



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la Primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Acuña Castillo, Darwin (orcid.org/0000-0001-6717-2016)

ASESOR:

Dr. Coronado Zuloeta, Omar (orcid.org/0000-0002-7757-4649)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

CHICLAYO — PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi querida familia, en especial a mi padre Aníbal Acuña Astonitas y a mi madre Anita Castillo Huamán.

DARWIN ACUÑA CASTILLO

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por darme la salud, inspiración y fortaleza durante esta fase de formación profesional.

Gracias a la universidad cesar vallejo, a nuestros maestros que nos brindan modelos a seguir para hacer un mundo cada día mejor.

DARWIN ACUÑA CASTILLO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos.	12
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	27
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Las cuencas hidrográficas se clasifican según su superficie.	10
Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
Tabla 3. Guía técnica para la elaboración de drenajes pluviales.	12
Tabla 4. Puntos de nivelación.	16
Tabla 5. Tipos de suelos mediante AASHTO, SUCS y ASTM.	18
Tabla 6. Porcentaje de humedad y Atterberg e Índice de plasticidad.....	20
Tabla 7. Resultado de CBR al 95%.....	20
Tabla 8. Resultados Proctor modificado.....	21
Tabla 9: Precipitaciones máximas en 24h por año-1999 al 2023, de la estación Lambayeque.....	22
Tabla 10. Cunetas rectangulares de concreto propuestas.	24
Tabla 11. Características de cuneta.....	24
Tabla 12. Cuadro - evaluación de impactos	25
Tabla 13. Presupuesto de del proyecto: diseño de un sistema de drenaje pluvial del área urbana de la urbanización la primavera, Chiclayo, Lambayeque.	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Criterios de diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano.....	6
Figura 2. Estudios básicos para el diseño de un drenaje pluvial.....	9
Figura 3. Resultados de encuesta.....	15
Figura 4. Diagrama de CBR vs densidad.....	21
Figura 5. Representación gráfica de Proctor.....	22
Figura 6. Histograma de máximas precipitaciones por año.....	23
Figura 7. Simulación en el software SWMM.....	26

RESUMEN

El siguiente proyecto tiene como objetivo principal diseñar un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Se ha recurrido al tipo de investigación cuantitativa, exploratoria, el muestreo se tomó por conveniencia, eligiendo cierta fracción de las 26 hectáreas de la urbanización la Primavera; lo que se obtuvo un 90% de los habitantes se encuentran de acuerdo, respecto a crear un sistema eficiente de drenaje de aguas pluviales urbanas.

Además, se encontró un suelo arcilloso de baja plasticidad y con un nivel freático elevado de 1,2 m de profundidad, el Proctor modificado es 6,4% al 100% y CBR es 1,82% con un contenido de humedad óptimo del 18%. Predomina una topografía semiplana de 3%, por lo que se optó por cunetas de concreto que transportaran un caudal de 0.06 m³ de lluvia a una velocidad máxima de 1 m/s. Además, es amigable con el medio ambiente.

Palabras clave: Drenaje, hidrología, medioambiente.

ABSTRACT

The main objective of the following project is to design a storm drainage system for the urban area of the la Primavera urbanization, province of Chiclayo, department of Lambayeque. The research arose from the problem of climate change, which implies effects on the social, economic, educational and health sectors of the country; When great damage was caused by the El Niño phenomenon, in anticipation of this, we sought to work with a population of inhabitants of the La Primavera urbanization, province of Chiclayo, department of Lambayeque with a sample of 25 residents. Resorting to the type of quantitative research. The requirements of Technical Standard OS.060 have been used. 90% of the inhabitants agreed to create an efficient urban stormwater drainage system. In addition, a clay soil was found with a high water table 1.2 m deep, with a semi-flat topography of 3%, so concrete ditches were chosen to transport 0.06 m³ of rain at a maximum speed of 1 m. /s. In addition, it is friendly to the environment.

Keywords: Drainage, hydrology, environment.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basó en mitigar los efectos que producen las lluvias del cambio climático y El Niño costero del Perú, ya que la costa de nuestro país es la más habitada. Según el INEI (2021) las zonas urbanas están habitadas por el 75 % de nuestra población, lo cual Lambayeque cuenta con 884,672 habitantes, siendo Chiclayo la ciudad más poblada de dicho departamento con 68.0%. Es por ello, que contamos con gran cantidad de superficies impermeables, un nivel de escorrentía muy baja, falta de vegetación, ausencia de planificación urbana integral, y la urbanización la Primavera, provincia de Chiclayo no cuenta con un sistema para drenar las aguas que ocasionan las lluvias.

A nivel internacional, tal como informa CNN, en EE. UU se produjeron fuertes inundaciones por el ciclón tropical cuatro, los fuertes vientos alcanzaron los 56 km/h en el oeste del Golfo de México, Se produjo en la frontera de Texas/Oklahoma, alcanzando una altura de 1,5 metros y más de 203 mm de aguacero siendo las peores en 100 años. Las autoridades han firmado 16 declaraciones de referedesastre natural. (CNN, 2022).

Yalile (2023) en la temporada de lluvias en Ecuador en el primer trimestre de este año afectó al menos a 46.000 personas, 23 personas fallecieron, 6.989 viviendas resultaron dañadas, 73 viviendas fueron destruidas, casi 14.000 hectáreas de cultivos fueron destruidas, 366 escuelas resultaron dañadas, 34 puentes colapsaron, 36 km de vías resultaron dañados, informa el Servicio Estatal de Gestión de Riesgos y Emergencias.

En el Perú, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, reportó que las lluvias producidas el 16 de marzo del 2023, las precipitaciones con mayor intensidad fueron en la Molina con 5,1 mm. Ceres con 8,6 mm, Chosica con 14,5 mm, y 40 años después, este fenómeno climático se presentó en el norte del Perú con fuertes lluvias en zonas del norte como Tumbes, Piura y Lambayeque (France 24, 2023). El último reporte del COEN, Centro de Operaciones de Emergencia Nacional muestra que las fuertes lluvias han causado hasta el momento 50 muertos, 48 heridos, 5 desaparecidos, 7.960 personas sin hogar y 51.842 desastres en todo el país. Además, 1.312 viviendas fueron destruidas, 3.147 viviendas quedaron inhabitables, 19.711 viviendas

resultaron afectadas y S/ 13 mil millones de pérdidas económicas.

Los eventos de El Niño más fuertes en la historia de la región de Piura se experimentaron periódicamente en 1982-1983. en 1997. evento causó pérdidas de población e infraestructura de hasta aproximadamente 84.000 hectáreas (Diario El Peruano, 2016).

A nivel local, en la provincia de Chiclayo Mariano Vega (2023), presidente del Frente Defensoría Modelo, dijo que el fenómeno Yaku produjo lluvias de hasta un metro de altura, dañando comercios y puestos. 3.000 empresas ubicadas en las plataformas Balta, Pardo, Arica y Juan Cúglievan y un total de 1.200 viviendas damnificadas y miles de familias resultaron afectadas en Chiclayo. En 2017 también ocurrió este evento denominado “Niño Costero” en la ciudad de Pimentel en nuestro país, que afectó a 312.730 personas, mató a 25 personas, destruyó infraestructura y también afectó terrenos agrícolas.

Dicha problemática se encuentra en la urbanización la Primavera, consta de 26 hectáreas, ubicado al noreste de la provincia de Chiclayo. Su ubicación geográfica se sitúa en las coordenadas: 6°45'48"S 79°51'13"O. Por lo que no cuenta con sistemas para drenar las aguas de lluvia.

Como principio a responder en nuestro proyecto se originó la siguiente problemática ¿Cuál es la importancia del diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana, de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?

Mediante los diferentes ámbitos abarcados se justificó:

A través de la justificación teórica conocimos las definiciones básicas de drenaje pluvial, sus características de diseño, la recolección de información de la zona para establecer el estado actual y los estudios básicos.

Socialmente la disconformidad de los ciudadanos de las regiones del norte no cuenta con un sistema de drenaje pluvial. asociada con la eliminación de problemas patológicos, mejorar la calidad de vida y oportunidad de trabajo, ya que el drenaje pluvial está asociado al crecimiento económico ofreciendo trabajo y brindando confianza a los comerciantes a invertir en negocios. Además, ayudará a los municipios y gobiernos regionales.

Además, se justificó de forma ambiental, lo que se implementara un plan de mitigación en las diferentes fases de la construcción, para minimizar las

posibles implicancias negativas hacia la flora y fauna de la zona.

Considerando lo anterior, se consideró como principal objetivo de la investigación:

Diseñar un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, por lo consiguiente desarrollaremos como objetivos específicos; evaluar el estado actual de la urbanización la primavera en cuanto a la necesidad de evacuar las aguas pluviales por medio de un drenaje pluvial, realizar los estudios básicos (mecánica de suelos, topografía, estudio hidrológico e impacto ambiental), determinar el caudal de diseño y los elementos del sistema de drenaje pluvial mediante la simulación del programa EPA SWMM, definir las obras de arte del sistema estudiado y realizar el análisis económico del proyecto.

Para la hipótesis se planteó, "el diseño de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque mejorara a la recolección del volumen de agua".

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se desarrolló los antecedentes del presente trabajo: En el ámbito internacional, Atlantis (2016) afirmó: “En las zonas urbanas, debido a las estructuras que conforman la ciudad, el porcentaje de fuga es muy bajo; un claro ejemplo es que en las zonas donde no hay actividad humana, la tasa de filtración es del 90%, escorrentía superficial 10%, en las ciudades es, al contrario, con filtración 1% y escorrentía superficial 99%, una proporción muy alta, resultados ya mencionados”.

Fewkes, A.; Butler, D. (2000). Describe sobre el modelo diario, Yield after spillage (YAS), que significa rendimiento después del derrame, utilizaron 50 años de series temporales históricas de precipitaciones para el área de Nottingham en el Reino Unido. La investigación del modelo conductual propuesto. Se pueden identificar dos tipos genéricos de sistemas de almacenamiento de agua de lluvia: (I) depósitos de gran volumen que conservan una gran proporción de agua doméstica (95%) y reducir los caudales a la superficie red de alcantarillado de agua; y (II) almacenes de pequeño volumen que conservan una proporción pequeña pero útil del agua doméstica (50 %) en comparación con otras medidas de conservación.

Se aplicaron las métricas definidas anteriormente a la serie temporal de 30 años, tormentas individuales los eventos se aislaron del registro de simulación continua en función de un supuesto entre eventos de seis horas período, fueron remotamente controlados en tiempo real, y gestionaron la liberación de agua según la previsión pluviométrica. Esta liberación previa a la tormenta se entregó a través de una válvula automática de 10 mm ubicada en 0,1 m por encima de la salida para garantizar que haya agua por encima de la bomba en todo momento. Solo se muestran las Casas B y C para los sistemas pasivo y activo, ya que representaban las más altas. lo que significaba que solo el 65% de la demanda de los hogares podía satisfacerse. obtenido del sistema RWH. Esto resultó en una eficiencia de retención superior a otros escenarios examinados. Para el sistema pasivo, aunque entre el 86% y el 87% del sistema el desbordamiento se había reducido por debajo de la escorrentía greenfield, la retención general se redujo a un nivel inferiores a los sistemas originales (Quinn, Ruth at al, 2020).

Xu, Wei at al (2018), menciona que la capacidad de mejorar la retención

de aguas pluviales sin ningún impacto importante en el suministro de agua también fue evidente en la comparación entre el sistema convencional y el de liberación activa (RTC) Real-Time Control, el sistema de liberación activa mostró aproximadamente un 23 % y un 1 % más de eficiencia media de retención y frecuencia de desbordamiento, respectivamente, con solo alrededor de un 2 % menos de eficiencia y frecuencia de suministro de agua, en comparación con el sistema convencional. El sistema de liberación activa con configuración de suministro primero brindó un flujo base un 30,7 % y un 38,1 % mayor eficiencia y frecuencia que el sistema de liberación pasiva con un volumen de detención del 25%. La tecnología RTC se puede incorporar a los sistemas de alcantarillado combinado y convertirse en un complemento factible al sistema centralizado existente y sus costos de implementación son bajos. Al hacer potable el agua de lluvia para los humanos requiere una calidad óptima de recolección y almacenamiento (Costes Cely, 2015).

En América latina, la secretaria de Medio Ambiente de Bogotá, SDA, (2017) hay varios tipos de precipitación dependiendo de cuánto o cómo caen las partículas. El diámetro suele estar entre 0,5 y 7 mm (1 mm de precipitación se refiere a la forma de una lámina de un litro de agua que llega a una superficie de un metro cuadrado sin evaporarse ni escurrirse), y cae a una velocidad de 3 m/s. A nivel nacional, se desea probar el funcionamiento y la eficiencia de dos sistemas de control de esorrentía de aguas pluviales que se utilizan solo con una red de aguas pluviales. Según la magnitud de la inundación, 296,484 m³ inundaciones que se redujeron en un 4,8% en el escenario de tanque de agua de lluvia y aumentaron en un 3% en el escenario de techo verde (Vega, y otros, 2019).

En San Martín, un estudio “diseño estructural e hidráulico del sistema de drenaje pluvial urbano de la urbanización popular de la unión, distrito de zorito, Moyobamba - San Martín”. Como resultado se permitió calcular más fácilmente la intensidad máxima de las lluvias, considerar la cantidad máxima de esorrentía necesaria para evacuar cada tramo de la vía prevista para el nuevo sistema, respetar el drenaje de todos los posibles caudales pluviales y guiarlos a los colectores correspondientes. Se concluyó que, hacer sistemas independientes de agua sanitaria y pluvial para resistir mejor las inundaciones, evitando condiciones insalubres y garantizando la seguridad de las personas (J. Gamboa

& E. Chuquilin, Perú, 2019).

A nivel local, plantearon un “Diseño de drenaje pluvial y pavimentación en la densamente poblada zona urbana central de Pampa Grande, Distrito de Chongoyape, Lambayeque, 2017”, Tratan de evitar que se desborde el sistema de alcantarillado para mejorar los servicios básicos de los habitantes de dicha ciudad. El resultado de su proyecto de drenaje pluvial consta de 26.970 metros de cunetas con un ancho útil de 0,20 metros a 0,30 metros y una altura de 0,10 metros a 0,40 metros, lo que demuestra la voluntad de cumplir con las exigencias urbanísticas necesarias. la gestión de aguas residuales y el cumplimiento de la gestión ambiental (Delgado y Gonzales, 2017).

A continuación, desarrollaremos las bases teóricas:

Las normas peruanas que rigen el diseño de proyectos de infraestructura pluvial, mantienen los parámetros de diseño tal como se rige por las leyes adoptadas por cada país, hacemos mención que se deben tener en cuenta las siguientes reglas:

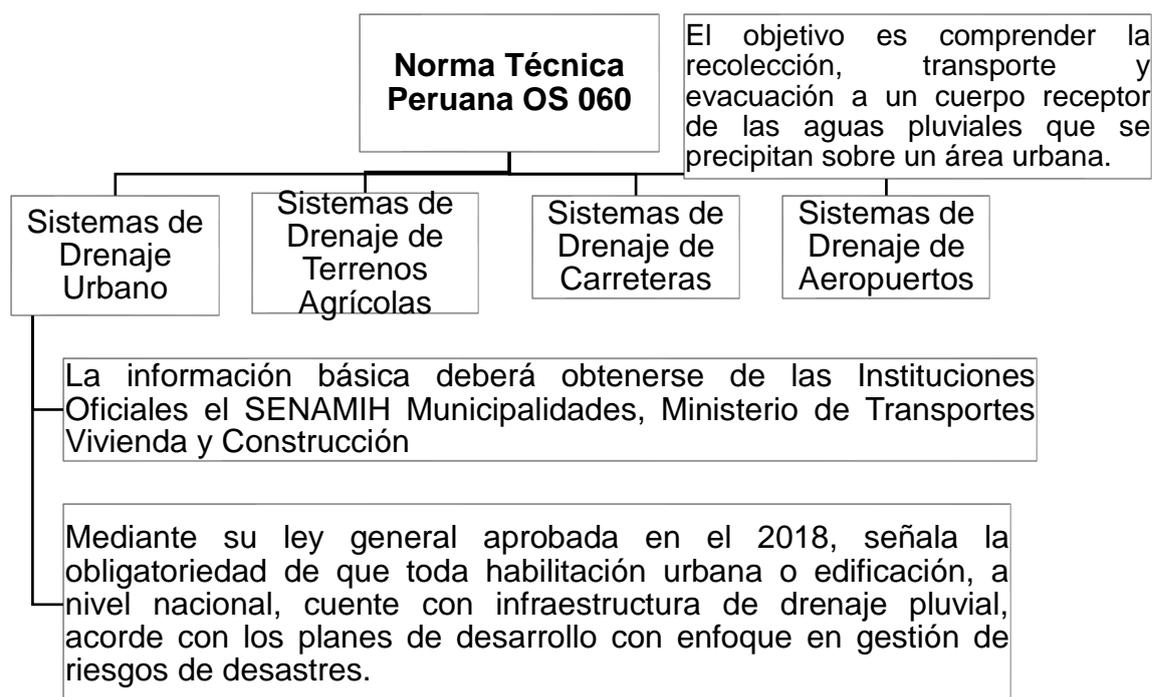


Figura 1. Criterios de diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano.

Fuente: Norma Técnica Peruana OS 060.

Los métodos utilizados para evaluar el caudal de una precipitación:

Método racional (Sánchez san Ramón , 2020).

Estimación del caudal máximo de lluvia que cubre todas las cuencas

utilizando un único coeficiente "C" (coeficiente de escorrentía) calculado en función de las características de la cuenca. Distribuida en pozas, $A < 10 \text{ Km}^2$. Considere una duración de P igual a t_c . Según este método, el caudal máximo previsto se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$Q = 0.278 CIA$$

- Q: Caudal de entrega (m^3/s)
- C: Coeficiente de escorrentía.
- I: Intensidad máxima de precipitación horaria (mm/h)
- A: Área de la cuenca (Km^2)

Hidrograma unitario (HU)

Este método fue propuesto por Sherman (1932) utiliza la precipitación para calcular el escurrimiento y permite determinar la cantidad de escurrimiento producido por la lluvia en un área particular. Convierte la lluvia efectiva directamente en escorrentía. Un hidrograma de cuenca se define como un hidrograma de flujo que ocurre en la salida de una cuenca debido a unidades efectivas de precipitación.

$$Q (\text{volumen/tiempo}) \cdot \text{tiempo} = \text{Volumen}$$

Normativas a emplear:

- Reglamento nacional de edificaciones – RNE.
- Norma técnica CE.040 Drenaje pluvial.
- Código de Salud del Perú, emitido por Decreto n°17505.
- Ley de ordenación de los recursos hídricos del Estado, dictada mediante decreto núm. 29338.
- Ley de drenaje pluvial, dictada por decreto Nro, 1356.
- NTP OS 100 "Infraestructura de Salud de la Población Urbana".
- Norma Técnica Peruana IS 100 "Saneamiento en Edificaciones".

Para (López y Jaramillo, 2020). El drenaje pluvial se define como una red de estructuras de hormigón que varían en sección transversal dependiendo de su geometría, como rectangulares, cuadradas, circulares o trapezoidales.

Consisten en canaletas, sifones y pozos, generalmente de hormigón, que permiten que el agua de lluvia fluya libremente para evitar la inundación de propiedades, edificios y líneas de comunicación. Según (Ojeda, 2019). Estas estructuras desvían la escorrentía urbana de las aguas pluviales y las precipitaciones. Si estos lugares suelen experimentar fuertes lluvias durante períodos importantes, es necesario evacuar eficientemente el agua de lluvia y predecir su dirección de flujo al sistema de drenaje sanitario.

Para (Xue, 2020), la lluvia es la precipitación de las nubes que se forman sobre el océano, medida en lt/s; su intensidad puede ser media, baja, alta y fluida. Cuando la lluvia es intensa, tiende a arrojar grandes cantidades de agua al suelo, a menudo con tierra, hojas, arena y otros residuos.

Un sistema típico de drenaje de aguas pluviales consta de los siguientes componentes según (Pérez, 2019) son:

- Sumidero: Considere canaletas o conexiones en su hogar que recojan el agua de los techos y patios.
- Conducción: Limpian el agua de lluvia previamente recogida hasta el tratamiento final.
- Mantenimiento y conexión: su función es facilitar el mantenimiento del alcantarillado. También ayudan a conectar diferentes partes del sistema.
- Vertederos: estos son obras de arte que conllevan a su punto final de las aguas pluviales, asegurando que el sistema pueda drenar libremente y sin obstáculos.

Según la Norma se aplicarán los siguientes criterios a todos los estudios de recuperación (OS. 060, 2021):

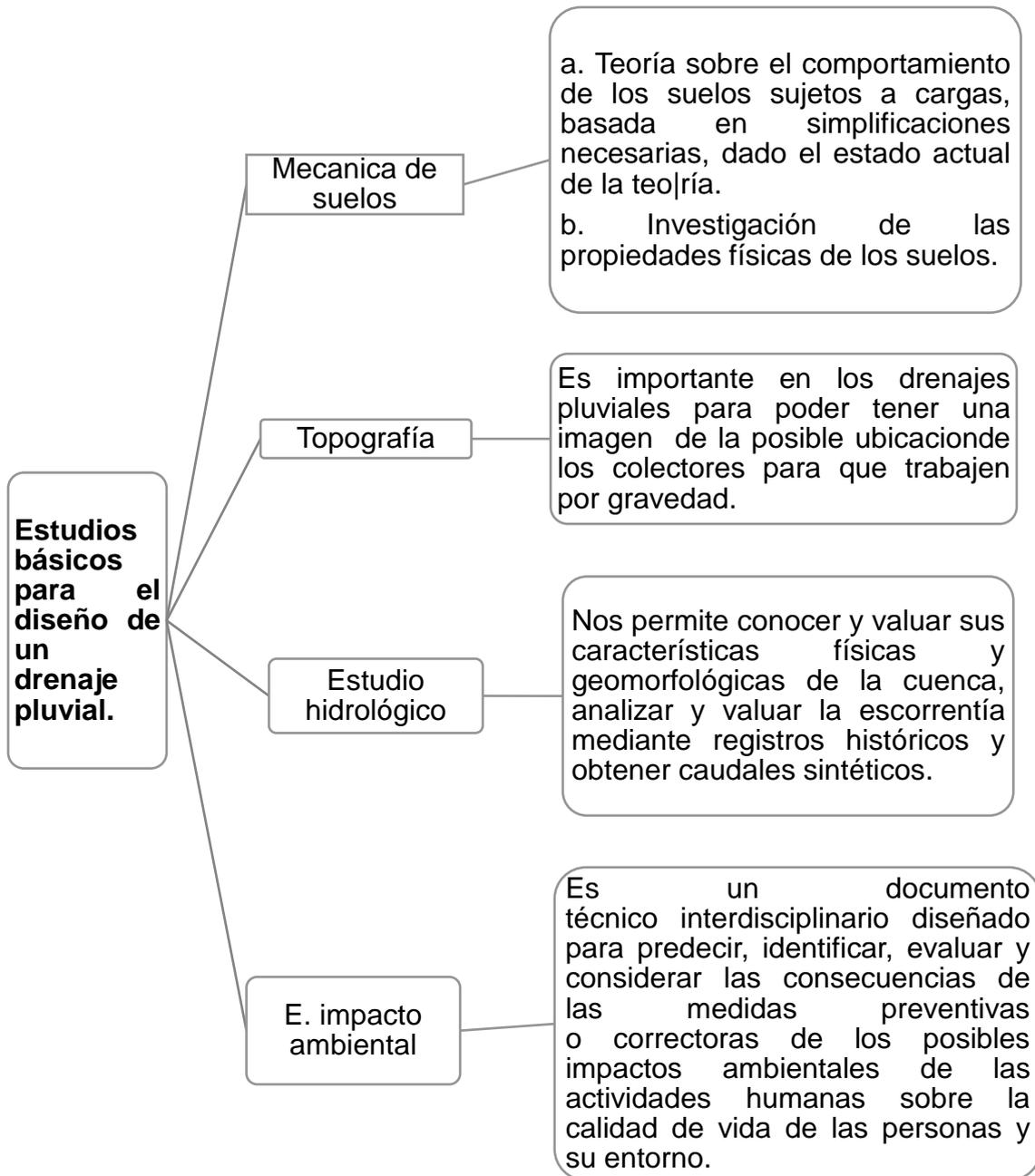


Figura 2. Estudios básicos para el diseño de un drenaje pluvial.

Fuente: Norma Técnica Peruana OS 060.

Los Conceptos hidrológicos son importantes para del diseño:

La cuenca: Es el primer factor hidrológico a considerar que será fijado por medio de planos topográficos, luego se podrá fraccionar en subcuencas para analizar de la manera más oportuna la aportación de flujos de agua producto de una precipitación.

Área de la cuenta: Es una superficie proyectada sobre un plano horizontal obtenida tras delimitar el lavabo y su forma es irregular. Aquí, la precipitación en diversas formas se convierte en escorrentía, desde donde se vierte en canales naturales o artificiales cercanos.

Tabla 01. *Las cuencas hidrográficas se clasifican según su superficie.*

Tamaño de la cuenta (km ²)	Descripción
< 25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia-pequeña
500 a 2500	Intermedia-grande
2500 a 5000	Grande
> 5000	Muy grande

Fuente: Campos, 1992.

Es importante para identificar las posibles rutas de escape y en algunos casos es necesario aislar la cuenca para realizar más investigaciones, lo que puede conducir a mejores resultados.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

El estudio realizado se basó en un enfoque cuantitativo, exploratorio y es necesario recopilar ciertos parámetros para realizar el estudio; mecánica de suelos, topografía, estudio hidrológico e impacto ambiental; recurrir a la información que nos brinda el (SENAMHI), se pasó a un enfoque racional (actualmente el estándar OS0.60 más recomendado). De esta forma se obtiene el caudal para poder diseñar la sección de la tubería y si trabaja en modo cerrado o abierto para diseñar nuestras obras de arte, eligiendo el más adecuado para obtener la mayor eficiencia.

El diseño de investigación es no experimental, se basa en la investigación sin manipulación deliberada de variables, solo observación de fenómenos en el medio natural seguido de análisis. (Hernández, y otros, 2010 pág. 149)

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Diseño de drenaje pluvial

3.3. Población, muestra y muestreo.

Para la población y la muestra se desarrolló dentro de las 26 hectáreas escogidas en el proyecto de drenaje pluvial urbano de la urbanización la primavera, provincia Chiclayo, Lambayeque.

Por simplicidad, en este estudio se consideró un muestreo no probabilístico por conveniencia. Según el autor (Cuesta, 2009), "considera a un muestreo no probabilístico como una elección al azar, dando la oportunidad a los aptos de una población para ser de ser elegidos, ya que todas las familias no se encuentran disponibles al momento de estar en el lugar".

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Tabla 2. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

TÉCNICA	USO	INSTRUMENTO
Observación	Reconocimiento presencial de campo	La topografía y estado del Terreno Natural de la urbanización la primavera.
Ensayos de laboratorio	Fichas de laboratorio.	Formatos de estudios de suelos. Formatos de topografía. Formato del MTC.
Revisión documental	Biblioteca virtual de la ucv y otros.	Norma técnica OS.060. Revisión de artículos de drenaje pluvial.
Procesamiento de información	Programas y Software	Autocad, swmm,

Fuente. Elaboración propia.

3.5. Procedimientos.

De acuerdo a la (CE. 040, 2021) para el diseño de dicha infraestructura se indica los siguientes lineamientos técnicos:

Tabla 3. *Guía técnica para la elaboración de drenajes pluviales.*

Bases técnicas para el diseño de infraestructuras pluviales.		
Artículo 11	Consideraciones del caudal de diseño.	Para efectos de diseño, ciclo de retorno, caudal de diseño, método racional, método hidrológico e información derivada de curvas de intensidad duración-frecuencia (IDF), SSENAMHI.
Artículo 12	Drenaje pluvial en viviendas.	Se debe tener en cuenta la pendiente de canaletas, la pendiente mínima es: 12% en

		zonas secas, 30% en zonas lluviosas y 45% en zonas lluviosas.
Artículo 13	Tubería de entrega.	Incluye tuberías de impulsión de diámetro mínimo 0,10 m.
Artículo 14	Cuneta	Pueden ser de diferentes secciones: a) Semicircular. b) Triangular. c) Rectangular. d) Trapezoidal e) Compuesta. f) Tipo en V.
Artículo 15	Vereda y pista.	Se debe respetar la orientación del agua de lluvia y pendiente mínima en cuanto a drenaje.
Artículo 16	Sumidero	Para cunetas con pendiente longitudinal mayores que 3%. Sumideros mixtos o combinados con un diámetro mínimo de 250 mm.
Artículo 17	Subcolector y colector	A medida que aumenta la superficie de drenaje, la sección transversal del colector solar debería aumentar hasta un diámetro mínimo de 0,45 m.
Artículo 18	Registro	El diámetro mínimo del aparato de la caja colectora es de 1,20 m, la matrícula debe estar situada fuera de la pista o calzada.
Artículo 19	Estructura de unión	Se debe utilizar sólo cuando la sección de los conductos sea mayor que 1 m.
Artículo 20	Depresiones para drenaje pluvial	De forma geométrica, la longitud del canal de drenaje, el sentido del flujo del agua es de al menos 1,50 m, para tuberías con pendiente igual o mayor al 2%, la profundidad de la zanja de drenaje es de 15 cm, la pendiente es menor del 2%, la

		profundidad de la cavidad se reduce a 10 cm.
Artículo 21	Tipo de evacuación y desagüe.	<ul style="list-style-type: none"> - Evacuar por gravedad. - Evacuar por bombeo.
Artículo 22	Lineamientos especiosos de diseño	Se debe utilizar la fórmula de Manning para determinar la capacidad de conducción.

Fuente: CE.040, 2021.

3.6. Método de análisis de datos.

La recopilación de datos se basa básicamente en la observación porque sin observación no se puede realizar ninguna investigación y la investigación examinada por los expertos revela los criterios más adecuados para el correcto desarrollo de la investigación.

El procesamiento de la información se realiza utilizando mediante software versión para estudiantes (Global Mapper, Hidroesta, Hcanales, AutoCAD y EPA SWMM). El análisis de documentos nos permite comprender el conocimiento y aplicación de los estándares aplicables en una investigación.

3.7. Aspectos éticos.

Algunos aspectos éticos que deben considerarse en un proyecto de investigación son los siguientes:

La confidencialidad: Es importante proteger la privacidad de los participantes y garantizar la confidencialidad de los datos recolectados.

La honestidad y respeto: son la base de toda investigación para obtener los datos auténticos.

Equidad y justicia: Los investigadores deben asegurarse de que el reclutamiento de participantes sea justo y equitativo, evitando cualquier tipo de discriminación.

Integridad científica: Los investigadores deben seguir los principios de ética científica, como la honestidad y la transparencia del análisis de datos.

