



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño del sistema de drenaje para las aguas pluviales en el Centro Histórico de  
Trujillo, distrito de Trujillo - La Libertad 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

Autores:

Mena Suarez, Joyser Almir (ORCID: 0000-0002-5530-7478)

Talledo Contreras, Yanela Angela (ORCID: 0000-0001-5818-7937)

Asesores:

Mg. Farfán Córdova, Marlón Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

Mg. Rodríguez Beltrán, Eduar José (ORCID: 0000-0002-9289-9732)

Línea de Investigación:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiarme, por darme energías para nunca rendirme y siempre salir adelante.

A mi madre, hermanos, a mi hija, a mi pareja por apoyarme siempre y darme fuerzas para continuar en el camino para ser una gran profesional.

### **Yanela Angela Talledo Contreras**

A mis padres Magaly y Abilio, ya que ellos son mi ejemplo a seguir y siempre se encargan de guiarme y apoyarme en todo para poder realizarme como profesional.

A mi familia que es el pilar fundamental de mi vida y de mi formación personal y profesional.

### **Joyser Almir Mena Suarez**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarnos por el buen camino, y siempre darnos sabiduría y fortaleza para salir victorioso de todos nuestros problemas.

A nuestras familias por la confianza brindada y el apoyo constante, elementos muy fundamentales que nos dan las fuerzas para salir a delante como personas de bien.

A la Universidad Cesar Vallejo, a nuestros docentes y asesor por las enseñanzas durante todo este tiempo, enseñanzas que nos sirven para seguir desarrollándonos en la vida cotidiana y profesionalmente.

A nuestros amigos de la carrera de Ingeniería Civil por el apoyo constante y por la ayuda brindada durante toda nuestra carrera universitaria.

**Yanela Angela Talledo Contreras**

**Joyser Almir Mena Suarez**

## **PÁGINA DEL JURADO**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Joyser Almir Mena Suarez y Yanela Angela Talledo Contreras, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 72851457 y DNI N° 75213893 respectivamente; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaramos bajo juramento que la tesis es de nuestra autoría y que toda la documentación, datos e información que se presenta es veraz y auténtica.

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



**Joyser Almir Mena Suárez**

**DNI: 72851457**



**Yanela Angela Talledo Contreras**

**DNI:75213893**

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado .....	iv
Declaratoria de Autenticidad.....	v
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO.....	14
2.1. Tipo de investigación y diseño de investigación.....	14
2.2. Operacionalización de variables.....	15
2.3. Población y muestra.....	16
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad.....	16
2.5. Procedimiento.....	16
2.6. Método de análisis de datos.....	16
2.7. Aspectos éticos.....	17
III. RESULTADOS.....	18
3.1. Levantamiento Topográfico.....	18
3.1.1. Generalidades.....	18
3.1.2. Objetivo.....	18
3.1.3. Reconocimiento del terreno.....	18
3.1.4. Metodología de trabajo.....	18
3.1.5. Análisis de resultados.....	20
3.2. Estudio de suelos.....	20
3.2.1. Generalidades.....	20
3.2.2. Objetivos.....	20
3.2.3. Trabajo de campo.....	21
3.1.1. Trabajo de laboratorio.....	24
3.3. Estudio Hidrológico.....	32
3.3.1. Generalidades.....	32
3.3.2. Estación meteorológica.....	32
3.3.3. Pluviometría.....	32
3.4. Diseño Hidráulico de la red.....	33
3.4.1. Método Racional.....	33
3.4.2. Ecuación de Manning para el cálculo de las velocidades.....	34

3.4.3.	Diseño Hidráulico y Parámetros de diseño para la red de drenaje pluvial.....	36
3.4.4.	Cálculos de la red de drenaje. ....	41
3.5.	Estudio de Impacto ambiental.....	59
3.5.1.	Impactos durante la fase de Construcción.....	60
3.5.2.	Impactos ambientales en el Medio Socio Económico .....	60
3.5.3.	Aspectos generales .....	60
IV.	DISCUSIÓN. ....	62
V.	CONCLUSIONES. ....	64
VI.	RECOMENDACIONES. ....	65
	REFERENCIAS.....	66
	ANEXO 01.....	71
	ANEXO 02.....	73
	ANEXO 03.....	86
	ANEXO 04.....	93
	ANEXO 05.....	95

## ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1 Diseño de investigación .....	14
Cuadro 2 Operacionalización de Variables .....	15
Cuadro 3 Coordenadas UTM y Elevaciones: Centro histórico de Trujillo .....	19
Cuadro 4 Ubicación del BM 01 .....	20
Cuadro 5 Resumen de calicatas realizadas (sector I).....	22
Cuadro 6 Resumen de calicatas realizadas (sector II).....	23
Cuadro 7 Resumen de los ensayos realizados en el sector I .....	24
Cuadro 8 Resumen de los ensayos realizados en sector II.....	25
Cuadro 9 Precipitaciones Máximas. ....	33
Cuadro 10 Coeficiente de Escorrentía. ....	34
Cuadro 11 Coeficiente de rugosidad. ....	35
Cuadro 12 Diámetro mínimo de tuberías en colectores de agua de lluvia. ....	38
Cuadro 13 velocidades máximas según la Norma OS 0.60 Drenaje pluvial urbano. ....	39
Cuadro 14 Conversión de las precipitaciones a m/s. ....	42
Cuadro 15 Caudales mediante el método racional.....	42
Cuadro 16 Cálculo de velocidades. ....	58
Cuadro 17 Impacto ambiental. ....	61
Cuadro 18 Rutas de Acceso .....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Nomograma de Manning.....	36
Figura 2 Área de estudio. ....	43
Figura 3 Caudal de diseño.....	43
Figura 4 Pendiente del tramo 1.....	44
Figura 5 Pendiente del tramo 2.....	44
Figura 6 Pendiente del 3er tramo.....	45
Figura 7 Pendiente del tramo 4.....	45
Figura 8 Pendiente del 5to tramo.....	46
Figura 9 Pendiente de 6to tramo.....	46
Figura 10 Pendiente de 7mo tramo.....	47
Figura 11 Pendiente de 8vo tramo.....	47
Figura 12 Pendiente del 9no tramo.....	48
Figura 13 Pendiente del 10mo tramo.....	48
Figura 14 Pendiente del 11vo tramo.....	49
Figura 15 Pendiente del 12vo tramo.....	49
Figura 16 Pendiente del 13vo tramo.....	50
Figura 17 Pendiente del Jr. San Martín – 14vo tramo. ....	50
Figura 18 Pendiente del Jr. Independencia – 15vo tramo. ....	51
Figura 19 Pendiente del Jr. Pizarro – 16vo tramo.....	51
Figura 20 Pendiente del tramo Jr. Bolívar – 17vo tramo. ....	52
Figura 21 Pendiente del tramo Jr. Ayacucho – 18vo tramo.....	52
Figura 22 Pendiente del tramo Jr. Zepita– 19vo tramo.....	53
Figura 23 Pendiente del tramo Jr. Grau– 20vo tramo. ....	53
Figura 24 Pendiente del tramo Jr. Estete– 21vo tramo. ....	54
Figura 25 Pendiente del tramo Jr. Colon – 21vo tramo. ....	54
Figura 26 Pendiente del tramo Jr. Junín – 23vo tramo. ....	55
Figura 27 Pendiente del tramo Jr. Gamarra – 24vo tramo. ....	55
Figura 28 Pendiente del tramo Jr. Orbegoso – 25vo tramo.....	56
Figura 29 Pendiente del tramo Jr. Almagro – 26vo tramo.....	56
Figura 30 Pendiente del tramo Jr. Bolognesi– 27vo tramo.....	57

Figura 31 Pendiente del tramo Jr. A. Ugarte – 28vo tramo. ....	57
Figura 32 Estación total. ....	95
Figura 34 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	96
Figura 33 Estación total.....	95
Figura 35 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	96
Figura 36 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	97
Figura 37 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	97
Figura 38 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	98
Figura 39 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	98
Figura 40 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	99
Figura 41 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	99
Figura 42 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	100
Figura 43 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	100
Figura 44 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	101
Figura 45 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	101
Figura 46 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	102
Figura 47 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	102
Figura 48 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	103
Figura 49 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	103
Figura 50 Levantamiento topográfico del centro histórico. ....	104

## RESUMEN.

En esta investigación se utilizó la metodología cuantitativa descriptiva, que consiste en describir situaciones o acontecimientos que básicamente no está interesado en comprobar, ni en aprobar la hipótesis, para lo cual se tuvo que recopilar datos de estudios de suelos, estudios topográficos y estudios hidrológicos en el Centro Histórico de Trujillo. El proyecto corresponde a un diseño no experimental, descriptivo simple –transversal y aplicada, ya que su propósito es describir un problema y solucionarlo, tomando un solo valor , en el cual se tuvo como objetivo general realizar el diseño del sistema de Drenaje pluvial en el centro histórico de Trujillo, dónde la muestra corresponde al área urbana del centro histórico y dónde se realizaron estudios de suelos y topografía en las calles principales, entre ellas la Av. España el Jr. Independencia, Pizarro, San Martín, Bolívar y Ayacucho. La muestra inicial de los datos se tomó a mediados de octubre del 2018 y se consideraron los siguientes parámetros: Diagnóstico Situacional, estudio topográfico teniendo como resultado que el relieve de nuestro terreno es plano, ya que las pendientes halladas son menores a 3 % , estudio de mecánica de suelos se determinó que en el área de estudio predominan las arenas limosas de partículas media a finas, estudio hidrológico, diseño hidrológico y estudio de impacto ambiental, el diseño de drenaje pluvial en el centro histórico de Trujillo corresponde a un canal cerrado de tubería de diámetro de 0.50m, los sumideros laterales con dimensiones de 1.20m x 1.50m con una profundidad mínima de 1m y un caudal de diseño de 0.41 m<sup>3</sup>/s. Nuestro diseño se realizará en un terreno plano con pendientes de longitudinales ( $S_l$ ) > 0,5%. Y pendientes transversales ( $S_t$ ) de 2% a 4%, tal como indica la norma OS 060.

Palabras clave: Descriptiva, drenaje, topografía, pluvial, diseño.

## ABSTRACT

In this research, the descriptive quantitative methodology was used, which consists of describing situations or events that are basically not interested in verifying, nor in approving the hypothesis, for which data from soil studies, topographic studies and hydrological studies had to be collected in the Historic Center of Trujillo. The project corresponds to a non-experimental, simple descriptive-transversal and applied design, since its purpose is to describe a problem and solve it, taking a single value, in which the general objective was to carry out the design of the Storm Drainage system in the Trujillo's historic center, where the sample corresponds to the urban area of the historic center and where soil and topography studies were carried out in the main streets, including Av. España el Jr. Independencia, Pizarro, San Martín, Bolívar and Ayacucho. The initial sample of the data was taken in mid-October 2018 and the following parameters were considered: Situational Diagnosis, topographic study, with the result that the relief of our land is flat, since the slopes found are less than 3%, study of soil mechanics it was determined that in the study area silty sands of medium to fine particles predominate, hydrological study, hydrological design and environmental impact study, the storm drainage design in the historic center of Trujillo corresponds to a closed canal of 0.50m diameter pipeline, the lateral sumps with dimensions of 1.20mx 1.50m with a minimum depth of 1m and a design flow of 0.41 m<sup>3</sup> / s. Our design will be carried out on a flat terrain with longitudinal slopes (Sl)> 0.5%. And transverse slopes (St) from 2% to 4%, as indicated by the OS 060 standard.

Keywords: Descriptive, drainage, topography, pluvial, design.

## I. INTRODUCCIÓN

Como se sabe el fenómeno del niño es un acontecimiento climático causado por el calentamiento de las aguas del pacifico oriental ecuatorial, este evento suele ser consecuente por los daños que causa en la población, en el Perú este fenómeno afecta mayormente a los departamentos que se encuentran en el Norte del Perú, mayormente en Trujillo, Chiclayo, Piura y Tumbes, por ello se ha visto necesario integrar un sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Trujillo, específicamente su centro histórico. El fenómeno del niño en años anteriores afectó más que a otras ciudades a la ciudad de Trujillo, por el motivo de no tener integrado un sistema de drenaje pluvial para la evacuación de lluvias, para ello hace 30 años en esta ciudad las casas en la zona prevista no contaban con techo impermeable ya que en esa época las lluvias eran escasas, pero en la actualidad, desde los meses de Junio empieza la época de lluvias y por ello es innegable que Trujillo está sufriendo un cambio climático por los fenómenos que se están dando últimamente. Según el diario la Industria 2019, en una reunión en la Casa de Gobierno ante las autoridades provinciales se optó por hablar del tema drenaje pluvial y presentar un plan maestro sobre la elaboración de estudios de pre-inversión sobre el diseño de drenaje pluvial urbano en todo el distrito de Trujillo y en los distritos de Florencia, el Porvenir y Víctor Larco, en esta reunión el vicegobernador regional de La Libertad, Ever Cadenillas Coronel, resaltó la necesidad de ejecutar un sistema de drenaje para la ciudad de Trujillo y otros distritos expuestos a los desbordes de las principales quebradas como San Ildefonso, San Carlos y El León.

Según lo recolectado y revisado en los proyectos de investigación y revistas sobre el tema de nuestro proyecto, se observaron los antecedentes o llamados trabajos previos nacionales e internacionales, entre ellos tenemos:

Acuña (2018), en su trabajo de investigación “Caudales de precipitación en el Drenaje Pluvial en la cuenca urbana de la Ciudad de Huancavelica” que tuvo como objetivo determinar los caudales de precipitación en el drenaje pluvial en la cuenca urbana de la ciudad de Huancavelica para lo cual se utilizó la metodología tipo aplicada - descriptiva, los resultados obtenidos muestran sus tirantes para cada cuneta Cu-1, Cu-2, Cu-3, Cu-4, Cu-5, Cu-6, Cu-7 con 0.170, 0.050, 0.060, 0.160, 0.160, 0.180 y 0.180 respectivamente, los cuales permitieron

identificar el grado de vulnerabilidad de los mismos. Se concluyó, sobre el objetivo trazado inicialmente sobre los caudales de precipitación indican que el 72% de las cunetas resultaron colapsados, debido a que los tirantes calculados indican valores superiores a los medidos.

Carhuamaca (2018), en su trabajo de investigación “Rediseño de la Red para el Control de Drenaje pluvial urbano en el Distrito de El Tambo” tuvo como objetivo determinar la influencia del rediseño de la red en el control de drenaje pluvial urbano para lo cual se utilizó la metodología descriptivo explicativo, los resultados obtenidos muestran que la calidad del agua pluvial del área de investigación con el propósito de evacuarse al río Shullcas, no cumple con los parámetros estipulados por el ministerio del ambiente. Se concluyó que considerando una tormenta capaz de acumular un promedio de 9188 m<sup>3</sup> de agua, por los que se emplearán tuberías de 500 mm, 600 mm y 1000 mm de diámetro, ubicadas entre buzones de 3.00 m de altura, siendo este conjunto de elementos la solución a la problemática del colapso, el inconveniente público y la pérdida de la propiedad del tramo de estudio.

Escudero y Pérez (2018), en su trabajo de investigación “Análisis Hidrológico para el diseño del sistema de drenaje urbano en el sector Parco Chico, Ciudad de Pomabamba, Ancash – Perú” que tuvo como objetivo examinar el estudio hidrológico para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano, en el sector Parco Chico en la ciudad de Pomabamba, distrito y provincia de Pomabamba, en el departamento de Ancash para lo cual se utilizó la metodología experimental cuantitativa, los resultados obtenidos demuestran que en la zona se cataloga como arcilla mal gravosa y de la segunda calicata como arcilla magra gravosa, además coinciden con Yáñez con un período de retorno de 10 años con una caudal de diseño de 0.600 m<sup>3</sup>/s . Se concluyó que no son necesarias las cunetas para ambos diseños debido a la viabilidad de la calzada, la variación que existe entre ellas son las medidas de los sumideros, teniendo que en el diseño del período de retorno es de 25 años la dimensión máxima es de 0.90x1.10x1.35m la cual capta 43.33 l/s con una velocidad de 1.99 m/s y en el Tr 10 años con un máximo de 0.85x1.10x1.35m captando 34.00 l/s con una velocidad de 1.87 m/s; por ende se finiquita; que a mayor caudal de escorrentía captado, las dimensiones de los sumideros deberán ser mayores, siendo que el análisis hidrológico interviene en el diseño de las obras superficiales de captación del sistema de drenaje pluvial urbano.

Garate y Rioja (2018), en su trabajo de investigación “Diseño Hidráulico y Estructural del sistema de Drenaje pluvial urbano del distrito de Catacachi, provincia de San Martín Región San Martín que tuvo como fin formular y desarrollar una opción técnica de diseño del sistema de drenaje pluvial en el distrito de Catacachi que de esta manera se eviten los deterioros ocasionados por las precipitaciones pluviales y su posterior empleo en la elaboración del PIP del proyecto por parte de las autoridades locales para lo cual se utilizó la metodología experimental, los resultados obtenidos en la intensidad máxima de diseño según los métodos Gumbell y Gumbell Tipo I dio como valor de 118.918 mm. Se concluyó que el cálculo de las intensidades es de vital importancia para determinar el caudal de diseño para los cuales se utilizó el Método Gumbell, además la topografía tiene poca pendiente por ese motivo se tiene distintos tipos de alcantarillas con lo cual se busca ensanchar la base para contrarrestar el área hidráulica que pudiera restar debido a la losa superior, buscando siempre un diseño armónico de la rasante de las calles.

Liza (2017), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo diseñar el sistema de Drenaje Pluvial del distrito de Ciudad Eten, Lambayeque 2017 para lo cual utilizó la metodología descriptiva porque comprende la delineación, el análisis e interpretación de los aspectos más relevantes de la variable u objeto de estudio como lo es el modelamiento y simulación, los resultados obtenidos del diagnóstico de este distrito mostraron que en 07 puntos diferentes discurrirán para la instalación de las canaletas para que sean los puntos de descargas, que finalmente serán derramadas al mar por gravedad, esto se obtuvo a través del uso del: Método Racional para Hidrología que vienen a ser programas software y métodos científicos, técnica de Áreas de Drenaje. Se concluyó con la producción de los planos de localización y ubicación del proyecto de la elaboración del posicionamiento del punto elegido en coordenadas al sistema UTM WGS84, además se elaboró el plano geodésico respectivamente a las particularidades geométricas de los buzones, veredas, sardineles, detalles estimados con criterios técnicos.

