

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Diseño de pavimento y sistema de drenaje pluvial del centro poblado de  
Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Ricardo Willy Octavio Acosta Guerrero**

**ASESOR**

**Richard Paul Pehovaz Alvarez**

**<https://orcid.org/0000-0002-3785-2704>**

**Chiclayo, 2023**

**Diseño de pavimento y sistema de drenaje pluvial del centro  
poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque,  
2021**

PRESENTADA POR  
**Ricardo Willy Octavio Acosta Guerrero**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
Para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR

Héctor Augusto Gamarra Uceda  
PRESIDENTE

Ernesto Martín Centeno Ccanto  
SECRETARIO

Richard Paul Pehovaz Alvarez  
ASESOR

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por darme la fortaleza y perseverancia para poder culminar esta importante etapa profesional.

A mis padres Willy y Luisa quienes siempre se esforzaron para brindarme la mejor educación, por los valores, consejos y confianza la que me ha permitido seguir adelante y ser una persona de bien.

A mi hermano Luis Ángel por su cariño y apoyo incondicional, quien me alentaba en todo este proceso.

A mi abuelo Ricardo Acosta Cajusol, quien siempre me demostró que con esfuerzo y dedicación se cumplen las metas propuestas en la vida.

## **Agradecimientos**

A Dios, quien con su bendición guía siempre mi camino.

A mis padres y hermano por su apoyo, amor y confianza pude concluir este proyecto.

A la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, por brindarme los medios necesarios para estudiar y ser un buen profesional.

A todos los Ingenieros quienes con las enseñanzas brindadas y experiencias laborales me transmitieron sus conocimientos para poder ser día a día mejor y poder finalizar esta meta soñada.

## TESIS

### INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

9%

2

[tesis.usat.edu.pe](https://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

3

[repositorio.udh.edu.pe](https://repositorio.udh.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

4

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

6

[repositorio.upao.edu.pe](https://repositorio.upao.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

7

[www.slideshare.net](https://www.slideshare.net)

Fuente de Internet

1%

8

[1library.co](https://1library.co)

Fuente de Internet

1%

9

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

<1%

## Índice

<b>Resumen</b> .....	13
<b>Abstract</b> .....	14
<b>Introducción</b> .....	15
<b>Revisión de literatura</b> .....	17
<b>Antecedente del problema</b> .....	17
Antecedentes nacionales.....	17
Antecedentes internacionales .....	19
<b>Bases teóricas científicas</b> .....	20
Bases teóricas .....	20
Pavimento.....	21
Drenaje urbano .....	24
Hidrología.....	25
<b>Materiales y métodos</b> .....	37
<b>Tipo y nivel de investigación</b> .....	37
<b>Diseño de Investigación</b> .....	37
<b>Técnicas, Instrumentos de recolección de datos</b> .....	38
Técnicas.....	38
Instrumentos .....	39
<b>Procedimiento</b> .....	39
Estudio de tráfico.....	39
Estudio topográfico .....	40
Estudio de mecánica de suelos .....	40
Estudio hidrológico .....	41
Evaluación de impacto ambiental.....	41
<b>Resultados y discusión</b> .....	43
<b>Descripción General del Área de Estudio</b> .....	43
<b>Estudio de Tráfico IMD</b> .....	46
Cálculo del índice medio diario.....	47
Cálculo del índice medio diario semanal (IMDs).....	47
Factor de corrección .....	48
Cálculo del índice medio diario anual (IMDa).....	48
Periodo de diseño .....	49
Tasa de crecimiento.....	49
Cálculo del ESAL.....	52

Resultados ESAL pavimento rígido .....	55
<b>Estudio Topográfico</b> .....	56
Equipo de topografía .....	56
Descripción del trabajo topográfico .....	57
<b>Estudio de Mecánica de Suelos</b> .....	68
Descripción de exploración de calicatas.....	68
Puntos de investigación .....	68
Exploración de muestreo de suelo.....	69
Ensayos de Laboratorio .....	70
Descripción estratigráfica de la zona.....	71
<b>Hidrología</b> .....	71
Generalidades .....	71
Datos de precipitaciones.....	71
Periodo de retorno .....	73
Análisis estadístico de datos hidrológicos.....	73
Pruebas de bondad de ajuste.....	73
Distribuciones.....	74
Precipitación máxima (Distribución Gumbel).....	83
Intensidad de lluvia .....	85
Cálculo de la ecuación de la intensidad máxima.....	85
Constante regresión cuenca.....	86
Intensidades máximas – Tiempo de duración – Periodo de retorno.....	86
Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).....	87
Cálculo del hietograma a partir de las curvas.....	87
Tiempo de concentración .....	88
Estimación de Caudales de Escurrimiento .....	89
Caudales circundantes por las vías .....	90
<b>Diseño Geométrico de las vías</b> .....	93
Clasificación del sistema vial urbano.....	93
Parámetros de diseño.....	95
Resultados .....	101
<b>Diseño de Pavimento</b> .....	102
Diseño de pavimento rígido - Método AASHTO 93.....	102
Diseño de pavimento rígido – Método PCA .....	109
Interpretación de resultados.....	114
<b>Diseño de Sistema de Drenaje Pluvial</b> .....	115

Método racional.....	115
Modelamiento con Software EPA SWMM.....	118
Diseño del sumidero.....	126
Diseño del sistema de tuberías .....	129
Interpretación de Resultados .....	133
<b>Evaluación de Impacto Ambiental.....</b>	<b>134</b>
Generalidades .....	134
Marco Legal .....	135
Objetivos .....	136
Descripción y análisis del proyecto.....	136
Área de influencia del proyecto.....	136
Línea Base Ambiental .....	137
Identificación y evaluación de los Impactos Ambientales .....	139
Evaluación de Impactos Ambientales .....	143
Análisis de Resultados.....	144
Plan de Manejo Ambiental .....	144
<b>Discusión de resultados .....</b>	<b>146</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>148</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>150</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>151</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>154</b>
<b>Documentos.....</b>	<b>154</b>
<b>Panel Fotográfico.....</b>	<b>157</b>
<b>Estudio de Tráfico .....</b>	<b>172</b>
<b>Informe de Mecánica de Suelos.....</b>	<b>184</b>
<b>Metrado de pavimento rígido y drenaje pluvial .....</b>	<b>201</b>
<b>Presupuesto de pavimento rígido y drenaje pluvial .....</b>	<b>203</b>
<b>Planos.....</b>	<b>205</b>

## Lista de tablas

Tabla 1 Coeficiente de escorrentía para ser utilizados en el método racional .....	28
Tabla 2 Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas, para 5 y 10 años de periodo de retorno.....	30
Tabla 3 Coeficiente promedio para áreas rurales .....	30
Tabla 4. Velocidad máxima para tuberías de alcantarillados, m/s .....	31
Tabla 5. Ensayos de Laboratorio.....	41
Tabla 6 Coordenadas del Centro Poblado de Ciudad de Dios .....	43
Tabla 7 Límites del Centro Poblado de Ciudad de Dios .....	43
Tabla 8 Resultado del conteo de vehículos para la avenida C .....	47
Tabla 9 Cálculo del índice medio anual (IMDa) para la avenida C.....	48
Tabla 10 Periodo de diseño de clasificación de vías .....	49
Tabla 11 Tasas de crecimiento de vehículos .....	50
Tabla 12 IMD Proyectoado para un periodo de 20 años.....	51
Tabla 13 Factores de Distribución Direccional y de Carril para Determinar el Transito en el Carril de Diseño .....	52
Tabla 14 Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos.....	53
Tabla 15 Factor camión para pavimento rígido .....	53
Tabla 16 Factor camión para tipo de vehículo .....	54
Tabla 17 Parámetros de ESAL .....	55
Tabla 18 Resultado de ESAL de la Avenida C .....	55
Tabla 19 Puntos de BMs del Levantamiento Topográfico.....	58
Tabla 20 Número mínimo de Puntos de Investigación .....	68
Tabla 21 Calicatas Realizadas.....	70
Tabla 22 Cuadro Resumen de Estudio de Mecánica de Suelos .....	71
Tabla 23 Precipitación Máxima Anual en 24 horas (mm) – Estación Lambayeque.....	72
Tabla 24 Valores críticos de la prueba Kolmogorov – Smirnov.....	74
Tabla 25 Distribución Normal y la prueba Kolmogorov – Smirnov.....	75
Tabla 26 Distribución Log Normal de 2 parámetros y la prueba Kolmogorov - Smirnov .....	76
Tabla 27 Distribución Log Normal de 3 parámetros y la prueba Kolmogorov – Smirnov.....	77
Tabla 28 Distribución Gamma de 2 parámetros y la prueba Kolmogorov – Smirnov.....	78
Tabla 29 Distribución Log de Pearson Tipo III y la prueba Kolmogorov – Smirnov .....	79
Tabla 30 Distribución de Gumbel y la prueba Kolmogorov – Smirnov .....	80
Tabla 31 Distribución Log Gumbel y la prueba Kolmogorov – Smirnov .....	81
Tabla 32 Resumen de Distribución y delta máximo .....	82
Tabla 33 Comprobación de Delta (Kolmogorov – Smirnov).....	82
Tabla 34 Precipitaciones de las Distribuciones.....	82
Tabla 35 Distribución de Gumbel de las precipitaciones.....	83
Tabla 36 Precipitaciones diarias máximas para distintos periodos de retorno.....	84
Tabla 37 Coeficientes de duración lluvias entre 1 y 24 horas.....	84
Tabla 38 Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvia .....	84
Tabla 39 Precipitaciones máximas - tiempos de duración de lluvia .....	86
Tabla 40 Coeficiente K, m, n, de regresión potencial – Modelo Gumbel.....	86
Tabla 41 Tabla final de Intensidades (mm/hr) – Tiempo de duración (mm) .....	87
Tabla 42 Intensidad máxima para un tiempo de retorno de 10 años.....	88

Tabla 43 Tiempo de concentración .....	89
Tabla 44 Coeficientes de Escorrentía – Método Racional .....	90
Tabla 45 Caudales Circundantes por vías .....	91
Tabla 46 Clasificación del sistema vial urbano.....	93
Tabla 47 Parámetros de diseño vinculados a la clasificación de vías urbanas.....	94
Tabla 48 Tipos de vías .....	95
Tabla 49 Pendientes Máximas.....	96
Tabla 50 Ancho de Carril.....	97
Tabla 51 Ancho de estacionamiento, veredas y calzada .....	97
Tabla 52 Bombeo de la calzada.....	98
Tabla 53 Longitud de frenado .....	100
Tabla 54 Características Geométricas .....	101
Tabla 55 Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico.....	102
Tabla 56 Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) y Final (Pt) .....	103
Tabla 57 Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico .....	104
Tabla 58 La calidad del drenaje .....	105
Tabla 59 Exposición a la saturación.....	105
Tabla 60 Exposición a la saturación.....	106
Tabla 61 Catálogo de estructuras de pavimento rígido con pasadores y con bermas de concreto y para un factor J=2.8.....	108
Tabla 62 Índice máximo diario anual.....	109
Tabla 63 Número de ejes por vehículo.....	109
Tabla 64 Factor de carga y ejes equivalentes .....	110
Tabla 65 Datos de Diseño .....	110
Tabla 66 Efecto de la sub base no tratada sobre los valores de K.....	110
Tabla 67 Interpolación - PCA .....	111
Tabla 68 Esfuerzo equivalente – con berma de concreto (eje simple / eje tándem) .....	111
Tabla 69 Interpolación de factores de esfuerzos de fatiga .....	111
Tabla 70 Factor de Erosión – Juntas con Dowels con bermas de concreto (Eje simple / eje Tándem) .....	112
Tabla 71 Interpolación de factores de esfuerzos de erosión.....	112
Tabla 72 Análisis de fatiga y erosión .....	113
Tabla 73 Capacidad máxima del caudal por sección de vía.....	116
Tabla 74. Resultados de la escorrentía superficial .....	119
Tabla 75. Resultados del cálculo hidráulico.....	119
Tabla 76. Resultados del resumen de la escorrentía en subcuencas.....	120
Tabla 77. Resultados del resumen de nivel de nudos.....	120
Tabla 78. Resultados del resumen de aportes en nudos .....	121
Tabla 79. Resultados del resumen de la inundación de nudos .....	122
Tabla 80. Resultados del resumen de caudal en tuberías .....	123
Tabla 81. Medio Físico.....	137
Tabla 82. Medio Biológico.....	138
Tabla 83. Actividades con potencial para causar daños .....	139
Tabla 84. Calificación de acuerdo a la magnitud .....	140
Tabla 85. Calificación de acuerdo a la importancia .....	141
Tabla 87. Matriz de Leopold.....	142

Tabla 87. Jerarquización de Impactos .....	143
Tabla 88. Resultado de la matriz de Leopold .....	143
Tabla 89. Descripción de los factores que son afectados .....	144
Tabla 90. Medidas de prevención .....	144
Tabla 91. Medidas de Corrección y/o Mitigación .....	145

## Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Plano Topográfico de la zona de estudio .....	67
Ilustración 2 Puntos de Investigación – 20 calicatas.....	69
Ilustración 3 Precipitación máxima en 24 horas .....	72
Ilustración 4 Gráfico de curva de intensidad – duración – frecuencia .....	87
Ilustración 5 Hietograma – Precipitación T=10 años.....	88
Ilustración 6 Correlación CBR y Módulo de reacción de la subrasante .....	104
Ilustración 7 Espesor de losa de concreto para calle .....	106
Ilustración 8 Formula AASHTO 93 .....	107
Ilustración 9 Resultado de espesores Pavimentos Rígido ASSHTO -93 .....	108
Ilustración 10 Factores para ingresar al Ábacos.....	113
Ilustración 11 Resultado de espesores Pavimentos Rígido PCA .....	114

## Lista de figuras

Figura 1 Hietograma de precipitación .....	27
Figura 2. Cuenca Hidrológica .....	32
Figura 3. Áreas de las cuencas .....	33
Figura 4 Tipo de orden de cuenca .....	34
Figura 5 Relación distancia - elevación del cauce principal .....	37
Figura 6 Ubicación del distrito de San José .....	43
Figura 7. Ubicación Satelital del Centro Poblado de Ciudad de Dios .....	44
Figura 8 Comportamiento temporal de la temperatura del aire y precipitación promedio en la estación meteorológica Lambayeque .....	45
Figura 9 Punto de Medición del Estudio de Tráfico .....	47
Figura 10 Forma básica – 3 ramas con volteo de poca magnitud .....	98
Figura 11 Forma mejorada – 3 ramas con volteo de poca magnitud .....	99
Figura 12 Intersección de 4 ramas con bajo flujo vehiculares .....	99
Figura 13. Planteamiento inicial del Sistema de Drenaje Pluvial .....	118
Figura 14. Resultados de simulación del sistema.....	119
Figura 15. Representación en planta del sistema de drenaje pluvial.....	124
Figura 16. Perfil de lámina de agua desde el BZ-14 al BZ-21 .....	124
Figura 17. Perfil de lámina de agua desde el BZ-46 al N-6 .....	125
Figura 18. Perfil de lámina de agua desde el N-6 al vertido Vert-3.....	125
Figura 19 Velocidades Mínimas y Máximas.....	129
Figura 20 Pendiente Mínima del Modelado .....	130
Figura 21. Especificaciones dimensionales de tuberías .....	130

## Resumen

El objetivo general de este proyecto es mejorar el tránsito vehicular en el casco urbano de Ciudad de Dios, distrito de San José, mediante el diseño de pavimentos y drenaje de aguas pluviales. Las malas condiciones de las calles en el área estudiada conducen a pérdidas económicas debido a que no cuentan con pavimentación y una adecuada evacuación de aguas de lluvia. Vale señalar que los residentes locales sufren problemas respiratorios debido a los desechos transportados por el aire, ante las inundaciones previstas en los últimos años por El Niño y El Niño Costero.

A partir de los datos de la estación de Lambayeque, se está llevando a cabo una investigación hidrológica para establecer la precipitación máxima diaria. Para la modelización hidráulica se utilizó la versión 5.2 del SWMM (Modelo de Gestión de Aguas Pluviales de la Agencia de Protección del Medio Ambiente) de la EPA. Este es un software para la planificación de un drenaje pluvial urbano que puede diagnosticar e identificar la dirección de las aguas pluviales y obtener cálculos más precisos y optimizar el tiempo y costos.

El proyecto contará con una estructura de pavimento rígido y otra de drenaje hidráulico que admita evacuar las aguas en tiempos de lluvia. Al realizar este proyecto tal cual está planteado mejorará la calidad de vida de los residentes y promoverá el crecimiento. Por ende, se llevan a cabo la búsqueda de datos preliminares, la investigación básica, el análisis de resultados, la presentación final, la observación final y para el término la sustentación del proyecto la cual son procesos claves para la aceptación y desarrollo.

**Palabras clave:** Pavimentación, Drenaje pluvial, SWMM, Drenaje hidráulico, Pavimento Rígido.

### **Abstract**

The overall objective of this project is to improve vehicular traffic in the urban area of Ciudad de Dios, district of San José, through pavement design and stormwater drainage. The poor condition of the streets in the study area leads to economic losses due to the lack of paving and adequate rainwater drainage. It is worth noting that local residents suffer from respiratory problems due to airborne debris in the face of the flooding predicted in recent years by El Niño and El Niño Costero.

Based on data from the Lambayeque station, a hydrological investigation is being carried out to establish the maximum daily rainfall. For the hydraulic modeling, version 5.2 of the EPA's Stormwater Management Model SWMM (Stormwater Management Model of the Environmental Protection Agency) was used. This is an urban storm drainage planning software that can diagnose and identify the direction of stormwater, obtain more accurate calculations, and optimize time and costs.

The project will have a rigid pavement structure and a hydraulic drainage structure to evacuate water in times of rain. By realizing this project as planned, it will improve the quality of life of the residents and promote growth. Therefore, preliminary data research, basic research, analysis of the results, final presentation, final observation, and finally the project presentation are key processes for the acceptance and development of the project.

**Keywords:** Paving, storm drainage, SWMM, hydraulic drainage, and rigid pavement.

## Introducción

Con el transcurso del tiempo, las ciudades crecen y se desarrollan aumentando el área urbana, ello conlleva a que se requiera mayor inversión en el ámbito cultural, económico, social, industrial e infraestructuras, en tal sentido es importante contar con infraestructuras viales que nos brinden una transitabilidad vehicular y peatonal en buen estado, por lo que resulta tan útil un buen diseño de pavimento y drenaje pluvial.