IV. RESULTADOS

El hallazgo de los resultados se determinó de acuerdo a nuestros objetivos de investigación:

Resultados de la encuesta aplicados por conveniencia, realizada a 25 personas a la población la primavera, Chiclayo, Lambayeque, para determinar la situación actual de la urbanización:

Cuadro resumen - Encuesta dirigida a la población de la primavera, ubicado en Chiclayo, región de Lambayeque.

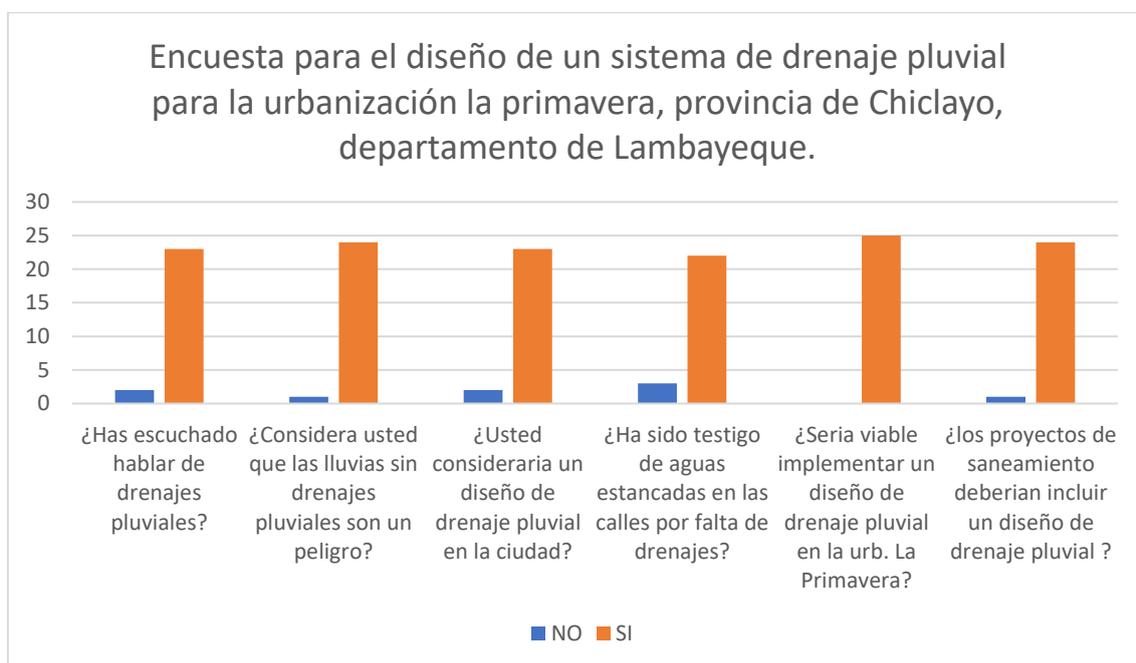


Figura 3. Resultados de encuesta.

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que en la figura 3, el 90% está de acuerdo con el proyecto de drenaje de aguas pluviales, considerablemente se espera una mejora con su implementación, porque hemos podido constatar que la obra antes mencionada no existe, por lo que es sumamente urgente y posible.

Resultados de estudios básicos.

Levantamiento topográfico.

El terreno de la urbanización La Primavera es semiplano con una pendiente inferior al 3% y se ubica en una zona urbana con una elevación media del terreno de 26,20 m.s.n.m. El relieve es plano, la altura de 24 a 26 metros se extiende desde la superficie hasta la profundidad.

Tabla 4. Puntos de nivelación.

Posición	Vértice	NIVELACIÓN			D. CORREGIDO	COTA (msnm)
		V. Anterior Retrospectiva	V. posterior Prospecto	DESNIVELES		
BM-02	-	-	-	-	-	25.2
A	I	1.12	1.252	0.132		
	II	1.143	1.276	0.133	0.132	25.332
	III	1.325	1.457	0.132		
B	I	1.38	1.5	0.12		
	II	1.38	1.5	0.12	0.12	25.452
	III	1.356	1.477	0.121		
C	I	1.874	1.413	-0.461		
	II	1.814	1.352	-0.462	-0.462	24.99
	III	1.768	1.306	-0.462		
D	I	1.401	1.71	0.309		
	II	1.381	1.69	0.309	0.309	25.299
	III	1.424	1.733	0.309		
E	I	1.44	1.692	0.252		
	II	1.483	1.736	0.253	0.253	25.552
	III	1.496	1.749	0.253		
F	I	1.34	1.424	0.084		
	II	1.38	1.463	0.083	0.083	25.635
	III	1.405	1.488	0.083		
F'	I	1.554	1.291	-0.263		
	II	1.511	1.248	-0.263	-0.263	25.372
	III	1.586	1.323	-0.263		
G	I	1.392	1.54	0.148		
	II	1.352	1.501	0.149	0.148	25.52
	III	1.532	1.68	0.148		
H	I	1.49	1.567	0.077		
	II	1.523	1.6	0.077	0.077	25.597

	III	1.532	1.61	0.078		
	I	1.304	1.572	0.268		
I	II	1.34	1.607	0.267	0.268	25.865
	III	1.465	1.733	0.268		
	I	1.664	1.55	-0.114		
J	II	1.639	1.523	-0.116	-0.115	25.75
	III	1.723	1.608	-0.115		
	I	1.83	1.142	-0.688		
K	II	2.07	1.381	-0.689	-0.688	25.062
	III	1.901	1.213	-0.688		
	I	1.32	1.199	-0.121		
L	II	1.351	1.23	-0.121	-0.121	24.941
	III	1.298	1.177	-0.121		
	I	1.201	1.28	0.079		
LL	II	1.243	1.322	0.079	0.079	25.02
	III	1.285	1.363	0.078		
	I	1.664	1.55	-0.114		
M	II	1.639	1.523	-0.116	-0.115	24.905
	III	1.723	1.608	-0.115		
	I	0.954	1.642	0.688		
N	II	0.992	1.681	0.689	0.688	25.593
	III	1.025	1.713	0.688		
	I	1.32	1.199	-0.121		
O	II	1.351	1.23	-0.121	-0.121	25.472
	III	1.298	1.177	-0.121		
	I	1.201	1.28	0.079		
LL	II	1.243	1.322	0.079	0.079	25.551
	III	1.285	1.363	0.078		
	I	1.12	1.252	0.132		
M	II	1.143	1.276	0.133	0.132	25.683
	III	1.325	1.457	0.132		
	I	1.38	1.5	0.12		
N	II	1.38	1.5	0.12	0.12	25.803
	III	1.356	1.477	0.121		
	I	1.874	1.413	-0.461		
O	II	1.814	1.352	-0.462	-0.462	25.341
	III	1.768	1.306	-0.462		
	I	1.46	1.273	-0.187		
(BM)-12	II	1.502	1.317	-0.185	-0.186	25.155
	III	1.468	1.281	-0.187		
PROMEDIO						25.3952174

Fuente: Elaboración propia.

En el levantamiento topográfico tomó el BM-2 y el BM-12, como muestra en la tabla 4, con el fin de realizar el levantamiento topográfico.

El estudio de la mecánica de suelos.

Por consiguiente, se conocerá las propiedades mecánicas del suelo de la urbanización la primavera, Chiclayo, Lambayeque. tiene un nivel freático alto a nivel mecánico del suelo. El aumento del nivel de agua debido a la acción capilar puede dañar las obras de concreto. Respecto a los tipos de suelo encontrados se encontraron las siguientes propiedades del suelo:

De acuerdo a las normas establecidas, AASHTO, SUCS y ASTM: donde conoceremos los tipos de terrenos en su estado natural que predominan:

Tabla 5. *Tipos de suelos mediante AASHTO, SUCS y ASTM.*

Ítem Calicata	Muestra	Excavación (m)	AASHTO	SUCS	ASTM
C-1	M #1	0.0 -1.20	A-5(9)	ML	Limo de plasticidad baja
	M #2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de plasticidad baja
C-2	M #1	0.0 -1.20	A-7- 6(13)	CL	Arcilla de baja plasticidad
	M #2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de plasticidad baja
C-3	M #1	0.0 -1.20	A-5(9)	ML	Limo de plasticidad baja
	M #2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de plasticidad baja
C-4	M #1	0.0 -1.20	A-7- 6(12)	CL	Arcilla de plasticidad baja
	M #2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de plasticidad baja
C-5	M #1	0.0 -1.20	A-4(9)	CL	Arcilla de plasticidad baja

	M #2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de plasticidad baja
C-6	M #1	0.0 -1.20	A-7- 6(13)	CL	Arcilla de plasticidad baja
	M #2	1.20 - 150	A-7- 6(12)	CL	Arcilla de plasticidad baja
C-7	M #1	0.0 -1.20	A-5(9)	ML	Limo de plasticidad baja
	M #2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de plasticidad baja
C-8	M #1	0.0 -1.20	A-7- 6(12)	CL	Arcilla de plasticidad baja
	M #2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de plasticidad baja
C-9	M #1	0.0 -1.20	A-4(9)	CL	Arcilla de plasticidad baja
	M #2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de plasticidad baja
C-10	M #1	0.0 -1.20	A-7- 6(13)	CL	Arcilla de plasticidad baja
	M #2	1.20 - 150	A-7- 6(12)	CL	Arcilla de plasticidad baja

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se aprecia en la tabla 5, se ha evaluado 10 calicatas, con una profundidad de 1,5 metros, lo que se determinaron suelos tipo, limos y arcillas con mucha cantidad de finos.

Tabla 6. Porcentaje de humedad y Atterberg e Índice de plasticidad.

N° Calicata	N° muestra	h (m)	humedad (%)	LL(%)	LP(%)	IP(%)
C-1	M #1	0.0 -1.20	45.05	45.05	36.56	8.92
	M #2	1.20 - 150	34.57	34.57	28.23	6.87
C-2	M #1	0.0 -1.20	34.57	34.57	28.23	6.87
	M #2	1.20 - 150	23.32	23.32	15.09	10.23
C-3	M #1	0.0 -1.20	44.47	44.47	34.37	10.10
	M #2	1.20 - 150	24.50	24.50	21.12	3.37
C-4	M #1	0.0 -1.20	42.13	42.13	10.57	31.45
	M #2	1.20 - 150	36.95	36.95	26.07	10.88
C-5	M #1	0.0 -1.20	28.74	28.74	20.59	8.19
	M #2	1.20 - 150	35.93	35.93	25.37	10.56
C-6	M #1	0.0 -1.20	45.52	45.52	25.15	20.37
	M #2	1.20 - 150	25.84	25.84	18.30	16.06
C-7	M #1	0.0 -1.20	44.47	44.47	34.37	10.10
	M #2	1.20 - 150	24.50	24.50	21.12	3.37
C-8	M #1	0.0 -1.20	42.13	42.13	10.57	31.45
	M #2	1.20 - 150	36.95	36.95	26.07	10.88
C-9	M #1	0.0 -1.20	28.74	28.74	20.59	8.19
	M #2	1.20 - 150	35.93	35.93	25.37	10.56
C-10	M #1	0.0 -1.20	45.52	45.52	25.15	20.37
	M #2	1.20 - 150	25.84	25.84	18.30	16.06

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que la mayoría de muestras número 1 se alcanzó un contenido de humedad mayor que toda la muestra 2. La razón es que todas las demás muestras se encuentran a mayores profundidades y alcanzan el nivel freático (agua) en lo más profundo de la tierra.

Tabla 7. Resultado de CBR al 95%.

CALICATA	CBR AL 95%
#1	6.22

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se visualiza el siguiente diagrama:

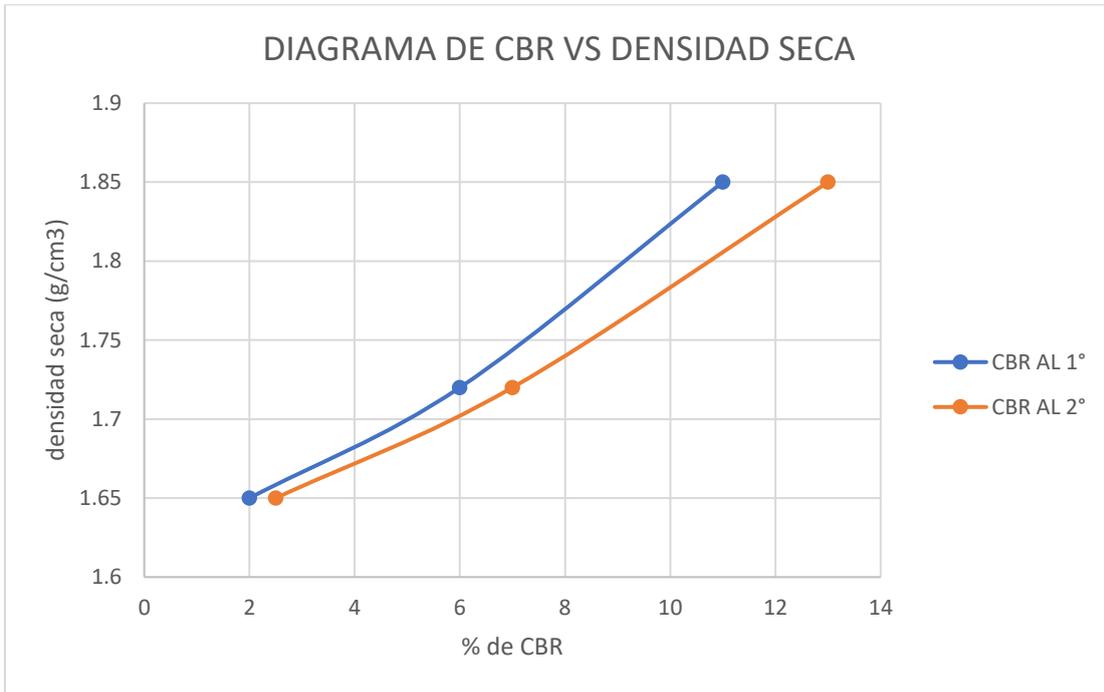


Figura 4. Diagrama de CBR vs densidad.

Fuente: Elaboración propia.

La calicata 1, para el diseño de cunetas, el óptimo contenido de C.B.R al 95% debe estar al 6.4 lo que se clasifica como categoría regular, de la máxima densidad seca, como se muestra en la figura 4

Tabla 8. Resultados Proctor modificado.

Calicata	Máxima densidad seca g/cm3	Optimo contenido de humedad (%)
C-01	1.833	18.26

Fuente: Elaboración propia.

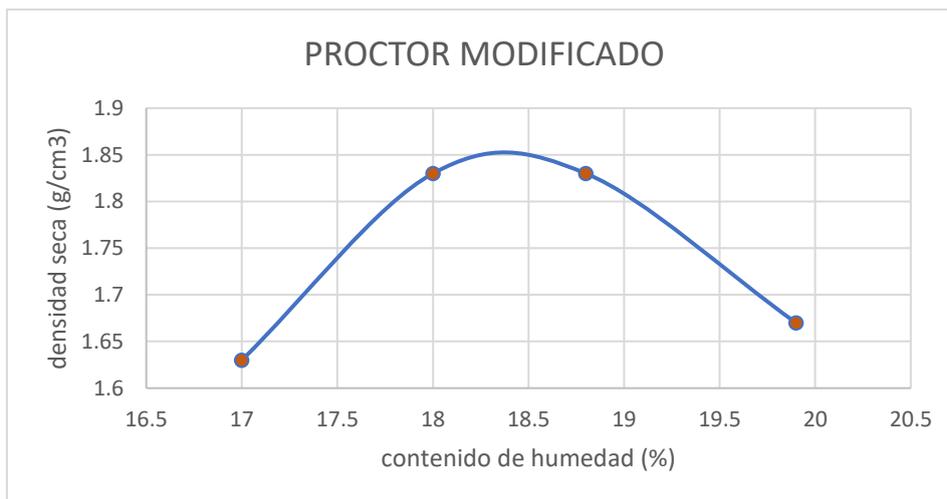


Figura 5. Representación gráfica de Proctor.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5. Curva Proctor corregida para la calicata número 1 tal como se muestra en dicha figura, la densidad seca máxima es de 1.829 g/cm³, el contenido de humedad óptimo es de 18.44% y el suelo es de tipo arcilloso.

Estudio hidrológico obtuvo datos del SENAMHI, eligiendo como estación Lambayeque, extraemos los valores de las precipitaciones máximas por 24 horas, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 9: Precipitaciones máximas en 24h por año-1999 al 2023, de la estación Lambayeque.

PRECIPITACION MÁXIMA 24 h					
N°	Año	PPmáx (mm)	N°	Año	PPmáx (mm)
1	1999	13.50	14	2012	15.40
2	2000	8.20	15	2013	9.70
3	2001	6.00	16	2014	7.60
4	2002	7.30	17	2015	13.50
5	2003	3.00	18	2016	13.20
6	2004	7.00	19	2017	34.80
7	2005	2.50	20	2018	2.30
8	2006	4.30	21	2019	10.40
9	2007	7.50	22	2020	7.10
10	2008	11.00	23	2021	6.10
11	2009	4.40	24	2022	3.50
12	2010	10.60	25	2023	29.00
13	2011	8.20			

Fuente: Senamhi.

Con estos valores obtenidos de la estación pluviométrica

Lambayeque se realiza un histograma de máximas precipitaciones por año, con la finalidad de tener una visualización gráfica de dichas precipitaciones y determinar el año en la que se estableció el mayor registro, siendo este el siguiente:

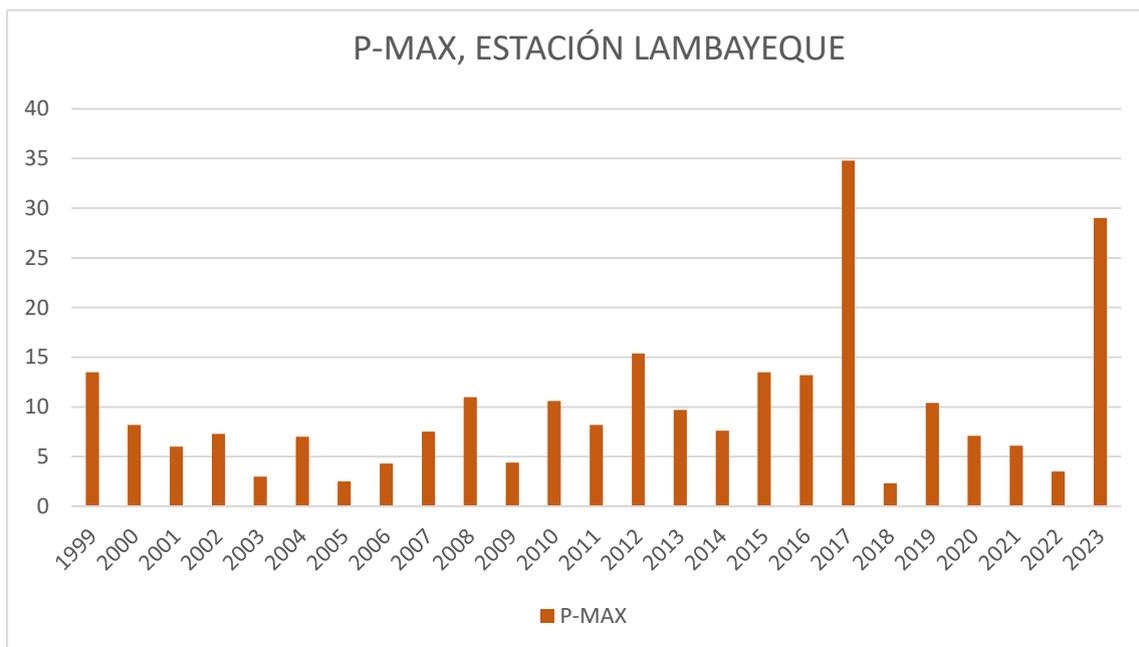


Figura 6. Histograma de máximas precipitaciones por año.

Fuente: Elaboración propia.

Se tienen los datos de precipitaciones máximas en 24 horas de la Estación Pluviométrica Reque para el período de 1999-2023, en donde se observa que el valor máximo fue de 34.80 mm registrado en el año 2017.

Tabla 10. Cunetas rectangulares de concreto propuestas.

Cuneta rectangular de concreto					
N°	Obras de Arte	Caudal de diseño (Q m/s)	Área de sección hidráulica (m ²)	Velocidad media (m/s)	Caudal de sección
1	Cuneta rectangular N°1	0.106	0.642	1.55	0.995
2	Cuneta rectangular N° 2	0.220	0.642	1.55	0.995
3	Cuneta rectangular N°4	0.231	0.642	1.55	0.995
4	Cuneta rectangular N°5	0.078	0.642	1.55	0.995
5	Cuneta rectangular N°6	0.206	0.642	1.55	0.995
6	Cuneta rectangular N°7	0.191	0.642	1.55	0.995
7	Cuneta rectangular N°8	0.145	0.642	1.55	0.995
8	Cuneta rectangular N°9	0.114	0.642	1.55	0.995
9	Cuneta rectangular N°10	0.441	0.642	1.55	0.995
10	Cuneta rectangular N°11	0.078	0.642	1.55	0.995
11	Cuneta rectangular N°12	0.171	0.642	1.55	0.995
12	Cuneta rectangular N°13	0.121	0.642	1.55	0.995
13	Cuneta rectangular N°14	0.173	0.642	1.55	0.995
14	Cuneta rectangular N°15	0.183	0.642	1.55	0.995
	PROMEDIO	0.176			

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las cunetas, se ha planteado una de sección rectangular que cumplan los parámetros de diseño, con 0.3 m de ancho y con una profundidad de 0.80 m, tal como se muestran en la tabla 10.

Tabla 11. Características de cuneta.

Caudal de diseño (Q m ³ /s)	0.176	Espejo de agua (T) =(T)	0.3 m
Área de solera (b)	0.3 m	Radio hidráulico (R)	0.15 m
Tirante normal (y)	0.8 m	Rugosidad (n)	0.014
Área hidráulica (A)	0.2 m²	Pendiente (S)	0.01

Fuente: elaboración propia.

Estudio de impacto al medio ambiente.

El documento técnico tiene en cuenta los efectos manejables y perjudiciales de la implementación del programa y las medidas preventivas tomadas.

Matriz de Leopold modificada. Es uno de los métodos más comunes para cuantificar los impactos potenciales durante la construcción y se evalúa con base en los siguientes criterios: efecto, extensión, duración y reversibilidad (sólo para efectos negativos). Las calificaciones son cualitativas, van desde baja, media o alta, y son el resultado de valores asignados a criterios previos. Se define mediante la siguiente expresión:

Tabla 12. Cuadro - evaluación de impactos

COMPONENTE AMBIENTAL	Impactos ambientales	Signo	Efecto	Extensión	Magnitud	Duración	Efecto	Significancia
Paisaje	Alteraciones de la calidad estética	negativo (-)	1	1	2	1	1	-6 BAJO
Suelo	Acumulación de material de relleno	negativo (-)	3	2	1	2	1	-9 BAJO
Ruido	alteración de los niveles sonoros	negativo (-)	3	2	2	3	1	-10 BAJO
Calidad de aire	Emisiones de gases y polvo	negativo (-)	1	2	2	2	1	-8 BAJO
Agua	Aumento de sedimentos	negativo (-)	1	1	1	1	1	-5 BAJO
Fauna	desplazamiento de animales	negativo (-)	1	1	1	1	1	-5 BAJO
Flora	Interrupción de plantas	negativo (-)	1	3	1	2	1	-8 BAJO

Fuente: Elaboración propia.

Los efectos adversos mostrados son bajos, lo que significa que pueden reducirse fácilmente tomando las precauciones adecuadas y se plantea que la construcción del proyecto sea amigable con el medio ambiente. Tal como muestra la tabla 9, la mayor significancia se da en los indicadores de emisión de ruidos (-10) y en el impacto sobre el suelo (-9).

Para delimitar el área de una cuenca en un entorno urbano, primero se debe analizar toda la cuenca para determinar si hay escorrentía desde los tramos superiores hacia el canal Augusto Leguía.



Figura 7. Simulación en el software SWMM.

Fuente Elaboración propia.

En la figura 7, se observa el procesamiento con éxito del diseño, donde las velocidades máximas han alcanzado 1 m/s y un caudal máximo de 0.033 m³/s.

Tabla 13. Presupuesto de del proyecto: diseño de un sistema de drenaje pluvial del área urbana de la urbanización la primavera, Chiclayo, Lambayeque.

COSTO DIRECTO	3557130.21
COSTO INDIRECTO	1128392.39
UTILIDAD (8%)	284570.417
SUB TOTAL	4970093.02
IGV (18%)	894616.743
TOTAL DE PRESUPUESTO	5864709.76

Fuente: elaboración propia.

El presupuesto para la construcción del sistema de drenaje de aguas pluviales es de S/. 5 864 709.76. Cada actividad debe cubrirse con sus propios costos.

V. DISCUSIÓN

En comparación con los diferentes hallazgos se debate lo siguiente:

En el artículo, Impactos futuros del cambio climático en los volúmenes de inundaciones urbanas en Hohhot, en el norte de China, muestran resultados significativos en los volúmenes de inundaciones urbanas debido a aumentos en las precipitaciones extremas, especialmente para períodos de retorno de menos de 10 años. En general, se proyecta que el volumen de inundaciones urbanas en la región de estudio aumentará en un 52 % según la mediana del conjunto de modelos múltiples en el período de 2020 y 2040 (Zhou, Q. Leng, G, Huang, M, 2018)

El diseño de redes de sistemas de alcantarillado combinado se basa en el vertido sanitario (doméstico, industrial) y el escurrimiento generado por las precipitaciones. El código de prácticas egipcio para el diseño de redes de agua potable y alcantarillado proporciona dos ecuaciones de intensidad-duración-frecuencia (IDF) para calcular la intensidad de las precipitaciones que se aplicarán a todas las ciudades de Egipto. El objetivo de esta investigación es estudiar y evaluar la adecuación de las ecuaciones de intensidad de lluvia sugeridas por el citado código egipcio. Esto se lleva a cabo teniendo en cuenta las mediciones de lluvia disponibles de las estaciones terrestres y las estimaciones de lluvia de los satélites de teledetección de la Misión de Medición de Lluvias Tropicales (TRMM). (Awadallah, A.G, et al, 2017)

Para una sección uniforme (flujo en canal triangular), donde se supone que el perímetro mojado es igual al ancho de distribución del agua que fluye en el canal, el flujo del canal se puede derivar de la integración horizontal de la ecuación de velocidad de Manning para un incremento de ancho seccional (Izzard, Carl F, 1946).

Puede aplicarse directamente como método de diseño, excepto en los casos en que un diseño geométrico repetido justifique el esfuerzo involucrado. La nueva técnica, sin embargo, tiene un amplio campo de utilidad en el análisis del efecto sobre el escurrimiento de los cambios en el ancho de la copa, la pendiente de la copa, forma y pendiente del canalón y espaciamiento de las entradas. La cuestión de los coeficientes a utilizar se ha eliminado casi por

completo, ya que la relación entre la escorrentía y la lluvia se calcula matemáticamente sobre la base de los requisitos de almacenamiento del sistema, siendo las únicas suposiciones con respecto a la rugosidad del pavimento y las superficies que ayudan a la Infiltración en superficies permeables.

El autor ha encontrado la misma forma de curva de recesión en análisis de curvas de escorrentía superficial calibradas de drenajes mucho más grandes áreas. El fenómeno parece ser pertinente para las zonas de drenaje en las que se ha acumulado un volumen considerable de detenciones superficies, en canalones y en conductos (Izzard, C. F. 1946).

Tipos de entradas de drenaje pluvial (Brown et. al, 2001).

Capacidad de interceptación y eficiencia en entradas de grado continuo. La capacidad de entrada de caudal inicial, Q_i es la cantidad de flujo de canal interceptado por una entrada bajo un conjunto determinado de condiciones, que se transporta a la tubería de aguas pluviales. La eficiencia de una entrada, E , es el porcentaje del escurrimiento total que la entrada conducirá a la tubería subterránea para esas condiciones. La eficiencia de una entrada depende de la pendiente transversal, la pendiente longitudinal, el flujo total del canal, la geometría de la entrada y, en menor medida, la rugosidad del pavimento. Mientras que la capacidad de interceptación de todas las entradas aumenta al aumentar los caudales de los canales, la eficiencia generalmente disminuye al aumentar el flujo de los canales (Brown, et al, 1996).

El flujo de agua en un canalón se ajusta estrechamente a la fórmula de Manning, como lo demuestran los experimentos informados por Conner. Estas pruebas a escala real dieron un valor promedio de $n = 0,017$ para un canal de concreto con flujo constante.' Con el flujo lateral procedente de un pavimento, el valor de n probablemente debería ser algo mayor, siendo comúnmente utilizado 0,02.