Hernández (2018), en su trabajo de investigación “Diseño Hidráulico y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chical de la ciudad de Piura” que tuvo como objetivo principal es identificar, pronosticar, explicar y anunciar los efectos ambientales tanto positivos como negativos; para advertir a través de medidas de control y seguimiento, el deterioro del medio

ambiente en las fases de diseño, construcción y operación del proyecto bajo el concepto de desarrollar sostenible para lo cual se utilizó la metodología de identificación de impactos mediante el análisis causa-efecto, los resultados obtenidos muestran impactos negativos en el medio físico y biológico de manera moderada; además el medio socioeconómico cultural tuvo en su mayoría un impacto positivo en forma severa. Se concluyó, en el análisis de impacto ambiental que existe un tipo de ayuda para los habitantes de la zona, para que se prevenga todo tipo de enfermedades en este caso, las enfermedades que transmiten los mosquitos que tienen como causa el estancamiento de las lluvias y la descomposición de materia orgánica.

Humpiri y Rojas (2016), en su trabajo de indagación llamado “Evaluación, Diseño y Modelamiento del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Juliaca con la Aplicación del Software SWMM” tuvo como objetivo apreciar el proyecto existente y a su vez proyectar a través de un software de modelación SWMM para la innovación de un diseño hidráulico de drenaje pluvial en la ciudad de Juliaca para lo cual utilizó la metodología descriptiva porque comprende la delineación, el análisis e interpretación de los aspectos más notables de la variable u objeto de estudio como lo es el modelamiento y simulación, los resultados obtenidos son las condiciones que tenía inicialmente para poder establecer parámetros que se usarán para el modelamiento y asimismo, realizar el análisis de este, se obtuvo el módulo hidráulico de la cuenca, niveles de flujo de las aguas. Se concluyó que, según el análisis realizado, se ha establecido que los estudios esenciales de ingeniería en el expediente técnico han sido elaborados con un sustento técnico que en algunos casos no cumple con todas las normas establecidas.

Morales (2014), en su trabajo de investigación denominada “Estructuras de Drenaje sustentable para elaborar proyectos de Drenaje Pluvial Urbano – Aplicado al Barrio de Sumbe-Angola” tuvo como objetivo analizar el reglamento de drenaje pluvial urbano de Porto Alegre-Brasil, referente a las estructuras de drenaje sustentable, las limitaciones para su aplicación y la metodología para el dimensionamiento hidráulico, para posteriormente poder compararlas con nuestra norma peruana y de ser el caso sugerir su implementación para lo cual utilizó la metodología descriptiva en el cual se analizan y se comparan las normas actuales, se analiza la reglamentación de Porto Alegre dónde si nos presenta medidas

estructurales que nos permiten incrementar la infiltración del agua pluvial, criterios para su dimensionamiento hidráulico, los resultados observados señalan que existe una reducción del 35% del caudal en la zona A y 52% del caudal en la zona B, reduciendo las afectaciones aguas abajo y logrando reducirse las dimensiones de las redes colectoras. Se concluyó, en el comparativo de reglamentos de drenaje pluvial urbano de la norma peruana y de la ciudad de Porto Alegre, se obtuvo que las estructuras de infiltración y su dimensionamiento hidráulico no se encuentran contempladas en nuestra norma peruana, pero sí en el reglamento de Porto Alegre, por lo cual se sugiere su implementación, como un anexo o un manual complementario.

Núñez (2019), en su trabajo de investigación “Cálculo de precipitaciones y caudales para el diseño de Sistema de Drenaje Pluvial Urbano en el ámbito del distrito de Soritor, provincia de Moyobamba – San Martín, aplicando el proyecto de norma técnica OS. 060 del año 2014” que tuvo como objetivo comprobar que tanto influye del cálculo de precipitaciones y caudales de diseño en la construcción de sistemas de drenaje pluvial urbano en el ámbito del distrito de Soritor aplicando los métodos que señala el proyecto de la norma técnica OS 0.60 del año 2014 para lo cual se manejó la metodología tipo documental, descriptiva y explicativa , los resultados obtenidos mostraron un caudal de diseño de 101.76 m<sup>3</sup>/s para un período de retorno de 5 años y un caudal de diseño de 164.52 m<sup>3</sup>/s para un período de retorno de 100 años. Se concluyó, que el cálculo de las precipitaciones y caudales de diseño serán de gran influencia en el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano del pueblo tradicional del distrito de Soritor, ya que los métodos considerados en el proyecto de norma técnica os0.60 del año 2014, permitieron determinar los caudales de escurrimiento de los colectores con los criterios básicos de diseños establecidos.

Urbano (2017), en su trabajo de investigación “Diseño alternativo de un sistema de Drenaje pluvial para las avenidas Antonio Raymondi y Mariscal Luzuriaga en la ciudad de Huaraz-2015” que tuvo como objetivo plantear un sistema alterno de drenaje pluvial, según el reglamento actual, que resuelva los problemas de inundación existentes, en las Avenidas Antonio Raymondi y Mariscal Luzuriaga en la ciudad de Huaraz para lo cual se utilizó la metodología No Experimenta – transeccional de carácter descriptivo, los resultados obtenidos muestran que la escorrentía generada es conducida mediante las cunetas hasta los

sumideros ubicados en los puntos inferiores de las vías para luego fluir por un sistema de tuberías de PVC – RIB LOC Nicoll, con diámetro común de 500 mm, en esta vía se diseñaron 02 colectores, denominados Calzada 1 y Calzada 2, que descargan una fuente de agua superficial. Se concluyó, en base al diagnóstico cualitativo del estado de la actividad del sistema de drenaje pluvial actual de los sectores de Av. Antonio Raymondi y Av. Mariscal Luzuriaga, en la ciudad de Huaraz se determina, que es deficiente, ya que cuando ocurren precipitaciones las calles se inundan y es imposible el tránsito seguro por dichas vías.

Yáñez (2014), en su trabajo de investigación “Eficiencia del Sistema de Drenaje Pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa” que tuvo como objetivo establecer la eficacia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa para lo cual se utilizó la metodología tipo descriptiva – correlacional, los resultados obtenidos muestran un caudal máximo de 0.289 m<sup>3</sup>/s con una velocidad máxima de 0.62 m/s en un período de diseño de 2 años. Se concluyó, que al analizar el diseño hidráulico de la zona este no es el adecuado para un buen trabajo por ello las causas que alteran la eficacia del drenaje pluvial, además que al estudiar la eficiencia de dirección que los caudales minúsculos recomendables técnicamente a derivar, para tener una velocidad aceptable y no producir sedimentación que reduce la cabida del canal o erosión que deforma la sección, no es el indicado para las secciones existentes.

Da Silva (2015), en su trabajo de investigación denominada “Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial empleando la modelación matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda” tuvo como objetivo obtener una nueva forma o manera que rompa esquemas para el esquema y revisión de redes de drenaje pluvial utilizando la modelación de la ciencia para su proyecto en la ciudad de Luanda, y del mismo modo poder implementarla en el barrio Marcal como caso de estudio para lo cual utilizó la metodología histórica-lógica dónde se hará una acumulación, captación y visión de la información del estado del arte, la cual se fabricó en distintos programas de manera digital de la zona, el método de análisis y síntesis con el que se examinarán los permitirá el desarrollo de un marco de teoría referente al drenaje pluvial urbano además, de la modelación a través de software en computadoras del terreno también, el método de análisis y síntesis en el cual se analizará cada uno de los elementos, factores y requisitos que serán obligatorios para la producción del modelo en forma digital, de las elevaciones, las simulaciones hidrológicas, los aproximados reales de

los caudales en una cuenca de Luanda. Se concluyó, la fabricación de una técnica para la evaluación, análisis, plantear, diseñar y constatar las redes de drenaje pluvial, argumentada en el uso de modelos del terreno y aplicando herramientas de modelación matemática, apta para su implementación en la ciudad de Luanda.

García, Montoya y Rodríguez (2013), en su trabajo de investigación denominada “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial para el casco urbano del municipio de la Concepción-Masaya” tuvo como objetivo plantear en el casco urbano del Municipio de Concepción-Masaya un Sistema de Drenaje Pluvial para lo cual utilizó la metodología que consistió en coleccionar la información, la cual sigue dos estándares, las técnicas utilizadas para obtener la información principal y suplementaria en el cuál es obligatorio meditar tres aspectos notables: El esquema de ordenamientos para el transcurso de la obtención de información, la acumulación adecuado de los antecedentes y el ordenamiento de la información, de modo que en el momento de realizar consultas o preguntas se pueda hacer de manera factible, los resultados que se obtuvieron a través de las investigaciones y recopilación de información y los datos sobre el estado vigente del drenaje que se encuentra en la parte superior del área determinada expusieron que en la Calle principal donde se concentra la mayoría del área afectada, siendo la distancia desde el mercadito de la Concepción hasta el puesto que tiene años llamado El Retén, y que cuenta con pendiente media del 2.26% y una distancia de 1022.00 metros. De esta extensión del tramo, 420m de cuneta se encuentran en pésimo estado, del área total de 8176.00 m<sup>2</sup> de la estructura de rodamiento en ese tramo existen 625.00 m<sup>2</sup> en mal estado. Se concluyó que el Sistema de Drenaje traerá beneficios a las distintas zonas y mayoría de la población, este proyecto que tendrá un buen procedimiento de calidad mejorará la calidad de la vida de los vecinos de la zona además minimizará la propagación de las enfermedades, formando una próspera generación de la comunidad.

Ruiz, Rodríguez y Salamanca (2018), en su estudio tuvo como objetivo diseñar el sistema de alcantarillado pluvial para la parcelación San Carlos ubicado en el Municipio Villavicencio para lo cual utilizó la metodología de tipo proyectiva que consiste en la fabricación de un modelo de prueba, como una forma de solventar los problemas y necesidades de manera práctica, los resultados de las cotas de terreno que se obtuvieron del levantamiento topográfico se tomaron como parámetro para trazar con estos datos la red de alcantarillado

perpendicular porque las pendientes del terreno son de bajo porcentaje. Se concluyó para la parcelación residencial San Carlos se diseñó un sistema de alcantarillado pluvial que se dividió en dos sectores a causa de la topografía y magnitud de la cuenca, el primer sector presenta condiciones que facilita el manejo de las aguas por efecto de gravedad debido a la pendiente del suelo, transportando las aguas a un tramo de la cuenca que pasa por la parte intermedia de la parcelación siendo esta la zona más baja de este primer sector, permitiendo la descarga de manera fácil y eficiente, por ende, se optó por un sistema de alcantarillado perpendicular sin interceptor, ya que las aguas llegan por si sola al cuerpo de agua del caño.

Tutiven (2017), en su trabajo de investigación “Sistema de drenaje pluvial urbano con la incorporación de reservas individuales” que tuvo como objetivo analizar la factibilidad de un sistema de Drenaje Pluvial Urbano con la incorporación de reservas individuales para lo cual utilizó la metodología cualitativa descriptiva, los resultados obtenidos mostraron que el volumen total de los reservorios no pudo ser efectivo para disminuir los volúmenes de agua y así evitar inundaciones con un volumen aproximado 328 m<sup>3</sup>, tiempo aproximado de evitar inundación 1.571 min y la altura de inundación evitada 6.9 mm. Se concluyó, que el volumen seleccionado de 3m<sup>3</sup> únicamente se evitó 246 m<sup>3</sup> de inundación en un tiempo de 1.095 min; por lo que no se consideró significativo.

Vanegas (2015), en su labor de indagación denominada “Diseño de la alternativa técnica más favorable que permita implementar un sistema de drenaje urbano sostenible – SUDS en el Parque metropolitano San Cristóbal” tuvo como objetivo plantear una nueva opción técnica para poder realizar la implementación de un Sistema Urbano de Drenaje que cuidará los recursos y hará que permanezcan, además al mismo tiempo sea más favorable en el parque Metropolitano San Cristóbal y de esta manera desempeñe la función de minimizar lo que será causado por los caudales punta y de los picos en forma ascendente que posee la cuenca del río San Cristóbal, con el objetivo de transcribir de forma original un ciclo del sistema acuático y que al mismo tiempo sea posible que mitiguen los riesgos para posibles inundaciones para lo cual utilizó la metodología que consistió en la observación y análisis, en otras palabras en el estudio del cómo se encontraban los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, por ello se pudo visualizar las clases, características de diseño, para una adecuada implementación de la forma estructural, así detallar como se almacenará y se captará el agua, los resultados de los

cálculos efectuados mostraron que para una tormenta que durará de 180 minutos en el período de retorno de 3 años se requiere un volumen de almacenamiento de 151348.5 m<sup>3</sup> y para el período de retorno de 25 años se requiere un volumen de acumulación de 244296.8 m<sup>3</sup>. Se concluyó que los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible se pueden cambiar como tomar una manera práctica y segura para evitar los riesgos por inundaciones y a su vez ser una implementación de bajo costo y sobre todo en la forma de adicionar el impacto positivo de los SUDS es visible en el corto tiempo.

A continuación, se detalla teorías relacionadas al tema para poder facilitar la comprensión de este proyecto, se iniciará con conceptos generales entre ellos tenemos los siguientes:

Para la Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano (2017), el diseño de un drenaje pluvial es un trabajo de ingeniería dónde se busca la mejora de la población, dónde incluimos a la red en forma general, su perfil longitudinal, su respectivo plano en planta, todos los cálculos de la red y las pendientes con sus caídas hacía los pozos.

Para Pérez (2013), El drenaje es una red tuberías e instalaciones extras que permiten la rápida y fluida evacuación de las aguas ya sean de la lluvia, aguas negras etc., existen diferentes tipos de sistema de drenaje:

**Sistema de Alcantarillado Sanitario:** Es el sistema planteado para desalojar rápidamente las aguas negras, ya sean aguas domesticas o aguas de las industrias.

**Sistema de Alcantarillado Pluvial:** Es el método que se diseñó específicamente para evacuar las aguas de las lluvias.

**Sistema de Alcantarillado Combinado:** Como su propio nombre lo dice desaloja las aguas pluviales y aguas negras conjuntamente en un mismo sistema.

Dentro del sistema de drenaje pluvial podemos encontrar varios e componentes que conforman todo este sistema.

Para la norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano (2017) Uno de estos componentes son las estructuras de captación, que son las encargadas de captar y llevar las aguas; en estos sistemas de estructuras de captación se manejan desaguaderos o filtros pluviales (también llamados comúnmente bocas de tormenta o registros), como estructuras de captación ,otra componente

muy importante son las estructuras de conducción, son todas las que transportan las aguas que han sido recolectadas por las estructuras de captación y luego llevadas hasta hacia el sitio de almacenamiento, estas estructuras simbolizan la parte principal de un sistema de vaciado y se constituyen por vías cerradas y/o abiertos, también los conocemos como conducciones y conductos. En sus principales estructuras encontramos:

Las redes colectoras de atarjeas, son conductos normalmente cerrados, cuya función principal es destinar la dirección de las aguas residuales y pluviales.

Los Subcolectores, son los conductos que reciben las aguas provenientes de la red de atarjeas, los Colectores, son los medios de mayor área transversal en la red, cuya principal función es recolectar el agua captada por los subcolectores y transportar hasta la salida de la red principal,

Los Emisores, Conducen las aguas captadas hasta un punto de tratamiento, dentro de la red se puede tener más de una forma de salida dependiendo el tamaño de la zona,

La caja de registro, es una estructura que capta el agua de la lluvia que destila en la superficie del terreno y la conduce al interior del drenaje, también tenemos los pozos, tal como el Pozo caja y el Pozo con caída.

Para hacer un diseño de drenaje pluvial, se tiene que hacer estudios previos como la topografía.

Para Alcántara (2014), la palabra topografía proviene del griego “topo” que significa lugar y “grafos” que procede de dibujo, la topografía es la ciencia que permite determinar las posiciones relativas de la superficie del terreno, con todos sus detalles tanto como naturales y artificiales. Su principal objetivo es coger una parte de la superficie del terreno y representarla a un plano en escala, en trabajos de Ing. Civil para plasmar todas las superficies al papel antes se realiza un levantamiento topográfico, que son todos los trabajos necesarios para saber el punto de vista sobre la superficie de la Tierra, ya sean oriundos y/o adulterados de una zona fija e implantar el relieve de la zona.

Para la Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano (2017), para realizar un diseño de alcantarillado pluvia se debe contar con la siguiente información básica:

El Plano General de la zona con curvas de nivel equidistanciadas 1 m o 0.50 m según sea el caso, plano del Área especificada del perfil longitudinal del eje de las tuberías y/o ductos de conducción y descarga.

Otro estudio previo al diseño de un drenaje pluvial es el hidrológico, a continuación, unos conceptos básicos referentes a ese estudio.

Para Villon (2002), La hidrología es el estudio que encarga de analizar todo lo referido con el agua, su circulación, y como se distribuye en toda la tierra, sus propiedades tales físicas como químicas y como se relaciona con el exterior (medio ambiente). La hidrología es muy importante porque brinda muchas alternativas de solución a los ingenieros por eso es muy importante, tales como:

Satisfacer la demanda de agua en una población, complacer la demanda de agua en un proyecto de irrigación, generar mediante el recurso del agua energía eléctrica y definir la capacidad de diseño de obras como drenajes, cunetas y todo tipo de obras civiles que se relacionen con el agua.

El estudio hidrológico se realiza con la finalidad de saber las precipitaciones máximas y mínimas que han caído durante una cantidad de años específicos, con el fin de evitar estancamientos o escurrimientos de agua que afecten a la población.

Para realizar un estudio hidrológico se tiene que hacer:

Estudio del clima, topografía de la zona, cálculo de los caudales hidrológicos y cartografía que examina los tramos del área de estudio.

También se contiene el estudio de la calidad del agua, así como los cálculos de sistemáticas para determinar la precipitación, pluviometría y hietograma y por último para diseñar un drenaje pluvial también se realiza el estudio de suelos correspondiente.