El principal problema que aqueja al norte de Perú es el fenómeno de El Niño. Debido a "El Niño Costero 2017" que ocurrió el 18 de marzo de 2017, Ciudad de Dios, que forma parte del distrito de San José, departamento de Lambayeque, fueron clasificados como "lluvia extrema" según el Percentil 99. El 14 de febrero, El Niño 1997-1998 alcanzó un máximo histórico de 71,3 mm de precipitación diaria, lo que provocó desastres como inundaciones y peligros para la salud de los residentes locales. El problema es que las zonas pobladas no están pavimentadas, y no hay infraestructuras de drenaje que conduzcan y eliminen las precipitaciones a un lugar seguro. [1].

Los cambios oceanográficos de los eventos El Niño son fenómenos aperiódicos y diversos que duran alrededor de 14 meses, desde febrero del primer año hasta marzo del siguiente. Durante ese tiempo hay dos descensos en el mar tropical. En esta época hay dos bajas en el mar tropical. La primera es al principio del fenómeno, y la segunda al final, con temperaturas altas entre febrero a agosto y diciembre a marzo.

Perú actualmente cuenta con tres tipos de red vial según la tipología de superficie de rodadura actualizada en diciembre del año 2019 por el MTC (Ministerio de Transportes y comunicaciones) en su plataforma digital describe que Perú posee una red vial existente de 168,953.86 km, además tiene una red vial proyectada de 6511.69 Km. De la red vial existente podemos ver la deficiencia que tenemos hoy en día debido a contar solo con 28,769.64 Km, de red pavimentada y 140,184.22 no pavimentada.

Según información del SENAMHI, el Perú es demasiado vulnerable a los cambios climáticos violentos, tales como las altas temperaturas relacionadas con el fenómeno de El Niño y las temporadas de lluvias extremas. Esto en consecuencia generó desequilibrio económicas ocasionado por eventos naturales como El Niño de 1982 y 1983 (perjuicio aproximado en 3.282 millones de dólares), El Niño de 1997 y 1998 (perjuicio aproximado en 3.500 millones de dólares), lo que lleva a pérdidas del 11,6% y 6.2 % del PBI nacional de 1983 y 1998, Chiclayo tuvo una máxima precipitación de 197.2 mm, por ello, nos da la oportunidad de demostrar la necesidad de una infraestructura de drenaje.

Ciudad de Dios, presentan un alto porcentaje de calles sin pavimentar, lo que genera molestias a la vecindad por el impacto del polvo en los trastornos respiratorios y visuales. (Ver Fotografía 1 al 9).

La superficie del proyecto tiene un área de 26.015 Hectáreas. Los pobladores beneficiarios son de 2849 hab. Otro problema generado al no tener una infraestructura vial adecuada es el gasto de reparación de los vehículos ya que es dificultoso la circulación por calles y avenidas que están en mal estado es por ello que se plantea el diseño del pavimento. Las calles y avenidas se localizan a nivel de terreno natural, muestran desniveles, baches, entre otras cosas, debido a todo esto los pobladores se encuentran afectados por la polvareda que se genera por los vientos de la zona, generando dificultades y malestar en la población. Los vehículos que transitan a diario por dichas avenidas y calles son vehículos como moto taxis, autos, camionetas, y vehículos pesados).

Para las observaciones a la zona de proyecto por intermedio de fotos (Ver Fotografía 1 al 9), revela que la mayoría de las calles, no cumple con las circunstancias de la superficie de rodadura. Por lo tanto, la realización de este proyecto se efectuará según normas vigentes en cuanto a las causas que afectan a la construcción y ejecución. De esta manera, el diseño técnico será adecuado para la solución del problema sugerido.

Con la propuesta del proyecto se pretende reducir accidentes ocasionados por la falta de una adecuada infraestructura vial, favoreciendo así a la población existente. Económicamente los pobladores se verán beneficiados con los valores de sus predios ascenderán de forma notable, además de ello, los costos de mantenimiento y limpieza de sus fachadas disminuirán debido a la disminución de partículas en suspensión que se adhieren fácilmente a ventanas y puertas, por otro lado, se ahorrará el costo de operación vehicular, permitiendo el progreso de centros comerciales.

El principal objetivo de esta tesis es; Elaborar el diseño de pavimento y sistema de drenaje pluvial para el centro poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, 2021. Como objetivos específicos tenemos; Conocer el relieve de la zona de estudio mediante un levantamiento topográfico, determinar las características del suelo de la zona de estudios mediante ensayos de mecánica de suelos; recopilar y analizar los datos hidrométricos de las estaciones hidrométricas y desarrollar el diseño hidráulico de las obras de drenaje; elaborar el estudio de tráfico (IMD) para el conteo de vehículos en el área de estudio; realizar el diseño de pavimento rígido por los métodos AASHTO 93 y PCA; realizar una simulación hidráulica para definir el sentido del flujo; realizar el estudio de Impacto Ambiental, la elaboración de planos y el presupuesto del proyecto.

## Revisión de literatura

### Antecedente del problema

Respecto a las bibliografías sobre: “Diseño de pavimento y sistema de drenaje pluvial del centro poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021” tenemos:

#### Antecedentes nacionales

TESIS DE PREGRADO, “DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL CASCO URBANO DEL DISTRITO DE FERREÑAFE, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”, CRISTHIAN JUNIOR LÓPEZ CHANAMÉ, 2017.

El proyecto propone la pavimentación y drenaje urbano en el distrito de Ferreñafe, además pretende reducir las consecuencias del fenómeno el niño, además de ello se realizó estudios como topográficos, tráfico, mecánica de suelos e hidrológico. Tanto a la hidrología será diseñada por descargas individuales. [2]

El autor de la tesis concluye que: con la ejecución de este proyecto dará una adecuada calidad de vida a los residentes, pues solucionará problemas de inundación causadas por las lluvias, logrando así la transitabilidad de vehículos y peatones en tiempos de lluvia. Además, ello reducirá las enfermedades causantes por los sancudos en tiempo de lluvia. [2]

TESIS DE PREGRADO, “DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA CIUDAD DE OTUZCO, LA LIBERTAD MEDIANTE EL USO DEL MODELO MATEMÁTICO SWMM”, PEDRO DIEGO LUNA VICTORIA NARRO. 2021.

La metodología de este proyecto es utilizar el software SWMM para diseñar el sistema de drenaje urbano para Otuzco, validar el comportamiento del flujo de aguas pluviales y obtener modelos de cálculo para calcular las descargas de diseño y los tirantes máximos. [3]

Para un período de retorno de 10 años, el autor de la tesis indica que se empleó un histograma de 27 años para el diseño de la escorrentía, que proporciona una intensidad de 25,53 mm/h, un tc de 13,35 min y un coeficiente de escorrentía de 0,89. Los diámetros de tubería colectora van desde 0.45 m hasta 0.63 m, con canales abiertos en secciones cuadradas de 1.00 m x 0.45 m, y el presupuesto del proyecto es de S/. 7.636.301.05. [3]

TESIS DE PREGRADO, “DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN URB. EL CHILCAL DE LA CIUDAD DE PIURA”, MANUEL HERNÁNDEZ JIMENEZ, 2018

El siguiente trabajo propone un sistema de drenaje de aguas pluviales en la urb. El Circal en Piura. Esto se debe a que es un área baja propensa a inundaciones por lluvias. Los parámetros de diseño se eligieron para obtener una estimación lógica del caudal, la resistencia de diseño y el mejor proceso desde la recogida, transporte, evacuación hasta la llegada al sitio receptor. [4]

El autor de tesis concluye que se utilizarán sumideros transversales, en sectores donde la esorrentía sea superior, tuberías PVC fortificadas con fibra de vidrio y bombas tornillo de Arquímedes, respecto al impacto ambiental existe un beneficio a la población local ya que los libera de enfermedades transmitidas por mosquitos a causa de las aguas de lluvia estacadas y la descomposición de las mismas. [4]

TESIS DE PREGRADO, “DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA AVENIDA 28 DE AGOSTO DEL DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO - 2019”, RAMOS VIGILIO, JOHN WILLIAMS.

Se propone diseñar un sistema de drenaje urbano mediante un tanque de sedimentación ubicada en la Avenida 28 de agosto en la zona de Amaryllis de Huánuco. Además de la topografía, se realizó un levantamiento de campo del sistema de drenaje actual. Estudios hidrológicos y suelo para determinar parámetros para la realización de diseños según normas OS. 060. [5]

Las tuberías de PVC de 0,50 m, 0,60 m y 0,70 m, los sumideros de 2,00 m y los pozos de registro de 1,90 m de profundidad se crearon mediante modelización en el programa SWMM 5, según el autor de la tesis. Para un periodo de 10 años y 6 horas de precipitación de obtuvo un caudal de 4,274 m<sup>3</sup>. [5]

TESIS DE PREGRADO, “DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR. SAN LORENZO – MERCADO DE PIURA”, RONDOY AGUILAR ROSANA NOEMI, 2018

Este proyecto se enfoca en el problema de las inundaciones urbanas causadas por uso de vías impermeables provocadas por la esorrentía durante la temporada de lluvias. Por lo tanto, teniendo como finalidad la reducción de inundaciones, mejorar la transitabilidad peatonal y vehicular se daría como solución el diseño de un pavimento permeable. [6]

El autor concluye que: El diseño del pavimento permeable arrojó un ESAL de 2.35 x 10<sup>5</sup>EE y un CBR de 20.9% mientras que el drenaje pluvial arrojó una tubería de 0.70 m de diámetro. Mediante un estudio de investigación en la ciudad de Piura se identificó las fuentes receptoras donde recaería el agua de lluvia. [6]

#### Antecedentes internacionales

TESIS DE PREGRADO, “DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA URBANIZACIÓN CABALLERO Y GÓNGORA, MUNICIPIO DE HONDA -TOLIMA”, A.D. MORA CANO Y C.A. ARGÜELLES SÁENZ, COLOMBIA, 2015.

La siguiente tesis tiene como finalidad analizar los aspectos técnicos y teóricos del diseño empírico, semiempírico y racional de aceras, cómo implementarlos en la práctica determinando el método beneficioso para el diseño de la estructura. [7]

La estrategia sugerida consiste en realizar un estudio del suelo mediante pruebas de laboratorio, teniendo en cuenta la capacidad portante y el tipo de suelo. Con esta información, se establecieron espesores de diseño aceptables y se mejoraron las condiciones de la subrasante y de la capa granular utilizando geosintéticos y/o estabilizadores. [7]

TESIS DE GRADO, “SISTEMAS DE DRENAJE SOSTENIBLE COMO ALTERNATIVA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE INUNDACIONES EN NECHÍ UN MUNICIPIO DE LA MONJANA”, J. MUÑOZ, Z. ACUÑA, 2015. COLOMBIA.

La siguiente tesis fue llevada a cabo con la necesidad de buscar alternativas para la regulación y control de las innovaciones en el sistema de drenaje urbano del sector Nechí, debido a que sufrió inundaciones de gran escala en sus comunidades debido a una planificación urbana inadecuada. [8]

De esta investigación se concluye que se debe realizar un estudio preliminar sobre sistemas de drenaje sostenible (SUDS) que puedan capturar agua de lluvia y sea conducido hacia un reservorio siendo reutilizado en un futuro por la población de la zona. [8]

## Bases teóricas científicas

### Bases teóricas

A partir del tema de investigación: “Diseño de Pavimento y Sistema Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021”. Se consideró la siguiente fundamentación:

NORMA TÉCNICA CE.010: “PAVIMENTOS URBANOS. PERÚ: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES”.

Esta normativa establece lineamientos para un adecuado estudio de la mecánica de suelos con el fin de asegurar la durabilidad de las vías urbanas, el uso racional de los recursos y el estado de las calles, estacionamientos a lo largo del tiempo asegurando condiciones óptimas, Estableciendo pautas para una construcción razonable, mantenimiento, restauración, demolición y reemplazo basado en su vida útil y desarrollo operativo. [9]

MANUAL DE CARRETERAS: “SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS. RD N° 10 - 2014-MTC/2014”. (09.04.2014)

El MTC del Perú, habilita un manual con terminologías estandarizadas referentes, sección titulada La Sección de Suelos y Pavimentos, puede referirse a normas uniformes relacionadas con suelos y pavimentos para determinar el uso del espesor de pavimento para vías pavimentadas y no pavimentadas. [10]

El MTC actualizará su Manual, por ende, detallará una metodología o lineamiento oficial que establezca una forma estandarizada de presentar las propuestas de cambio o aportaciones por eruditos en ingeniería vial; por ende, el MTC dirige las propuestas debidamente calificadas a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles para su respectiva evaluación, aprobación e inclusión en el Manual. [10]

“GUIA AASHTO PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS” – TRADUCCIÓN DE LA GUIA “AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMET STRUCTURES” - (MAYO -1997)

Esta traducción es aceptada por AASHTO; se basa en la traducción del mismo nombre de mayo de 1996. El objetivo más importante de la carretera experimental AASHO fue proporcionar datos que usaremos hoy en día para diseños de pavimentos. Por lo tanto, después de la finalización de la carretera experimental AASHTO, la comisión de diseño (ahora llamado Comité de Diseño AASIDO), desarrolló y distribuyó en 1961 la "Guía Provisional AASHTO para el Diseño de Pavimentos Rígidos y Flexibles". [11]

MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE. (PERÚ: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2008).

La finalidad de este manual es servir como guía para los cálculos hidrológico e hidráulico. Los profesionales a cargo de cualquier proyecto de drenaje, ya sea pluviales o sanitario, tendrán en este manual herramientas prácticas para desarrollar estudios de criterios clave y realizar el diseño de obras de arte. [12]

MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES. (PERÚ: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2016).

El propósito de este documento es informar los métodos y procedimientos a seguir en las pruebas de laboratorio y de campo para asegurar que el desempeño del material cumpla con los estándares de calidad propuestos apropiados. [13]

NORMA CE. 040: DRENAJE PLUVIAL URBANO, REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES 2021.

El propósito de esta norma, es proporcionar parámetros para el diseño de Sistemas de Drenaje Pluvial Urbano; recolección, transporte y descarga hacia una masa receptora de las aguas pluviales generadas sobre una zona urbana. [14]

NORMA E.050: SUELOS Y CIMENTACIONES, REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES 2006.

La normativa menciona los requisitos para realizar estudios geomecánicos (EMS) para los cimientos de edificaciones y otras estructuras. Los EMS se realizarán para garantizar la estabilidad y durabilidad de las estructuras a través del uso racional de los recursos. Además, mencionan estudios previos para analizar las condiciones de cimentación y temas importantes como ataques químicos (sales, cloruros y sulfato), suelos expansivos, licuefacción, estabilidad del suelo. [15]

## Pavimento

### **Definición de Pavimento:**

El pavimento está formado por muchas capas superpuestas que se planificaron y construyeron utilizando materiales y densidades adecuados. Estas formaciones estratigráficas se encuentran al pie del subsuelo de una carretera como resultado de los movimientos de tierra

durante la investigación y deben soportar las tensiones impuestas por las cargas repetidas del tráfico. [9]

### **Tipos de pavimento**

Según la norma técnica CE.010, existen los siguientes tipos de pavimentos.

#### **a) Pavimentos Flexibles**

Llamados también pavimentos asfálticos ya que se usan mezclas asfálticas en sus diferentes variedades para la superficie de rodadura, éstas se apoyan sobre capas granulares que se denominan respectivamente como base y subbase granular, estas se encuentran sobre un estrato llamada subrasante, el cual se encuentra bien compactado y en ocasiones hasta mejorado según las necesidades del proyecto y las deficiencias de este. [10]

#### **b) Pavimentos Semi-flexibles**

Son pavimentos que tradicionalmente estaban conformados por unidades estructurales de diversos materiales como piedra, madera, arcilla cocida, y que actualmente estos adoquines se elaboran de concreto donde su resistencia estará condicionada a las cargas de tránsito usadas para su diseño, estas unidades variaran de espesor según dichas cargas de diseño. [10]

#### **c) Pavimentos Rígidos**

Se trata de pavimentos cuya capa superficial está formada por muchos tipos de losas de concreto, y además una subbase granular usada para uniformizar la cimentación de la losa, estas losas por sus mismas características son más efectivas al momento de absorber fuerzas proporcionadas por el tráfico. [10]

Existen tres tipos de pavimentos de concreto:

- Pavimentos de concreto simple con juntas.
- Pavimentos de concreto reforzado con juntas
- Pavimentos de concreto continuamente reforzados

Los pavimentos más usados por su mejor comportamiento a nuestra realidad debido a un buen desempeño son los pavimentos de concreto con juntas. En el Manual del MTC, para los caminos del Perú, plantean el uso de este tipo de pavimentos. [11]

## **Funciones de las Capas de un Pavimento Rígidos**

### **Subbase**

Tiene por objetivo evitar las costuras de cobertura, las grietas y los efectos de bombeo de los bordes. El bombeo es el flujo de material hidratado fino de las estructuras del pavimento debido al ingreso de agua a través de las juntas de las losas. [9]

- Actúa como una capa de transición para garantizar una cobertura uniforme, estable y duradera.
- Facilitar la pavimentación.
- Mejora el drenaje y reduce la acumulación de agua debajo de la calzada.
- Controla los cambios volumétricos en la subrasante y minimiza los efectos superficiales de estos cambios volumétricos en el pavimento.
- Mejorar el soporte subterráneo.

### **Losa de Concreto**

La losa de concreto de un pavimento rígido cumple la misma función que en un pavimento flexible, dado que soporta y trasmite los esfuerzos a un nivel adecuado según como se aplique. [9]

### **d) Pavimento Semi-Rígidos**

Son pavimentos que consisten en un ligante asfáltico y un sustrato de cemento y cal. Estos tratamientos deben utilizarse para tráfico superiores a 1.000.000 EE sobre material con  $CBR \geq 20\%$ . El pavimento de concreto es recomendado para uso con volúmenes de tráfico de 15.000.000 EE o menos. [12]

Este pavimento tiene una estructura similar al pavimento flexible, Una de sus capas está reforzada con asfalto, emulsión, cemento, cal u otros productos químicos. Finalmente, al utilizar estos aditivos es modificar las propiedades mecánicas del material. [9]

## Drenaje urbano

### **Tipos de sistema de drenaje urbano**

Según la norma técnica CE.040 [13], se tiene:

- a) **Sistemas de Alcantarillado Sanitarios:** Es el sistema que se utiliza exclusivamente para el recojo, traslado y descarga de aguas residuales domésticas e industriales.
- b) **Sistemas de Alcantarillado Pluvial:** Este sistema sirve para drenar aguas superficiales y productos pluviales.
- c) **Sistema de Alcantarillado Combinado:** Este sistema traslada en simultaneo las aguas residuales sanitarias y pluviales

### **Recolección y Transporte de Aguas de lluvia de Caminos y Pavimento**

“El drenaje de agua que circula sobre el pavimento dirige el flujo a los pisos inferiores a través de cunetas, donde los sumideros recogen y canalizan el agua hacia los desagües pluviales de la ciudad. Pueden ser de - Sección Triangular, Circular, Corte trapezoidal, Sección mixta y Sección de V’.”. [14]

### **Determinación de la capacidad de la cuneta**

La pendiente, sección transversal y la rugosidad del material depende de la capacidad de la cuneta. La capacidad de la línea de conducción se calcula utilizando la fórmula de Manning. Las secciones transversales de las cunetas frecuentemente tienen forma de triangular, dado que los bordes forman los lados verticales del triángulo”. [20]

El ancho máximo T de la lámina de agua sobre la vía es:

- Carreteras de alto tráfico: Mismo ancho que la berma.
- Carreteras secundarias con poco tráfico: En medio de la vía.

