0.85
<b>Techos y azoteas</b>	0.75 a 0.95
<b>Césped, suelo arenoso</b>	
Pendiente plana (0-2%)	0.05 a 0.10
Pendiente promedio (2-7%)	0.10 a 0.15
Pendiente pronunciada (>7%)	0.15 a 0.20
<b>Césped, suelo arcilloso</b>	
Pendiente plana (0-2%)	0.13 a 0.17
Pendiente promedio (2-7%)	0.18 a 0.22
Pendiente pronunciada (>7%)	0.25 a 0.35

Fuente: Ponce (1989), "Engineering Hydrology" – "Principies and Practices", Prentice-Hall, parte de "Table 4-1(a)"

**Tabla 3.** Coeficientes de escorrentía promedio en áreas rurales

Topografía y vegetación	Tipo de suelo		
	Marga arenosa	Marga arcillosa y limosa	Arcilla Densa
<b>Bosques</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
<b>Pastos</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos de cultivo</b>			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

Fuente: Ponce (1989), "Engineering Hydrology" – "Principies and Practices", Prentice-Hall, parte de "Table 4-1(b)"

b) Intensidad de la lluvia: es la duración que tiene una lluvia durante un periodo de tiempo en la superficie de drenaje de una zona y su periodo de retorno, que es similar al del sistema que se diseña.

El tiempo de concentración ( $t_c$ ) es igual a la sumatoria del tiempo que ingresa ( $t_0$ ) ubicado desde el punto más alejado de la cuenca de estudio hasta el inicio de la red de drenaje, y del tiempo de flujo ( $t_f$ ), tiempo dentro del sistema de alcantarillado (Norma técnica C.040, 2021), la cual se obtiene con la siguiente fórmula:

$$t_c = t_0 + t_f$$

Si no se cuenta con un sistema de alcantarillado o canal del cual se pueda tomar el tiempo de concentración, se puede estimar a través de observación experimental o mediante fórmulas (Tabla N° 04); el tiempo de flujo ( $t_f$ ) para ello se halla con la siguiente fórmula:

$$t_f = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i}$$

Donde:

$L_i$  = longitud del  $i$ -ésimo conducto del alcantarillado o canal, trayectoria del flujo

$V_i$  = velocidad del flujo en el mismo

**Tabla 4.** Resumen de ecuaciones de tiempo de concentración

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA $t_c$ (min)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.395}$ $t_c = 0.0195 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.395}$ <p>L: Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m S: Pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Desarrollada a partir de información del SCS de siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3% a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto, multiplicar $t_c$ por 0.4; para canales de concreto, multiplicar por 0.2; sin ajustes para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0.0195 \cdot \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.395}$ <p>L: longitud del curso de agua más largo, m H: diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m</p>	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
Izzaird (1946)	$t_c = \frac{525 \cdot (0.0000276 \cdot i + c) \cdot L^{0.33}}{S^{0.333} \cdot i^{0.667}}$ <p>i: Intensidad de lluvia, mm/h c: Coeficiente de retardo L: Longitud de trayectoria de flujo, m S: Pendiente de la trayectoria de flujo m/m</p>	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y áreas de césped; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de $i$ por $L$ debe ser 3800.
Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0.7035 \cdot \frac{(1.1 - C) \cdot L^{0.50}}{S^{0.333}}$ <p>C: Coeficiente de escorrentía del método racional L: Longitud del flujo superficial, m S: Pendiente de la superficie, m/m</p>	Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos, recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos, pero ha sido frecuentemente usado para el flujo superficial en cuencas urbanas.

<p>Ecuaciones de onda cinemática Morgoli y Linsley(1965) Aron y Erborge(1973)</p>	$t_c = \frac{7 \cdot L^{0.6} \cdot n^{0.6}}{i^{0.4} \cdot S^{0.3}}$ <p>L: Longitud del flujo superficial,m n: coeficiente de rugosidad de Manning i: Intensidad de lluvia,mm/h S:Pendiente promedio del terreno.m/m</p>	<p>Ecuación para el flujo superficial desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas;el método requiere iteraciones debido a que tanto i (intensidad de lluvia ) como tc son desconocidos;la superposición de una curva de intensidad-duración-frecuencia da una solución gráfica directa para tc.</p>
<p>Ecuación de retardo SCS (1973)</p>	$t_c = \frac{0.0136 \cdot L^{0.8} \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$ <p>L: Longitud hidráulica de la cuenca (mayor trayectoria de flujo),m CN: Número de curvas SCS S:Pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	<p>Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola;ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 810 ha;se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada;para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación;se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies;la ecuación supone que tc=1.67 veces el retardo de la cuenca.</p>

Fuente:Chow et al. (1994),"Hidrología aplicada",McGraw-Hill Interamericana ,traducido de la primera edición en inglés de "Applied Hydrology", "Tabla 15.1.2". Ver también:Chow et al. (1988),"Applied Hydrology",McGraw-Hill Series Resources and Environmental EngineerinG.



La Norma técnica C.040 recomienda que el tiempo de concentración no sea menor a los 10 minutos ya que se debe tomar el mayor tiempo de concentración de las diversas rutas donde hará su recorrido el flujo hasta el punto de interés.

c) Superficie de drenaje: para este punto se debe medir el tamaño y formas que tiene las cuencas o subcuencas de la zona, esto se puede determinar mediante mapas topográficos donde se visualicen las curvas de nivel que nos permiten distinguir el recorrido y dirección del flujo superficial.

Fórmula ILLA-Senamhi-Uni modificada: Para  $t < 3$  horas (Norma técnica C.040)

$$i_{t,T} = a \cdot (1 + k \cdot \log_{10} T) \cdot (t + b)^{n-1}$$

Donde:

$i_{t,T}$  = intensidad de lluvia (mm/hora)

$a$  = parámetro de intensidad (mm)

$k$  = parámetro de frecuencia (adimensional)

$b$  = parámetro de tiempo (hora)

$n$  = parámetro de duración (adimensional)

$t$  = duración (hora)

$$P_{24,T} = \varepsilon_g \cdot (1 + k \cdot \log_{10} T)$$

$$a = \left( \frac{1}{t_g} \right)^n \cdot \varepsilon_g$$

Donde:

$P_{24,T}$  = máxima precipitación en 24 horas para el periodo de retorno  $T$ . La referencia original (ILLA-Senamhi-Uni, 1983) es equivalente a la simbología  $h_g$  (Figura 3)

$T$  = tiempo de retorno

$t_g$  = duración de la lluvia diaria estimando un promedio de 15.2 hora para Perú; dependiendo de la condición local

$k$  =  $k'_g$ , parámetro de frecuencia según zona

b = 0.5 horas (costa, centro y sur); 0.4 horas (Sierra); 0.2 horas (Costa norte y selva)

$\epsilon_g$  = parámetro para determinar  $P_{24,T}$  (Tabla 5)

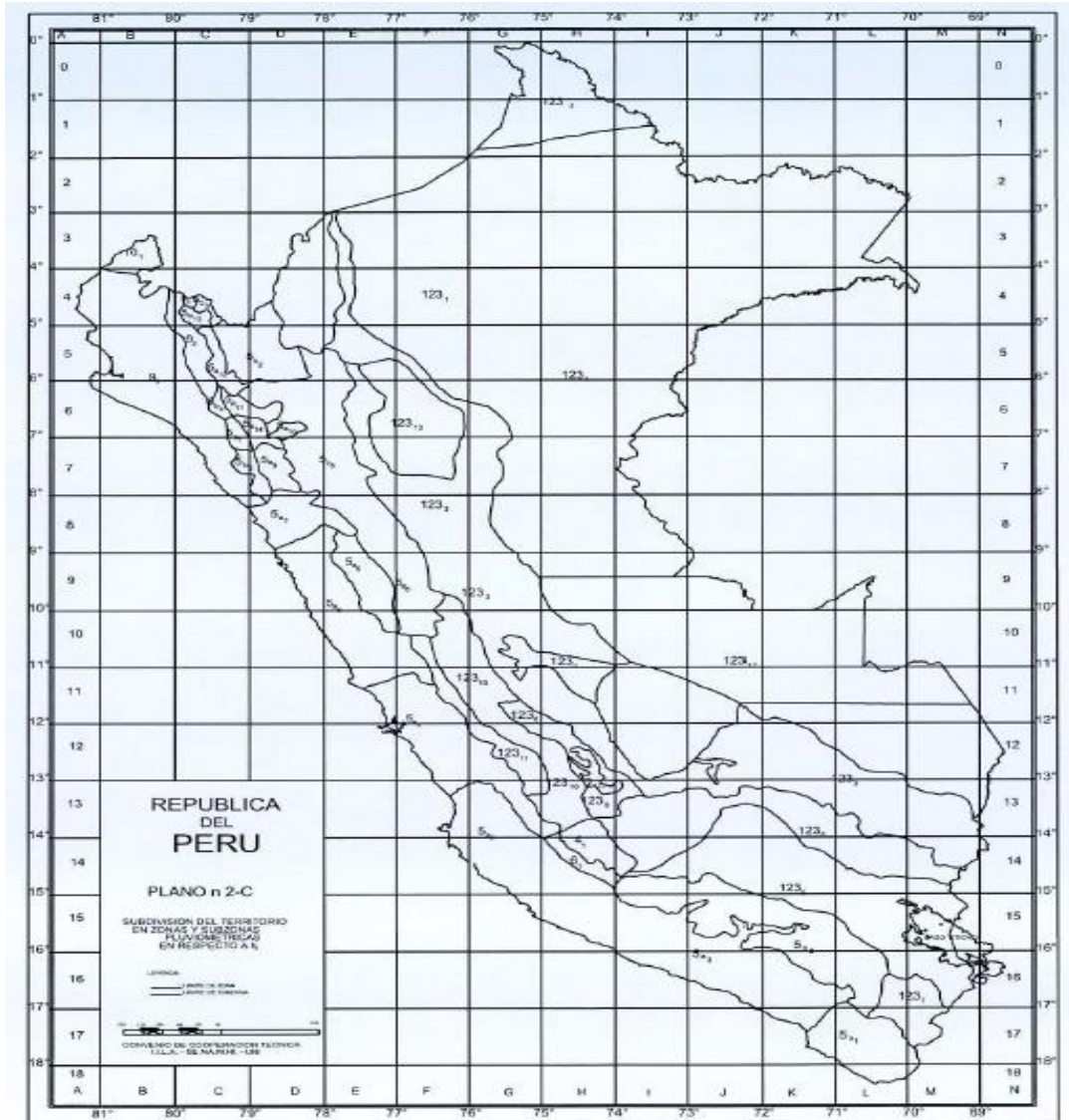


Figura 3. Zonas y subzonas pluviométricas

**Tabla 5.** Subdivisión del territorio en zonas y sub zonas pluviométricas  
 [(k') g y εg

ZONA	K'g	Subzona	εg
123	K'g = 0.553	123 <sub>1</sub>	εg= 85.0
		123 <sub>2</sub>	εg= 75.0
		123 <sub>3</sub>	εg= 100 - 0.022 Y
		123 <sub>4</sub>	εg= 70 - 0.019 Y
		123 <sub>5</sub>	εg= 24.0
		123 <sub>6</sub>	εg= 30.5
		123 <sub>7</sub>	εg= -2 + 0.006 Y
		123 <sub>8</sub>	εg= 26.6
		123 <sub>9</sub>	εg= 23.3
		123 <sub>10</sub>	εg= 6 + 0.005 Y
		123 <sub>11</sub>	εg= 1 + 0.005 Y
		123 <sub>12</sub>	εg= 75.0
		123 <sub>13</sub>	εg= 70
4	K'g = 0.861	4 <sub>1</sub>	εg= 20
5a	K'g = 11 .εg <sup>-0.85</sup>	5a <sub>1</sub>	εg= -7.6 + 0.006 Y (Y>2300)
		5a <sub>2</sub>	εg= 32 - 0.177 Dc
		5a <sub>3</sub>	εg= -13 + 0.010 Y (Y>2300)
		5a <sub>4</sub>	εg= 3.8 + 0.0053 Y (Y>1500)
		5a <sub>5</sub>	εg= -6 + 0.007 Y (Y>2300)
		5a <sub>6</sub>	εg= 1.4 + 0.0067 Y
		5a <sub>7</sub>	εg= -2 + 0.007 Y (Y>2000)
		5a <sub>8</sub>	εg= 24 + 0.0025 Y
		5a <sub>9</sub>	εg= 9.4 + 0.0067 Y
		5a <sub>10</sub>	εg= 18.8 + 0.0028 Y
		5a <sub>11</sub>	εg= 32.4 + 0.004 Y
		5a <sub>12</sub>	εg= 19.0 + 0.005 Y
		5a <sub>13</sub>	εg= 23.0 + 0.0143 Y
		5a <sub>14</sub>	εg= 4.0 + 0.010 Y
5b	K'g = 130.εg <sup>-1.4</sup>	5b <sub>1</sub>	εg= 4 + 0.010 (Y> 1000)
		5b <sub>2</sub>	εg= 41.0
		5b <sub>3</sub>	εg= 23.0 + 0.143 Y
		5b <sub>4</sub>	εg= 32.4 + 0.004 Y
		5b <sub>5</sub>	εg= 9.4 + 0.0067 Y

6	$K'a = 5.4 \cdot \varepsilon g^{-0.6}$	$6_1$	$\varepsilon g = 30 - 0.50 Dc$
9	$K'g = 22.5 \cdot \varepsilon g^{-0.85}$	$9_1$	$\varepsilon g = 61.5$
		$9_2$	$\varepsilon g = -4.5 + 0.323 Dm$ ( $30 \leq Dm \leq 110$ )
		$9_3$	$\varepsilon g = 31 + 0.475 (Dm - 110)$ ( $Dm \leq 110$ )
10	$K'g = 1.45$	$10_1$	$\varepsilon g = 12.5 + 0.95 Dm$

Y: Altitud en msnm

Dc: Distancia a la cordillera en km

Dm: Distancia al mar en km

Fuente: ILLA-Senamhi-Uni (1983), "Estudio de la hidrología del Perú - Volumen III", Convenio de Cooperación Técnica del Instituto Italo-Latino Americano, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología y Universidad Nacional de Ingeniería, marzo 1983, Roma-Italia, p. III:39.

**Tabla 6.** Valores de los parámetros  $a$  y  $n$ , que junto con  $K'$ , definen las curvas de probabilidad pluviométrica

SUBZONA	ESTACIÓN	Nº TOTAL DE ESTACIONES	VALOR DE $n$	VALOR DE $a$
123 <sub>1</sub>	321-385	2	0.357	322
123 <sub>3</sub>	384-787-805	3	0.405	$a = 37.85 - 0.0083 Y$
123 <sub>13</sub>	244-193	2	0.432	
123 <sub>5</sub>	850-903	2	0.353	9.2
123 <sub>6</sub>	840-913-918-958	4	0.380	11
123 <sub>8</sub>	654-674-679-709-713-714-732-745-752	9	0.232	14
123 <sub>9</sub>	769	1	0.242	12.1
123 <sub>10</sub>	446-557-594-653-672-696-708-711-712-715-717-724-757-773	14	0.254	$a = 3.01 + 0.0025 Y$
123 <sub>11</sub>	508-667-719-750-771	5	0.286	$a = 0.46 + 0.0023 Y$
5a <sub>2</sub>	935-968	2	0.301	$a = 14.1 - 0.078 Dc$
5a <sub>5</sub>	559	1	0.303	$a = -2.6 + 0.0031 Y$
5a <sub>10</sub>	248	1	0.434	$a = 5.80 + 0.0009 Y$

Fuente: ILLA-Senamhi-Uni (1983), "Estudio de la hidrología del Perú - Volumen III", Convenio de Cooperación Técnica del Instituto Ítalo-Latino Americano, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología y Universidad Nacional de Ingeniería, marzo 1983, Roma-Italia, p. III:42.

**Tabla 7.** Estaciones pluviométricas: valor de  $t$  para el cual resulta  $\epsilon t = \epsilon g$

COD.	ESTACIÓN	$t_g$	COD.	ESTACIÓN	$t_g$
193	Moyobamba	15.2	695	Chichicocha	19.6
244	Porvenir	13.5	708	Palaco	10.6
248	Bambamarca	15.2	709	Ranra	12.3
321	Contamana	15.3	711	Tellería	12.8
384	Uchiza	15.4	712	Acostambo	15.3
508	Oyon	15.5	713	Pajayagra	14.4
559	Picoy	15.5	714	Huancayocca	13.4
805	Quincemil	19.1	715	Los Nogales	13.9
903	Progreso	10.5	717	Pampas	16.5
968	Sibayo	15.9	719	Cercapuquic	8.5
958	Huaraya Moyo	17.5	724	Kichuas	16.9
557	Upamayo	19.4	732	Villena	8.7
594	Hueque	16.4	745	Santa Rosa	16.2
653	Pachacayo	16.1	750	Chillicocho	15.7
654	Mantaro	11.9	752	Churcampa	16.3
667	Yauricocha	17.5	757	Huancavelica	16.3
674	Huaytapallana	14.8	769	Huanta	16.0
679	Angasmayo	12.1	771	Astobamba	20.0

Fuente: Fuente: IILA-Senamhi-Uni (1983), "Estudio de la hidrología del Perú - Volumen III", Convenio de Cooperación Técnica del Instituto italo- Latino Americano ,Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología y Universidad Nacional de Ingeniería, marzo 1983, Roma-Italia, Cuadro I: 1- 10

Nota: Para esta table la Norma técnica C.040 considera un promedio de duración de lluvia diaria de 15.2 horas para el Perú, variando según la condición local.

Para hallar la precipitación de diseño se debe analizar la continuidad de los valores extremos obtenido de un registro de lluvia histórico en la zona de estudio, es decir se selecciona la mayor altura de precipitación anual de un determinado transcurso para distintos periodos de retorno. (Norma técnica C.040)

a) Intensidad de precipitación: está definida por la siguiente fórmula:

$$i_{(t,T)} = \frac{P_{(t,T)}}{t}$$

Donde:

$i_{(t,T)}$  = intensidad de la precipitación, de duración "t" y periodo de retorno T

$P_{(t,T)}$  = Profundidad de la precipitación

b) Curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF): es un gráfico que nos permite identificar la máxima intensidad en función de cada intervalo de tiempo referencial para diferentes periodos de retorno. (Figura 4) (Hidrología I: Ciclo hidrológico, 2005)

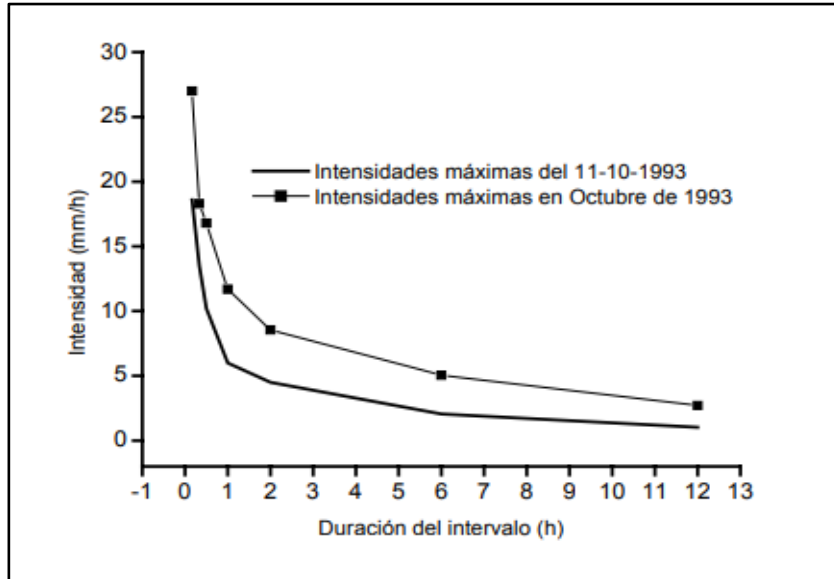


Figura 4. Curvas intensidad-duración-frecuencia

La Norma C.040 recomienda que, si se dispone de valores de precipitación de 24 horas y no de pluviógrafos, estas precipitaciones de diseño se determinan con un periodo menor a 24 horas mediante el uso de curvas IDF del “Estudio de la hidrología del Perú” (IILA-Senamhi-Uni, 1983) así también el uso de la siguiente fórmula:

$$i_{t,T} = \frac{P_{24,T}}{t_g} \cdot \left( \frac{t + b}{t_g + b} \right)^{n-1}$$

Donde:

$P_{24,T}$  = precipitación máxima en 24h para T años de periodo de retorno estimado para la zona

t = Duración (horas)

$t_g$  = Duración con la que se iguala la precipitación (24 horas), en promedio 15.2 horas para Perú

b y n = Parámetros de tiempo y duración, respectivamente

c) Hietograma de diseño: es un gráfico que nos permite ver las alturas de la intensidad de las precipitaciones acumuladas en función al tiempo (Figura 5), generalmente se puede observar en el gráfico las intensidades medias en variados intervalos de tiempo, es por ello la forma escalonada que presenta (Hidrología I: Ciclo hidrológico, 2005).

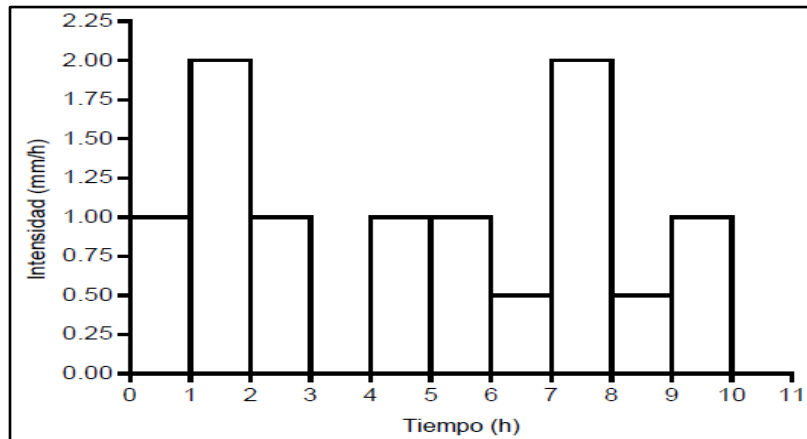


Figura 5. Hietograma

Cada componente que forma parte del sistema de drenaje pluvial cumple una función vital ya que permite que el sistema funcione (Norma técnica C.040, 2021) a continuación se define cada una de ellas.

a) Estructuras de captación: tienen la finalidad de verter y captar las aguas superficiales de precipitaciones al sistema de drenaje pluvial. Para ello se hace uso de sumideros que captan estas aguas que serán conducidas en dirección al sistema de drenaje. El tipo de sumidero a seleccionar para el sistema de drenaje pluvial dependerá de diferentes factores como costos, hidráulicos y ubicación, para ello existen tres tipos de sumideros (Norma OS.060, 2006).