Para Villalaz (2004), El suelo tiene varios significados, según quien lo haga y la época en la que se encuentra.

El suelo para el agricultor es el lugar perfecto para sembrar y cosechar sus insumos naturales, para un geólogo es la envoltura de tierra que hay sobre los cuerpos de rocas y para un Ing. Civil o un constructor es el lugar adecuado dónde dará inicio a la colocación de sus estructuras o dónde se va recolectar el material adecuado para la construcción.

Según Castillo y Rico (2005), El Estudio de Suelo se caracteriza por tener 3 fases claramente definidas: Trabajo en el terreno (calicatas), Trabajo de Laboratorio (ensayos, granulometría) e Informe Final.

Para la Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano (2017), se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones para la presentación de un sistema de drenaje pluvial: Investigación de campo, representación de los estudios efectuados, exámenes de laboratorio, perfil del Suelo detallando de acuerdo a lo indicado en la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones de los diferentes estratos que constituyen el terreno analizado, Profundidad de la Napa Freática y Análisis físico - químico del suelo.

Al realizar la observación de la zona de estudio se determinó la siguiente formulación del problema ¿Cuál es el diseño para el sistema de drenaje pluvial en el centro histórico de Trujillo, La libertad 2019?

Teniendo como justificación después de una evaluación de nuestro proyecto lo siguiente: la investigación se justifica científicamente porque estoy cumpliendo los parámetros de investigación encontrados además recopilamos información y se adoptaron estrategias para poder llegar a los resultados proyectados, asimismo la investigación se justifica técnicamente ya que a través de aplicación de software y simulaciones de drenaje se logra el diseño de estructuras de captación que ayudaran a minimizar los riesgos ocasionados ante los eventos en el aspecto hidráulico ,también la investigación se justifica socialmente ya que la misma población se verá beneficiada con este tipo de proyectos además verán con buenos ojos proyectos futuros de mucha envergadura como este, se justifica económicamente porque este proyecto tiene sus objetivos claros que es no permitir más daños en la infraestructura Centro histórico de Trujillo y por último se justifica ambientalmente porque una vez puesto en marcha el proyecto en marcha se evitara que los desastres naturales, causen daños severos en el pavimento y todas las estructuras del Centro histórico de Trujillo .

De la misma manera, al analizar la realidad local, los trabajos previos y la teoría se determina la siguiente hipótesis: Si se aplica el diseño del sistema de drenaje pluvial en el centro histórico de Trujillo, La libertad 2019 se logrará evacuar rápido las aguas de las lluvias y se mantendrá el cuidado de las veredas y estructuras del centro histórico de Trujillo.

Nuestro proyecto de investigación tiene como objetivo general: Realizar el diseño del sistema de Drenaje pluvial en el centro histórico de Trujillo, La libertad 2019.

Además, este proyecto tiene como objetivos específicos lo siguiente:

Realizar el estudio topográfico en el centro histórico.

Obtener el estudio de mecánica de suelos en la Municipalidad Provincial de Trujillo.

Realizar estudio hidrológico de la zona.

Realizar el diseño geométrico de la red.

Efectuar el estudio de impacto ambiental de la zona.

## II. MÉTODO.

### 2.1. Tipo de investigación y diseño de investigación.

Tipo de investigación:

Según Namakforoosh, la investigación es tipo cuantitativa descriptiva, porque consiste en describir situaciones o acontecimientos en los que básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en aprobar la hipótesis.

Diseño de investigación:

Según Namakforoosh, El proyecto es de diseño no experimental, descriptivo simple – transversal y aplicada, ya que su propósito es describir un problema y solucionarlo, tomando un solo valor.

Cuadro 1 Diseño de investigación

Esquema	Leyenda
M ----- O	M: El área urbana del centro histórico de Trujillo, la libertad 2019.
	O: Diseño del drenaje pluvial.

Fuente: Hernández 2006

Variable: Para la elaboración de este proyecto se utilizó 1 variable: Diseño del drenaje pluvial.

2.2. Operacionalización de variables.

Cuadro 2 Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSIÓN
Diseño de Drenaje Pluvial	Es el manejo racional del agua de lluvias en las ciudades, para evitar daños en las edificaciones y obras públicas. (Norma OS.060, Drenaje Pluvial, 2006)	Proceso de mover la abundancia de agua para prevenir el inconveniente público y proporcionar protección ante el desgaste de la propiedad de la vida (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)	Estudio Topográfico	Niveles, Cotas, pendientes.	Razón
			Estudio de Mecánica de Suelos	Las características y propiedades del suelo en la zona.	Razón
			Estudio hidrológico e hidráulico	Obtención de caudales, precipitaciones.	Razón
			Diseño hidrológico	Aplicación del método racional	Razón
			Estudio de Impacto Ambiental	Cuidado del medio a través de formas de mitigación	Razón

Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Población y muestra.

Población: Se encuentra conformada por las calles del centro histórico de Trujillo – La Libertad.

Muestra: Todas las calles y jirones del centro histórico de Trujillo.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad.

Técnica: Observación directa y datos obtenidos de los estudios topográficos e información recopilada del estudio de suelos.

Instrumento: Ficha de Observación (estudio de mecánica de suelos y estudio topográfico)

Validez y confiabilidad: Todos los datos obtenidos corresponderán a los estudios realizados tanto en gabinete como en campo, mostrando tal validez y confiabilidad en estos.

### 2.5. Procedimiento.

Obtener el estudio de Mecánica de suelos de la zona de estudio con los diferentes ensayos realizados a la muestra, entre los ensayos requeridos tenemos: el ensayo para adquirir la humedad del suelo, análisis granulométrico, ensayo para obtener el límite líquido, plástico y la descripción del perfil estratigráfico, también se obtiene una recopilación de la información de las Estaciones meteorológicas más cercanas en donde se han registrado las precipitaciones máximas en los últimos años, en este caso es la estación Trujillo ubicada en el distrito de Laredo, luego que se obtuvieron los datos se prosigue al diseño hidrológico utilizando el Método Racional, con este método se hallará el caudal, la geometría de la sección, la pendiente, la velocidad, el factor de rugosidad y el diámetro de la tubería y registros, por último se prosigue al cálculo de los costos y presupuestos de toda la red diseñada.

### 2.6. Método de análisis de datos.

El método consistió en un análisis descriptivo de los datos que se obtuvieron a partir de la recolección de datos de gabinete y las muestras obtenidos en campo; también se solicitó por parte de la Facultad de Ingeniería Civil al director del Servicio Meteorológico e Hidrológico del Perú (SENAMHI), la información de precipitación máxima en 24 horas desde el año 2000 al 2019. A partir de ellos se realizó el diseño del drenaje Pluvial del centro histórico de Trujillo para drenar todas las aguas pluviales y disminuir los riesgos que estas aguas pueden

causar a la población, y se recurrió a la base de datos de la Municipalidad Provincial de Trujillo para obtener el estudio de suelos centro histórico de Trujillo, obteniendo todos estos datos, incluyendo la topografía del terreno se empieza el diseño del drenaje pluvial.

#### 2.7. Aspectos éticos.

Se tendrá total respeto a la población habitacional en el centro histórico de Trujillo, respeto al medio ambiente, respeto a las convicciones políticas y religiosas, así como a la protección de la identidad de los individuos que participan en el estudio y se utilizará todos los parámetros adecuados tal y como indican las normas peruanas a utilizar en este proyecto de investigación.

### III. RESULTADOS.

#### 3.1. Levantamiento Topográfico.

##### 3.1.1. Generalidades.

Se sabe que para la ejecución de todo proyecto de obras hidráulicas se debe realizar el levantamiento topográfico, para la elaboración de nuestro proyecto el levantamiento en el centro histórico de Trujillo se realizó con una Estación Total, 1 trípode, 2 prismas, además después se realizó el levantamiento a través del software AutoCAD CIVIL, en dónde se realizaron las curvas de nivel, el perfil longitudinal y las secciones transversales.

##### 3.1.2. Objetivo.

El objetivo de nuestro levantamiento topográfico es conocer el comportamiento de nuestro terreno (centro histórico de Trujillo) para luego representarlo en un plano de escala.

##### 3.1.3. Reconocimiento del terreno.

La inspección a la zona más el levantamiento topográfico se determinó que el terreno es tipo llano, esto nos ayudó a determinar cuáles son las calles dónde el agua de las lluvias se estanca.

##### 3.1.4. Metodología de trabajo.

El trabajo realizado en el terreno de estudio fue hecho en base a los parámetros de la norma OS.060 drenaje pluvial urbano. En esta etapa del proceso se utilizará la información existente de la zona como es la carta nacional 1:100 000, entre ellas se tomarán en cuenta las imágenes obtenidas desde los satélites, además la posición exacta de los vértices nos servirá para realizar mapas topográficos y así iniciar con la definición de la poligonal, que en este caso sería cerrada y se concluye con el levantamiento topográfico.

##### 3.1.4.1. Trabajo de Campo.

Los trabajos realizados en campos se realizaron con la Estación Total TOPCOM, GPS GARMIN, cuatro prismas, wincha, flexómetros, cámaras, libreta de campo e implementos de seguridad.

- Levantamiento Topográfico: Las coordenadas que se utilizaron para el levantamiento topográfico fueron las UTM, considerando para ello que la Estación A-01, el BM-01 se encuentra localizado entre la Avenida España y la Avenida Larco, utilizados para poder establecer el Norte Magnético, para poder comenzar con el proceso del levantamiento topográfico.

Cuadro 3 Coordenadas UTM y Elevaciones: Centro histórico de Trujillo

Descripción	Este	Norte	Cota
BM-1	716936	9102379	31
BM-2	716774	9102594	31
BM-3	716756	9102899	33
BM-4	716973	9103194	38
BM-5	717162	9103395	39
BM-6	717408	9103513	43
BM-7	717857	9103376	45
BM-8	717967	9103220	45
BM-9	717995	9103052	41
BM-10	717869	9102782	40
BM-11	717648	9102482	37
BM-12	717385	9102311	33
BM-13	716936	9102379	31
BM- 14	716826	9102881	34
BM- 15	717341	9103468	42
BM- 16	716793	9102598	31
BM- 17	717538	9103291	41
BM- 18	717047	9102503	34

#### Anexo: Estudio Topográfico

En total se hallaron 18 BMs. Estos puntos son las zonas en dónde se realizó el cambio de estación para referencia al siguiente punto ya que se podía generar una visibilidad del terreno, además los BMs que se encuentren en una estructura entre ellas pueden ser veredas, esquivas apoyarán como base para el replanteo del trabajo topográfico y las cotas que ya se tomarán como muestra:

BM-01:

Descripción: Se encuentra localizado entre la Avenida España y la Avenida Víctor Larco.

Cuadro 4 Ubicación del BM 01

UTM X (ESTE)	716936
UTM Y (NORTE)	9102379
COTA Z	31.00 m.s.n.m

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.1.4.2. Trabajo de Gabinete.

Para la obtención de datos en gabinete se exportó los datos topográficos desde el instrumento utilizado, el cual fue la estación total, hacia el software Toplink 3.5.

A continuación, se realizó el procesamiento de los datos que se obtuvieron en campo para el cual se utilizó el software “AutoCAD Civil 3D”, dentro del mismo software se elaboró el Plano Topográfico en dónde se detalla las curvas de nivel.

- Exportación: En este proceso se transferirán los datos obtenidos en campo desde la Estación Total los cuales se encuentran en extensión texto y luego poder digitalizar los puntos (X, Y, Z).
- Procesamiento de curvas de nivel: En este punto se tomará en cuentas las cotas en cada tramo, las cuales mostrarán los desniveles en el terreno y se encontrarán en un separadas por 1.00m entre curvas de nivel, además la elevación más baja encontrada en la zona de estudio es de 14msnm y la más alta es de 42msnm.

#### 3.1.5. Análisis de resultados.

Una vez realizado nuestro estudio topográfico tenemos como resultado que el relieve de nuestro terreno es plano, porque las pendientes halladas son menores a 3 %.

### 3.2. Estudio de suelos.

#### 3.2.1. Generalidades.

El estudio de suelos presentado se obtuvo gracias a una solicitud presentada como representantes universitarios de la Universidad César Vallejo en la municipalidad provincial de Trujillo.

#### 3.2.2. Objetivos.

El objetivo del estudio de suelos realizado fue encontrar mediante los ensayos el perfil stratigráfico del suelo y la clasificación mediante el sistema unificado de

clasificación de suelos (SUCS).

### 3.2.3. Trabajo de campo.

Según el estudio obtenido se realizó 27 calicatas, todas estas distribuidas por todo el centro histórico de Trujillo, las calicatas fueron divididas en 2 sectores:

Sector I: Jr. (Zepita, San Martín, Bolívar, Ayacucho, Independencia y Grau).

Sector II: Jr. (Ugarte, Bolognesi, Almagro, Orbegoso, Gamarra, Junín, Colón y Estete).

Cuadro 5 Resumen de calicatas realizadas (sector I)

N°	Calicata	N° de Estratos	Profundidad alcanzada (m)	N. F	Ubicación	Ensayos Realizados
1	C-01	1	1.50	N.P.	Jr. Zepita Cdra. 04	Clasificación
2	C-02	1	1.50	N.P.	Jr. Zepita Cdra. 06	Clasificación
3	C-03	1	1.50	N.P.	Jr. San Martín Cdra. 05	Clasificación
4	C-04	1	1.50	N.P.	Jr. San Martín Cdra. 07	Clasificación
5	C-05	1	1.50	N.P.	Jr. Independencia Cdra. 03	Clasificación
6	C-06	1	1.50	N.P.	Jr. Independencia Cdra. 06	Clasificación
7	C-07	1	1.50	N.P.	Jr. Bolívar Cdra. 04	Clasificación
8	C-08	1	1.50	N.P.	Jr. Bolívar Cdra. 06	Clasificación
9	C-09	1	1.50	N.P.	Jr. Ayacucho Cdra. 03	Clasificación
10	C-10	1	1.50	N.P.	Jr. Ayacucho Cdra. 07	Clasificación
11	C-11	1	1.50	N.P.	Jr. Grau Cdra. 04	Clasificación
12	C-12	1	1.50	N.P.	Jr. Grau Cdra. 06	Clasificación

Fuente: Municipalidad Provincial de Trujillo

Cuadro 6 Resumen de calicatas realizadas (sector II)

N°	Calicata	N° de Estratos	Profundidad alcanzada (m)	N. F	Ubicación	Ensayos Realizados
1	P-01	1	1.50	N.P.	Jr. Ugarte Cdra. 03	Clasificación
2	P-02	2	1.50	N.P.	Jr. Ugarte Cdra. 06	Clasificación
3	P-03	2	1.50	N.P.	Jr. Bolognesi Cdra. 02	Clasificación
4	P-04	1	1.50	N.P.	Jr. Bolognesi Cdra. 06	Clasificación
5	P-05	1	1.50	N.P.	Jr. Almagro Cdra. 02	Clasificación
6	P-06	2	1.50	N.P.	Jr. Almagro Cdra. 06	Clasificación
7	P-07	2	1.50	N.P.	Jr. Orbegoso Cdra. 07	Clasificación
8	P-08	1	1.50	N.P.	Jr. Gamarra Cdra. 02	Clasificación
9	P-09	1	1.50	N.P.	Jr. Gamarra Cdra. 06	Clasificación
10	P-10	1	1.50	N.P.	Jr. Junín Cdra. 04	Clasificación
11	P-11	1	1.50	N.P.	Jr. Junín Cdra. 07	Clasificación
12	P-12	1	1.50	N.P.	Jr. Colón Cdra. 03	Clasificación
13	P-13	1	1.50	N.P.	Jr. Colón Cdra. 06	Clasificación
14	P-14	1	1.50	N.P.	Jr. Estete Cdra. 04	Clasificación
15	P-15	1	1.50	N.P.	Jr. Estete Cdra. 06	Clasificación

Fuente: Municipalidad Provincial de Trujillo

3.1.1. Trabajo de laboratorio.

Según el estudio de suelos brindado por la Municipalidad de Trujillo se obtuvo los siguientes ensayos según el sector:

Cuadro 7 Resumen de los ensayos realizados en el sector I

Calicata	Estrato	Prof. (m)	Granulometría (%)			Límites (%)		C.H. (%)	Clasificación	
			Finos	Arena	Grava	L.L	L.P		SUCS	AASHTO
C-01	E-01	1.50	27.21	70.61	2.19	N.P.	N.P.	13.29	SM	A-2-4(0)
C-02	E-01	1.50	5.92	93.69	0.69	N.P.	N.P.	10.24	SP-SM	A-3(0)
C-03	E-01	1.50	2.05	97.95	0.00	N.P.	N.P.	6.35	SP	A-3(0)
C-04	E-01	1.50	0.67	99.27	0.06	N.P.	N.P.	2.57	SP	A-3(0)
C-05	E-01	1.50	5.53	93.99	0.48	N.P.	N.P.	4.89	SP-SM	A-3(0)
C-06	E-01	1.50	22.05	75.39	2.56	N.P.	N.P.	8.96	SM	A-2-4(0)
C-07	E-01	1.00	21.56	77.82	0.63	N.P.	N.P.	8.41	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	2.29	97.71	0.00	N.P.	N.P.	5.81	SP	A-3(0)
C-08	E-01	0.90	21.30	77.86	0.84	N.P.	N.P.	5.49	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	1.80	96.00	2.20	N.P.	N.P.	1.52	SP	A-3(0)
C-09	E-01	1.50	31.05	68.81	0.14	N.P.	N.P.	9.21	SM	A-2-4(0)
C-10	E-01	1.50	22.39	77.37	0.25	N.P.	N.P.	6.48	SM	A-2-4(0)
C-11	E-01	1.50	8.79	82.89	8.32	N.P.	N.P.	5.09	SP-SM	A-3(0)
C-12	E-01	1.50	21.45	78.13	0.42	N.P.	N.P.	5.91	SM	A-2-4(0)

Fuente: Municipalidad Provincial de Trujillo.