El agua pluvial y subterránea son factores destructivos en las estructuras de terraplenes, aceras y superficies de carreteras. Este manual presenta una descripción de cunetas básicas como sistema de drenaje a utilizar. [11]

El control de la entrada de agua por las calzadas y los daños por escorrentía superficial están destinadas a las obras de drenaje, tanto en el interior como en el exterior de la calzada. Los proyectos de drenaje más comunes son: [9]

- **Bombeo:** Es la pendiente transversal cuyo objetivo es escurrir el agua hacia los extremos. En vías de dos carriles, el bombeo tendrá una pendiente mínima del 2%; en tramos curvos, la pendiente transversal se produce discontinuidad, desde un extremo superior hasta un extremo inferior. En los pavimentos rígidos el bombeo puede ser de hasta un 1.5%. [9]
- **Bordillos:** Es una barrera que lo forman reducidos bordos para dirigir el agua hacia las depresiones y bajantes pluviales, evitando la erosión de las laderas y las inundaciones por cascadas en la parte superior de los caminos. [9]
- **Lavaderos:** Canales fijadas al bordillo que corren a lo largo de las laderas, desviando las aguas pluviales lejos del dique para cada evacuación. [9]
- **Cunetas:** Canales situada a un costado de la coronación de la calzada y paralela al eje longitudinal. El propósito de las cunetas es capturar agua de la superficie en pendientes y capas de rodadura. [9]
- **Vegetación:** La más adecuada para proteger taludes cortados y terraplenes de la erosión por aguas superficiales. Ralentizan la escorrentía y reducen la energía del agua. [9]
- **Zanjas de Coronación:** Es una zanja excavada en un terreno natural y ubicada en la parte superior de la pendiente de una incisión cuyo propósito es interceptar el agua superficial que desciende a través de la pendiente desde altitudes más altas para obviar el deterioro y la obstrucción de las cunetas y material de arrastre. [9]
- **Alcantarillas:** Actúa como drenaje cruzado; haciendo pasar el agua pluvial a través de la estructura en dirección perpendicular a la misma. [9]

## Hidrología

### Precipitación

Es toda aquella humedad que tiene su origen en las nubes y puede llegar al suelo a través de las lluvias, granizadas, garuas o nevadas, fuente principal de agua en la superficie terrestre. [15]

#### Tipos de precipitación

Según el material de apoyo didáctico [15] se tiene los siguientes tipos de precipitación.

- **Precipitación Ciclónica:** Estas precipitaciones se producen cuando se juntan dos corrientes de aire, una fría y otra cálida, donde las nubes calientes son empujadas hacia áreas más altas donde se condensan y asientan.

- **Precipitación Convectiva:** Este fenómeno se da cuando una masa de aire caliente se va enfriando a medida que esta se eleva hasta llevarla a su condensación y precipitación.

- **Precipitación Orográfica:** Estas precipitaciones se dan cuando corrientes de vapor formadas en las superficies de agua ascienden por las grandes cadenas de montañas hasta encontrar condiciones favorables para su condensación y su posterior precipitación, estas por lo general son en barlovento.

### **Instrumentos de medición**

Según [16] tienen los siguientes instrumentos de medición.

- **Pluviómetros:** Son recipientes de forma cilíndrica que contienen una probeta graduada y una tapa en forma de embudo que permite la recepción y medida de las precipitaciones, estas lecturas se realizan por lo general en periodos de 24 horas
- **Pluviógrafos:** Este instrumento de medición nos permite saber la intensidad de una precipitación en proporción a la cantidad y duración de la lluvia. Estas mediciones se registran en forma de gráficos (pluviograma) en un papel que está dentro del aparato registrador.

### **Curvas intensidad, duración y frecuencia (IDF)**

Estas curvas permiten estimar intensidad de las tormentas para distintas duraciones e intervalos de recurrencia.

Los valores de precipitación diaria más elevados (24 horas) también pueden utilizarse para crear dichas curvas. [17]

La curva de intensidad, duración y frecuencia se calculan: [18]

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

Donde:

I = Intensidad (mm/hr)

t = Duración de la lluvia (min)

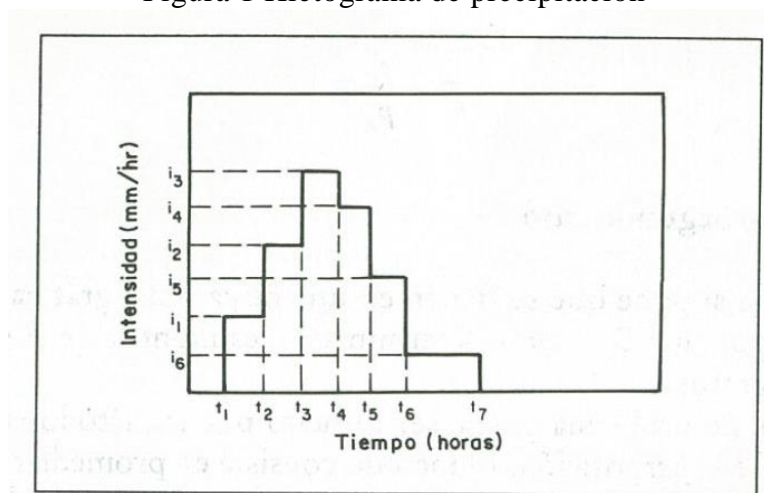
T = Periodo de retorno (años)

K,m,n = Parámetros de reajuste

## Hietograma

Son datos tomados de las curvas de masas que es básicamente la cantidad de agua que ha sido registrado por los pluviógrafos desde que empezó la precipitación. [19]

Figura 1 Hietograma de precipitación



Fuente: Hidrología en la ingeniería, Monsalve Sáenz (1999)

## Estimación de caudales de descarga

Los caudales se calculan utilizando métodos racionales. Este método se aplica a áreas menores de 13 km<sup>2</sup>.

### Método Racional

Se utiliza para encontrar el caudal máximo de lluvia dado un único factor C calculado, comenzando con las características de la cuenca, Es decir, si el área de captación  $A < 10 \text{ km}^2$ . [20]

Para obtener el caudal máximo para este método, se aplica la siguiente fórmula:

$$Q = 0.278CIA$$

Donde:

Q = Descarga máxima de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A = Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

### **Coeficiente de Escorrentía**

Es la proporción del agua que llega al canal de drenaje con respecto al total de precipitaciones, y esta parte se expresa mediante el coeficiente adimensional denotado por la letra 'c' y también depende de las propiedades de los diferentes tipos de superficies.

El coeficiente de escorrentía puede elegirse utilizando las cifras siguientes:

Tabla 1 Coeficiente de escorrentía para ser utilizados en el método racional

CARACTERÍSTICA DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>ÁREAS DESARROLLADAS</b>							
<b>Asfáltico</b>	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
<b>Concreto/Techo</b>	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc.)</b>							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Promedio, 2 – 7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente superior a 7%	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50 al 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2 – 7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Promedio, 2 – 7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente superior a 7%	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
<b>ÁREAS NO DESARROLLADAS</b>							
<b>Área de Cultivos</b>							
Plano, 0 - 2%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Promedio, 2 – 7%	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente superior a 7%	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
<b>Pastizales</b>							
Plano, 0 - 2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2 – 7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
<b>Bosques</b>							
Plano, 0 - 2%	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Promedio, 2 – 7%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente superior a 7%	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Fuente: Norma técnica CE.040, Drenaje Pluvial (2021).

Tabla 2 Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas, para 5 y 10 años de periodo de retorno.

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
<b>Calles</b>	
Pavimento asfáltico	0,70 a 0,95
Pavimento de concreto	0,80 a 0,95
Pavimento de adoquines	0,70 a 0,85
<b>Veredas</b>	0,70 a 0,85
<b>Techos y azoteas</b>	0,75 a 0,95
<b>Césped, suelo arenoso</b>	
Pendiente plana (0 - 2%)	0,05 a 0,10
Pendiente promedio (2 – 7%)	0,10 a 0,15
Pendiente pronunciada (>7%)	0,15 a 0,20
<b>Césped, suelo arcilloso</b>	
Pendiente plana (0 - 2%)	0,13 a 0,17
Pendiente promedio (2 – 7%)	0,18 a 0,22
Pendiente pronunciada (>7%)	0,25 a 0,35

Fuente: Norma técnica CE.040, Drenaje Pluvial (2021).

Tabla 3 Coeficiente promedio para áreas rurales

Topografía y vegetación	Tipo de suelo		
	Marga arenosa	Marga arcillosa y limosa	Arcilla densa
<b>Bosques</b>			
Plano	0,10	0,30	0,40
Ondulado	0,25	0,35	0,50
Pronunciado	0,30	0,50	0,60
<b>Pastos</b>			
Plano	0,10	0,30	0,40
Ondulado	0,16	0,36	0,55
Pronunciado	0,22	0,42	0,60
<b>Terrenos de cultivo</b>			
Plano	0,30	0,50	0,60
Ondulado	0,40	0,60	0,70
Pronunciado	0,52	0,72	0,82

Fuente: Norma técnica CE.040, Drenaje Pluvial (2021).

### Tiempo de concentración

Es el tiempo estimado que demoran las gotas de lluvia en caer al punto más apartado de la cuenca y llegar al área de estudio. [13]

### Intensidad de lluvia

La cantidad de lluvia que cae por unidad de tiempo especificándose por lo general en (mm/h). [21]

Se tiene la siguiente expresión:

$$I = \frac{P[mm]}{t \text{ duracion } [hr]}$$

En donde:

P = Precipitación en (mm)

t = Duración en (hr)

### Velocidades máximas y mínimas

Las velocidades mínimas en los canales pluviales son de 1.0 m/s. La tabla siguiente indica la velocidad en función de la sustancia en suspensión que debe transportarse. [22]

Tabla 4. Velocidad máxima para tuberías de alcantarillados, m/s

Material de la tubería	Agua con sedimentos coloidales	Agua con fragmentos de arena y grava
Ladrillo común	3.0	2.0
Ladrillo vitrificado y gres	5.0	3.3
Concreto de:		
140 kg/cm <sup>2</sup>	3.0	2.0
210 kg/cm <sup>2</sup>	5.0	3.3
250 kg/cm <sup>2</sup>	6.0	4.0
280 kg/cm <sup>2</sup>	6.5	4.3
315 kg/cm <sup>2</sup>	7.5	5.0
Concreto reforzado mayor de 280 kg/cm <sup>2</sup> y curado al vapor	10.0	6.6
Cloruro de polivinilo	10.0	10.0

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillas, López Cualla (2000)

## Cuenca hidrológica

### Definición

Es la superficie donde toda el agua que desciende de la precipitación se une en una sola corriente. Cada arroyo tiene una cuenca claramente definida como un punto en el curso. [16]

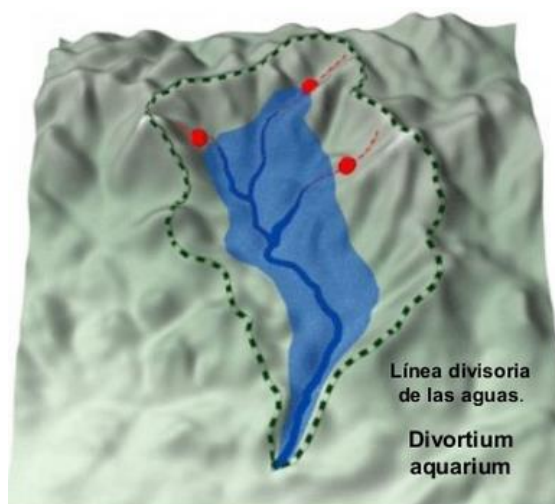
### Delimitaciones

Las cuencas hidrográficas se delimitan mediante líneas imaginarias *divortium aquarum*, que dividen las cuencas contiguas y distribuyen la escorrentía de las precipitaciones que fluye en cada sistema hasta la confluencia de las cuencas. [16]

El *divortium aquarum* está formado por los puntos topográficos mayores y corta el flujo en los nodos de salida, las llamadas estaciones de capacidad. [16]

El contorno de la cuenca hidrográfica se muestra en la siguiente imagen.

Figura 2. Cuenca Hidrológica



Las cuencas se pueden clasificar según su tamaño:

- a) Cuenca Grande: Es en esta área donde dominan características como la pendiente, la altura, el área y el curso de agua. Una cuenca se considera grande si su superficie supera los 250 km<sup>2</sup> por razones legítimas. [16]
- b) Cuenca Pequeña: Estas cuencas reciben lluvias frecuentes y características como el suelo y vegetación son más relevantes que los canales. Se estima que los cuerpos de agua pequeños ocupan áreas que van desde hectáreas hasta un límite visual de menos de 250 km<sup>2</sup>. [16]

### Caracterización de la cuenca, parámetros físicos – morfometría

## 1. Área de cuenca

Figura 3. Áreas de las cuencas

Tamaño de la cuenca (km <sup>2</sup> )	Descripción
< 25	Muy pequeña
25 a 250	pequeña
250 a 500	intermedia - pequeña
500 a 2,500	intermedia - grande
2,500 a 5,000	grande
> 5,000	muy grande

## 2. Forma de la cuenca

### 2.1. Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad, K<sub>c</sub>

$$K_c = \frac{P}{2\pi r} = 0.28 \frac{P}{A^{1/2}}$$

Cuando K<sub>c</sub> está cerca de 1.0 indica una forma casi circular. Un K<sub>c</sub> superior a 1.0 indica mala circularidad. Las cuencas con K<sub>c</sub> cercano a 1.0 tienen problemas de creciente.

### 2.2. Factor de forma, (K<sub>f</sub>)

$$K_f = \frac{P}{L_a} ; B = \frac{A}{L_a} ; K_f = \frac{A}{L_a^{1/2}}$$

B = Medio ancho

L<sub>a</sub> = Longitud axial de la cuenca (medida a lo largo del canal más largo desde aguas arriba hasta la salida de la cuenca)

A = Área de la cuenca

Suponga dos cuencas de la misma área. El factor de forma más alto tendrá dificultades para escalar.

## 3. Sistema de drenaje o flujo de agua superficial

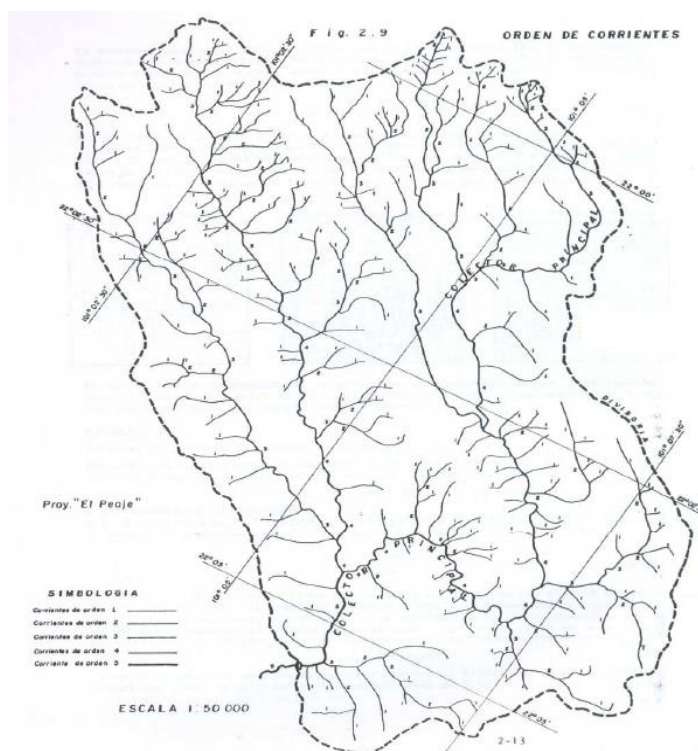
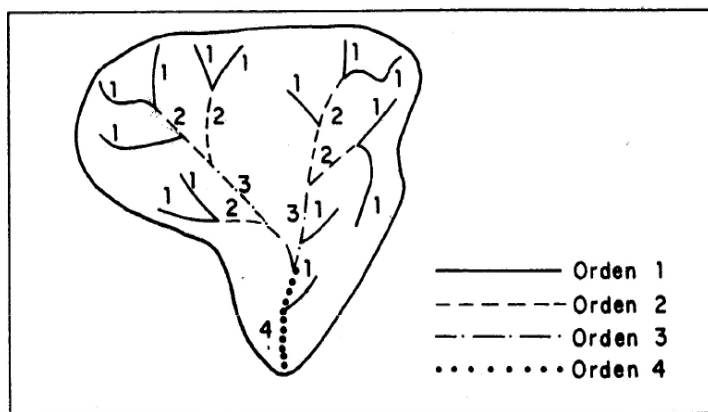
3.1. Dirección del flujo de agua: El orden de la cuenca depende del tamaño de los canales principales.

- Direccinamiento de primer orden: Pequeños cauces sin afluentes

- Direccionamiento de segundo orden: Se encuentran 2 corrientes de primer orden
- Direccionamiento de tercer Orden: Se encuentran 2 corrientes de segundo orden
- Direccionamiento de orden n+1: Se encuentran 2 corrientes de n orden

Cuanto mayor sea el orden de la cuenca, más será el drenaje efectivo y desalojará el agua rápidamente.

Figura 4 Tipo de orden de cuenca



3.2. Relación de bifurcación: La relación entre el número de flujo (Nu) de cualquier grado y el número de flujo del grado más alto u+1 ( $N_{u+1}$ )

$$Rb_u = \frac{N_u}{N_{u+1}}$$

Rb tiene un valor mínimo teórico de 2,0. Aun así, el valor medio es de 3,5.