Los sumideros laterales en sardinel o solera: es una abertura vertical o lateral al sardinel por donde ingresa el flujo de las escorrentías mediante las cunetas y su uso en general es en trechos donde las inclinaciones de las cunetas son menores al 3%. (Figura 6)

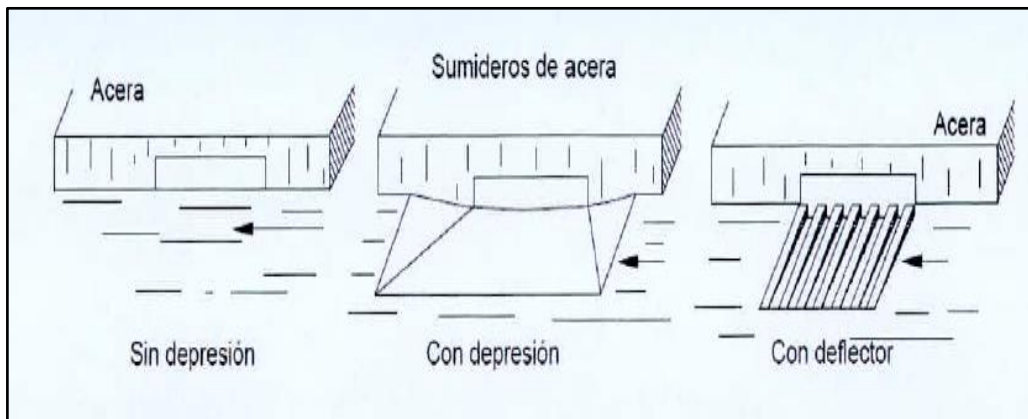


Figura 6. Sumideros laterales de sardinel o solera

Los sumideros de fondo: su ingreso está ubicado en la cuneta cubierta por uno o varios sumideros y se utiliza cuando las pendientes de las cunetas superen el 3%, estos sumideros pueden contar con una depresión la cual permite aumentar la capacidad de captación. (Figura 7)

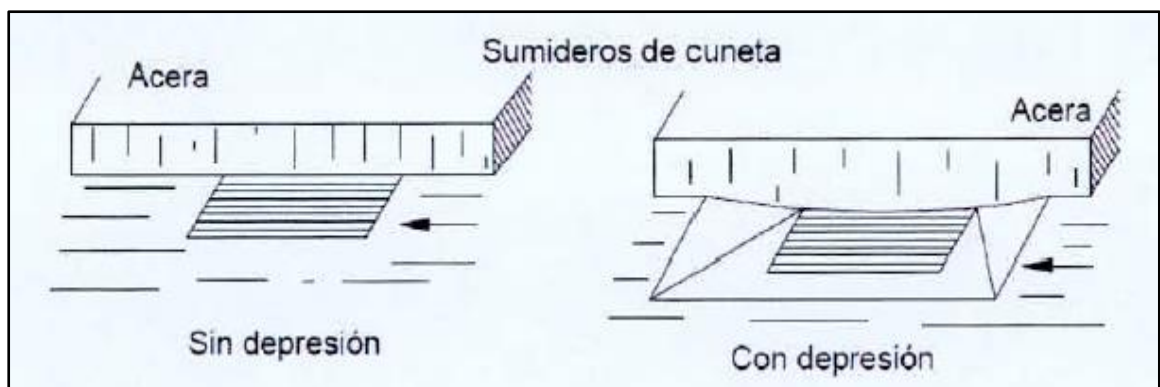


Figura 7. Sumideros de fondo

Los sumideros compuestos: estos resultan ser los sumideros laterales y sumideros de fondo funcionando como uno solo, el diámetro permitido mínimo para la descarga en el buzón será de 10". (Figura 08)

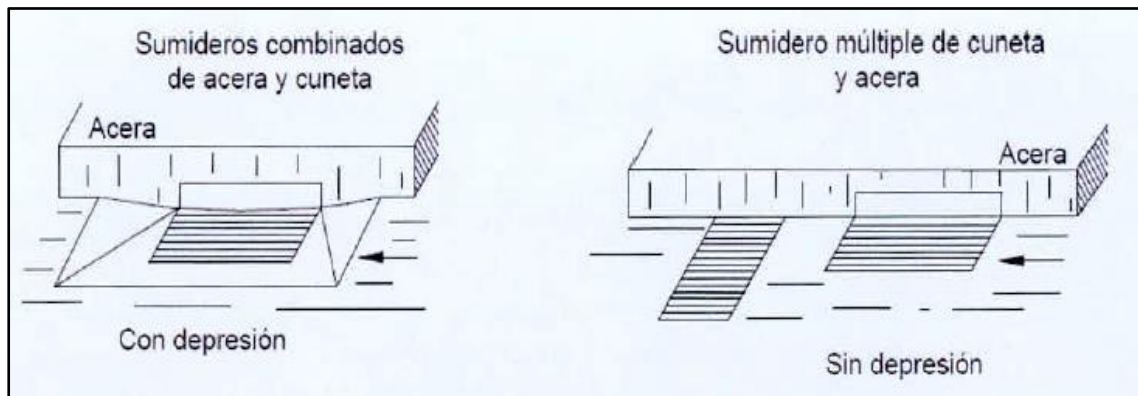


Figura 8. Sumideros mixto o combinado

b) Estructuras de conducción: permiten conducir las aguas provenientes de las estructuras de captación llevándolas a los sitios de descarga, estos conductos pueden ser cerrados o abiertos también denominados colectores (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, 2007).

Los colectores son una red de conductos (tuberías) que están ubicado subterráneamente que conforme se incrementa la zona de drenaje su diámetro también, estos no descargan directo las aguas de lluvia a un curso de agua, debido a eso es que no son de mucha longitud. (Norma técnica OS.060, 2006), las tuberías para el sistema de drenaje pluvial deben tener las siguientes consideraciones como:

Ubicación y lineamiento: debe evitarse su puesta bajo bermas y/o calzadas, pero cuando ésta sea inevitable debe tenerse en consideración la instalación de unos registros.

Diámetro de tuberías: el mínimo que deberán tener estos conductos serán los indicados (Tabla 8), sin embargo, si la tubería fuese de sección circular el diámetro mínimo es 0.45 m (Norma técnica C.040, 2021).

**Tabla 8. Mínimos de tuberías en colectores de agua**

<b>Tipo de colector</b>	<b>Diámetro mínimo (m)</b>
Colector troncal	0.50
Lateral troncal	0.40
Conductor lateral	0.40

Fuente: Norma técnica OS.060, 2006, pág.23

Resistencia: estos conductos deberán cumplir con los estándares técnicos y especificaciones técnicas que indican las normas técnicas peruanas (NTP) o reglamentos técnicos emitidos por los encargados competentes. (Norma técnica C.040, 2021)

Tipo de conducto: el tipo de material para un conducto que se usa en general para un sistema de drenaje pluvial es arcilla vitrificada, concreto armado centrifugado, concreto armado vibrado con recubrimiento interior de polietileno o de policloruro de vinilo (PVC), concreto pretensado centrifugado, hierro fundido dúctil, poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP) y polietileno de alta densidad (HDPE) (Norma técnica C.040, 2021).

Los conductos transportarán un caudal de diseño a una velocidad mínima de 0.90 m/s esto con el fin de evitar las posibles sedimentaciones por partículas de gravas y arenas que pueda arrastrar consigo el agua de lluvia (Norma técnica C.040) y la velocidad máxima no deberá sobrepasar los valores mínimos (Tabla 9).

**Tabla 9.** Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)

Material de la tubería		Agua con fragmentos de
Asbesto cemento		3.0
Hierro fundido dúctil		3.0
Cloruro de Polivinilo		6.0
Poliéster reforzado con fibra de vidrio		3.0
Arcilla Vitrificada		3.5
Concreto armado de:	140 kg/cm <sup>2</sup>	2.0
	210 kg/cm <sup>2</sup>	3.3
	250 kg/cm <sup>2</sup>	4.0
	280 kg/cm <sup>2</sup>	4.3
	315 kg/cm <sup>2</sup>	5.0
Concreto armado de:	>280 kg/cm <sup>2</sup>	6.6
curado de vapor		

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones, 2006, pág.59

Otro componente que permite captar y conducir las aguas superficiales de la lluvia es la cuneta, ya que conduce el flujo de estas aguas hacia las zonas inferiores donde se localizan los sumideros. Según indica la Norma técnica C.040 existen diferentes secciones que puede tener una cuneta como: semicircular, triangular, rectangular, trapezoidal, compuesta y en "V". (Figura 9)

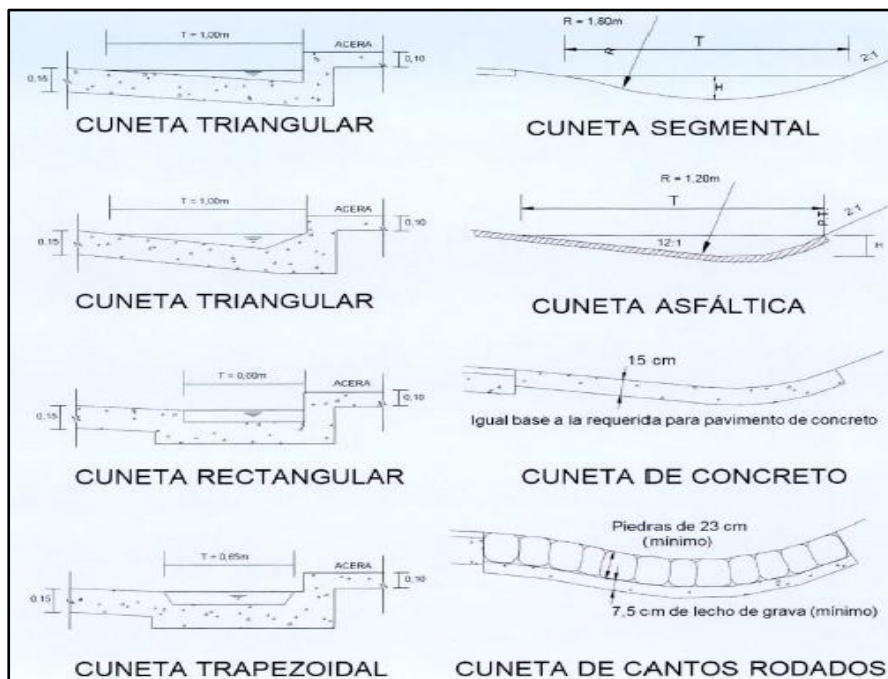


Figura 9. Sección transversal de cunetas

Para proyectar la dimensión que tendrá la cuneta debe tomarse en cuenta la rugosidad del material a emplear (Tabla 10), desnivel y corte, para luego ser usada en la ecuación de Manning (Figura 10).

**Tabla 10.** *n* de Manning para cunetas de calles y calzadas

<b>Tipo de cuneta o calzada</b>	<b>n de Manning</b>
Cuneta de concreto con acabado paleteado	0.012
Calzada de asfalto	
Textura suave (o lisa)	0.013
Textura rugosa	0.016
Cuneta de concreto-calzada de asfalto	
Suave (o lisa)	0.013
Rugoso	0.015
Calzada de concreto	
Acabado	0.014
Acabado escobillado	0.016
Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores antes indicados de <i>n</i> , en:	0.002

Fuente: Norma técnica C.040, 2021, pág.36

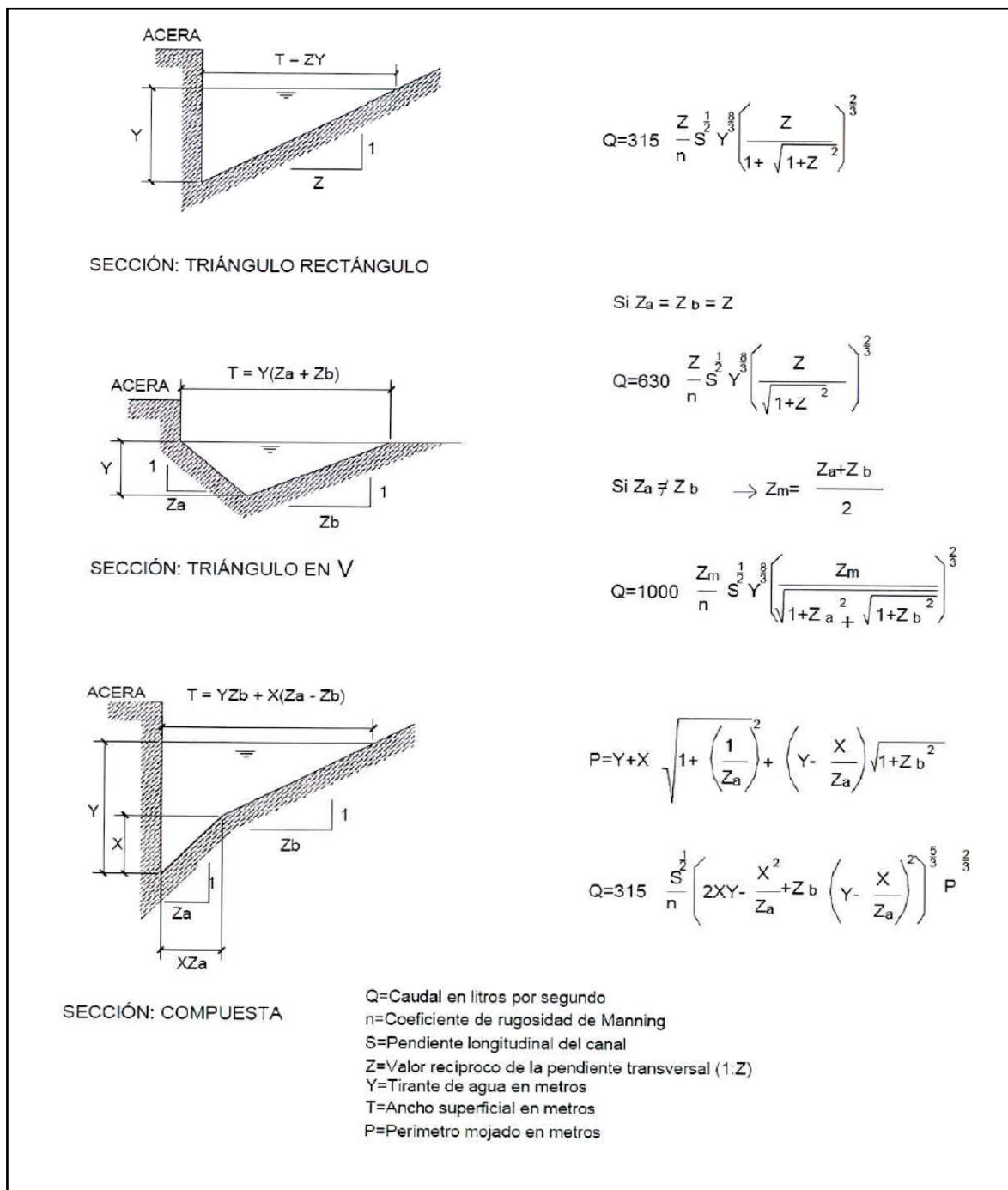


Figura 10. Fórmulas de caudal en cunetas, aplicando Manning

c) Estructuras de conexión y mantenimiento: estas son los pozos de visita, buzones o registros que tienen la función de facilitar la conexión y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial, permitiendo un acceso adecuado para su limpieza e inspección (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, 2007).

-Buzón: estructura generalmente cilíndrica con un diámetro de 1.20 m, el material del que está compuesto puede ser de mampostería o concreto y se ubica al inicio del sistema, en las intersecciones, variaciones de diámetro y pendiente (Norma técnica OS.060, 2006).

-Registro: estructura subterránea que permite el fácil acceso a los colectores con el propósito de inspeccionarlos y limpiarlos para evitar posibles atoros de sedimento o material orgánico traído por el agua de lluvia (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, 2007).

d) Estructuras de descarga: son las que mantienen y protegen, al sistema de drenaje pluvial, de las interrupciones que perjudiquen la disposición final de las aguas de lluvia al punto donde se evacuarán (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, 2007).

En resumen, el agua de las tormentas acumulada se transporta en el alcantarillado y se descarga en una salida que la lleva al sistema mayor, en su mayoría esa salida es de cauces naturales destinados o modificados para cumplir su función (Campos, 2010, p. 11).

Los estudios de mecánica de suelos nos permiten conocer las particularidades del suelo como perfil de suelo, tipo de suelo (Figura 11 y 12), profundidad de napa freática, capacidad portante, entre otros, estos se obtienen sacando muestras del suelo mediante calicatas en los tramos donde se proyecta realizar el diseño de drenaje pluvial según la Norma técnica C.040. Tener atención al momento de seleccionar el terreno donde se quiere desarrollar el proyecto ya que existen suelos que no están permitidos como turba, suelo orgánico, relleno sanitario o de desmonte (Norma E.050).

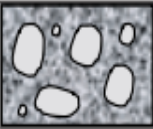

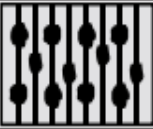
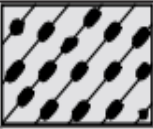
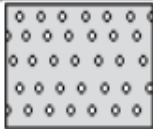

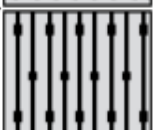

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA

Figura 11. Simbología de suelos



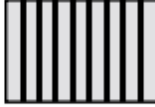





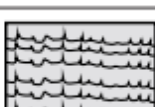
DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.

Figura 12. Simbología de suelos

El Storm Water Management Model es el software que permite hacer modelaciones de simulación de precipitaciones para diferentes periodos, así también simular la cantidad del agua que será evacuada. Este programa se desarrolló a principios del año 1971, con el transcurrir de los años a experimentado varias mejoras hasta la edición actual que es la 5.1° versión del software (SWMM modelo de gestión de aguas pluviales – Manual del usuario, 2005).

Como indica el manual del usuario el programa SWMM considera una gran diversidad de procesos hidrológicos para captación, transporte y evacuación de de las escorrentías originadas por las lluvias o ya sea algún otro depósito natural de agua, mediante un previo y correcto análisis hidrológico permitiendo realizar un diseño adecuado de descarga de una tormenta (Naje Hussain, et. al,2022). La simulación en SWMM nos muestra el máximo y mínimo volumen de inundación, el caudal del alcantarillado y los diferentes puntos del alcantarillado inundados en los diferentes periodos de lluvia (Hassan Mohammed, et. al, 2021) de este modo se pueden plantear variadas soluciones para un apropiado modelamiento de las escorrentías en las cuencas urbanísticas (Bach, 2020). Todo programa que se use para el modelamiento no solo nos predecirá la profundidad a la que ocurre una inundación sino cuando ocurre o no en diferentes lapsos de tiempo (Löwe,2021).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

La investigación fue de tipo aplicada porque logró dar solución al problema sobre las precipitaciones pluviales en zonas urbanas; fue transversal porque su medición de las variables sería en un solo momento determinado procediendo con su descripción y análisis de sucesos; y fue descriptiva porque el diseño del sistema de drenaje pluvial fue de acuerdo a los datos extraídos de la zona de estudio en el balneario de Las Delicias (Hernández, 2014, p. 634).

El diseño de investigación que se consideró es no experimental, descriptivo simple porque se observaron y analizaron los valores de la variable para determinar el mejor diseño del sistema de drenaje pluvial; cuyo esquema es el siguiente:



Donde:

M: Avenidas y calles de los sectores El Triángulo, sector Las Palmeras, sector Playa Acapulco y sector Norte del C.P del balneario de Las Delicias, del distrito de Moche, provincia de Trujillo, región La Libertad.

O: Estudios topográficos, estudio de mecánica de suelos, hidrológicos y diseño.

### 3.2. Variables y operacionalización:

La variable de estudio fue el diseño del sistema de drenaje pluvial (Anexo 3), definiéndose conceptualmente como un servicio básico estructural el cual debe formar parte de todo centro poblado y está conformado por un sistema de tuberías cuya función es la de evitar las inundaciones causadas por las precipitaciones. (DL. N° 1356 que aprueba la ley general de drenaje pluvial). Además, se tomó como dimensiones los estudios topográficos, mecánica de suelos, hidrológicos y diseño estructural; teniendo como escala de medición de Razón. (Anexo 1 y 2)

### 3.3. Población. Muestra y muestreo:

La población que abarcó el proyecto fueron las calles de los sectores El Triángulo, sector Las Palmeras, sector Playa Acapulco y sector Norte del C.P Las Delicias, distrito de Moche, provincia de Trujillo, región de La Libertad. Se determinó como muestra las avenidas y calles pavimentadas de los sectores mencionados de Las Delicias, distrito de Moche, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad. (Anexo 3) y el tipo de muestreo utilizado fue el no probabilístico por conveniencia, debido a que las calles escogidas de la zona de estudio para el desarrollo del proyecto carecían de un sistema de drenaje pluvial.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Se emplearon las técnicas de análisis documental la que se aplicó a los estudios topográficos, mecánica de suelos e hidrológicos junto a la Observación Estructurada aplicada al diseño y modelamiento estructural mediante el programa SWMM en la zona donde se realizó el proyecto. Se aplicaron dos instrumentos de recolección de datos, el primero fue la Ficha de Registro del análisis documental y la Guía de Observación producto de la observación estructurada.

### 3.5. Procedimientos:

Para el progreso del proyecto se requirió la información necesaria mediante una carta de presentación dirigida al Sr. César Arturo Fernández Bazán alcalde del distrito de Moche (Anexo 06), para la obtención de las curvas de nivel se requirió el levantamiento topográfico satelital de la zona de estudio con el fin de conocer las pendientes existentes y curvas de nivel, para la recopilación de los estudios de mecánica de suelos se requirió expedientes técnicos de obras anteriores para tener a detalle las singularidades del suelo que abarca el proyecto y para la recopilación de los estudios hidrológicos se requirió los valores de las precipitaciones pluviales del portal web de la Autoridad Nacional del Agua.

### 3.6. Método de análisis de datos:

Con el plano de curvas de nivel se pudo analizar de manera detallada, en el programa Autocad 2019, las pendientes de la zona con el fin de seleccionar las rutas de evacuación por gravedad más convenientes para el diseño, con los datos obtenidos de mecánica de suelos de los expedientes se pudo conocer las capas y tipos de suelo que conformaban la zona donde se diseñó el sistema de drenaje pluvial y con los valores de las precipitaciones que se obtuvieron del portal web de la Autoridad Nacional del agua que se guardó en una hoja excel para sus respectivos cálculos hidrológicos que fueron llevados al programa SWMM 5.1 para su modelación.

### 3.7. Aspectos éticos:

Este proyecto de investigación referenció a tesis, artículos, normas e investigaciones de fuentes confiables y verídicas, siendo citadas y referidas de acuerdo a Norma ISO 690 y 690-2 dando hincapié al reconocimiento de los trabajos de otros profesionales.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Estudios topográficos:

El proyecto se desarrolló en el Balneario de Las Delicias ubicado en el distrito de Moche del Departamento de La Libertad, limita por el sur con el balneario de Salaverry y por el norte con la localidad de Buenos Aires. Los datos obtenidos se realizaron a través de un levantamiento topográfico satelital para luego ser procesados en el programa Civil 3D, lo que permitió obtener las curvas de nivel y perfiles de las calles de los sectores El Triángulo, Las Palmeras, Playa Acapulco y sector Norte del C.P de Las Delicias debido a que son vías de importante circulación vehicular y peatonal que en el pasado Fenómeno del Niño del año 2017 por motivo de las altas precipitaciones afectaron su infraestructura perjudicando a toda la población de los sectores mencionados. El plano en planta fue dibujado en escala 1:1000 y los perfiles longitudinales en la escala vertical 1:400 y la horizontal 1:1000.

### 4.2. Estudios de mecánica de suelos:

Los datos obtenidos son procedentes de estudios previos de obras ubicadas dentro de los sectores del proyecto.

En el sector Norte del C.P de Las Delicias la calicata que se realizó tuvo una profundidad de 2.00 m y el análisis del ensayo en el laboratorio reveló que el estrato está compuesto por arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. De color Marrón claro, clasificados en el sistema SUCS, como un suelo "SP" AASHTO A-3 (1) (Figura 13), con una humedad natural de 5.67%. Se obtuvo la capacidad portante del suelo a través del análisis de la muestra, para fondo de cimentación (Figura 14).

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	Calicata N°1	E1	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	SP	A-3(1)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10	ESTRANO NO ANALIZADO					
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

Figura 13. Perfil estratigráfico de calicata N°01 - Parque Las Delicias

Calicata	CIM. CORRIDA	Qadm	Zona
C-1	1.00 m 1.00 m * 3.50 m	1.11 Kg/cm <sup>2</sup>	Cimentación corrida.
Calicata	CIM. CUADRADA	Qadm	Zona
C-1	1.60 m 1.20 m * 1.20 m	3.63 Kg/cm <sup>2</sup>	Zapata

Figura 14. Capacidad portante del suelo - Parque Las Delicias

En el sector El Triángulo las calicatas que se realizaron tuvieron una profundidad de 3.00 m y el análisis del ensayo en el laboratorio reveló que la primera calicata tuvo una capa compuesta por un 98.03% de arena y 1.97% de finos con un contenido de humedad de 18.36%, la segunda calicata tuvo un estrato compuesto por un 98.97% de arena y 1.07% de finos con un contenido de humedad de 19.25% (Figura 15 y 16), también se observaron las siguientes capacidades portantes que posee ese suelo (Figura 17).