Cuadro 8 Resumen de los ensayos realizados en sector II

Calicata	Estrato	Prof. (m)	Granulometría (%)			Límites (%)		C.H. (%)	Clasificación	
			Finos	Arena	Grava	L.L	L.P		SUCS	AASHTO
P-01	E-01	1.50	19.82	79.80	0.38	N.P.	N.P.	2.92	SM	A-2-4(0)
P-02	E-01	0.90	24.59	75.15	0.25	N.P.	N.P.	11.00	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	9.06	90.70	0.24	N.P.	N.P.	4.98	SP-SM	A-2-4(0)
P-03	E-01	0.90	22.75	74.39	2.86	N.P.	N.P.	13.76	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	10.29	89.58	0.13	N.P.	N.P.	3.93	SP-SM	A-2-4(0)
P-04	E-01	1.50	26.54	73.00	0.45	N.P.	N.P.	11.76	SM	A-2-4(0)
P-05	E-01	1.50	24.49	73.69	1.82	N.P.	N.P.	11.03	SM	A-2-4(0)
P-06	E-01	1.50	12.35	84.97	2.68	N.P.	N.P.	15.65	SM	A-2-4(0)
P-07	E-01	0.80	38.51	61.23	0.25	N.P.	N.P.	8.96	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	2.65	96.96	0.39	N.P.	N.P.	3.91	SP	A-3(0)
P-08	E-01	1.50	13.80	84.57	1.63	N.P.	N.P.	4.35	SM	A-2-4(0)
P-09	E-01	0.70	25.48	74.31	0.21	N.P.	N.P.	9.09	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	2.60	97.40	0.00	N.P.	N.P.	2.15	SP	A-3(0)
P-10	E-01	1.20	21.98	77.78	0.25	N.P.	N.P.	11.71	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	3.68	96.32	0.00	N.P.	N.P.	6.45	SP	A-3(0)
P-11	E-01	1.50	19.94	78.85	1.21	N.P.	N.P.	11.76	SM	A-2-4(0)
P-12	E-01	1.50	2.15	97.66	0.19	N.P.	N.P.	1.73	SP	A-3(0)
P-13	E-01	1.50	19.03	77.51	3.46	N.P.	N.P.	6.94	SM	A-2-4(0)
P-14	E-01	1.50	0.76	93.57	5.67	N.P.	N.P.	6.88	SP	A-3(0)
P-15	E-01	1.50	1.21	93.29	5.50	N.P.	N.P.	4.03	SP	A-3(0)

Fuente: Municipalidad Provincial de Trujillo.

#### 3.1.1.1. Descripción del Perfil Estratigráfico

En base a lo ejecutado en campo y pruebas de laboratorio realizados por la municipalidad se presenta la siguiente conformación:

#### SECTOR I

Calicata C-01 (Jr. Zepita cuadra Nro. 4)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa

Calicata C-02 (Jr. Zepita cuadra Nro. 6)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada con presencia de limo inorgánico de partículas medias a finas, color beige claro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata C-03 (Jr. San Martin cuadra Nro. 5)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige claro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata C-04 (Jr. San Martin cuadra Nro. 7)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata C-05 (Jr. Independencia cuadra Nro. 3)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada con presencia de limo inorgánico de partículas medias a finas, color beige claro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata C-06 (Jr. Independencia cuadra Nro. 6)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata C-07 (Jr. Bolívar cuadra Nro. 4)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.00 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

1.00 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata C-08 (Jr. Bolívar cuadra Nro. 6)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 0.90 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

1.00 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata C-09 (Jr. Ayacucho cuadra Nro. 3)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata C-10 (Jr. Ayacucho cuadra Nro. 7)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige

oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata C-11 (Jr. Grau cuadra Nro. 4)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada con presencia de limo inorgánico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata C-12 (Jr. Grau cuadra Nro. 6)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

## SECTOR II

Calicata P-01 (Jr. Ugarte cuadra Nro. 3)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-02 (Jr. Ugarte cuadra Nro. 3)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 0.90 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

0.90 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-03 (Jr. Bolognesi cuadra Nro. 2)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 0.90 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

0.90 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-04 (Jr. Bolognesi cuadra Nro. 6)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-05 (Jr. Almagro cuadra Nro. 2)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-06 (Jr. Almagro cuadra Nro. 6)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-07 (Jr. Almagro cuadra Nro. 6)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 0.90 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige

oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

0.90 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-08 (Jr. Gamarra cuadra Nro. 7)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda),  $e=0.10\text{m}$

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón),  $e=0.10\text{m}$ .

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa

Calicata P-09 (Jr. Gamarra cuadra Nro. 6)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda),  $e=0.10\text{m}$

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón),  $e=0.10\text{m}$ .

0.20 a 0.90 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

0.90 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-10 (Jr. Junín cuadra Nro. 4)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda),  $e=0.10\text{m}$

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón),  $e=0.10\text{m}$ .

0.20 a 0.90 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

0.90 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-11 (Jr. Junín cuadra Nro. 7)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda),  $e=0.10\text{m}$

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón),  $e=0.10\text{m}$ .

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-12 (Jr. Colón cuadra Nro. 3)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-13 (Jr. Colón cuadra Nro. 6)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-14 (Jr. Estete cuadra Nro. 4)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

Calicata P-15 (Jr. Estete cuadra Nro. 6)

0.00 a 0.10 m losa de concreto (vereda), e=0.10m

0.10 a 0.20 m base granular (hormigón), e=0.10m.

0.20 a 1.50 m presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

### 3.1.2. Conclusiones

El presente estudio de suelos se encuentra conformado por una losa de concreto de 0.00 a 0.10 m, de 0.10 a 0.20 se encuentra una base de hormigón, luego subyacen las

arenas limosas de partículas media a finas, y por último una arena pobremente graduada.

### 3.3. Estudio Hidrológico

#### 3.3.1. Generalidades

El estudio hidrológico nos permite conocer el comportamiento de las aguas pluviales, así como las precipitaciones que han caído en la zona especificada y la intensidad de estas, así como determinar los caudales de la ciudad de Trujillo, esta ciudad tiene un clima muy húmedo, su temperatura anual aproximada es de 19 pc.

#### 3.3.2. Estación meteorológica.

Los datos que se utilizó para el estudio hidrológico se obtuvieron de la estación TRUJILLO la cual se encuentra ubicada en el distrito de Laredo, provincia de Trujillo, Región La Libertad, cuyas coordenadas son:

Latitud: 8° 6' 43.29''

Longitud: 78° 59' 6.36''

Altitud: 44 msnm

#### 3.3.3. Pluviometría

Cuadro de las precipitaciones máximas por día de los últimos 5 años brindados por el Senamhi-Estación Trujillo.

Cuadro 9 Precipitaciones Máximas.

Precipitaciones Máximas		
Año	Max. (mm/día)	Mes
2014	5.8	Abril
2015	3.4	Marzo
2016	8.5	Febrero
2017	27	Marzo
2018	2.2	Marzo
2019	10.4	Febrero

Fuente: Senamhi.

#### 3.4. Diseño Hidráulico de la red.

La actualidad que viven las ciudades que han sido afectadas por fenómenos naturales es totalmente diferente a la que se observaba en años anteriores, estos fenómenos están han aumentado su intensidad, especialmente lluvias, comparadas con las lluvias vividas en años anteriores, es necesario que muchas de las ciudades afectadas tengan un apropiado sistema de deyección de aguas pluviales, en el presente proyecto se realizó el diseño de la red a través del método racional.

El diseño de la red de drenaje pluvial del centro histórico de Trujillo es un diseño cerrado con tuberías de PVC y cajas de registro, tal como indica la Norma OS 060 drenaje pluvial Urbano.

##### 3.4.1. Método Racional.

Según la norma OS. 060 Drenaje pluvial Urbano, El método racional es uno de las técnicas más usadas a la hora del diseño hidráulico de redes para drenajes pluviales.

Se utiliza para áreas urbanas dónde el área de drenaje se encuentra conformada por subáreas o subcuencas de características totalmente diferente, el caudal proporcionado por el método racional viene indicado por la siguiente forma:

$$Q = CIA$$

Donde:

Q = Caudal Superficial (m<sup>3</sup>/s)

A = Área de Drenaje que tributa para la sección, en (km<sup>2</sup>)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad Promedio de lluvia para un período de duración igual a tiempo de concentración. (m/s).

El Método Racional es aplicable hasta áreas de drenaje no mayores a 13 Km<sup>2</sup>.

3.4.1.1. Coeficiente de escorrentía utilizado en el método racional.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, el período de retorno para drenaje urbano menor deberá considerarse de 2 a 10 años.

Cuadro 10 Coeficiente de Escorrentía.

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>ÁREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
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	0.43	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 al 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	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente superior a 7 %	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>ÁREAS NO DESARROLLADAS</b>							

Fuente: Norma OS 060 Drenaje pluvial Urbano

3.4.2. Ecuación de Manning para el cálculo de las velocidades.

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

Donde:

V= Velocidad media de desplazamiento (m/s)

R= Radio medio hidráulico (m)

S = Pendiente

n= Coeficiente de rugosidad de Manning.

#### 3.4.2.1. Coeficiente de rugosidad de Manning.

Cuadro 11 Coeficiente de rugosidad.

Tubería	Coeficiente de Rugosidad "n" de Manning
Asbesto Cemento	0.010
Hierro Fundido Dúctil	0.010
Cloruro de Polivinilo	0.010
Poliéster Reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto Armado liso	0.013
Concreto Armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla Vitrificada	0.010

Fuente: Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano

### 3.4.2.2. Nomograma de Manning para el cálculo del diámetro de tubería.

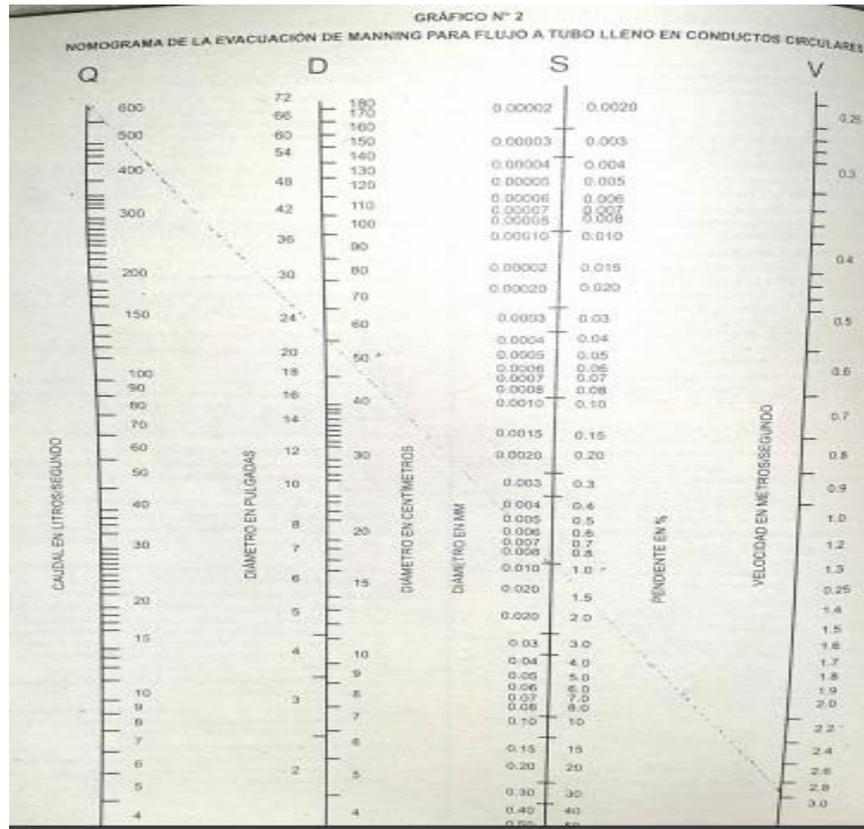


Figura 1 Nomograma de Manning.

Fuente Norma OS drenaje pluvial urbano.

### 3.4.3. Diseño Hidráulico y Parámetros de diseño para la red de drenaje pluvial.

#### 3.4.3.1. Captación de agua pluvial en vías y calzada.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, Para la deyección de las aguas que provienen de las lluvias o llamadas pluviales en calzadas, veredas y las provenientes de los domicilios se deberá tener en recuento la siguiente consideración:

- Orientación del Flujo

Para poder realizar el proyecto con planificaciones y diseño se deberá tener en cuenta las pendientes longitudinales (S1) y las pendientes que se encuentre de manera transversal (St) con el propósito de proporcionar una facilidad a la concentración del agua que incurre sobre el pavimento y se dirige hacia los extremos o bordes de la calzada.

Las pendientes a considerar son:

Pendiente Longitudinal (Sl) > 0,5%.

Pendiente Transversal (St) de 2% a 4%.

#### 3.4.3.2. Colectores de Aguas Pluviales.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, El sistema de las alcantarillas para las aguas provenientes de las lluvias o pluviales se encuentra compuesto por un conjunto de colectores subterráneos o canales que se deben encontrar de manera forzosa u obligatoria para deyectar la escorrentía superficial generada por las lluvias a un curso de agua.

El agua es captada a través de los sumideros en las calles y las conexiones domiciliarias y llevada a una red de conductos subterráneos que van aumentando su diámetro a medida que aumenta el área de drenaje y descargan directamente al punto más cercano de un curso de agua; por esta razón los colectores pluviales no requieren de tuberías de gran longitud. Para el diseño de las tuberías a ser utilizadas en los colectores pluviales.

#### 3.4.3.3. Ubicación y Alineamiento de los colectores.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, Para que haya un dren incluido en la plataforma se deberá obviar la colocación de las tuberías o piezas que recaudan bajo las calzadas y bermas. Sin embargo, cuando se encuentre localizado debajo la calzada es inevitable, deberá considerarse la instalación de registros provistos de accesos ubicados fuera de los límites determinados por las bermas.

Los quiebres debidos a deflexiones de alineación se deberán tomar con curvas circulares, las deflexiones de alineación en los puntos de quiebre no deberán exceder de 10r, sin embargo, si se da el caso opuesto deberá utilizar una cámara de registro en ese punto.

#### 3.4.3.4. Diámetro de tuberías en colectores de aguas pluviales.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, el diámetro mínimo para los colectores de drenaje pluvial urbano son:

Cuadro 12 Diámetro mínimo de tuberías en colectores de agua de lluvia.

<b>Mínimos de Tuberías en Colectores de agua de lluvia</b>	
Tipo de Colector	Diámetro Mínimo (m)
Colector Troncal	0.50
Lateral Troncal	0.40*
Conductor Lateral	0.40*

Fuente: Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano.

En infraestructuras que se encuentra localizadas de manera parcial o totalmente bajo la calzada, a esta se añadirá en diámetros a 0.50 m por lo menos y Los diámetros máximos de las tuberías están limitados según el material con que se fabrican.

#### 3.4.3.5. Tipo de tubería.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, los materiales más utilizados para las tuberías son:

- Asbesto Cemento.
- Hierro Fundido Dúctil.
- Poly cloruro de vinilo (PVC).
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP
- Concreto Armado Centrifugado
- Concreto Pretensado Centrifugado
- Concreto Armado vibrado con recubrimiento interior de polietileno PVC.
- Arcilla Vitrificada

En el diseño del drenaje pluvial del centro histórico de Trujillo se utilizó material de PVC para la tubería.

#### 3.4.3.6. Altura de relleno.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, la profundidad mínima a la clave de la tubería desde la rasante de la calzada debe ser de 1m.

#### 3.4.3.7. Velocidad mínima del caudal en los colectores.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, la velocidad mínima de 0,90 m/s destilando las aguas a tubo lleno es necesaria para proveer que la sedimentación de las partículas que como las arenas y gravas que acarrea el agua de lluvia, permitan un flujo sin obstrucciones.

#### 3.4.3.8. Velocidad máxima del caudal en los colectores.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, las velocidades máximas en los colectores son:

Cuadro 13 velocidades máximas según la Norma OS 0.60 Drenaje pluvial urbano.

Material de la tubería		Velocidad máxima (m/s)
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 curado al vapor	>280 kg/cm <sup>2</sup>	6.6

Fuente: Norma OS.060 Drenaje Pluvial.

#### 3.4.3.9. Pendiente mínima de los colectores.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, las pendientes mínimas de diseño de acuerdo a los diámetros, se determinarán si es que cumplen con lo siguiente: la velocidad mínima de 0,90 m/s destilando a tubo lleno. Para cumplir con este fin, la pendiente de la tubería en algunas ocasiones aumenta la pendiente de la superficie del terreno en dónde se establecerá el diseño.

#### 3.4.3.10. Registros.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, los registros situados deberán tener las dimensiones necesarias para permitir el acceso de un hombre, para que pueda realizar la limpieza necesaria y la verificación del buen funcionamiento de las cajas. Si el conducto es de dimensiones necesarias para el movimiento de un operario no será necesario instalar un registro, en este caso se deberá tener en cuenta los criterios de espaciamiento.

Los registros deberán estar ubicados en:

- Aproximación de dos o más drenes.
- Puntos medios de tuberías muy largas.
- En zonas dónde se presente cambios de diámetro de los conductos.
- En curvas o deflexiones de alineamiento (no es necesario colocar registros en cada curva o deflexión).
- En puntos dónde se produce una brusca disminución de la pendiente.

#### 3.5.3.11. Espaciamiento.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, el espaciamiento de los registros es el siguiente:

- El espacio entre cada registro será de 200.00m a 350.00m si es que la tubería posee un diámetro de con dimensión igual o mayor a 1.20m, o los canales de la sección transversal semejante.
- El espacio entre cada uno de los registros será de 100.00m a 200.00m cuando la dimensión del diámetro sea menor que 1.20m.
- Se colocará registros cada 100.00m cuando los conductos tengan mínimas dimensiones y cuando no se tenga la posibilidad de alcanzar las velocidades para la respectiva limpieza.
- Se colocará registro mayor a las distancias que se mencionaron cuando cumplan con las velocidades de auto limpieza y alineación carente de curvas agudas.

### 3.5.3.12. Rejillas.

Según la Norma OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano, Se determinará el tipo de rejilla dependiendo de las consideraciones que se mencionarán a continuación:

1. Por el material del que están hechas; puede ser:
  - a. De fierro fundido.
  - b. De fierro laminado.
2. Por su posición en relación con el sentido del traslado principal de flujo; podrán ser:
  - a. De rejilla horizontal.
  - b. De rejilla vertical.
  - c. De rejilla horizontal y vertical.