Los hallazgos revelaron que la rápida urbanización ha tenido un efecto importante en el aumento de la escorrentía superficial debido a una mala planificación, que no consideró las llanuras de inundación naturales en el aumento de la superficie impermeable, lo que amplifica los volúmenes de

escorrentía y tensiona el sistema de drenaje. Además, los patrones de lluvia que ocurrieron recientemente estuvieron influenciados por el cambio climático, ya que aumentó la frecuencia de eventos de lluvia extrema en un 17% entre 2000 y 2020 en comparación con los patrones de lluvia antes de 1999. Finalmente, el sistema de drenaje urbano juega un papel importante al contribuir al aumento de la escorrentía con sistemas de drenaje de tamaño insuficiente. Debido al continuo crecimiento urbano con una planificación deficiente, superficies impermeables y un diseño de drenaje inadecuado, las áreas vulnerables a inundaciones repentinas están aumentando y se prevé que la gravedad de las inundaciones urbanas aumentará si no se adoptan las precauciones adecuadas. (Bassma Taher , H, Yassine , M., & Doaa, A. 2022)

A pesar de las limitaciones para el trabajo de campo debido a la crisis sanitaria provocada por el COVID-19, este estudio sienta las bases para un sistema replicable de transporte y tratamiento de aguas residuales en comunidades rurales con distribución habitacional cercana que carece de un plan de manejo de aguas residuales y financiamiento limitado. Una línea de trabajo futura es el tratamiento terciario del efluente de las lagunas de maduración mediante la implementación de filtros verdes, permitiendo estrategias de reforestación para la protección y el desarrollo sustentable en este tipo de comunidades (Khan. A, Regulwar, D.G, 2020)

Hallazgos demuestran que el flujo máximo de escorrentía medido y el hidrograma fueron más compatibles con los simulados por los modelos SWMM de los softwares EPA SWMM, SewerGEMS V8i y ASSA, respectivamente. En cuanto a los resultados del parámetro parcial y los métodos del coeficiente de correlación de Spearman, los resultados del modelo fueron más sensibles al porcentaje de áreas impermeables, el ancho equivalente, el coeficiente de rugosidad de las áreas impermeables, la profundidad de la depresión de las áreas impermeables y permeables, el porcentaje de áreas impermeables. sin almacenamiento de superficie y el número de curva, respectivamente. El modelo no fue sensible a la rugosidad de las zonas permeables. Los resultados sugieren que EPA SWMM es el software con resultados de simulación más confiables

para proyectos de manejo de escorrentía tanto en el área de estudio como en cuencas urbanas (Rafiee, M, et al, 2021)

La simulación hidrológica es fuertemente coincide con los resultados del mapa de peligros alimentarios que demuestra que las principales subcuencas de Wadi Zaghraa, Wadi I-Ghaieb y Wadi Abu Khashieb pueden considerarse las subcuencas más riesgosas en la WDB en el sentido de que podrían impactar el área de Dahab (Prama, M, et al, 2020)

Cuando las ciudades tienen una infraestructura fuerte que se vuelve más resiliente a los riesgos y hace que la ciudad sea incapaz de reducir los riesgos de desastres naturales y técnicos de manera que tiene gran influencia en la infraestructura en la que se gastaron grandes sumas, la reducción y prevención del riesgo de desastres. Lo que conduce a la preservación de los daños a la infraestructura y garantiza la continuación de la vida normal sin interrumpir los principales servicios de la ciudad, lo que lleva a la preparación de ciudades y permitirles hacer frente a los desastres y convertirla en una ciudad de desarrollo sostenible Riyadh Municipality

El diseño de la estructura del suelo para el drenaje en el estadio principal, especialmente en el campo de fútbol, requiere algunas capas para optimizar el drenaje de la escorrentía de aguas pluviales, para lo cual se utilizó el método de geocompuesto (Lufira & Utam, 2024)

Evaluación del desempeño hidrológico de escenarios de desarrollo de bajo impacto en una cuenca microurbana desarrolló un método para evaluar el desempeño de escenarios LID diseñados en cuanto a escorrentía y reducción de contaminantes, y optimizó la configuración de escenarios LID para reducir costos. (Li C, et al, 2018)

Lo plasmado en nuestro proyecto convencional le podemos añadir nuevos lineamientos, el Reino Unido cuenta con las tecnologías más sofisticadas en el desarrollo de drenaje de aguas pluviales. Su gran finalidad actualmente se ha basado en reducir el coste y los daños que generan a la naturaleza la implementación de sus obras de infraestructura (Quinn, Ruth at al, 2020). En general, este concepto implica una gestión más sostenible de los entornos urbanos de aguas pluviales (Brown, 2016), su necesidad de abordar los

problemas de gestión de aguas pluviales desde una perspectiva diferente a la gestión tradicional de aguas pluviales (combinando aspectos hidrológicos, ambientales y sociales) ha llevado a la rápida adopción de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS).

La Ley General de Drenaje de Aguas Pluviales aprobada en 2018 y su reglamento de implementación establecen que todas las edificaciones de las ciudades en todo el país deben contar con infraestructura de drenaje de aguas pluviales. Cabe señalar que desde 2006 se aplica el código de construcción estatal OS.060 "Norma técnica para el drenaje urbano de aguas pluviales". Por lo que es necesario actualizarlo y desarrollar lineamientos mínimos de diseño para el desarrollo de proyectos de infraestructura e incluyan consideraciones específicas.

El análisis y recolección de datos se realizó en el marco del Manual de Hidrología, y la norma actual (CE.040) Drenaje Pluvial. Desde la perspectiva de la investigación hidrológica, cabe destacar la selección de estaciones meteorológicas, se ha elegido la estación meteorológica de Lambayeque ya que cuenta con cantidad de datos recopilados.

Para (Jesus, 2017) Las medidas de mitigación en la evaluación de impacto se relacionan con el (seguimiento, gestión y comunicación) y los sistemas de gestión de medio ambiente, salud, patrimonio social y cultural). Transmitir un lenguaje fuerte sobre mitigación preventiva en los planes de gestión ambiental, garantizan las medidas de mitigación relacionadas con la construcción para que se incluyan en los documentos de licitación y sean revisadas por los postores.

En la ciudad de Otuzco, la Libertad (Victoria Narro, 2021). Menciona que el valor máximo deberá ser inferior a 6 m/s en tuberías de polietileno de alta densidad y 3,3 m/s en canales de hormigón. Para lograr valores más bajos se consideraron pasos de hasta 1,20 m en algunos nodos para reducir la velocidad en el colector.

Las ciudades deben tener un sistema de drenaje pluvial capaz de atender eventos de precipitación de cierta magnitud. Al analizar las cuencas de inundación estimadas, una superficie significativa de la zona en estudio se mostró anegada para eventos con tiempo de recurrencia de 2año (Beth, 2019).

En general, las curvas de evolución de la altura de lámina en cada microcuenca aparecieron más pronunciadas (mayor pendiente) al comienzo, entre los puntos correspondientes a un tiempo de retorno de 2 y 5 años, y con una pendiente a partir del evento de 10 años.

Las debilidades del método racional, es que cuenta con algunas deficiencias, ya que las tuberías predimensionadas son mayores a lo necesario, pero aún se sigue utilizando en la ingeniería debido a sus limitaciones inherentes al desarrollo del flujo de diseño y a los problemas de entrada (Fang, 2019). Una revisión de la literatura muestra que el método Racional resulta en el mayor costo de construcción y el menor riesgo de error, mientras que la técnica SWMM es la más precisa.

VI. CONCLUSIONES

En conclusión, al primer objetivo se evaluó que el estado actual del área urbana la primavera, como referente provincia de Chiclayo, Lambayeque, se encuentra en mal esta y aun no existe un diseño de drenaje pluvial y el 90% dicha urbanización está de acuerdo con que se realice este urgente proyecto.

En conclusión, del segundo objetivo:

Se determinó suelos CL (arcilla de baja plasticidad) y ML (limo de baja plasticidad), el nivel freático se encuentra a 1,20 m. es un terreno natural que está saturado. El parámetro de contenido de humedad de las 10 calicatas es de 15% y 36% de humedad. El límite líquido es de un promedio de 32.5% y para el límite plástico es de 28.37%. el Proctor modificado está en 6.4% al 95% y para el CBR es de 1,82% a un óptimo contenido de humedad del 18%. Se encontró que tenemos una topografía semi plana con pendientes hasta un 3%, lo cual es una dificultad para drenar las aguas, con cotas de 24m hasta 26 m. y el flujo desemboca hacia el canal Augusto Beleguia. Según el (SENAMHI), las características hidrológicas de la estación meteorológica de Lambayeque, con un periodo de retorno de 25 años desde el 2009 a 2023 Con un valor más alto es en el 2017, con 34.8 mm/día. Por tanto, el impacto sobre el medio ambiente es de mínima o moderada importancia. El proyecto implementado es amigable con el medio ambiente. fue elegido para el diseño.

Concluimos para el tercer objetivo, se determinó por el método racional un caudal de diseño de 0,176 metros cúbicos, lo que se optó por cunetas rectangulares de 0.30 m de ancho y 0.80 m de alto, lo cual estas secciones serán de concreto con una rugosidad de 0,014, el coeficiente de escorrentía del pavimento asfáltico $C=0,60$. La zona tiene pendientes entre el 1% y el 3%. Según la norma OS.060- drenaje pluvial urbano, en cada punto se instalarán sumideros con rejillas que permitirán el acceso del agua y el paseo peatonal. La velocidad estimada está dentro Rangos permitidos $V_{min}= 0,20$ m/s y $V_{max}= 1.50$ m/s.

Concluimos para el cuarto objetivo, que se utilizarán sumideros tipo S1, tipo grande conectado a cámara, todos estos elementos están situados de forma estratégica para obtener un eficiente funcionamiento, rejillas metálicas. Cabe destacar que en su marco debe realizarse el drenaje por gravedad del agua de lluvia hacia canal de la Av. Augusto Bernardino Leguía en las condiciones óptimas, se recomienda realizar operaciones periódicas de limpieza en dicho canal, que hasta ahora ha estado sujeto a restricciones de evacuación.

Se concluye que el presupuesto estimado de acuerdo es de 5 057 130 (cinco millones, cincuenta y siete mil, ciento treinta) nuevos soles. Los costos de los insumos (materiales, equipos, herramientas y mano de obra) se tienen en cuenta en los precios comerciales en el centro de Chiclayo. Además, el 10% de los costos directos se asigna a gastos generales. Dicho cronograma se ejecutará en 120 días calendarios.

VII. RECOMENDACIONES

Establecidas las conclusiones de nuestra investigación:

Se recomienda continuar aplicando diferentes formularios de recopilación de información, para poder conocer las necesidades de la población, en lo que consiste infraestructura en nuestro país y poder plasmarlos en una obra viable en beneficio de todos.

Es muy importante validar los formatos por los especialistas y llevar a cabo los procedimientos correspondientes en las diferentes áreas de topografía, mecánica de suelos, hidrología, impacto ambiental y tomar en cuenta las especificaciones técnicas de la norma OS.060, drenaje pluvial urbano, para lograr que todos los elementos estructurales cumplan con lo requerido y su funcionamiento eficiente.

El mantenimiento de los sistemas de drenaje de aguas pluviales asegura su capacidad hidráulica y previene daños causados por las precipitaciones. Lo mejor es hacerlo dos veces al año: una antes y una después de la temporada de lluvias. Por tanto, a la hora de tomar decisiones sobre el diseño de la red se debe realizar una adecuada evaluación financiera de su operación y mantenimiento.

La construcción de sistemas de drenaje se realiza mejor durante los períodos secos, lo que ayudará a acelerar la construcción y minimizar los problemas en el campo. Como ocurre con la mayoría de las cadenas montañosas, el suelo de la región es arcilloso, lo que puede provocar deslizamientos de tierra durante las lluvias, aumentando el riesgo para los trabajadores y aumentando los costos.

Se recomienda actualizar el presupuesto, ya que es necesario tener en consideración que los precios con el tiempo pueden variar, por lo cual se tiene que realizar un reajuste en el año actual que se ejecute el proyecto.

REFERENCIAS

ALADENOLA, O & ADEBOYE, O. Assessing the potential for rainwater harvesting. *Water Resources Management*, 2010. [Fecha de consulta: 20 de junio del 2023. Disponible en: <https://sci-hub.yncjkj.com/10.1007/s11269-009-9542-y>

AWADALLAH, A, MAGDY y M HELMY. Assessment of Rainfall Intensity Equations Enlisted in the Egyptian Code for Designing Potable Water and Sewage Networks. *Adv. Meteorol.* 2017. [Fecha de consulta: 16 de abril del 2023]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/amete/2017/9496787/>

BAKER, Pastelero [et al]. Investigation of denitrifying microbial communities within an agricultural drainage system fitted with low-grade weirs. *Water*, 2019. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135415302414>

BASSMA, Taher H, YASSINE, M, & DOAA, A. Comparison of Urbanization, Climate Change, and Drainage Design Impacts on Urban Flashfloods in an Arid Region: Case Study, New Cairo, Egypt. 2022. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/15/2430>

BROWN, S, STEIN, M y J. C Warner. *Urban Drainage Design Manual*. Hydraulic Engineering Circular No. 22. FHWA-SA-96-278. 1996. Washington, D.C. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. Disponible en: https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/54350/dot_54350_DS1.pdf

CAMPOS, D. *Procesos del Ciclo Hidrológico*. San Luis Potosí: Universitaria Potosina. 1992. Disponible en: <https://www.hidrosm.com/2020/08/libro-procesos-del-ciclo-hidrologico.html>

CE. 040. Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial. 2021. Obtenido de:
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366728/CE.040%20DRENAJE%20PLUVIAL_RM%20126-2021-VIVIENDA.pdf

CNN. Hilary avanza por el oeste de EE.UU. como ciclón postropical con una cantidad récord de lluvia, Tiempo. 2022. Disponible en:
<https://cnnespanol.cnn.com/2023/08/22/hilary-oeste-eeuu-ciclon-postropical-cantidad-historica-lluvias-trax/>

CONAGUA. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Mexico, DF. Obtenido de <http://muchik.com/sistemas-de-drenaje/> DEL AGUA, U.Y.A. (2014). Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, 2015. Disponible en:
<https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-29.pdf>

CONNER, N. Design and Capacity of Gutter Inlets, Engr. Exp. Sta. Bull. No. 30, North Carolina State College, Raleigh, N. C. Obtenido de:
<https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrbproceedings/25/25-011.pdf>

COSTES Cely, Oscar. revision sobre los usos y variables para determinar la calidad del agua pluvial en superficies de cubierta. 2015. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/315812808_Revision_sobre_los_usos_y_variables_para_determinar_la_calidad_del_agua_pluvial_en_superficies_de_cubierta_REVIEW_OF_THE_USES_AND_VARIABLES_TO_DETERMINE_THE_QUALITY_OF_RAINWATER_IN_ROOF_SURFACES

CUESTA, M. Introducción al muestreo. s.l. Universidad de Ovideo, 2009. Disponible en: <http://www.editorialkamar.com/et/archivo04.pdf>

D. López, E. Jaramillo y A. Ramírez. Sistema de alcantarillado y aguas residuales en Guayaquil. Holopraxis Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020. vol. 4, nº 1, pp. 82-94. Disponible en:
<https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/holopraxis/article/view/3066>

DELGADO Y GONZALES, D. Diseño de un drenaje pluvial y pavimentación para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque del 2017. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2019. Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1997>

DIARIO EL PERUANO. Inundación de Urbanización El Chilcal desnuda falta de prevención. Piura: Grupo EPENSA. 2016. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/edicion/piura/piura-inundacion-de-urbanizacion-el-chilcal-desnuda-falta-de-prevencion-573313/>

FEWKES, A. y BUTLER, D. Simulating the performance of rainwater collection and reuse systems using behavioural models. Building Services Engineering Research and Technology, 21(2), 2020. 99–106 pp. Disponible en: <https://sci-hub.yncjkj.com/10.1177/014362440002100204>

FRANCE 24. El ciclón Yaku golpea a Perú: ¿qué consecuencias deja este inusual fenómeno? 2023. Disponible en: <https://acento.com.do/france24/el-ciclonyaku-golpea-a-peru-que-consecuencias-deja-este-inusual-fenomeno-9176157.html>

FUENTES Roldán, Antonio Jesús. Sistema de drenaje urbano sostenibles (SUDS). Atlantis. Australia: Escuela Técnica Superior de Arquitectura, 2016. Disponible en: <file:///C:/Users/DARWIN/Downloads/fuentes%20roldan%20Antonio.pdf>

GAMBOA, J y Chuquilin, E. Diseño hidráulico y estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la Urbanización Popular La Unión, Distrito de soritor Provincia de Moyobamba, Universidad Nacional de San Martín, 2019. Disponible en: <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/3589?show=full>

GARCÍA, Membreño y ANTONIO, Gerald. Diseño de 1.294 km de sistema de drenaje pluvial, entre los barrios Oronte Centeno y Ana Virginia ubicado en el

Sector Sur Oeste del Casco urbano del Municipio de Tipitapa para un periodo de 25 años. 2015. Disponible en: <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUNANM5005>

HERNANDEZ Sampieri, carlos. Metodologia de la investigacion, capitulo III. 2010. pág. 149. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/0B7gC0vup46j2TUh2T2FjR1V2WVWk/view?resourcekey=0-D7WWUB9D_0ffpl-FZjUqyw

HERNÁNDEZ, Fernández Y BAPTISTA. Metodologia de la investigacion. 2010. pág. 149. Disponible en: <https://archive.org/details/hernandezetal.metodologiadelainvestigacion>

IZZARD, Carl F. Hydraulics of Runoff from Developed Surfaces, Proc. Highway Research Board 26: 1946.129-150 pp. Washington, DC. Disponible en: <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrbproceedings/26/26-011.pdf>

IZZARD, Carl F. Runoff from Flight Strips. Proceedings, Highway Research Board, Vol. 22, 1942. pp. 94-99. Disponible en: <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrbproceedings/22/22-004.pdf>

KHAN, A, REGULWAR, D.G. Design of Sanitary - torm Network Using SewerGEMS: A Case Study. J. Water Resour. Eng. Manag. 2020. Disponible en: <https://engineeringjournals.stmjournals.in/index.php/JoWREM/article/view/3555>

Li, C y Liu, M. Evaluating the Hydrologic Performance of Low Impact Development Scenarios in a Micro Urban Catchment,” International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 15, p. 273, 2018. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/2/273>

LITARDO Navarrete, Angie Jamilet. Diseño del sistema de drenaje urbano del centro histórico del cantón pichincha, provincia de manabí. Universidad

de Guayaquil. 2020. Disponible en:
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51543>

Lufira, R y Utam, T. Enhancing adoption studies of LID-BMP'S for Storm Water Management Drainage (SWMD) national stadium in Jayapura, Indonesia. 2024. Obtenido de:
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1311/1/012055/meta>

MINISTERIO DE VIVIENDA, Construcción y Saneamiento, Norma OS-060 Drenaje Pluvial Urbano, El Peruano, Lima, 2021. Disponible en:
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1846133/RM%20126-2021-VIVIENDA..pdf.pdf?v=1620072386>

MINISTERIO DE VIVIENDA, Construcción y Saneamiento, Norma OS-070 Redes de Aguas Residuales, El Peruano, Lima, 2019. Disponible en:
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686389/OS.070%20Redes%20de%20agua%20residuales%20DS%20N%C2%B0%20010-2009.pdf?v=1641411306>

OJEDA, C. ÁLVAREZ Y D. ORONA. Drenaje pluvial sostenible. Una alternativa de gestión del agua de lluvia en la Universidad de Sonora. Revista de la Facultad de Arquitectura Universidad Autónoma de Nuevo León, vol. XIV, nº 20, 2019. pp. 53-69. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/340771513_Art_Drenaje_Pluvial_Sostenible-_Alternativa_de_Gestion_del_Agua_de_Lluvia_en_la_Univ_Sonora

OS. 060. Norma Técnica OS.060 Drenaje Pluvial Urbano. 2021.
Disponible en:
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686390/OS.060%20Drenaje%20Pluvial%20Urbano.pdf?v=1641411306>

PÉREZ, R. Diseño y construcción de alcantarillados de aguas residuales, pluvial y drenajes en carreteras, ECOE Ediciones, Cartagena, 2019.
Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=Gtw3DgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

PRAMA, M, OMRAN, A y SCHRÖDER, D. Abouelmagd, A. Vulnerability assessment of flash floods in Wadi Dahab Basin, Egypt. Environ. Earth Sci. 2020. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/339569185_Vulnerability_assessment_of_flash_floods_in_Wadi_Dahab_Basin_Egypt

QUINN, Ruth, [et al.]. A Critical Evaluation of the Water Supply and Stormwater Management Performance of Retrofittable Domestic Rainwater Harvesting Systems. Water, 12(4), 1184. Obtenido de: <https://sci-hub.yncjkj.com/10.3390/w12041184>

RAFIEE, M, RASOULI, D y ZOLGHADR, M. Evaluation of EPA SWMM, ASSA and SewerGEMS Models in Analysis of Urban Flood Collected by Surface Drainage Network (Case Study: Lar New City). Water Resour. Eng. 2021. Disponible en: https://wej.marvdasht.iau.ir/article_5696_07b3991acf928c8c8b20ee3db2096c68.pdf?lang=en

RICHARD H. French. hidráulica de canales abiertos. UNAM, 1988. Disponible en: https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/richard_french_hidraulica_canales_abiertos_-_hidrocliv_compressed_compressed-comprimido.pdf

RIYADH MUNICIPALITY. Engineering Guidelines for Flood Protection Works; Ministry of Municipal and Rural Affairs: Riyadh, Saudi Arabia, 2017. Disponible en: <https://momrah.gov.sa/sites/default/files/2021-10/Guidelines%20for%20disaster%20management%20plan.pdf>

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE. Guía de Techos Verdes. Bogotá:

secretaria de Medio Ambiente, 2013. Disponible en:
https://www.ambientebogota.gov.co/noticias-de-ambiente1/-/asset_publisher/CWsNLtoGa4f6/content/tendencia-techos-verdes-y-jardines-verticales

VEGA, Laura Carolina y SALDARRIAGA, Juan. sistemas de control de escorrentía: techos verdes vs. tanques de almacenamiento. 2019. Disponible en:
<https://investigacionesyproyectoshidraulicos.com/web/Material%20Cientifico/Articulos/Mas%20de%201000%20Articulos/141.pdf>

XU, Wei, FLETCHER, Tim y DUNCAN, Hugh; Bergmann, David; Breman, Jeddah; Burns, Matthew. Improving the Multi-Objective Performance of Rainwater Harvesting Systems Using Real-Time Control Technology. *Water*, 2018. pp 147. Obtenido de: <https://sci-hub.yncjkj.com/10.3390/w10020147>

YALILE, Loaiza. Ecuador al menos 46.000 personas fueron afectadas por las fuertes lluvias. 2023. Disponible en:
<https://www.infobae.com/america/america-latina/2023/04/03/ecuador-al-menos-46000-personas-fueron-afectadas-por-las-fuertes-lluvias/>

XUE, Z. Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible, Universidad de Alcalá, Madrid, 2020. Disponible en:
https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/44038/TFM_Xue_Zeyu_2020.pdf

ZHOU, Q, LENG, G y HUANG, M. Impacts of future climate change on urban flood volumes in Hohhot in northern China: Benefits of climate change mitigation and adaptations. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* Disponible en: 2018.
https://www.researchgate.net/publication/322510004_Impacts_of_future_climate_change_on_urban_flood_volumes_in_Hohhot_in_northern_China_benefits_of_climate_change_mitigation_and_adaptations

ANEXOS.

ANEXO 1: Tabla de operacionalización de variables.

Tabla 1. Diseño de un sistema de drenaje pluvial para la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Diseño de drenaje pluvial	El drenaje de aguas pluviales urbanas es la recolección de agua de lluvia a través de tuberías, canaletas y equipos de apoyo y evacuación a la salida diseñada, lo que reduce el daño a las estructuras viales y mejora la estabilidad de los residentes. (Conagua, 2015)	es un conjunto de estructuras que permite reducir significativamente el exceso agua durante las precipitaciones y prevenir pérdidas de la propiedad y vida. (Dávila Jorge, 2018)	Estudio de suelos	Toma de calicatas.	Ordinal
				ensayo granulométrico	
			Estudio Hidrológico.	Escorrentía	
				Caudal	
				Zona de estudio	
				Tiempo	
			Levantamiento Topográfico.	Altimetría	
				Planimetría	
			Impacto ambiental	Aspectos sociales	
				Aspectos físicos	
Aspectos biológicos					
Obras de arte	Cunetas. Sumideros. Rejillas. Buzones.				
Costos y presupuestos	Directos e indirectos.				

ANEXO 2. Permiso para realización de estudios básicos (mecánica de suelos y topografía), por parte de la Municipalidad Provincial de Chiclayo.



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

Chiclayo, 10 de septiembre del 2023

OFICIO N.º 01-2023-MPCHCHICLAYO

Señor(a):

ING. GUSTAVO CÁRDENAS OLIVERA

Presente. –

Referencia: Expediente N°-7635 de 10/09/2023

Asunto :

De mi consideración:

Tengo el agrado de saludarle cordialmente, de la misma manera expresarle lo siguiente:

Soy el estudiante Darwin Acuña Castillo, en lo cual solicito autorización para realizar los estudios de mecánica de suelos y levantamiento topográfico para el proyecto de tesis, "Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque".

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración más distinguida y estima.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHICLAYO
DEPARTAMENTO DE LICENCIAS Y CERTIFICACIÓN
Ing. Gustavo B. Cárdenas Olivera
JEFE

ANEXO 3: instrumento de recolección de datos.

Instrumento de validación por juicio de expertos
TEST APLICADO – CUESTIONARIO.

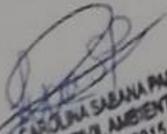
NOMBRE DEL JUEZ	Severino Antonio, Díaz Saucedo
PROFESION	LIC. en educación, matemáticas.
DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA LA URBANIZACIÓN LA PRIMAVERA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE DEL ALUMNO DEL X CICLO DE INGENIERÍA CIVIL.	
DATOS DEL ESTUDIANTE	
AUTOR	Darwin Acuña Castillo
INSTRUMENTO EVALUADO	

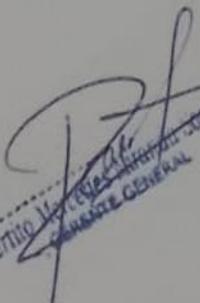
Evalúe cada ítem del instrumento marcando con un aspa en "TA" si está totalmente de acuerdo, o "TD" si está totalmente en desacuerdo.

Ítem	Evaluación
1. ¿Has escuchado hablar de drenajes pluviales? a) Si b) No	TA <input checked="" type="checkbox"/> TD ()
2. ¿Considera usted que las lluvias sin drenajes pluviales son un peligro? c) Si d) No	TA <input checked="" type="checkbox"/> TD ()
3. ¿Usted consideraría un diseño de drenaje pluvial en la ciudad? a) Si	TA <input checked="" type="checkbox"/> TD ()



b) No	
4. ¿Ha sido testigo de aguas estancadas en las calles por falta de drenajes? a) Si b) No	TA <input checked="" type="checkbox"/> TD ()
5. ¿Sería viable implementar un diseño de drenaje pluvial en la urbanización la Primavera? a) Si b) No	TA <input checked="" type="checkbox"/> TD ()
6. ¿los proyectos de saneamiento deberían incluir un diseño de drenaje pluvial? a) Si b) No	TA <input checked="" type="checkbox"/> TD ()


LUCÍA CAROLINA SABANA PAVIA
INGENIERA CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP N° 287915


Roberto M. Pérez
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
GERENTE GENERAL

ANEXO 4: Certificado de levantamiento topográfico.



W. INGENIERIA & TOPOGRAFÍA SAC.

CERTIFICADO

El Registro W. INGENIERIA & TOPOGRAFÍA SAC. Acredita que el estudiante Darwin Acuña Castillo, solicito servicios topográficos a nuestra empresa.

Por tanto, se otorga el sello de Verificación de la Información Técnica para la ficha Laboratorio de Calibración para Instrumentos de Topografía para el proyecto de tesis, "Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque".


WILLIAMS RAUL GARCIA CHUMACERO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 302264

W. INGENIERIA & TOPOGRAFIA SAC.

Acuña Castillo Darwin
Gerente General


W. INGENIERIA & TOPOGRAFIA SAC.
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 11262

Urb, la estancia, JLO, Provincia de Chiclayo
willian071986@gmail.com
Cel: 986192485

ANEXO 5: Validación por expertos.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON GPS LEICA GS18T						
OPERADO Darwin Acuña Castillo						
Fecha:					Hora:	
Lugar del Levantamiento: Centro poblado la Ensenada del distrito de Santa Rosa, provincia Huaral del departamento Lima - Perú						
Altura de Instrumento:				Número de Puntos de Control:		
Descripción del Equipo						
Nombre:				Código:		
Detalle de la Poligonal Abierta						
Estación	Punto Visado	Este(E)	Norte(N)	Precisión del GPS (señal)	Satélites.	Detalles
Observaciones:						


WILLIAMS RAUL GARCIA CHUMACERO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 302264

W. INGENIERIA & TOPOGRAFIA SAC.

Roberto Mercedes Mirupac
GERENTE GENERAL


CARLOS HUMBERTO ARMAS AGUIRRE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 11262

ANEXO 6: Informe de levantamiento topográfico mediante GPS.

PROYECTO: Levantamiento topográfico para el diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto ha sido realizado por el tesista, Darwin Acuña Castillo. De acuerdo a los términos de referencia establecidos en el referido contrato se han llevado a cabo los trabajos cartográficos requeridos para elaborar planos escala 1:50.

También se ha efectuado un análisis caso a caso para posicionar en estos planos fotogramétricos las concesiones que considera el proyecto. En este informe final se indican las coordenadas UTM y Geográficas, con referencia al Datum Geodésico WGS-84 de las concesiones en su posición final.

En terreno se han realizado mediciones de GPS para apoyar las fotografías aéreas utilizadas en la restitución. También se han efectuado determinaciones de líneas de playa, observaciones de mareas y clasificación de campo.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General:

- Realizar un levantamiento topográfico con GPS, para poder determinar la cartografía del terreno de estudio.

1.2. Objetivo específico:

- unificar de manera precisa los contenidos expuestos dentro de la normativa vigente, para la realización de la guía para levantamientos topográficos con GPS.
- Plantear con respecto a la información recolectada, una guía que simplifique las técnicas y parámetros por los cuales se debe realizar cualquier trabajo en materia de levantamientos topográficos.

2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Existen definiciones de términos que han sido usados con frecuencia en el estudio y que son de importante conocimiento para poder tener una mejor apreciación global de lo realizado. Entre los términos más comúnmente utilizados tenemos:

- **Topografía.** - Procede del griego "topo" = lugar, y "grafos" = dibujo. Es la ciencia que con el auxilio de las matemáticas nos ayuda a representar gráficamente (mediante un dibujo), un terreno o lugar determinado, con todos sus accidentes y particularidades naturales o artificiales de su superficie.
- **Levantamiento topográfico.** - Conjunto de operaciones realizadas sobre el terreno, con los instrumentos adecuados, que posteriormente nos permitirá la confección del Plano de ese lugar o zona. Estas operaciones tienen como finalidad la determinación de datos numéricos suficientes para confeccionar el plano. Como es preciso realizarlas sobre el propio terreno, se las denomina como "trabajo de campo".
- **Registro de Campo y Tipos de Carteras.** - La parte más importante del trabajo de campo es la toma de datos de las mediciones angulares o lineales y su registro correspondiente en unas libretas especiales que se llaman "carteras". Las notas de campo corresponden al registro permanente del levantamiento, se llevan "en limpio" y como tal deben aparecer con toda claridad y pulcritud, deben contener la mayor cantidad de datos, descriptivos, complementarios posibles, para evitar confusiones, y deben tener una interpretación fácil y única por cualquier persona que entienda el trabajo topográfico, ya que es muy común que los cálculos y dibujos sean realizados por personas diferentes a las que hicieron el trabajo de campo.
- **Levantamiento del plano.** - Conjunto de operaciones realizadas con los datos obtenidos en el levantamiento topográfico, que nos permitan

confeccionar un dibujo a escala o plano del lugar que se considera. Como estas se hacen en el estudio u oficina, se las denomina como "trabajo de gabinete".