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	% GRAVA	% ARENA	% FINO
PC - 1	M-1	-1.00 a -3.00	0.00	98.03	1.97
PC - 2	M-1	-0.50 a -3.00	0.00	98.97	1.04

Figura 15. Cuadro resumen de análisis granulométrico - El Triángulo

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CONTENIDO HUMEDA
PC - 1	M-1	-1.70	18.36
PC - 2	M-2	-1.70	19.25

Figura 16. Cuadro de contenido de humedad - El Triángulo

Df (m)	N (Golpes)	B1 (m)	q adm (t)
1.00	13	15	1.567
1.10	12	15	1.449
1.20	14	15	1.694
1.30	16	15	1.941
1.40	14	15	1.702
1.50	16	15	1.949
1.60	15	15	1.831
1.70	16	15	1.957
1.80	14	15	1.716
1.90	17	15	2.088
2.00	18	15	2.216

Figura 17. Capacidad portante del suelo - El Triángulo



En el sector aledaño a la playa Acapulco las calicatas que se realizaron tuvieron una profundidad de 1.50 m de profundidad y el análisis del ensayo en el laboratorio reveló que la primera calicata de 0.35 m de hondo presenta una composición de arena con aglomerante limoso, 26.76% de finos, 7.47% de grava y 65.77% de arenas, tiene una clasificación “SM” en el sistema SUCS con una humedad natural de 2.46%.; a una profundidad de 0.35 m a 1.50 m presenta otro estrato compuesto por arena limpia mal graduada; 3.03% de finos, 2.13% de gravas y 94.84% de arenas, material de colote gris, tiene una clasificación “SP” en el sistema SUCS con una humedad natural de 1.86%

La segunda calicata de 0.35 m de hondo presenta un capa de arena mal graduada y arena limosa con contenido de gravas de 30.78%, 10.87% de finos y 58.35% de arenas, material gris, tiene una clasificación “SP-SM” en el sistema SUCS con una humedad natural de 2.65%; a una profundidad de 0.35 m a 1.50 m presenta otro estrato compuesto por gravas con aglomerante limoso, con contenido de arenas, 12.06% de finos, 56.13% de gravas y 31.81% de arenas, material color marrón, tiene una clasificación “GM” en el sistema SUCS con una humedad natural de 5.77%. (Figura 18)

CALICATA	C1		C2	
	E1	E2	E1	E2
PROF.(m)	0.00-0.35	0.35-1.50	0.00-0.35	0.35-1.50
% GRAVA	7.47%	2.13%	30.78%	56.13%
% ARENA	65.77%	94.84%	58.35%	31.81%
% FINOS	26.76%	3.03%	10.87%	12.06%
LL	20.00%	0.00%	18.00%	18.00%
LP	17.93%	0.00%	15.77%	15.94%
IP	2.07%	0.00%	2.23%	2.06%
Clasif. SUCS	SM	SP	SP-SM	GM
$\gamma_{seco}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.533	1.558	1.723	1.226

Figura 18. Cuadro resumen de calicatas - Sector Acapulco

#### 4.3. Estudios hidrológicos:

La estación pluviométrica que se usó para este proyecto, la más referencialmente cercana, es la estación de Salpo ubicada en una latitud de - 8.005333 y altitud de 3458 m.s.n.m perteneciente a la cuenca de Moche. (Observatorio del agua-Autoridad Nacional del Agua)

En la estación se observó que en el año 2011 se registró la menor precipitación anual con 10.2 mm y en el año de 1979 ocurrió la mayor precipitación anual con 69.5 mm durante los últimos 54 años de registro en esa estación (Tabla 11).

**Tabla 11. Precipitaciones anuales**

<b>Año</b>	<b>Valor (mm)</b>	<b>Año</b>	<b>Valor (mm)</b>	<b>Año</b>	<b>Valor (mm)</b>
1963	14.1	1988	20	2013	21.3
1964	16.3	1989	20	2014	24
1965	17	1990	20.4	2015	23.6
1966	22.3	1991	20.6	2016	30.7
1967	23.9	1992	20	2017	28.3
1968	16.8	1993	15		
1969	23.8	1994	40		
1970	22.5	1995	20		
1971	19.5	1996	20		
1972	17.4	1997	20		
1973	18.2	1998	26		
1974	13.5	1999	20		
1975	23.7	2000	18.3		
1976	17	2001	29		
1977	22	2002	23		
1978	13.8	2003	23.5		
1979	69.5	2004	20.8		
1980	18.7	2005	16		
1981	30.2	2006	20.6		
1982	22.6	2007	18.3		
1983	39.3	2008	22.6		
1984	26	2009	18.2		
1985	26.3	2010	14.5		
1986	23.3	2011	10.2		
1987	19.8	2012	25.2		

Fuente: Estación pluviométrica de Salpo, Observatorio del agua – ANA

Con los datos obtenidos de la estación pluviométrica se procedió a realizar los cálculos de precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración, intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno y los gráficos de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia. (Tabla 12, 13 y 14)

**Tabla 12.** Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración

Tiempo de Duración	Cociente	P.M.P. (mm) para diferentes tiempos de duración Sg. Periodo de Retorno							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
12 hr	X12 = 80%	19.3596	27.0035	32.0644	38.4589	43.2027	45.9599	47.9114	58.7926
8 hr	X8 = 68%	16.4557	22.9530	27.2547	32.6900	36.7223	39.0659	40.7247	49.9737
6 hr	X6 = 61%	14.7617	20.5902	24.4491	29.3249	32.9420	35.0444	36.5324	44.8294
5 hr	X5 = 57%	13.7937	19.2400	22.8459	27.4019	30.7819	32.7464	34.1369	41.8897
4 hr	X4 = 52%	12.5837	17.5523	20.8419	24.9983	28.0817	29.8739	31.1424	38.2152
3 hr	X3 = 46%	11.1318	15.5270	18.4370	22.1138	24.8415	26.4270	27.5491	33.8058
2 hr	X2 = 39%	9.4378	13.1642	15.6314	18.7487	21.0613	22.4055	23.3568	28.6614
1 hr	X1 = 30%	7.2599	10.1263	12.0241	14.4221	16.2010	17.2350	17.9668	22.0472

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13.** Intensidades de lluvia

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno							
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
12 hr	720	1.6133	2.2503	2.6720	3.2049	3.6002	3.8300	3.9926	4.8994
8 hr	480	2.0570	2.8691	3.4068	4.0863	4.5903	4.8832	5.0906	6.2467
6 hr	360	2.4603	3.4317	4.0749	4.8875	5.4903	5.8407	6.0887	7.4716
5 hr	300	2.7587	3.8480	4.5692	5.4804	6.1564	6.5493	6.8274	8.3779
4 hr	240	3.1459	4.3881	5.2105	6.2496	7.0204	7.4685	7.7856	9.5538
3 hr	180	3.7106	5.1757	6.1457	7.3713	8.2805	8.8090	9.1830	11.2686
2 hr	120	4.7189	6.5821	7.8157	9.3743	10.5306	11.2027	11.6784	14.3307
1 hr	60	7.2599	10.1263	12.0241	14.4221	16.2010	17.2350	17.9668	22.0472

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14. Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia**

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	720	1.6133	6.5793	0.4783	3.1467	43.2865
2	480	2.0570	6.1738	0.7212	4.4527	38.1156
3	360	2.4603	5.8861	0.9003	5.2991	34.6462
4	300	2.7587	5.7038	1.0148	5.7881	32.5331
5	240	3.1459	5.4806	1.1461	6.2814	30.0374
6	180	3.7106	5.1930	1.3112	6.8090	26.9668
7	120	4.7189	4.7875	1.5516	7.4282	22.9201
8	60	7.2599	4.0943	1.9824	8.1165	16.7637
8	2460	27.7246	43.8984	9.1058	47.3216	245.2695

Fuente: Elaboración propia

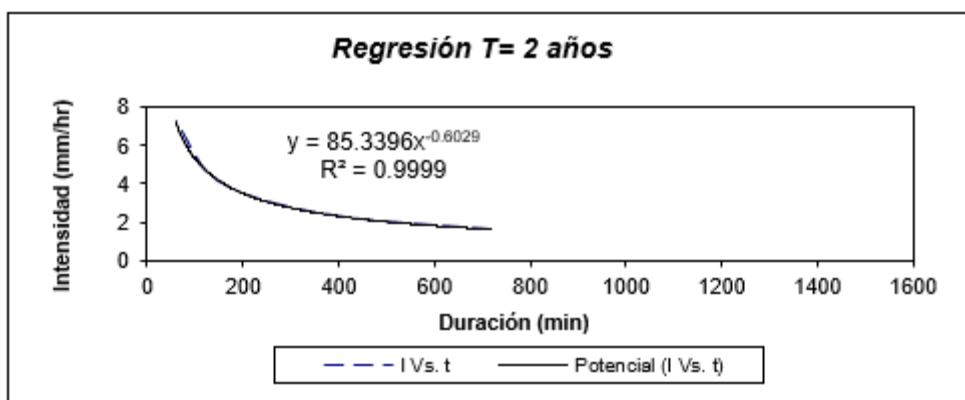


Figura 19. Gráfico de curvas I-D-F (T=2años)

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	720	2.2503	6.5793	0.8111	5.3362	43.2865
2	480	2.8691	6.1738	1.0540	6.5072	38.1156
3	360	3.4317	5.8861	1.2331	7.2579	34.6462
4	300	3.8480	5.7038	1.3476	7.6861	32.5331
5	240	4.3881	5.4806	1.4789	8.1053	30.0374
6	180	5.1757	5.1930	1.6440	8.5371	26.9668
7	120	6.5821	4.7875	1.8844	9.0213	22.9201
8	60	10.1263	4.0943	2.3151	9.4790	16.7637
8	2460	38.6712	43.8984	11.7680	61.9300	245.2695

Fuente: Elaboración propia

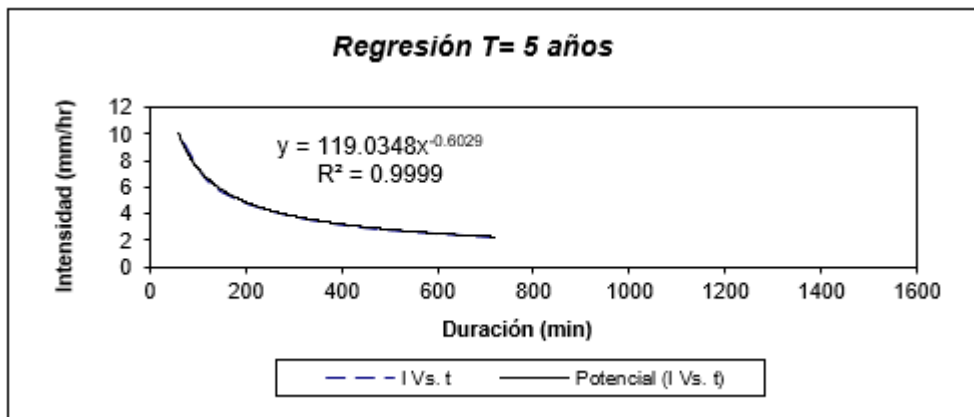


Figura 20. Gráfico de curvas I-D-F (T=5años)

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	720	2.6720	6.5793	0.9828	6.4663	43.2865
2	480	3.4068	6.1738	1.2258	7.5677	38.1156
3	360	4.0749	5.8861	1.4048	8.2690	34.6462
4	300	4.5692	5.7038	1.5193	8.6659	32.5331
5	240	5.2105	5.4806	1.6507	9.0467	30.0374
6	180	6.1457	5.1930	1.8157	9.4291	26.9668
7	120	7.8157	4.7875	2.0561	9.8437	22.9201
8	60	12.0241	4.0943	2.4869	10.1823	16.7637
8	2460	45.9189	43.8984	13.1423	69.4709	245.2695

Fuente: Elaboración propia

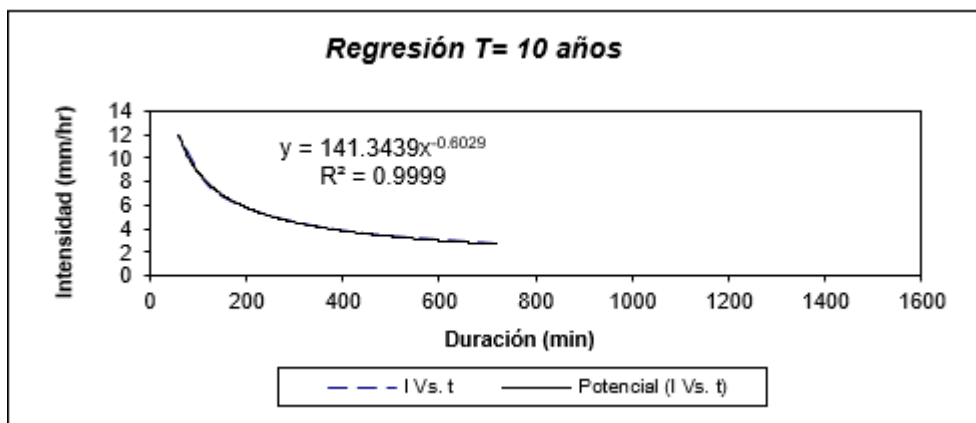


Figura 21. Gráfico de curvas I-D-F (T=10años)

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	720	3.2049	6.5793	1.1647	7.6627	43.2865
2	480	4.0863	6.1738	1.4076	8.6904	38.1156
3	360	4.8875	5.8861	1.5867	9.3393	34.6462
4	300	5.4804	5.7038	1.7012	9.7031	32.5331
5	240	6.2496	5.4806	1.8325	10.0433	30.0374
6	180	7.3713	5.1930	1.9976	10.3734	26.9668
7	120	9.3743	4.7875	2.2380	10.7143	22.9201
8	60	14.4221	4.0943	2.6688	10.9268	16.7637
8	2460	55.0763	43.8984	14.5970	77.4535	245.2695

Fuente: Elaboración propia

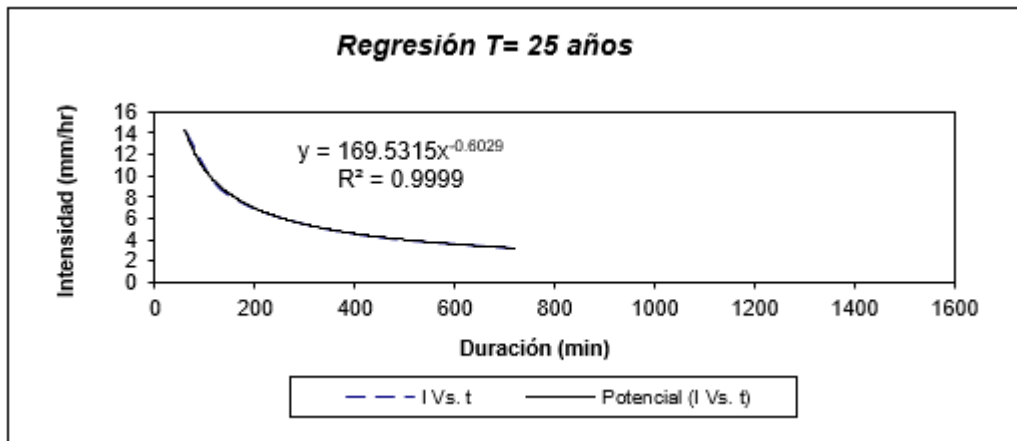


Figura 22. Gráfico de curvas I-D-F (T=25años)

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	720	3.6002	6.5793	1.2810	8.4280	43.2865
2	480	4.5903	6.1738	1.5239	9.4085	38.1156
3	360	5.4903	5.8861	1.7030	10.0240	34.6462
4	300	6.1564	5.7038	1.8175	10.3666	32.5331
5	240	7.0204	5.4806	1.9488	10.6808	30.0374
6	180	8.2805	5.1930	2.1139	10.9774	26.9668
7	120	10.5306	4.7875	2.3543	11.2711	22.9201
8	60	16.2010	4.0943	2.7851	11.4030	16.7637
8	2460	61.8698	43.8984	15.5275	82.5594	245.2695

Fuente: Elaboración propia

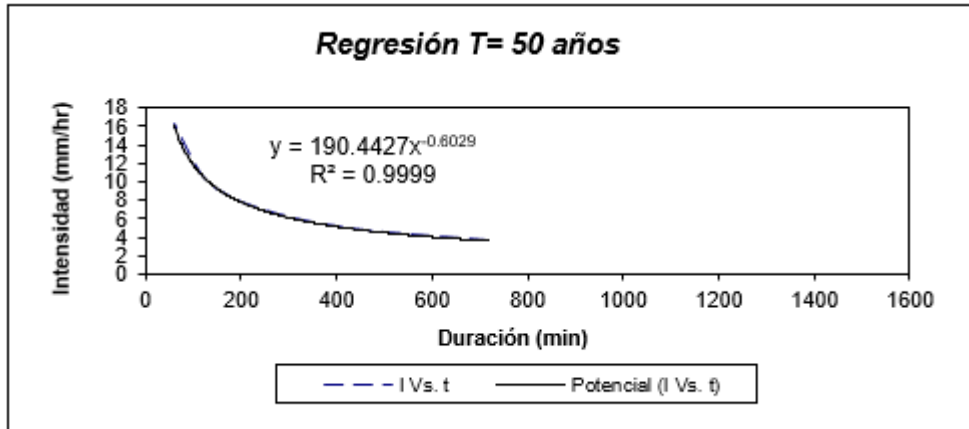


Figura 23. Gráfico de curvas I-D-F (T=50años)

Periodo de retorno para T = 75 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	720	3.8300	6.5793	1.3429	8.8350	43.2865
2	480	4.8832	6.1738	1.5858	9.7904	38.1156
3	360	5.8407	5.8861	1.7649	10.3881	34.6462
4	300	6.5493	5.7038	1.8794	10.7194	32.5331
5	240	7.4685	5.4806	2.0107	11.0199	30.0374
6	180	8.8090	5.1930	2.1758	11.2987	26.9668
7	120	11.2027	4.7875	2.4162	11.5673	22.9201
8	60	17.2350	4.0943	2.8469	11.6564	16.7637
8	2460	65.8184	43.8984	16.0224	85.2753	245.2695

Fuente: Elaboración propia

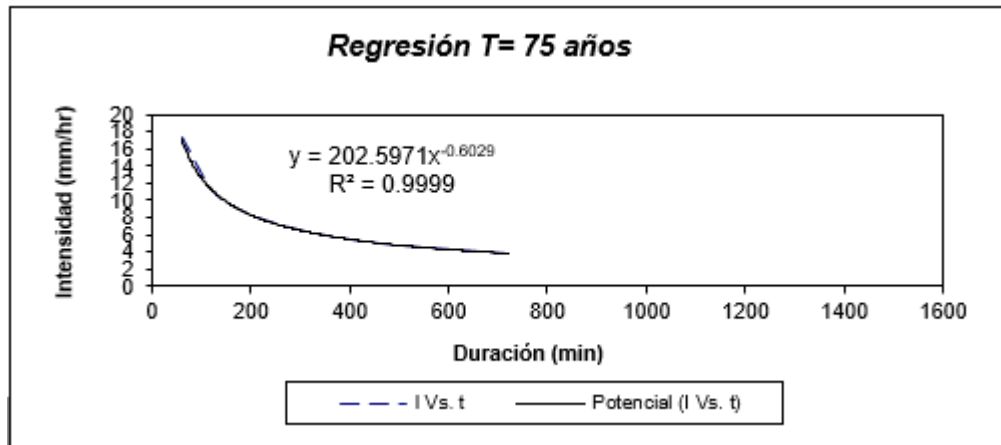


Figura 24. Gráfico de curvas I-D-F (T=75años)

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	720	3.9926	6.5793	1.3844	9.1086	43.2865
2	480	5.0906	6.1738	1.6274	10.0472	38.1156
3	360	6.0887	5.8861	1.8064	10.6329	34.6462
4	300	6.8274	5.7038	1.9209	10.9566	32.5331
5	240	7.7856	5.4806	2.0523	11.2478	30.0374
6	180	9.1830	5.1930	2.2174	11.5146	26.9668
7	120	11.6784	4.7875	2.4577	11.7664	22.9201
8	60	17.9668	4.0943	2.8885	11.8266	16.7637
8	2460	68.6131	43.8984	16.3551	87.1008	245.2695

Fuente: Elaboración propia

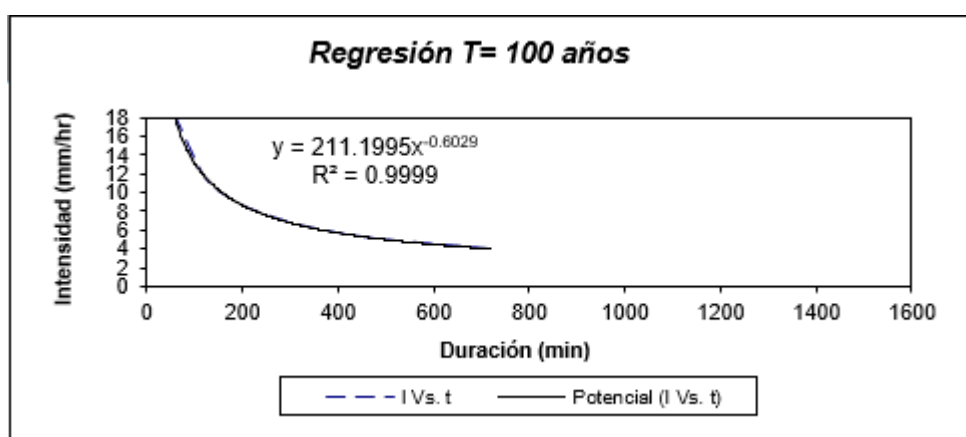


Figura 25. Gráfico de curvas I-D-F (T=100años)

Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	720	4.8994	6.5793	1.5891	10.4552	43.2865
2	480	6.2467	6.1738	1.8321	11.3107	38.1156
3	360	7.4716	5.8861	2.0111	11.8376	34.6462
4	300	8.3779	5.7038	2.1256	12.1240	32.5331
5	240	9.5538	5.4806	2.2569	12.3695	30.0374
6	180	11.2686	5.1930	2.4220	12.5774	26.9668
7	120	14.3307	4.7875	2.6624	12.7462	22.9201
8	60	22.0472	4.0943	3.0932	12.6646	16.7637
8	2460	84.1959	43.8984	17.9924	96.0851	245.2695

Fuente: Elaboración propia



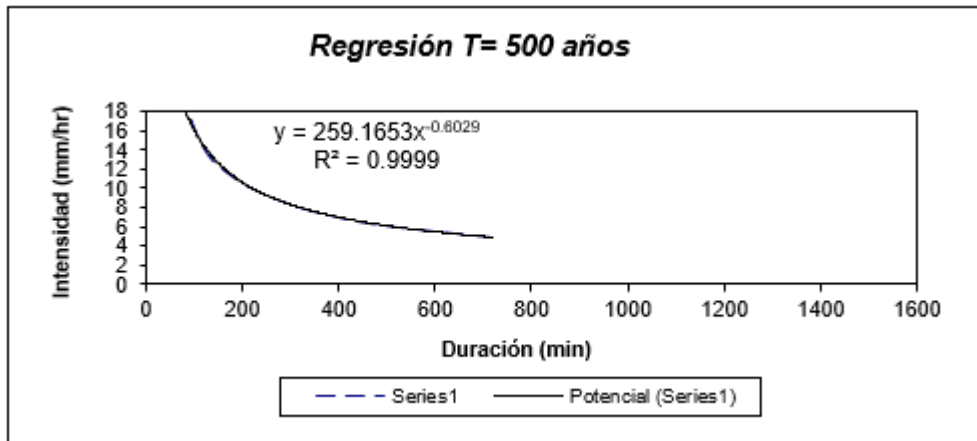


Figura 26. Gráfico de curvas I-D-F (T=500años)

Finalmente se obtiene la curva de Intensidad-Tiempo de duración-Periodo de retorno en minutos de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 y 60 para periodos de 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100 y 500 años. (Tabla N° 15)

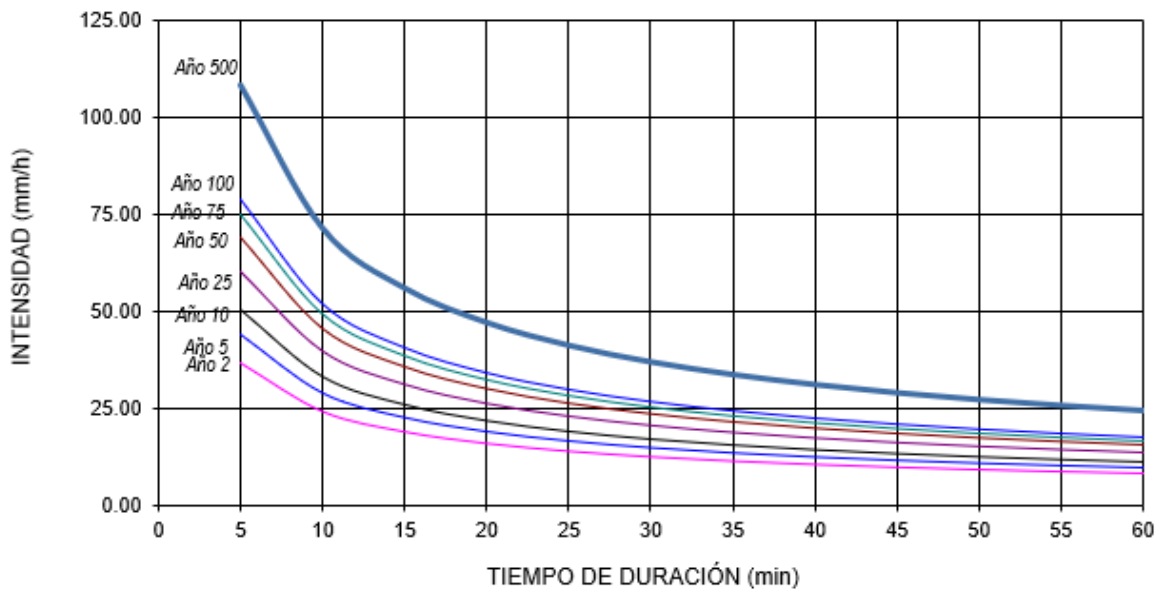


Figura 27. Curva Intensidad-Tiempo de duración-Periodo de retorno

#### 4.4. Diseño del sistema de drenaje pluvial (modelamiento en SWMM):

Los resultados obtenidos fueron hechos a base de los intervalos registrados en el proyecto. (Tabla 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22)