Las rejillas se adaptan a la geometría y pueden ser enmarcadas en figuras: Rectangulares, Cuadradas y Circulares.

Generalmente se adoptan rejillas de dimensiones rectangulares y por proceso de fabricación industrial se fabrican en dimensiones 60 mm x 100 mm y 45 mm x 100 mm (24"x40" y 18" x 40").

La separación de las barras en las rejillas varía entre 20 mm – 35 mm – 50 mm (3/4" – 1 3/8" – 2") dependiendo del tipo de sumidero que se utilizará en la zona urbana.

### 3.4.3.11. Limpieza de la tubería.

Según la Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano, la limpieza de la tubería puede ser de dos formas:

- Limpieza por manual por arrastre, consiste en el arrastre de los sedimentos por gravedad, para luego ser retirados manualmente en la caja de registro.
- Limpieza Hidrodinámica, es un procedimiento más moderno y mayormente se da cuando la cantidad de sedimentos acumulada es mucha, consiste en utilizar un impulsor o aspirador en la caja de registro para retirar los sedimentos acumulados en la tubería.

### 3.4.4. Cálculos de la red de drenaje.

A continuación, se muestran todos los resultados del cálculo hidrológico y diseño de la red calculados por el método racional y cumpliendo con la Norma OS. 060 drenaje pluvial urbano.

A. Una vez que se tiene las precipitaciones máximas indicadas en el cuadro 10, se prosigue a convertir estas precipitaciones a intensidades en m/s, ya que la estación Trujillo da los resultados en mm/ día.

Cuadro 14 Conversión de las precipitaciones a m/s.

<b>Año</b>	<b>Dato (mm/día)</b>	<b>m/h</b>	<b>m/s</b>	<b>Mes</b>
2014	5.8	0.0000016	0.0000001	Abril
2015	3.4	0.0000009	0.0000000	Marzo
2016	8.5	0.0000024	0.0000001	Febrero
2017	27	0.0000075	0.0000003	Marzo
2018	2.4	0.0000007	0.0000000	Marzo
2019	7.9	0.0000022	0.0000001	Febrero

Fuente: Elaboración propia.

B. Una vez que se tienen las intensidades en m/s, se prosigue a hallar los caudales mediante el método racional.

$$Q = CIA$$

Cuadro 15 Caudales mediante el método racional.

<b>Año</b>	<b>I (mm/h)</b>	<b>C</b>	<b>A (m2)</b>	<b>Q (m3/s)</b>
2014	0.0000001	0.81	1110000.00	0.06
2015	0.0000000	0.81	1110000.00	0.04
2016	0.0000001	0.81	1110000.00	0.09
2017	0.0000003	0.81	1110000.00	0.28
2018	0.0000000	0.81	1110000.00	0.02
2019	0.0000001	0.81	1110000.00	0.08

Fuente: Elaboración propia. (Anexo 04)

- Dónde C es el coeficiente de escurrimiento de 0.81, este coeficiente se utiliza para un período de retorno para 10 años tal como indica la norma OS. 060 drenaje pluvial en el cuadro 11 de coeficiente de escurrimiento.

- El área de estudio es de 600 y se detalla en la siguiente imagen.



Figura 2 Área de estudio.

Fuente: Google Earth pro.

C. Luego que se han obtenido los caudales mediante el método racional, proseguimos a calcular nuestro caudal de diseño mediante el método de Gumbel, a través del programa hidroesta.

**Ingreso de datos:**

Año de inicio:

**Nota:** Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
2014	0.06
2015	0.04
2016	0.09
2017	0.28
2018	0.02
2019	0.08
[>]	

Período de retorno de cálculo del caudal de diseño (T):  años

**Resultados:**

N° años disponibles	Qm	SQ	YN	SN	Qmáx	DeltaQ	IntervaloQ	Qdiseño
6	0.095	0.0942	0.4592	0.882	0.2918	0.1217	0.17 - 0.41	0.4136

Figura 3 Caudal de diseño.

Fuente Hidroesta.

D. Una vez hallado el caudal de diseño, se calculan las pendientes del terreno en el plano topográfico.

1er Tramo	
Distancia	277.53 m
Pendiente	1%



Figura 4 Pendiente del tramo 1.

Fuente Google earth pro.

2do Tramo	
Distancia	328.68 m
Pendiente	1.00%



Figura 5 Pendiente del tramo 2.

Fuente Google earth pro.

3er Tramo	
Distancia	308.77 m
Pendiente	2.00%



Figura 6 Pendiente del 3er tramo.

Fuente Google earth pro.

4to Tramo	
Distancia	247.67 m
Pendiente	1%



Figura 7 Pendiente del tramo 4.

Fuente Google earth pro.

5to Tramo	
Distancia	276.46 m
Pendiente	1.00%



Figura 8 Pendiente del 5to tramo.

Fuente Google earth pro.

6to Tramo	
Distancia	240.53 m
Pendiente	1.00%



Figura 9 Pendiente de 6to tramo.

Fuente Google earth pro.

7mo Tramo	
Distancia	211.49 m
Pendiente	1.00%



Figura 10 Pendiente de 7mo tramo.

Fuente Google earth pro.

8vo Tramo	
Distancia	224.32 m
Pendiente	2.00%



Figura 11 Pendiente de 8vo tramo.

Fuente Google Earth pro.

9no Tramo	
Distancia	218.45 m
Pendiente	1.00%



Figura 12 Pendiente del 9no tramo.

Fuente Google earth pro.

10mo Tramo	
Distancia	333.23 m
Pendiente	1.00%

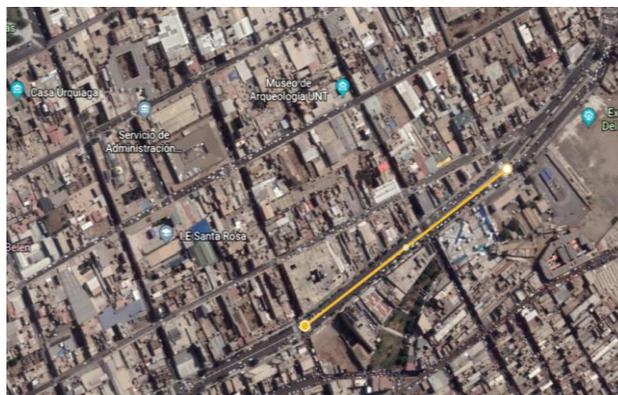


Figura 13 Pendiente del 10mo tramo.

Fuente Google earth pro.

11vo Tramo	
Distancia	423.91 m
Pendiente	1.00%

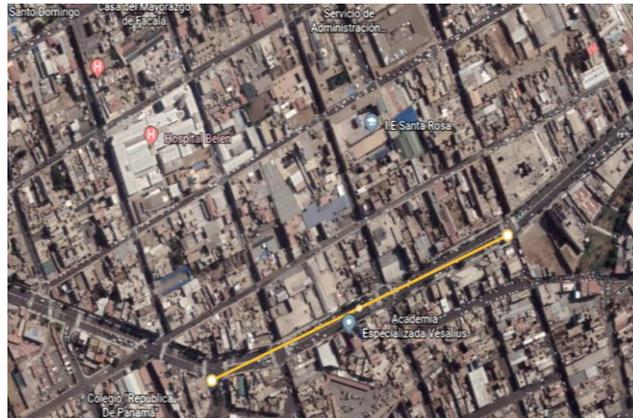


Figura 14 Pendiente del 11vo tramo.

Fuente Google earth pro.

12vo Tramo	
Distancia	353.7 m
Pendiente	1.00%

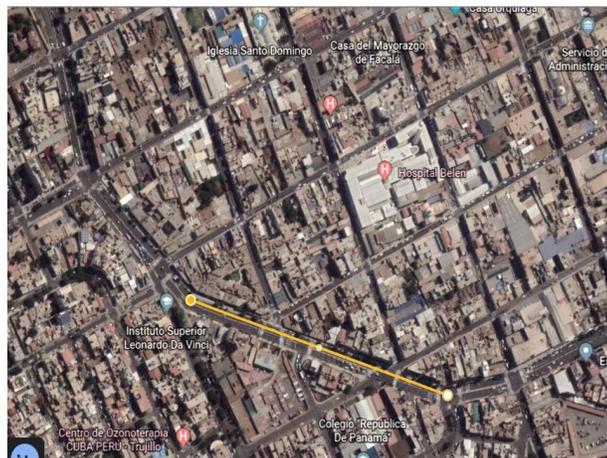


Figura 15 Pendiente del 12vo tramo.

Fuente Google earth pro.

13vo Tramo	
Distancia	194.65 m
Pendiente	2.00%

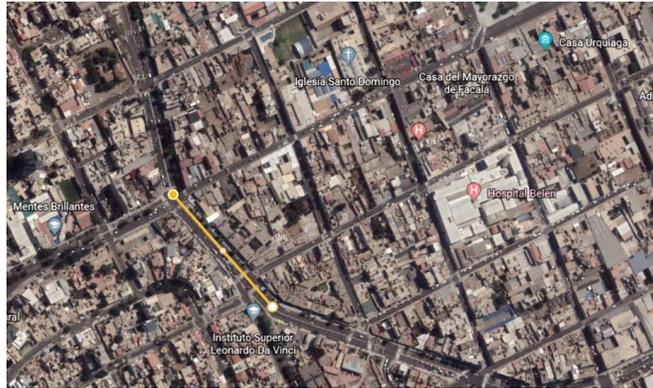


Figura 16 Pendiente del 13vo tramo.

Fuente Google earth pro.

Jr. San Martín – 14vo tramo	
Distancia	1224.72 m
Pendiente	1.00%



Figura 17 Pendiente del Jr. San Martín – 14vo tramo.

Fuente Google earth pro.

Jr. Independencia – 15vo tramo	
Distancia	1323.83 m
Pendiente	1.00%



Figura 18 Pendiente del Jr. Independencia – 15vo tramo.

Fuente Google earth pro.

Jr. Pizarro – 16vo tramo	
Distancia	1376.72 m
Pendiente	1.00%

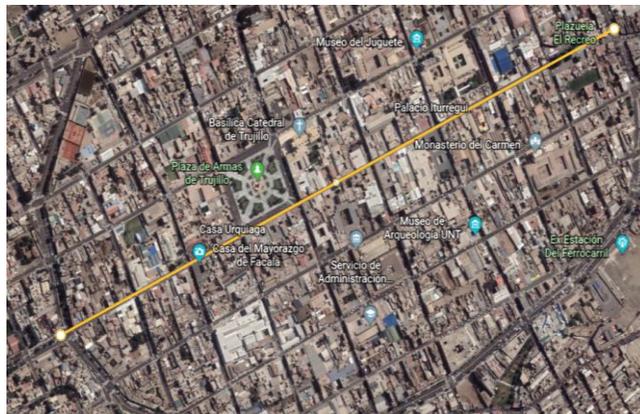


Figura 19 Pendiente del Jr. Pizarro – 16vo tramo.

Fuente Google earth pro.

Jr. Bolívar – 17vo tramo	
Distancia	1350.17 m
Pendiente	1.00%

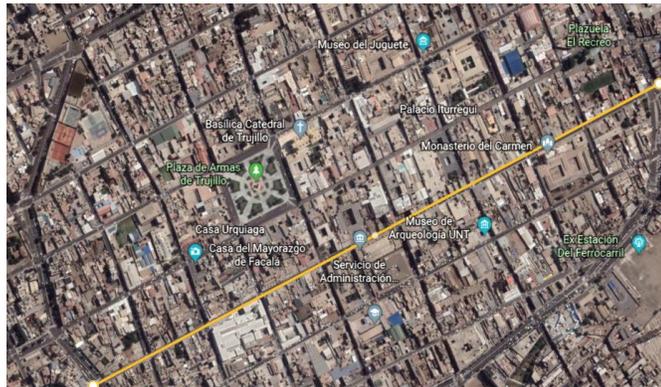


Figura 20 Pendiente del tramo Jr. Bolívar – 17vo tramo.

Fuente Google earth pro.

Jr. Ayacucho – 18vo tramo	
Distancia	1208.59 m
Pendiente	1.00%

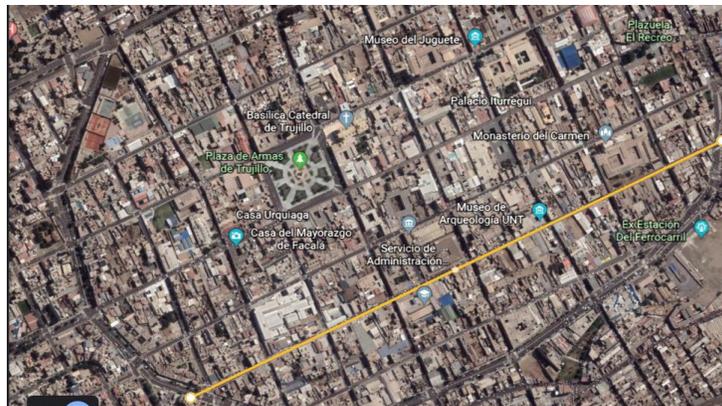


Figura 21 Pendiente del tramo Jr. Ayacucho – 18vo tramo.

Fuente Google earth pro.

Jr. Zepita – 19vo tramo	
Distancia	780 m
Pendiente	2.00%



Figura 22 Pendiente del tramo Jr. Zepita– 19vo tramo.

Jr. Grau – 20vo tramo	
Distancia	874 m
Pendiente	2.00%

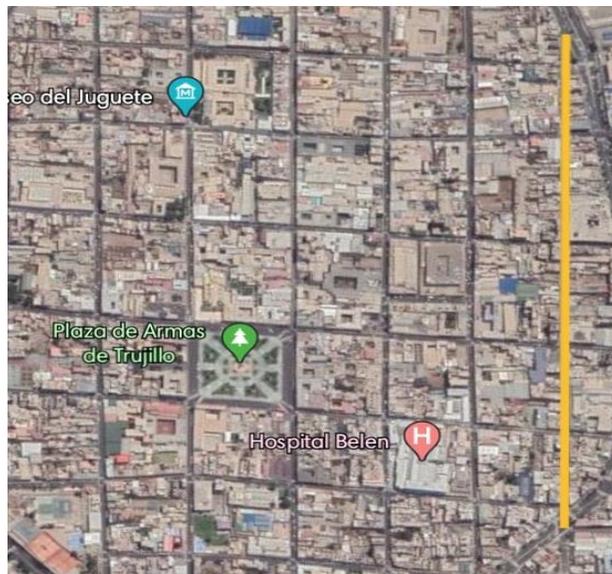


Figura 23 Pendiente del tramo Jr. Grau– 20vo tramo.

Jr. Estete – 21vo tramo	
Distancia	713 m
Pendiente	1.00%

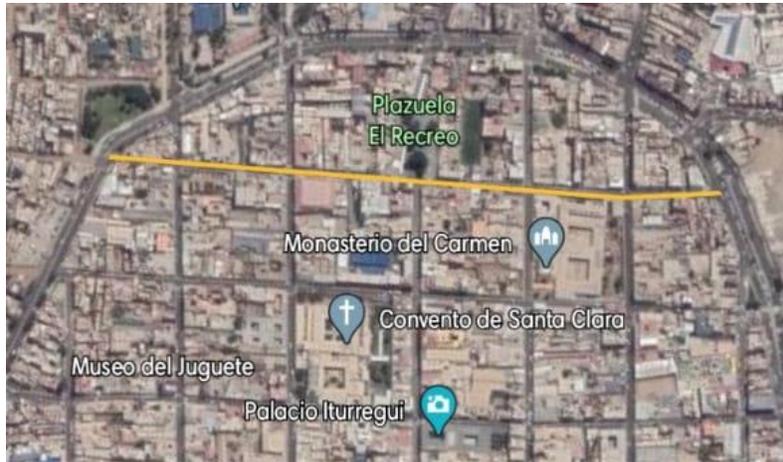


Figura 24 Pendiente del tramo Jr. Estete– 21vo tramo.

Jr. Colon – 22vo tramo	
Distancia	788 m
Pendiente	1.00%



Figura 25 Pendiente del tramo Jr. Colon – 21vo tramo.

Jr. Junín – 23vo tramo	
Distancia	908 m

Pendiente	1.00%
-----------	-------



Figura 26 Pendiente del tramo Jr. Junín – 23vo tramo.

Jr. Gamarra – 24vo tramo	
Distancia	963 m
Pendiente	1.00%



Figura 27 Pendiente del tramo Jr. Gamarra – 24vo tramo.

Jr. Orbegoso – 25vo tramo	
Distancia	978 m
Pendiente	1.00%



Figura 28 Pendiente del tramo Jr. Orbegoso – 25vo tramo.

Jr. Almagro– 26vo tramo	
Distancia	976 m
Pendiente	1.00%



Figura 29 Pendiente del tramo Jr. Almagro – 26vo tramo.

Jr. Bolognesi– 27vo tramo	
Distancia	883 m
Pendiente	1.00%



Figura 30 Pendiente del tramo Jr. Bolognesi– 27vo tramo.

Jr. A. Ugarte– 28vo tramo	
Distancia	552 m
Pendiente	2.00%



Figura 31 Pendiente del tramo Jr. A. Ugarte – 28vo tramo.

E. Una vez obtenida las pendientes, proseguimos al cálculo de las velocidades mediante la ecuación de Manning.

Cuadro 16 Cálculo de velocidades.

<b>N°</b>	<b>V</b>
<b>1</b>	<b>2.50</b>
<b>2</b>	<b>1.95</b>
<b>3</b>	<b>3.19</b>
<b>4</b>	<b>2.50</b>
<b>5</b>	<b>3.01</b>
<b>6</b>	<b>2.28</b>
<b>7</b>	<b>0.00</b>
<b>8</b>	<b>3.34</b>
<b>9</b>	<b>2.50</b>
<b>10</b>	<b>2.37</b>
<b>11</b>	<b>2.43</b>
<b>12</b>	<b>1.88</b>
<b>13</b>	<b>3.11</b>
<b>14</b>	<b>2.28</b>
<b>15</b>	<b>2.35</b>
<b>16</b>	<b>2.43</b>
<b>17</b>	<b>2.45</b>
<b>18</b>	<b>2.49</b>
<b>19</b>	<b>3.47</b>
<b>20</b>	<b>3.34</b>
<b>21</b>	<b>2.61</b>
<b>22</b>	<b>2.65</b>
<b>23</b>	<b>2.48</b>
<b>24</b>	<b>2.65</b>
<b>25</b>	<b>2.78</b>
<b>26</b>	<b>2.77</b>
<b>27</b>	<b>2.50</b>
<b>28</b>	<b>3.63</b>

Fuente: Elaboración propia. (Anexo 04)

Calculando las velocidades por cada tramo y encontrando que todas estas cumplen con la norma, determinamos una velocidad de 3.5 m/s.