3.3. Densidad de drenaje: Es la división de la longitud de la cuenca en todas las direcciones a su superficie.

$$D_d = \frac{L}{A} = \frac{\text{km}}{\text{km}^2}$$

Cuencas con bajo drenaje:  $D_d$  aproximadamente a 0.5 km/km<sup>2</sup>

Cuencas con buen drenaje:  $D_d$  aproximadamente a 3.5 km/km<sup>2</sup>

3.4. Densidad de corrientes: Esta es la división del número de direcciones totales de la cuenca y el área total.

$$D_c = \frac{N_c}{A}$$

Resultados elevados, cuencas bien drenadas.

3.5. Sinuosidad de las corrientes de agua: La división entre la longitud de la corriente principal y la longitud del valle en el curso.

$$S = \frac{L}{L_v}$$

Una baja sinuosidad significará con valores de S menor o igual a 1.25, cuanto mayor sinuosos sean, menor será la velocidad del cauce.

### **Caracterización de la cuenca, parámetros físicos – relieve**

#### 1. Pendiente media de la cuenca

##### 1.1. Pendiente media con Criterio de Alvord

$$S_c = \left(\frac{D}{A}\right) L$$

D = Equidistancia de curvas de nivel

L = Longitud total de las curvas de nivel de equidistancia D

A = Área de la cuenca

Se sugiere equidistancia de p. Ejm. 100 m, ya que medirá menos L

1.2. Pendiente media de criterio de Horton (colocar o dibujar una malla cuadrícula sobre la cuenca)

$$S_x = \left(\frac{N_x}{L_x}\right) D \quad ; \quad S_y = \left(\frac{N_y}{L_y}\right) D \quad ; \quad S_c = \frac{S_x + S_y}{2}$$

D = Equidistancia de curvas de nivel (se recomienda D = 100 m)

$L_x$  = Longitud de las cuadrículas sobre la cuenca sobre el eje x

$N_x$  = Número de intersecciones o tangencias de las curvas de nivel de equidistancia D al eje x

$S_x$  = Pendiente de la cuenca en la dirección x

$S_c$  = Pendiente media de la cuenca

2. Pendiente del cauce

$$S = \frac{H}{L}$$

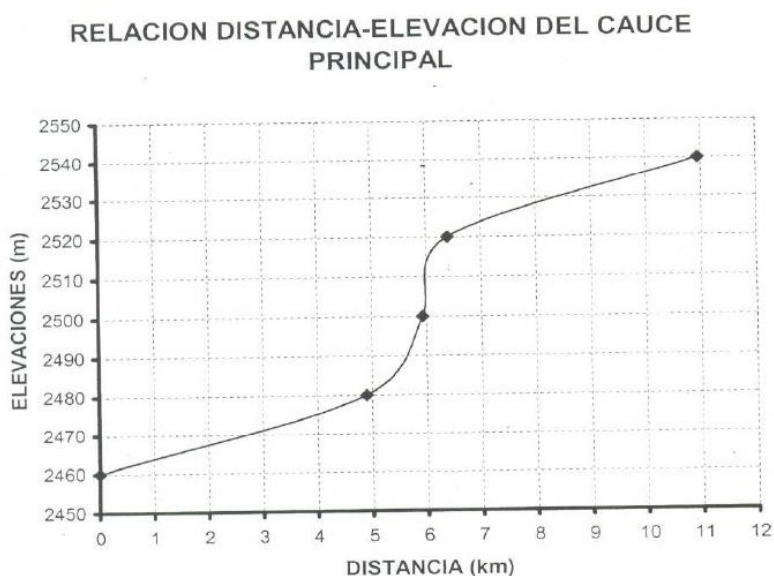
H = Desnivel en el cauce principal

L = Longitud total del cauce principal

$S_c$  = Pendiente del cauce

NOTA: Incluso se puede dibujar el perfil del cauce, L vs. H. Se sugiere realizar un perfil del cauce (Distancia vs Elevación)

Figura 5 Relación distancia - elevación del cauce principal



**Materiales y métodos**

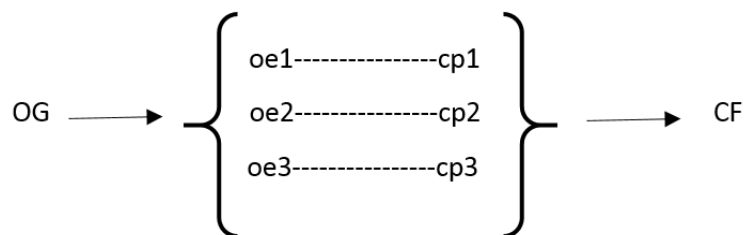
**Tipo y nivel de investigación**

Las ideas presentadas en esta tesis son de tipo descriptivo porque son las encargadas de explicar y comprender la realidad social que debe ser analizada a través de la recolección de datos.

Es relevante en cuanto al propósito que persigue este proyecto, ya que se centra en el uso de la información para abordar problemas del mundo real y definir objetivos.

**Diseño de Investigación**

Para promover la investigación, el aprendizaje y las metas se utilizarán de acuerdo con el siguiente plan:



Donde:

- OG: Objetivo General
- oe: Objetivo Específico
- cp: Conclusión Parcial
- CF: Conclusión Final

## **Técnicas, Instrumentos de recolección de datos**

### Técnicas

#### a) Estudios Topográficos:

Desarrollados para determinar la planimetría del terreno y saber las pendientes que tiene dicha zona, este estudio es fundamental para este proyecto ya que sin él no se sabrían los lugares más comunes de estancamiento de agua y mucho menos las direcciones de evacuación que tendría el sistema.

#### b) Estudio Hidrológico:

Los registros de datos para el siguiente proyecto fueron tomados de la web oficial del SENAMHI, de donde se obtuvieron los datos de las precipitaciones de lluvia de Estación Lambayeque desde el año 1983 al 2005.

#### c) Laboratorio de Mecánica de Suelos:

Para el proyecto se desarrollaron estos estudios:

- **Ensayo de Granulometría:** Este ensayo se realizará de acuerdo con la norma técnica peruana NTP 399.18 (ASTM D 422).
- **Ensayo de Límites de Atterberg:** Este ensayo se realizará de acuerdo con la norma técnica peruana NTP 399.129 (ASTM D 4318-93).
- **Ensayo de California Bearing Ratio:** Este ensayo se realizará de acuerdo con la norma técnica peruana NTP 399.145 (ASTM D 1883).
- **Ensayo de Proctor Modificado:** Este ensayo se realizará de acuerdo con la norma técnica peruana NTP 399.141 (ASTM D 1557).

## Instrumentos

- **Programas de Cómputo:**
  - Microsoft Word
  - Microsoft Excel
  - Microsoft Power Point
  
- **Programas de Ingeniería:**
  - AutoCAD
  - AutoCAD Civil 3D
  - EPA SWMM v5.2
  
- **Equipos Topográficos**
  - GPS Diferencial
  - Estación Total Topcon ES-105
  - Cinta Métrica
  
- **Equipos de Laboratorio de Mecánica de Suelos:**
  - Horno
  - Balanza
  - Tamices
  - Moldes de CR
  - Moldes de Proctor
  - Equipos para Límites de Atterberg

## Procedimiento

### Estudio de tráfico

Se han realizado estudios con el fin de predecir la demanda de vehículos en las vías que necesitan ser reparados. Considerando el número actual de vehículos, la tasa de incremento se calcula sobre el período de diseño de 20 años en función del número de vehículos. Para comenzar el estudio de tráfico, se ubicó el punto de medición en una vía muy transitada del área de estudio, con el fin de contar los vehículos que circulaban por ese trayecto. Finalmente, se recibirá la tasa de alza para vehículos ligeros y

camiones pesados establecida para cada departamento del Perú, lo que permitirá determinar el ESAL.

#### Estudio topográfico

Este estudio tiene gran relevancia en la elaboración de este estudio, obteniendo los planos topográficos, la cual es elaborado para muchos proyectos de ingeniería.

Por lo tanto, este estudio es uno de los factores clave a considerar al desarrollar proyectos de drenaje de aguas pluviales para determinar las características del área en estudio, así como para determinar la ubicación de las edificaciones e identificar las estructuras auxiliares.

El trabajo topográfico comenzó con un nuevo levantamiento topográfico del área para que pudiéramos predecir las áreas por descubrir. El equipo encargado de realizar el trabajo topográfico estuvo conformado por: 1 topógrafo (Uso de Estación Total y GPS Diferencial), 2 ayudantes para los bastones con porta prisma y 1 personal de seguridad. Cada día de trabajo, los datos de campo se capturan en la estación total y GPS diferencial, a continuación, se descargan en una memoria USB para procesarlos. Los planos topográficos y entregables serán resultados propuestos.

#### Estudio de mecánica de suelos

Se realizó para reconocer las propiedades del suelo de las zonas pobladas de Ciudad de Dios y nos permitió establecer criterios de diseño. Se comenzó con el muestreo en campo, luego se envía al laboratorio, donde se analizarán las propiedades del material, y finalmente se procesará la información obtenida, que serán tomados en cuenta para el diseño. Se desarrolló en tres etapas: Extracción de muestra, laboratorio y gabinete.

#### ***Trabajo de Campo:***

En el sitio se excavaron veinte calicatas con un fondo mínimo de 1,50 m. Tomando muestras representativas de los diferentes materiales hallados en cada excavación y el espesor de cada capa encontrada. Cada muestra recolectada fue colocada en bolsas plásticas y llevadas al laboratorio donde serán debidamente analizadas.

#### ***Trabajo de Laboratorio:***

El material obtenido de las calicatas fue procesado en el laboratorio de mecánica de suelos, donde se realizó los siguientes ensayos:

Tabla 5. Ensayos de Laboratorio

<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>
Análisis Granulométrico (ASTM D-422; MTC E 107)
Límites de Consistencia: Límite Líquido (ASTM D-423-66; MTC E 110) y Límite Plástico (ASTM D-424-59; MTC E 111)
Contenido de Humedad (ASTM D-2216; MTC E 108)
Clasificación SUCS (ASTM D-2487)
Clasificación AASHTO (ASTM D-3282)
Proctor Modificado (AASHTO T 180)
California Bearing Ratio (CBR) - (AASHTO T 193)

Fuente: Elaboración Propia

### ***Trabajo de gabinete:***

El proyecto se desarrolló teniendo en cuenta los valores e indicadores del análisis de muestras de laboratorio. Con estas consideraciones, se estaría trabajando y diseñando correctamente, con todas las etapas de planificación adecuadas para el proyecto.

#### Estudio hidrológico

El objetivo principal de esta investigación es obtener la información sobre el agua que cae durante un período de tiempo que es necesario para calcular la curva IDF, estimar la densidad superficial y poder determinar el flujo. Se utiliza para construir el sistema de aguas pluviales de la ciudad. La estación meteorológica Lambayeque, ubicada cerca del sitio del proyecto, se utilizó como referencia para la recolección de datos meteorológicos.

#### Evaluación de impacto ambiental

El propósito es reconocer, evaluar y describir los resultados de programas exitosos de concientización. Para evaluar estos efectos se utiliza la matriz de Leopold. En ella se describen los efectos positivos y negativos de numerosos factores y actividades medioambientales provocados por el proyecto durante la construcción de la obra.

### **Plan de procesamientos y análisis de datos**

Para recoger datos utilizables para el diseño de pavimentos y drenaje de aguas pluviales en Ciudad de Dios, es necesario analizar la información de cada investigación.

Se puede simplificar en las siguientes fases:

**FASE I:**

- Visitar el lugar donde se propone el proyecto, para recopilar información.
- Coordinar con las autoridades correspondientes.
- Realizar una recolección de información bibliográfica.
- Recurrir a las normativas vigentes.

**FASE II:**

- Realizar el levantamiento topográfico.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos.
- Realización del estudio hidrológico.
- Realizar el estudio de tráfico.
- Diseño de pavimento rígido.
- Diseño del sistema de drenaje pluvial.
- Elaboración de la memoria de cálculo.
- Elaboración de planos
- Revisión parcial por asesor.

**FASE III:**

- Elaboración de memoria descriptiva.
- Elaboración de metrados.
- Elaboración de costos y presupuestos.
- Evaluación de Impacto Ambiental.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Revisión parcial por asesor.

**FASE IV:**

- Presentación del Proyecto al Jurado.
- Levantamiento de observaciones

## Resultados y discusión

### Descripción General del Área de Estudio

#### Ubicación:

Departamento : Lambayeque  
 Provincia : Lambayeque  
 Distrito : San José  
 Centro Poblado : Ciudad de Dios

Tabla 6 Coordenadas del C.P. de Ciudad de Dios

Nombre	Coord. Geográficas		Coord. UTM (WGS 84 Zona 18 Sur)	
	Latitud	Longitud	Este	Norte
Centro Poblado Ciudad de Dios	6°46'22.48'S	79°55'23.69'O	618992.12 m	9251223.74 m

Fuente: Municipalidad Distrital de San José

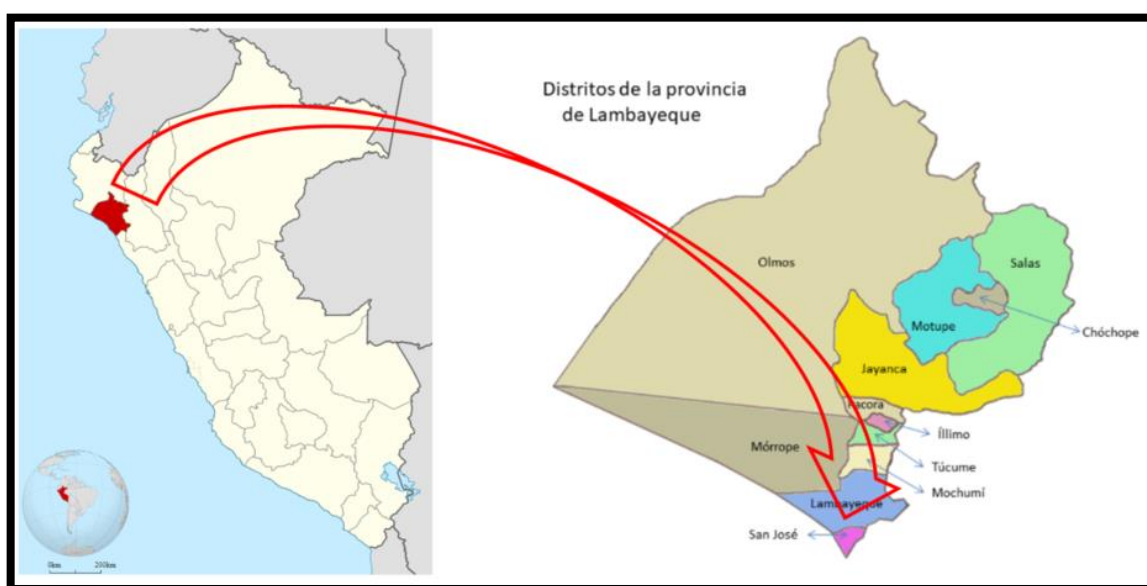
Tabla 7 Límites del C.P. de Ciudad de Dios

Norte	Con el Caserío San Andrés
Sur	Con el Caserío Juan Tomis
Este	Con el Caserío Gallito
Oeste	Con el Caserío Paredones

Fuente: Municipalidad Distrital de San José

### Ubicación Geográfica del área de estudio

Figura 6 Ubicación del distrito de San José



Fuente: Elaboración Propia extraído de Google

Figura 7. Ubicación Satelital del C.P. de Ciudad de Dios



Fuente: Elaboración Propia extraído de Google Earth

**Altitud de la zona:**

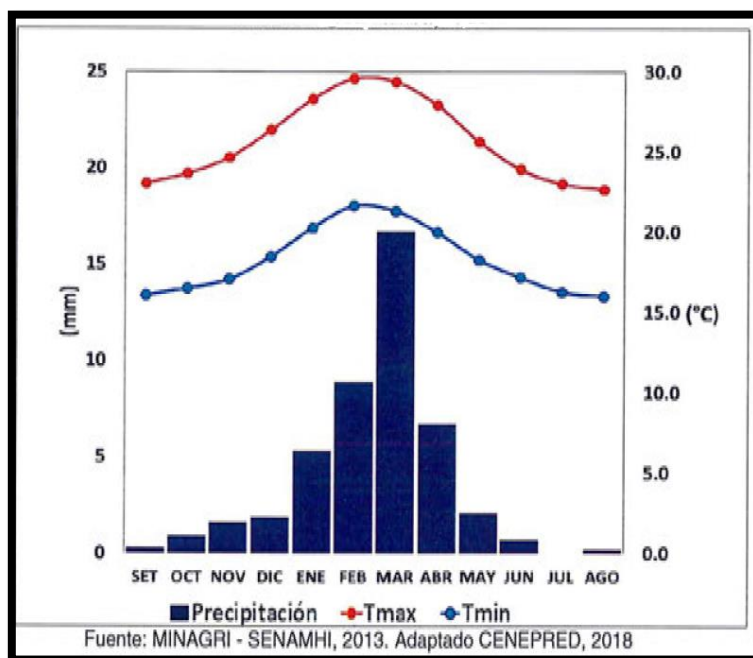
Ciudad de Dios varían entre 21.983 msnm a 25.791 msnm, dado que se sitúa en zona costera teniendo pendientes suaves.

**Clima:**

La temperatura máxima media en primavera varía ligeramente, con valores que varían de 22,7 a 29,6 °C, observándose valores máximos en verano y valores mínimos observados en otoño e invierno. Las temperaturas medias oscilan entre 16,0 y 21,6 °C. [1]

Llueve un poco durante todo el año, pero principalmente de diciembre a abril, aumentando de enero a marzo. En la primera mitad del año cayeron 30,9 mm de lluvia. Los meses más secos en este sector son nevados. Anualmente acumula una media de 45,3 mm. [1]

Figura 8 Variación temporal de la temperatura del aire y precipitación promedio en la estación meteorológica Lambayeque



### Infraestructura existente:

Las construcciones en el área de estudio son principalmente construcciones de materiales nobles y adobe, sin una infraestructura vial adecuada debido a las calles no pavimentadas.

### Vías de Acceso

El proyecto se sitúa en la localidad de Ciudad de Dios, conectada a Chiclayo por una carretera de 15 kilómetros, esta vía es completamente asfaltada con dos sentidos y un carril por sentido, el tiempo de viaje es de aproximadamente 10 min.

## **Estudio de Tráfico IMD**

Realizado para medir, clasificar y determinar la cantidad de automóviles que transitan por la vía propuesta.

El objetivo principal es determinar la cantidad y distribución del tráfico durante las horas pico de la mañana y la tarde durante el período crítico del proyecto, con el fin de establecer el uso de las vías y servicios. Se confirmará, cuando también se determine el pronóstico de demanda de automóviles, que también se deberá encontrar en la construcción de caminos dentro del área del proyecto, que actualmente se encuentran sin asfaltar.