**Tabla 15. Opciones de análisis**

Unidades de caudal:	LPS
Modelos utilizados:	
Lluvia/Escurrentía:	SI
Deshielo de Nieve:	NO
Flujo Subterráneo:	NO
Cálculo Hidráulico:	SI
Permitir Estancamiento:	NO
Calidad del Agua:	NO
Método de Infiltración:	GREEN_AMPT
Método de Cálculo Hidráulico:	KINWAVE
Días Previos sin Lluvia:	0
Inicio de día:	02/12/2022 00:00
Fin de día:	02/12/2022 01:00
Report Time Step:	00:05:00
Intervalo para Tiempo de Lluvia:	00:02:00
Intervalo para Tiempo Seco:	00:10:00
Intervalo de Cálculo Hidráulico:	15:00 s

Fuente: Elaboración propia con programa SWMM 5.1

**Tabla 16. Errores de continuidad**

	Volumen	Altura
Escurrentía Superficial:	Hectárea	mm
Precipitación Total:	0.705	23.482
Pérdidas Evaporación:	0	0
Pérdidas Infiltración	0	0
Escurrentía Superficial:	0.589	19.628
Almacenamiento final:	0.124	4.144
% Error Continuidad:	-1.233	

Fuente: Elaboración propia con programa SWMM 5.1

**Tabla 17. Cálculo hidráulico**

	<b>Volumen</b>	<b>Volumen</b>
Cálculo Hidráulico:	hectárea- m	10 <sup>6</sup> ltr
Aporte Tiempo seco:	0.000	0.000
Aporte Tiempo lluvia:	0.582	5.818
Aporte Ag. Subterránea:	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia:	0.000	0.000
Aportes Externos:	0.000	0.000
Descargas Externas:	0.421	4.209
Descargas Internas:	0.153	1.529
Pérdidas de almacenamiento:	0.000	0.000
Vol. Almacenamiento Inicial:	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final:	0.010	0.096
% Error Continuidad:	-0.270	

Fuente: Elaboración propia con programa SWMM 5.1

**Tabla 18. Escorrentías en subcuencas**

Subcuenca	Precipitación total (mm)	Aporte total (mm)	Evaporación total (mm)	Infiltración total (mm)	Escorrentía impermeable (mm)	Escorrentía permeable (mm)	Escorrentía total (mm)	Escorrentía total 10 <sup>6</sup> ltr	Pico escorrentía (lps)	Coficiente de escorrentía
SC-01	23.48	0	0	0	22.08	0	22.08	0.78	425.11	0.94
SC-02	23.48	0	0	0	22.22	0	22.22	0.51	294.79	0.946
SC-03	23.48	0	0	0	5.47	0	5.47	0.04	18.63	0.233
SC-04	23.48	0	0	0	5.45	0	5.45	0.26	128.58	0.232
SC-05	23.48	0	0	0	23.18	0	23.18	0.17	120.5	0.987
SC-06	23.48	0	0	0	22.22	0	22.22	0.48	274.57	0.946
SC-07	23.48	0	0	0	23.2	0	23.2	0.13	92.65	0.988
SC-08	23.48	0	0	0	23.22	0	23.22	0.13	92.75	0.989
SC-09	23.48	0	0	0	23.21	0	23.21	0.13	89.39	0.988
SC-10	23.48	0	0	0	23.16	0	23.16	0.13	92.27	0.986
SC-11	23.48	0	0	0	22.46	0	22.46	0.32	196.39	0.957
SC-12	23.48	0	0	0	23.25	0	23.25	0.13	93.03	0.99
SC-13	23.48	0	0	0	23.26	0	23.26	0.1	68.14	0.99
SC-14	23.48	0	0	0	23.11	0	23.11	0.13	91.7	0.984
SC-15	23.48	0	0	0	23.22	0	23.22	0.13	91.11	0.989
SC-16	23.48	0	0	0	22.99	0	22.99	0.25	171.89	0.979
SC-17	23.48	0	0	0	23.09	0	23.09	0.08	55.5	0.983
SC-18	23.48	0	0	0	23.44	0	23.44	0.03	18.43	0.998
SC-19	23.48	0	0	0	23.32	0	23.32	0.06	41.72	0.993
SC-20	23.48	0	0	0	23.44	0	23.44	0.06	40.21	0.998

SC-21	23.48	0	0	0	23.31	0	23.31	0.1	71.74	0.993
SC-22	23.48	0	0	0	23.27	0	23.27	0.16	113.13	0.991
SC-23	23.48	0	0	0	23.38	0	23.38	0.42	256.15	0.953
SC-24	23.48	0	0	0	23.25	0	23.25	0.16	116.28	0.99
SC-25	23.48	0	0	0	22.9	0	22.9	0.22	154.55	0.975
SC-26	23.48	0	0	0	22.73	0	22.73	0.49	327.11	0.968
SC-27	23.48	0	0	0	23.16	0	23.16	0.17	120.23	0.986
SC-28	23.48	0	0	0	23.19	0	23.19	0.15	109.07	0.988

Fuente: Elaboración propia con programa SWMM 5.1

**Tabla 19.** Caudal y velocidad en conductos

Tubería	Tipo	Máximo Caudal LPS	Máximo Caudal diario LPS	Hora de máximo caudal	Máxima velocidad m/sec	Máximo caudal lleno	Nivel máximo lleno
L1	CONDUIT	531.14	0	00:09	2.95	1.08	1.00
L2	CONDUIT	369.98	0	00:33	2.06	1.07	1.00
L3	CONDUIT	370.55	0	00:33	3.03	0.67	0.60
L4	CONDUIT	368.25	0	00:33	3.17	0.63	0.57
L5	CONDUIT	18.58	0	00:11	1.85	0.02	0.10
L6	CONDUIT	147.32	0	00:15	1.87	0.37	0.42
L7	CONDUIT	147.3	0	00:15	4.23	0.12	0.23
L8	CONDUIT	119	0	00:10	1.98	0.27	0.35
L9	CONDUIT	201.54	0	00:11	1.74	0.65	0.58
L10	CONDUIT	283.08	0	00:11	2.29	0.68	0.61
L11	CONDUIT	253.88	0	00:07	1.29	1.00	1.00
L12	CONDUIT	295.41	0	00:07	1.57	1.00	1.00
L13	CONDUIT	349.96	0	00:10	5.01	0.32	0.39
L14	CONDUIT	463.14	0	00:10	6.2	0.35	0.41
L15	CONDUIT	384.51	0	00:17	2.14	1.08	1.00
L16	CONDUIT	379.78	0	00:17	3.04	0.69	0.61
L17	CONDUIT	182.88	0	00:10	1.71	0.59	0.55
L18	CONDUIT	336.71	0	00:10	2.65	0.70	0.62
L19	CONDUIT	89.76	0	00:11	1.41	0.29	0.37
L20	CONDUIT	175.81	0	00:10	2.23	0.37	0.42
L21	CONDUIT	652.87	0	00:13	3.63	1.07	1.00
L22	CONDUIT	170.23	0	00:10	1.61	0.56	0.53
L23	CONDUIT	352.8	0	00:10	3.81	0.47	0.48
L24	CONDUIT	118.42	0	00:10	2.75	0.16	0.27
L25	CONDUIT	701.48	0	00:10	4.32	0.94	0.78
L26	CONDUIT	673.75	0	00:11	3.79	1.06	0.94

Fuente: Elaboración propia con programa SWMM 5.1

**Tabla 20. Aportes en nudos**

Nudo	Tipo	Aporte lateral Máximo LPS	Aporte total Máximo LPS	Día de Máxi ma Aflue ncia	Hora de Máxima Afluencia	Volumen de aporte Lateral 10 <sup>6</sup> ltr	Volumen de aporte total 10 <sup>6</sup> ltr	Porcent aje de error de balance de flujo
N1	JUNCTION	719.9	719.9	0	00:10	1.27	1.27	0
N2	JUNCTION	0	531.14	0	00:09	0	1.17	0
N3	JUNCTION	0	369.98	0	00:33	0	0.999	0
N4	JUNCTION	0	370.55	0	00:33	0	0.996	0
N5	JUNCTION	18.63	18.63	0	00:10	0.0362	0.0362	0
N6	JUNCTION	128.58	147.09	0	00:15	0.252	0.288	0
N7	JUNCTION	0	147.32	0	00:15	0	0.284	0
N8	JUNCTION	120.5	120.5	0	00:10	0.167	0.167	0
N9	JUNCTION	89.39	205.12	0	00:10	0.124	0.288	0
N10	JUNCTION	91.7	283.9	0	00:10	0.128	0.411	0
N11	JUNCTION	41.72	929.57	0	00:11	0.0576	1.65	0
N12	JUNCTION	18.43	608.27	0	00:10	0.0255	1.31	0
N13	JUNCTION	55.5	350.08	0	00:10	0.0775	1.02	0
N14	JUNCTION	113.13	463.09	0	00:10	0.156	1.17	0
N15	JUNCTION	470.97	470.97	0	00:10	0.785	0.785	0
N16	JUNCTION	0	384.51	0	00:17	0	0.751	0
N17	JUNCTION	185.4	185.4	0	00:10	0.257	0.257	0
N18	JUNCTION	161.18	338.18	0	00:10	0.223	0.475	0
N19	JUNCTION	92.27	92.27	0	00:10	0.128	0.128	0
N20	JUNCTION	91.11	176.45	0	00:10	0.126	0.251	0
N21	JUNCTION	296.35	820.54	0	00:10	0.474	1.22	0
N22	JUNCTION	171.89	171.89	0	00:10	0.243	0.243	0
N23	JUNCTION	188.02	354.87	0	00:10	0.26	0.5	0
N24	JUNCTION	590.73	707.22	0	00:10	0.858	1.02	0
N25	JUNCTION	0	701.48	0	00:10	0	1.02	0
N26	JUNCTION	120.23	120.23	0	00:10	0.167	0.167	0
D1	OUTFALL	0	368.25	0	00:33	0	0.993	0
D2	OUTFALL	0	147.3	0	00:15	0	0.284	0
D3	OUTFALL	0	463.14	0	00:10	0	1.17	0
D4	OUTFALL	0	379.78	0	00:17	0	0.749	0
D5	OUTFALL	0	673.75	0	00:11	0	1.01	0

Fuente: Elaboración propia con programa SWMM 5.1

**Tabla 21.** Carga de vertidos

<b>Nudo de vertido</b>	<b>Frecuencia de vertido (%)</b>	<b>Caudal medio (LPS)</b>	<b>Caudal máximo (LPS)</b>	<b>Volumen total (10<sup>6</sup> LTR)</b>
D1	88.75	311.34	368.25	0.993
D2	90.42	87.38	147.3	0.284
D3	91.25	357.21	463.14	1.171
D4	90.42	230.6	379.78	0.749
D5	90.42	311.38	673.75	1.012

Fuente: Elaboración propia con programa SWMM 5.1



## V. DISCUSIÓN

1. Se tiene que las curvas de nivel obtenidas en el estudio topográfico del Balneario Las Delicias no presentan niveles muy altos ya que la orografía del área es casi plana, con respecto a los resultados de Zambrano (2017) que también presentan niveles de curvas no muy elevadas esto se debe a que los proyectos que se plantean realizar están ubicados en la zona costera del país donde el relieve no es muy ondulado ni accidentado lo cual favorece mucho a la hora de dar una pendiente adecuada a la conexión de los nudos y colectores.

2. Se debe decir que los estudios de suelos asimilados de otros expedientes técnicos muestra como el suelo arenoso, en diferentes sectores del balneario, presenta un alto porcentaje de contenido de arenas finas y mal graduadas hasta un 98.9% y un contenido de humedad relativamente alto de 19.25% a 1.70 de profundidad el nivel de la napa freática se encontraba a una profundidad mayor de 3 a 4 m, con respecto a los resultados obtenidos por Zambrano (2017) muestra que el nivel de la napa freática esta solo a una profundidad de 0.70 m y su superficie tiene la misma clasificación arenosa por lo que en ambos casos son necesarios un mejoramiento de suelo dependiendo el tipo de estructura y sobrecarga que ejerza los diferentes elementos del sistema pluvial.

3. Se presenta en los estudios hidrológicos un registro de precipitaciones de 54 años de una estación donde se registró la mayor precipitación con 69.5 mm, se debe decir que Alanya (2019) presenta registros históricos de sólo 26 años y la mayor precipitación que registra es de 36.6 mm por lo que se debería tener en cuenta buscar o promediar con otras estaciones que cuentan con registros de años anteriores esto con la finalidad de obtener cálculos más seguros y precisos ya que en esos años la lluvias eran más intensas y las zonas por donde escurrían estas aguas no presentaban un desarrollo urbano muy alto como lo es ahora.

4. En los resultados obtenidos del SWMM se hizo a base del tipo de material, que serían los colectores, PVC que tiene un coeficiente de rugosidad de 0.010, a diferencia de Benito (2019) consideró un material de hormigón liso de 0.012 esto es debido a que la zona del proyecto no presenta climas con altos contenidos de salitre como lo es en el Balneario de Las Delicias es por ello que se escogió un material con mayor resistencia al salitre.

## VI. CONCLUSIONES

1. El estudio topográfico nos indicó que la topografía del proyecto presenta relieves moderados, teniendo en la zona una cota mayor de 11.44 m.s.n.m que está ubicada en la calle N° 04 del sector Centro Poblado Norte y una cota menor de 4.98 m.s.n.m en el sector El Triángulo de Las Delicias.

2. Los estudios de suelos, asimilados de diferentes expedientes técnicos de obras anteriores dentro de la zona del proyecto, nos indicó que la característica más predominante en el área son los suelos arenosos mal graduados lo que en la AASHTO se les conoce como "SP" (Poorly Graded) y que tienen una capacidad portante entre 1.57 kg/cm<sup>2</sup> y 3.63 kg/cm<sup>2</sup>.

3. Los estudios de hidrología nos permitieron conocer el registro histórico de precipitaciones a lo largo de los últimos 54 años observando que en el año 1979 se registró una máxima precipitación de 69.5 mm y en el año 2011 una mínima de 10.2 mm, con estos datos se pudo conocer la intensidad de lluvia en intervalos de minutos siendo la máxima, al ingresar al sistema, 60.33 mm/hr y la menor 13.48 mm/hr para un periodo de retorno de 25 años.

4. El diseño o modelamiento de la estructura mediante el programa SWMM v.5.1 nos permitió modelar adecuadamente el sistema dividiendo la zona de estudio en 28 subcuencas, con 5 nudos de descarga de los cuales durante el modelamiento se obtuvieron diferentes caudales en estos conductos siendo el mayor 701.48 lps en el sector C.P Las Delicias y el menor 18.58 lps en el sector de la Playa Acapulco.

## VII. RECOMENDACIONES

En el Balneario de Las Delicias, así como todo pueblo o ciudad, se necesita un ordenado planeamiento de desarrollo urbano por parte de las autoridades competentes, ya que no se cuenta con los datos necesarios para diseñar diferentes obras hidráulicas como los drenajes pluviales que son importantes en la actualidad por los diversos cambios climáticos respecto al aumento de precipitaciones.

La aplicación del Storm Water Management Model (SWMM) en el modelamiento de drenaje pluvial de este proyecto fue muy sencillo y eficaz por lo que su uso debería ser más común en este tipo de proyectos.

Se debe hacer un recorrido detallado en el área que abarca el proyecto con el fin de ubicar los puestos de descarga para las aguas de lluvia, la razón principal de esto es para evitar evacuar estas aguas en propiedades de terceros que perjudiquen las características de sus suelos para futuras infraestructuras.

Tener en cuenta siempre el tipo de suelo donde se apoyará la infraestructura ya que no todos los suelos son adecuados para construir, por esto se debería plantear un mejoramiento de suelo dependiendo la envergadura del proyecto y su tipo de uso.

## REFERENCIAS

AGENCIA de Protección Ambiental de los Estados Unidos. SWMM Modelo de gestión de aguas pluviales – Manual del usuario [en línea]. 5.0 vE. Estados Unidos, 2005. [Fecha de consulta: 02 de junio de 2022]. Traducido por Grupo multidisciplinar de modelación de flúidos.

Disponible en

[http://www.instaqua.upv.es/swmm/descargas/Manual\\_SWMM5vE.pdf](http://www.instaqua.upv.es/swmm/descargas/Manual_SWMM5vE.pdf)

AGENCIA de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Estudio de recolección de datos sobre el sector de gestión del riesgo de desastres en Perú [en línea]. Perú, 2014. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2022].

Disponible en

[https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12231080\\_01.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12231080_01.pdf)

ALANYA, Alina. Diseño de drenaje pluvial cerrado y modelamiento de avenidas con el software SWMM, El Tambo, Huancayo. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana los Andes. 2019.

Disponible en <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1313>.

BACH, Peter [et al]. Un sistema de apoyo territorial para esquemas urbanos descentralizados de gestión de aguas pluviales. Revista Ciencia del medio ambiente total [en línea]. Abril 2020, Vol. 726 [Fecha de consulta: 27 de noviembre de 2022].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720317952>

BENITO, Kerly. Aplicación de software swmm en el sistema de drenaje pluvial urbano, Tayacaja. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Peruana de los Andes. 2019.

Disponible en

<http://www.repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1301>

CAMPOS, Daniel. Introducción a la Hidrología Urbana. 1º ed. San Luis Potosí. 2010. 11,12 pp.

ISBN: 970-95118-1-5

COMISIÓN Nacional del Agua (México). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Sanemiento. Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007. 7 pp.

Disponible en

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/01AlcantarilladoPluvial.pdf>.

CORPORACIÓN Jho&Lica s.a.c. Informe técnico de proyecto “Creación del parque recreacional en la mz.15 en el c.p Las Delicias del Distrito de Moche- Provincia de Trujillo-Departamento de La Libertad”, 2019. 15 pp.

COUTTS, Christopher; Hahn Micah. Infraestructura verde, servicios ecosistemáticos y salud humana. Revista Internacional de investigación ambiental y salud pública [en línea]. Agosto 2015, Vol. 12 [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2022].

Disponible en

<https://www.mdpi.com/1660-4601/12/8/9768>

DURÉ, Arnaldo, ESCOBAR, Sebastian, OCAMPO, Martín y CHAMORRO, Liza. Análisis cualitativo del drenaje urbano. Caso de estudio “Cuenca del Barrio 12 de Octubre” Ciudad de Pilar. Ñeembucú Paraguay. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2022].

Disponible en [https://www.ina.gov.ar/ifrh-2018/pdf/IFRH\\_2018\\_paper\\_19.pdf](https://www.ina.gov.ar/ifrh-2018/pdf/IFRH_2018_paper_19.pdf).

ENGINEERING hydrology-principles and practices. [en línea]. Web de ingeniería de Ponce Victor. [Fecha de consulta: 15 junio de 2022]

Disponible en [http://ponce.sdsu.edu/enghydro/engineering\\_hydrology\\_04.php](http://ponce.sdsu.edu/enghydro/engineering_hydrology_04.php)

ERCOLANI et al. (2018). Evaluación del desempeño de los techos verdes para la mitigación de la escorrentía de aguas pluviales en una cuenca urbana con alto riesgo de inundación [en línea]. Septiembre 2018, Vol. 566. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169418307443>

FRENCH, Adam [et al]. Raíces de las catástrofes recurrentes: La ecología política de los desastres relacionados con el Niño en el Perú. Revista Internacional de reducción del riesgo de desastres [en línea]. Febrero 2020, Vol. 47 [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2022].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420919302304>

GEOTECNIA & construcción – servicios generales s.a.c. Informe geotécnico de estudio de suelos con fines de cimentación en centro poblado Las Delicias, 2018. 10 pp.

GIMENEZ-Maranges, Marc [et al]. La transición a la gestión adaptativa de aguas pluviales: Aprendizaje de las experiencias existentes en Italia y el sur de Francia. Revista Ciudades Sostenibles y Sociedad [en línea]. Enero 2020, Vol. 55 [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2022].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670720300482>

GOBIERNO Regional de la Libertad. Plan de contingencia de la Región La Libertad antes lluvias intensas 2018 [en línea]. La Libertad, [Fecha de consulta: 29 de setiembre de 2022].

Disponible en

<https://regionlalibertad.gob.pe/descargas/10129-plan-de-contingencia-de-la-region-la-libertad-ante-las-lluvias-intensas-2018/file>.

GÜNERALP, Burak [et al]. Cambios en los patrones globales de exposición urbana de inundaciones y peligros de sequía. Revista Cambio ambiental global [en línea]. Enero 2015, Vol. 31 [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2022].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378015000047>

HASSAN, Maryam [et al]. Modelado de los impactos del cambio climático y las inundaciones en el sistema de alcantarillado sanitario utilizando simulación SWMM: Un estudio de caso. Revista Resultados en ingeniería [en línea]. Octubre 2021, Vol. 12 [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2022].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123021001080#fig1>



HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. 6º ed. Editorial Interamericana Editores S.A de C.V. 2014. 634 pp. ISBN: 9781456223960.

Disponible en

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.

INGENIERÍA geotecnica y materiales s.a.c. Informe técnico de estudio con fines de clasificación de suelos del proyecto “Renovación de alameda; en la playa Acapulco, Distrito de Moche, Provincia Trujillo, Departamento La Libertad”, 2020. 08 pp.

INSTITUTO de la construcción y gerencia. Norma técnica E.050 suelos y cimentaciones. [en línea]. Perú. 2018. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2022].

Disponible en

[https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/2018\\_E050\\_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf)

INSTITUTO Nacional de Defensa Civil. Estado Situacional de la Emergencia-Precipitación lluvias intensas. [en línea]. Perú. 2017. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2022].

Disponible en

[http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/Evaluacion/Reporte/rpt\\_eme\\_situacion\\_emergencia.asp?EmergCode=00085657](http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/Evaluacion/Reporte/rpt_eme_situacion_emergencia.asp?EmergCode=00085657).

INSTITUTO Ítalo-latino americano, SERVICIO Nacional de meteorología e hidrología, UNIVERSIDAD Nacional de ingeniería. Estudio de la hidrología del Perú. [en línea].1983. Vol. III. Pág. 39 [Fecha de consulta: 08 julio de 2022].

Disponible en

[https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4123/ANA0002703\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4123/ANA0002703_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

INUNDACIONES en el Perú [en línea]. Lima. 2008, [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2022].

Disponible en

<https://pdf4pro.com/view/inundaciones-en-el-per-218-rimd-org-5e8ff4.html>

JUNCOSA, Ricardo. Hidrología I Ciclo hidrológico [en línea]. Repografía Noroeste, 2005. [Fecha de consulta: 15 agosto de 2022]. Capítulo 2 La precipitación. Pág. 21.

Disponible en <https://docplayer.es/21127339-Capitulo-2-la-precipitacion.html>

ISBN: 978-84-96474-06-2

LÖWE, Rolan [et al]. U-flood aprendiendo la profundidad topográfica para predecir la profundidad del agua de las inundaciones pluviales urbanísticas. Revista de hidrología [en línea]. Agosto 2021, Vol. 603 [Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2022].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169421009483>

MANUAL de Criterios y Lineamientos Técnicos par factibilidades. Alcantarillado Pluvial. México. 2014. 43,44 pp.

Disponible en

[https://www.academia.edu/31139026/Lineamientos\\_T%C3%A9cnicos\\_para\\_Factibilidades\\_SIAPA\\_CRITERIOS\\_Y\\_LINEAMIENTOS\\_T%C3%89CNICOS\\_PARA\\_FACTIBILIDADES](https://www.academia.edu/31139026/Lineamientos_T%C3%A9cnicos_para_Factibilidades_SIAPA_CRITERIOS_Y_LINEAMIENTOS_T%C3%89CNICOS_PARA_FACTIBILIDADES).

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima. 2008. 33 pp.

Disponible en

[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_2950.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf).

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma O.S.060. Drenaje Pluvial Urbano. 2006. 5 pp.

Disponible en

<https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Habilitaciones%20Urbanas/22%20OS.060%20DRENAJE%20PLUVIAL%20URBAN O.pdf>.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Reglamento del Decreto legislativo N° 1356, Decreto Legislativo que aprueba la Ley General de Drenaje Pluvial. Lima. 2018. 61 pp.

Disponible en

<https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-el-reglamento-del-decreto-legislativo-n-1356-decr-decreto-supremo-n-016-2018-vivienda-1718927-1>.