F. El material que se utilizó para nuestra tubería es de PVC, con un diámetro mínimo de 0.50 m tal como indica en el cuadro N°13, el diámetro de la tubería de cálculo a través del

nomograma de Manning, tal como se especifica en la figura 2.

G. Con todos los datos obtenidos anteriormente, se prosigue al dibujo de la red de drenaje y su respectivo perfil longitudinal en el plano de curvas de nivel y planta.

H. El punto de descarga para la acumulación de agua es la cota 31, específicamente el inicio de la Av. Larco, sumidero 1 del diseño del centro histórico. Nuestras aguas desembocaran en un diseño continuo al del centro histórico que fue desarrollado en la tesis “diseño del sistema de drenaje para la evacuación de aguas pluviales de la avenida Larco, Trujillo -2019”, quien tiene como autor al estudiante Nelson Percy Robles Chávez de la Universidad Cesar Vallejo.

### 3.5. Estudio de Impacto ambiental.

Como en todo proyecto de Ingeniería civil, el Drenaje Pluvial Urbano tendrá que contar con una EIA (evaluación de impacto ambiental. Como toda EIA se debe seguir las normas establecidas por el Banco Interamericano de Desarrollo.

se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Los problemas del área respecto al ambiente.
- Los problemas en lo que refiere a las leyes, procedimientos de control, normas y organismos reguladores (jurídicos e institucionales).
- Los problemas mostrados debido a la vulnerabilidad mostrado por los sistemas ante situaciones de catástrofe o de peligro.
- Problemas de ubicación de las estructuras instalaciones debido a una zona de riesgo sísmica.
- Impedir que el agua se acumule por más de un día, para así evitar la transmisión de enfermedades.
- Evitar el uso de sistemas combinados ya que las tuberías podrían saturarse con la combinación de las aguas servidas y las aguas recolectadas por el sistema pluvial, esto podría traer como consecuente la contaminación y proliferación de enfermedades.
- Se debe evaluar económicamente el proyecto en términos tanto como cuantitativos y cualitativos.

- El proyecto debe tener los aspectos de seguridad para el pase de propietarios o usuarios beneficiados (pase de personas o vehículos, etc.) todo esto a fin de disminuir accidentes.
- La construcción del sistema de drenaje pluvial urbano con la construcción de las edificaciones se tiene que compatibilizar (materiales, inadecuación en ciertas zonas por razones estáticas y paisajistas, niveles y arquitectura).

#### 3.5.1. Impactos durante la fase de Construcción

- Impactos Negativos
- A la calidad de Aire. Debido al incremento de la concentración de partículas en el aire.
- Incremento de gases generados por la utilización de maquinaria, equipos y vehículos durante la fase de la construcción.
- Incremento de sonidos. Debido al movimiento de maquinaria y equipos en la fase de construcción.
- Producción de movimientos de tierra y desmonte. Debido a la excavación de zanjas para la instalación de tuberías.

#### 3.5.2. Impactos ambientales en el Medio Socio Económico

- Impactos Positivos
- Mejora en los niveles de orientación laboral. Se orientará al personal en aspectos de salud e higiene, y también en el cuidado de medio que nos rodea, mejorando la calidad en la calificación para futuros trabajos.
- Ingresos familiares. Debido a la contratación de personal local generara aumentos de los ingresos económicos de las familias de los trabajadores.
- Disminución de enfermedades. Debido a la rápida evacuación de las aguas pluviales, disminuirá sustancialmente las enfermedades infectadas contagiosas producidas por el agua estancada.

#### 3.5.3. Aspectos generales

Después de identificar el área de influencia del proyecto determinado por los límites del

terreno dónde incidirán los impactos de forma directa e indirecta resultantes de las acciones del proyecto, se delimitará en la etapa final del estudio ambiental.

Los problemas que pudieran darse más adelante por la vulnerabilidad de los sistemas ante una situación de catástrofe o de emergencia. Se debe prohibir el uso de sistemas de evacuación conjuntos, por los posibles obstáculos que se muestren en las tuberías de agua negras y la transitabilidad de las aguas a través de las cunetas de drenaje con la contaminación que hay actualmente que genera enfermedades.

Cuadro 17 Impacto ambiental.

<b>Medio</b>	<b>Componente Ambiental</b>	<b>Impacto Ambiental</b>
Físico	Suelos	Alteración en la calidad del suelo.
	Ruido	Niveles de ruido altos
	Geomorfología	Producción de procesos de erosión
		Alteración de inestabilidad en taludes
	Aire	Alteración de la calidad del medio ambiente o aire
Socioeconómico y cultural	Aspectos sociales	Perjuicio en el ingreso a viviendas por la Ejecución de estructuras hidráulicas.
		Distorsión con la población habitante en la zona.

Fuente: Elaboración propia.

#### IV. DISCUSIÓN.

En el cuadro 4 se indica que resultaron 18 BMs, las coordenadas UTM y elevaciones del Centro histórico de Trujillo para poder realizar el levantamiento topográfico de curvas de nivel que muestran elevaciones varían desde 31 msnm hasta 45 msnm, al realizar el procedimiento de cálculos se obtienen pendientes desde 1% hasta 2%, queriendo decir que el terreno es plano ya que es menor a 3%. Estos resultados son similares a los que se encontró en Salamanca, Rodríguez y Ruiz (2018) quién identificó a través de los resultados del estudio topográfico que se tomaron como parámetro para realizar la red de drenaje perpendicular ya que las pendientes del terreno eran de bajo porcentaje, esto quiere decir que el terreno era plano. Este tipo de resultados según La Norma OS.060 (2017) nos detalla que existen 3 tipos de sumideros a utilizar dependiendo de las pendientes que se obtienen del estudio topográfico, el sumidero lateral que será utilizado para terrenos que cuentan con pendientes menores a 3%, este tipo será que se utilizará en el diseño de drenaje para la localidad de estudio; además existe el Sumidero de fondo que se utilizará para pendientes mayores al 3% y por último el Sumidero Mixto o combinado el cuál es la mezcla de ambos sumideros mencionados anteriormente usados como si fuera uno solo. Asimismo, el tipo que usaremos será el más óptimo basándonos en los resultados obtenidos.

Como se observa en el cuadro 6 y cuadro 7 resultaron 27 calicatas realizadas en el Centro histórico de Trujillo las cuales fueron de profundidad 0.70m, 0.80m, 0.90m, 1.00m, 1.20m y 1,50m se determinó que la clasificación según SUCS, hay varios SM, SP-SM y SP y según AASHTO SON A-2-4 y A-3. Estos resultados son diferentes a los que se encontró en Escudero y Pérez (2018) quién identificó a través de los resultados del estudio de suelos la zona que se clasifica como arcilla mal gravosa y la segunda calicata como arcilla mal gravosa. Este tipo de resultados según La Norma OS.060 (2017) nos explica que para estos proyectos se debe realizar el estudio de suelos con el objetivo de mostrar las cualidades del terreno a lo largo de los ejes en las tuberías de drenaje, además señala que las calicatas para el estudio de suelos se harán como mínimo a 100 m. y como máximo a 500 m.

Como se muestra en el cuadro 16 resultaron 6 diferentes caudales por cada año 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 para los cuales fueron 0.22 m<sup>3</sup>/s, 0.13 m<sup>3</sup>/s, 0.33 m<sup>3</sup>/s, 1.04 m<sup>3</sup>/s, 0.09 m<sup>3</sup>/s y 0.30 m<sup>3</sup>/s respectivamente para ello se utilizó la data de precipitaciones obtenida

la Estación Trujillo del SENAMHI, al introducir esos valores en Hidroesta nos determina un Caudal de Diseño de 2.60m<sup>3</sup>/s. Estos resultados son diferentes a los que se encontró en Núñez (2019) quién identificó a través de los resultados del estudio hidrológico de la estación Moyobamba, con sus respectivas pendientes dieron como resultado un caudal de diseño de 101.76 m<sup>3</sup>/s para un período de retorno de 5 años y para un caudal de diseño de 164.22 m<sup>3</sup>/s para un período de 100 años. Este tipo de resultados según La Norma OS.060 (2017) la zona dónde se ubicarán los sumideros dependerá del caudal, la pendiente y el ancho del flujo, el cálculo para el caudal de diseño se realiza con la ecuación de Manning para el cual será necesario usar el coeficiente rugosidad establecido en la Norma y además debe tener una amplia capacidad con el fin de poder evacuar a tubo lleno.

Según el cuadro 18 muestran los impactos ambientales percibidos en el área de estudio entre ellos alteración de la calidad del aire, del suelo, el ruido en exceso. Estos resultados son similares a los obtenidos en Hernández (2018) quién identificó los mismos factores en su zona de proyecto, detectando impactos negativos en su mayoría en la parte física y biológica e impactos positivos en la forma socioeconómica. Este tipo de resultados según la Norma OS.060 (2017) son generados por la suspensión de partículas en el aire y la utilización de maquinaria generando ruido excediendo los decibeles máximos.

## **V. CONCLUSIONES.**

1. Se ejecutó el estudio topográfico en el centro histórico de Trujillo, gracias a este estudio se pudo concluir que la topografía de la zona es plana, también se determinó las elevaciones para el plano de curvas de nivel y se calculó las pendientes a fin de obtener la mayor concentración de agua sobre los extremos del pavimento, siendo estas pendientes mayores o igual que uno 1%.
2. Se obtuvo el estudio de suelos en la municipalidad provincial de Trujillo, estudio dónde se pudo encontrar que el tipo de suelo que predomina son las arenas limosas, la capa freática está debajo del 1.50 m y que el suelo no presenta ni límite líquido ni límite plástico.
3. Se realizó el estudio hidrológico con los datos de las precipitaciones con los valores promedios de lluvia de la estación: Trujillo (SENAMHI), de estos datos se obtuvieron los más altos de los últimos 5 años, teniendo en cuenta al más alto valor en el año 2017, estos datos brindados por el Senamhi se utilizaron para hallar los caudales mediante el método racional.
4. Se realizó el diseño geométrico de la red una vez encontrado los caudales, con lo cual se pudo determinar el diámetro de tubería es de 0.50 m, las velocidades en cada tramo con su respectiva pendiente y la ubicación de las cajas de registro para una perfecta evacuación de las precipitaciones, para luego llevarlas al punto de descarga que vendría ser la Av. Larco.
5. Se efectuó el estudio de impacto ambiental cumpliendo con las consideraciones del cuidado del medio a través de formas de mitigación durante y antes de la ejecución del proyecto, teniendo en cuenta todo lo indicado en la norma OS.060 Drenaje pluvial urbano.

## **VI. RECOMENDACIONES.**

1. Se recomienda tener en cuenta el diseño del drenaje pluvial en el centro histórico de Trujillo, ya que es una propuesta que puede ayudar a los Trujillanos para obtener una calidad de vida mejor.
2. Se recomienda, revisar y mantener las cajas de registro sin ningún tipo de basura, especialmente en los meses de noviembre hasta abril, con el fin de no obstaculizar el paso del agua, ya que durante estos meses son muy comunes las precipitaciones.
3. Se recomienda utilizar una limpieza hidrodinámica en caso de que la acumulación de sedimentos y basura sea muy excesiva en la tubería y cajas de registro.
4. Se recomienda crear concientización en la población para que no arrojen ningún tipo de desperdicios o basuras que puedan provocar el atoro de las tuberías.

## REFERENCIAS

- ACUÑA, Valentín. Caudales de Precipitación en el Drenaje Pluvial en la Cuenca Urbana de la Ciudad de Huancavelica. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018. 157 pp.
  
- ALCANTARA, Dante. Topografía y sus aplicaciones [en línea]. México: Compañía Editorial Continental, 2014. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2019].  
Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=vNDhBAAAQBAJ&lpg=PP1&dq=libro%20de%20topografia%20ing%20tafur&pg=PP1#v=onepage&q&f=true>  
ISBN: 978-607-438-943-2
  
- CARHUAMACA, Doogie. Rediseño de la Red para el control de Drenaje Pluvial Urbano en el Distrito de El Tambo. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2018. 123 pp.
  
- DA SILVA, Divaldo. Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial empleando la modelación matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda. Tesis (Doctor en ciencias técnicas). La Habana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 2015. 261 pp.
  
- ESCUDERO, Clorinda y PÉREZ, Giancarlo. Análisis hidrológico para el diseño del sistema de Drenaje Pluvial Urbano en el Sector Parco Chico, Ciudad de Pomabamba, Áncash – Perú. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2019. 133 pp.
  
- GARATE, Jackie y RIOJA, Jhin. Diseño Hidráulico y estructural del sistema de drenaje pluvial Urbano del Distrito de Cacatachi Provincia de San Martín Región San Martín. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín, 2018. 564 pp.

- GARCÍA, Yorling; MONTOYA, Noel y RODRÍGUEZ, Donald. Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del Municipio de la Concepción-Masaya. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2013. 163 pp.
- HERNÁNDEZ, Manuel. Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, 2018. 165 pp.
- HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill, 2006. 634 pp.
- HUMPIRI, Vladimir y ROJAS, Paolo. Evaluación, Diseño y Modelamiento del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Juliaca con la Aplicación del Software SWMM. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. 206 pp.
- LIZA, Ulises. Diseño del Sistema de drenaje pluvial del distrito de Ciudad Eten, Lambayeque 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2017. 304 pp.
- MORALES, Luis. Estructuras de Drenaje Sustentable para elaborar proyectos de drenaje pluvial Urbano – Aplicado al barrio de Sumbe – Angola. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. 212 pp.
- NAMAKFOROOSH, Mohammad. Metodología de la Investigación [en línea]. 2ª. ed. México: Limusa, 2002. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2019].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&pg=PA91&dq=investigacion+descriptiva&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjF3Jml7uDIAhUGzlkKHbMJAsoQ6AEIKDAA#v=onepage&q=investigacion%20descriptiva&f=false>

ISBN: 968-18-5517-8

- NÚÑEZ, Guillermo. Cálculo de precipitaciones y caudales para el diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano en el ámbito del distrito de Soritor, provincia de Moyobamba – San Martín, aplicando el proyecto de norma técnica OS. 060 del año 2014. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín, 2019. 166 pp.
  
- PÉREZ, Rafael. Diseño y construcción de alcantarillados sanitarios, pluvial y drenaje en carreteras [en línea]. Bogotá: Ecoe ediciones, 2013. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2019].  
 Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=Gtw3DgAAQBAJ&pg=PR21&dq=libros+drenaje+pluvial&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwilxd3\\_q\\_3iAhUhpFkKHWKCBCwQ6AEIKDAA#v=onepage&q=libros%20de%20drenaje%20pluvial&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Gtw3DgAAQBAJ&pg=PR21&dq=libros+drenaje+pluvial&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwilxd3_q_3iAhUhpFkKHWKCBCwQ6AEIKDAA#v=onepage&q=libros%20de%20drenaje%20pluvial&f=false)  
 ISBN: 978-958-771-028-1
  
- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones. Norma OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano. Lima: Macro, 2013. 51 pp.
  
- RICO, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilo. La ingeniería de los suelos en vías terrestres [en línea]. México: Editorial Limusa, 2005. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2019].  
 Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=rU\\_pA257zUEC&lpg=PA92&dq=mecanica%20suelos&pg=PA4#v=onepage&q=mecanica%20suelos&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=rU_pA257zUEC&lpg=PA92&dq=mecanica%20suelos&pg=PA4#v=onepage&q=mecanica%20suelos&f=false)  
 ISBN: 968-18-0054-0
  
- RUIZ, Camilo; RODRÍGUEZ, Jhon y SALAMANCA, Carlos. Diseño del alcantarillado pluvial de la parcelación residencial San Carlos ubicada en el Municipio Villavicencio-Meta. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia, 2018. 89 pp.

- Trujillo: presentan plan maestro para proyecto de drenaje pluvial [en línea]. La industria. 28 de agosto de 2019. [fecha de consulta: 01 de setiembre del 2019]. Disponible en: <http://www.laindustria.pe/nota/10058-trujillo-presentan-plan-maestro-para-proyecto-de-drenaje-pluvial>
  
- TUTIVEN, Sharon. Sistema de Drenaje Pluvial Urbano con la incorporación de reservas individuales. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Samborondon: Universidad de Especialidades Espíritu Santo, 2017. 111pp.
  
- URBANO, Sinthia. Diseño Alternativo de un Sistema de Drenaje Pluvial para las avenidas Antonio Raymondi y Mariscal Luzuriaga en la Ciudad de Huaraz-2015. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017. 301 pp.
  
- VANEGAS, Luis. Diseño de la alternativa técnica más favorable que permita implementar un Sistema de Drenaje Urbano Sostenible – SUDS en el Parque Metropolitano San Cristóbal. Tesis (Título de especialista en Recursos Hídricos). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2015. 101 pp.
  
- VILLALAZ, Crespo. Mecánica de suelos y cimentaciones [en línea]. 5ª. ed. México: Editorial Limusa, 2004. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2019].  
 Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&lpg=PA17&dq=mecanica%20suelos&pg=PP1#v=onepage&q=mecanica%20suelos&f=false>  
 ISBN: 968-18-6489-1

- VILLON, Máximo. Hidrología [en línea]. 2ª. ed. Costa Rica: Tecnológica Costa Rica, 2002. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2019].  
Disponible en: <https://es.slideshare.net/erickmainar/hidrologia-ingmximo-villn-53473898>  
ISBN: 9789977661599
  
- YAÑEZ, Eric. Eficiencia del Sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2014. 147 pp.

## ANEXO 01

Localización y Ubicación.