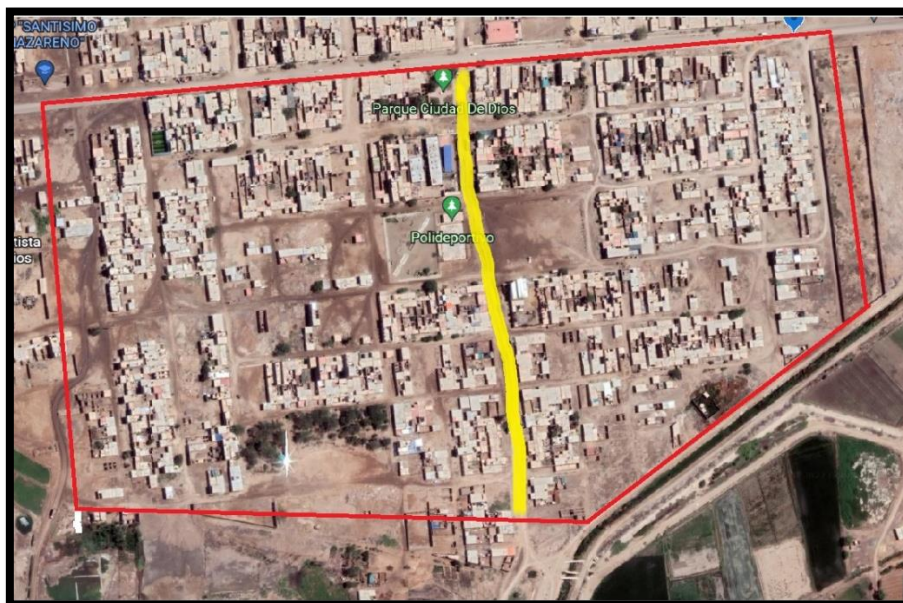
Para la realización del estudio se escogió el lugar más transitado del Centro Poblado, siendo este la intersección entre la carretera San José – Chiclayo y la Avenida C, siendo esta la entrada principal hacia el C.P. de Ciudad de Dios. La cual está conformado por vehículos ligeros y pesados.

### **Descripción del trabajo realizado**

Para el estudio de tráfico se realizó los siguientes pasos:

- Se colocó un puesto de conteo estratégicamente ubicado.
- El trabajo estadístico se realizó 7 días seguidos de lunes a domingo.
- Se detenía el conteo de vehículos cada 60 min para verificar la factibilidad del número de vehículos.
- El conteo de vehículos se realizó en ambos sentidos.
- Se realizaron conteos volumétricos y se clasificó el tipo de vehículo como: ligeros y pesados.

Figura 9 Punto de Medición del Estudio de Tráfico



Fuente: Extraído de Google Earth

Cálculo del índice medio diario

"La IMD se define como el número total de vehículos en circulación durante un periodo de un año dividido por el número de días de ese periodo". [23]

Tabla 8 Resultado del conteo de vehículos para la avenida C

TIPO DE VEHICULO	LUNES 11	MARTES 12	MIERCOLES 13	JUEVES 14	VIERNES 15	SABADO 16	DOMINGO 17
AUTOMOVIL	2626	2715	2641	2718	2788	2583	2709
STATION WAGON	58	58	54	55	65	69	78
CAMIONETA PICK	46	50	48	51	55	60	66
CAMIONETA PANEL	155	63	155	82	83	87	75
CAMIONETA RURAL	67	65	65	72	88	72	94
CAMION 2 C	45	50	40	59	42	68	59
SEMITRAYLERS (3S1/3S2)	0	4	0	0	0	0	0
TOTAL	2997	3005	3003	3037	3121	2939	3081

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo del índice medio diario semanal (IMDs)

"El IMD se calcula a partir del número diario observado durante un conteo de vehículos semanal de 7 días utilizando la fórmula a continuación" [23]

$$IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

Vi=volumen vehicular de cada uno de los 7 días del conteo vehicular.

Factor de corrección

Al calcular el flujo de vehículos en una semana es necesario calcularlo anualmente, para encontrar el IMDa, para ajustar los datos que se utilizarán para reducir o aumentar la cantidad registrada.

Se utilizaron los factores de ajuste del Peaje Mocce para camiones ligeros y pesados en abril del año (2010-2016), ya que es el más cercano al área de estudio.

FC = 1.0650, para vehículos ligeros

FC = 1.1377, para vehículos pesados.

Cálculo del índice medio diario anual (IMDa)

Este es el valor de volumen diario promedio para cada día del año en un tramo de carretera o calle en particular. Esto da una indicación de la calidad general de la guía en la sección escrita. [23]

El IMDa se representa con la siguiente formula:

$$IMDa = FC \times IMDs$$

Tabla 9 Cálculo del índice medio anual (IMDa) para la avenida C

TIPO DE VEHICULO	LUNES 11	MARTES 12	MIERCOLES 13	JUEVES 14	VIERNES 15	SABADO 16	DOMINGO 17	TOTAL SEMANAL	IMDs	FC	IMDa
AUTOMOVIL	2626	2715	2641	2718	2788	2583	2709	18780	2683	1.065	2858
STATION WAGON	58	58	54	55	65	69	78	437	63	1.065	68
CAMIONETA PICK	46	50	48	51	55	60	66	376	54	1.065	58
CAMIONETA PANEL	155	63	155	82	83	87	75	700	100	1.065	107
CAMIONETA RURAL	67	65	65	72	88	72	94	523	75	1.065	80
CAMION 2 C	45	50	40	59	42	68	59	363	52	1.1377	60
SEMITRAYLERS (3S1/3S2)	0	4	0	0	0	0	0	4	1	1.1377	2
<b>TOTAL</b>	<b>2997</b>	<b>3005</b>	<b>3003</b>	<b>3037</b>	<b>3121</b>	<b>2939</b>	<b>3081</b>	<b>21183</b>	<b>3027</b>		<b>3233</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Periodo de diseño

Esta referido al periodo de duración del pavimento por lo general expresado en años, desde su construcción hasta que este necesite rehabilitación.

Este pavimento debe construirse para resistir la acumulación de tráfico y sus consecuencias a lo largo del tiempo. El plazo de diseño de los pavimentos rígidos es de 20 años. [10]

Tabla 10 Periodo de diseño de clasificación de vías

<b>Clasificación de la via</b>	<b>Periodo de análisis (años)</b>
Urbana de alto volumen de trafico	30-50
Rural de alto volumen de tráfico	20-50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15-25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10-20

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos (AASHTO)

### Tasa de crecimiento

El cálculo del IMD prevista se calcula utilizando los datos originales, que son la tasa de crecimiento anual de vehículos ligeros y pesados. Esto se debe al hecho de que ambos tipos de vehículos operan en la región de estudio.

Como se puede apreciar en las tablas de las tasas de crecimiento vehicular se está tomando el de la Región Lambayeque por ser el lugar donde se está realizando el proyecto

Tabla 11 Tasas de crecimiento de vehículos

Tasa de Crecimiento de		Tasa de Crecimiento de	
	TC		PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%
Lambayeque.	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima.	1.45%	Lima.	3.69%
Loreto.	1.30%	Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco.	0.84%	Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%	Piura.	3.23%
Puno.	0.92%	Puno.	3.21%
San Martín.	1.49%	San Martín.	3.84%
Tacna.	1.50%	Tacna.	2.88%
Tumbes.	1.58%	Tumbes.	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

Tabla 12 IMD Proyectado para un periodo de 20 años

TIPO DE VEHICULO	IMDa	Tasa de Crecimiento	IMD 20 AÑOS PROYECTADO - AVENIDA C																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
AUTOMOVIL	2858	0.97%	2858	2886	2914	2942	2971	2999	3028	3058	3087	3117	3148	3178	3209	3240	3272	3303	3335	3368	3400	3433
STATION WAGON	68	0.97%	68	69	69	70	71	71	72	73	73	74	75	76	76	77	78	79	79	80	81	82
CAMIONETA PICK	58	0.97%	58	59	59	60	60	61	61	62	63	63	64	64	65	66	66	67	68	68	69	70
CAMIONETA PAJEL	107	0.97%	107	108	109	110	111	112	113	114	116	117	118	119	120	121	122	124	125	126	127	129
CAMIONETA RURAL	80	0.97%	80	81	82	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91	92	92	93	94	95	96
CAMION 2 C	60	3.45%	60	62	64	66	69	71	74	76	79	81	84	87	90	93	96	100	103	107	110	114
SEMIRAVLER S (3S1/3S2)	2	3.45%	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
TOTAL	3233		3233	3266	3299	3333	3367	3401	3436	3471	3507	3543	3579	3616	3654	3691	3730	3768	3807	3847	3887	3927

Fuente: Elaboración Propia

## Cálculo del ESAL

Factor direccional y factor carril:

Tabla 13 Factores de Distribución Direccional y de Carril para Determinar el Transito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de calzada)	1 sentido	1	1	1	1
	1 sentido	2	1	0.8	0.8
	1 sentido	3	1	0.6	0.6
	1 sentido	4	1	0.5	0.5
	2 sentido	1	0.5	1	0.5
	2 sentido	2	0.5	0.8	0.4
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentido	1	0.5	1	0.5
	2 sentido	2	0.5	0.8	0.4
	2 sentido	3	0.5	0.6	0.3
	2 sentido	4	0.5	0.5	0.25

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos. MTC

### Cálculo de crecimiento y proyección:

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r = Tasa anual de crecimiento

n = Periodo de diseño

Resultado:

r: 3.45%

n: 20 años

Resultado:

Factor de crecimiento acumulado = **28.13**

### Calculo de ejes equivalentes (EE)









Tabla 14 Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente ( $EE_{8.2tn}$ )
Eje Simple de ruedas simples ( $EE_{S1}$ )	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles ( $EE_{S2}$ )	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TA1}$ )	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TA2}$ )	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TR1}$ )	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TR2}$ )	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos. MTC

### Calculo de factores de camión para pavimento rígido

Tabla 15 Factor camión para pavimento rígido

TIPO DE VEHICULO		PAVIMENTO RÍGIDO	
		Auto	Factor camión por eje
	Peso eje delantero (Kn)	1	0.000436385
	Peso eje trasero (Kn)	1	0.000436385
		<b>Station wagon</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	1.25	0.001089434
	Peso eje trasero (Kn)	1.25	0.001089434
		<b>Camioneta Pick Up</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	1.5	0.002300615
	Peso eje trasero (Kn)	1.5	0.002300615
		<b>Panel</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	1.5	0.002300615
	Peso eje trasero (Kn)	1.5	0.002300615
		<b>Combi</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	2	0.007483295
	Peso eje trasero (Kn)	2	0.007483295
		<b>Micro</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	7	1.272834178
	Peso eje trasero (Kn)	7	1.272834178
		<b>Camión C2</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	7	1.272834178
	Peso eje trasero (Kn)	11	3.334826273
		<b>T3S2</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	7	1.265366749
	Peso eje trasero (Kn)	8	0.903716376
	Peso eje trasero (Kn)	8	0.903716376
	Peso eje trasero (Kn)	8	0.903716376

Fuente: Elaboración propia

### Resumen del factor camión a utilizar en el proyecto

Tabla 16 Factor camión para tipo de vehículo

<b>Tipos de Vehículos</b>	<b>Peso total</b>	<b>Factor camión-rígido</b>
Auto	2	0.000872770
Station wagon	2.5	0.002178868
Camioneta Pick Up	3	0.004601231
Panel	3	0.004601231
Combi	4	0.014966589
Micro	18	2.545668356
Camión C2	18	4.607660451
T 3S2	39	4.880232251

Fuente: Elaboración propia

### Número de repeticiones de ejes equivalentes (ESAL)

Se utiliza la siguiente ecuación, que produce el número total de vehículos de todos los tipos considerados:

$$N_{\text{rep de EE 8.2 tn}} = \Sigma [\text{EE día-carril} \times \text{Fca} \times 365]$$

Tabla 17 Parámetros de ESAL

Parámetros	Descripción
<b>Nrep de EE 8.2t</b>	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
<b>EE<sub>dia-carril</sub></b>	<p><b>EE<sub>dia-carril</sub></b> = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> $EE_{\text{dia-carril}} = \text{IMD}_i \times F_d \times F_c \times F_{vp_i} \times F_{p_i}$ <p>donde:</p> <p>IMD<sub>i</sub>: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>F<sub>d</sub>: Factor Direccional, según Cuadro N°6.1.</p> <p>F<sub>c</sub>: Factor Carril de diseño, según Cuadro N°6.1.</p> <p>F<sub>vp</sub>: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>F<sub>p</sub>: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.</p>
<b>Fca</b>	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según cuadro 6.2)
<b>365</b>	Número de días del año
<b>Σ</b>	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Fuente: Manual de suelos y pavimentos MTC

### Resultados ESAL pavimento rígido

Tabla 18 Resultado de ESAL de la Avenida C

TIPO DE VEHICULO	IMDa	FACTOR CAMION	FACTOR DIRECCION	FACTOR CARRIL	TASA DE CRECIMIENTO	X AÑO	ESAL
AUTOMOVIL	2858	0.000873	0.5	0.8	28.13	365	10244
STATION WAGON	68	0.002179	0.5	0.8	28.13	365	609
CAMIONETA PICK	58	0.004601	0.5	0.8	28.13	365	1096
CAMIONETA PANEL	107	0.004601	0.5	0.8	28.13	365	2022
CAMIONETA RURAL	80	0.014967	0.5	0.8	28.13	365	4917
CAMION 2 C	60	4.607660	0.5	0.8	28.13	365	1135414
SEMITRAYLERS (3S1/3S2)	2	4.880232	0.5	0.8	28.13	365	40086
TOTAL	3233						1194388

Fuente: Elaboración propia

## **Estudio Topográfico**

Desarrollado para conocer con mayor detalle las condiciones del lugar donde se realizará el proyecto. Este estudio es muy relevante para el fin que se busca, ya que a través de este se conocerá las pendientes del terreno y se podrán obtener los perfiles de las calles donde se implementara el proyecto.

## **Descripción del Trabajo**

Se comenzó el día 24 de febrero al día 26 de febrero del año 2022, se iniciaba los trabajos desde las 7 am para aprovechar las mañanas sin mucho sol, el trabajo comenzó estacionando la Estación Total Topcon ES-105, en el punto EST 1, donde día anterior con el GPS diferencial tomamos las coordenadas del punto para iniciar el levantamiento del proyecto

Equipo de topografía

### **Equipo Topográfico:**

- 01 Estación Total TOPCON ES-105
- 01 Nivel óptico, marca TOPCON
- 01 Trípode de aluminio
- 02 Primas, marca TOPCON
- 01 Mira Topográfica
- 02 Cinta métrica 5 M
- 02 Spray
- 01 GPS GARMIN

### **Personal empleado:**

- 01 Topógrafo
- 02 Ayudantes
- 01 Seguridad

### **Herramientas:**

- Estacas
- Pinturas

### Descripción del trabajo topográfico

Previo al levantamiento de la superficie, se identificó el área, se utilizó el método más beneficioso para realizar el trabajo de campo que se justificó en:

- a) Se captura una secuencia de puntos en las transmisiones de avance y retroceso del fondeo de la Estación Total, y se crean puntos de cambio para EST-01 y EST-02. Esto sirve de referencia para un futuro proyecto y continúa el trazado del terreno.
- b) En el levantamiento se registraron 839 (BMs), cuyos detalles se indican en el cuadro a continuación.

Tabla 19 Puntos de BMs del Levantamiento Topográfico

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION	N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	619546.45	9251137.11	24	BM	51	619639.062	9251310.729	23.24	BM
2	619546.45	9251186.462	23.578	BM	52	619622.776	9251393.237	23.866	BM
3	619558.595	9251154.27	23.553	BM	53	619614.354	9251368.188	22.642	BM
4	619546.45	9251186.408	23.553	BM	54	619605.559	9251342.054	23.439	BM
5	619558.615	9251154.218	23.518	BM	55	619601.414	9251324.509	23.22	BM
6	619558.595	9251154.27	23.553	BM	56	619604.462	9251317.301	23.144	BM
7	619559.681	9251151.396	23.891	BM	57	619609.476	9251315.876	23.18	BM
8	619555.942	9251164.346	23.666	BM	58	619617.602	9251312.662	23.144	BM
9	619610.534	9251393.166	23.617	BM	59	619628.144	9251309.014	23.182	BM
10	619551.265	9251175.252	23.517	BM	60	619638.418	9251305.451	23.121	BM
11	619613.597	9251391.883	23.318	BM	61	619641.999	9251304.046	23.127	BM
12	619613.61	9251391.852	23.34	BM	62	619649.168	9251301.617	23	BM
13	619610.809	9251384.85	23.038	BM	63	619658.822	9251298.58	22.947	BM
14	619605.838	9251371.685	22.968	BM	64	619669.001	9251294.672	22.871	BM
15	619554.149	9251188.141	23.622	BM	65	619677.601	9251291.653	22.897	BM
16	619601.952	9251361.199	23.147	BM	66	619686.09	9251288.482	22.911	BM
17	619600.762	9251347.052	23.204	BM	67	619681.614	9251284.669	22.896	BM
18	619596.829	9251335.405	23.159	BM	68	619693.413	9251286.077	22.874	BM
19	619592.217	9251322.147	23.097	BM	69	619687.691	9251282.708	22.91	BM
20	619589.055	9251314.296	23.04	BM	70	619701.357	9251283.449	22.845	BM
21	619586.326	9251305.314	23.049	BM	71	619715.667	9251284.863	23.04	BM
22	619583.714	9251295.918	23.089	BM	72	619725.234	9251270.148	23.015	BM
23	619580.143	9251285.648	23.258	BM	73	619733.46	9251272.969	23.041	BM
24	619576.527	9251274.957	23.19	BM	74	619730.853	9251268.296	23.068	BM
25	619572.967	9251264.952	23.224	BM	75	619743.944	9251275.342	23.192	BM
26	619568.855	9251252.837	23.239	BM	76	619768.853	9251255.58	23.235	BM
27	619565.375	9251241.709	23.251	BM	77	619756.345	9251265.7	23.189	BM
28	619561.201	9251230.362	23.33	BM	78	619766.955	9251269.353	23.202	BM
29	619557.388	9251219.712	23.35	BM	79	619761.427	9251271.08	23.163	BM
30	619553.825	9251209.035	23.362	BM	80	619773.798	9251259.354	23.012	BM
31	619549.67	9251196.35	23.355	BM	81	619778.005	9251263.892	23.09	BM
32	619545.398	9251183.268	23.42	BM	82	619710.11	9251288.475	23.085	BM
33	619541.635	9251171.393	23.561	BM	83	619783.128	9251255.732	23.116	BM
34	619592.258	9251322.059	23.112	BM	84	619803.83	9251248.188	23.339	BM
35	619592.258	9251322.059	23.112	BM	85	619657.126	9251306.116	22.878	BM
36	619558.595	9251154.27	23.553	BM	86	619641.883	9251304.078	23.102	BM
37	619567.761	9251180.993	23.535	BM	87	619641.883	9251304.078	23.102	BM
38	619591.524	9251295.044	23.405	BM	88	619592.258	9251322.059	23.112	BM
39	619599.083	9251292.542	23.42	BM	89	619675.453	9251405.686	23.225	BM
40	619574.072	9251244.159	23.381	BM	90	619676.125	9251400.691	23.091	BM
41	619574.889	9251249.86	23.41	BM	91	619671.82	9251406.522	23.38	BM
42	619605.34	9251310.722	23.541	BM	92	619682.907	9251408.565	23.115	BM
43	619584.282	9251278.983	23.354	BM	93	619669.706	9251382.311	23.192	BM
44	619635.749	9251300.415	23.324	BM	94	619664.006	9251379.635	23.263	BM
45	619643.662	9251298.015	23.063	BM	95	619677.19	9251393.991	22.891	BM
46	619595.432	9251311.077	23.255	BM	96	619662.748	9251361.538	23.048	BM
47	619596.028	9251312.734	23.229	BM	97	619663.633	9251356.396	23.002	BM
48	619599.31	9251312.697	23.39	BM	98	619655.726	9251355.963	22.953	BM
49	619601	9251313.927	23.311	BM	99	619660.542	9251347.833	22.986	BM
50	619662.437	9251291.3	22.962	BM	100	619670.137	9251352.147	22.724	BM