NAJE, Salam [et al]. Modelado de los efectos del uso de la tierra y el cambio climático en el rendimiento del sistema de alcantarillado de las aguas pluviales mediante simulación SWMM: Estudio de caso. Revista de agua y cambio climático [en línea]. Agosto 2021, Vol. 13 N°01 [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en

<https://iwaponline.com/jwcc/article/13/1/125/83592/Modeling-the-effects-of-land-use-and-climate>

PACETTI, Tommaso [et al]. Planificación de soluciones basadas en la naturaleza frente a inundaciones pluviales urbanas en ciudades patrimoniales: Un enfoque espacial multicriterio para la ciudad de Florencia (Italia). Revista de hidrología: Estudios regionales [en línea]. Abril 2022, Vol. 41 [Fecha de consulta: 04 de noviembre de 2022].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214581822000945>

PARADA, Paulo [et al]. Revista Sociedad y Ambiente [en línea]. Abril 2020, nº 23. [Fecha de consulta: 14 de setiembre de 2022].

Disponible en

<https://revistas.ecosur.mx/sociedadambiente/index.php/sya/article/view/2201/1847>.

ISSN: 2007-6576

RICCARDI, Gerardo. La transformación lluvia-caudal en ambiente rural y urbano. Los procesos hidrológicos y el modelado. Revista sobre la cuestión Hidroambiental. [en línea]. 1997. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2022].

Disponible en

<https://www.fceia.unr.edu.ar/curiam/Publicaciones/1997%20Riccardi%20%20Cuad%20CURI%20 1997.pdf>.

SAAVEDRA, Miguel [et al]. Impactos de la topografía y los cambios en el uso del suelo en la temperatura de la superficie del aire y precipitación sobre los Andes Peruanos Centrales. Revista Investigación Atmosférica [en línea]. Abril 2020, Vol. 234 [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2022].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809519304995>

SEINER, Lizardo. El fenómeno del niño en el Perú: Reflexiones desde la historia. Debate agrario, Análisis y alternativas N°33 – Centro peruano de estudios sociales [en línea]. Octubre 2021 [Fecha de consulta: 18 de noviembre de 2022].

Disponible en

<https://cepes.org.pe/wp-content/uploads/2019/03/01-articulo-da33.pdf>

SERVICIO Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Condiciones climáticas para el otoño 2017 [en línea]. Lima:2017, [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2022].

Disponible en <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=prensa&n=600>

VEN, Chow Julio. Hidrología aplicada. [en línea]. McGraw-Hill Interamericana, 1944. [Fecha de consulta: 18 mayo de 2022]. Tabla 15.1.1. 511 pp

Disponible en

[https://drive.google.com/file/d/1P\\_PNmXkAdqTn8GihnKUWZu\\_YYyUt2Q3k/view](https://drive.google.com/file/d/1P_PNmXkAdqTn8GihnKUWZu_YYyUt2Q3k/view)

ISBN: 0-07-010810-2

MO, Wang [et al]. Desempeño a largo plazo de los sistemas de bioretención en la gestión de escorrentías pluviales en condiciones de cambio climático y ciclo de vida. Revista Ciudades Sostenibles y Sociedad [en línea]. Noviembre 2020, Vol. 65 [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670720308155>

ZAMBRANO, Julio. Diseño del drenaje pluvial del pueblo Joven Muro, Chiclayo, Lambayeque-2017. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo. 2017.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32355>.

## ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala De Medición
Diseño de sistema de drenaje pluvial	Es un servicio básico estructural el cual debe formar parte de todo centro poblado y está conformado por un sistema de tuberías cuya función es la de evitar las inundaciones causadas por las precipitaciones. (DL. N° 1356 que aprueba la ley general de drenaje pluvial, 2018)	Recolectar, transportar, almacenar y evacuar las aguas de las precipitaciones a otra estructura diseñada para ese fin. (DL. N° 1356 que aprueba la ley general de drenaje pluvial, 2018) O.S 0.60 y C.E.040 Drenaje pluvial	Estudio topográfico	-Perfil longitudinal (m) -Perfil transversal (m) -Alineamientos (m)	Razón
			Estudio de mecánica de suelos	-CBR (%) -Clasificación (tipo de suelo) -Granulometría (%)+ (CAPACIDAD PORTANTE)	Razón
			Estudio hidrológico	-Caudal (m3) -Precipitaciones (mm)	Razón
			Diseño modelamiento	-Dimensión (m), sección transversal (m)	Razón

Anexo 02: Matriz de consistencia: Diseño de sistema de drenaje pluvial con el programa SWMM en el balneario Las Delicias, Trujillo, La Libertad – 2022

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General	General	General	Independiente			
¿Cuál es el diseño que debe tener el sistema de drenaje pluvial en el balneario Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022?	Diseñar un sistema de drenaje pluvial con el programa SWMM (Storm Water Management Model) en el balneario de Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022.	El diseño (modelamiento) del sistema de drenaje pluvial permitirá mejorar una distribución adecuada del agua de lluvia a puntos de vertido salvaguardando las estructuras de pavimento y evitando el origen de focos infecciosos causados por las aguas estancadas.	Software SWMM	Modelamiento de drenaje pluvial	Caudales máximos y mínimos	MÉTODO: Cuantitativo
Específico	Específicos	Específicos	Dependiente	Dependiente		
¿Cuáles son las características topográficas en el balneario Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022?	Definir el relieve topográfico que tiene la zona de estudio para el sistema de drenaje pluvial en el balneario de Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022.	Las características de la topografía son significativas para el ingreso de datos en el SWMM.	Comportamiento físico	Estudio topográfico	Perfil longitudinal	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada
¿Cuáles son las características de los suelos en el balneario Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022?	Definir el tipo de suelo que tiene la zona de estudio para el sistema de drenaje pluvial en el balneario de Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022.	Las características del suelo son significativas para observar el tipo de suelo que resistirá al sistema de drenaje pluvial.	Comportamiento físico Mecánico	Estudio de mecánica de suelos	CBR Tipo de suelo Granulometría	NIVEL: Explicativo
¿Cuáles son los datos hidrológicos (precipitaciones) en el balneario Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2021?	Recopilar datos históricos sobre las precipitaciones que tiene la zona de estudio o zonas cercanas para el sistema de drenaje pluvial en el balneario de Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022.	Las precipitaciones son significativas para conocer los diferentes periodos de lluvia que resistirá el sistema de drenaje pluvial.	Comportamiento físico	Estudio hidrológico e hidráulico	Caudal Precipitaciones	DISEÑO METODOLÓGICO: No experimental
¿Cómo será el estructuramiento (modelamiento) del sistema de drenaje pluvial en el balneario Las Delicias, Trujillo, La Libertad 2022?	Diseñar (modelamiento) haciendo uso del programa SWMM.	Es significativo el modelamiento donde se puede observar en que puntos podría fallar el sistema y así mismo darle solución.	Comportamiento físico Mecánico	Diseño estructural (modelamiento)	Dimensiones	



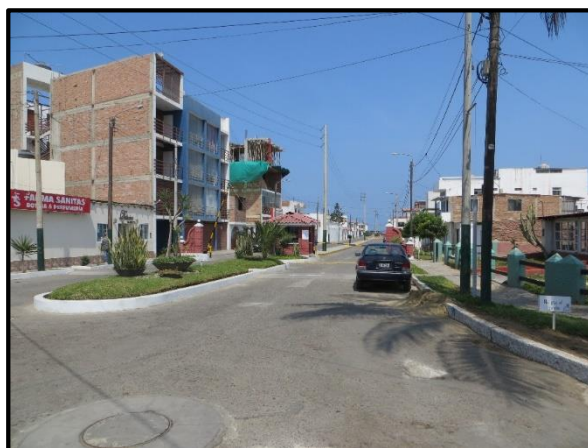
Anexo 03: Ubicación de proyecto





## Anexo 04: Panel fotográfico

### 01. Sector El Triángulo



## 02. Sector Las Palmeras



### 03. Sectores aledaños a la Playa Acapulco






04. Sector Norte del C.P de Las Delicias



Anexo 05: Plano catastral del Balneario Las Delicias



Anexo 06: Cartas de presentación

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Trujillo, 26 de abril del 2021

**OFICIO N° 215-2021-UCV-VA-P16/DE**

Señor(a):  
*Fernández Bazán César Arturo*  
Municipalidad Distrital de Moche  
Alcalde  
Trujillo.

**Presente.-**

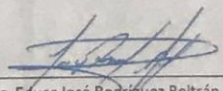
De mi consideración:

Por intermedio del presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarle a nombre del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con RUC: 20164113532, con dirección en la Av. Larco N° 1770 Urb. Las Flores Distrito y Provincia de Trujillo departamento de la Libertad y a la vez presentar al Sr. Estrada Martínez Christian Eduardo, con DNI: 75853443, estudiante del X ciclo del Programa Académico de INGENIERÍA CIVIL, de esta Universidad.

El estudiante en mención, se encuentran realizando su proyecto de Investigación denominado: "Diseño de sistema de drenaje pluvial con el programa SWMM en el balneario de Las Delicias, Trujillo, La Libertad -2021" para lo cual necesitan autorización para hacer su proyecto en dicho sector, con el fin de fortalecer su investigación, en este sentido recorro a usted a fin de solicitarle la autorización y facilidades necesarias para que tenga la información que necesitan hasta culminar su proyecto de investigación (julio 2021).

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima personal.

Atentamente



Mg. Eduar José Rodríguez Beltrán  
Coordinador EP Ingeniería Civil  
Universidad César Vallejo – Trujillo

C.C. File  
2021/04/26

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHE**  
OFICINA DE GESTIÓN DOCUMENTARIA  
Y RELACION AL CIUDADANO  
28 ABR. 2021  
EXOR N° 3572 PUNTO 01  
HORA 16:22 FIRMA



FORMULARIO	<b>SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA</b> <small>(Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM, y su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 072-2003-PCM)</small>	N° DE REGISTRO

I.- FUNCIONARIO RESPONSABLE DE ENTREGAR LA INFORMACIÓN:  
 JEFE DE LA OFICINA DE TRÁMITE DOCUMENTARIO

II.- DATOS DEL SOLICITANTE :

APELLIDOS Y NOMBRES / RAZÓN SOCIAL Estrada Martínez Christian Eduardo		DOCUMENTOS DE IDENTIDAD D.N.I. / L.M. / C.E. / OTRO 75853443	
Domicilio			
AV. / CALLE / JR. / PSJ. Jr. Montero	N° / DPTO / INT. # 386	DISTRITO Moche	URBANIZACIÓN Las Delicias
PROVINCIA Trujillo	DEPARTAMENTO La Libertad	CORREO ELECTRÓNICO christian.estrada.94@hotmail.com	TELÉFONO 998673286

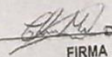

III.- INFORMACIÓN SOLICITADA: copias de los siguientes:

- Planos Topográficos, catastrales de los sectores el Triángulo, las Palmeras, sectores adyacentes a la playa Acapulco y sector Norte CP Las Delicias.
- Estudios de suelos de los sectores mencionados (calles)
- Expedientes Técnicos de proyectos realizados en esos sectores como alameda Acapulco, Parque recreativo del CP Norte de las Delicias entre otros.

IV. DEPENDENCIA DE LA CUAL SE REQUIERE LA INFORMACIÓN:  
 Gerencia DE Desarrollo Urbano

V.- FORMA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÓN (MARCAR CON UNA "X")

COPIA SIMPLE	CD	<input checked="" type="checkbox"/> CORREO ELECTRÓNICO	OTRO
--------------	----	--	------

APELLIDOS Y NOMBRES Estrada Martínez Christian Eduardo	FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN
 FIRMA	

OBSERVACIONES:

---



---



---



Trujillo, 13 de mayo del 2021

OFICIO N° 272-2021-UCV-VA-P16/DE

Señor:  
*Fernández Bazán César Arturo*  
*Municipalidad Distrital de Moche*  
*Alcalde*  
*Trujillo.*

Presente.-

De mi consideración:

Por intermedio del presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarle a nombre del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con RUC: 20164113532, con dirección en la Av. Larco N° 1770 Urb. Las Flores Distrito y Provincia de Trujillo departamento de la Libertad y a la vez presentar al Sr. **Estrada Martínez Christian Eduardo**, con DNI: 75853443, estudiante del X ciclo del Programa Académico de **INGENIERÍA CIVIL**, de esta Universidad.

El estudiante en mención, se encuentran realizando su proyecto de Investigación denominado: "Diseño de sistema de drenaje pluvial con el programa SWMM en el balneario de Las Delicias, Trujillo, La Libertad -2021", que abarcará los sectores de El Triángulo, sector Las Palmeras, sectores aledaños a la Playa Acapulco y sector Norte del C.P Las Delicias, para lo cual necesitan autorización para hacer su proyecto en los sectores mencionados, con el fin de fortalecer su investigación, en este sentido recurro a usted a fin de solicitarle la autorización y facilidades necesarias para que tenga la información que necesitan hasta culminar su proyecto de investigación (julio 2021).

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima personal.

Atentamente

Mg. Eduar José Rodríguez Beltrán  
Coordinador EP Ingeniería Civil  
Universidad César Vallejo – Trujillo



## Anexo 07: Estudios de suelos de expedientes técnicos de obras ejecutadas en los sectores



**CORPORACIÓN  
JHO & LICA S.A.C.**

**2019**

### 5. INVESTIGACIONES EFECTUADAS

#### 5.1. PUNTOS DE INVESTIGACIÓN

El número de Puntos de Investigación se determinó un solo punto, el terreno presenta una topografía llana con un área 11,189.93 m<sup>2</sup>, los accesos al terreno, el cual está ubicado entre la Av. Gran Chimú.

#### 5.2. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo consistieron en la toma de muestras y datos de los suelos mediante calicteo a cielo abierto de 01 Calicata (Prof. 2.00 m), definiendo los estratos (terreno natural o relleno), con la finalidad de evaluar y establecer las características físico-mecánicas del suelo (terreno natural).

Las muestras disturbadas de suelos, debidamente identificadas con la ubicación y protegidas mediante recipientes adecuados (bolsas plásticas), se han trasladado al laboratorio del especialista de Mecánica de Suelos de la ciudad de Trujillo y se han analizado y ensayado con las Normas del MTC y ASTM vigentes.

#### 5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTRATOS:

La calicata (terreno natural o relleno), denominado también terreno de fundación tiene características homogéneas para cada sección o estrato evaluado, los suelos componentes son finos, granulares.

No existe ningún problema de drenaje notorio, en toda el área evaluada, que afecte a los estratos y a la capa superior existente. En el calicteo y a la profundidad estudiada no se encontró la Napa Freática (aguas subterráneas).

#### Conformación del Sub Suelo.

CAL.	H - ESTRATO	DESCRIPCIÓN
1	0.00 - 2.00 m.	Estrato compuesto por Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. De color Marrón Claro, clasificados en el sistema "SUCS", como un suelo "SP" AASHTO A-3 (1), con una humedad natural de 5.87%.

#### 5.4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de los ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos, las clasificaciones visuales de los suelos en campo nos permiten interpretar y describir las características físico-mecánicas de los suelos identificando los estratos hallados con su respectivo espesor y plasmar un Perfil Estratigráfico.

#### 5.5. SUELOS DESFAVORABLES DE SUBRASANTE

Sobre la base del Perfil Estratigráfico y de los resultados de laboratorio, no se han identificado suelos desfavorables

CORPORACIÓN JHO & LICA S.A.C.

Ing. Lic. Daniel Corzo Rivera  
JHO & LICA S.A.C. LABORATORIO  
C. 120110

Correo: jholicasac@gmail.com

Contacto: 996 642 911

Dirección: Mz. F, Lt. 2 CPMenor Alto Trujillo, Barrio 5B - El Porvenir - Trujillo.



**CORPORACIÓN  
JHO & LICA S.A.C.**

**2019**

PROYECTO:		1		MARITIMA		TRUJILLO		ESTRATO E-1														
CATEGORIA:		LA LIBERTAD		PROV.																		
UBICACION:		NOZOCHE		ZONA		DMT		MOCHIE														
FECHA:																						
DETERMINACION DE CAPACIDADES PORTANTES Y ADMISIBLES																						
TIPO DE	H	W	h	L	l	e	φ	N <sub>v</sub>	N <sub>t</sub>	F <sub>0</sub>	F <sub>10</sub>	F <sub>20</sub>	F <sub>30</sub>	F <sub>40</sub>	F <sub>50</sub>	F <sub>60</sub>	F <sub>70</sub>	F <sub>80</sub>	F <sub>90</sub>	F <sub>100</sub>	Factor	
RESISTENCIA	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Cuadrado	0.60	0.90	0.80	3.50	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.00	1.88	0.84	1.32	1.20	1.00	0.66	1.97	1.82	1.64	1.48	1.32
Rectangular	0.60	0.90	1.00	3.50	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	0.06	1.88	0.84	1.40	1.19	1.00	0.66	2.21	2.14	2.04	1.94	1.84
	0.70	0.60	1.17	3.50	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	0.08	1.88	0.84	1.48	1.11	1.00	0.67	2.43	2.35	2.25	2.15	2.05
	0.80	0.60	1.33	3.50	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.10	1.10	0.93	1.17	1.12	1.00	0.68	2.81	2.66	2.51	2.36	2.21
	0.90	0.60	1.50	3.50	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.10	1.10	0.93	1.16	1.07	1.00	0.69	3.11	3.01	2.91	2.81	2.71
	1.00	0.60	1.67	3.50	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.10	1.10	0.93	1.03	1.00	1.00	0.11	3.36	3.19	3.06	2.96	2.86
	1.10	1.50	0.92	1.20	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.10	1.10	0.93	0.86	0.82	0.60	0.13	3.48	3.24	3.04	2.84	2.64
	1.20	1.50	1.00	1.20	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.37	0.32	0.00	0.13	3.68	3.20	2.72	2.12	1.52
	1.30	1.26	1.08	1.30	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.40	0.35	0.00	0.13	4.14	3.79	3.22	2.22	1.22
	1.40	1.26	1.17	1.30	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.43	0.38	0.00	0.13	4.60	4.17	3.52	2.52	1.52
	1.50	1.26	1.25	1.30	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.47	0.42	0.00	0.13	5.06	4.64	3.99	2.99	1.99
	1.60	1.26	1.33	1.30	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.51	0.46	0.00	0.13	5.52	5.10	4.35	3.35	2.35
	1.70	1.26	1.41	1.30	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.55	0.50	0.00	0.13	5.98	5.56	4.81	3.81	2.81
	1.80	1.50	1.13	1.90	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.59	0.54	0.00	0.13	6.44	6.02	5.27	4.27	3.27
	1.90	1.50	1.21	1.90	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.63	0.58	0.00	0.13	6.90	6.48	5.73	4.73	3.73
	2.00	1.50	1.29	1.90	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.67	0.62	0.00	0.13	7.36	6.94	6.19	5.19	4.19
	2.10	1.50	1.37	1.90	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.71	0.66	0.00	0.13	7.82	7.40	6.65	5.65	4.65
	2.20	1.50	1.45	1.90	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.75	0.70	0.00	0.13	8.28	7.86	7.11	6.11	5.11
	2.30	1.50	1.53	1.90	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.79	0.74	0.00	0.13	8.74	8.32	7.57	6.57	5.57
	2.40	1.50	1.61	1.90	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.83	0.78	0.00	0.13	9.20	8.78	8.03	7.03	6.03
	2.50	1.50	1.69	1.90	1.204	0.000	30	37.16	22.46	18.13	1.60	1.50	0.60	0.87	0.82	0.00	0.13	9.66	9.24	8.49	7.49	6.49
<p>Factor de Forma (F) &gt; 1</p> $F_d = 1 + 0.4 \left( \frac{D_v}{B} \right) \leq 1.1$ <p>Factores de Profundidad</p>																						
<p>Factor de Forma (F) &gt; 1</p> $F_d = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_v}{B} \right) \leq 1.1$ <p>Factores de Profundidad</p>																						
<p>Factor de Forma (F) &gt; 1</p> $F_d = 1 + 0.4 \left( \frac{D_v}{B} \right) \leq 1.1$ <p>Factores de Profundidad</p>																						
<p>Factor de Forma (F) &gt; 1</p> $F_d = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_v}{B} \right) \leq 1.1$ <p>Factores de Profundidad</p>																						

Correo: jholicasac@gmail.com      Contacto: 996 642 911  
 Dirección: Mz. F, Lt. 2 CPMenor Alto Trujillo, Barrio 5B - El Porvenir - Trujillo.

CORPORACIÓN JHO & LICA S.A.C.  
 Calle 10 de Agosto y Calle 10 de Mayo  
 Trujillo, Perú - Teléfono: 996 642 911



# CORPORACIÓN JHO & LICA S.A.C.

# 2019

PROYECTO:	"CREACIÓN DEL PARQUE RECREACIONAL EN LA MZ 15 EN EL C.P. LAS DELICIAS DEL DISTRITO DE MOCHE - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD"				
CALCATA:	1	MUESTRA:	ESTRATO E-1		
DIRECCIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO		
FECHA:	NOVIEMBRE 2019	DIST.	MOCHE		

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE $E$ (kg/cm <sup>2</sup> )				$\delta = \frac{S_{adm} \times B \times (1 - \mu^2)}{K_y}$
	Orientación flexible				
	Centro	Esquina	Medio	Cm. Rigido	
Rectangular	L/B = 2	153	77	130	120
	L/B = 5	210	105	163	170
	L/B = 10	254	127	225	210
Cuadrado	112	56	95	82	
Circular	100	64	85	88	

Tipo de cimentación	DF (m)	B (m)	q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	$\mu$ (%)	K (kg/cm <sup>2</sup> )	Flexible (mm)			Rigido (mm)
						Centro	Esquina	Medio	Sícm
Cimentación Rectangular	0.45	0.50	0.54	0.25	20.39	2.25	1.13	1.91	1.78
	0.50	0.50	0.71	0.25	20.39	2.51	1.27	2.14	1.97
	0.60	0.50	0.78	0.25	20.39	2.76	1.39	2.35	2.16
	0.70	0.60	0.94	0.25	20.39	3.96	1.99	3.36	3.10
	0.80	0.60	1.09	0.25	20.39	4.24	2.13	3.60	3.32
	0.90	0.60	1.06	0.25	20.39	4.49	2.28	3.91	3.52
1.00	0.80	1.11	0.25	20.39	6.70	2.36	3.99	3.68	
Cimentación Cuadrada	1.10	1.20	2.12	0.25	20.39	17.91	9.51	15.22	14.05
	1.20	1.20	2.23	0.25	20.39	18.84	9.48	16.01	14.76
	1.30	1.20	2.34	0.25	20.39	19.74	9.83	16.77	15.48
	1.40	1.20	2.44	0.25	20.39	20.61	10.37	17.51	16.16
	1.50	1.20	2.54	0.25	20.39	21.44	10.79	18.22	16.62
	1.60	1.20	2.63	0.25	20.39	22.23	11.19	18.89	17.44
	1.70	1.50	3.00	0.25	20.39	31.66	15.94	26.90	24.83
	1.80	1.80	3.10	0.25	20.39	32.73	16.47	27.81	25.67
	1.90	1.90	3.20	0.25	20.39	33.75	16.99	28.68	26.47
	2.00	1.90	3.29	0.25	20.39	34.74	17.48	29.52	27.25
	2.10	1.90	3.38	0.25	20.39	35.69	17.96	30.32	27.96
	2.20	1.90	3.47	0.25	20.39	36.59	18.41	31.08	28.70
2.30	1.90	3.55	0.25	20.39	37.44	18.84	31.81	29.38	
2.40	1.90	3.62	0.25	20.39	38.23	19.24	32.48	29.99	

Coefficiente de Balasto o Módulo de Reacción:

$$k = \frac{q}{y} = \frac{E}{B(1 - \mu^2)J}$$

B =	1.00 m
K =	0.27 Kg/cm <sup>3</sup>
B =	1.50 m
K =	0.18 Kg/cm <sup>3</sup>
B =	2.00 m
K =	0.13 Kg/cm <sup>3</sup>

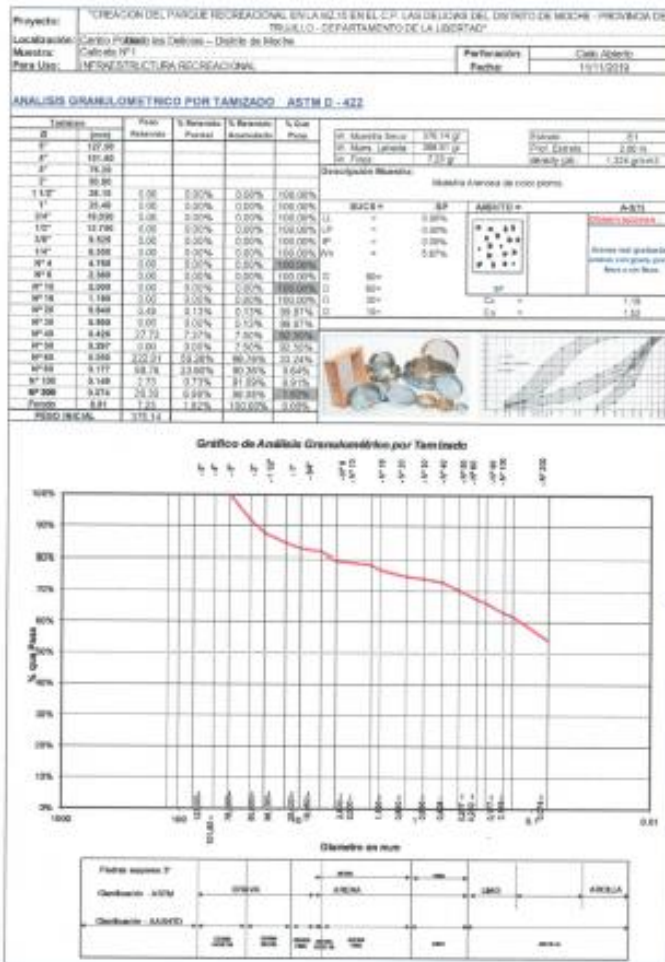
CORPORACIÓN JHO & LICA S.A.C.