- **Grado de precisión.** - La precisión representa la posibilidad de repetición entre varias medidas de la misma cantidad. La concordancia entre varios valores medidos de una misma cantidad implica precisión, pero no exactitud.
- **Ángulos verticales.** - Sirve para definir el grado de inclinación de un alineamiento sobre el terreno. Si se toma como referencia la línea horizontal, el ángulo vertical se llama ángulo de pendiente, el cual puede ser positivo o de elevación o negativo o de depresión, y este es el ángulo que se conoce como pendiente de una línea, el cual puede ser expresado tanto en ángulo como en porcentaje.
- **Ángulos horizontales.** - Un ángulo horizontal es el formado por dos líneas rectas situadas en un plano horizontal. El valor del ángulo horizontal se utiliza para definir la dirección de un alineamiento a partir de una línea que se toma como referencia.
- **BM.** - Son los puntos que quedan fijos o permanentes aún después del levantamiento topográfico, antes, durante y después de los trabajos de construcción y que se utilizan conjuntamente con otras referencias para volver a colocar en la misma posición a los
- **Coordenadas UTM.**- Es un sistema de coordenadas basado en la proyección geográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano. A diferencia del sistema de coordenadas tradicional, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

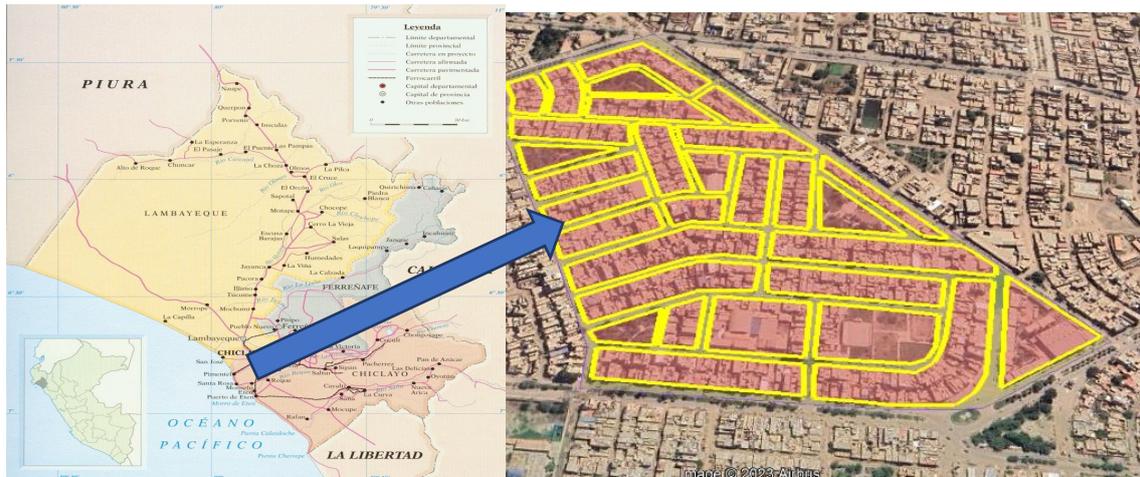
- **Altura, cota.** - La altitud de un punto es la distancia vertical medida desde el nivel medio del mar. Si la distancia vertical se mide desde cualquier otro plano tomado como referencia usualmente se le denomina cota.
- **Curvas de nivel.** - Es el procedimiento que se emplea para poder dibujar y saber interpretar, con cierta exactitud, el relieve del terreno. Existen otros procedimientos para dar idea del relieve, tales como el sombreado con diversos colores, o bien dibujando pequeños montes agrupados o no según la importancia del relieve.
- **Perfil longitudinal.** - Es la intersección de un plano vertical con los horizontales, (que son los que nos dan las curvas de nivel) y, después se hace girar el plano vertical hasta que coincida con el de comparación.
- **Mapas topográficos.** - En los que se representan aspectos físicos del suelo, como los montes, ríos y demás accidentes geográficos.
- **Planos.** - Son las representaciones de una pequeña porción de la superficie terrestre, que solo precisa de operaciones topográficas, para la toma de datos, prescindiendo de la curvatura de la Tierra, en su formación.

3. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

La urb, la primavera etapa II, se encuentra ubicada en la provincia de Chiclayo, del departamento de Lambayeque. Su ubicación geográfica se sitúa en las coordenadas: 6°45'48"S 79°51'13"O.

Figura 1. Plano de Ubicación de la Urbanización la primavera etapa II



Fuente: Google Earths.

Ubicación Política.

Región : Lambayeque
Departamento : Lambayeque
Provincia : Chiclayo
Distrito : Chiclayo
Localidad : urb la primavera

Consideración.

La restitución de los planos 1:50.000 y 1:5.000 ha sido realizada en el Avigorado digital, empleando en el dibujo un sistema de micro estación. La edición y salidas finales se han realizado utilizando AutoCAD 2023 versión estudiantil Para apoyar la interpretación de los fotogramas se ha realizado previamente una clasificación de campo donde además se han actualizado con GPS algunos detalles topográficos importantes que no existían a la fecha de la toma.

4. TRABAJO DE CAMPO

4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Descripción del Sistema GPS

El GPS es una tecnología aeroespacial financiada por el gobierno de los Estados Unidos, con participación de individuos y corporaciones expertos en comunicaciones. La base del sistema es una constelación de 21 satélites y 3 de repuesto ubicados en 6 planos. Cada satélite le da 2 veces diariamente la vuelta al mundo en una órbita fijada aproximadamente a 10,900 millas náuticas, la información que provee es precisa y se transmite en tiempo real.

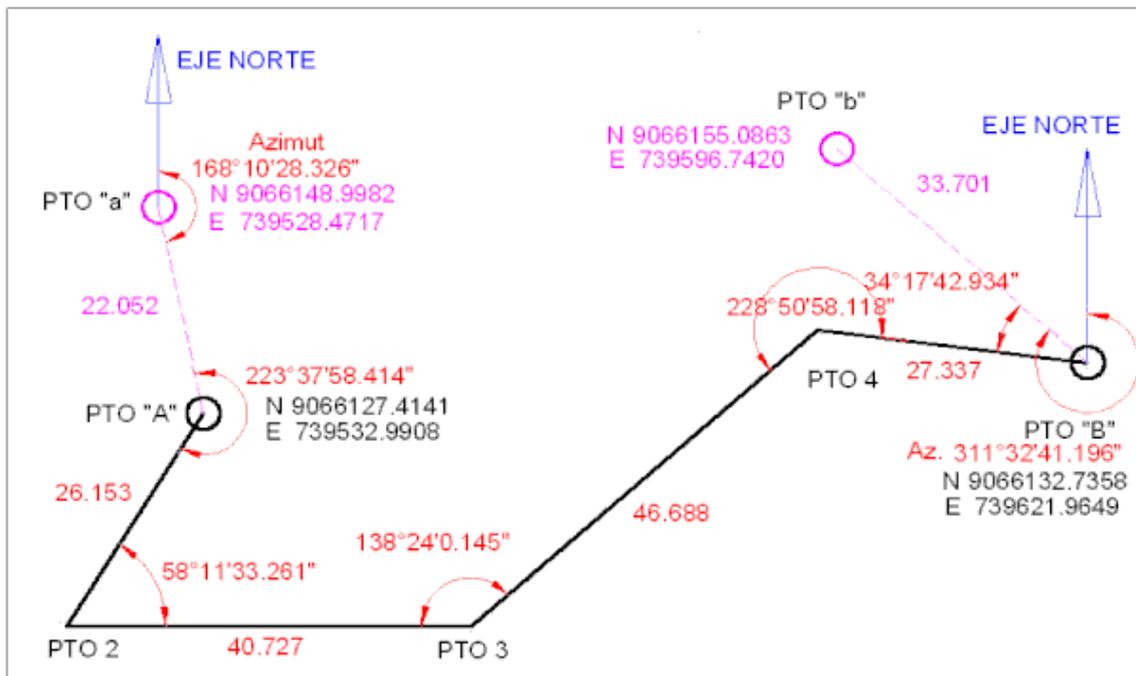
El GPS es muy exacto por ser extremadamente resistente a las inclemencias del tiempo y a las interferencias de las señales de radio en tierra, gracias a las altas frecuencias de transmisión.

Poligonal abierta.

Una poligonal es una serie de líneas consecutivas, cuyas longitudes y direcciones se han determinado a partir de mediciones en campo.

El trazo de una poligonal es la operación de establecer las estaciones de ésta y de hacer las mediciones necesarias, es uno de los procedimientos fundamentales y más utilizados en la práctica para determinar la ubicación relativa entre puntos en el terreno.

Figura 2. Poligonal abierta.

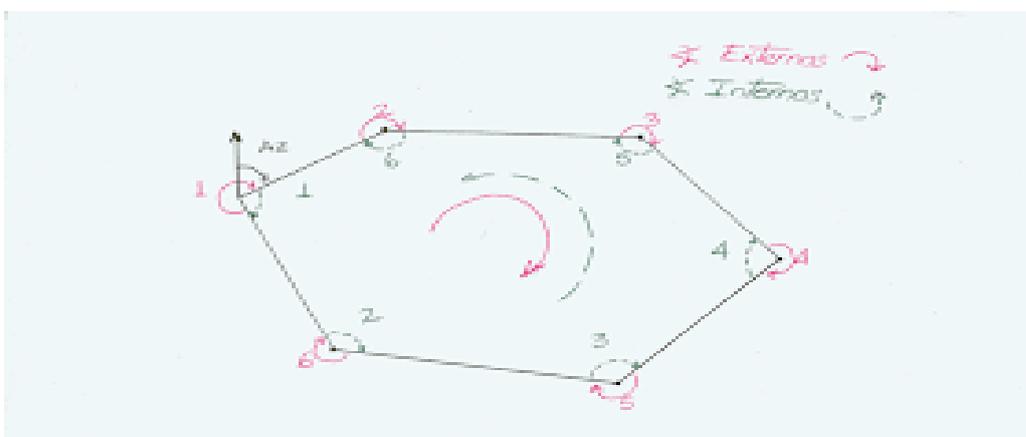


Fuente; Elaboración propia

En una poligonal cerrada, las líneas regresan al punto de partida, formándose así un polígono geométrica y analíticamente cerrado. En este caso, los puntos de partida y de cierre están confundidos. La estación P (de partida) debe estar observada 2 veces.

Este tipo de poligonal se recomienda ser utilizada en levantamiento de predios los cuales son sitios cerrados.

Figura 3. Poligonal cerrada.



Fuente; Elaboración propia

5. TRABAJO DE GABINETE.

Nivelación Geométrica

Con el propósito de contar con puntos de control altimétrico para la labor topográfica, como beneficiar a replanteos de obras posteriores, se optó por elaborar una red de puntos de referencia (BM), localizados alrededor y dentro del área de estudio con un total de 5 puntos excluyendo el BM-1.

Distribución de red de puntos de referencia

Figura 4. Google Earth Y Global Mapper



Fuente: Software Global Mapper.

Figura 5. Plano en AutoCAD



Fuente: Software AutoCAD.

Tabla 2. Cuadro de coordenadas y cotas

PUNTO	ESTE	NORTE
BM-01	626986.8341	9252163.8045
A	626861.3955	9252299.9976
B	626863.806	9252247.019
C	626803.0616	9252065.7238
D	626626.0495	9252074.8998
E	626632.7606	9252129.4718
F	626770.0462	9252132.0063
G	626790.6678	9252203.1083
H	626805.3983	9252253.9205
I	626584.2232	9252275.6498
J	626579.3341	9252225.9103
J1	626579.3341	9252225.9103
K	626815.5351	9252314.0481
L	626590.5973	9252335.8168
LL	626487.6171	9252348.392
M	626512.1932	9252283.0283
N	626518.2518	9252231.8957
O	626509.6949	9252143.8597
P	626384.6001	9252096.7947
Q	626382.9582	9252147.5357
R	626357.1171	9252226.0197
BM-02	626329.0216	9252280.1469

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Traslado de Cota por método de repeticiones.

NIVELACIÓN						
PUNTO	ITERACIÓN	V. ATRÁS	V. ADELANTE	DESNIVEL	DESNIVEL CORREGIDO	COTA (msnm)
BM-02	-	-	-	-	-	25.2
A	I	1.12	1.252	0.132	0.132	25.332
	II	1.143	1.276	0.133		
	III	1.325	1.457	0.132		
B	I	1.38	1.5	0.12	0.12	25.452
	II	1.38	1.5	0.12		
	III	1.356	1.477	0.121		
C	I	1.874	1.413	-0.461	-0.462	24.99
	II	1.814	1.352	-0.462		
	III	1.768	1.306	-0.462		
D	I	1.401	1.71	0.309	0.309	25.299
	II	1.381	1.69	0.309		
	III	1.424	1.733	0.309		
E	I	1.44	1.692	0.252	0.253	25.552
	II	1.483	1.736	0.253		
	III	1.496	1.749	0.253		
F	I	1.34	1.424	0.084	0.083	25.635
	II	1.38	1.463	0.083		
	III	1.405	1.488	0.083		
F'	I	1.554	1.291	-0.263	-0.263	25.372
	II	1.511	1.248	-0.263		
	III	1.586	1.323	-0.263		
G	I	1.392	1.54	0.148	0.148	25.52
	II	1.352	1.501	0.149		
	III	1.532	1.68	0.148		
H	I	1.49	1.567	0.077	0.077	25.597
	II	1.523	1.6	0.077		
	III	1.532	1.61	0.078		
I	I	1.304	1.572	0.268	0.268	25.865
	II	1.34	1.607	0.267		
	III	1.465	1.733	0.268		
J	I	1.664	1.55	-0.114	-0.115	25.75
	II	1.639	1.523	-0.116		

	III	1.723	1.608	-0.115		
K	I	1.83	1.142	-0.688	-0.688	25.062
	II	2.07	1.381	-0.689		
	III	1.901	1.213	-0.688		
L	I	1.32	1.199	-0.121	-0.121	24.941
	II	1.351	1.23	-0.121		
	III	1.298	1.177	-0.121		
LL	I	1.201	1.28	0.079	0.079	25.02
	II	1.243	1.322	0.079		
	III	1.285	1.363	0.078		
M	I	1.664	1.55	-0.114	-0.115	24.905
	II	1.639	1.523	-0.116		
	III	1.723	1.608	-0.115		
N	I	0.954	1.642	0.688	0.688	25.593
	II	0.992	1.681	0.689		
	III	1.025	1.713	0.688		
O	I	1.32	1.199	-0.121	-0.121	25.472
	II	1.351	1.23	-0.121		
	III	1.298	1.177	-0.121		
LL	I	1.201	1.28	0.079	0.079	25.551
	II	1.243	1.322	0.079		
	III	1.285	1.363	0.078		
M	I	1.12	1.252	0.132	0.132	25.683
	II	1.143	1.276	0.133		
	III	1.325	1.457	0.132		
N	I	1.38	1.5	0.12	0.12	25.803
	II	1.38	1.5	0.12		
	III	1.356	1.477	0.121		
O	I	1.874	1.413	-0.461	-0.462	25.341
	II	1.814	1.352	-0.462		
	III	1.768	1.306	-0.462		
	I	1.46	1.273	-0.187	-0.186	25.155
(BM)-02	II	1.502	1.317	-0.185		
	III	1.468	1.281	-0.187		

PROMEDO

25.397

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, la urbanización la primavera etapa II, presenta una topografía semiplana con pendientes menores a 0.3 %, localizado en zona urbana y la altitud promedio del terreno es de 26.20 m.s.n.m.

ANEXO 7: Acreditación de la empresa "ABC Geotechnical consulting" por parte de INACAL.



ANEXO 8: Ensayos de laboratorio (mecánica de suelos).

GEOTECHNICAL CONSULTING S.A.S



CERTIFICADO

Solicitante: Darwin Acuña Castillo


ROBIN ROJAS RODRIGUEZ
Ingeniero Civil
CIP N° 258495


Geotechnical Consulting
Ing. Gustavo Cárdenas Olivera


WILLIAM ROLDÁN SÁNCHEZ
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 302254

Av, Bolognesi
hdgarcia@geotechnicalconsulting.org



CALICATA 1

Geotechnical Consulting S.A.S CARACTERIZACION DEL SUELO

PROYECTO : Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

SOLICITADO : DARWIN ACUÑA CASTILLO

UBICACIÓN : AV. BELAUDE Y VALDMEZO, LA PRIMAVERA, CHICLAYO

CALICATA : C-1

DIRECCION : MZ. G LOTE 5

FECHA : 02/09/2023

MUESTRA : M-1

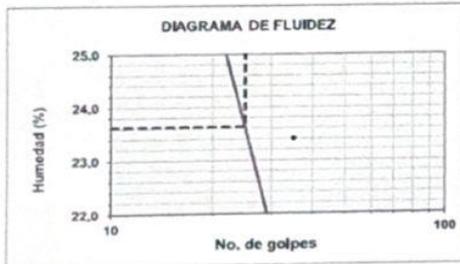
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)				
	APERTURA (mm)	Peso ret (gr)	RET. (%)	RET. ACUM (%)	PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.00
3/4"	19.050				100.00
1/2"	12.700				100.00
3/8"	9.525	0.73	0.12	0.12	99.88
N°4	4.760	2.76	0.45	0.57	99.43
N°10	2.000	3.65	0.60	1.18	98.82
N°16	1.190	11.22	1.85	3.02	96.98
N°20	0.840	24.34	4.01	7.03	92.97
N°30	0.590	96.34	15.87	22.90	77.10
N°40	0.426	123.63	20.37	43.27	56.73
N°60	0.177	178.90	29.47	72.74	27.26
N°100	0.149	128.23	21.12	93.87	6.13
N°200	0.074	35.09	5.78	99.65	0.35
Bandeja		2.14	0.35	100.00	

607.030



FINOS = 0.35% ARENA = 99.07% GRAVA = 0.57%



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (96)			LIMITE PLASTICO NPT 339.129 (96)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No					
CAPSULA No	73	83	82	145.00	156.00
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	124.00	145.00	156.00	76.00	84.00
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	79	99.00	87.00	69.00	72.00
PESO AGUA gr.	45.00	46.00	69.00	7.00	12.00
PESO DE LA CAPSULA gr.	N.	P.		N.	P.
PESO SUELO SECO gr.	34.00	53.00	18.00	62.00	60.00
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	18.45	19.03	18.30	19.03	18.30
NUMERO DE GOLPES	15	27	35	27	35

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) NPT 339.127 (98)			
LIMITE LIQUIDO (%)	N.P.	CLASIFICACION	
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	SUCS	NTP 339.135 (99) SP
INDICE PLASTICIDAD (%)		AASHTO	NTP 339.134 (99) A-5(9)

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA									
CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES	correcta	
LIMITE LIQUIDO									
1	120.4	116.8	3.6	35	81.8	30.5	15	29.03	23.6
2	112.34	89.3	23.04	35	54.3	18.0	27	22.81	23.6
3	124.6	103.1	21.5	35	68.1	23.4	35	20.06	25.0
4	115	103.3	11.7	35	68.3	17.1	28	20.94	
LIMITE PLASTICO									
1	44.6	38.1	6.5	10	28.1	23.1	10	10	
2	37.5	30.2	7.3	10	20.2	36.1	20	20	
3	35.2	25.1	10.1	10	15.1	66.9	30	30	
CONTRACCION LINEAL									
LONGITUD MOLDE (mm)	LONGITUD BARRA MATERIAL SECO (mm)		CONTRACCION LINEAL (%)						
100	97		3						

10	L.L. (%)	22.3
25	L.P. (%)	42.1
25	I.P. =	20.1
	C.L. (%)	3.0

El Progreso No 1125, Urb. la Estancia, Chiclayo-Lambayeque

Geotechnical Consulting
Ingeniero Civil
CIP N° 25429

Geotechnical Consulting
Ing. Gustavo Cárdenas Olvera

WILLIAM RALLGARCIA CHACABO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 30224



CALICATA 2

Geotechnical Consulting S.A.S CARACTERIZACION DEL SUELO

PROYECTO : Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

SOLICITADO : DARWIN ACUÑA CASTILLO

UBICACIÓN : AV. BELAUDE Y VALDMEZO, LA PRIMAVERA, CHICLAYO

CALICATA : C-2

DIRECCION : MZ. G LOTE 08

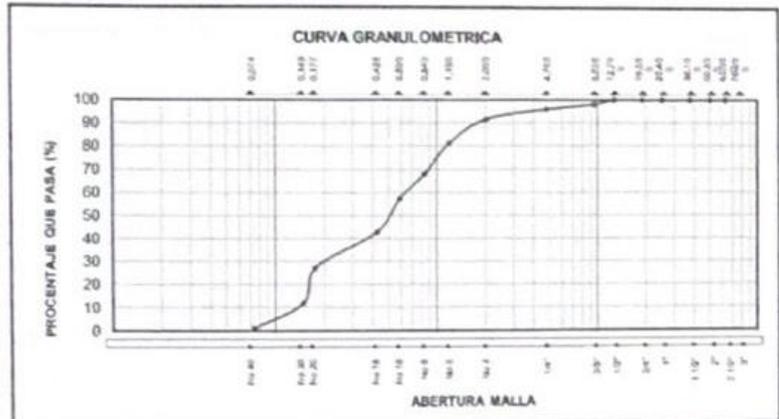
TEC : M.C.A

FECHA : 25/09/2023

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

MUESTRA : M-1

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.129 (98)				
	APERTURA (mm)	Peso ret (gr)	RET. (%)	RET. ACUM (%)	PASA (%)
3"	76,200				
2 1/2"	63,500				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				100.00
3/4"	19,050				100.00
1/2"	12,700				100.00
3/8"	9,525	5,95	1,90	1,90	98,10
N°4	4,760	6,93	2,21	4,11	95,89
N°10	2,000	14,00	4,46	8,57	91,43
N°16	1,190	32,00	10,20	18,77	81,23
N°20	0,840	41,32	13,17	31,95	68,05
N°30	0,590	33,34	16,63	42,58	57,42
N°40	0,426	45,63	14,55	57,12	42,88
N°60	0,177	48,76	15,55	72,67	27,33
N°100	0,149	48,23	15,38	88,05	11,95
N°200	0,074	34,09	10,87	98,92	1,08
Bandeja		3,40	1,08	100,00	
		313,650			



FINOS = 1,08% ARENA = 94,81% GRAVA = 4,11%



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (98)			LIMITE PLASTICO NPT 339.129 (98)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No					
CAPSULA No	73	83	82	145,00	158,00
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr	124,00	145,00	158,00	78,00	84,00
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr	79	99,00	87,00	69,00	72,00
PESO AGUA gr	45,00	46,00	69,00	7,00	12,00
PESO DE LA CAPSULA gr		N.	P.	N.	P.
PESO SUELO SECO gr	34,00	53,00	18,00	62,00	60,00
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	18,45	19,03	18,30	19,03	18,30
NUMERO DE COLPES	15	27	35	27	35

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)	NPT 339.127 (98)		
LIMITE LIQUIDO (%)	N.P	CLASIFICACION	
LIMITE PLASTICO (%)	N.P	SUCS	NTP 339.135 (99) SP
INDICE PLASTICIDAD (%)		AASHTO	NTP 339.134 (99) A-7(6)

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA							
CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
LIMITE LIQUIDO							
1	100,4	98,8	1,6	35	63,8	33,0	15
2	110	96	14	35	6,1	18,0	27
3	138,6	99,1	39,5	35	64,1	25,0	35
4	95	83,3	11,7	35	48,3	24,2	28
LIMITE PLASTICO							
1	33,6	19,1	14,5	10	9,1	159,3	10
2	32,5	19,9	12,6	10	9,9	127,3	20
3	28	20,1	7,9	10	10,1	78,2	30
CONTRACCION LINEAL							
LONGITUD MOLDE (mm)	LONGITUD BARRA MATERIAL SECO (mm)		CONTRACCION LINEAL (%)				
100	97						

24.9	24.9	25.0
10	L.L. (%)	25.1
25	L.P. (%)	121.6
25	I.P. =	20.1
	C.L. (%)	3.0

El Progreso No 1125, Urb. la Estancia, Chiclayo-Lambayeque

[Signature]
Ingeniero Civil
CIP N° 28845

Geotechnical Consulting
Ing. Gustavo Carrasco Olivera

[Signature]
WILSON RAUJERCA OLIVERA
INGENIERO CIVIL
REG. GIP N° 362264



CALICATA 3

Geotechnical Consulting S.A.S CARACTERIZACION DEL SUELO

PROYECTO : Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

SOLICITADO : DARWIN ACUÑA CASTILLO

UBICACIÓN : AV. BELAUDE Y VALDIVIEZO, LA PRIMAVERA, CHICLAYO

CALICATA : C-1

DIRECCION : MZ. G LOTE 08

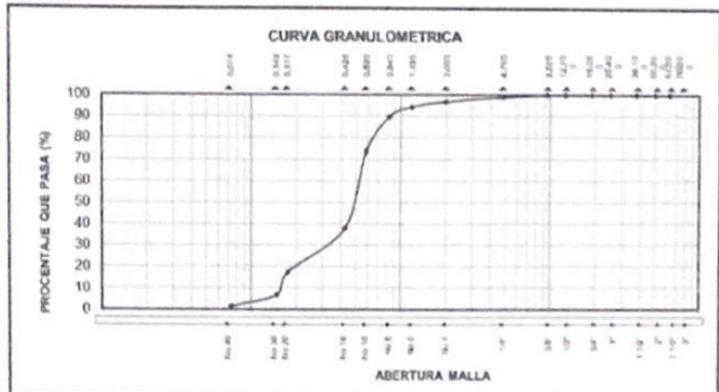
FECHA : 25/09/2023

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

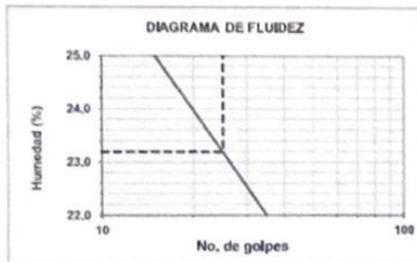
MUESTRA : M-1

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP 339.128 (99)				
	APERTURA (mm)	Peso ret (gr)	RET. (%)	RET. ACUM (%)	PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.00
3/4"	19.050				100.00
1/2"	12.700				100.00
3/8"	9.525				100.00
N°4	4.760	2.34	1.12	1.12	98.88
N°10	2.000	4.34	2.08	3.20	96.80
N°16	1.190	5.22	2.50	5.71	94.29
N°20	0.840	9.34	4.48	10.19	89.81
N°30	0.590	33.34	16.00	26.19	73.81
N°40	0.426	74.63	35.81	61.99	38.01
N°80	0.177	42.76	20.52	82.51	17.49
N°100	0.149	22.23	10.67	93.17	6.83
N°200	0.074	11.09	5.32	98.49	1.51
Bandeja		3.14	1.51	100.00	

208.430



FINOS = 1.51% ARENA = 97.37% GRAVA = 1.12%



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (98)			LIMITE PLASTICO NTP 339.129 (98)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No	73	83	62	145.00	156.00
CAPSULA No	73	83	62	76.00	84.00
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	124.00	145.00	156.00	69.00	72.00
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	79	99.00	87.00	7.00	12.00
PESO AGUA gr.	45.00	46.00	69.00	N.	P.
PESO DE LA CAPSULA gr.				N.	P.
PESO SUELO SECO gr.	34.00	53.00	18.00	62.00	60.00
CONTENIDO DE HUMEDAD %	18.45	19.03	18.30	19.63	18.30
NUMERO DE COLPES	15	27	35	27	35

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) NTP 339.127 (98)			
LIMITE LIQUIDO (%)	N.P.	CLASIFICACION	
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	SUCS	NTP 339.135 (99) SP
INDICE PLASTICIDAD (%)		AASHTO	NTP 339.134 (99) A-5(9)

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA								
CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES	
LIMITE LIQUIDO								
1	90.4	86.8	3.6	35	51.8	26.5	15	25.00
2	110	96	14	35	61	18.0	27	22.91
3	104.6	99.1	5.5	35	64.1	25.4	35	21.99
4	95	83.3	11.7	35	48.3	24.2	28	23.19
LIMITE PLASTICO								
1	32.6	24.1	8.5	10	14.1	60.3	10	10
2	27.5	21.2	6.3	10	11.2	56.3	20	20
3	28.2	25.1	3.1	10	15.1	20.5	30	30
CONTRACCION LINEAL								
LONGITUD MOLDE (mm)	LONGITUD BARRA MATERIAL SECO (mm)		CONTRACCION LINEAL (%)					
100	97		3					

23.2 23.2 25.0
 10 L.L. (%) 23.5
 25 L.P. (%) 45.7
 25 L.P._u 20.1
 C.L. (%) 3.0

El Progreso No 1125, Urb. la Estancia, Chiclayo- Lambayeque

INGENIERO CIVIL
 MIREN ROSARIO PERAZZA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 26895

Geotechnical Consulting
 Ing. Gustavo Cárdenas Uliviera

INGENIERO CIVIL
 WILLIAM PALACIOS DEMACRO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 30294



CALICATA 4

Geotechnical Consulting S.A.S CARACTERIZACION DEL SUELO

PROYECTO : Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

SOLICITADO : DARWIN ACUÑA CASTILLO

UBICACIÓN : AV. BELAUDE Y VALDIVEZO, LA PRIMAVERA, CHICLAYO

CALICATA : C-1

DIRECCION : MZ. G LOTE 08

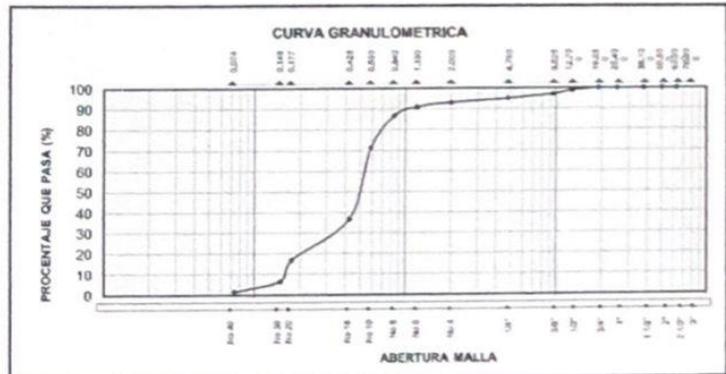
FECHA : 25/09/2023

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP 339.128 (99)				
	APERTURA (mm)	Peso ret (gr)	RET. (%)	RET. ACUM (%)	PASA (%)
3"	76,200				
2 1/2"	63,500				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				100.00
3/4"	19,050				100.00
1/2"	12,700	2.50	1.16	1.16	98.84
3/8"	9,525	3.95	1.83	2.99	97.01
N°4	4,760	4.34	2.01	5.00	95.00
N°10	2,000	4.34	2.01	7.00	93.00
N°16	1,190	4.34	2.01	9.01	90.99
N°20	0,840	9.34	4.32	13.34	86.66
N°30	0,590	33.34	15.44	28.77	71.23
N°40	0,426	74.63	34.55	63.32	36.68
N°60	0,177	42.76	19.80	83.12	16.88
N°100	0,149	22.23	10.29	93.41	6.59
N°200	0,074	11.09	5.13	98.55	1.45
Bandeja		3.14	1.45	100.00	

216.000



FINOS = 1.45% ARENA = 93.55% GRAVA = 5.00%



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (96)			LIMITE PLASTICO NPT 339.129 (96)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No					
CAPSULA No	73	83	82	145.00	158.00
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	124.00	145.00	158.00	78.00	84.00
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	79	99.00	87.00	89.00	72.00
PESO AGUA gr.	45.00	46.00	69.00	7.00	12.00
PESO DE LA CAPSULA gr.	N.L.	N.L.	N.L.	N.L.	N.L.
PESO SUELO SECO gr.	34.00	53.00	18.00	82.00	60.00
CONTENIDO DE HUMEDAD %	18.45	19.03	18.30	18.63	18.30
NUMERO DE GOLPES	15	27	35	27	35

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) NPT 339.127 (98)			
LIMITE LIQUIDO (%)	N.P.	CLASIFICACION	
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	SUCS	NTP 339.135 (99) SP
INDICE PLASTICIDAD (%)		AASHTO	NTP 339.134 (99) A-5(9)

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA							
CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (gr)	W _s + CRISTAL (gr)	W AGUA (gr)	W CRISTAL (gr)	W _s (gr)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
LIMITE LIQUIDO							
1	90.4	86.8	3.6	35	51.8	26.5	15
2	110	96	14	35	61	18.0	27
3	104.6	99.1	5.5	35	64.1	25.4	35
4	95	83.3	11.7	35	48.3	24.2	28
LIMITE PLASTICO							
1	32.6	24.1	8.5	10	14.1	60.3	10
2	27.5	21.2	6.3	10	11.2	56.3	20
3	28.2	25.1	3.1	10	15.1	20.5	30
CONTRACCION LINEAL							
LONGITUD MOLDE (mm)	LONGITUD BARRA MATERIAL SECO (mm)		CONTRACCION LINEAL (%)				
100	97		3				

23.2	23.2	25.0
10	L.L. (%)	23.5
25	L.P. (%)	45.7
25	L.P. _u	20.1
	C.L. (%)	3.0

El Progreso No 1125, Urb. la Estancia, Chiclayo- Lambayeque

[Signature]
INGENIERO CIVIL
CIP N° 263493

Geotechnical Consulting
Ing. Gustavo Cárdenas Ulloa

[Signature]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 302284

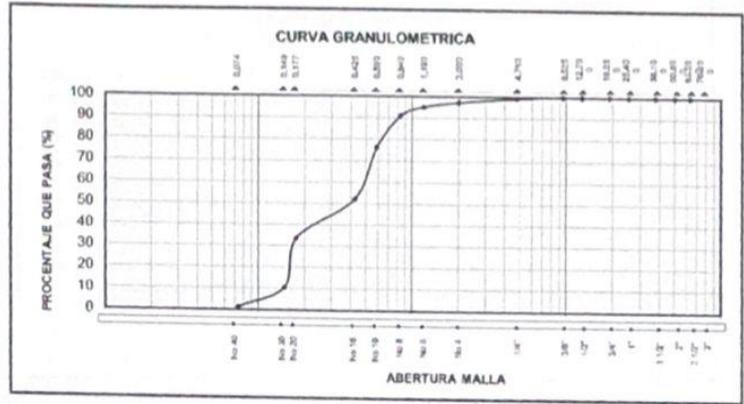


CALICATA 5

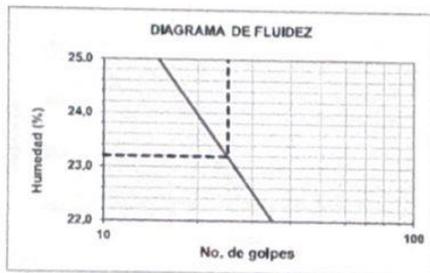
Geotechnical Consulting S.A.S CARACTERIZACION DEL SUELO

PROYECTO : Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.
SOLICITADO : DARWIN ACUÑA CASTILLO
UBICACIÓN : AV. BELAUDE Y VALDIVIEZO, LA PRIMAVERA, CHICLAYO
CALICATA : C-1
DIRECCION : MZ. G LOTE 08
FECHA : 25/09/2023
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD : 0,00 - 1,50 m.