Distrito	Trujillo
Provincia	Trujillo
Región	La Libertad

El distrito de Trujillo se encuentra ubicada a una altitud de 34 msnm en una franja costera occidental de la provincia de Trujillo, Región La Libertad. Presenta los siguientes límites:

Por el Norte	La Esperanza, El Porvenir, Florencia de Mora.
Por el Sur	Víctor Larco
Por el Este	Distrito de Trujillo
Por el Oeste	Océano Pacífico

Acceso al área de estudio.

Los principales accesos al centro histórico de Trujillo en el Distrito de Trujillo se realizan de la siguiente manera

Cuadro 18 Rutas de Acceso

RUTA	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VÍA
Víctor Larco - Centro Histórico	14 km	28 min	Asfaltada
Florencia de Mora - Centro Histórico	4.6 km	21 min	Asfaltada
El Porvenir - Centro Histórico	5.8 km	19 min	Asfaltada
La Esperanza - Centro Histórico	7.6 km	20 min	Asfaltada

Fuente: Elaboración Propia



## ANEXO 02

- Informes de laboratorio  
Estudio de Suelos:



### ESTUDIO BÁSICO DE MECÁNICA DE SUELOS

#### SOLICITANTE

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO

#### PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VIAL Y PEATONAL DEL  
CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE TRUJILLO, PROVINCIA DE  
TRUJILLO, DISTRITO DE TRUJILLO – LA LIBERTAD

#### UBICACIÓN

DISTRITO : TRUJILLO  
PROVINCIA : TRUJILLO  
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD

JULIO DEL 2011



Av. Buenos Aires Nro. 105  
Urb. Santa Isabel, Trujillo - Perú  
Teléfono: (51) 044 634060  
www.municipalidadtrujillo.gob.pe



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSULTORÍA Y OBRAS S.A.C.

## ÍNDICE

- 1.0 GENERALIDADES**
  - 1.01 Objeto del Estudio
  - 1.02 Ubicación y Descripción del Área en Estudio
  - 1.03 Características del Proyecto
  
- 2.0 INVESTIGACIONES REALIZADAS**
  - 2.01 Exploración de Campo
  - 2.02 Ensayos de Laboratorio
  
- 3.0 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO**
  
- 4.0 NIVEL FREÁTICO**
  
- 5.0 AGRESIONES A LA CIMENTACIÓN**
  
- 6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### ANEXOS

---

- ANEXO I** Resultado de los Ensayos de Laboratorio
- ANEXO II** Registro de Excavaciones
- ANEXO III** Plano de Ubicación de Excavaciones



Av. Buenos Aires Nro. 105  
Urb. Santa Isabel, Trujillo - Perú  
Teléfono: (01) 044 634060

[www.lemco.com](http://www.lemco.com)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSULTORÍA Y OBRAS S.A.C.

## INFORME TÉCNICO ESTUDIO BÁSICO DE MECÁNICA DE SUELOS

### 1 GENERALIDADES

#### 1.1 Objeto del Estudio

El presente informe técnico tiene por objeto realizar el estudio básico de suelos para el proyecto: **MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VIAL Y PEATONAL DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE TRUJILLO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DISTRITO DE TRUJILLO – LA LIBERTAD**, el mismo que se ha efectuado por medio de trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio necesarios para definir el perfil estratigráfico del área en estudio y realizar la clasificación mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y AASHTO.

#### 1.2 Ubicación y Descripción del Área en Estudio

El área en estudio se encuentra ubicada dentro del perímetro de la Av. España, ocupa un área aproximada de 133.5ha y está conformada por un total de 1783 lotes, que agrupados en 72 manzanas, se ubican dentro de la zona conocida como el Centro Histórico de la Ciudad de Trujillo.



ÁREA DE TRABAJO



Av. Buenos Aires Nro. 105  
Urb. Santa Isabel, Trujillo - Perú  
Teléfono: (071) 044 634060

[www.lemco.com](http://www.lemco.com)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSULTORÍA Y OBRAS S.A.C.

### 1.3 Características del Proyecto

El proyecto comprende la construcción de pavimento rígido de uso peatonal (veredas) en los jirones ubicados dentro del Centro Histórico de la Ciudad de Trujillo según detalle:

- SECTOR I: Jr. Zepita, Jr. San Martín, Jr. Independencia, Jr. Bolívar, Jr. Ayacucho, Jr. Grau.
- SECTOR II: Jr. Ugarte, Jr. Bolognesi, Jr. Almagro, Jr. Orbegoso, Jr. Gamarra, Jr. Junín, Jr. Colón, Jr. Estete.

## 2 INVESTIGACIONES REALIZADAS

### 2.1 Exploración de Campo

Se realizaron excavaciones o calicatas en la modalidad a cielo abierto, las mismas que fueron ubicadas convenientemente y con profundidades suficientes de acuerdo a lo establecido en los Términos de Referencia (*Véase Anexo III: Plano de Ubicación de Excavaciones*).

Este sistema de exploración nos permite analizar directamente los diferentes estratos encontrados, así como sus principales características físicas y mecánicas. Las excavaciones alcanzaron una profundidad máxima de 1.50m.

Los trabajos de exploración realizados comprendieron las siguientes actividades:

#### a. Excavación de Calicatas

Se realizó la excavación de veintisiete (27) calicatas o pozos a cielo abierto con la finalidad de identificar y reconocer la estructura del suelo de fundación, extraer muestras disturbadas y registrarlas de acuerdo a la Norma ASTM D-2488, realizar el ensayo de clasificación estándar de suelo.

Cada una de las muestras fue etiquetada y embolsada convenientemente para el análisis respectivo en el laboratorio.

En los cuadros N° 2.1.a(1) y 2.1.a(2), se presenta el resumen de las calicatas realizadas:



Av. Buenos Aires Nro. 105  
Urb. Santa Isabel, Trujillo - Perú  
Teléfono: (51) 044 634060

[www.lemco.com.pe](http://www.lemco.com.pe)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSULTORÍA Y OBRAS S.A.C.

Cuadro N° 2.1.a(1)

Resumen de calicatas realizadas (Sector I)

N°	Calicata	N° de Estratos	Profundidad alcanzada (m)	N.P.	Ubicación	Ensayos Realizados
1	C-01	1	1.50	N.P.	Jr. Zepita Cdra. 04	Clasificación
2	C-02	1	1.50	N.P.	Jr. Zepita Cdra. 06	Clasificación
3	C-03	1	1.50	N.P.	Jr. San Martín Cdra. 05	Clasificación
4	C-04	1	1.50	N.P.	Jr. San Martín Cdra. 07	Clasificación
5	C-05	1	1.50	N.P.	Jr. Independencia Cdra. 03	Clasificación
6	C-06	1	1.50	N.P.	Jr. Independencia Cdra. 06	Clasificación
7	C-07	2	1.50	N.P.	Jr. Bolívar Cdra. 04	Clasificación
8	C-08	2	1.50	N.P.	Jr. Bolívar Cdra. 06	Clasificación
9	C-09	1	1.50	N.P.	Jr. Ayacucho Cdra. 03	Clasificación
10	C-10	1	1.50	N.P.	Jr. Ayacucho Cdra. 07	Clasificación
11	C-11	1	1.50	N.P.	Jr. Grau Cdra. 04	Clasificación
12	C-12	1	1.50	N.P.	Jr. Grau Cdra. 06	Clasificación

Cuadro N° 2.1.a(2)

Resumen de calicatas realizadas (Sector II)

N°	Calicata	N° de Estratos	Profundidad alcanzada (m)	N.P.	Ubicación	Ensayos Realizados
1	P-01	1	1.50	N.P.	Jr. Ugarte Cdra. 03	Clasificación
2	P-02	2	1.50	N.P.	Jr. Ugarte Cdra. 06	Clasificación
3	P-03	2	1.50	N.P.	Jr. Bolognesi Cdra. 03	Clasificación
4	P-04	1	1.50	N.P.	Jr. Bolognesi Cdra. 06	Clasificación
5	P-05	1	1.50	N.P.	Jr. Almagro Cdra. 02	Clasificación
6	P-06	1	1.50	N.P.	Jr. Almagro Cdra. 06	Clasificación
7	P-07	2	1.50	N.P.	Jr. Orbegoso Cdra. 07	Clasificación
8	P-08	1	1.50	N.P.	Jr. Ganama Cdra. 02	Clasificación
9	P-09	2	1.50	N.P.	Jr. Ganama Cdra. 06	Clasificación
10	P-10	2	1.50	N.P.	Jr. Junín Cdra. 04	Clasificación
11	P-11	1	1.50	N.P.	Jr. Junín Cdra. 07	Clasificación
12	P-12	1	1.50	N.P.	Jr. Colón Cdra. 03	Clasificación
13	P-13	1	1.50	N.P.	Jr. Colón Cdra. 06	Clasificación
14	P-14	1	1.50	N.P.	Jr. Estete Cdra. 04	Clasificación
15	P-15	1	1.50	N.P.	Jr. Estete Cdra. 06	Clasificación



Av. Buenos Aires no. 106  
Urb. Santa Isabel, Trujillo - Perú  
Teléfono: (51) 044 634060

[www.lemcosac.com](http://www.lemcosac.com)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSULTORÍA Y OBRAS S.A.C.

#### b. Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

#### c. Registro de Calicatas

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como: espesor, humedad, plasticidad, compacidad, etc.

### 2.2 Ensayos de Laboratorio

Con las muestras alteradas obtenidas en las calicatas excavadas se realizó ensayos estándar de clasificación de suelos y de propiedades físicas, los cuales comprendieron análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg (líquido y plástico) y contenido de humedad (Ver Anexo II: Resultado de los Ensayos de Laboratorio).

Los ensayos fueron realizados siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM). Las normas para estos ensayos son las siguientes:

Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D-422
Límites de Atterberg	ASTM D-4318
Contenido de Humedad	ASTM D-2216
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Clasificación AASHTO	ASTM D-3282

En los cuadros N° 2.2(1) y 2.2(2) se presenta los resúmenes de los ensayos estándar de cada calicata.



Av. Buenos Aires Nro. 105  
Urb. Santa Isabel, Trujillo - Perú  
Teléfono: (51) 044 634050





Cuadro 2.2 (1)

Resumen de los Ensayos Estándar de Laboratorio (Sector I)

Calicata	Estrato	Prof. (m)	Granulometría (%)			Límites (%)		C. H. (%)	Clasificación	
			Finos	Arena	Grava	L.L.	L.P.		SUCS	AASHTO
C-01	E-01	1.50	27.21	70.61	2.18	N.P.	N.P.	13.29	SM	A-2-4(0)
C-02	E-01	1.50	5.92	93.39	0.69	N.P.	N.P.	10.24	SP-SM	A-3(0)
C-03	E-01	1.50	2.05	97.86	0.00	N.P.	N.P.	6.35	SP	A-3(0)
C-04	E-01	1.50	0.67	99.27	0.06	N.P.	N.P.	2.57	SP	A-3(0)
C-05	E-01	1.50	5.53	93.89	0.48	N.P.	N.P.	4.89	SP-SM	A-3(0)
C-06	E-01	1.50	22.05	75.39	2.56	N.P.	N.P.	8.95	SM	A-2-4(0)
C-07	E-01	1.00	21.58	77.82	0.63	N.P.	N.P.	9.41	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	2.29	97.71	0.00	N.P.	N.P.	5.81	SP	A-3(0)
C-08	E-01	0.90	21.30	77.95	0.84	N.P.	N.P.	5.46	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	1.80	98.00	2.20	N.P.	N.P.	1.52	SP	A-3(0)
C-09	E-01	1.50	31.06	69.81	0.14	N.P.	N.P.	9.21	SM	A-2-4(0)
C-10	E-01	1.50	22.39	77.37	0.25	N.P.	N.P.	6.48	SM	A-2-4(0)
C-11	E-01	1.50	8.79	92.89	8.32	N.P.	N.P.	5.06	SP-SM	A-3(0)
C-12	E-01	1.50	21.45	79.13	0.42	N.P.	N.P.	5.91	SM	A-2-4(0)

Cuadro 2.2 (2)

Resumen de los Ensayos Estándar de Laboratorio (Sector II)

Calicata	Estrato	Prof. (m)	Granulometría (%)			Límites (%)		C. H. (%)	Clasificación	
			Finos	Arena	Grava	L.L.	L.P.		SUCS	AASHTO
P-01	E-01	1.50	19.82	79.80	0.38	N.P.	N.P.	2.82	SM	A-2-4(0)
P-02	E-01	0.90	24.59	75.16	0.25	N.P.	N.P.	11.00	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	9.09	90.70	0.24	N.P.	N.P.	4.95	SP-SM	A-2-4(0)
P-03	E-01	0.90	22.75	74.39	2.86	N.P.	N.P.	13.76	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	10.28	89.68	0.13	N.P.	N.P.	3.93	SP-SM	A-2-4(0)
P-04	E-01	1.50	29.54	73.00	0.45	N.P.	N.P.	11.76	SM	A-2-4(0)
P-05	E-01	1.50	24.49	79.89	1.82	N.P.	N.P.	11.03	SM	A-2-4(0)
P-06	E-01	1.50	12.35	84.97	2.68	N.P.	N.P.	15.85	SM	A-2-4(0)
P-07	E-01	0.80	38.51	61.23	0.26	N.P.	N.P.	8.96	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	2.65	96.96	0.38	N.P.	N.P.	3.91	SP	A-3(0)
P-08	E-01	1.50	13.80	84.67	1.53	N.P.	N.P.	4.35	SM	A-2-4(0)
P-09	E-01	0.70	25.48	74.31	0.21	N.P.	N.P.	9.09	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	2.80	97.40	0.00	N.P.	N.P.	2.15	SP	A-3(0)
P-10	E-01	1.20	21.96	77.78	0.26	N.P.	N.P.	11.71	SM	A-2-4(0)
	E-02	1.50	3.68	98.32	0.00	N.P.	N.P.	5.45	SP	A-3(0)
P-11	E-01	1.50	16.94	78.85	1.21	N.P.	N.P.	11.76	SM	A-2-4(0)
P-12	E-01	1.50	2.15	97.66	0.19	N.P.	N.P.	1.73	SP	A-3(0)
P-13	E-01	1.50	19.03	77.51	3.46	N.P.	N.P.	8.94	SM	A-2-4(0)
P-14	E-01	1.50	0.76	93.57	5.67	N.P.	N.P.	6.68	SP	A-3(0)
P-15	E-01	1.50	1.21	93.29	5.50	N.P.	N.P.	4.03	SP	A-3(0)





### 3 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados se presenta la siguiente conformación:

#### SECTOR I

##### **Calicata C-01 (Jr. Zepita Cuadra Nro 04)**

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 1.50m	Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

##### **Calicata C-02 (Jr. Zepita Cuadra Nro 06)**

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 1.50m	Presenta una arena pobremente graduada con presencia de limo inorgánico de partículas medias a finas, color beige claro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

##### **Calicata C-03 (Jr. San Martín Cuadra Nro 05)**

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 1.50m	Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

##### **Calicata C-04 (Jr. San Martín Cuadra Nro 07)**

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 1.50m	Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

##### **Calicata C-05 (Jr. Independencia Cuadra Nro 03)**

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 1.50m	Presenta una arena pobremente graduada con presencia de limo inorgánico de partículas medias a finas, color beige claro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

##### **Calicata C-06 (Jr. Independencia Cuadra Nro 06)**

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 1.50m	Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.





LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSULTORÍA Y OBRAS S.A.C.

**Calicata C-07 (Jr. Bolívar Cuadra Nro 04)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón), e=0.10m.
- 0.20 a 1.00m Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.
- 1.00 a 1.50m Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

**Calicata C-08 (Jr. Bolívar Cuadra Nro 06)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón), e=0.10m.
- 0.20 a 0.90m Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.
- 0.90 a 1.50m Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

**Calicata C-09 (Jr. Ayacucho Nro 03)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón), e=0.10m.
- 0.20 a 1.50m Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

**Calicata C-10 (Jr. Ayacucho Nro 07)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón), e=0.10m.
- 0.20 a 1.50m Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

**Calicata C-11 (Jr. Grau Nro 04)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón), e=0.10m.
- 0.20 a 1.50m Presenta una arena pobremente graduada con presencia de limo inorgánico de partículas medias a finas, color beige claro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

**Calicata C-12 (Jr. Grau Nro 06)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón), e=0.10m.
- 0.20 a 1.50m Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.



Av. Buenos Aires Nro. 106  
Urb. Santa Isabel, Trujillo - Perú  
Teléfono: (511) 044 634000  
[www.lemco.org](http://www.lemco.org)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSULTORÍA Y OBRAS S.A.C.

## SECTOR II

### Calicata P-01 (Jr. Ugarte Cuadra Nro 03)

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 1.50m	Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactidad media a densa.

### Calicata P-02 (Jr. Ugarte Cuadra Nro 03)

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 0.90m	Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactidad media a densa.
0.90 a 1.50m	Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compactidad media a densa.

### Calicata P-03 (Jr. Bolognesi Cuadra Nro 02)

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 0.90m	Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactidad media a densa.
0.90 a 1.50m	Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compactidad media a densa.

### Calicata P-04 (Jr. Bolognesi Cuadra Nro 06)

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 1.50m	Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactidad media a densa.

### Calicata P-05 (Jr. Almagro Cuadra Nro 02)

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 1.50m	Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactidad media a densa.

### Calicata P-06 (Jr. Almagro Cuadra Nro 06)

0.00 a 0.10m	Losa de concreto (vereda), e=0.10m.
0.10 a 0.20m	Base granular (hormigón), e=0.10m.
0.20 a 1.50m	Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactidad media a densa.



Av. Buenos Aires Nro. 105  
Urb. Santa Isabel, Trujillo - Perú  
Telefax: (51) 044 634060  
[www.lemcoinc.com](http://www.lemcoinc.com)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSULTORÍA Y OBRAS S.A.C.

**Calicata P-07 (Jr. Almagro Cuadra Nro 06)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda),  $e=0.10m$ .
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón),  $e=0.10m$ .
- 0.20 a 0.80m Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactad media a densa.
- 0.80 a 1.50m Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compactad media a densa.

**Calicata P-08 (Jr. Gamarra Cuadra Nro 07)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda),  $e=0.10m$ .
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón),  $e=0.10m$ .
- 0.20 a 1.50m Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactad media a densa.