Ing. Jhoel Cruz Rosales  
C. 118261

Correo: jholicasac@gmail.com

Contacto: 996 642 911

Dirección: Mz. F, Lt. 2 CPMenor Alto Trujillo, Barrio 5B - El Porvenir - Trujillo.



CORPORACIÓN JHO & LICA S.A.C.  
Av. 29 - Calle Comercio - Trujillo - Perú  
Tel: +51 075 421 0800



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D - 2218)							
1	T-23	11.660	90.08	88.45	4.21	74.57	5.69%
2	T-19	11.350	89.75	89.37	4.38	78.02	5.61%
3	T-53	11.630	90.09	89.61	4.27	74.10	5.70%
W% Natural							5.67%

RESUMEN DE DATOS	
Limite Líquido	5.00%
Limite Plástico	5.00%
Índice de Plasticidad	5.00%
W% Natural	5.67%

GRAVEDAD ESPECIFICA (ASTM D-555; AASHTO T 93-86)			
PROYECTO:	ORDENACION DEL PARQUE RECREACIONAL EN LA RZ. 15 EN EL C.P. LAS DELICIAS DEL DISTRITO DE MOCHO - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD		
DESCRIPCION DEL MUESTRO:	Muestra Arenosa de color pardo.		
FECHA:	11/11/2018	Ciudad:	Trujillo
		T° Ambiente:	21°
Temperatura (T)° C	21°		
Peso (g)	646.73 gr.	Temp	16
Peso (g)	197.28 gr.		15
Peso (g)	325.95 gr.		18
$(Wp)(1 - Ww)(Wps + Ws - Wps)$	2.43		19
K	0.8668		20
Porcentaje M	2.051		21
Capacidad Porcentual	400 ml		22
Gravedad Especifica de Sólidos $(G_s = G_w / K)$	2.43		23
			24
			25
			26
			27
			28
			29
			30

Temp	Densidad Relativa del agua	Factor de Corrección K
16	0.996	1.004
15	0.996	1.007
18	0.996	1.004
19	0.994	1.002
20	0.992	1.000
21	0.989	0.998
22	0.987	0.996
23	0.985	0.992
24	0.983	0.989
25	0.981	0.986
26	0.978	0.983
27	0.975	0.980
28	0.973	0.977
29	0.970	0.974
30	0.967	0.971

Donde:  
 Wps = Peso en gramos del pánicromo seco con agua a temperatura T  
 Ww = Peso en gramos del pánicromo con agua y pánicromo  
 Ws = Peso seco en gramos de la muestra  
 T = Temperatura del agua y muestra al momento de pesar  
 G<sub>s</sub>(T) = Gravedad específica a la temperatura T  
 K = Factor de corrección

N° de Muestra	C-151
W del Muestro	395 gr
W del Muestro + W' (agua)	1372 gr
W' (agua)	1187 gr
V' (agua)	500.00 cm <sup>3</sup>
Humedad (W%)	5.67%
W <sub>solido</sub> =W <sub>total</sub> (W <sub>w</sub> +1)	1122.85 gr
W <sub>agua</sub>	61.88 gr
V <sub>agua</sub>	61.88 cm <sup>3</sup>
Gravedad Especifica de Sólidos (G <sub>s</sub> )	2.43
V <sub>solido</sub> =W <sub>solido</sub> /G <sub>s</sub> (W <sub>agua</sub> )	462.24 cm <sup>3</sup>
V <sub>total</sub>	444.20 cm <sup>3</sup>
V <sub>vacio</sub>	507.70 cm <sup>3</sup>
Capacidad	52.39%

INNOVACION JHO & LICA S.A.C.  
 Av. La Libertad, Calle Comercio  
 Telf: 043 222 1111  
 1122018





GEOTECHNICAL  
VOLUME-WEIGHT CALCULATOR

<b>Void Ratio (e) :</b>	1.099	(Relación de Vacíos)
<b>Dry density (pd) :</b>	1157.90 kg/m <sup>3</sup>	(Densidad Seca)
<b>Total (Bulk/Moist) density (pt) :</b>	1221.50 kg/m <sup>3</sup>	(Densidad Total Húmeda Mayor)
<b>Total unit weight (yt) :</b>	12.00 kN/m <sup>3</sup>	(Peso Total Unitario)
<b>Degree of Saturation (s) :</b>	12.50%	(Grado de Saturación)
<b>Volumetric water content (w) :</b>	0.095	(Contenido volumétrico de Agua)
<b>Solids content (sc) :</b>	88.82%	(Contenido de Sólidos)

Metric     Imperial   
 
   
   

Locked	Variable	Value	Unit	Range
<input checked="" type="checkbox"/>	Specific Gravity, G <sub>s</sub>	2.43		G <sub>s</sub> > 0
<input checked="" type="checkbox"/>	Gravimetric water content, w	9.47	%	w > 0
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/> Porosity, n	52.35	%	0 < n < 100
	<input type="radio"/> Void ratio, e	1.099		e > 0
<input type="checkbox"/>	Dry density, p <sub>d</sub>	1157.9	kg/m <sup>3</sup>	p <sub>d</sub> > 0
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Total (Bulk/Moist) density, p <sub>t</sub>	1221.5	kg/m <sup>3</sup>	p <sub>t</sub> > 0
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> Total unit weight, γ <sub>t</sub>	12.0	kN/m <sup>3</sup>	γ <sub>t</sub> > 0
<input type="checkbox"/>	Degree of saturation, S	12.4	%	0 < S ≤ 100
<input type="checkbox"/>	Volumetric water content, θ	0.095		0 < θ ≤ 1
<input type="checkbox"/>	Solids content, SC	89.17	%	

● S=0  
— S = 100%  
— S = 80%  
— S = 60%  
— S = 40%  
— S = 20%  
— S = 5%  
— pI < 2000  
— pI = 1800  
— pI = 1600  
— pI = 1300  
— pI = 1000  
— pI = 700

CORPORACIÓN JHO & LICA S.A.C.  
 Calle General Balmori  
 100100 Trujillo

Correo: [jholicasac@gmail.com](mailto:jholicasac@gmail.com)      Contacto: 996 642 911  
 Dirección: Mz. F, Lt. 2 CPMenor Alto Trujillo, Barrio 5B - El Porvenir - Trujillo.



**CORPORACIÓN  
JHO & LICA S.A.C.**

**2019**

FECHA:		"CREACIÓN DEL PARQUE RECREACIONAL EN LA MZ-15 EN EL C.P. LAS DELICIAS DEL DISTRITO DE MOCHÉ - PROVINCIA DE TRUJILLO - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD"				
CALCATA:		Calculata N°1	MUESTRA:		E1	
UBICACIÓN:		Centro Poblado las Delicias - Distrito de Moché				
FECHA:		10/11/2019				
PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Escaración	Alcance	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Gráfico
0.10	Calculata N°1	E1	Arenas mal graduadas, arenas con grava, poca fricción o sin fricción.	SP	A-3(1)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10	ESTRATO NO ANALIZADO					
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10	ESTRATO NO ANALIZADO					
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

CORPORACIÓN JHO & LICA S.A.C.  
 Ing. J. Víctor Castro Ballester  
 L. ASESORADO

Correo: jholicasac@gmail.com

Contacto: 996 642 911

Dirección: Mz. F, Lt. 2 CPMenor Alto Trujillo, Barrio 5B - El Porvenir - Trujillo.



CORPORACIÓN  
JHO & LICA S.A.C.

2019

## PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



Correo: [jholicasac@gmail.com](mailto:jholicasac@gmail.com)

Contacto: 996 642 911

Dirección: Mz. F, Lt. 2 CPMenor Alto Trujillo, Barrio 5B - El Porvenir - Trujillo.





CORPORACIÓN  
JHO & LICA S.A.C.

2019

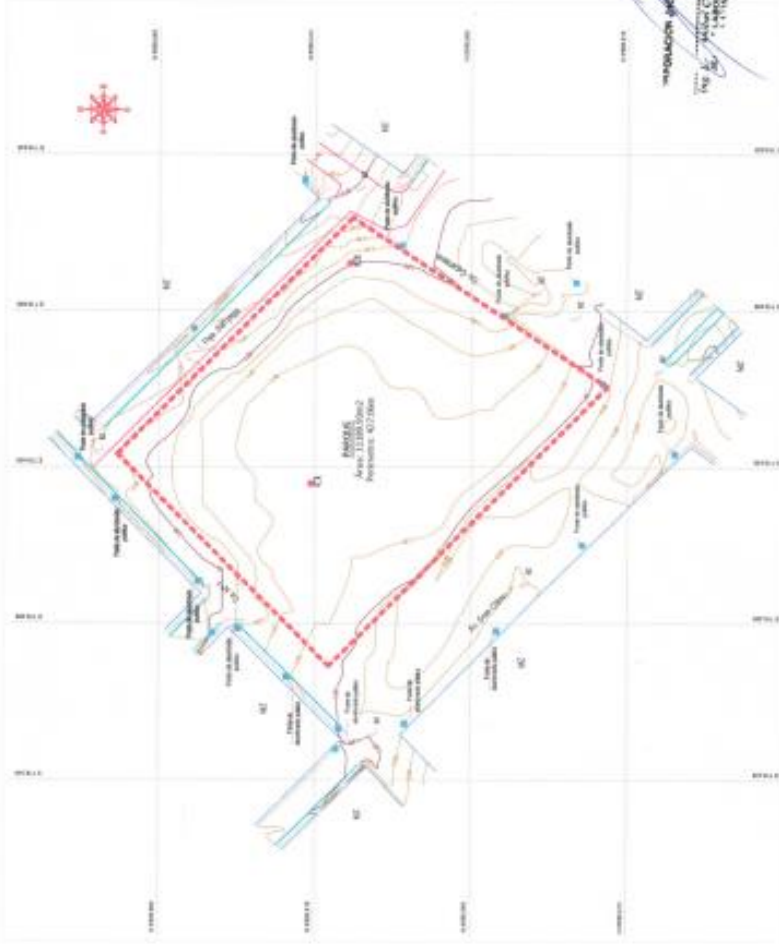
## PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS

CORPORACIÓN JHO & LICA S.A.C.  
Calle Comercio 1000  
Trujillo, Perú  
LABORATORIO  
12012

Correo: [jholicasac@gmail.com](mailto:jholicasac@gmail.com)

Contacto: 996 642 911

Dirección: Mz. F, Lt. 2 CPMenor Alto Trujillo, Barrio 5B - El Porvenir - Trujillo.



WPMONTECH INC & CIA S.A.S.  
 Ing. J. J. C. C. C. C.  
 1-10-2012

**LEYENDA**

SÍMBOLO	DESCRIPCION
	Contorno de Nivel
	Canal de Drenaje
	Perímetro de Construcción
	Perímetro de Construcción
	Perímetro de Construcción
	Perímetro de Construcción
	Perímetro de Construcción
	Perímetro de Construcción

**MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE BOGOTÁ**  
 SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y POLÍTICAS PÚBLICAS  
 DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN TERRITORIAL  
 DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN Y POLÍTICAS PÚBLICAS

**CALCULOS**  
 AREA TOTAL: 12.500 m²  
 AREA DE CONSTRUCCIÓN: 10.000 m²  
 AREA DE VEREDAS: 2.500 m²

01/01



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulicos y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

CUADRO N° 02  
RELACION DE DETALLADA DE CALICATAS EJECUTADAS

CALICATAS	PROFUNDIDAD (m)	UBICACION
PC - 1	3.00	Parte Posterior
PC - 2	3.00	Parte Central

En la calicata se registró el perfil estratigráfico del suelo, clasificando visualmente los materiales mediante el procedimiento de campo establecido por el sistema Unificado de Clasificación de suelos (S.U.C.S.).

Se tomaron muestras representativas para la evaluación e identificación correspondiente. De cada estrato de suelo identificado, se tomaron muestras representativas, las que convenientemente identificadas, fueron empaquetadas en bolsas de polietileno y trasladadas al laboratorio para efectuar ensayos de sus características físicas y mecánicas.

Sobre la base de la clasificación visual de los suelos, se elaboró un perfil estratigráfico preliminar de los tramos, el cual permitió determinar secciones de características similares, escogiéndose puntos representativos generales y específicos, los generales para determinar las características de los suelos predominantes y similares en las calicatas escogidas, y específicos para determinar las características mecánicas de los suelos. Las calicatas se realizaron manualmente con pala y pico en el predio, y se realizó una prueba de oscilación dinámica DPL.

Se extrajeron muestras de 01 calicata para su evaluación en laboratorio.

## 5. INVESTIGACIONES GEOTECNICAS REALIZADAS

### 5.10 ANTECEDENTES GEOMORFOLÓGICOS, GEOLÓGICOS Y TECTÓNICOS

#### GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio se ubica en una planicie de terraza con sucesivos cambios en la pendiente local, superficie de suelos desarrollados sobre suelos fluvio aluviales y el último con aluvial de la quebrada San Ildefonso, que fuera anastomosada por deposiciones edáficas e inundación posteriores de limos arenosos, durante los últimos milenios el drenaje superficial ha sido alterado por acción antrópica para ser acondicionadas al uso agrícola, encontrándose actualmente dentro del área de expansión urbana de la provincia de Trujillo.



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.

Jug. Jorge L. Quiroz Urdanivia  
C.I.P. 91018

Urb. Villa de Coronado, Mza. N - Lote 05  
RUC: 990758495 RPI: 992700247  
Movistar: 948180393 RPM: 9948180393  
E-mail: geconsac\_laboratorio@hotmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General  
Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

cuencas costeras de San Ildefonso y la Margen derecha del Río Moche profundizando su basamento rocoso hasta profundidades locales de 300 m por debajo del nivel del mar. La isostasia local se ha desarrollado inmediatamente al oeste y sur del Cerro Cabras, considerado como activa dentro del proceso epigénico local. No obstante se ha observado que los afloramientos rocosos han logrado conformar estructuras cerradas, no existiendo fallas locales ni sistemas de diaclasas abiertas o fracturas que sugiera algún tipo de trastorno tectónico de importancia.

## 6.0. ENSAYOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO REALIZADOS

Se realizaron los ensayos por cada variación estratigráfica en base a las especificaciones dadas en el RNE-Norma E.050 "SUELOS Y CIMENTACIONES". Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos de las muestras disturbadas de suelo, provenientes de cada una de los estratos.

Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Empresa GECONSAC bajo la supervisión del Ingeniero Especialista de Suelos, y de técnicos de laboratorio, cuyos resultados se presenta en el Anexo II, Ítem: "Resultado de Ensayos de Laboratorio".

## 6.1 ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

El Cuadro N° 03 "Ensayos de Mecánica de Suelos" se presentan los diferentes ensayos realizados, describiendo el propósito de cada uno.

CUADRO N° 03  
ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	TAMAÑO DE MUESTRA	PROPOSITO ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	CLASIFICACION	T88	D422	2.50 KG	determina la distribución del tamaño de las partículas
CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACION		D2216	2.50 KG	
LÍMITE LÍQUIDO	CLASIFICACION	T89	D4318	2.50 KG	hallar el contenido de agua entre los estados líquido y plástico
LÍMITE PLÁSTICO	CLASIFICACION	T90	D4318	2.50 KG	hallar el contenido de agua entre los estados plástico y semi sólido
ÍNDICE PLÁSTICO	CLASIFICACION	T90	D4318	2.50 KG	hallar el rango de contenido de agua por encima del límite plástico



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.

Ing. Jorge D. Quispeco Urdanaví  
C.I.P. 91018

### 6.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS:

En cuanto a los ensayos considerados, se puede realizar una breve explicación de los ensayos y los objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

Lto. Villa de Contadores Mza. N° - Lote 08  
RUC: 990756435 R.P.C. 923702347  
Movistar: 944180320 RPM: 944180320  
E-mail: geconsac\_laboratorio@hugoblanco.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## 6.1.1.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o peso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (de diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación.

El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se indica el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiere dar al agregado. En el Cuadro N° 04, se presenta el resumen de las características granulométricas encontradas, se debe indicar que se tomaron 02 muestras en la calicata C-1 y C-2, para clasificar el tipo de suelo y tener un sondeo de todo el perfil estratigráfico del terreno.

CUADRO N° 04  
RESUMEN DEL ANALISIS GRANULOMETRICO

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	%		
			GRAVA	ARENA	FINO
PC - 1	M-1	-1.00 a -3.00	0.00	98.03	1.97
PC - 2	M-1	-0.80 a -3.00	0.00	98.97	1.04

## 6.1.1.2 LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423) Y LIMITE PLÁSTICO (ASTM D-424)

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque es este material el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento en el que el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi-seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Límite Líquido (ASTM D-423), y el contenido de humedad es el que pasa del estado plástico al semi-seco es el Límite Plástico (ASTM D-424).

En el presente estudio el tipo de suelo NO presenta límite plástico y límite líquido.



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.  
Ing. Jorge L. Espinoza Undurraga  
C.I.M. 91018

Villa de Contadores Mza. N - Lote 06  
RPC: 993756035 RPC: 993756247  
Movistar: 948190393 RPM: 948190393  
E-mail: geconsac\_laboratorio@hotmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General  
Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

CUADRO N° 05  
RESUMEN DE LÍMITES LÍQUIDOS

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	LL	LP	IP
PC - 1	M-1	-1.00 a -3.00	NP	NP	NP
PC - 2	M-1	-0.50 a -3.00	NP	NP	NP

#### 6.1.1.3 CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas que pueden ser variables. Entonces lo conveniente es realizar este ensayo y trabajar casi inmediatamente con este resultado, para evitar distorsiones al momento de los cálculos. Con los resultados de Contenido de Humedad, se presenta el cuadro N°06 "Contenido de Humedad", que resume los resultados principales de los materiales ensayados.

CUADRO N° 06  
CONTENIDO DE HUMEDAD

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CONTENIDO HUMEDA
PC - 1	M-1	-1.70	18.36
PC - 2	M-2	-1.70	19.25



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.

#### 6.1.1.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS.

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

Ing. Jorge L. Quijano Ordaz  
C.P. 91018

El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi-cohesivo y no cohesivo. Teniendo en cuenta los resultados del laboratorio, se resumen los valores de humedad que presentan los suelos. El Cuadro N° 07 "Contenidos de Humedad" asocia la ubicación, la profundidad, las humedades por estrato y la humedad representativa para la calicata evaluada. Con los resultados de propiedades índices y análisis granulométrico, se presenta el Cuadro N°

Urb. Villa de Constancia Mza. R - Lote 05  
RPC: 983756435 RPC: 983966247  
Movistar: 946193353 RPN: 4948162363  
E-mail: geconsac\_laboratorio@hotmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

07 "Clasificación de Suelos", que resume los resultados principales de los materiales ensayados incluyendo las clasificaciones SUCS

CUADRO N° 07  
CLASIFICACION DE SUELOS

CALIGATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION SUCS
PC - 1	M-1	-1.00 a -3.00	SP
PC - 2	M-1	-0.80 a -3.00	SP

## 6.1.2 PROPIEDADES MECANICAS:

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las sollicitaciones de cargas.

### 6.1.2.1 ENSAYO PESO VOLUMETRICO.

Siendo el peso volumétrico una de las propiedades físicas del suelo y como tal hay que conducir su estudio no solamente involucrando métodos de razonamiento y de procedimiento con propósitos netamente mecánicos, sino el uso de un criterio amplio y practico de su influencia en el comportamiento de los suelos. Basado en la observación del comportamiento real en el campo. Teniendo estas consideraciones se llega a analizar la densidad como una propiedad física del suelo y como tal un requisito indispensable para el estudio.

En el cuadro N°07 se indica el peso volumétrico de diseño.

CUADRO N° 08  
DENSIDAD DEL SUELO

CALIGATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PESO VOLUMETRICO (gr/cm <sup>3</sup> )
PC - 1	M-1	3.00	1.00



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.

### 6.1.2.2 TRABADOS PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)

Se realizó una (01) prueba de Auscultación Dinámica (DPL) consistente en hincar un tubo de medidas estándar (diámetro de 1"), por medio de una masa de fierro de 10 kilos de peso, dejada caer desde una altura de 40 cm, contabilizándose el número de golpes necesarios para hacer penetrar el tubo una profundidad de 10 cm. Esta prueba tiene la propiedad de medir en forma indirecta el grado de compactación relativo que tienen los materiales granulares en el lugar a diferentes profundidades; esta dificultad a la penetración nos señala el ángulo de fricción interno del material, parámetro mecánico que sirve para conocer la capacidad admisible de los suelos.