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP 339.128 (99)				
	APERTURA (mm)	Peso ret (gr)	RET. (%)	RET. ACUM (%)	PASA (%)
3"	76,200				
2 1/2"	63,500				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				100,00
3/4"	19,050				100,00
1/2"	12,700				100,00
3/8"	9,525				100,00
N°4	4,760	1,76	0,77	0,77	99,23
N°10	2,000	4,34	1,90	2,68	97,32
N°16	1,190	5,22	2,29	4,97	95,03
N°20	0,840	9,34	4,10	9,07	90,93
N°30	0,590	33,34	14,63	23,70	76,30
N°40	0,426	54,63	23,98	47,68	52,32
N°60	0,250	42,76	18,77	66,44	33,56
N°100	0,149	52,23	22,92	89,37	10,63
N°200	0,074	21,09	9,26	98,62	1,38
Bandeja		3,14	1,38	100,00	
		227,850			



FINOS = 1,38% **ARENA = 97,85%** **GRAVA = 0,77%**



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (96)			LIMITE PLASTICO NTP 339.129 (96)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No					
CAPSULA No	73	83	82	145,00	156,00
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	124,00	145,00	156,00	76,00	84,00
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	79	99,00	87,00	89,00	72,00
PESO AGUA gr.	45,00	46,00	69,00	7,00	12,00
PESO DE LA CAPSULA gr.		N.	P.	N.	P.
PESO SUELO SECO gr.	34,00	53,00	18,00	82,00	60,00
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	18,45	19,03	18,30	19,03	18,30
NUMERO DE CO. PES	15	27	35	27	35

RESULTADOS DE ENSAYOS		
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) NTP 339.127 (96)		
LIMITE LIQUIDO (%)	N,P	CLASIFICACION
LIMITE PLASTICO (%)	N,P	SUCS NTP 339.135 (99) SP
INDICE PLASTICIDAD (%)		AASHTO NTP 339.134 (99) A-5(9)

DETERMINACIÓN DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA								
CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES	correcta
LIMITE LIQUIDO								
1	90,4	86,8	3,6	35	51,8	26,5	15	25,00
2	110	101	9	35	66	18,0	27	22,91
3	104,6	79,1	25,5	35	44,1	25,4	35	21,99
4	95	73,3	21,7	35	38,3	56,7	28	32,28
LIMITE PLASTICO								
1	32,6	28,1	4,5	10	18,1	24,9		10
2	27,5	21,2	6,3	10	11,2	56,3		20
3	28,2	22,1	6,1	10	12,1	50,4		30
CONTRACCION LINEAL								
LONGITUD MOLDE (mm)	LONGITUD BARRA MATERIAL SECO (mm)		CONTRACCION LINEAL (%)					
100	97							3

23,2 23,2 25,0
 10 L.L. (%) 31,6
 25 L.P. (%) 43,8
 25 I.P. = 20,7
 C.L. (%) = 3,0

El Progreso No 1125, Urb. la Estancia, Chiclayo - Lambayeque

INGENIERO CIVIL
 CIP N° 26495

Geotechnical Consulting
 Ing. Gustavo Cárdenas Olvera

WILHELMO GARCIA DANCERO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 302264



CALICATA 6

Geotechnical Consulting S.A.S CARACTERIZACION DEL SUELO

PROYECTO : Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

SOLICITADO : DARWIN ACUÑA CASTELLO

UBICACIÓN : AV. BELAUDE Y VALDMEZO, LA PRIMAVERA, CHICLAYO

CALICATA : C- 6

DIRECCION : MZ. F LOTE 2

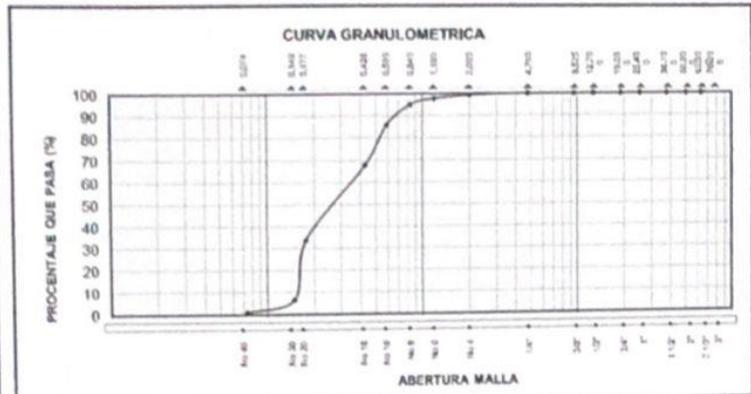
FECHA : 29/09/2023

MUESTRA : M-1

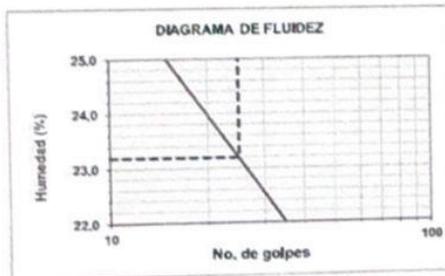
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (98)				
	APERTURA (mm)	Peso ret (gr)	RET. (%)	RET. ACUM (%)	PASA (%)
3"	76,200				
2 1/2"	63,500				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				100.00
3/4"	19,050				100.00
1/2"	12,700				100.00
3/8"	9,525				100.00
N°4	4,760				100.00
N°10	2,000	2,65	0,73	0,73	99,27
N°16	1,190	5,22	1,45	2,18	97,82
N°20	0,840	9,34	2,59	4,77	95,23
N°30	0,590	33,34	9,24	14,01	85,99
N°40	0,426	65,63	18,18	32,19	67,81
N°80	0,177	122,30	33,88	66,07	33,93
N°100	0,149	98,23	27,22	93,29	6,71
N°200	0,074	21,09	5,84	99,13	0,87
Bandeja		3,14	0,87	100,00	

360.940



FINOS = 0.87% ARENA = 99.13% GRAVA =



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP. 339.129 (98)			LIMITE PLASTICO NPT. 339.129 (98)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.				145.00	158.00
CAPSULA No.	73	83	82	78.00	84.00
PE-SO DE CAPSULA + SUELO HUMIDO gr.	124.00	145.00	158.00	69.00	72.00
PE-SO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	79	99.00	87.00	7.00	12.00
PE-SO AGUA gr.	45.00	46.00	69.00	N.	P.
PE-SO DE LA CAPSULA gr.		N.	P.	82.00	60.00
PE-SO SUELO SECO gr.	34.00	53.00	18.00	19.03	18.30
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	18.45	19.03	18.30	27	35
NUMERO DE GOLPES	15	27	35		

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) NPT. 339.127 (98)			
LIMITE LIQUIDO (%)	N.P.	CLASIFICACION	
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	SUCS	NTP. 339.135 (99) SP
INDICE PLASTICIDAD (%)		AASHTO	NTP. 339.134 (99) A-5(B)

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA							
CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
LIMITE LIQUIDO							
1	90.4	86.8	3.6	35	51.8	26.5	15
2	110	101	9	35	66	18.0	27
3	104.6	79.1	25.5	35	44.1	25.4	35
4	95	73.3	21.7	35	38.3	56.7	28
LIMITE PLASTICO							
1	32.6	28.1	4.5	10	18.1	24.9	10
2	29.5	21.2	8.3	10	11.2	74.1	20
3	25.2	22.1	3.1	10	12.1	25.6	30
CONTRACCION LINEAL							
LONGITUD MOLDE (mm)	LONGITUD BARRA MATERIAL SECO (mm)		CONTRACCION LINEAL (%)				
100	97				3		

23.2	23.2	25.0
10	L.L. (%)	31.6
25	L.P. (%)	41.5
25	I.P. =	20.1
	C.L. (%)	3.0

El Progreso No 1125, Urb. la Estancia, Chiclayo- Lambayeque

Geotechnical Consulting S.A.S.
Ingeniero Civil
CIP N° 28485

Geotechnical Consulting
Ingeniero Civil
Ing. Gustavo Cardenas Olivera

INGENIERO CIVIL
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36524



CALICATA 7

Geotechnical Consulting S.A.S CARACTERIZACION DEL SUELO

PROYECTO : Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

SOLICITADO : DARWIN ACUÑA CASTILLO

UBICACIÓN : AV. TREBOLES, LA PRIMAVERA, CHICLAYO

CALICATA : C-6

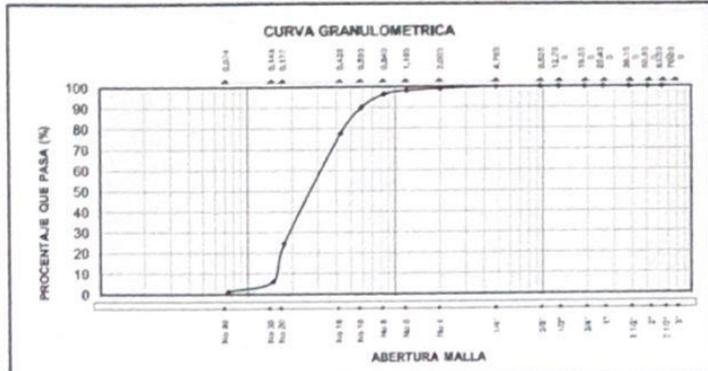
DIRECCION : MZ. B LOTE 3

FECHA : 29/09/2023

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

MUESTRA : M-1

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP 339.128 (99)				
	APERTURA (mm)	Peso ret (gr)	RET. (%)	RET. ACUM (%)	PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.00
3/4"	19.050				100.00
1/2"	12.700				100.00
3/8"	9.525				100.00
N°4	4.760	0.76	0.14	0.14	99.86
N°10	2.000	3.65	0.69	0.84	99.16
N°16	1.190	5.22	0.99	1.83	98.17
N°20	0.840	9.34	1.77	3.60	96.40
N°30	0.590	33.34	6.32	9.92	90.08
N°40	0.426	65.63	12.45	22.37	77.63
N°60	0.250	117.90	22.89	45.26	54.74
N°100	0.149	98.23	18.63	63.89	36.11
N°200	0.074	25.09	4.76	68.65	31.35
Bandeja		7.14	1.35	100.00	
		527.300			



FINOS = 1.35% ARENA = 98.50% GRAVA = 0.14%



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.29 (99)			LIMITE PLASTICO NPT 339.129 (99)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No	73	83	82	145.00	156.00
CAPSULA No	124.00	145.00	156.00	76.00	84.00
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	79	99.00	87.00	69.00	72.00
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	45.00	46.00	89.00	7.00	12.00
PESO AGUA gr.		N.	P.	N.	P.
PESO DE LA CAPSULA gr.	34.00	53.00	18.00	62.00	60.00
PESO SUELO SECO gr.	18.45	19.03	18.30	19.03	18.30
CONTENIDO DE HUMEDAD %	15	27	35	27	35
NUMERO DE GO. PLS					

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) NPT 339.127 (99)			
LIMITE LIQUIDO (%)	N.P	CLASIFICACION	
LIMITE PLASTICO (%)	N.P	SUCS	NTP 339.135 (99) SP
INDICE PLASTICIDAD (%)		AASHTO	NTP 339.134 (99) A-5(9)

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA								
CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W ₀ + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES	
LIMITE LIQUIDO								
1	120.4	86.8	33.6	35	51.8	26.5	15	25.00
2	110	101	9	35	66	18.0	27	22.91
3	104.6	79.1	25.5	35	44.1	25.4	35	21.99
4	95	73.3	21.7	35	38.3	56.7	28	32.28
LIMITE PLASTICO								
1	32.6	28.1	4.5	10	18.1	24.9	10	10
2	39.5	31.2	8.3	10	21.2	39.2	20	20
3	25.2	22.1	3.1	10	12.1	25.6	30	30
CONTRACCION LINEAL								
LONGITUD MOLDE (mm)	LONGITUD BARRA MATERIAL SECO (mm)		CONTRACCION LINEAL (%)					
100	97		3					

23.2 23.2 25.0

10 L.L. (%) 31.6

25 L.P. (%) 29.9

25 I.P. (%) 20.1

30 C.L. (%) 3.0

El Progreso No 1125, Urb. la Estancia, Chiclayo-Lambayeque

[Signature]
ROSA ROSALES RODRIGUEZ
Ingeniero Civil
CIP N° 25853

[Logo]
Geotechnical Consulting
Ing. Gustavo Cárdenas Olvera

[Signature]
WILLIAM FALGARCIA CHEMICO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 30254



CALICATA 8

Geotechnical Consulting S.A.S CARACTERIZACION DEL SUELO

PROYECTO : Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

SOLICITADO : DARWIN ACUÑA CASTILLO

UBICACIÓN : AV. TREBOLES, LA PRIMAVERA, CHICLAYO

CALICATA : C- 6

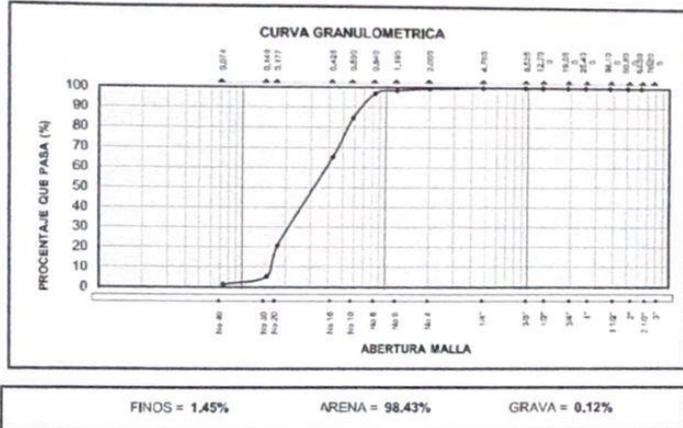
DIRECCION : MZ. B LOTE 3

FECHA : 29/09/2023

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0,00 - 1,50 m.

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)			
	APERTURA (mm)	Peso ret (gr)	RET. (%)	RET. ACUM (%)
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			100.00
3/4"	19.050			100.00
1/2"	12.700			100.00
3/8"	9.525			100.00
N°4	4.760	0.76	0.12	0.12
N°10	2.000	3.65	0.58	0.70
N°16	1.190	5.22	0.83	1.53
N°20	0.840	9.34	1.48	3.01
N°30	0.590	76.34	12.11	15.12
N°40	0.425	123.63	19.61	34.74
N°60	0.250	278.90	44.25	78.98
N°100	0.149	98.23	15.58	94.57
N°200	0.074	25.09	3.98	98.55
Bandeja		9.14	1.45	100.00
630.300				



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (96)			LIMITE PLASTICO NPT 339.129 (96)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No					
CAPSULA No	73	83	82	145.00	156.00
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	124.00	145.00	156.00	78.00	84.00
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	79	99.00	87.00	69.00	72.00
PESO AGUA gr.	45.00	46.00	69.00	7.00	12.00
PESO DE LA CAPSULA gr.		N.L.	P.	N.L.	P.
PESO SUELO SECO gr.	34.00	53.00	18.00	62.00	60.00
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	18.45	19.03	18.30	19.03	18.30
NUMERO DE GOLPES	15	27	35	27	35

RESULTADOS DE ENSAYOS	
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)	NPT 339.127 (96)
LIMITE LIQUIDO (%)	N.P. CLASIFICACION
LIMITE PLASTICO (%)	N.P. SUCS NTP 339.135 (99) SP
INDICE PLASTICIDAD (%)	AASHTO NTP 339.134 (99) A-5(9)

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA									
CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES	comple	
LIMITE LIQUIDO									
1	120.4	116.8	3.6	35	81.8	26.5	15	25.00	10 L.L. (%) 31.6
2	110	101	9	35	66	18.0	27	22.91	25 L.P. (%) 42.6
3	114.6	109.1	5.5	35	74.1	25.4	35	21.99	25 I.P. = 20.1
4	95	73.3	21.7	35	38.3	56.7	28	32.28	25 C.L. (%) 3.0
LIMITE PLASTICO									
1	35.6	28.1	7.5	10	18.1	41.4	10	10	
2	37.5	31.2	6.3	10	21.2	29.7	20	20	
3	35.2	26.1	9.1	10	16.1	56.5	30	30	
CONTRACCION LINEAL									
LONGITUD MOLDE (mm)	LONGITUD BARRA MATERIAL SECO (mm)		CONTRACCION LINEAL (%)						
100	97		3						

El Progreso No 1125, Urb. la Estancia, Chiclayo-Lambayeque

Rosario Rojas Rodriguez
Ingeniera Civil
CIP N° 25495

Geotechnical Consulting
Ing. Gustavo Carrasco Olvera

William Pallas Garcia
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 302254



CALICATA 9

Geotechnical Consulting S.A.S CARACTERIZACION DEL SUELO

PROYECTO : Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

SOLICITADO : DARWIN ACUÑA CASTILLO

UBICACIÓN : AV. LORA Y LORA, LA PRIMAVERA, CHICLAYO

CALICATA : C-9

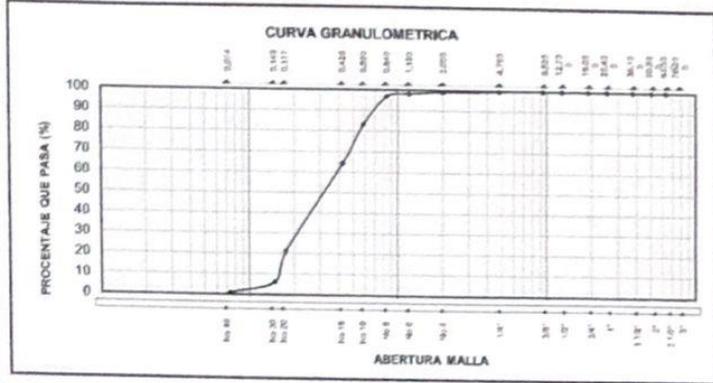
DIRECCION : MZ. B LOTE 3

FECHA : 05/10/2023

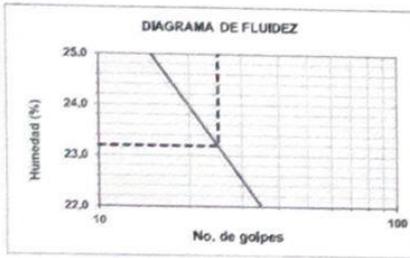
MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m.

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)				
	APERTURA (mm)	Peso ret (gr)	RET. (%)	RET. ACUM (%)	PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.00
3/4"	19.050				100.00
1/2"	12.700				100.00
3/8"	9.525				100.00
Nº4	4.750	2.76	0.43	0.43	99.57
Nº10	2.000	3.65	0.56	0.99	99.01
Nº16	1.190	5.22	0.81	1.79	98.21
Nº20	0.840	9.34	1.44	3.23	96.77
Nº30	0.590	86.34	13.32	16.55	83.45
Nº40	0.426	123.63	19.07	35.62	64.38
Nº60	0.250	278.90	43.02	78.64	21.36
Nº100	0.149	98.23	15.15	93.79	6.21
Nº200	0.074	35.09	5.41	99.21	0.79
Bandeja		5.14	0.79	100.00	
		648.300			



FINOS = 0.79% ARENA = 98.78% GRAVA = 0.43%



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP. 339.129 (99)			LIMITE PLASTICO NPT. 339.129 (99)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No	73	83	82	145.00	158.00
CAPSULA No	124.00	145.00	158.00	76.00	84.00
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	79	99.00	87.00	69.00	72.00
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	45.00	46.00	69.00	7.00	12.00
PESO AGUA gr.	NL	P.	NL	P.	P.
PESO DE LA CAPSULA gr.	34.00	53.00	18.00	62.00	60.00
PESO SUELO SECO gr.	18.45	19.03	18.30	19.03	18.30
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	15	27	35	27	35
NUMERO DE GOLPES					

RESULTADOS DE ENSAYOS			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%) NPT 339.127 (99)			
LIMITE LIQUIDO (%)	N.P.	CLASIFICACION	
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	SUCS	NTP 339.135 (99) SP
INDICE PLASTICIDAD (%)		AASHTO	NTP 339.134 (99) A-5(0)

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA									
CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES	comprobado	
LIMITE LIQUIDO									
1	120.4	116.8	3.6	35	81.8	26.5	15	25.00	23.2
2	110	101	9	35	66	18.0	27	22.91	23.2
3	124.6	109.1	15.5	35	74.1	25.4	35	21.99	25.0
4	95	73.3	21.7	35	38.3	56.7	28	32.28	25.0
LIMITE PLASTICO									
1	34.6	28.1	6.5	10	18.1	35.9	10	10	
2	37.5	31.2	6.3	10	21.2	29.7	20	20	
3	35.2	26.1	9.1	10	16.1	56.5	30	30	
CONTRACCION LINEAL									
LONGITUD MOLDE (mm)	LONGITUD BARRA MATERIAL SECO (mm)		CONTRACCION LINEAL (%)						
100	97		3						

El Progreso No 1125, Urb. la Estancia, Chiclayo- Lambayeque

[Signature]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 25885

Geotechnical Consulting
Ing. Gustavo Cárdenas Olivares

[Signature]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 30254

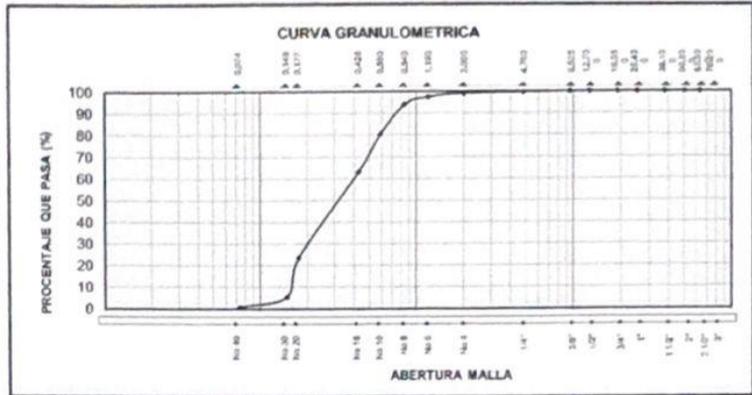


CALICATA 10

Geotechnical Consulting S.A.S CARACTERIZACION DEL SUELO

PROYECTO : Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.
SOLICITADO : DARWIN ACUÑA CASTILLO
UBICACIÓN : AV. LORA Y LORA, LA PRIMAVERA, CHICLAYO
CALICATA : C-9 **MUESTRA :** M-1 **FECHA :** 09/10/2023
DIRECCION : MZ. a LOTE 8 **PROFUNDIDAD :** 0,00 - 1,50 m.

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)				
	APERTURA (mm)	Peso ret (gr)	RET. (%)	RET. ACUM (%)	PASA (%)
3"	76,200				
2 1/2"	63,500				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				100,00
3/4"	19,050				100,00
1/2"	12,700				100,00
3/8"	9,525				100,00
N°4	4,760	2,76	0,39	0,39	99,61
N°10	2,000	3,65	0,51	0,90	99,10
N°16	1,190	11,22	1,58	2,49	97,51
N°20	0,840	24,34	3,43	5,92	94,08
N°30	0,590	90,34	13,58	19,50	80,50
N°40	0,426	123,63	17,43	36,93	63,07
N°80	0,177	278,90	39,32	76,25	23,75
N°100	0,149	128,23	18,08	94,33	5,67
N°200	0,074	35,09	4,95	99,28	0,72
Bandeja		5,14	0,72	100,00	
		709,300			



FINOS = 0,72% **ARENA = 98,89%** **GRAVA = 0,39%**



DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO NTP 339.129 (96)			LIMITE PLASTICO NPT 339.129 (96)	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No					
CAPSULA No	73	83	82	145,00	158,00
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	124,00	145,00	150,00	76,00	84,00
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	79	99,00	87,00	69,00	72,00
PESO AGUA gr.	45,00	46,00	69,00	7,00	12,00
PESO DE LA CAPSULA gr.	N.	N.	P.	N.	P.
PESO SUELO SECO gr.	34,00	53,00	18,00	62,00	60,00
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	18,45	19,03	18,30	19,03	18,30
NUMERO DE CO. PES	15	27	35	27	35

RESULTADOS DE ENSAYOS		
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (%)	NPT 339.127 (98)	
LIMITE LIQUIDO (%)	N.P.	CLASIFICACION
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	SUCS NTP 339.135 (99)
INDICE PLASTICIDAD (%)	AASHTO NTP 330.134 (99)	SP
		A-5(9)

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA								
CRISTAL No.	W _s + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES	correjo
LIMITE LIQUIDO								
1	120,4	116,8	3,6	35	81,8	26,5	15	25,00
2	110	101	9	35	66	18,0	27	22,91
3	124,6	109,1	15,5	35	74,1	25,4	35	21,99
4	115	103,3	11,7	35	68,3	17,1	28	21,20
LIMITE PLASTICO								
1	44,6	38,1	6,5	10	28,1	23,1	10	10
2	37,5	31,2	6,3	10	21,2	29,7	20	20
3	35,2	26,1	9,1	10	16,1	56,5	30	30
CONTRACCION LINEAL								
LONGITUD MOLDE (mm)	LONGITUD BARRA MATERIAL SECO (mm)		CONTRACCION LINEAL (%)		50	60		
100	97		3					

23,2 23,2 25,0
 10 L.L. (%) 27,8
 25 L.P. (%) 36,5
 25 I.P. = 20,1
 C.L. (%) = 3,0

El Progreso No 1125, Urb. la Estancia, Chiclayo- Lambayeque

RICARDO ROJAS PIZARRO
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 28945

Geotechnical Consulting
 Ing. Gustavo Cárdenas Olivares

WILMAR BALLÓN GARCÍA
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.P. N° 30224

ANEXO 9: informe de estudio de mecánica de suelos.

PROYECTO: Mecánica de suelos para el diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

AUTOR:

Acuña Castillo, Darwin (0000-0001-6717-2016)



CHICLAYO — PERÚ

2023

Estudio de mecánica de suelos.

Análisis Granulométrico: Simboliza los porcentajes de acuerdo a diferentes tamaños de tamices que permite clasificar los suelos.

Peso específico: Es aquella relación directa que se da entre el peso como unidad de fuerza y el volumen de algún material.

Límite Líquido: Cantidad de agua que diferencia al estado líquido y al estado plástico de un suelo en estudio.

Límite Plástico: Cantidad de agua que diferencia al estado semi - sólido y plástico del suelo.

Contenido de Humedad: Porcentaje de humedad que se obtiene de la división entre una muestra húmeda y su peso relativamente seca

C.B.R. (California Bearing Ratio): Dato cuantitativo que representa la capacidad que soporta un suelo, el cual se obtiene mediante la aplicación de una fuerza penetrante dentro de un suelo.

Ensayo de compactación Próctor modificado: Es un dato importante para la ejecución de obras viales el cual nos brinda la relación entre el peso unitario seco y humedad de un suelo compactado.

Ensayo de resistencia a la abrasión: Es un ensayo que permite obtener mediante la fricción o impacto, el desgaste que sufren los materiales granulares.

En el presente estudio se determinó el número de puntos de extracción de muestras midiendo la longitud total de las calles pertenecientes a dicha urbanización y posterior calculo especificado por la norma OS.060 obteniendo un total de 12 calicatas.

Determinación de puntos de investigación

Para la determinación de puntos de investigación a realizar para el siguiente proyecto se evaluaron los criterios de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones, así como el manual de carreteras en sus apartados competentes, teniendo en cuenta que para el proyecto se tiene de manera aproximada área de estudio de acumulada de 3 Km².