**Calicata P-09 (Jr. Gamarra Cuadra Nro 06)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda),  $e=0.10m$ .
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón),  $e=0.10m$ .
- 0.20 a 0.70m Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactad media a densa.
- 0.70 a 1.50m Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compactad media a densa.

**Calicata P-10 (Jr. Junín Cuadra Nro 04)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda),  $e=0.10m$ .
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón),  $e=0.10m$ .
- 0.20 a 1.20m Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactad media a densa.
- 1.20 a 1.50m Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compactad media a densa.

**Calicata P-11 (Jr. Junín Cuadra Nro 07)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda),  $e=0.10m$ .
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón),  $e=0.10m$ .
- 0.20 a 1.50m Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactad media a densa.

**Calicata P-12 (Jr. Colón Cuadra Nro 03)**

- 0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda),  $e=0.10m$ .
- 0.10 a 0.20m Base granular (hormigón),  $e=0.10m$ .
- 0.20 a 1.50m Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compactad media a densa.



Av. Buenos Aires Nro. 105  
Urb. Santa Isabel, Trujillo - Peru  
Teléfono: (51) 044 634060





LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSULTORÍA Y OBRAS S.A.C.

**Calicata P-13 (Jr. Celón Cuadra Nro 06)**

0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda),  $e=0.10m$ .  
0.10 a 0.20m Base granular (hormigón),  $e=0.10m$ .  
0.20 a 1.50m Presenta una arena limosa de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

**Calicata P-14 (Jr. Estete Cuadra Nro 04)**

0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda),  $e=0.10m$ .  
0.10 a 0.20m Base granular (hormigón),  $e=0.10m$ .  
0.20 a 1.50m Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

**Calicata P-15 (Jr. Estete Cuadra Nro 06)**

0.00 a 0.10m Losa de concreto (vereda),  $e=0.10m$ .  
0.10 a 0.20m Base granular (hormigón),  $e=0.10m$ .  
0.20 a 1.50m Presenta una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compacidad media a densa.

#### 4 NIVEL FREÁTICO

El nivel freático no fue alcanzado hasta la profundidad estudiada mediante las calicatas ejecutadas.

#### 5 AGRESIONES A LA CIMENTACIÓN

Los valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de agresividad al concreto, pudiéndose utilizar Cemento Portland Tipo I.



Av. Buenos Aires Nro. 105  
Lto. Santa Isabel, Trujillo - Perú  
Teléfono: (51) 044 634000  
[www.lemco.com.pe](http://www.lemco.com.pe)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSULTORÍA Y OBRAS S.A.C.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 El presente Informe Técnico de Estudio Básico de Suelos corresponde al Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VIAL Y PEATONAL DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE TRUJILLO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DISTRITO DE TRUJILLO – LA LIBERTAD.

6.2 Las investigaciones geotécnicas realizadas corresponden a trabajos de campo, ensayos de laboratorio y análisis cuyos resultados se presentan en presente informe técnico.

6.3 En general el área de estudio se encuentra conformada por:

- 0.00 a 0.10: Losa de concreto (vereda),  $e=0.10\text{m}$ .
- 0.10 a 0.20: Base granular (hormigón),  $e=0.10\text{m}$ .

Luego subyacen arenas limosas de partículas medias a finas, color beige oscuro, no plástico, humedad media, compactidad media a densa en un espesor variable (entre 0.60 – 1.50); debajo de la cual subyacen una arena pobremente graduada de partículas medias a finas, color beige amarillento, no plástico, humedad media, compactidad media a densa hasta el límite de la profundidad de estudio.

6.4 Los suelos en cuestión poseen moderada cantidad de sales solubles totales ( $\text{SST}=0.14$  por ciento u 1400ppm), por lo que se recomienda utilizar cemento Portland Tipo I en el diseño de las mezclas de concreto.

6.5 Según lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma NI-E-CE.010 Pavimento Urbanos en su Capítulo 4: Pavimentos Especiales, se recomienda que la sub-rasante se compacte al 95% del Próctor Modificado; para luego colocar como base de las aceras o veredas como mínimo una capa de 0.10m de material granular ( $\text{CBR} \geq 30\%$ ).

6.6 Los resultados del presente informe es válido solamente para el proyecto: MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VIAL Y PEATONAL DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE TRUJILLO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DISTRITO DE TRUJILLO – LA LIBERTAD, este estudio no se puede aplicar para otros sectores u otros fines.

Trujillo, Julio del 2011



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSULTORÍA Y OBRAS S.A.C.  
*[Firma]*  
Ing. David J. Tello Villanuel  
GERENTE GENERAL



Av. Buenos Aires Nro. 106  
Urb. Santa Isabel, Trujillo - Perú  
Telefax: (51) 044 834060  
[www.lemco.com](http://www.lemco.com)

## ANEXO 03

### DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

#### Método Racional

$$Q = CIA$$

*C* = Coeficiente de Escorrentía

*I* = Intensidad media (mm/h)

*A* = Área de la cuenca (Ha)

*Q* = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

**Tabla 1.a**  
Coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el Método Racional

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.85	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
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	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
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
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
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	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>AREAS NO DESARROLLADAS</b>							

Para el Método Racional el período de retorno se encuentra en un intervalo entre 2 a 10 años, por ese motivo se ha utilizado un período de retorno de 10 años, que según la Tabla 1.a. del RNE en la OS. 060 Drenaje Pluvial para Áreas Urbanas asfaltadas será un coeficiente de Escorrentía de 0.81.



*El área utilizada será de 600 Ha que vienen a ser 6km<sup>2</sup> y aún sería menor que 13km<sup>2</sup>, es requisito ser menor para poder usar el Método Racional.*

**Tabla de Intensidades del SENAMHI**

Año	mm/día	Mes
2014	5.8	Abril
2015	3.4	Marzo
2016	8.5	Febrero
2017	27	Marzo
2018	2.4	Marzo
2019	7.9	Febrero

*Se recopilaron datos del SENAMHI de los últimos 6 años, desde el 2014.*

Año	Dato (mm/día)	m/h	m/s	Mes
2014	5.8	0.0000016	<b>0.0000001</b>	Abril
2015	3.4	0.0000009	<b>0.0000000</b>	Marzo
2016	8.5	0.0000024	<b>0.0000001</b>	Febrero
2017	27	0.0000075	<b>0.0000003</b>	Marzo
2018	2.4	0.0000007	<b>0.0000000</b>	Marzo
2019	7.9	0.0000022	<b>0.0000001</b>	Febrero

Para poder aplicarlo en la fórmula debemos convertir de mm/día a mm/h y por último a m/s.

Año	I (mm/h)	C	A (m2)	Q (m3/s)
2014	0.0000001	0.81	1110000.00	0.06
2015	0.0000000	0.81	1110000.00	0.04
2016	0.0000001	0.81	1110000.00	0.09
2017	0.0000003	0.81	1110000.00	0.28
2018	0.0000000	0.81	1110000.00	0.02
2019	0.0000001	0.81	1110000.00	0.08

Se aplica la fórmula del Método Racional y se obtienen los caudales mostrados en la tabla.

1110000.00	0.06
1110000.00	0.04
1110000.00	0.09
1110000.00	0.28
1110000.00	0.02
1110000.00	0.08

**Ingreso de datos:**  
 Año de inicio: 2014

**Nota:** Una vez que digite el dato, presionar ENTER.

N°	X
2014	0.06
2015	0.04
2016	0.09
2017	0.28
2018	0.02
2019	0.08
[>]	

Período de retorno de cálculo del caudal de diseño (T): 10 años

**Resultados:**

N° años disponibles	Qm	SQ	YN	SN	Qmáx	DeltaQ	IntervaloQ	Qdiseño
6	0.095	0.0942	0.4592	0.882	0.2918	0.1217	0.17 - 0.41	0.4136



Para poder obtener el Caudal de Diseño se utiliza el programa Hidroesta con el método de Gumbel, se introduce los datos obtenidos del caudal y nos brinda un cálculo de 0.41 m3/s para el Caudal de Diseño.

#### Tubería

Asbesto Cemento  
 Hierro Fundido Dúctil  
 Cloruro de Polivinilo  
 Poliéster Reforzado con fibra de vidrio  
 Concreto Armado liso  
 Concreto Armado con revestimiento de PVC

#### Coefficiente de Rugosidad "n" de Manning

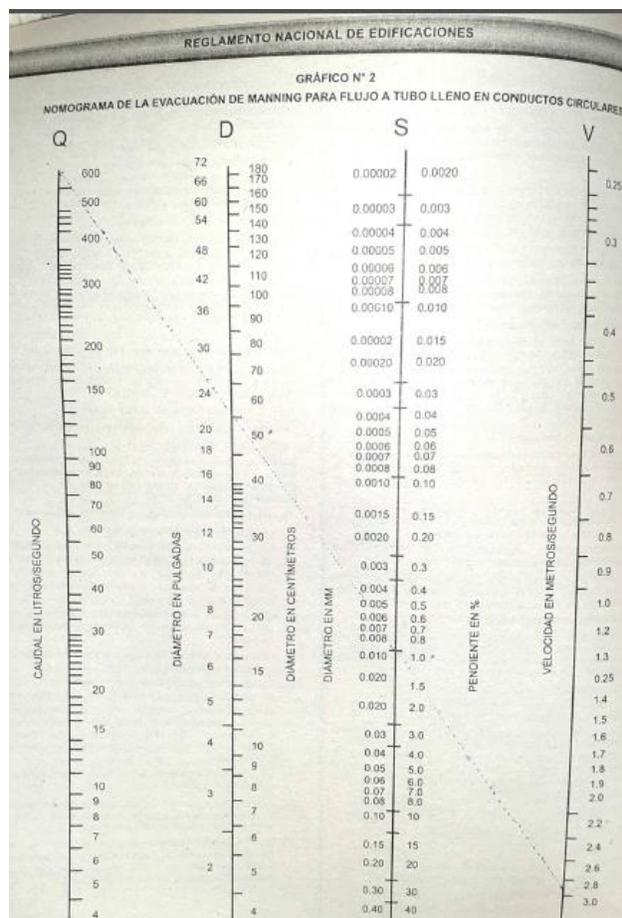
0.010  
 0,010  
**0,010**  
 0,010  
 0,013  
 0,010

De la tabla del Coeficiente de Manning seleccionamos el material para nuestra tubería, en nuestro caso será Cloruro de Polivinilo con un valor de 0.010

Tabla N° 2

Mínimos de Tuberías en Colectores de agua de lluvia	
Tipo de Colector	Diámetro Mínimo (m)
Colector Troncal	0,50
Lateral Troncal	0,40*
Conductor Lateral	0,40*

En instalaciones ubicadas parcial o totalmente bajo la calzada se aumentarán en diámetros a 0.50 m por lo menos



*Del Nomograma de Manning, al interceptar la velocidad, la pendiente y llegar hasta una caudal medio, Nos confirma que el Diámetro a utilizar es de 50 cm.*

<b>Datos:</b>		
Diámetro	0.5	m
n	0.01	
radio	0.25	m
Radio Hidráulico	0.125	m

*Ya que nuestro sistema es cerrado y tendrá sumideros laterales el diámetro mínimo será 0.40m, pero al realizar el nomograma obtuvimos un Diámetro de 0.50m, cumpliendo con el parámetro mínimo.*

Puntos	Distancias	Pendientes	
1	277	1%	
2	328	1%	
3	308	2%	
4	247	1%	
5	276	1%	
6	240	1%	
7	211	0%	
8	224	2%	
9	218	1%	
10	333	1%	
11	423	1%	
12	354	1%	
13	194	2%	
14	786	1%	
15	1224	1%	
16	1376	1%	
17	1350	1%	
18	1208	1%	
19	780	2%	Zepita
20	874	2%	Grau
21	713	1%	Jr. Estete
22	788	1%	Jr. Colón
23	908	1%	Jr. Junín
24	963	1%	Jr. Gamarra
25	978	1%	Jr. Orbegoso
26	976	1%	Jr. Almagro

27	883	1%	Jr. Bolognesi
28	552	2%	Jr. Alfonso Ugarte

*Del estudio topográfico se obtuvo puntos y pendientes, las cuales serán necesarias para hallar la velocidad.*

### Ecuación de Manning

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \Rightarrow Q = V \times A \Rightarrow Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

- V**= Velocidad media de desplazamiento (m/s)
- R**= Radio medio hidráulico (m)
- S** = Pendiente de la canalización
- n**= Coeficiente de rugosidad de Manning.
- A**= Sección transversal de la canalización (m<sup>2</sup>)
- Q**= Caudal (Escorrentía superficial pico) (m<sup>3</sup>/s)

*A partir de ello utilizamos la fórmula de Manning para hallar la velocidad.*

<b>N°</b>	<b>V</b>
1	2.50
2	1.95
3	3.19
4	2.50
5	3.01
6	2.28
7	0.00
8	3.34
9	2.50
10	2.37
11	2.43
12	1.88
13	3.11
14	2.28
15	2.35
16	2.43
17	2.45
18	2.49
19	3.47

<b>20</b>	<b>3.34</b>
<b>21</b>	<b>2.61</b>
<b>22</b>	<b>2.65</b>
<b>23</b>	<b>2.48</b>
<b>24</b>	<b>2.65</b>
<b>25</b>	<b>2.78</b>
<b>26</b>	<b>2.77</b>
<b>27</b>	<b>2.50</b>
<b>28</b>	<b>3.63</b>

*Se obtuvieron estas velocidades después de aplicar la fórmula de Manning.*

**f.7 Velocidad mínima**

La velocidad mínima de 0,90 m/s fluyendo las aguas a tubo lleno es requerida para evitar la sedimentación de las partículas que como las arenas y gravas acarrea el agua de lluvia.

**f.8 Velocidad máxima**

La velocidad máxima en los colectores con cantidades no significativas de sedimentos en suspensión es función del material del que están hechas las tuberías y no deberá exceder los valores indicados en la tabla N° 3 a fin de evitar la erosión de las paredes.

**Tabla N° 3**

Velocidad Máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)	
<b>Material de la Tubería</b>	<b>Agua con fragmentos de Arena y Grava</b>
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:	2,0
140 Kg/cm2	
210 Kg/cm2	3,3
250 Kg/cm2	4,0
280 Kg/cm2	4,3
315 Kg/cm2	5,0
Concreto Armado de curado al vapor	6,6
> 280 Kg/cm2	

*Según la Norma OS.060 Nos establece que la velocidad mínima es 0.90 m/s y según el material de la tubería Cloruro de Polivinilo la velocidad máxima es 6.0 m/s*

## ANEXO 04

*D = Diámetro*

*L = Longitud*

*S = Pendiente*

<b>Tubería</b>	<b>D (mm)</b>	<b>L (m)</b>	<b>S(%)</b>
PVC - 1	500	153.60	2.00
PVC - 2	500	124.36	3.00
PVC - 3	500	187.39	0.07
PVC - 4	500	152.73	0.45
PVC - 5	500	188.60	1.00
PVC - 6	500	178.92	1.00
PVC - 7	500	148.75	1.00
PVC - 8	500	151.57	2.84
PVC - 9	500	162.17	3.00
PVC - 10	500	162.17	1.00
PVC - 11	500	100.66	1.53
PVC - 12	500	150.97	0.75
PVC - 13	500	165.98	1.00
PVC - 14	500	126.55	1.00
PVC - 15	500	118.31	1.00
PVC - 16	500	80.35	1.00
PVC - 17	500	81.31	1.00
PVC - 18	500	123.52	2.00
PVC - 19	500	188.28	1.00
PVC - 20	500	186.49	1.00
PVC - 21	500	144.60	1.00
PVC - 22	500	175.46	1.00
PVC - 23	500	104.28	1.00
PVC - 24	500	154.89	1.00
PVC - 25	500	119.57	1.00
PVC - 26	500	123.74	1.00
PVC - 27	500	35.45	1.00
PVC - 28	500	138.07	1.00
PVC - 29	500	98.95	1.00
PVC - 30	500	147.42	1.00
PVC - 31	500	129.00	1.00
PVC - 32	500	152.45	1.00
PVC - 33	500	164.45	1.00
PVC - 34	500	159.20	1.00
PVC - 35	500	154.65	1.00

PVC - 36	500	137.08	1.27
PVC - 37	500	152.73	2.68
PVC - 38	500	85.43	3.00
PVC - 39	500	199.93	1.08
PVC - 40	500	188.68	1.00
PVC - 41	500	128.02	1.00
PVC - 42	500	196.42	1.00
PVC - 43	500	160.00	1.00
PVC - 44	500	100.72	2.72
PVC - 45	500	144.93	1.00
PVC - 46	500	139.28	1.00
PVC - 47	500	87.38	1.00
PVC - 48	500	94.90	1.23
PVC - 49	500	122.71	1.00
PVC - 50	500	119.32	1.00
PVC - 51	500	142.52	1.00
PVC - 52	500	159.91	1.00
PVC - 53	500	174.91	1.00
PVC - 54	500	150.78	1.00
PVC - 55	500	132.25	1.00
PVC - 56	500	120.20	2.07
PVC - 57	500	62.18	3.00
PVC - 58	500	185.57	3.00
PVC - 59	500	143.80	1.00
PVC - 60	500	156.00	1.00
PVC - 61	500	140.44	1.00
PVC - 62	500	195.48	1.00
PVC - 63	500	138.78	1.00
PVC - 64	500	133.88	1.00
PVC - 65	500	122.32	1.00
PVC - 66	500	80.98	1.28
PVC - 67	500	96.31	1.00
PVC - 68	500	105.71	3.00
PVC - 69	500	148.96	2.24
PVC - 70	500	142.55	1.00
PVC - 71	500	177.99	1.00
PVC - 72	500	163.72	1.00
PVC - 73	500	121.89	1.00
PVC - 74	500	152.38	1.00
PVC - 75	500	101.55	1.00

## ANEXO 05

- Panel fotográfico (Estudio topográfico).



Figura 32 Estación total.



Figura 33 Estación total



Figura 34 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 35 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 36 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 37 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 38 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 39 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 40 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 41 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 42 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 43 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 44 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 45 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 46 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 47 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 48 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 49 Levantamiento topográfico del centro histórico.



Figura 50 Levantamiento topográfico del centro histórico.