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
101	619655.993	9251344.702	23.033	BM
102	619652.216	9251332.862	23.034	BM
103	619646.151	9251327.888	23.192	BM
104	619624.601	9251241.915	23.111	BM
105	619640.279	9251299.309	23.042	BM
106	619621.281	9251232.103	23.126	BM
107	619635.875	9251295.883	23.239	BM
108	619633.721	9251281.995	22.98	BM
109	619603.686	9251181.011	23.184	BM
110	619625.144	9251264.703	23.083	BM
111	619600.356	9251171.188	23.193	BM
112	619625.35	9251256.953	23.074	BM
113	619589.949	9251140.995	23.539	BM
114	619615.431	9251236.456	23.213	BM
115	619616.798	9251233.613	23.141	BM
116	619582.454	9251144.202	23.306	BM
117	619616.535	9251224.588	23.169	BM
118	619588.774	9251144.012	23.384	BM
119	619610.342	9251211.731	23.136	BM
120	619585.698	9251144.814	23.293	BM
121	619603.653	9251202.113	23.236	BM
122	619597.155	9251173.568	23.198	BM
123	619603.59	9251193.802	23.227	BM
124	619605.606	9251192.856	23.32	BM
125	619593.915	9251174.048	23.345	BM
126	619618.676	9251239.316	23.184	BM
127	619618.678	9251239.321	23.182	BM
128	619641.883	9251304.078	23.102	BM
129	619625.723	9251232.071	23.078	BM
130	619633.276	9251233.72	23.016	BM
131	619662.551	9251229.307	23.099	BM
132	619658.543	9251221.004	23.254	BM
133	619669.357	9251226.778	23.093	BM
134	619661.087	9251223.913	23.118	BM
135	619686.912	9251211.292	23.281	BM
136	619685.634	9251216.103	23.275	BM
137	619706.523	9251214.544	23.123	BM
138	619711.862	9251212.309	23.232	BM
139	619705.564	9251209.322	23.247	BM
140	619749.766	9251199.595	23.226	BM
141	619742.683	9251195.914	23.267	BM
142	619763.021	9251195.36	23.204	BM
143	619751.618	9251193.64	23.256	BM
144	619707.488	9251211.077	23.159	BM
145	619663.818	9251223.86	23.125	BM
146	619599.084	9251175.839	23.227	BM
147	619618.678	9251239.321	23.182	BM
148	619604.932	9251174.427	23.135	BM
149	619607.626	9251177.639	23.348	BM
150	619619.535	9251169.82	23.096	BM

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
151	619641.889	9251163.001	23.177	BM
152	619640.789	9251166.388	23.197	BM
153	619662.882	9251156.016	23.281	BM
154	619676.044	9251154.505	23.377	BM
155	619689.761	9251146.244	23.254	BM
156	619708.516	9251143.547	23.395	BM
157	619719.97	9251140.588	23.267	BM
158	619723.738	9251134.084	23.132	BM
159	619723.738	9251134.084	23.132	BM
160	619599.084	9251175.839	23.227	BM
161	619716.784	9251132.52	23.242	BM
162	619721.266	9251127.673	23.165	BM
163	619749.572	9251188.428	23.266	BM
164	619749.672	9251189.908	23.19	BM
165	619745.106	9251190.688	23.259	BM
166	619702.416	9251095.068	23.426	BM
167	619708.41	9251095.723	23.267	BM
168	619737.725	9251192.344	23.119	BM
169	619714.43	9251093.472	23.283	BM
170	619736.407	9251168.823	23.18	BM
171	619740.703	9251166.048	23.295	BM
172	619728.313	9251144.893	23.132	BM
173	619728.826	9251126.677	23.363	BM
174	619731.379	9251140.029	23.208	BM
175	619731.224	9251137.305	23.257	BM
176	619725.165	9251121.84	23.316	BM
177	619735.697	9251134.612	23.305	BM
178	619732.786	9251130.381	23.281	BM
179	619742.901	9251131.952	23.317	BM
180	619752.835	9251124.248	23.475	BM
181	619770.169	9251118.245	23.666	BM
182	619764.987	9251124.679	23.769	BM
183	619793.273	9251109.506	23.75	BM
184	619790.341	9251116.002	23.898	BM
185	619815.811	9251100.791	23.742	BM
186	619812.157	9251108.532	23.965	BM
187	619814.175	9251093.526	23.88	BM
188	619820.548	9251106.863	24.02	BM
189	619826.299	9251099.451	23.684	BM
190	619751.618	9251193.64	23.256	BM
191	619618.678	9251239.321	23.182	BM
192	619759.541	9251190.831	23.287	BM
193	619753.84	9251207.145	23.132	BM
194	619759.761	9251204.067	23.075	BM
195	619783.663	9251183.542	23.441	BM
196	619769.753	9251232.473	23.018	BM
197	619783.234	9251178.409	23.506	BM
198	619765.302	9251241.078	23.174	BM
199	619805.987	9251176.457	23.468	BM
200	619804.591	9251171.118	23.62	BM

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION	N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
201	619782.186	9251250.717	23.093	BM	251	619834.802	9251104.061	23.793	BM
202	619827.633	9251168.918	23.554	BM	252	619835.357	9251101.803	23.935	BM
203	619768.882	9251255.576	23.385	BM	253	619881.582	9251270.293	23.863	BM
204	619834.88	9251160.143	23.563	BM	254	619884.278	9251271.492	23.963	BM
205	619841.55	9251156.816	23.683	BM	255	619886.863	9251279.567	23.744	BM
206	619779.332	9251257.324	23.063	BM	256	619877.574	9251279.58	23.602	BM
207	619850.461	9251160.597	23.614	BM	257	619867.931	9251285.967	23.692	BM
208	619807.742	9251247.244	23.358	BM	258	619826.287	9251099.384	23.672	BM
209	619832.112	9251173.287	23.478	BM	259	619828.455	9251087.462	23.773	BM
210	619833.044	9251238.973	23.484	BM	260	619872.936	9251292.135	23.852	BM
211	619852.404	9251240.762	23.448	BM	261	619882.429	9251296.117	23.757	BM
212	619848.541	9251160.657	23.628	BM	262	619879.559	9251311.311	23.828	BM
213	619848.235	9251228.408	23.436	BM	263	619882.465	9251320.317	23.717	BM
214	619854.886	9251152.551	23.927	BM	264	619880.262	9251324.147	23.754	BM
215	619861.7	9251229.498	23.39	BM	265	619883.136	9251332.073	23.762	BM
216	619858.916	9251164.74	23.559	BM	266	619889.717	9251318.579	23.694	BM
217	619872.773	9251233.266	23.618	BM	267	619897.79	9251315.538	23.785	BM
218	619882.048	9251157.042	23.852	BM	268	619814.018	9251093.518	23.699	BM
219	619870.677	9251237.297	23.599	BM	269	619817.846	9251083.597	23.716	BM
220	619877.551	9251230.186	23.523	BM	270	619809.665	9251065.905	23.639	BM
221	619869.375	9251198.068	23.494	BM	271	619814.793	9251056.996	23.667	BM
222	619876.098	9251220.254	23.449	BM	272	619801.632	9251061.576	23.676	BM
223	619873.98	9251206.515	23.478	BM	273	619803.549	9251051.131	23.467	BM
224	619863.885	9251217.368	23.416	BM	274	619863.236	9251226.799	23.412	BM
225	619856.541	9251186.113	23.345	BM	275	619863.236	9251226.799	23.412	BM
226	619663.818	9251223.86	23.125	BM	276	619848.541	9251160.657	23.628	BM
227	619751.618	9251193.64	23.256	BM	277	619896.968	9251198.61	23.977	BM
228	619666.157	9251235.906	23.072	BM	278	619905.184	9251213.254	23.757	BM
229	619668.56	9251235.601	23.02	BM	279	619900.755	9251209.01	23.828	BM
230	619673.994	9251251.69	23.047	BM	280	619916.851	9251217.054	23.984	BM
231	619678.307	9251270.538	23.056	BM	281	619941.66	9251195.482	24.066	BM
232	619683.023	9251277.724	22.895	BM	282	619927.479	9251206.311	23.86	BM
233	619707.488	9251211.077	23.159	BM	283	619946.296	9251196.484	23.969	BM
234	619751.618	9251193.64	23.256	BM	284	619949.154	9251206.105	23.965	BM
235	619711.442	9251216.245	23.262	BM	285	619956.915	9251204.543	23.986	BM
236	619708.544	9251216.694	23.025	BM	286	619957.63	9251192.53	23.983	BM
237	619715.683	9251233.705	22.961	BM	287	619961.944	9251202.725	23.828	BM
238	619724.549	9251254.798	23.137	BM	288	619987.05	9251182.879	23.123	BM
239	619724.165	9251259.582	22.999	BM	289	619961.471	9251195.452	23.853	BM
240	619848.541	9251160.657	23.628	BM	290	619991.895	9251181.349	22.979	BM
241	619751.618	9251193.64	23.256	BM	291	619984.412	9251188.348	23.199	BM
242	619852.368	9251149.836	23.687	BM	292	620008.224	9251179.942	22.737	BM
243	619845.006	9251148.293	23.593	BM	293	620028.067	9251169.176	22.604	BM
244	619838.333	9251146.541	23.627	BM	294	620075.829	9251164.594	22.469	BM
245	619868.915	9251252.666	23.557	BM	295	620071.103	9251156.21	22.639	BM
246	619874.437	9251268.424	23.615	BM	296	620064.669	9251163.186	22.43	BM
247	619867.11	9251274.123	23.755	BM	297	620072.747	9251155.024	22.682	BM
248	619865.312	9251278.143	23.611	BM	298	620084.379	9251161.592	22.554	BM
249	619836.2	9251124.818	23.534	BM	299	620080.32	9251149.672	22.629	BM
250	619824.012	9251114.989	23.763	BM	300	620082.397	9251156.063	22.574	BM

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION	N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
301	620088.959	9251149.65	22.598	BM	351	620020.61	9251228.846	23.004	BM
302	620107.687	9251143.131	22.535	BM	352	620023.075	9251231.777	23.053	BM
303	620122.341	9251148.903	22.542	BM	353	620040.883	9251222.392	22.968	BM
304	620117.813	9251136.839	22.722	BM	354	620058.157	9251215.607	22.877	BM
305	620130.806	9251135.189	22.829	BM	355	620085.696	9251202.458	22.61	BM
306	620128.377	9251133.51	22.711	BM	356	620089.085	9251211.349	22.704	BM
307	620125.702	9251140.894	22.573	BM	357	620094.577	9251204.265	22.744	BM
308	620125.394	9251139.697	22.644	BM	358	619892.365	9251325.155	23.737	BM
309	619848.541	9251160.657	23.628	BM	359	619877.239	9251280.034	23.643	BM
310	619863.236	9251226.799	23.412	BM	360	619880.127	9251324.274	23.658	BM
311	619863.236	9251226.799	23.412	BM	361	619880.044	9251328.791	23.553	BM
312	619848.541	9251160.657	23.628	BM	362	619883.008	9251332.077	23.783	BM
313	619877.239	9251280.034	23.643	BM	363	619875.565	9251327.475	23.546	BM
314	619892.365	9251325.155	23.737	BM	364	619874.768	9251333.346	23.647	BM
315	619919.692	9251397.864	23.237	BM	365	619856.894	9251337.092	23.305	BM
316	619877.239	9251280.034	23.643	BM	366	619901.611	9251318.394	23.824	BM
317	619863.236	9251226.799	23.412	BM	367	619904.479	9251320.944	23.762	BM
318	619865.948	9251282.056	23.574	BM	368	619927.246	9251312.616	23.706	BM
319	619859.609	9251287.48	23.623	BM	369	619939.936	9251305.484	23.734	BM
320	619845.365	9251289.975	23.503	BM	370	619842.287	9251338.829	23.278	BM
321	619826.896	9251298.537	23.691	BM	371	619845.109	9251344.975	23.246	BM
322	619822.628	9251297.781	23.533	BM	372	619837.376	9251347.551	23.235	BM
323	619798.658	9251305.908	23.246	BM	373	619832.834	9251345.555	23.165	BM
324	619793.854	9251309.764	23.268	BM	374	619941.026	9251312.309	23.614	BM
325	619775.727	9251313.26	23.208	BM	375	619949.932	9251309.329	23.692	BM
326	619782.612	9251314.939	23.228	BM	376	619821.828	9251351.309	23.293	BM
327	619776.696	9251316.942	23.236	BM	377	619813.837	9251351.732	23.076	BM
328	619773.193	9251309.577	23.138	BM	378	619808.259	9251350.461	23.108	BM
329	619887.439	9251275.295	23.715	BM	379	619798.337	9251360.96	22.982	BM
330	619888.629	9251277.753	23.793	BM	380	619795.405	9251353.059	23.08	BM
331	619891.609	9251273.835	23.873	BM	381	619943.235	9251307.17	23.658	BM
332	619911.689	9251267.179	23.799	BM	382	619959.521	9251301.57	23.569	BM
333	619920.768	9251266.776	24.076	BM	383	619971.022	9251294.928	23.607	BM
334	619751.009	9251320.966	23.082	BM	384	619792.381	9251362.948	23.056	BM
335	619759.714	9251321.302	23.571	BM	385	619789.885	9251355.277	23.114	BM
336	619936.099	9251259.322	23.73	BM	386	619789.059	9251360.666	23.01	BM
337	619954.038	9251255.445	23.485	BM	387	619985.19	9251288.79	23.385	BM
338	619972.206	9251250.736	23.383	BM	388	619986.589	9251296.817	23.538	BM
339	619969.34	9251247.494	23.297	BM	389	619773.41	9251362.454	23.256	BM
340	619730.144	9251328.114	23.044	BM	390	619769.631	9251369.088	23.331	BM
341	619723.153	9251333.662	23.329	BM	391	619768.223	9251367.566	23.05	BM
342	619711.448	9251334.734	22.909	BM	392	619987.439	9251292.487	23.549	BM
343	619978.061	9251248.76	23.217	BM	393	619991.335	9251286.709	23.451	BM
344	619969.895	9251242.749	23.618	BM	394	619992.017	9251294.851	23.507	BM
345	619975.484	9251240.958	23.419	BM	395	619994.321	9251290.218	23.504	BM
346	619692.895	9251344.002	22.921	BM	396	620002.355	9251284.257	23.489	BM
347	619687.73	9251342.413	22.747	BM	397	620036.921	9251272.587	23.425	BM
348	619663.858	9251350.976	22.669	BM	398	620043.615	9251273.255	23.413	BM
349	619989.379	9251243.477	23.098	BM	399	620071.141	9251261.029	23.457	BM
350	619995.059	9251238.613	23.107	BM	400	620069.835	9251264.254	23.351	BM