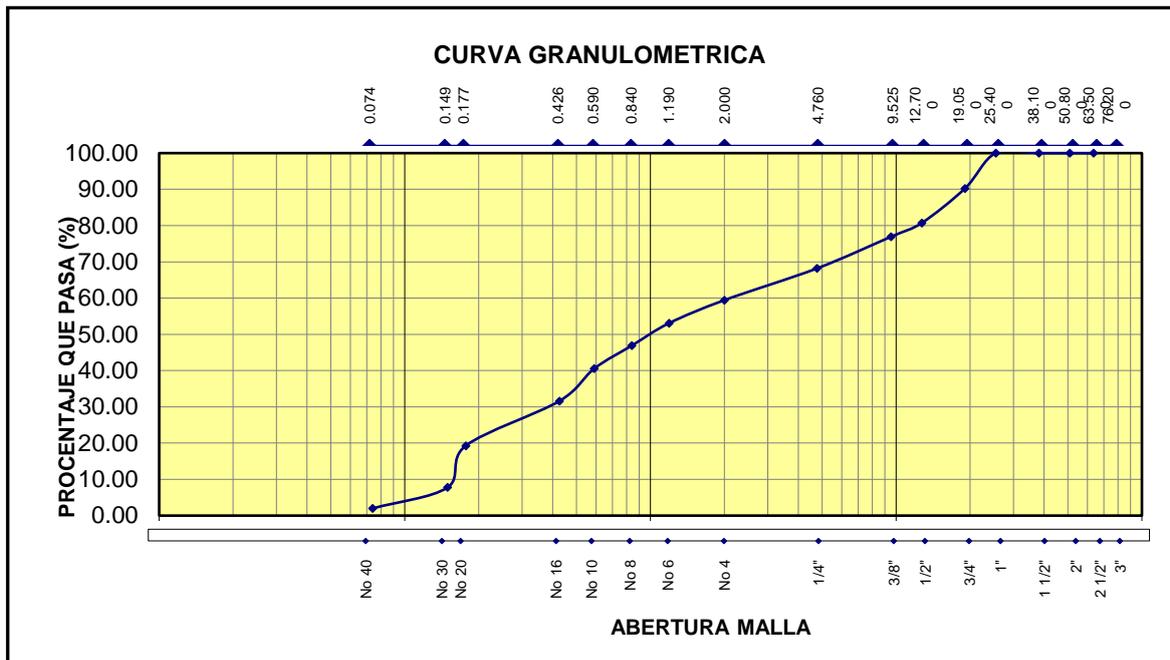
La urbanización en estudio, donde se hizo las perforaciones se ha predominado suelo del tipo CL (ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD) - ML (LIMO DE BAJA PLASTICIDAD), con respecto a la clasificación del SUCS.

Tabla 4. Análisis granulométrico por tamizado.

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)				
	APERTURA (mm)	Peso ret (gr)	RET. (%)		PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.00
3/4"	19.050	49.000	9.74	9.74	90.26
1/2"	12.700	48.000	9.54	19.28	80.72
3/8"	9.525	19.000	3.78	23.06	76.94
N°4	4.760	44.000	8.75	31.81	68.19
N°10	2.000	44.000	8.75	40.56	59.44
N°16	1.190	32.000	6.36	46.92	53.08
N°20	0.840	31.000	6.16	53.08	46.92
N°30	0.590	32.000	6.36	59.44	40.56
N°40	0.426	45.000	8.95	68.39	31.61
N°80	0.177	62.000	12.33	80.72	19.28
N°100	0.149	58.000	11.53	92.25	7.75
N°200	0.074	29.000	5.77	98.01	1.99
Bandeja		10	1.99	100.00	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Curva granulométrica.



Fuente: Elaboración propia.

FINOS = **1.99%** ARENA = **66.20%** GRAVA = **31.81%**

Tabla 5. Perfiles de calicata.

cota	Profundidad (m)	Naturaleza del terreno	Muestra
25.3 m	0.00-1.0m	presencia de material vegetal	M-01
	0.002-1.50m	A-4(9)	ML

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Resultados de clasificación de suelos.

N° Calicata	N° muestra	Profundidad (m)	AASHTO	SUCS	ASTM
C-1	Muestra 1	0.0 -1.20	A-5(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
	Muestra 2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.

C-2	Muestra 1	0.0 -1.20	A-7-6(13)	CL	Arcilla de baja plasticidad
	Muestra 2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-3	Muestra 1	0.0 -1.20	A-5(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
	Muestra 2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-4	Muestra 1	0.0 -1.20	A-7-6(12)	CL	Arcilla de baja plasticidad
	Muestra 2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-5	Muestra 1	0.0 -1.20	A-4(9)	CL	Arcilla de baja plasticidad
	Muestra 2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-6	Muestra 1	0.0 -1.20	A-7-6(13)	CL	Arcilla de baja plasticidad
	Muestra 2	1.20 - 150	A-7-6(12)	CL	Arcilla de baja plasticidad
C-7	Muestra 1	0.0 -1.20	A-5(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
	Muestra 2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-8	Muestra 1	0.0 -1.20	A-7-6(12)	CL	Arcilla de baja plasticidad
	Muestra 2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-9	Muestra 1	0.0 -1.20	A-4(9)	CL	Arcilla de baja plasticidad
	Muestra 2	1.20 - 150	A-4(9)	ML	Limo de baja plasticidad.
C-10	Muestra 1	0.0 -1.20	A-7-6(13)	CL	Arcilla de baja plasticidad
	Muestra 2	1.20 - 150	A-7-6(12)	CL	Arcilla de baja plasticidad

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la clasificación del AASHTO se homogeniza un suelo A-5(9); A-7-6(12); A-7-6(13); A-4(9); A-7-5(9); A-5(10); del terreno tipo REGULAR –MALO.

Tabla. 7. Ensayo de contenido de humedad.

N° Calicata	N° muestra	Profundidad (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD
C-1	Muestra 1	0.0 -1.20	18.16
	Muestra 2	1.20 - 150	23.03
C-2	Muestra 1	0.0 -1.20	19.56
	Muestra 2	1.20 - 150	25.61
C-3	Muestra 1	0.0 -1.20	24.76
	Muestra 2	1.20 - 150	26.95
C-4	Muestra 1	0.0 -1.20	24.54
	Muestra 2	1.20 - 150	25.05
C-5	Muestra 1	0.0 -1.20	22.65
	Muestra 2	1.20 - 150	30.81
C-6	Muestra 1	0.0 -1.20	24.64
	Muestra 2	1.20 - 150	36.12
C-3	Muestra 1	0.0 -1.20	24.76
	Muestra 2	1.20 - 150	26.95
C-4	Muestra 1	0.0 -1.20	24.54
	Muestra 2	1.20 - 150	25.05
C-5	Muestra 1	0.0 -1.20	22.65
	Muestra 2	1.20 - 150	30.81
C-6	Muestra 1	0.0 -1.20	24.64
	Muestra 2	1.20 - 150	36.12

Fuente: Elaboración propia.

Curva granulométrica de calicata se puede apreciar en la tabla N° 02 , que en todas las 12 calicatas, todas las muestras 1, tiene menor contenido de humedad con respecto a todas las muestras 2, eso ocurre, debido a que las todas las muestras 2, se encuentran más profundas y llegan al nivel freático (agua) en el subsuelo. La realización del ensayo, se realiza con el fin de obtener un probable comportamiento del suelo frente a la construcción de una edificación.

Tabla 8. Límite líquido - Limite Plástico e Índice de plasticidad.

N° Calicata	N° muestra	Profundidad (m)	LL(%)	LP(%)	IP(%)
C-1	Muestra 1	0.0 -1.20	45.05	36.56	8.92
	Muestra 2	1.20 - 150	34.57	28.23	6.87
C-2	Muestra 1	0.0 -1.20	34.57	28.23	6.87
	Muestra 2	1.20 - 150	23.32	15.09	10.23
C-3	Muestra 1	0.0 -1.20	44.47	34.37	10.10
	Muestra 2	1.20 - 150	24.50	21.12	3.37
C-4	Muestra 1	0.0 -1.20	42.13	10.57	31.45
	Muestra 2	1.20 - 150	36.95	26.07	10.88
C-5	Muestra 1	0.0 -1.20	28.74	20.59	8.19
	Muestra 2	1.20 - 150	35.93	25.37	10.56
C-6	Muestra 1	0.0 -1.20	45.52	25.15	20.37
	Muestra 2	1.20 - 150	25.84	18.30	16.06
C-7	Muestra 1	0.0 -1.20	44.47	34.37	10.10
	Muestra 2	1.20 - 150	24.50	21.12	3.37
C-8	Muestra 1	0.0 -1.20	42.13	10.57	31.45
	Muestra 2	1.20 - 150	36.95	26.07	10.88
C-9	Muestra 1	0.0 -1.20	28.74	20.59	8.19
	Muestra 2	1.20 - 150	35.93	25.37	10.56
C-10	Muestra 1	0.0 -1.20	45.52	25.15	20.37
	Muestra 2	1.20 - 150	25.84	18.30	16.06

Fuente: Elaboración propia.

ENSAYO DE CBR.

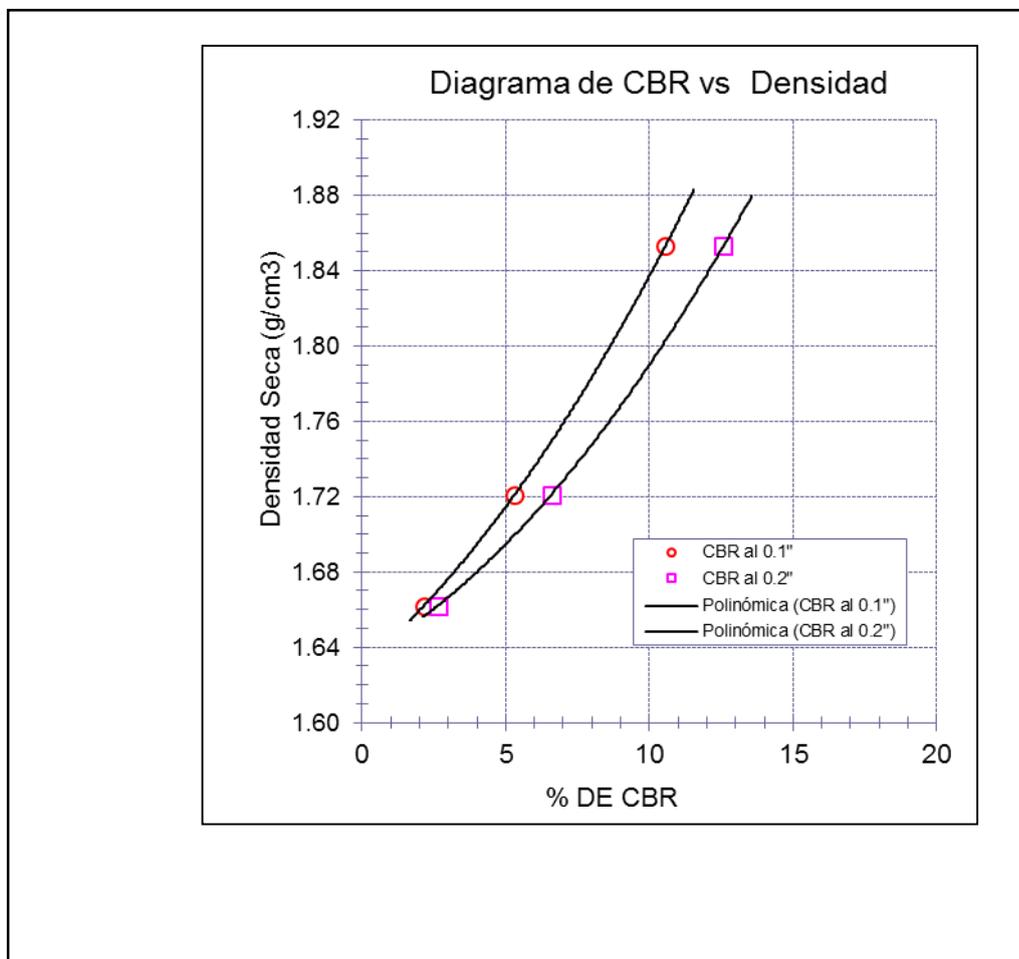
Tabla 9. Resultados de la C-01 del CBR AL 95%.

Calicata	CBR	AL
C-1	6.39	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de calicata 01.

Fuente: Elaboración propia.



El ensayo realizado en la calicata 1, para el diseño de la subrasante, se obtuvo un C.B.R al 95% de 6.39 de la máxima densidad seca clasificándolo como categoría de subrasante regular.

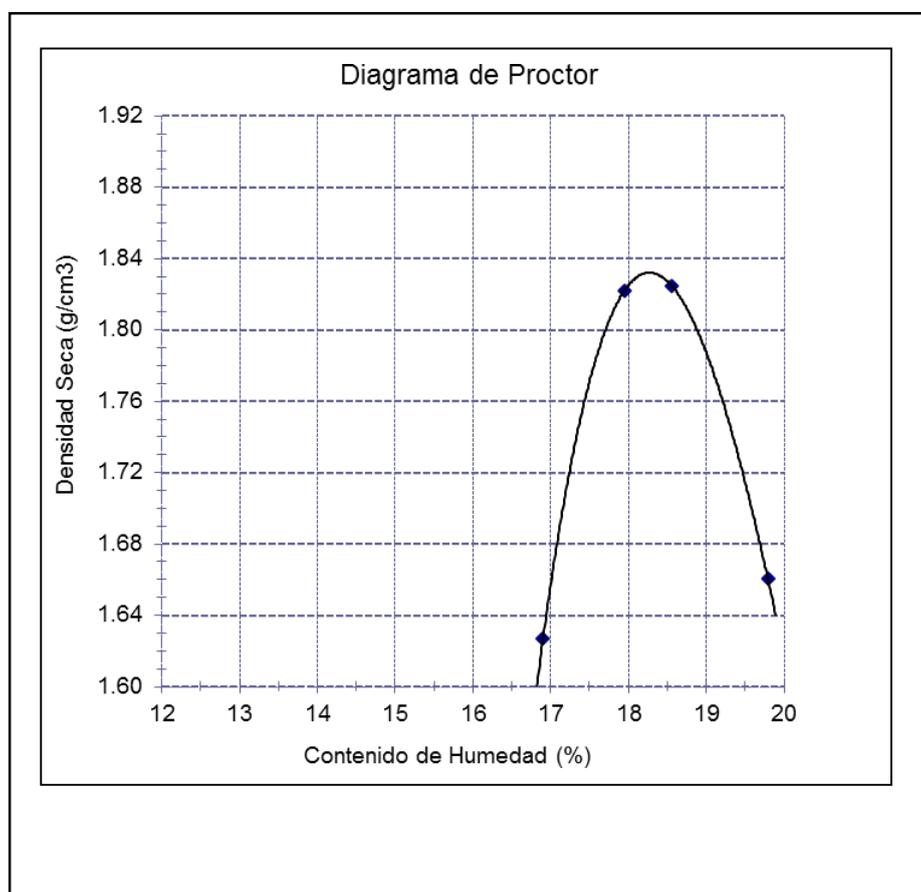
ENSAYO DE PROCTOR

Tabla 10. Resultados Proctor modificado.

Calicata	Máxima densidad seca g/cm ³	Optimo contenido de humedad (%)
C-01	1.833	18.26

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8: ensayo de Proctor de la calicata 01.



Fuente: Elaboración propia..

Se presenta la curva del Proctor modificado de la calicata N°1, obteniendo como resultado que la Máxima densidad seca es 1.833 g/cm³ y el Óptimo contenido de humedad 18.26%, clasificando el suelo de tipo arcilla.

Para el presente informe de investigación, la capacidad de soporte de los suelos encontrados según las calicatas realizadas se muestran los valores de CBR obtenidos

al 95 % de la máxima densidad. Para el cual se hallaron un total de 3 valores de CBR del informe de investigación en los siguientes puntos:

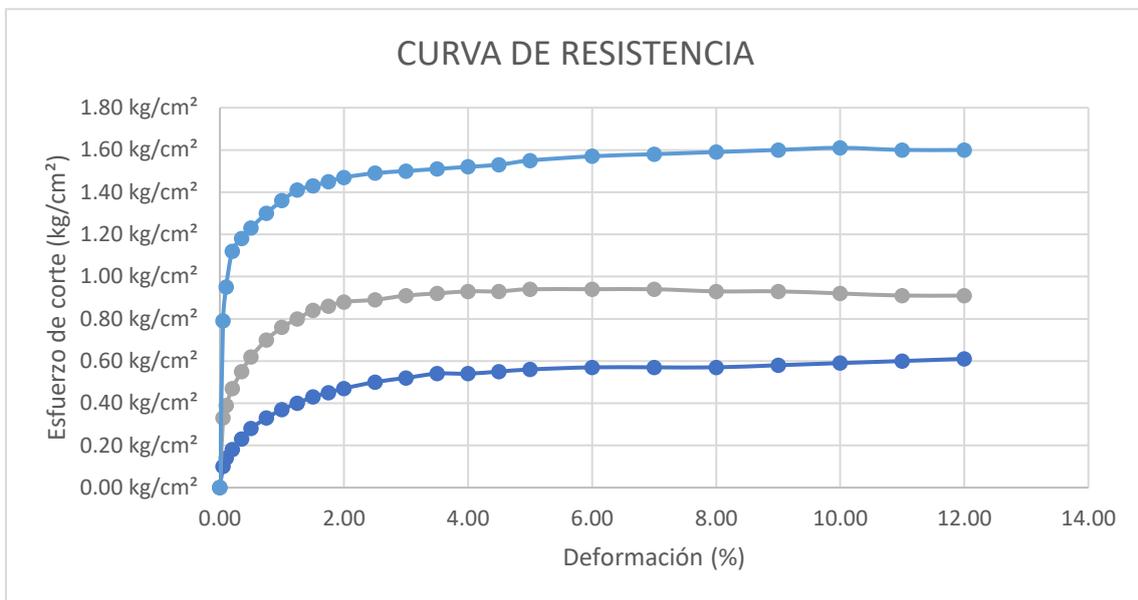
Tabla 11. Ensayo de corte directo.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO								
PROYECTO:		Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.						
UBICACIÓN:		URB, LA PRIMAVERA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE						
SOLICITANTE:		DARWIN ACUÑA CASTILLO						
FECHA:		04/10/2023						
CALICATA:		C-071	Pase aéreo 01, LC J.				0+129.543	
MUESTRA:		M-01						
PROFUNDIDAD:		0.15 - 1.50						
Esfuerzo normal		1.00 kg/cm ²		2.00 kg/cm ²		4.00 kg/cm ²		
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura		2.10 cm	2.05 cm	2.00 cm	1.96 cm	1.99 cm	1.81 cm	
Diámetro		5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	
Número del anillo		4	11	14	3	18	16	
Peso del anillo		71.65 g	70.58 g	70.49 g	70.25 g	71.45 g	71.08 g	
Peso del suelo húmedo + anillo		137.17 g	138.78 g	134.60 g	138.26 g	134.09 g	137.03 g	
Peso del suelo seco		53.14 g	53.26 g	50.66 g	53.65 g	51.06 g	52.36 g	
Humedad		23.30%	28.05%	26.55%	26.77%	22.68%	25.95%	
Densidad seca		1.29 g/cm ³	1.32 g/cm ³	1.29 g/cm ³	1.39 g/cm ³	1.31 g/cm ³	1.47 g/cm ³	
1.00 kg/cm ²		2.00 kg/cm ²			4.00 kg/cm ²			
Deformación (%)	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado	Deformación (%)	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado	Deformación (%)	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado
0.00	0.00 kg/cm ²	0.00 kg/cm ²	0.00	0.00 kg/cm ²	0.00 kg/cm ²	0.00	0.00 kg/cm ²	0.00 kg/cm ²
0.05	0.10 kg/cm ²	0.10 kg/cm ²	0.05	0.33 kg/cm ²	0.17 kg/cm ²	0.05	0.79 kg/cm ²	0.20 kg/cm ²
0.10	0.14 kg/cm ²	0.14 kg/cm ²	0.10	0.39 kg/cm ²	0.20 kg/cm ²	0.10	0.95 kg/cm ²	0.24 kg/cm ²
0.20	0.18 kg/cm ²	0.18 kg/cm ²	0.20	0.47 kg/cm ²	0.24 kg/cm ²	0.20	1.12 kg/cm ²	0.28 kg/cm ²
0.35	0.23 kg/cm ²	0.23 kg/cm ²	0.35	0.55 kg/cm ²	0.28 kg/cm ²	0.35	1.18 kg/cm ²	0.30 kg/cm ²
0.50	0.28 kg/cm ²	0.28 kg/cm ²	0.50	0.62 kg/cm ²	0.31 kg/cm ²	0.50	1.23 kg/cm ²	0.31 kg/cm ²
0.75	0.33 kg/cm ²	0.33 kg/cm ²	0.75	0.70 kg/cm ²	0.35 kg/cm ²	0.75	1.30 kg/cm ²	0.33 kg/cm ²
1.00	0.37 kg/cm ²	0.37 kg/cm ²	1.00	0.76 kg/cm ²	0.38 kg/cm ²	1.00	1.36 kg/cm ²	0.34 kg/cm ²
1.25	0.40 kg/cm ²	0.40 kg/cm ²	1.25	0.80 kg/cm ²	0.40 kg/cm ²	1.25	1.41 kg/cm ²	0.35 kg/cm ²
1.50	0.43 kg/cm ²	0.43 kg/cm ²	1.50	0.84 kg/cm ²	0.42 kg/cm ²	1.50	1.43 kg/cm ²	0.36 kg/cm ²
1.75	0.45 kg/cm ²	0.45 kg/cm ²	1.75	0.86 kg/cm ²	0.43 kg/cm ²	1.75	1.45 kg/cm ²	0.36 kg/cm ²
2.00	0.47 kg/cm ²	0.47 kg/cm ²	2.00	0.88 kg/cm ²	0.44 kg/cm ²	2.00	1.47 kg/cm ²	0.37 kg/cm ²
2.50	0.50 kg/cm ²	0.50 kg/cm ²	2.50	0.89 kg/cm ²	0.45 kg/cm ²	2.50	1.49 kg/cm ²	0.37 kg/cm ²
3.00	0.52 kg/cm ²	0.52 kg/cm ²	3.00	0.91 kg/cm ²	0.46 kg/cm ²	3.00	1.50 kg/cm ²	0.38 kg/cm ²
3.50	0.54 kg/cm ²	0.54 kg/cm ²	3.50	0.92 kg/cm ²	0.46 kg/cm ²	3.50	1.51 kg/cm ²	0.38 kg/cm ²

4.00	0.54 kg/cm ²	0.54 kg/cm ²	4.00	0.93 kg/cm ²	0.47 kg/cm ²	4.00	1.52 kg/cm ²	0.38 kg/cm ²
4.50	0.55 kg/cm ²	0.55 kg/cm ²	4.50	0.93 kg/cm ²	0.47 kg/cm ²	4.50	1.53 kg/cm ²	0.38 kg/cm ²
5.00	0.56 kg/cm ²	0.56 kg/cm ²	5.00	0.94 kg/cm ²	0.47 kg/cm ²	5.00	1.55 kg/cm ²	0.39 kg/cm ²
6.00	0.57 kg/cm ²	0.57 kg/cm ²	6.00	0.94 kg/cm ²	0.47 kg/cm ²	6.00	1.57 kg/cm ²	0.39 kg/cm ²
7.00	0.57 kg/cm ²	0.57 kg/cm ²	7.00	0.94 kg/cm ²	0.47 kg/cm ²	7.00	1.58 kg/cm ²	0.40 kg/cm ²
8.00	0.57 kg/cm ²	0.57 kg/cm ²	8.00	0.93 kg/cm ²	0.47 kg/cm ²	8.00	1.59 kg/cm ²	0.40 kg/cm ²
9.00	0.58 kg/cm ²	0.58 kg/cm ²	9.00	0.93 kg/cm ²	0.47 kg/cm ²	9.00	1.60 kg/cm ²	0.40 kg/cm ²
10.00	0.59 kg/cm ²	0.59 kg/cm ²	10.00	0.92 kg/cm ²	0.46 kg/cm ²	10.00	1.61 kg/cm ²	0.40 kg/cm ²
11.00	0.60 kg/cm ²	0.60 kg/cm ²	11.00	0.91 kg/cm ²	0.46 kg/cm ²	11.00	1.60 kg/cm ²	0.40 kg/cm ²
12.00	0.61 kg/cm ²	0.61 kg/cm ²	12.00	0.91 kg/cm ²	0.46 kg/cm ²	12.00	1.60 kg/cm ²	0.40 kg/cm ²

fuelle: Elaboración propia

Figura 9: curva de resistencia.



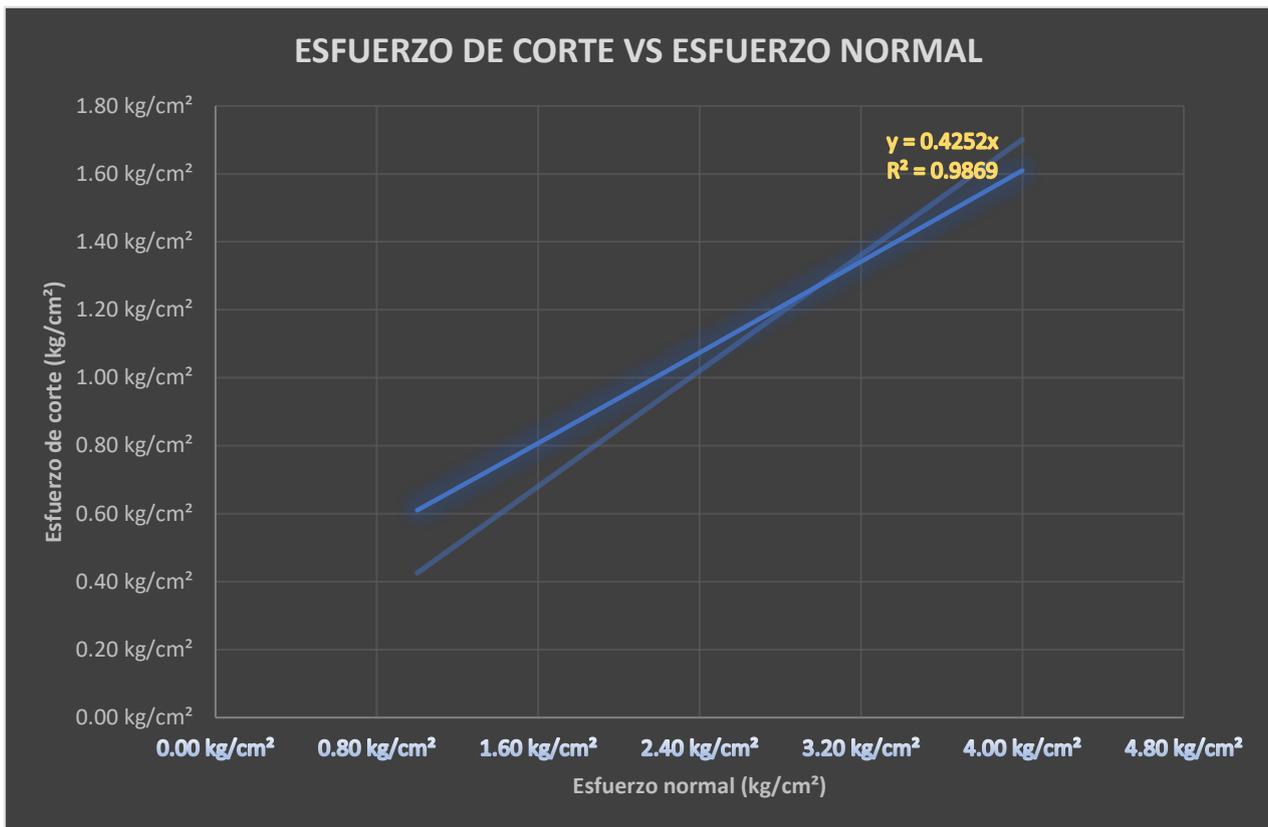
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Angulo de cohesion.

s	t
1.00 kg/cm ²	0.61 kg/cm ²
2.00 kg/cm ²	0.94 kg/cm ²
4.00 kg/cm ²	1.61 kg/cm ²
ÁNULO DE FRICCIÓN	
18.45°	
COHESIÓN	
0.28 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Esfuerzo de cortes vs esfuerzo nominal.



Fuente: Elaboración propia

Donde, $R^2 =$ es de 0.9869, siendo apropiado el valor del coeficiente de correlación de la envolvente.

ANEXO 10: Estudio hidrológico.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO HIDROLÓGICO

PROYECTO: estudio hidrológico para el diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

AUTOR:

Acuña Castillo, Darwin (0000-0001-6717-2016)

CHICLAYO — PERÚ

2023

1 INTRODUCCIÓN

Estudio hidrológico.

Del estudio hidrológico es necesario destacar que para la elección de la estación meteorológica se trabajó con la que debido a su área de alcance y cantidad de datos de recolección era conveniente para el desarrollo del proyecto. El análisis de datos y su recolección es de acuerdo al marco del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, así como de la norma OS.060 de Drenaje Pluvial Urbano del RNE.

Para el presente proyecto, los estudios hidrológicos se hicieron con el fin de diseño de drenaje adecuado para garantizar la escurrentía optima y evitar el colapso del alcantarillado por sobrecargas de flujo. Iniciando con la reflexión de la información meteorológica e hidrológica disponible en la zona de estudio, se establecen criterios de diseño y límite de abordaje de los métodos aplicables, con la finalidad de elegir una alternativa idónea para cada situación en particular. Para fines del presente estudio el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), deberá brindar la información necesaria, ya que es el ente rector y responsable de las actividades hidrometeorológicas en el Perú. No obstante, en zonas que no se cuente con la información necesaria por SENAMHI, se procederá a recolectar

Para este proyecto se tomó a la ciudad de Lambayeque como punto de referencia de actividades meteorológicas. Figura 1: Datos de Estación Meteorológica de Lambayeque.

Figura 11. Estación meteorológica de Lambayeque.

Estación : LAMBAYEQUE					
Departamento :	LAMBAYEQUE	Provincia :	LAMBAYEQUE	Distrito :	SAN JOSE
Latitud :	6°44'3.75" S	Longitud :	79°54'35.4" W	Altitud :	18 msnm.
Tipo :	Convencional - Meteorológica	Codigo :	106108		

Exportar a Excel Exportar a CSV

Fuente: Senamhi / DRD

1. Normatividad

El presente informe técnico está en concordancia con el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje que nos otorga el Ministerio de Transportes (MTC).

2. Objetivo

Determinar las precipitaciones mensuales y anuales de la estación meteorológica de Lambayeque para determinar los caudales de diseño de las obras de arte del diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Pero el caso de Chiclayo cuenta con una estación meteorológica, por lo tanto, se ha creído conveniente tomar como referencia una estación cercana a la zona del proyecto; esta estación meteorológica es la estación lambayeque, de la cual se ha tomado los datos referentes a las precipitaciones pluviales con una antigüedad de 25 años.

Tabla 13. Información Pluviométrica Estación Lambayeque.