Ing. Jorge L. Quiroz Urdanivia  
91018

Lab. Vía de Contadores Mza. R - Lote 08  
RPC: 959756435 RPC: 959756247  
Movistar: 948180383 RPN: 948180383  
E-mail: geconsac\_laboratorio@hotmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN CENTRO POBLADO LAS DELICIAS	BONCEO
UBICACIÓN: C.P. LAS DELICIAS - MOQUE - TRUJILLO - LA LIBERTAD	
SOLICITA: KYO CONTRATISTAS SAC	PC-01
FECHA: ABRIL DEL 2016	

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

EXPLORACION: A cielo abierto (estática)		REGISTRADO POR: JLOU		
N.P. (m)		REVISADO POR: JLOU		
Prof. (m)	Muestra	Símbolo	Descripción del Estrato	Clasificación SUCSIAASHTO
-1.00			Cubierta superficial alterada por trabajos de jardinería y/o losas piso, orientaciones en concreto y otros.	RR
-2.00			Relleno con arenas medias posiblemente decalcadas por inundación marina y transporte eólico, se observa presencia de estratificación ondulada y horizontas con polvo de donduela, material meteorizado color gris con bandas calcareas, textura arenosa fina, estructura disgregable no compacta, estado medianamente húmedo.	SP
-2.00			Delgada capa de material aluvial fino gravoso compactado, material meteorizado, color oscuro con áreas calcareas por contenido orgánico, matriz limosa, meteorización intensa, color de óxidos negrozcos, textura granular gruesa, estructura compacta, material saturado, a esta profundidad se ubica el nivel medio del mar.	SP
-2.00			NIVEL FREÁTICO	
3.00				
6.00				



**GECONSAC**  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.  
Ing. Jorge L. Quijano Urdanivia  
C.I.P. 91018

CONSTRUCCIONES  
KYO CONTRATISTAS SAC  
DISEÑO: www.kyosac.com.pe  
DISEÑO: www.kyosac.com.pe

Urb. Villa de Cortadores Mza. 9 - Lote 06  
R.P.C: 993799435 R.P.C: 993799437  
Móvil: 98160395 R.P.C: 9998160395  
E-mail: geconsac\_laborsinto@hotm.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN CENTRO POBLADO LAS DELICIAS  
SOLICITANTE : EVC CONTRATISTAS SAC  
RESPONSABLE : ING. JORGE LUIS QUIRÓZGA URDANIVIA  
UBICACIÓN : C.P. LAS DELICIAS, - NOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA : ABRIL DEL 2019

#### DATOS DEL ENSAYO

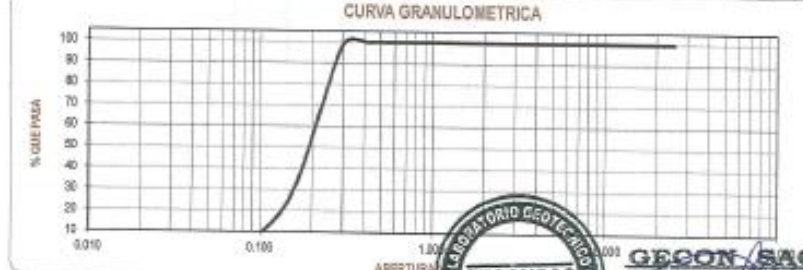
Muestra :  
Peso de muestra seca :  
Peso perdido por lavado :

PROY.	DESCRIP. CALICATA
200.50	Estadio : 01
2.02	Prof. (m) : 0.50 a 3.00

INDICADORES	
Gr. + Tara	27.26
Gr. - Tara	19.02
Lava	17.40
Peso Agua	1.80
Peso Sólido Somo	3.28
Humedad (%)	15.24

Tamaño ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	Retenido Porcent	Retenido Acumulado	% pas. Pasa	LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
#2	75.00					L. Líquido : MP
2.10"	53.00					L. Plástico : MP
#4	50.00					Ind. Plástico : MP
1.18"	30.00					Clas. SUCS : SP
#10	20.00	5.00	0.00	5.00	100.00	Clas. AASHTO : A-3 (0)
2.0"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	
#20	0.850	0.00	0.00	0.00	100.00	
0.425"	0.425	0.00	0.00	0.00	100.00	
#40	0.425	0.00	0.00	0.00	100.00	
0.075"	0.075	0.00	0.00	0.00	100.00	
#60	0.250	0.00	0.00	0.00	100.00	
#100	0.150	140.00	17.14	17.14	82.86	
#200	0.075	51.80	25.36	25.36	74.64	GRUVA (%) : 0.00
< 200	2.00	1.54	0.02	0.02	1.54	GRUVA (N) : 98.97
Total	200.00					FINO (%) : 1.04

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
Arenas más gradadas de color beige, mezcladas con material que pasa al 1.04 el tamiz N°200



**GECON SAC**  
Geotecnia & Construcción S.A.C.  
Ing. Jorge L. Quirózcga Urdanivia  
C.I.P. 91018

Urb. Villa de Compadres Mza. N° - Lote 06  
RPC: 993709426 RPC: 893768247  
Móvil: 948160393 RPM: 8948160393  
E-mail: geconyac\_laboratorio@hotmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General  
Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN CENTRO POBLADO LAS DELICIAS.  
SOLICITA: KVC CONTRATISTAS SAC  
UBICACIÓN: CP. LAS DELICIAS, - MOQUE - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: ABRIL DEL 2018  
CANTERA: MATERIAL EXCAVADO

## CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

NTP 339.152 (B.S 1379)

MUESTRA:	PC-1, M-1	PC-1, M-1
TIPO:	SP	SP
PROFUNDIDAD (mts):	1.70	1.70
PESO FIOLA (g):	140.11	140.11
PESO FIOLA + PESO AGUA DESTILADA + SALES (g):	242.98	242.85
PESO FIOLA + SALES (g):	140.34	140.35
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%):	0.22	0.23

SULFATO (SO4) EN EL AGUA, %	EXPOSICION A SULFATOS
0.00 <= SO4 < 0.10	Insignificante
0.10 <= SO4 < 0.20	Moderada
0.20 <= SO4 < 2.00	Severa
SO4 > 2.00	Muy Severa



**GECON SAC**  
GEOTECNIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

Jorge L. Quijano Urdañivir  
C.I.P. 91018

Urb. Villa de Contadores Moa. N° - Lote 06  
RUC: 983756435 RPO: 989795047  
Móvil: 345180303 FPM: 6948180363  
E-mail: geconsac\_laboratorio@hotmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General  
Resolución N° 028319-2017/DSD-INDECOPI

VISTA PANORÁMICA DEL ÁREA DONDE SE REALIZARÁ EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EDIFICIO  
MULTIFAMILIAR EN CENTRO POBLADO LAS DELICIAS, UBICADO EN LA CALLE Montero N° 468  
del sector el triángulo del C.P. LAS DELICIAS, DISTRITO DE MOCHÉ, PROVINCIA DE TRUJILLO,  
LA LIBERTAD



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
*J. Urduñivé*  
Ing. Jorge E. Urduñivé  
C.I.P. 91018

Dir. Villa de Coronado Max. R - Lote 06  
RPC: 803756435 RPC: 803756247  
Movistar: 948130293 9914: 948130293  
E-mail: geconsac\_laboratorio@hotmail.com

Sector playa Acapulco

**INGEOMA**

**INFORME TÉCNICO**  
**ESTUDIO CON FINES DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

**PROYECTO:**

"RENOVACION DE ALAMEDA; EN EL(LA) LA PLAYA ACAPULCO  
DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA  
LIBERTAD"

**SOLICITANTE:**

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHE

**UBICACIÓN:**

DISTRITO	:	MOCHE
PROVINCIA	:	TRUJILLO
DEPARTAMENTO	:	LA LIBERTAD

**SETIEMBRE DEL 2020**

  
*Ing. Roberto Carlos Salazar Alvarado*  
INGENIERO EN GEOTECNIA (R.012142)  
CIP 10170

DIRECCIÓN: Mz. I Bloque "D" DFTQ 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
Av. Prolong. Juan Pablo II

CEL: 945481203 TEL: 044-601274 email: [ingeoma\\_sao@outlook.es](mailto:ingeoma_sao@outlook.es)  [ingeoma\\_sac](https://www.facebook.com/ingeoma_sac)

unificado de Clasificación de suelos tiene una clasificación "SP" con una humedad natural de 1.86% y un índice de plasticidad de 0.00.

En una muestra inalterada el suelo tiene un peso volumétrico de 1.558 gr/cm<sup>3</sup>.

**CALICATA N° 02:**

**0.00 – 0.35m.** Estrato compuesto por Arena mal graduada y arena limosa, con contenido de gravas; 10.87% de finos que pasa la malla N°200, 30.78% de gravas y 58.35% de arenas, material de color gris. En el sistema unificado de Clasificación de suelos tiene una clasificación "SP-SM" con una humedad natural de 2.65% y un índice de plasticidad de 2.23.

En una muestra inalterada el suelo tiene un peso volumétrico de 1.723 gr/cm<sup>3</sup>.

**0.35 – 1.50m.** Estrato compuesto por Gravas con aglomerante limoso, con contenido de arenas; 12.06% de finos que pasa la malla N°200, 56.13% de gravas y 31.81% de arenas, material de color marrón. En el sistema unificado de Clasificación de suelos tiene una clasificación "GM" con una humedad natural de 5.77% y un índice de plasticidad de 2.06.

En una muestra inalterada el suelo tiene un peso volumétrico de 1.226 gr/cm<sup>3</sup>.

**TABLA 1: RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS EN CALICATAS**

CALICATA	C1		C2	
	E1	E2	E1	E2
PROF.(m)	0.00-0.35	0.35-1.50	0.00-0.35	0.35-1.50
% GRAVA	7.47%	2.13%	30.78%	56.13%
% ARENA	65.77%	94.84%	58.35%	31.81%
% FINOS	26.76%	3.03%	10.87%	12.06%
LL	20.00%	0.00%	18.00%	18.00%
LP	17.83%	0.00%	15.77%	15.94%
IP	2.07%	0.00%	2.23%	2.06%
Clasif. SUCS	SM	SP	SP-SM	GM
$\gamma_{seco}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1.533	1.558	1.723	1.226

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alvarado  
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
C. P. 14021

DIRECCIÓN: Itz. I Bloque "D" DPTO 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
Av. Prolong. Juan Pablo II

CEL: 949461203 TEL.: 044 601374

email: ingeoma\_sao@outlook.es

 ingeoma\_sao

INGEOMA S.A.

INGEOMA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	RENOVACION DE ALAMEDA, EN EL LUGO LA PLAYA ACAPULCO DISTRITO DE MOCHI, PROVINCIA TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD			
CLIENTE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHI			
RESPONSABLE:	ING. ROBERTO O. SALAZAR ALCALDE (REG. GP. N° 15103)			
ESCALA:	1/21	MUESTRA:	E1 E2	
UBICACION:	DEP. LA LIBERTAD	PROV. TRUJILLO	MOCHI	
FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	OBJ:	OBJ	

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. (m)	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Coeficiente SUCE	Clasificación AASHTO	Gráfico
0.10	CALZADA (P/E)	E1	arena con aglutinante inerte, 36.76% de finos que pasa la malla N°200, 7.47% de gruesos y 58.77% de arena, humedad de 10.00%	SM	A-2-4 (S)	
0.20		E2	arena limpia mal graduada, 100% de finos que pasa la malla N°200, 2.10% de gruesos y 97.90% de arena, humedad de 13.00%	SP	A-3 (S)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

**INGEOMA**  
 Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
 INGENIERO MECANICO (REG. N° 15103)

DIRECCION: Mz. I Bloque "D" DPTO 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
 Av. Prolong. Juan Pablo II

CEL: 949491203 TEL: 044 601374

email: ingeoma\_sac@outlook.es

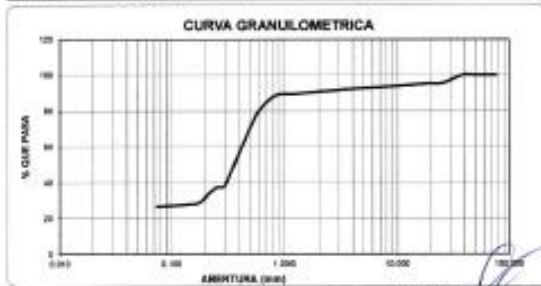
ingeoma\_sac



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMEZADO  
ASTM D-422

<b>PROYECTO:</b>		RENOVACION DE ALAMEDA EN ISLA LA PLAYA ACAPULCO DISTRITO DE MOCHÉ, PROVINCIA TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD				
<b>SOLICITANTE:</b>		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHÉ				
<b>RESPONSABLE:</b>		ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCAZAR (REG. D.P.N. 101291)				
<b>CALCULATA:</b>	N° 01	<b>MUESTRA:</b>	B-1	<b>ESTRATO:</b>	0.30	
<b>UBICACION:</b>	DEP. LA LIBERTAD	<b>PROV.:</b>	TRUJILLO	<b>DIST.:</b>	MOCHÉ	
<b>FECHA:</b>	28 FEBRERO 2018	<b>OP.:</b>		<b>MODO:</b>		
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>						
<b>PESO NETO PASA:</b>	50.7	<b>1989.21</b>				
<b>PESO NETO CUVADO:</b>	50.7	<b>1450.00</b>				
<b>PESO PERDIDO POR LAVADO:</b>	50.7	<b>502.21</b>				
Tamaño	Abertura	Peso	Porcentaje	% Retenido	% que	LIMITES Y ZONAS DE CONSISTENCIA
ASTM	mm	gramos	Porcent	Retenido	Pasa	
#1	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
#20	0.850	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 30.00
#40	0.425	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 17.00
#60	0.250	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 2.00
#100	0.150	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#200	0.075	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#400	0.0375	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#600	0.025	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#800	0.01875	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#1000	0.015	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#1500	0.010	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#2000	0.0075	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#2500	0.006	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#3000	0.005	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#3500	0.0045	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#4000	0.004	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#4500	0.00375	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#5000	0.0035	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#5500	0.00325	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#6000	0.003	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#6500	0.00275	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#7000	0.0025	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#7500	0.00225	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#8000	0.002	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#8500	0.00175	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#9000	0.0015	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#9500	0.00125	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
#10000	0.001	0.00	0.00	0.00	100.00	z. Límite : 0.00
<b>Total</b>		<b>1989.21</b>				



**INGEOMA**  
 Ing. Roberto Cárdena Salazar Alcazar  
 D.T. INGENIERO DE MECANICA DE SUELOS (N.º 101291)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D-4328-02A

PROYECTO:	RENOVACION DE ALAMEDA, EN EL/LA LA PLAYA ACAPULCO DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.			
SOLICITANTE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHE			
RESPONSABLE:	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (REG. CIP N° 101231)			
CALCATA:	N° 01	MUESTRA:	E-1	ESTRATO: 0.35
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV. TRUJILLO		
FECHA:	SEPTIEMBRE	2020	DIST. MOCHE	

Descripción	DATOS DEL ENSAYO					
	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° de golpes	15	22	30	-	-	-
Peso tara (gr.)	19.01	19.38	19.07	16.73	18.86	
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	23.28	23.63	23.34	19.06	19.23	
Peso tara + suelo seco (gr.)	22.41	22.77	22.62	18.01	19.17	
Humedad %	26.59	22.42	28.26	17.86	18.01	
Límites	26.00			17.93		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
DPTO. INGENIERIA DE SUELOS Y GEOTECNIA  
C.P. 101231

DIRECCIÓN: Mz. I Bloque "D" DPTO 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
Av. Prolong. Juan Pablo II

CEL: 948491203 TEL: 044 601374

email: ingeoma\_sac@outlook.es

f ingeoma\_sac



SAC®

INGEOMA

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	RENOVACION DE ALAMEDA; EN EL(LA) LA PLAYA ACAPULCO DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD				
<b>SOLICITANTE:</b>	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHE				
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROBERTO C. BALAZAR ALCALDE (REG. CIP N° 101231)				
<b>CALICATA:</b>	N° 01	<b>MUESTRA:</b>	E-1	<b>ESTRATO:</b>	0.35
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>DEP.</b>	LA LIBERTAD	<b>PROV.</b>	TRUJILLO	
<b>FECHA:</b>	SEPTIEMBRE	2020	<b>DIST.</b>	MOCHE	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ASTM D - 2216			
DESCRIPCIÓN			
PESO DE TARRO	(gr.)	29.21	29.60
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(gr.)	179.47	177.34
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(gr.)	178.06	173.60
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	146.84	144.07
PESO DE AGUA	(gr.)	3.42	3.74
% DE HUMEDAD		2.35	2.60
<b>% DE HUMEDAD PROMEDIO</b>		<b>2.48</b>	

PESO UNITARIO VOLUMETRICO		
ASTM-D-1587		
VOLUMEN DEL PICNOMETRO	(cm <sup>3</sup> )	900.00
PESO DE LA MUESTRA	(gr.)	785.21
PESO DEL PICNOMETRO	(gr.)	170.20
PESO DEL PICNOMETRO + MUESTRA	(gr.)	955.41
PESO UNITARIO (humedo)	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.678
PESO UNITARIO (seco)	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.633

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 N.º 101231

DIRECCIÓN: Mz. 1 Bloque "D" DPTO 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
 Av. Prolong. Juan Pablo II

CEL: 948661203 TEL: 044 601374

email: ingeoma\_sac@outlook.es

 ingeoma\_sac

LABORATORIO DE MECANICA DE SELLOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422

PROYECTO:	RENOVACION DE ALAMEDA EN BILBA LA PLAYA ACAPULCO DISTRITO DE MOCHI, PROVINCIA TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD				
RESPONSABLE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHI				
RESPONSABLE:	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (REG. CP Nº 10121)				
CALIFICACIÓN:	Nº 21	MUESTRA:	E-2	ESTRATO:	1.18
UBICACIÓN:	DEP:	LA LIBERTAD	PROV:	TRUJILLO	
FECHA:	SEPTIEMBRE	COD:	0871	DIST:	MOCHI

DATOS DEL PUESTO					
PESO BOLSAS INICIALES (kg)	Sr 1	Sr 2	1558.01		
PESO BOLSAS FINALES (kg)	Sr 1	Sr 2	1567.96		
PESO BOLSAS PULVERES (kg)	Sr 1	Sr 2	47.95		

Tamaño ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	Peso	% Retenido	% Pasado	% que pasa	SEÑAL Y UNIDAD DE CONCORDANCIA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00		
1.18"	30.48	0.00	0.00	0.00	100.00		1.18mm 0.00
0.85"	21.51	0.00	0.00	0.00	100.00		0.85mm 0.00
0.425"	10.75	0.00	0.00	0.00	100.00		0.425mm 0.00
0.25"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00		0.25mm 0.00
0.15"	3.75	21.58	1.29	1.39	98.61		0.15mm 0.00
0.075"	1.90	37.66	2.09	2.35	97.65		0.075mm 0.00
0.0475"	1.18	0.68	0.37	0.24	99.76		0.0475mm 0.00
0.025"	0.635	2.52	0.15	0.10	99.90		0.025mm 0.00
0.015"	0.38	3.58	0.22	0.14	99.86		0.015mm 0.00
0.0075"	0.19	4.42	0.26	0.17	99.83		0.0075mm 0.00
0.00475"	0.10	2.05	0.13	0.08	99.92		0.00475mm 0.00
0.0025"	0.05	1.18	0.07	0.04	99.96		0.0025mm 0.00
0.0015"	0.025	0.85	0.05	0.03	99.97		0.0015mm 0.00
0.00075"	0.0125	0.85	0.05	0.03	99.97		0.00075mm 0.00
TOTAL		1558.01					

MUESTRA		MUESTRA		MUESTRA	
0.075"	0.075"	0.075"	0.075"	0.075"	0.075"
0.15"	0.15"	0.15"	0.15"	0.15"	0.15"
0.3"	0.3"	0.3"	0.3"	0.3"	0.3"
0.6"	0.6"	0.6"	0.6"	0.6"	0.6"
1.18"	1.18"	1.18"	1.18"	1.18"	1.18"
2.0"	2.0"	2.0"	2.0"	2.0"	2.0"
4.75"	4.75"	4.75"	4.75"	4.75"	4.75"
9.5"	9.5"	9.5"	9.5"	9.5"	9.5"
19.0"	19.0"	19.0"	19.0"	19.0"	19.0"
37.5"	37.5"	37.5"	37.5"	37.5"	37.5"
75.0"	75.0"	75.0"	75.0"	75.0"	75.0"
150.0"	150.0"	150.0"	150.0"	150.0"	150.0"
300.0"	300.0"	300.0"	300.0"	300.0"	300.0"
600.0"	600.0"	600.0"	600.0"	600.0"	600.0"
1200.0"	1200.0"	1200.0"	1200.0"	1200.0"	1200.0"
2400.0"	2400.0"	2400.0"	2400.0"	2400.0"	2400.0"
4800.0"	4800.0"	4800.0"	4800.0"	4800.0"	4800.0"
9600.0"	9600.0"	9600.0"	9600.0"	9600.0"	9600.0"
19200.0"	19200.0"	19200.0"	19200.0"	19200.0"	19200.0"
38400.0"	38400.0"	38400.0"	38400.0"	38400.0"	38400.0"
76800.0"	76800.0"	76800.0"	76800.0"	76800.0"	76800.0"
153600.0"	153600.0"	153600.0"	153600.0"	153600.0"	153600.0"
307200.0"	307200.0"	307200.0"	307200.0"	307200.0"	307200.0"
614400.0"	614400.0"	614400.0"	614400.0"	614400.0"	614400.0"
1228800.0"	1228800.0"	1228800.0"	1228800.0"	1228800.0"	1228800.0"
2457600.0"	2457600.0"	2457600.0"	2457600.0"	2457600.0"	2457600.0"
4915200.0"	4915200.0"	4915200.0"	4915200.0"	4915200.0"	4915200.0"
9830400.0"	9830400.0"	9830400.0"	9830400.0"	9830400.0"	9830400.0"
19660800.0"	19660800.0"	19660800.0"	19660800.0"	19660800.0"	19660800.0"
39321600.0"	39321600.0"	39321600.0"	39321600.0"	39321600.0"	39321600.0"
78643200.0"	78643200.0"	78643200.0"	78643200.0"	78643200.0"	78643200.0"
157286400.0"	157286400.0"	157286400.0"	157286400.0"	157286400.0"	157286400.0"
314572800.0"	314572800.0"	314572800.0"	314572800.0"	314572800.0"	314572800.0"
629145600.0"	629145600.0"	629145600.0"	629145600.0"	629145600.0"	629145600.0"
1258291200.0"	1258291200.0"	1258291200.0"	1258291200.0"	1258291200.0"	1258291200.0"
2516582400.0"	2516582400.0"	2516582400.0"	2516582400.0"	2516582400.0"	2516582400.0"
5033164800.0"	5033164800.0"	5033164800.0"	5033164800.0"	5033164800.0"	5033164800.0"
10066329600.0"	10066329600.0"	10066329600.0"	10066329600.0"	10066329600.0"	10066329600.0"
20132659200.0"	20132659200.0"	20132659200.0"	20132659200.0"	20132659200.0"	20132659200.0"
40265318400.0"	40265318400.0"	40265318400.0"	40265318400.0"	40265318400.0"	40265318400.0"
80530636800.0"	80530636800.0"	80530636800.0"	80530636800.0"	80530636800.0"	80530636800.0"
161061273600.0"	161061273600.0"	161061273600.0"	161061273600.0"	161061273600.0"	161061273600.0"
322122547200.0"	322122547200.0"	322122547200.0"	322122547200.0"	322122547200.0"	322122547200.0"
644245094400.0"	644245094400.0"	644245094400.0"	644245094400.0"	644245094400.0"	644245094400.0"
1288490188800.0"	1288490188800.0"	1288490188800.0"	1288490188800.0"	1288490188800.0"	1288490188800.0"
2576980377600.0"	2576980377600.0"	2576980377600.0"	2576980377600.0"	2576980377600.0"	2576980377600.0"
5153960755200.0"	5153960755200.0"	5153960755200.0"	5153960755200.0"	5153960755200.0"	5153960755200.0"
10307921510400.0"	10307921510400.0"	10307921510400.0"	10307921510400.0"	10307921510400.0"	10307921510400.0"
20615843020800.0"	20615843020800.0"	20615843020800.0"	20615843020800.0"	20615843020800.0"	20615843020800.0"
41231686041600.0"	41231686041600.0"	41231686041600.0"	41231686041600.0"	41231686041600.0"	41231686041600.0"
82463372083200.0"	82463372083200.0"	82463372083200.0"	82463372083200.0"	82463372083200.0"	82463372083200.0"
164926744166400.0"	164926744166400.0"	164926744166400.0"	164926744166400.0"	164926744166400.0"	164926744166400.0"
329853488332800.0"	329853488332800.0"	329853488332800.0"	329853488332800.0"	329853488332800.0"	329853488332800.0"
659706976665600.0"	659706976665600.0"	659706976665600.0"	659706976665600.0"	659706976665600.0"	659706976665600.0"
1319413953331200.0"	1319413953331200.0"	1319413953331200.0"	1319413953331200.0"	1319413953331200.0"	1319413953331200.0"
2638827906662400.0"	2638827906662400.0"	2638827906662400.0"	2638827906662400.0"	2638827906662400.0"	2638827906662400.0"
5277655813324800.0"	5277655813324800.0"	5277655813324800.0"	5277655813324800.0"	5277655813324800.0"	5277655813324800.0"
10555311626649600.0"	10555311626649600.0"	10555311626649600.0"	10555311626649600.0"	10555311626649600.0"	10555311626649600.0"
21110623253299200.0"	21110623253299200.0"	21110623253299200.0"	21110623253299200.0"	21110623253299200.0"	21110623253299200.0"
42221246506598400.0"	42221246506598400.0"	42221246506598400.0"	42221246506598400.0"	42221246506598400.0"	42221246506598400.0"
84442493013196800.0"	84442493013196800.0"	84442493013196800.0"	84442493013196800.0"	84442493013196800.0"	84442493013196800.0"
168884986026393600.0"	168884986026393600.0"	168884986026393600.0"	168884986026393600.0"	168884986026393600.0"	168884986026393600.0"
337769972052787200.0"	337769972052787200.0"	337769972052787200.0"	337769972052787200.0"	337769972052787200.0"	337769972052787200.0"
675539944105574400.0"	675539944105574400.0"	675539944105574400.0"	675539944105574400.0"	675539944105574400.0"	675539944105574400.0"
1351079888211148800.0"	1351079888211148800.0"	1351079888211148800.0"	1351079888211148800.0"	1351079888211148800.0"	1351079888211148800.0"
2702159776422297600.0"	2702159776422297600.0"	2702159776422297600.0"	2702159776422297600.0"	2702159776422297600.0"	2702159776422297600.0"
5404319552844595200.0"	5404319552844595200.0"	5404319552844595200.0"	5404319552844595200.0"	5404319552844595200.0"	5404319552844595200.0"
10808639105689190400.0"	10808639105689190400.0"	10808639105689190400.0"	10808639105689190400.0"	10808639105689190400.0"	10808639105689190400.0"
21617278211378380800.0"	21617278211378380800.0"	21617278211378380800.0"	21617278211378380800.0"	21617278211378380800.0"	21617278211378380800.0"
43234556422756761600.0"	43234556422756761600.0"	43234556422756761600.0"	43234556422756761600.0"	43234556422756761600.0"	43234556422756761600.0"
86469112845513523200.0"	86469112845513523200.0"	86469112845513523200.0"	86469112845513523200.0"	86469112845513523200.0"	86469112845513523200.0"
17293822569107046400.0"	17293822569107046400.0"	17293822569107046400.0"	17293822569107046400.0"	17293822569107046400.0"	17293822569107046400.0"
34587645138214092800.0"	34587645138214092800.0"	34587645138214092800.0"	34587645138214092800.0"	34587645138214092800.0"	34587645138214092800.0"
69175290276428185600.0"	69175290276428185600.0"	69175290276428185600.0"	69175290276428185600.0"	69175290276428185600.0"	69175290276428185600.0"
138350580552856371200.0"	138350580552856371200.0"	138350580552856371200.0"	138350580552856371200.0"	138350580552856371200.0"	138350580552856371200.0"
276701161105712742400.0"	276701161105712742400.0"	276701161105712742400.0"	276701161105712742400.0"	276701161105712742400.0"	276701161105712742400.0"
553402322211425484800.0"	553402322211425484800.0"	553402322211425484800.0"	553402322211425484800.0"	553402322211425484800.0"	553402322211425484800.0"
1106804644222850969600.0"	1106804644222850969600.0"	1106804644222850969600.0"	1106804644222850969600.0"	1106804644222850969600.0"	1106804644222850969600.0"
2213609288445701939200.0"	2213609288445701939200.0"	2213609288445701939200.0"	2213609288445701939200.0"	2213609288445701939200.0"	2213609288445701939200.0"
4427218576891403878400.0"	4427218576891403878400.0"	4427218576891403878400.0"	4427218576891403878400.0"	4427218576891403878400.0"	4427218576891403878400.0"
8854437153782807756800.0"	8854437153782807756800.0"	8854437153782807756800.0"	8854437153782807756800.0"	8854437153782807756800.0"	8854437153782807756800.0"
17708874307565615513600.0"	17708874307565615513600.0"	17708874307565615513600.0"	17708874307565615513600.0"	17708874307565615513600.0"	17708874307565615513600.0"
35417748615131231027200.0"	35417748615131231027200.0"	354177486151312			