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION	N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
401	619743.354	9251375.939	23.024	BM	451	619617.837	9251418.29	24.314	BM
402	619719.449	9251383.682	22.746	BM	452	619633.32	9251400.044	23.916	BM
403	619705.496	9251385.734	23.209	BM	453	619632.997	9251402.882	23.926	BM
404	619701.924	9251388.97	22.838	BM	454	619631.938	9251406.177	23.821	BM
405	619683.664	9251394.775	22.758	BM	455	619629.512	9251416.433	23.783	BM
406	619919.692	9251397.864	23.237	BM	456	619629.331	9251418.732	23.899	BM
407	619892.365	9251325.155	23.737	BM	457	619629.086	9251420.502	23.888	BM
408	619893.299	9251352.724	23.629	BM	458	619643.564	9251409.956	23.601	BM
409	619904.878	9251388.247	23.636	BM	459	619644.813	9251406.406	23.776	BM
410	619922.647	9251387.402	23.5	BM	460	619645.758	9251402.118	23.821	BM
411	619925.249	9251390.046	23.439	BM	461	619641.891	9251418.865	23.605	BM
412	619910.17	9251351.713	23.574	BM	462	619641.616	9251421.141	23.686	BM
413	619928.515	9251401.416	23.223	BM	463	619641.208	9251422.94	23.766	BM
414	619928.648	9251395.026	23.353	BM	464	619657.163	9251405.293	23.695	BM
415	619924.167	9251412.376	23.024	BM	465	619656.794	9251408.852	23.702	BM
416	619940.123	9251391.683	23.926	BM	466	619656.075	9251412.761	23.546	BM
417	619931.408	9251411.725	23.244	BM	467	619654.629	9251421.917	23.499	BM
418	619958.503	9251384.456	24.256	BM	468	619654.18	9251424.294	23.695	BM
419	619940.239	9251436.481	23.166	BM	469	619653.969	9251425.934	23.739	BM
420	619932.562	9251436.931	22.961	BM	470	619668.002	9251414.725	23.512	BM
421	619963.027	9251377.191	24.175	BM	471	619668.92	9251411.349	23.761	BM
422	619971.181	9251374.573	24.36	BM	472	619669.982	9251408.1	23.655	BM
423	619973.458	9251383.985	24.298	BM	473	619667.771	9251425.385	23.558	BM
424	619966.107	9251386.547	24.138	BM	474	619667.43	9251427.485	23.684	BM
425	619938.307	9251468.92	24.663	BM	475	619667.039	9251429.316	23.717	BM
426	619932.829	9251455.526	23.119	BM	476	619680.898	9251411.575	23.783	BM
427	619933.237	9251467.018	24.019	BM	477	619680.808	9251414.856	23.719	BM
428	619927.888	9251473.286	24.886	BM	478	619680.402	9251417.912	23.579	BM
429	619939.426	9251452.101	22.985	BM	479	619677.796	9251427.427	23.418	BM
430	619942.745	9251462.07	24.206	BM	480	619677.435	9251429.861	23.683	BM
431	619946.841	9251468.155	25.163	BM	481	619676.963	9251432.046	23.744	BM
432	619953.922	9251474.941	24.981	BM	482	619692.326	9251420.33	23.628	BM
433	619958.91	9251478.4	25.032	BM	483	619693.157	9251418.089	23.666	BM
434	619967.797	9251381.561	24.106	BM	484	619693.829	9251415.6	23.716	BM
435	620008.995	9251361.412	23.552	BM	485	619690.899	9251430.796	23.613	BM
436	620011.368	9251370.925	23.301	BM	486	619690.348	9251433.908	23.749	BM
437	620012.858	9251360.176	23.669	BM	487	619690.058	9251437.046	23.825	BM
438	619935.934	9251489.008	25.791	BM	488	619705.962	9251418.81	23.591	BM
439	619919.692	9251397.864	23.237	BM	489	619705.805	9251421.119	23.642	BM
440	619611.394	9251396.278	24.177	BM	490	619705.349	9251423.358	23.614	BM
441	619611.329	9251398.448	24.338	BM	491	619703.613	9251433.665	23.536	BM
442	619610.544	9251400.573	24.277	BM	492	619703.316	9251436.253	23.671	BM
443	619608.271	9251411.723	24.157	BM	493	619702.892	9251439.163	23.707	BM
444	619608.232	9251414.11	24.42	BM	494	619716.143	9251425.818	23.531	BM
445	619607.754	9251416.14	24.416	BM	495	619716.839	9251424.037	23.607	BM
446	619620.926	9251403.178	24.064	BM	496	619717.455	9251421.403	23.697	BM
447	619621.533	9251401.023	24.155	BM	497	619713.924	9251435.953	23.53	BM
448	619622.577	9251398.154	23.993	BM	498	619713.333	9251438.889	23.696	BM
449	619618.33	9251414.001	24.214	BM	499	619712.901	9251441.677	23.645	BM
450	619618.115	9251416.416	24.212	BM	500	619729.969	9251424.695	23.586	BM

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
501	619729.742	9251427.237	23.589	BM
502	619729.103	9251429.728	23.514	BM
503	619726.61	9251439.021	23.517	BM
504	619726.317	9251442.022	23.639	BM
505	619725.921	9251445.109	23.587	BM
506	619741.353	9251432.609	23.518	BM
507	619742.067	9251430.127	23.511	BM
508	619742.805	9251427.686	23.327	BM
509	619740.416	9251442.088	23.527	BM
510	619739.766	9251445.207	23.647	BM
511	619739.166	9251447.983	23.556	BM
512	619754.713	9251430.051	23.527	BM
513	619754.342	9251432.908	23.57	BM
514	619753.729	9251435.12	23.512	BM
515	619751.733	9251445.037	23.521	BM
516	619751.21	9251447.913	23.614	BM
517	619750.768	9251450.612	23.583	BM
518	619765.92	9251437.85	23.509	BM
519	619766.649	9251435.35	23.587	BM
520	619767.26	9251432.43	23.584	BM
521	619764.007	9251447.874	23.45	BM
522	619763.552	9251450.712	23.599	BM
523	619762.97	9251453.33	23.567	BM
524	619779.414	9251435.434	23.633	BM
525	619779.225	9251438.611	23.588	BM
526	619778.656	9251441.102	23.505	BM
527	619777.29	9251450.876	23.477	BM
528	619776.939	9251454.229	23.573	BM
529	619776.593	9251456.668	23.616	BM
530	619791.115	9251444.042	23.485	BM
531	619791.824	9251442.269	23.545	BM
532	619792.459	9251440.195	23.779	BM
533	619789.349	9251453.684	23.437	BM
534	619788.832	9251456.63	23.532	BM
535	619788.463	9251459.366	23.499	BM
536	619805.485	9251442.728	23.604	BM
537	619805.613	9251445.352	23.529	BM
538	619805.084	9251447.577	23.417	BM
539	619803.39	9251456.823	23.453	BM
540	619803.211	9251459.815	23.524	BM
541	619802.795	9251463.003	23.53	BM
542	619818.123	9251450.983	23.411	BM
543	619819.052	9251448.166	23.471	BM
544	619819.676	9251445.3	23.49	BM
545	619816.315	9251459.895	23.398	BM
546	619815.883	9251463.106	23.528	BM
547	619815.484	9251465.72	23.511	BM
548	619831.323	9251447.64	23.377	BM
549	619832.056	9251451.121	23.339	BM
550	619831.397	9251453.875	23.42	BM

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
551	619828.11	9251462.557	23.365	BM
552	619827.558	9251465.589	23.484	BM
553	619827.18	9251468.171	23.418	BM
554	619843.532	9251457.058	23.379	BM
555	619844.433	9251454.253	23.353	BM
556	619845.445	9251451.183	23.466	BM
557	619842.189	9251466.096	23.353	BM
558	619841.507	9251468.856	23.461	BM
559	619840.922	9251471.366	23.551	BM
560	619857.493	9251453.83	23.454	BM
561	619857.267	9251456.851	23.367	BM
562	619856.491	9251459.818	23.403	BM
563	619848.534	9251468.221	23.286	BM
564	619848.135	9251470.728	23.434	BM
565	619847.702	9251473.224	23.437	BM
566	619869.827	9251462.825	23.41	BM
567	619871.274	9251459.659	23.551	BM
568	619872.218	9251457.303	23.684	BM
569	619854.476	9251469.803	23.39	BM
570	619853.908	9251472.437	23.497	BM
571	619853.18	9251474.977	23.491	BM
572	619884.212	9251462.165	23.977	BM
573	619883.538	9251463.989	23.811	BM
574	619882.79	9251465.867	23.561	BM
575	619861.451	9251471.46	23.418	BM
576	619860.775	9251474.22	23.582	BM
577	619859.989	9251476.681	23.659	BM
578	619868.69	9251473.071	23.502	BM
579	619867.648	9251475.951	23.717	BM
580	619867.06	9251478.443	23.814	BM
581	619872.036	9251480.409	23.905	BM
582	619873.19	9251478.496	23.977	BM
583	619874.646	9251475.924	23.85	BM
584	619879.428	9251478.373	24.197	BM
585	619878.548	9251480.816	24.306	BM
586	619877.567	9251482.921	24.289	BM
587	619895.925	9251471.996	23.856	BM
588	619897.16	9251469.87	24.063	BM
589	619898.462	9251467.501	24.262	BM
590	619882.105	9251484.786	24.709	BM
591	619883.228	9251483.265	24.787	BM
592	619884.415	9251481.499	24.702	BM
593	619904.352	9251470.119	24.309	BM
594	619903.381	9251472.411	24.373	BM
595	619902.241	9251475.199	24.241	BM
596	619888.389	9251483.749	24.972	BM
597	619887.521	9251485.636	25.164	BM
598	619886.529	9251487.405	25.258	BM
599	619892.641	9251486.406	25.172	BM
600	619891.839	9251488.194	25.255	BM

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION	N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
601	619890.904	9251489.914	25.267	BM	651	619970.523	9251543.021	23.897	BM
602	619907.838	9251478.377	24.263	BM	652	619967.547	9251545.931	23.756	BM
603	619909.818	9251475.958	24.303	BM	653	619958.757	9251552.603	23.377	BM
604	619911.255	9251473.344	24.344	BM	654	619956.768	9251554.027	23.422	BM
605	619897.015	9251489.661	25.136	BM	655	619955.117	9251555.282	23.491	BM
606	619895.495	9251490.817	25.266	BM	656	619978.501	9251556.444	24.351	BM
607	619894.629	9251492.472	25.219	BM	657	619981.091	9251553.45	24.256	BM
608	619917.131	9251474.594	24.81	BM	658	619983.556	9251551.173	24.36	BM
609	619915.895	9251477.192	24.828	BM	659	619965.584	9251559.971	23.737	BM
610	619912.647	9251481.304	24.512	BM	660	619963.228	9251561.875	23.947	BM
611	619901.17	9251492.24	25.317	BM	661	619961.43	9251563.727	23.974	BM
612	619898.842	9251494.484	25.425	BM	662	619974.691	9251570.175	23.282	BM
613	619897.639	9251495.874	25.464	BM	663	619972.507	9251572.051	23.338	BM
614	619917.089	9251486.324	25.015	BM	664	619970.572	9251574.061	23.326	BM
615	619920.382	9251483.255	25.118	BM	665	620018.239	9251603.545	23.211	BM
616	619908.035	9251499.371	25.014	BM	666	620021.162	9251600.68	23.277	BM
617	619906.489	9251500.766	25.245	BM	667	620024.323	9251598.876	23.628	BM
618	619904.898	9251502.575	25.33	BM	668	620019.17	9251620.475	23.002	BM
619	619921.094	9251491.532	24.982	BM	669	620017.576	9251621.741	23.129	BM
620	619925.064	9251488.122	25.316	BM	670	620016.095	9251622.955	23.246	BM
621	619930.255	9251493.549	25.588	BM	671	619960.893	9251471.561	23.29	BM
622	619933.591	9251494.053	25.454	BM	672	619926.016	9251460.034	23.085	BM
623	619916.021	9251507.504	24.946	BM	673	619883.029	9251457.764	23.791	BM
624	619914.507	9251509.662	25.055	BM	674	619873.051	9251455.897	23.713	BM
625	619913.197	9251511.071	25.078	BM	675	619828.405	9251445.641	23.412	BM
626	619939.552	9251504.798	24.435	BM	676	619819.963	9251444.421	23.474	BM
627	619937.243	9251506.629	24.449	BM	677	619967.797	9251381.561	24.106	BM
628	619934.961	9251508.414	24.454	BM	678	619943.235	9251307.17	23.658	BM
629	619942.259	9251518.05	23.964	BM	679	619943.188	9251313.95	23.688	BM
630	619944.721	9251516.234	24.047	BM	680	619947.743	9251313.63	23.551	BM
631	619947.876	9251514.562	24.042	BM	681	619971.211	9251396.614	24.391	BM
632	619956.04	9251524.212	23.798	BM	682	619975.14	9251395.944	24.408	BM
633	619953.745	9251526.63	23.715	BM	683	619952.706	9251332.011	23.798	BM
634	619951.036	9251528.871	23.523	BM	684	619952.871	9251342.156	24.074	BM
635	619922.466	9251513.611	24.404	BM	685	619982.832	9251418.5	23.854	BM
636	619921.273	9251516.048	24.504	BM	686	619979.617	9251420.276	23.888	BM
637	619919.847	9251516.957	24.618	BM	687	619959.288	9251352.902	24.001	BM
638	619930.339	9251521.934	23.955	BM	688	619962.33	9251369.811	24.145	BM
639	619929.255	9251523.569	24.046	BM	689	619965.908	9251371.289	24.139	BM
640	619927.973	9251525.186	24.078	BM	690	619991.522	9251443.628	23.684	BM
641	619937.68	9251528.924	23.574	BM	691	619987.984	9251443.592	24.131	BM
642	619935.725	9251530.485	23.674	BM	692	619989.034	9251449.628	23.744	BM
643	619934.287	9251531.691	23.687	BM	693	619996.043	9251443.987	23.729	BM
644	619957.915	9251537.059	23.361	BM	694	619992.35	9251445.573	23.522	BM
645	619961.115	9251533.838	23.714	BM	695	620055.484	9251345.444	23.993	BM
646	619964.345	9251531.572	23.854	BM	696	620060.343	9251354.44	23.793	BM
647	619950.383	9251542.226	23.124	BM	697	620094.577	9251204.265	22.744	BM
648	619948.51	9251543.792	23.357	BM	698	619877.239	9251280.034	23.643	BM
649	619946.767	9251545.274	23.36	BM	699	620103.248	9251248.498	23.073	BM
650	619972.922	9251540.425	23.938	BM	700	620099.617	9251251.013	23.16	BM

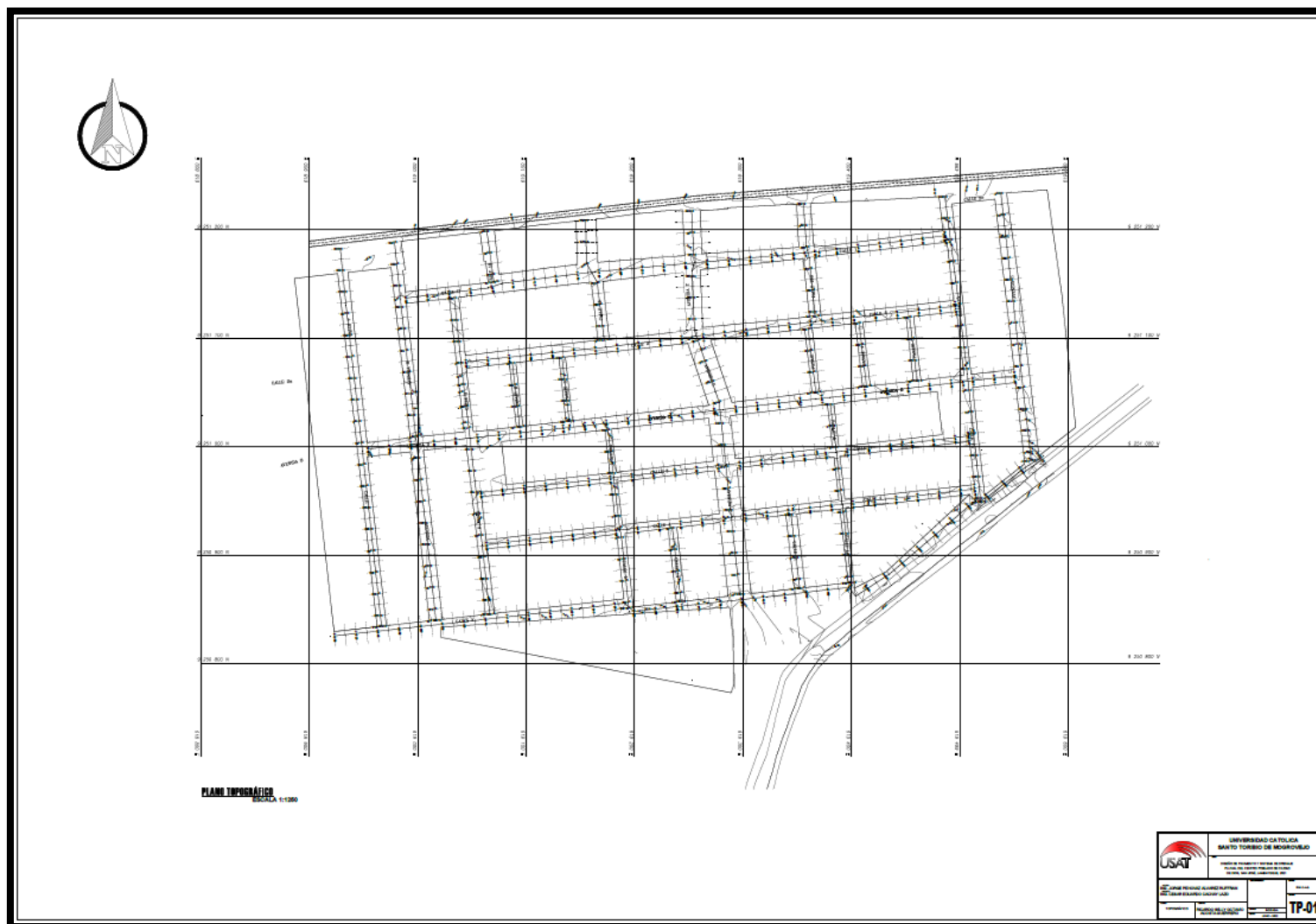
N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION	N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
701	620106.915	9251259.143	23.397	BM	751	620169.363	9251272.56	22.094	BM
702	620122.05	9251303.319	22.998	BM	752	620160.668	9251246.653	22.147	BM
703	620125.866	9251301.318	23.074	BM	753	620155.123	9251216.897	22.276	BM
704	620057.333	9251220.638	22.957	BM	754	620089.291	9251036.904	23.635	BM
705	620131.964	9251316.06	22.955	BM	755	620095.565	9251041.799	23.684	BM
706	620083.6	9251211.278	22.623	BM	756	620145.517	9251188.676	22.351	BM
707	620120.61	9251285.27	23.173	BM	757	620084.938	9251021.407	23.612	BM
708	620088.935	9251211.232	22.699	BM	758	620086.207	9251014.174	23.521	BM
709	620108.886	9251252.829	23.315	BM	759	620080.917	9251011.918	23.476	BM
710	620110.929	9251244.662	23.2	BM	760	620135.742	9251159.965	22.422	BM
711	620086.075	9251201.836	22.585	BM	761	620132.729	9251145.023	22.577	BM
712	620088.178	9251194.481	22.706	BM	762	620170.424	9251132.888	22.909	BM
713	620088.278	9251177.344	22.684	BM	763	620128.26	9251133.244	22.745	BM
714	620074.518	9251164.893	22.416	BM	764	620165.22	9251129.187	22.89	BM
715	620084.334	9251161.573	22.549	BM	765	620141.487	9251135.561	22.644	BM
716	620076.086	9251154.243	22.665	BM	766	620166.168	9251120.287	23.062	BM
717	620078.614	9251149.061	22.678	BM	767	620161.549	9251124.939	22.963	BM
718	620066.561	9251124.489	22.928	BM	768	620174.52	9251125.999	23.112	BM
719	620071.916	9251127.969	22.997	BM	769	620080.917	9251011.918	23.476	BM
720	620053.66	9251096.327	23.472	BM	770	620125.394	9251139.697	22.644	BM
721	620049.553	9251086.045	23.599	BM	771	620078.318	9251019.174	23.612	BM
722	620059.761	9251094.019	23.636	BM	772	620075.156	9251009.104	23.441	BM
723	620055.75	9251094.847	23.393	BM	773	620060.558	9250964.73	23.577	BM
724	620049.104	9251078.021	23.664	BM	774	620065.927	9250963.298	23.292	BM
725	620050.383	9251066.516	23.746	BM	775	620059.607	9251024.644	23.772	BM
726	620039.994	9251049.018	23.932	BM	776	620051.447	9251023.024	23.658	BM
727	620040.334	9251037.181	24.125	BM	777	620029.803	9251035.114	24.288	BM
728	620032.817	9251035.075	24.023	BM	778	620024.325	9251033.027	24.102	BM
729	620040.256	9251032.012	24.253	BM	779	620063.597	9250959.365	23.428	BM
730	620034.391	9251029.79	24.002	BM	780	620080.917	9251011.918	23.476	BM
731	620034.07	9251028.591	23.993	BM	781	620077.176	9250982.266	23.415	BM
732	620076.734	9251158.5	22.574	BM	782	620115.421	9250970.764	23.187	BM
733	620094.577	9251204.264	22.744	BM	783	620107.469	9250968.43	23.225	BM
734	620083.593	9251154.975	22.582	BM	784	620083.425	9250976.565	23.287	BM
735	620125.394	9251139.697	22.644	BM	785	620058.343	9250962.588	23.475	BM
736	620076.734	9251158.5	22.574	BM	786	620058.313	9250962.497	23.411	BM
737	620122.616	9251148.871	22.392	BM	787	620056.299	9250954.056	23.371	BM
738	620125.263	9251129.324	23.096	BM	788	620030.919	9250971.423	23.71	BM
739	620119.758	9251125.789	22.99	BM	789	620027.906	9250963.715	23.518	BM
740	620111.872	9251100.242	23.455	BM	790	620017.086	9250977.348	23.905	BM
741	620126.986	9251149.046	22.428	BM	791	620013.95	9250968.514	23.641	BM
742	620114.774	9251098.295	23.452	BM	792	619826.299	9251099.451	23.684	BM
743	620139.561	9251186.14	22.32	BM	793	619723.738	9251134.084	23.132	BM
744	620104.022	9251077.01	23.721	BM	794	619804.649	9251047.617	23.426	BM
745	620105.119	9251070.009	23.611	BM	795	619804.649	9251047.617	23.426	BM
746	620146.208	9251206.479	22.289	BM	796	619826.299	9251099.451	23.684	BM
747	620172.711	9251297.248	22.017	BM	797	619815.676	9251044.056	23.521	BM
748	620176.523	9251295.994	21.983	BM	798	619811.731	9251034.581	23.529	BM
749	620096.179	9251054.579	23.681	BM	799	619841.423	9251035.414	23.666	BM
750	620176.213	9251294.142	22.007	BM	800	619837.69	9251025.371	23.68	BM