DATOS PLUVIOMÉTRICOS-SENAMHI			
ESTACIÓN: LAMBAYEQUE	LONG	79°50'7.8"	Departament LAMBAYEQUE
PARÁMETRO: PRECIPITACIÓN MAX EN 24H	LAT	6°53'10.07"	Provincia : CHICLAYO
	ALT	13 msnm.	Distrito : CHICLAYO

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1999	0.00	13.50	0.00	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	2.50	13.50
2000	0.00	0.00	3.30	8.20	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	8.20
2001	0.00	0.00	4.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
2002	0.00	5.00	7.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	7.30
2003	0.00	1.90	0.00	0.60	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	3.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	5.70	0.00	0.00	7.00
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.70	0.00	2.50
2006	1.50	0.80	4.30	0.40	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.70	4.20	4.30
2007	3.20	3.90	0.70	1.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	1.70	1.50	7.50
2008	1.40	3.80	11.00	2.60	0.00	0.20	0.50	0.00	0.10	0.40	1.00	0.00	11.00
2009	4.40	1.30	0.60	0.90	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	0.40	4.40
2010	0.40	10.60	10.00	1.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	3.00	0.00	10.60
2011	2.60	0.40	0.50	8.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.30	8.20
2012	3.70	14.30	15.40	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	1.50	1.70	15.40
2013	0.10	1.90	9.70	2.50	2.80	0.30	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00	9.70
2014	0.40	0.00	2.00	0.10	1.30	0.00	0.00	0.00	7.60	0.40	1.10	1.50	7.60
2015	1.50	3.50	13.50	1.60	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.10	1.00	13.50
2016	4.20	0.00	3.90	13.20	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.20
2017	1.10	21.40	34.80	2.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.10	34.80
2018	1.10	2.10	0.60	2.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	2.10	2.30
2019	2.80	3.60	10.40	10.00	0.00	1.50	0.30	0.00	0.00	0.10	0.00	0.90	10.40
2020	1.10	0.10	7.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	7.10
2021	3.20	0.00	0.50	6.10	3.50	0.40	0.00	0.00	0.20	1.50	0.00	3.20	6.10
2022	1.10	3.50	3.10	0.30	0.00	0.40	0.00	0.50	0.00	0.00	1.70	0.30	3.50
2023	5.0	3.00	29.00	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			29.00
MAX	5.0	21.40	34.80	13.20	2.80	3.00	0.50	0.00	7.60	7.50	3.50	4.20	29.80

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI.

I. DESARROLLO

2.1. Precipitaciones máximas en 24 horas

De los datos de la estación pluviométrica, extraemos los valores de las precipitaciones máximas por cada año, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 14. Precipitaciones máximas en 24h por año-1999 al 2023

PRECIPITACION MÁXIMA 24 h		
N°	Año	PPmáx (mm)
1	1999	13.50
2	2000	8.20
3	2001	6.00
4	2002	7.30
5	2003	3.00
6	2004	7.00
7	2005	2.50
8	2006	4.30
9	2007	7.50
10	2008	11.00
11	2009	4.40
12	2010	10.60
13	2011	8.20
14	2012	15.40
15	2013	9.70
16	2014	7.60
17	2015	13.50
18	2016	13.20
19	2017	34.80
20	2018	2.30
21	2019	10.40
22	2020	7.10
23	2021	6.10
24	2022	3.50
25	2023	29.00

Fuente: elaboración propia.

Con estos valores obtenidos de la estación pluviométrica Lambayeque se realiza un histograma de máximas precipitaciones por año, con la finalidad de tener una visualización gráfica de dichas precipitaciones y determinar el año en la que se estableció el mayor registro, siendo este el siguiente:

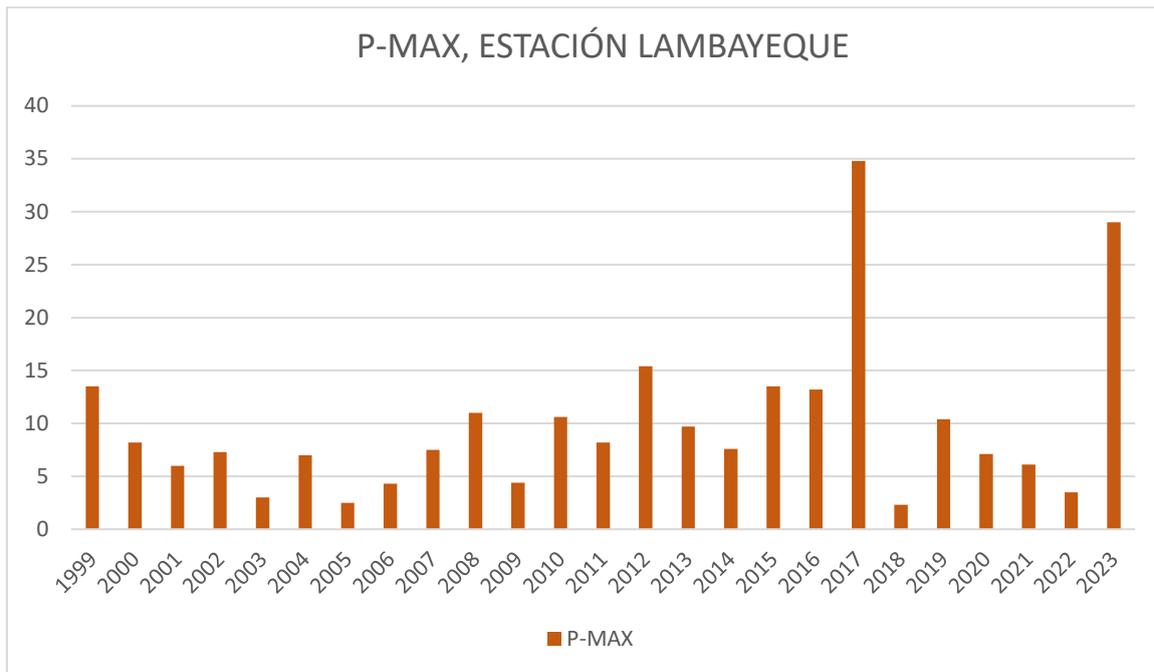


Figura 12. Histograma de máximas precipitaciones por año.

Fuente: SENAMHI

Se tienen los datos de precipitaciones máximas en 24 horas de la Estación Pluviométrica Reque para el período de 1999-2023, en donde se observa que el valor máximo fue de 34.80 mm registrado en el año 2017.

2.2. Análisis de Datos Dudosos

Los valores atípicos son puntos de datos que se apartan significativamente de la tendencia de los datos restantes. La retención, modificación, eliminación de esos valores atípicos puede afectar significativamente a los parámetros estadísticos computados a partir de los datos, especialmente en el caso de muestras pequeñas. Todos los procedimientos para tratar los valores atípicos, requieren, en última instancia, un juicio que incluya consideraciones tanto matemáticas como hidrológicas.

$$X_H = \bar{X} \pm K_N * S$$

Dónde:

X_H =Alto umbral atípico en unidades de registro.

\bar{X} =Logaritmo medio de los picos sistemáticos

K_N =Valor K para un tamaño de muestra N.

S=Desviación estándar

Para realizar estos cálculos se necesitan algunos cálculos estadísticos de dichas precipitaciones, por lo cual tenemos:

Tabla 15. Parámetros Estadísticos

	P24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	25	25
Valor Máximo	34.80	1.474
Valor Mínimo	2.30	0.362
Media	9.524	0.8903
Varianza	46.5419	0.0795
Desviación Estándar (S)	6.8222	0.282
K_N=	2.49	

Fuente: elaboración propia.

Umbral de datos dudosos altos (X_H =unidades logarítmicas)

$$X_H = \bar{X} + K_N * S$$

$$X_H = 0.89 + 2.49 * 0.28 = 1.5$$

Precipitación máxima aceptada:

$$PH = 10^{X_H}$$

$$PH = 10^{1.59} = 39.14 \text{ mm}$$

Entonces: 34.80 mm < 39.14 mm... NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA

Umbral de datos dudosos bajos (X_H =unidades logarítmicas)

$$X_H = \bar{X} - K_N * S$$

$$X_H = 0.89 - 2.49 * 0.282 = 0.19$$

Precipitación máxima aceptada:

$$PH = 10^{X_H}$$

$$PH = 10^{1.59} = 1.54 \text{ mm}$$

Entonces: 1.54 mm < 2.30 mm... NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MÍNIMO DE LA MUESTRA.

2.3. Periodo de retorno

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros.

El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R, el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra.

Tabla 16. Periodo de retorno en función del factor de riesgo y vida útil

Vida útil (años)	R (factor de riesgo)									
	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.99
1	20.00	10.00	6.67	5.00	3.33	2.50	2.00	1.67	1.25	1.01
2	39.49	19.49	12.81	9.47	6.12	4.44	3.41	2.72	1.81	1.11
5	97.98	47.96	31.27	22.91	14.52	10.30	7.73	5.97	3.63	1.66
10	195.46	95.41	62.03	45.32	28.54	20.08	14.93	11.42	6.73	2.71
20	390.41	190.32	123.56	90.13	56.57	39.65	29.36	22.33	12.93	4.86
25	487.89	237.78	154.33	112.54	70.59	49.44	36.57	27.79	16.04	5.94
50	975.29	475.06	308.16	224.57	140.68	98.38	72.64	55.07	31.57	11.37
100	1950.07	949.62	615.81	448.64	280.87	196.26	144.77	109.64	62.63	22.22
200	3899.65	1898.74	1231.13	896.78	561.23	392.02	289.04	218.77	124.77	43.93
500	9748.36	4746.11	3077.06	2241.21	1402.34	979.31	721.85	546.18	311.17	109.07

Fuente: elaboración propia

Teniendo en consideración las obras de arte y el tiempo de vida útil que estas presentan, se tomará en cuenta para los diseños un periodo retorno comprendido entre 10 y 20 años acorde a lo estipulado por el manual de Hidrología y drenaje.

2.4. Análisis Estadístico

2.4.1 Modelos de distribución

A) Distribución Log Normal

Tabla 17. Distribución de Probabilidades Pluviométricas Mediante Distribución Normal.

m	X	P(X)=m/n+1	Z=X-Xm/S	F(Z) Ordinario	Delta
1	2.30	0.0385	-1.0589	0.1448	0.1064
2	2.50	0.0769	-1.0296	0.1516	0.0747
3	3.00	0.1154	-0.9563	0.1695	0.0541
4	3.50	0.1538	-0.8830	0.1886	0.0348
5	4.30	0.1923	-0.7657	0.2219	0.0296
6	4.40	0.2308	-0.7511	0.2263	0.0045
7	6.00	0.2692	-0.5166	0.3027	0.0335
8	6.10	0.3077	-0.5019	0.3079	0.0002
9	7.00	0.3462	-0.3700	0.3557	0.0095
10	7.10	0.3846	-0.3553	0.3612	0.0234
11	7.30	0.4231	-0.3260	0.3722	0.0509
12	7.50	0.4615	-0.2967	0.3834	0.0782
13	7.60	0.5000	-0.2820	0.3890	0.1110
14	8.20	0.5385	-0.1941	0.4231	0.1154
15	9.20	0.5769	-0.0475	0.4811	0.0959
16	9.70	0.6154	0.0258	0.5103	0.1051
17	10.20	0.6538	0.0991	0.5395	0.1144
18	10.40	0.6923	0.1284	0.5511	0.1412
19	10.60	0.7308	0.1577	0.5627	0.1681
20	11.00	0.7692	0.2164	0.5856	0.1836
21	13.20	0.8077	0.5388	0.7050	0.1027
22	13.50	0.8462	0.5828	0.7200	0.1262
23	15.40	0.8846	0.8613	0.8055	0.0791
24	28.30	0.9231	2.7522	0.9970	0.0740
25	29.80	0.9615	2.9721	0.9985	0.0370

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior tenemos:

Delta teórico=0.1836

Delta tabular=0.2720

Como el delta teórico es menor que el delta tabular, los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%.

B) Distribución Log Normal 2 parámetros

Tabla 18. *Distribución de Probabilidades Pluviométricas Mediante Distribución Log Normal II*

m	X	P(X)=m/n+1	Z=X-Xm/S	F(Z) Ordinario	Delta
1	2.30	0.0385	0.3849	0.0305	0.0080
2	2.50	0.0769	0.6929	0.0404	0.0365
3	3.00	0.1154	1.4628	0.0715	0.0439
4	3.50	0.1538	2.2327	0.1098	0.0441
5	4.30	0.1923	3.4646	0.1812	0.0111
6	4.40	0.2308	3.6186	0.1907	0.0401
7	6.00	0.2692	6.0823	0.3454	0.0762
8	6.10	0.3077	6.2363	0.3549	0.0472
9	7.00	0.3462	7.6222	0.4363	0.0902
10	7.10	0.3846	7.7762	0.4449	0.0603
11	7.30	0.4231	8.0841	0.4619	0.0388
12	7.50	0.4615	8.3921	0.4784	0.0169
13	7.60	0.5000	8.5461	0.4866	0.0134
14	8.20	0.5385	9.4700	0.5332	0.0053
15	9.20	0.5769	11.0098	0.6028	0.0258
16	9.70	0.6154	11.7798	0.6338	0.0184
17	10.20	0.6538	12.5497	0.6625	0.0087
18	10.40	0.6923	12.8576	0.6734	0.0189
19	10.60	0.7308	13.1656	0.6839	0.0469
20	11.00	0.7692	13.7816	0.7039	0.0653
21	13.20	0.8077	17.1692	0.7929	0.0148
22	13.50	0.8462	17.6312	0.8026	0.0435
23	15.40	0.8846	20.5569	0.8540	0.0306
24	28.30	0.9231	40.4209	0.9767	0.0537
25	29.80	0.9615	42.7306	0.9808	0.0192

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior tenemos:

Delta teórico=0.0902

Delta tabular=0.2720

Como el delta teórico es menor que el delta tabular, los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%.

C) Distribución Log Normal 3 parámetros

Tabla 19. *Distribución de Probabilidades Pluviométricas Mediante Distribución Log Normal III*

m	X	P(X)=m/n+1	F(Z) Ordinario	Delta
1	2.30	0.0385	0.0215	0.0169
2	2.50	0.0769	0.0312	0.0457
3	3.00	0.1154	0.0634	0.0520
4	3.50	0.1538	0.1045	0.0493
5	4.30	0.1923	0.1819	0.0104
6	4.40	0.2308	0.1921	0.0387
7	6.00	0.2692	0.3557	0.0864
8	6.10	0.3077	0.3654	0.0577
9	7.00	0.3462	0.4488	0.1027
10	7.10	0.3846	0.4575	0.0729
11	7.30	0.4231	0.4746	0.0515
12	7.50	0.4615	0.4913	0.0297
13	7.60	0.5000	0.4994	0.0006
14	8.20	0.5385	0.5459	0.0074
15	9.20	0.5769	0.6143	0.0374
16	9.70	0.6154	0.6445	0.0291
17	10.20	0.6538	0.6723	0.0185
18	10.40	0.6923	0.6828	0.0095
19	10.60	0.7308	0.6930	0.0378
20	11.00	0.7692	0.7122	0.0570
21	13.20	0.8077	0.7972	0.0105
22	13.50	0.8462	0.8064	0.0397
23	15.40	0.8846	0.8553	0.0293
24	28.30	0.9231	0.9742	0.0511
25	29.80	0.9615	0.9783	0.0168

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior tenemos:

Delta teórico=0.1027

Delta tabular=0.2720

Como el delta teórico es menor que el delta tabular, los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%.

D) Distribución Gamma 2 parámetros

Tabla 20. *Distribución de Probabilidades Pluviométricas Mediante Distribución Gamma 2 parámetros.*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	2.3	0.0385	0.0511	0.0126
2	2.5	0.0769	0.0611	0.0158
3	3	0.1154	0.0895	0.0259
4	3.5	0.1538	0.1219	0.0319
5	4.3	0.1923	0.18	0.0123
6	4.4	0.2308	0.1876	0.0431
7	6	0.2692	0.3163	0.0471
8	6.1	0.3077	0.3245	0.0168
9	7	0.3462	0.3973	0.0512
10	7.1	0.3846	0.4053	0.0207
11	7.3	0.4231	0.4211	0.002
12	7.5	0.4615	0.4367	0.0249
13	7.6	0.5	0.4444	0.0556
14	8.2	0.5385	0.4898	0.0486
15	9.2	0.5769	0.5608	0.0161
16	9.7	0.6154	0.5938	0.0216
17	10.2	0.6538	0.6251	0.0288
18	10.4	0.6923	0.6371	0.0552
19	10.6	0.7308	0.6488	0.0819
20	11	0.7692	0.6715	0.0978
21	13.2	0.8077	0.7763	0.0314
22	13.5	0.8462	0.7881	0.058
23	15.4	0.8846	0.8515	0.0331
24	28.3	0.9231	0.9901	0.0671
25	29.8	0.9615	0.993	0.0314

Fuente: elaboración propia, utilizando software Hidroesta 2.

De la tabla anterior tenemos:

Delta teórico=0.0978

Delta tabular=0.2720

Como el delta teórico es menor que el delta tabular, los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%.

E) Distribución Gamma 3 parámetros

Tabla 21. *Distribución de Probabilidades Pluviométricas Mediante Distribución Gamma 3 parámetros*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	2.3	0.0385	0	0.0385
2	2.5	0.0769	0	0.0769
3	3	0.1154	0	0.1154
4	3.5	0.1538	0	0.1538
5	4.3	0.1923	0	0.1923
6	4.4	0.2308	0	0.2308
7	6	0.2692	0	0.2692
8	6.1	0.3077	0	0.3077
9	7	0.3462	0	0.3462
10	7.1	0.3846	0	0.3846
11	7.3	0.4231	0	0.4231
12	7.5	0.4615	0	0.4615
13	7.6	0.5000	0	0.5
14	8.2	0.5385	0	0.5385
15	9.2	0.5769	0	0.5769
16	9.7	0.6154	0	0.6154
17	10.2	0.6538	0	0.6538
18	10.4	0.6923	0	0.6923
19	10.6	0.7308	0	0.7308
20	11	0.7692	0	0.7692
21	13.2	0.8077	0	0.8077
22	13.5	0.8462	0	0.8462
23	15.4	0.8846	0	0.8846
24	28.3	0.9231	0	0.9231
25	29.8	0.9615	0	0.9615

Fuente: elaboración propia, utilizando software Hidroesta 2.

Los 3 parámetros de la distribución Gamma-con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_0)= 2.509

Parámetro de forma (gamma)= 1.0573

Parámetro de escala (beta)= 6.6346

Los parámetros: X_0 , gamma y β calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a la distribución gamma de 3 parámetros.

F) Distribución Gumbel

Tabla 22. *Distribución de Probabilidades Pluviométricas mediante Distribución Gumbel*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom.Lineal	Delta
1	2.3	0.0385	0.1127	0.0862	0.0742
2	2.5	0.0769	0.1221	0.0951	0.0452
3	3	0.1154	0.1475	0.1195	0.0321
4	3.5	0.1538	0.1751	0.1468	0.0212
5	4.3	0.1923	0.2233	0.196	0.031
6	4.4	0.2308	0.2296	0.2025	0.0011
7	6	0.2692	0.3365	0.316	0.0673
8	6.1	0.3077	0.3434	0.3234	0.0357
9	7	0.3462	0.4056	0.3908	0.0594
10	7.1	0.3846	0.4125	0.3983	0.0279
11	7.3	0.4231	0.4262	0.4132	0.0031
12	7.5	0.4615	0.4398	0.4281	0.0217
13	7.6	0.5	0.4466	0.4355	0.0534
14	8.2	0.5385	0.4867	0.4792	0.0518
15	9.2	0.5769	0.5506	0.5489	0.0263
16	9.7	0.6154	0.5809	0.5818	0.0345
17	10.2	0.6538	0.6099	0.6132	0.0439
18	10.4	0.6923	0.6211	0.6253	0.0712
19	10.6	0.7308	0.6321	0.6371	0.0986
20	11	0.7692	0.6535	0.66	0.1157
21	13.2	0.8077	0.7548	0.767	0.0529
22	13.5	0.8462	0.7665	0.7792	0.0796
23	15.4	0.8846	0.8303	0.8442	0.0544
24	28.3	0.9231	0.9837	0.9879	0.0606
25	29.8	0.9615	0.9877	0.9911	0.0261

Fuente: elaboración propia, utilizando software Hidroesta 2.

De la tabla anterior tenemos:

Delta teórico=0.1157

Delta tabular=0.2720

Como el delta teórico es menor que el delta tabular, los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%.

G) Distribución Log Gumbel

Tabla 23. *Distribución de Probabilidades Pluviométricas mediante Distribución Log Gumbel*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom.Lineal	Delta
1	2.3	0.0385	0.002	0.0039	0.0365
2	2.5	0.0769	0.0051	0.0086	0.0718
3	3	0.1154	0.0253	0.0344	0.0901
4	3.5	0.1538	0.0665	0.0804	0.0874
5	4.3	0.1923	0.1644	0.1808	0.0279
6	4.4	0.2308	0.1781	0.1944	0.0526
7	6	0.2692	0.3926	0.4012	0.1233
8	6.1	0.3077	0.4045	0.4126	0.0968
9	7	0.3462	0.5018	0.505	0.1556
10	7.1	0.3846	0.5114	0.5142	0.1268
11	7.3	0.4231	0.53	0.532	0.107
12	7.5	0.4615	0.5478	0.5489	0.0863
13	7.6	0.5	0.5564	0.5571	0.0564
14	8.2	0.5385	0.6038	0.6023	0.0653
15	9.2	0.5769	0.669	0.6648	0.0921
16	9.7	0.6154	0.6962	0.6911	0.0808
17	10.2	0.6538	0.7204	0.7145	0.0666
18	10.4	0.6923	0.7294	0.7232	0.0371
19	10.6	0.7308	0.7379	0.7315	0.0072
20	11	0.7692	0.7539	0.7471	0.0153
21	13.2	0.8077	0.8211	0.8132	0.0135
22	13.5	0.8462	0.8282	0.8202	0.018
23	15.4	0.8846	0.8647	0.8567	0.0199
24	28.3	0.9231	0.9572	0.952	0.0342
25	29.8	0.9615	0.9613	0.9564	0.0002

Fuente: elaboración propia, utilizando software Hidroesta 2.

De la tabla anterior tenemos:

Delta teórico=0.1556

Delta tabular=0.2720

Como el delta teórico es menor que el delta tabular, los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%.

2.3.1 Prueba de Bondad de Ajuste (Kolmorov-Smirnov)

Método por el cual se comprueba la bondad de ajuste de las distribuciones, asimismo permite elegir la más representativa, es decir la de mejor ajuste. De las distribuciones anteriores tenemos:

Tabla 24. Comparación del delta teórico de todas las distribuciones.

Δ TABULAR	ATEÓRICO DE LAS DISTRIBUCIONES							
	D. NORMAL	LOGNORMAL 2 PARÁM	LOGNORMAL 3 PARÁM	GAMMA 2 PARÁM	GAMMA 3 PARÁM	LOGPEAR TIPO III	GUMBEL	LOG GUMBEL
0.272	0.1836	0.0902	0.1027	0.0978	-	-	0.1157	0.1556
MIN Δ	0.0902							

Fuente: elaboración propia.

Como los deltas de las distribuciones, son menores que el delta tabular 0.272. Los datos se ajustan a las distribuciones ya mencionadas, con un nivel de significación del 5%.

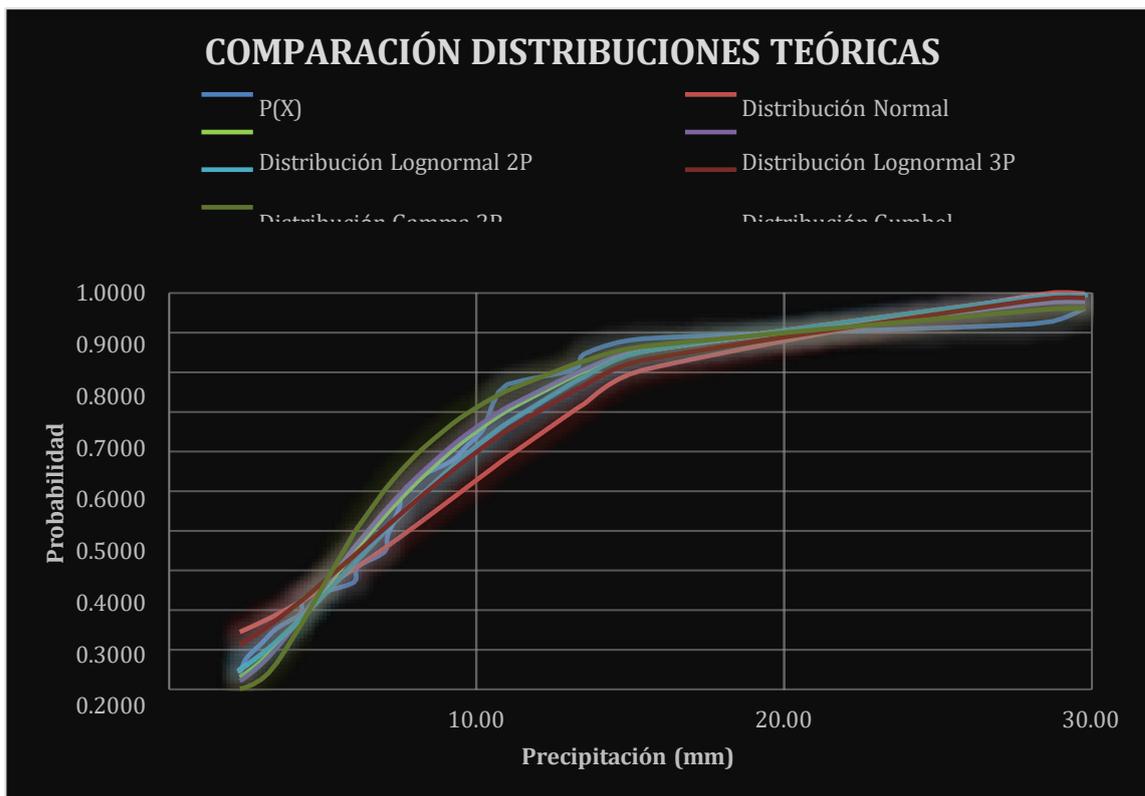


Figura 13. Comparación de Distribuciones Teóricas

Fuente: software hidroesta

Del gráfico y de la table anterior podemos determinar que la distribución que mejor ajuste tiene es la distribución LogNormal de 2 parámetros.

2.4 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia

2.4.1 Precipitación máxima probable

Tabla 25. *Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Log. Normal*

Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Log. Normal			
N°	Año	pp	Log10(pp)
1	1999	13.50	1.009
2	2000	8.20	0.964
3	2001	6.00	0.778
4	2002	7.30	0.863
5	2003	3.00	0.477
6	2004	7.00	0.845
7	2005	2.50	0.398
8	2006	4.30	0.633
9	2007	7.50	0.875
10	2008	11.00	1.041
11	2009	4.40	0.643
12	2010	10.60	1.025
13	2011	8.20	0.914
14	2012	15.40	1.188
15	2013	9.70	0.987
16	2014	7.60	0.881
17	2015	13.50	1.130
18	2016	13.20	1.121
19	2017	34.80	1.474
20	2018	2.30	0.362
21	2019	10.40	1.017
22	2020	7.10	0.851
23	2021	6.10	0.785
24	2022	3.50	0.544
25	2023	29.00	1.452

Fuente: elaboración propia

Con estos valores, procedemos a calcular parámetros estadísticos tales como la media, desviación estándar, etc. Que nos permitirán realizar los cálculos q se describirán a continuación.

Tabla 26. *Parámetros estadísticos*

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	
Número de datos (N)	25
Sumatoria	22.2580
Valor Máximo	1.474
Valor Mínimo	0.362
Media	0.8903
Desviación Estándar:	0.2820
Coefficiente de Sesgo:	0.0513
k=	0.0085

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27. *Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno.*

T (años)	P	K_T	X_T	10^AX_T
2	0.500	0.000	0.890	7.768
5	0.800	0.842	1.128	13.418
10	0.900	1.282	1.252	17.855
25	0.960	1.751	1.384	24.215
50	0.980	2.054	1.470	29.482
100	0.990	2.326	1.546	35.191
200	0.995	2.576	1.617	41.381
500	0.998	2.878	1.702	50.358
1000	0.999	3.090	1.762	57.794

Fuente: elaboración propia.

Tabla 28. *Relación entre Precipitación máxima verdadera y precipitación en intervalos fijos*

Número de Intervalo de Observación	Relación
1	1.13
2	1.04
3-4	1.03
5-8	1.02
9-24	1.01

Fuente: Hidrología para ingenieros (Linsley, Kohler y Paulhus)

Tabla 29. Precipitación máxima corregida para diferentes periodos de retorno.

Periodo de Retorno	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
T (años)	P	XT (mm)
2	0.500	8.78
5	0.800	15.16
10	0.900	20.18
25	0.960	27.36
50	0.980	33.31
100	0.990	39.77
200	0.995	46.76
500	0.998	56.90
1000	0.999	65.31

Fuente: elaboración propia

2.4.2 Modelo de Dick Peschke

$$P_D = P_{24h} \left(\frac{D}{1400} \right)^{0.25}$$

P_D = precipitación máxima de duración D, en mm.

P_{24h} = precipitación máxima de 24 horas, en mm.

D = duración de la precipitación, en minutos.