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>PROYECTO:</b>	RENOVACION DE ALAMEDA; EN EL(LA) LA PLAYA ACAPULCO DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD				
<b>SOLICITANTE:</b>	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHE				
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (REG. C.P. N° 101231)				
<b>CALICATA:</b>	N° 01	<b>MUESTRA:</b>	E-2	<b>ESTRATO:</b>	1.15
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>DEP.</b>	LA LIBERTAD	<b>PROV.</b>	TRUJILLO	
<b>FECHA:</b>	SEPTIEMBRE	2020	<b>DIST.</b>	MOCHE	

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216			
DESCRIPCION			
PESO DE TARRO	(gr.)	30.24	30.59
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(gr.)	168.91	173.54
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(gr.)	168.37	172.94
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	138.13	140.35
PESO DE AGUA	(gr.)	2.54	2.60
% DE HUMEDAD		1.87	1.86
<b>% DE HUMEDAD PROMEDIO</b>			<b>1.86</b>

PESO UNITARIO VOLUMETRICO ASTM-D-1587		
VOLUMEN DEL PICNOMETRO	(cm <sup>3</sup> )	500.00
PESO DE LA MUESTRA	(gr.)	793.30
PESO DEL PICNOMETRO	(gr.)	170.20
PESO DEL PICNOMETRO + MUESTRA	(gr.)	963.50
PESO UNITARIO (humedo)	(gr./cm <sup>3</sup> )	1.557
PESO UNITARIO (seco)	(gr./cm <sup>3</sup> )	1.558


**INGEOMA**

*Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde*  
 DPTO. LA LIBERTAD - TRUJILLO  
 N° 101231

DIRECCIÓN: Mz. I Bloque "D" DPTO 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
 Av. Prolong. Juan Pablo II

CEL: 948461203 TEL: 044 601374

email: ingeoma\_sac@outlook.es

 ingeoma\_sac

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	RENOVACION DE ALAMEDA EN EL LUGAR LA PLAYA ACAPULCO DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD		
<b>RESPONSABLE:</b>	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHE		
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (REG. GP N° 104211)		
<b>CLIENTE:</b>	MPD	<b>MUESTRA:</b>	E1-E2
<b>UBICACION:</b>	DPT. LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO
<b>FECHA:</b>	SEPTIEMBRE	2020	DIST. MOCHE

PORFEL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Ma	Tipo de excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICADA Nº 02	E1	arena fina granulada y arena gruesa, con contenido de arena 12.87% de finos, con más de 50% N°20, 81.79% de granos y 58.90% de arena, material de color gris.	SP-UM	A-1-a (2)	
0.20						
0.30		E2	Grava con aglomeramiento limoso, con contenido de arena 11.20%, de finos que pesan de más de 0.075, 45.13% de granos y 21.81% de arena, material de color gris.	GM	A-1-a (2)	
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
 DE N. ABOGADO EJECUTOR TECNICO-ARTESAN  
 N° 09 10721

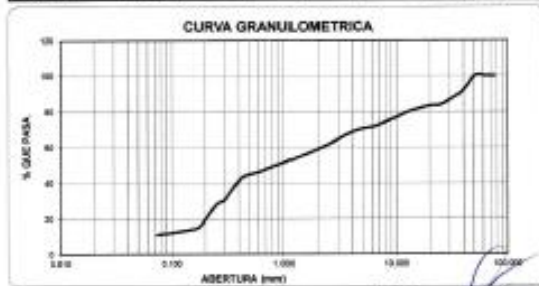
INGEOMA SAC

INGEOMA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-42

<b>PROYECTO:</b>	RENOVACION DE ALAMEDA EN EL(S) LA PLAYA AGAPULCO DISTRITO DE MOCHIS, PROVINCIA TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD																																																																																																																																																																																																	
<b>SOLICITANTE:</b>	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHIS																																																																																																																																																																																																	
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCHOLIS (REG. COP N° 18128)																																																																																																																																																																																																	
<b>CALCATA:</b>	N° 02	<b>MUESTRA:</b>	C-1	<b>ESTRATO:</b>	3.35																																																																																																																																																																																													
<b>UBICACION:</b>	DEP. LA LIBERTAD	<b>PROV:</b>	TRUJILLO																																																																																																																																																																																															
<b>FECHA:</b>	SEPTIEMBRE 2020	<b>DBF:</b>	MOCHIS																																																																																																																																																																																															
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>																																																																																																																																																																																																		
Peso seco (gr.)	1021.75																																																																																																																																																																																																	
Peso agua (gr.)	1088.33																																																																																																																																																																																																	
Peso húmedo (gr.)	2110.08																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamaño ASTM</th> <th>Abertura (mm)</th> <th>Peso Retenido (gr)</th> <th>% Retenido</th> <th>% Pasado</th> <th>Peso Pasado (gr)</th> <th>LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>#4</td> <td>4.75</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#10</td> <td>2.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#20</td> <td>0.85</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#40</td> <td>0.425</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#60</td> <td>0.25</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#80</td> <td>0.18</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#100</td> <td>0.15</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#150</td> <td>0.106</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#200</td> <td>0.075</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#250</td> <td>0.063</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#300</td> <td>0.054</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#350</td> <td>0.047</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#400</td> <td>0.042</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#450</td> <td>0.038</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#500</td> <td>0.035</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#550</td> <td>0.032</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#600</td> <td>0.030</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#650</td> <td>0.028</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#700</td> <td>0.026</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#750</td> <td>0.025</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#800</td> <td>0.024</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#850</td> <td>0.023</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#900</td> <td>0.022</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#950</td> <td>0.021</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>#1000</td> <td>0.020</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100.00</td> <td>2110.08</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Tamaño ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Pasado	Peso Pasado (gr)	LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA	#4	4.75	0.00	0.00	100.00	2110.08		#10	2.00	0.00	0.00	100.00	2110.08		#20	0.85	0.00	0.00	100.00	2110.08		#40	0.425	0.00	0.00	100.00	2110.08		#60	0.25	0.00	0.00	100.00	2110.08		#80	0.18	0.00	0.00	100.00	2110.08		#100	0.15	0.00	0.00	100.00	2110.08		#150	0.106	0.00	0.00	100.00	2110.08		#200	0.075	0.00	0.00	100.00	2110.08		#250	0.063	0.00	0.00	100.00	2110.08		#300	0.054	0.00	0.00	100.00	2110.08		#350	0.047	0.00	0.00	100.00	2110.08		#400	0.042	0.00	0.00	100.00	2110.08		#450	0.038	0.00	0.00	100.00	2110.08		#500	0.035	0.00	0.00	100.00	2110.08		#550	0.032	0.00	0.00	100.00	2110.08		#600	0.030	0.00	0.00	100.00	2110.08		#650	0.028	0.00	0.00	100.00	2110.08		#700	0.026	0.00	0.00	100.00	2110.08		#750	0.025	0.00	0.00	100.00	2110.08		#800	0.024	0.00	0.00	100.00	2110.08		#850	0.023	0.00	0.00	100.00	2110.08		#900	0.022	0.00	0.00	100.00	2110.08		#950	0.021	0.00	0.00	100.00	2110.08		#1000	0.020	0.00	0.00	100.00	2110.08		<b>Total</b>						
Tamaño ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Pasado	Peso Pasado (gr)	LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA																																																																																																																																																																																												
#4	4.75	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#10	2.00	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#20	0.85	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#40	0.425	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#60	0.25	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#80	0.18	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#100	0.15	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#150	0.106	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#200	0.075	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#250	0.063	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#300	0.054	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#350	0.047	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#400	0.042	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#450	0.038	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#500	0.035	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#550	0.032	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#600	0.030	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#650	0.028	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#700	0.026	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#750	0.025	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#800	0.024	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#850	0.023	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#900	0.022	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#950	0.021	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
#1000	0.020	0.00	0.00	100.00	2110.08																																																																																																																																																																																													
<b>Total</b>																																																																																																																																																																																																		



**INGEOMA**  
 Ing. Roberto Carlos Salazar Alcholis  
 ASESORADO EN INGENIERIA Y CIENCIAS NATURALES  
 R. C. 18128

DIRECCIÓN: Mz. 3 Bloque 'D' DPTO 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
 Av. Prolong. Juan Pablo II

CEL: 948461203 TEL: 044 601374

email: ingeoma\_sac@outlook.es



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D-4328-02A

PROYECTO:	RENOVACION DE ALAMEDA EN EL(LA) LA PLAYA ACAPULCO DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD				
SOLICITANTE:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHE				
RESPONSABLE:	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (PED. CP N° 111231)				
CALCATA:	N° 02	MUESTRA:	E-1	ESTRATO:	0.30
UBICACION:	DEP. LA LIBERTAD	PROV. TRUJILLO			
FECHA:	SEPTIEMBRE	2020	DIST. MOCHE		

Descripción	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	16	21	28	-	-
N° de golpes					
Peso tara (gr.)	19.01	19.38	19.97	18.73	18.85
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	23.36	23.72	23.58	19.10	19.38
Peso tara + suelo seco (gr.)	22.81	23.03	23.06	19.05	19.29
Humedad %	20.83	18.90	16.83	15.83	15.91
Límites	18.80			15.77	



**INGEOMA**  
 Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde  
 2019 ALBERTO BONAZZI SANCHEZ  
 11/11/2021

DIRECCIÓN: Mr. I Bloque "D" DPTO 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
 Av. Prolong. Juan Pablo II

CEL: 948461203 TEL: 044 621374

email: ingeoma\_sac@outlook.es



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>PROYECTO:</b>	RENOVACION DE ALAMEDA; EN EL(LA) LA PLAYA ACAPULCO DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD				
<b>SOLICITANTE:</b>	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOCHE				
<b>RESPONSABLE:</b>	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (REG. O.P. N° 101231)				
<b>CALICATA:</b>	N° 02	<b>MUESTRA:</b>	E-1	<b>ESTRATO:</b>	0.35
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>DEP.</b>	LA LIBERTAD	<b>PROV.</b>	TRUJILLO	
<b>FECHA:</b>	SEPTIEMBRE	2020	<b>DIST.</b>	MOCHE	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ASTM D - 2216			
DESCRIPCIÓN			
PESO DE TARRO	(gr.)	30.66	31.15
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(gr.)	179.55	189.68
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(gr.)	175.81	185.39
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	145.16	154.24
PESO DE AGUA	(gr.)	3.74	4.19
% DE HUMEDAD		2.58	2.72
<b>% DE HUMEDAD PROMEDIO</b>			<b>2.65</b>

PESO UNITARIO VOLUMETRICO		
ASTM-D-1587		
VOLUMEN DEL PICNOMETRO	(cm <sup>3</sup> )	500.00
PESO DE LA MUESTRA	(gr.)	884.17
PESO DEL PICNOMETRO	(gr.)	170.20
PESO DEL PICNOMETRO + MUESTRA	(gr.)	1054.37
PESO UNITARIO (humedo)	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.788
PESO UNITARIO (seco)	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.723

  
**Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde**  
REG. O.P. N° 101231

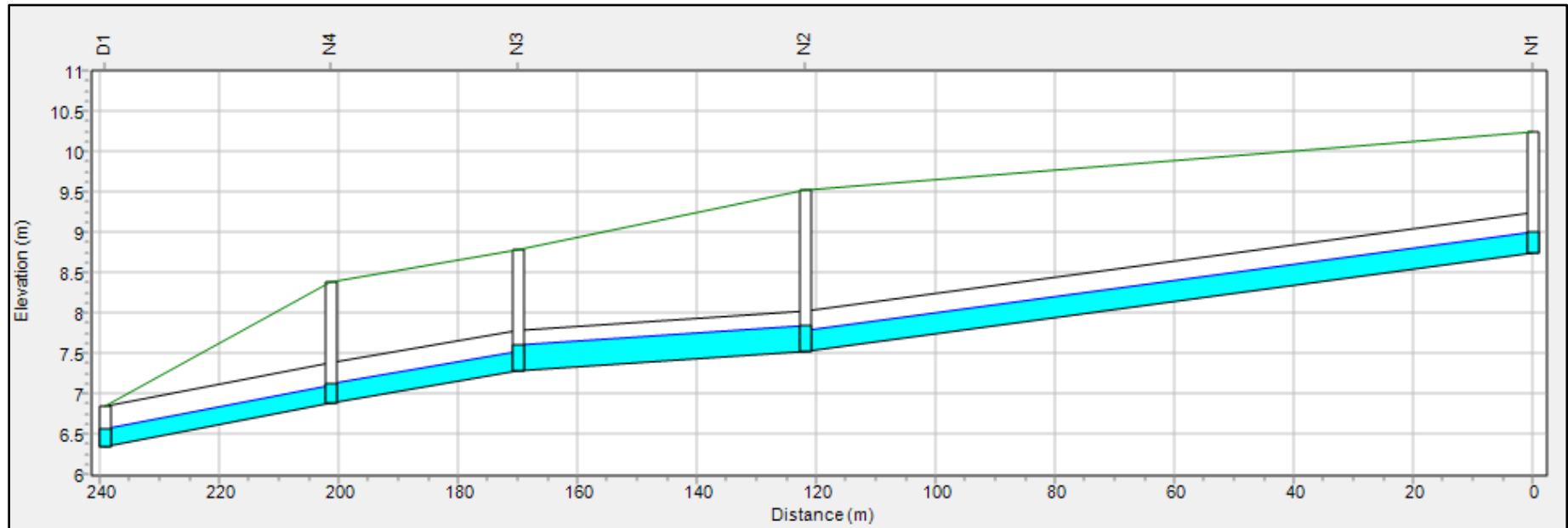
DIRECCIÓN: Mz. I Bloque "D" DPTO 101 Urb. Vista Hermosa - Trujillo  
 Av. Prolong. Juan Pablo II

CEL: 948481200 TEL.: 044-601374

email: ingeoma\_sao@outlook.es

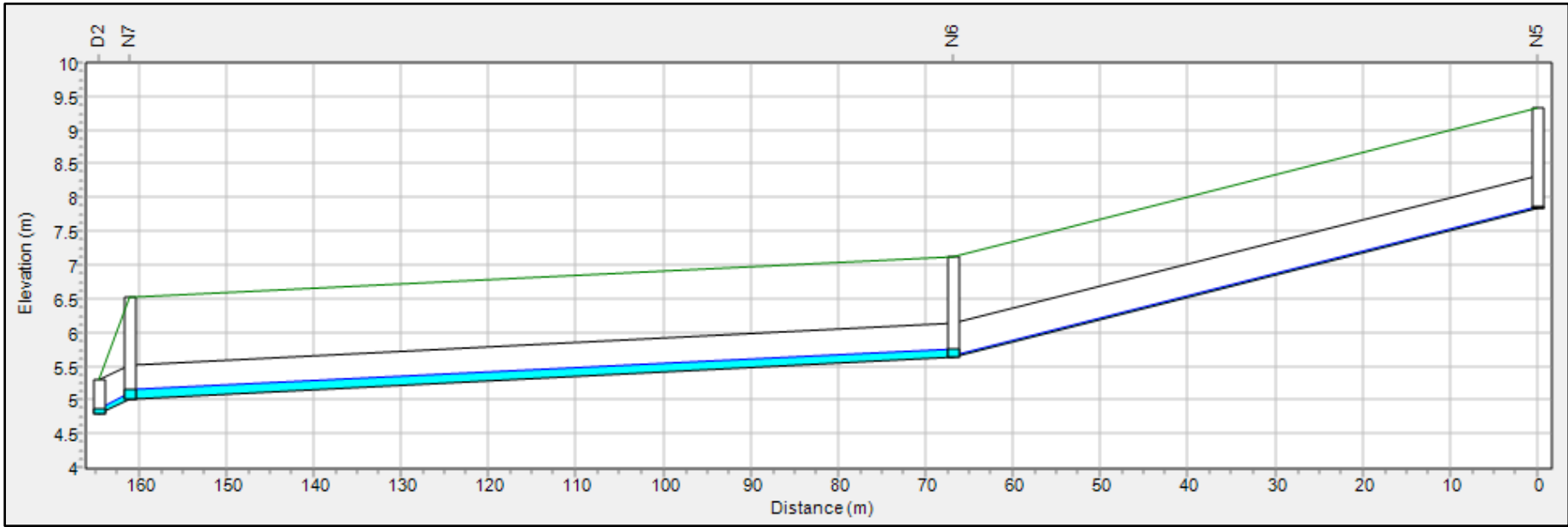


Anexo 08: Perfiles transversales de modelamiento en programa SWMM v5.1

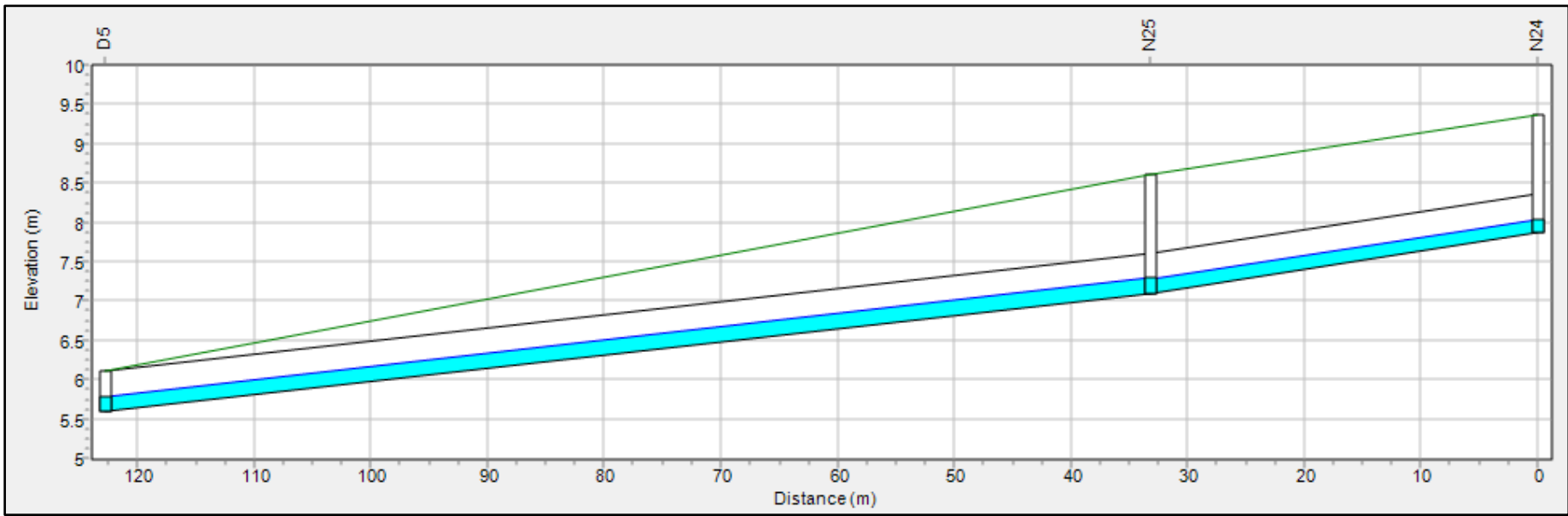


Ubicación: Calle La Mar y Av. Perú



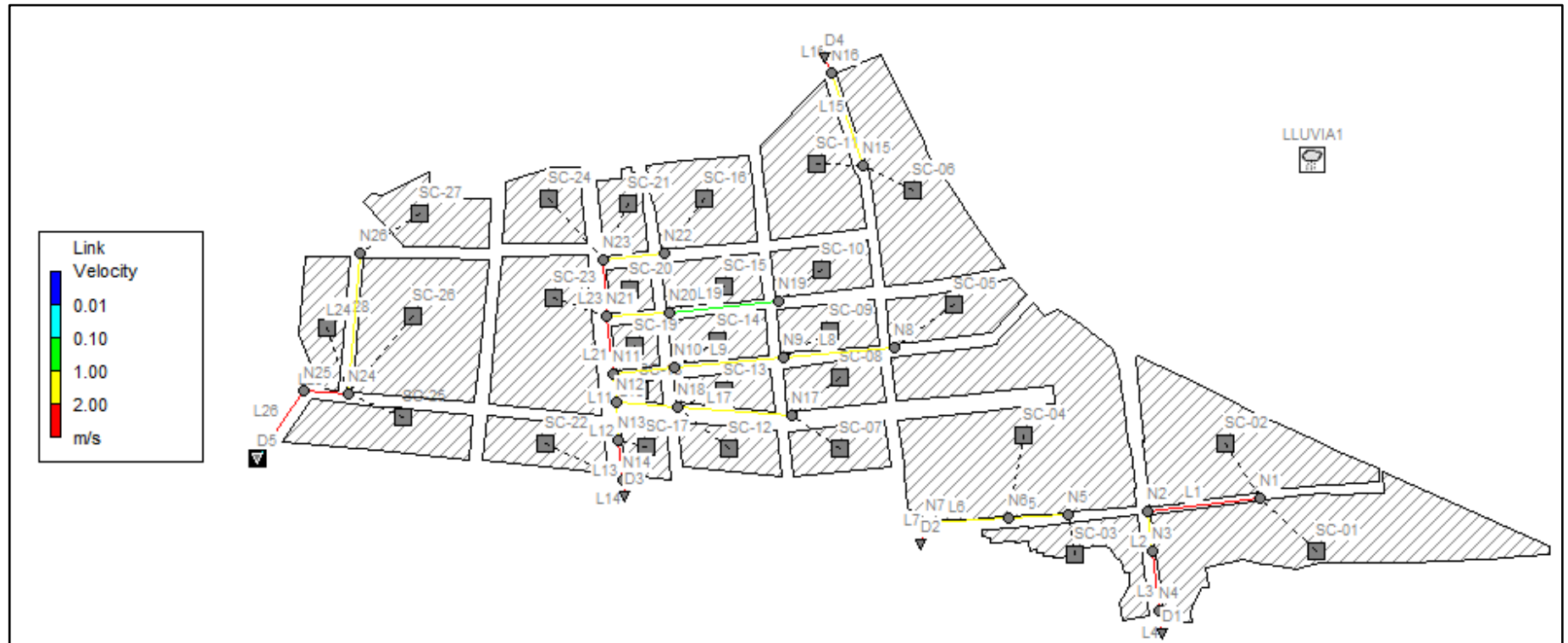


Ubicación: Calle La Mar y Calle Huancavelica



Ubicación: Calle N°06 y Calle Lambayeque

Anexo 09: Velocidades en los conductos mediante modelamiento en programa SWMM v5.1



## Anexo 10: Planos

El juego de planos requeridos está localizado en una carpeta aparte en donde la apreciación de los detalles es el mejor.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de sistema de drenaje pluvial con el programa SWMM en el balneario Las Delicias, Trujillo, La Libertad – 2022", cuyo autor es ESTRADA MARTINEZ CHRISTIAN EDUARDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 17 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES <b>DNI:</b> 18210638 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9560-6846	Firmado electrónicamente por: AHERRERAV el 30- 11-2022 18:36:17

Código documento Trilce: TRI - 0443906