Tabla 30. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración

Tiempo duración		Precipitación en 24 horas (mm)								
		8.78	15.16	20.18	27.36	33.31	39.77	46.76	56.90	65.31
		Precipitación máxima Pmax (mm) por tiempos de duración								
H	min	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
1	60	3.97	6.85	9.12	12.36	15.05	17.97	21.13	25.71	29.51
2	120	4.72	8.15	10.84	14.70	17.90	21.37	25.12	30.57	35.09
3	180	5.22	9.02	12.00	16.27	19.81	23.65	27.80	33.84	38.83
4	240	5.61	9.69	12.89	17.48	21.29	25.41	29.88	36.36	41.73
5	300	5.93	10.24	13.63	18.49	22.51	26.87	31.59	38.44	44.12
6	360	6.21	10.72	14.27	19.35	23.56	28.12	33.06	40.24	46.18
7	420	6.45	11.14	14.83	20.11	24.48	29.22	34.36	41.82	47.99
8	480	6.67	11.52	15.33	20.79	25.31	30.22	35.53	43.24	49.62

9	540	6.87	11.87	15.79	21.41	26.07	31.12	36.59	44.53	51.11
10	600	7.05	12.18	16.21	21.98	26.77	31.95	37.57	45.72	52.47
12	720	7.38	12.75	16.97	23.01	28.01	33.44	39.32	47.85	54.92

14	840	7.67	13.25	17.63	23.91	29.11	34.75	40.87	49.73	57.07
16	960	7.93	13.70	18.23	24.72	30.10	35.93	42.25	51.42	59.01
18	1080	8.17	14.11	18.78	25.46	31.00	37.01	43.52	52.96	60.77
20	1200	8.39	14.49	19.28	26.14	31.83	37.99	44.68	54.37	62.40
22	1320	8.59	14.84	19.74	26.77	32.60	38.91	45.75	55.68	63.90
24	1440	8.78	15.16	20.18	27.36	33.31	39.77	46.76	56.90	65.31

Fuente: elaboración propia

2.4.3 Intensidades Máximas

Intensidades de lluvia a partir de P_D

$$I = \frac{P_D}{t}$$

Donde:

t

P_D=precipitaciones máximas en 24h – Dick Peschke (mm)

t=duración (horas)

Tabla 31. *Intensidades de lluvia a partir de PD, según duración de precipitación y frecuencia de la misma*

Tiempo duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno								
H	min	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
1	60	3.97	6.85	9.12	12.36	15.05	17.97	21.13	25.71	29.51
2	120	2.36	4.07	5.42	7.35	8.95	10.68	12.56	15.29	17.54
3	180	1.74	3.01	4.00	5.42	6.60	7.88	9.27	11.28	12.94
4	240	1.40	2.42	3.22	4.37	5.32	6.35	7.47	9.09	10.43
5	300	1.19	2.05	2.73	3.70	4.50	5.37	6.32	7.69	8.82
6	360	1.03	1.79	2.38	3.22	3.93	4.69	5.51	6.71	7.70
7	420	0.92	1.59	2.12	2.87	3.50	4.17	4.91	5.97	6.86
8	480	0.83	1.44	1.92	2.60	3.16	3.78	4.44	5.40	6.20
9	540	0.76	1.32	1.75	2.38	2.90	3.46	4.07	4.95	5.68
10	600	0.71	1.22	1.62	2.20	2.68	3.19	3.76	4.57	5.25
12	720	0.62	1.06	1.41	1.92	2.33	2.79	3.28	3.99	4.58
14	840	0.55	0.95	1.26	1.71	2.08	2.48	2.92	3.55	4.08
16	960	0.50	0.86	1.14	1.55	1.88	2.25	2.64	3.21	3.69
18	1080	0.45	0.78	1.04	1.41	1.72	2.06	2.42	2.94	3.38
20	1200	0.42	0.72	0.96	1.31	1.59	1.90	2.23	2.72	3.12

22	1320	0.39	0.67	0.90	1.22	1.48	1.77	2.08	2.53	2.90
24	1440	0.37	0.63	0.84	1.14	1.39	1.66	1.95	2.37	2.72

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de Intensidad Máxima

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{K * T^m}{t^n}$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Cálculo de los valores K, m y n por regresión múltiple

Para un mejor análisis, de la expresión anterior tenemos:

$$\begin{aligned} \log I_{max} &= \log (K * T^m * t^{-n}) \\ \log I_{max} &= \log K + \log T^m + \log t^{-n} \\ y &= x_1 + mx_2 - nx_3 \end{aligned}$$

Mediante un cálculo en Excel obtenemos los valores de k,m y n los cuáles son los siguientes:

Tabla 32. Estadísticas de la regresión

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.991454
Coefficiente de determinación R ²	0.98298104
R ² ajustado	0.98275412
Error típico	0.05132321
Observaciones	153

Fuente: elaboración propia

Tabla 33. Análisis de varianza

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	1.9447225	0.03088315	62.9703503	8.874E-110
Variable X 1	-0.75	0.01102903	-68.0023822	1.284E-114
Variable X 2	0.30621066	0.00481796	63.5560732	2.326E-110

Fuente: elaboración propia

Finalmente obtenemos:

$K=88.04861$

$m=0.30261$

$n=0.75$

Fórmula de la Intensidad Máxima

Una vez calculadas todas las constantes podemos reemplazar la fórmula de la intensidad máxima, obteniendo la siguiente ecuación:

$$I = \frac{88.04861 * T^{0.30261}}{t^{0.75}}$$

Tabla 34. Intensidades máximas para diferentes tiempos de duración

Cuadro de intensidades para diferentes tiempos de duración												
Años	Duración (min)											
T	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
T-2	32.56	19.36	14.28	11.51	9.74	8.49	7.57	6.84	6.27	5.79	5.39	5.05
T-5	43.10	25.63	18.91	15.24	12.89	11.24	10.02	9.06	8.30	7.67	7.14	6.69
T-10	53.30	31.69	23.38	18.84	15.94	13.90	12.38	11.20	10.26	9.48	8.82	8.27
T-25	70.56	41.96	30.95	24.95	21.10	18.41	16.40	14.83	13.58	12.55	11.68	10.94
T-50	87.24	51.88	38.27	30.85	26.09	22.76	20.27	18.34	16.79	15.51	14.44	13.53
T-100	107.87	64.14	47.32	38.14	32.26	28.14	25.07	22.68	20.76	19.18	17.86	16.73
T-200	133.38	79.31	58.51	47.16	39.89	34.79	30.99	28.04	25.67	23.72	22.08	20.69
T-500	176.58	105.00	77.47	62.43	52.81	46.06	41.03	37.12	33.98	31.40	29.24	27.39
T-1000	218.34	129.82	95.78	77.19	65.30	56.95	50.73	45.90	42.02	38.83	36.15	33.86

Fuente: elaboración propia.

2.4.4 Curvas I-D-F:

De los valores obtenidos en la tabla anterior, graficamos la curva I-D-F:
Curva Intensidad-Duración-Frecuencia

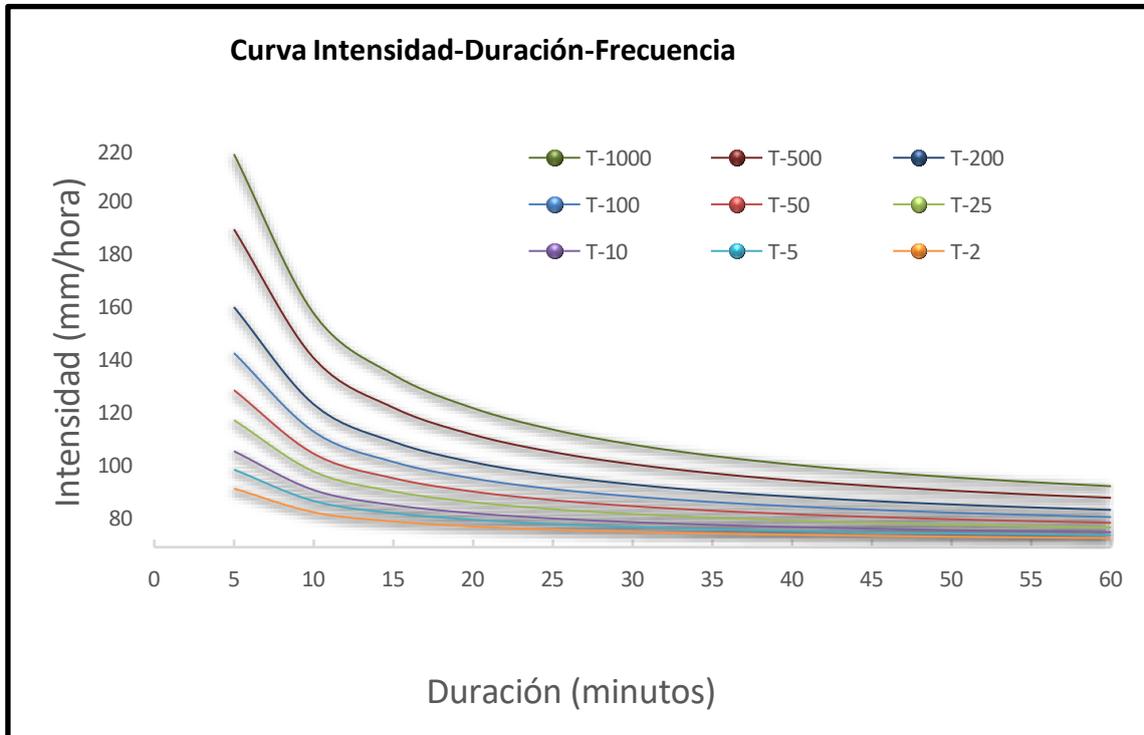


Figura 14. Curva Intensidad-Duración-Frecuencia

Fuente: Hidroesta

2.5 Caudales de diseño

En nuestro proyecto los caudales máximos de los canales que interceptan nuestro en la zona del proyecto, a esto caudales se le ha añadido el caudal que aportarían las cunetas, así como también un porcentaje estimado de lluvias para tener un diseño conservador.

Tabla 35. Caudales de diseño

N°	Obras de Arte	Parámetros Geomorfológicos			Tiempo de Concentración			Coef. de Escorren. (C)	Q Contribución vía y cunetas hacia alcantarilla (m3/s)	Q máximo del canal de riego (m3/s)	Q Contribución al canal de riego por lluvias (m3/s)	Q DE DISEÑO (m3/s)
		Área (Km²)	Longitud (ha)	Pendiente (m/m)	Método Kirpich	F.U.S. Corp. Of Engineers	F.U.S. Hathaway					
1	Cuneta rectangular N°1	0.0102	0.718	0.00146	0.63	0.81	0.82	0.60	0.0287	0.070	0.007	0.106
2	Cuneta rectangular N° 2	0.0001	0.008	0.02750	0.01	0.02	0.05	0.60	0.0003	0.200	0.020	0.220
3	Cuneta rectangular N°4	0.0116	0.814	0.00294	0.53	0.78	0.73	0.60	0.0325	0.180	0.018	0.231
4	Cuneta rectangular N°5	0.0004	0.025	0.01056	0.02	0.04	0.11	0.60	0.0010	0.070	0.007	0.078
5	Cuneta rectangular N°6	0.0146	1.027	0.01056	0.39	0.73	0.61	0.60	0.0410	0.150	0.015	0.206
6	Cuneta rectangular N°7	0.0035	0.243	0.01056	0.13	0.24	0.31	0.60	0.0097	0.165	0.017	0.191
7	Cuneta rectangular N°8	0.0086	0.605	0.01056	0.26	0.49	0.47	0.60	0.0242	0.110	0.011	0.145
8	Cuneta rectangular N°9	0.0015	0.107	0.01056	0.07	0.13	0.21	0.60	0.0043	0.100	0.010	0.114
9	Cuneta rectangular N°10	0.0002	0.014	0.01056	0.01	0.03	0.08	0.60	0.0006	0.400	0.040	0.441
10	Cuneta rectangular N°11	0.0002	0.014	0.01056	0.01	0.03	0.08	0.60	0.0006	0.070	0.007	0.078
11	Cuneta rectangular N°12	0.0099	0.693	0.01056	0.29	0.54	0.51	0.60	0.0277	0.130	0.013	0.171
12	Cuneta rectangular N°13	0.0157	1.102	0.01056	0.41	0.77	0.63	0.60	0.0440	0.070	0.007	0.121
13	Cuneta rectangular N°14	0.0068	0.480	0.01056	0.22	0.41	0.43	0.60	0.0192	0.140	0.014	0.173
14	Cuneta rectangular N°15	0.0123	0.865	0.01056	0.34	0.64	0.56	0.60	0.0345	0.135	0.014	0.183

Fuente: elaboración propia.

Tabla 36. *Cunetas rectangulares de concreto propuestas*

N°	Obras de Arte	Caudal de diseño (Q m/s)	Cuneta rectangular de concreto		
			Área de sección hidráulica (m ²)	Velocidad media (m/s)	Caudal de sección
1	Cuneta rectangular N°1	0.106	0.642	1.55	0.995
2	Cuneta rectangular N° 2	0.220	0.642	1.55	0.995
3	Cuneta rectangular N°4	0.231	0.642	1.55	0.995
4	Cuneta rectangular N°5	0.078	0.642	1.55	0.995
5	Cuneta rectangular N°6	0.206	0.642	1.55	0.995
6	Cuneta rectangular N°7	0.191	0.642	1.55	0.995
7	Cuneta rectangular N°8	0.145	0.642	1.55	0.995
8	Cuneta rectangular N°9	0.114	0.642	1.55	0.995
9	Cuneta rectangular N°10	0.441	0.642	1.55	0.995
10	Cuneta rectangular N°11	0.078	0.642	1.55	0.995
11	Cuneta rectangular N°12	0.171	0.642	1.55	0.995
12	Cuneta rectangular N°13	0.121	0.642	1.55	0.995
13	Cuneta rectangular N°14	0.173	0.642	1.55	0.995
14	Cuneta rectangular N°15	0.183	0.642	1.55	0.995

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de sesión de canales por el software Hcanales.

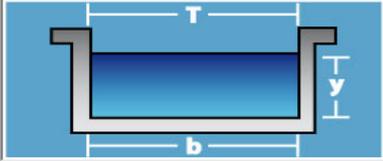
Figura 15: Cuneta 1

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	<input type="text"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.106"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.3"/>	m
Talud (Z):	<input type="text"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.01"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.2417"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.7835"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0725"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0926"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.3000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.4616"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9491"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3506"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Fuente: software Hcanales.

La cuneta 1 se determinó de sección rectangular de 0.25m de alto por 0.30m de ancho.

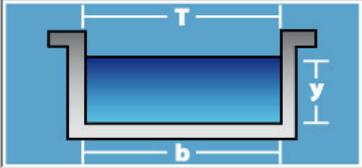
Figura 16: Cuneta 2

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	<input type="text"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.22"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.3"/>	m
Talud (Z):	<input type="text"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.01"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.4419"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.1838"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1326"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1120"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.3000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.6595"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.7971"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5823"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Fuente: software HCanales.

La cuneta 2 se determinó de sección rectangular de 0.45 m de alto por 0.30 m de ancho.

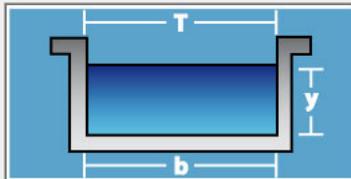
Figura 17: Cuneta 3

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	<input type="text"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.231"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.3"/>	m
Talud (Z):	<input type="text"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.01"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.4608"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.2215"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1382"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1132"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.3000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.6711"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.7860"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.6031"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Fuente: software HCanales.

La cuneta 3 se determinó de sección rectangular de 0.46 m de alto por 0.30 m de ancho

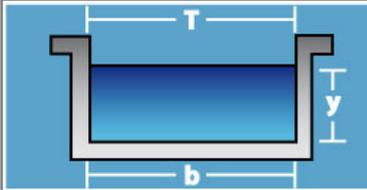
Figura 18: Cuneta 4.

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante normal (y): m Perímetro (p): m
 Área hidráulica (A): m² Radio hidráulico (R): m
 Espejo de agua (T): m Velocidad (v): m/s
 Número de Froude (F): Energía específica (E): m-Kg/Kg
 Tipo de flujo:

Fuente: software HCanales.

La cuneta 4 se determinó de sección rectangular de 0.30 m de alto por 0.20 m de ancho.

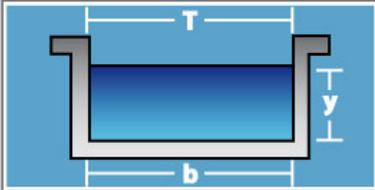
Figura 19: Cuneta 9.

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante normal (y): m Perímetro (p): m
 Área hidráulica (A): m² Radio hidráulico (R): m
 Espejo de agua (T): m Velocidad (v): m/s
 Número de Froude (F): Energía específica (E): m-Kg/Kg
 Tipo de flujo:

Fuente: software HCanales.

La cuneta 9 se determinó de sección rectangular de 0.43m de alto por 0.20m de ancho.

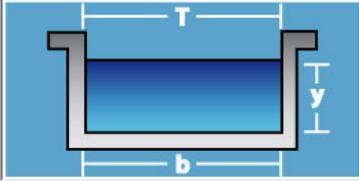
Figura 20: Cuneta 19

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	<input type="text"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.441"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.3"/>	m
Talud (Z):	<input type="text"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.01"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.8158"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.9316"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.2447"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1267"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.3000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.8019"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.6369"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.9813"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Fuente: software HCanales.

se determinó de sección rectangular de 0.81m de alto por 0.30m de ancho.

CÁLCULO DE MODELOS DE DISTRIBUCIÓN HACIENDO USO DEL SOFTWARE HIDROESTA 2.

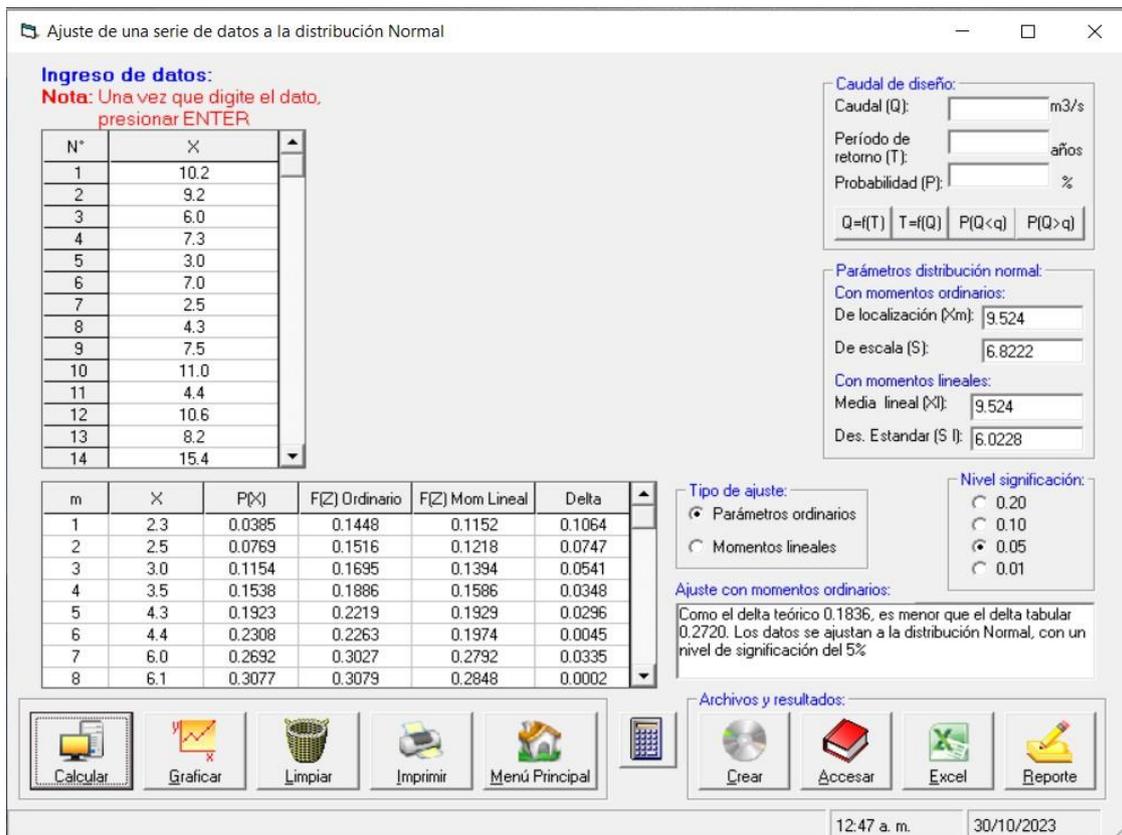


Figura 21. Resultados distribución Normal-Hidroesta 2.

Fuente: software HCanales.

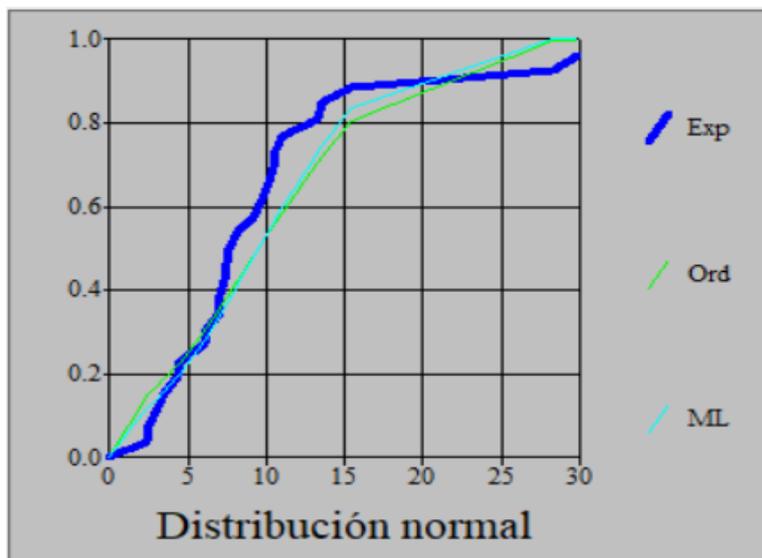


Figura 22. Gráfica de Distribución normal.

Fuente: software HCanales.

- Ubicación política

El proyecto “Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque”, su ubicación geográfica se sitúa en las coordenadas: 6°45'48"S 79°51'13"O.

Objetivo del Estudio de impacto ambiental.

Mitigar los efectos adversos hacia la flora, fauna y habitantes que se puede producir mediante la ejecución del diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Objetivos específicos.

Realizar una evaluación preliminar del Estudio de Impacto Ambiental para conocer las características de interacción más relevantes entre las actividades del proyecto y los factores ambientales.

Conocer los impactos ambientales tanto positivos como negativos en el medio ambiente y actuar a los que hay que prever.

En el expediente técnico se tomó en cuenta los impactos positivos y negativos que traerá consigo la realización del proyecto y se hará uso de medidas de prevención. Matriz de Leopold Modificada.

Es uno de los métodos más aceptados para analizar y valorar los impactos, que pueden presentarse durante la construcción y se evalúa con los siguientes criterios: Efecto, Extensión, Magnitud, Duración y Reversibilidad (solo para impactos negativos).

La calificación es cualitativa que se presenta entre baja, moderada o alta, es la resultante de los valores asignados a los criterios ya mencionados. Se determina por la siguiente expresión:

Tabla 37: Cuadro - evaluación de impactos

COMPONENTE AMBIENTAL	impactos ambientales	signo	tipo de efecto	extensión	magnitud	duración	reversibilidad	significancia	
Paisaje	alteraciones de la calidad estética	negativo (-)	1	1	2	1	1	-6	BAJO
Suelo	acumulación de material de relleno	negativo (-)	3	2	1	2	1	-9	BAJO
Ruido	alteración de los niveles sonoros	negativo (-)	3	2	2	3	1	-10	BAJO
Calidad de aire	emisiones de gases y polvo	negativo (-)	1	2	2	2	1	-8	BAJO
Agua	aumento de sedimentos	negativo (-)	1	1	1	1	1	-5	BAJO
Fauna	desplazamiento de animales	negativo (-)	1	1	1	1	1	-5	BAJO
Flora	interrupción de plantas	negativo (-)	1	3	1	2	1	-8	BAJO

Fuente: elaboración propia.

Los impactos negativos que se muestran tienen una significancia negativa baja, esto quiere que estos impactos se pueden reducir con facilidad, tomando medidas pertinentes para solucionarlos. Haciendo que la construcción de este proyecto sea ambientalmente VIABLE.

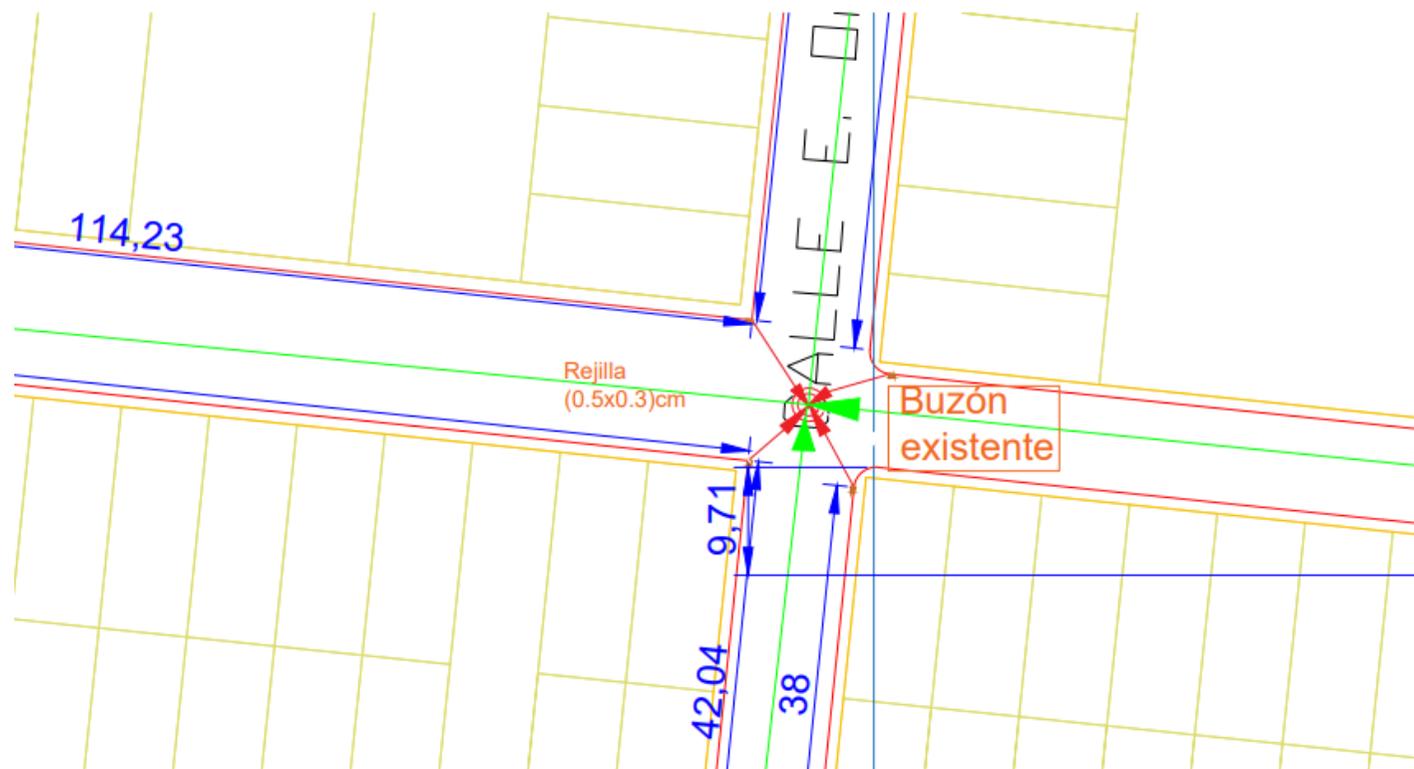
Evaluación de impacto ambiental.

La finalización del proyecto tendrá efectos muy positivos en la urbanización y su zona de influencia, ya que supondrá un mejor flujo de las aguas pluviales, mejoras socioeconómicas y paisajísticas, lo que pondrá en valor más a la urbanización La primavera, provincia de Chiclayo, Lambayeque. Los efectos ambientales negativos más comunes están relacionados con el corte de material suelto por parte de las máquinas utilizadas durante la fase de construcción, así como partículas en suspensión que causan gran malestar a los habitantes de la urbanización la primavera. El impacto positivo más importante del proyecto es la plantación de plantas ornamentales durante la fase de construcción y un diseño asociado con la naturaleza.

Aumento de los ingresos financieros debido al crecimiento del desarrollo urbano en el área inmediata al comercio, actividades conexas y trabajo. El área investigada tiene un carácter de construcción urbana, donde las características del medio ambiente han cambiado estrictamente a lo largo del tiempo, por lo que el efecto de los componentes ambientales es insignificante y muy bien mitigado durante el desarrollo. la diferencia en los efectos sobre la calidad del aire y el aumento de la proporción de ruido. Su misión es utilizar medidas mitigantes, preventivas y de control que puedan bajar significativamente el estado del plan ambiental que conforma la evaluación ambiental vigente que viabiliza la ejecución de las obras. El proyecto es compatible con la

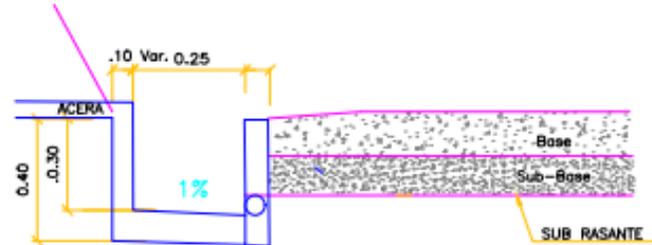
ANEXO 12.

Figura 23: Planos para el diseño de un sistema de drenaje pluvial para la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.



Fuente: Software AutoCAD.

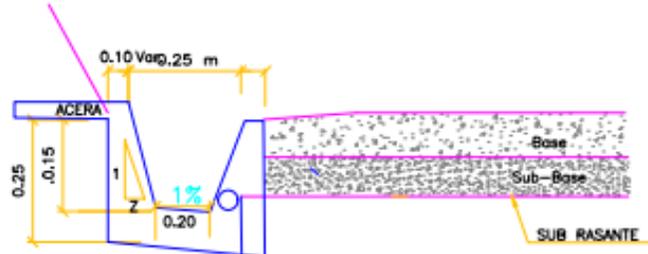
DETALLE DE CUNETA PRINCIPAL 0.25X0.30M



DETALLE ZANJA DE DRENAJE

ESC : 1/25

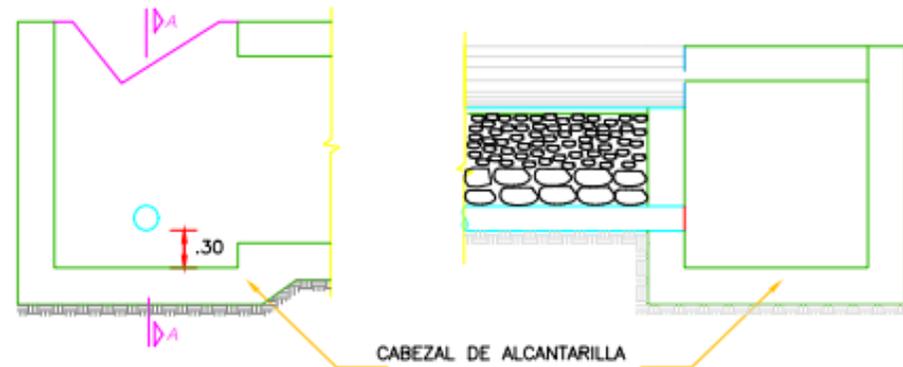
DETALLE DE CUNETA SECUNDARIA TRAPEZOIDAL



DETALLE ZANJA DE DRENAJE

ESC : 1/25

DETALLE DE DESCARGA DE ZANJA DE DRENAJE A CAJA COLECTORA



VISTA FRONTAL

ESC : 1/25

SECCION A-A

ESC : 1/25



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CORONADO ZULOETA OMAR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de un sistema de drenaje pluvial para el área urbana de la urbanización la primavera, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.", cuyo autor es ACUÑA CASTILLO DARWIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHICLAYO, 05 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CORONADO ZULOETA OMAR DNI: 16802184 ORCID: 0000-0002-7757-4649	Firmado electrónicamente por: OMARCORONADO el 23-12-2023 16:59:14

Código documento Trilce: TRI - 0684343