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
801	619875.929	9251023.646	23.874	BM
802	619867.275	9251016.555	23.866	BM
803	619887.523	9251023.062	24.11	BM
804	619904.691	9251017.258	24.216	BM
805	619893.763	9251007.844	24.09	BM
806	619903.875	9251014.259	24.061	BM
807	619921.802	9250999.013	24.175	BM
808	619925.588	9251006.894	24.165	BM
809	619947.159	9250990.606	24.289	BM
810	619977.606	9250980.543	24.208	BM
811	620000.862	9250973.094	24.018	BM
812	620031.556	9250962.569	23.694	BM
813	619793.378	9251051.415	23.388	BM
814	619793.731	9251042.36	23.419	BM
815	619763.692	9251062.306	23.202	BM
816	619761.093	9251054.569	23.224	BM
817	619735.622	9251073.013	23.221	BM
818	619732.447	9251065.324	23.229	BM
819	619713.246	9251081.513	22.794	BM
820	619707.379	9251074.613	22.738	BM
821	619710.317	9251082.606	22.801	BM
822	619710.043	9251073.571	22.759	BM
823	619707.348	9251074.651	22.723	BM
824	619704.512	9251075.739	22.853	BM
825	619684.329	9251092.471	23.244	BM
826	619681.079	9251084.878	23.255	BM
827	619655.854	9251103.307	23.232	BM
828	619652.821	9251095.652	23.225	BM
829	619627.578	9251114.062	23.133	BM
830	619624.684	9251106.949	23.272	BM
831	619598.056	9251125.263	23.213	BM
832	619593.844	9251117.956	23.281	BM
833	619571.046	9251135.535	23.417	BM
834	619568.102	9251127.852	23.428	BM
835	619546.131	9251145.376	23.634	BM
836	619543.205	9251137.362	23.662	BM
837	619764.917	9251065.544	23.474	BM
838	619766.645	9251066.608	23.457	BM
839	619794.079	9251053.548	23.274	BM

Fuente: Elaboración propia

c) El procesamiento de datos y la transcripción de la sección del gabinete utilizando Civil 3D y AutoCAD.

Ilustración 1 Plano Topográfico de la zona de estudio



Fuente: Elaboración Propia

## Estudio de Mecánica de Suelos

### Objetivo:

El objetivo de este trabajo es realizar un estudio a los estratos del suelo, en el cual se realizará la tesis desarrollada.

### Normativa

El estudio se fundamentó en la:

- Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones (R.N.E.) (A.S.T.M.) y (AASHTO)
- Norma CE – 010 pavimentos urbanos.

#### Descripción de exploración de calicatas

Este proyecto, cuenta con un área de vía 61 245.21 m<sup>2</sup>, según reglamento se debe de realizar una calicata cada 1800m<sup>2</sup> teniendo como resultado realizar 34 calicatas, pero debido a que los estratos del suelo son relativamente parecidos se optó por realizar 20 calicatas en puntos estratégicos.

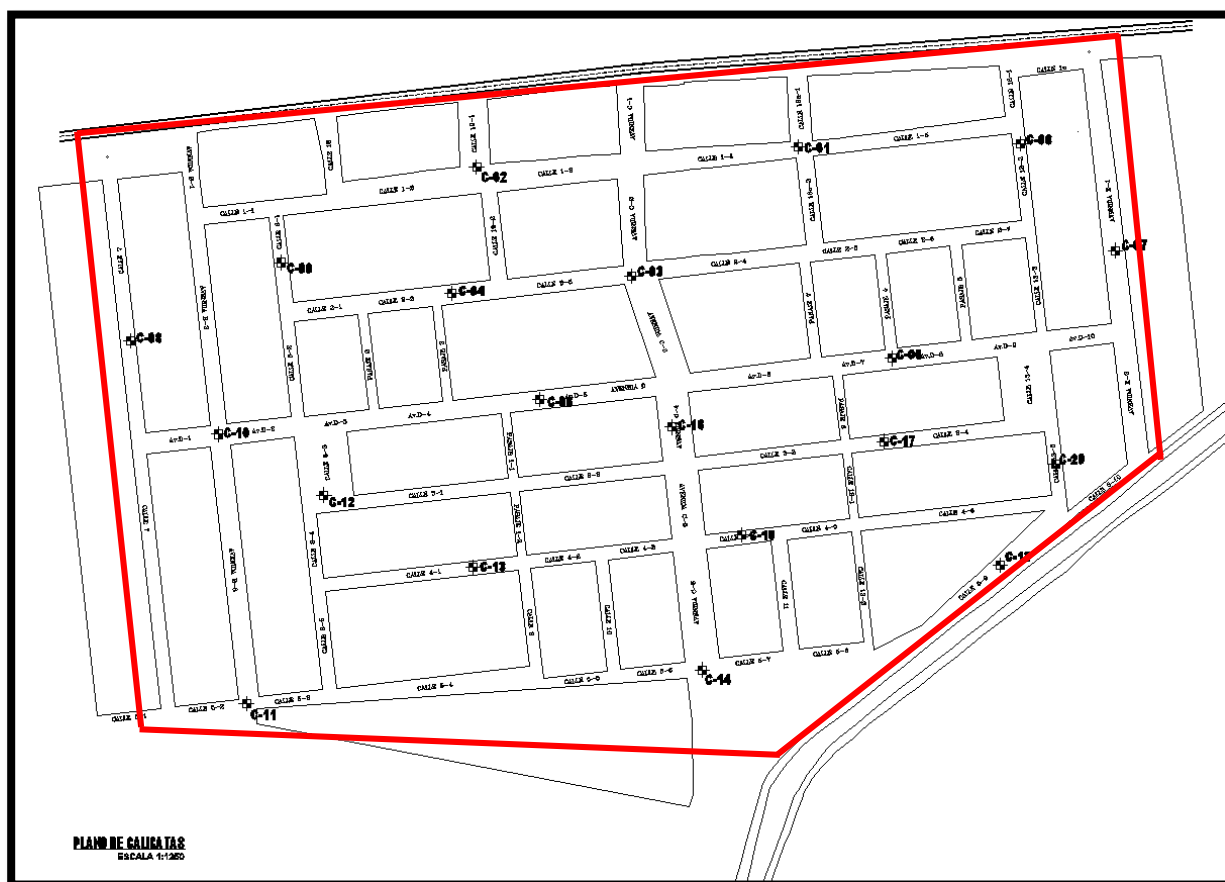
Tabla 20 Número mínimo de Puntos de Investigación

TIPO DE VÍA	NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800

Fuente: Norma CE – 010 Pavimentos urbanos

Puntos de investigación

## Ilustración 2 Puntos de Investigación – 20 calicatas



Fuente: Elaboración Propia

### Exploración de muestreo de suelo

Se realizaron veinte calicatas a cielo abierto. Se realizaron calicatas con sección de 1.00m x 1.00m con profundidades variables de 1.50m en promedio visualizándose en la siguiente tabla.

Tabla 21 Calicatas Realizadas

DATOS DE CALICATAS		
CALICATA	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD
C-01	Esq. Calle 1-4 y Calle 18a-1	0.00m-1.50m
C-02	Esq. Calle 1-2 y Calle 19-1	0.00m-1.50m
C-03	Esq. Calle 2-3 y Avenida C-2	0.00m-1.50m
C-04	Calle 2-3	0.00m-1.50m
C-05	Esq. Pasaje 4 y Avenida D-7	0.00m-1.50m
C-06	Avenida D-5	0.00m-1.50m
C-07	Avenida E-1	0.00m-1.50m
C-08	Calle 7-1	0.00m-1.50m
C-09	Calle 8-1	0.00m-1.50m
C-10	Esq. Avenida D-1 y Avenida B-2	0.00m-1.50m
C-11	Esq. Calle 5-2 y Avenida B-3	0.00m-1.50m
C-12	Esq. Calle 8-3 y Calle 3-1	0.00m-1.50m
C-13	Calle 4-1	0.00m-1.50m
C-14	Esq. Calle 5-6 y Avenida C-6	0.00m-1.50m
C-15	Calle 4-4	0.00m-1.50m
C-16	Avenida C-4	0.00m-1.50m
C-17	Calle 3-4	0.00m-1.50m
C-18	Calle 5-9	0.00m-1.50m
C-19	Calle 13-2	0.00m-1.50m
C-20	Calle 13-5	0.00m-1.50m

Fuente: Elaboración Propia

#### Ensayos de Laboratorio

Con base en muestras recolectadas en 20 calicatas en el sitio, se realizaron los siguientes ensayos.

#### ENSAYOS ESTÁNDAR

- Análisis Granulométrico..... ASTM – D422
- Límite Líquido..... ASTM – D423
- Límite Plástico..... ASTM – D424
- Contenido de Humedad ..... ASTM – D2216

#### ENSAYOS ESPECIAL

- Sales Solubles..... ASTM – D1889
- Proctor Modificado..... AASHTO T 180
- California Bearing Ratio (CBR)..... AASHTO T 193
- Clasificación Unificada de Suelos (SUCS).....ASTM – D2487

## Descripción estratigráfica de la zona

Teniendo la información de campo y laboratorio, mostramos el resumen:

Tabla 22 Cuadro resumen de estudio de mecánica de suelos

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	HUMEDAD (%)	LIMITES		INDICE PLASTICO	POTENCIAL DE EXPANSION	MDS	OCH	CBR AL 95%	NIVEL FREATICO
						LIQUIDO (%)	PLASTICO (%)						
C-01	M01	0.00m-1.50m	SC	A-2-4(0)	12.23	24	14	10	BAJO	1.911	14.73	8.5	NO
C-02	M01	0.00m-1.50m	SC-SM	A-2-4(0)	11.47	26	20	6	BAJO				NO
C-03	M01	0.00m-1.50m	SC	A-2-4(0)	15.44	31	24	7	BAJO				NO
C-04	M01	0.00m-1.50m	SC	A-2-6(0)	14.37	28	14	14	BAJO	2.08	7.24	10.8	NO
C-05	M01	0.00m-1.50m	SM	A-2-4(0)	11.18	31	25	6	BAJO				NO
C-06	M01	0.00m-1.50m	SC	A-2-4(0)	11.02	29	20	9	BAJO				NO
C-07	M01	0.00m-1.50m	SC-SP	A-2-6(0)	10.71	27	16	11	BAJO	1.955	10.82	8.2	NO
C-08	M01	0.00m-1.50m	SP-SM	A-2-4(0)	6.1	28	23	5	BAJO				NO
C-09	M01	0.00m-1.50m	SP	A-2-4(0)	13.75	26	17	9	BAJO				NO
C-10	M01	0.00m-1.50m	SC-SM	A-2-4(0)	7.8	25	19	6	BAJO	1.919	10.05	8.2	NO
C-11	M01	0.00m-1.50m	SC	A-2-6(0)	12.92	27	16	11	BAJO				NO
C-12	M01	0.00m-1.50m	SP-SC	A-2-6(0)	14.6	26	15	11	BAJO				NO
C-13	M01	0.00m-1.50m	SC-SM	A-2-4(0)	14.13	25	19	6	BAJO	1.965	7.25	9.6	NO
C-14	M02	0.00m-1.50m	SC-SM	A-2-4(0)	10.43	26	20	6	BAJO				NO
C-15	M03	0.00m-1.50m	SP	A-2-6(0)	17.48	29	14	15	BAJO				NO
C-16	M04	0.00m-1.50m	SC-SM	A-2-4(0)	12.15	23	17	6	BAJO	1.934	8.22	8.3	NO
C-17	M05	0.00m-1.50m	SC	A-2-6(0)	14.72	25	13	12	BAJO				NO
C-18	M06	0.00m-1.50m	SC	A-2-4(0)	13.24	27	19	8	BAJO				NO
C-19	M07	0.00m-1.50m	SC	A-2-4(0)	11.43	25	17	8	BAJO				NO
C-20	M08	0.00m-1.50m	SP-SC	A-2-6(0)	29	15	14	9.47	BAJO	1.985	7.65	9.4	NO

Fuente: Elaboración Propia

## Hidrología

### Generalidades

La estación pluviométrica más cercana, la de Lambayeque, que registra la mayor pluviometría en 24 horas, se utilizó para el análisis hidrológico.

### Datos de precipitaciones

La estación Lambayeque fue elegida para recopilar datos de precipitaciones ya que es la más cercana al sitio del proyecto. Tiene los siguientes datos de precipitación.

Estación Pluviométrica Lambayeque

Periodo: 1983 – 2017

Longitud: 79°54'35,4" W

Latitud: 6°44'3.75" S

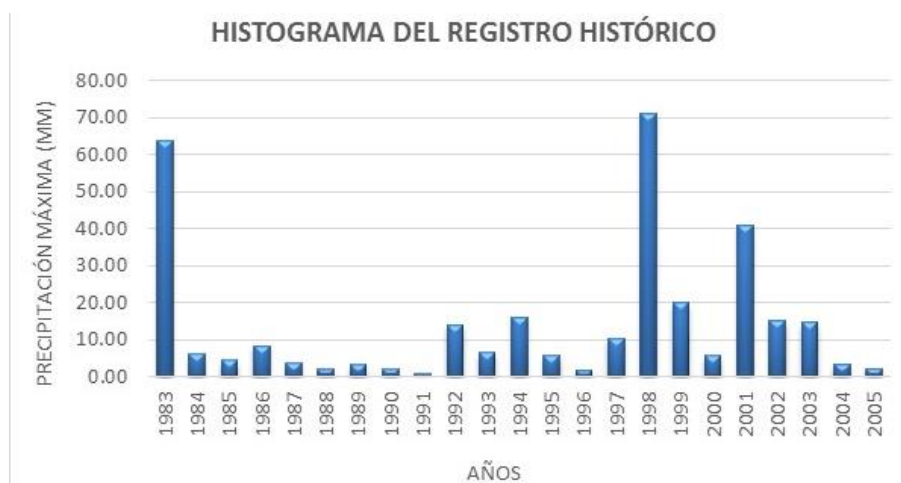
Altitud: 18 m.s.n.m.

Tabla 23 Precipitación Máxima Anual en 24 horas (mm) – Estación Lambayeque

PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS		
N°	AÑO	P <sub>máx</sub> anual (mm)
1	1983	63.60
2	1984	6.20
3	1985	4.60
4	1986	8.50
5	1987	3.80
6	1988	2.10
7	1989	3.40
8	1990	2.20
9	1991	0.90
10	1992	14.20
11	1993	6.60
12	1994	16.10
13	1995	5.70
14	1996	2.00
15	1997	10.50
16	1998	71.30
17	1999	20.10
18	2000	5.70
19	2001	40.80
20	2002	15.20
21	2003	14.70
22	2004	3.60
23	2005	2.40

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Ilustración 3 Precipitación máxima en 24 horas



Fuente: Elaboración Propia

#### Periodo de retorno

Se elige de acuerdo a las estructuras de drenaje y deben cumplir con los mínimos requisitos legales del país. En Perú, la norma exige un periodo de rango muy amplio, que va de 2 a 25 años, pero no menciona criterios para su elección. [14]

En condiciones aplicables a Ciudad de Dios, centro poblado de pocos habitantes, recomiendan entre 2 a 10 años, Inclusive, en ciertos proyectos de la región como los drenajes pluviales de Reque y Chiclayo, tienen un periodo de 10 años.

En Ciudad de Dios se ha considerado un periodo de retorno de 10 años para todo el sistema de drenaje urbano, que incluye los sumideros, colectores y canales. Con este periodo se espera lograr un buen desempeño en lluvias ordinarias.

#### Análisis estadístico de datos hidrológicos

Este análisis es importante porque muestra la precipitación, máxima o caudal de diferentes periodos de retorno utilizando métodos posibles, entre estas funciones de distribución de probabilidades tenemos [18]:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 Parámetros
- Distribución Log Normal 3 Parámetros
- Distribución Gamma 2 Parámetros
- Distribución Gamma 3 Parámetros
- Distribución Log Pearson Tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

#### Pruebas de bondad de ajuste

Se trata de hipótesis o pruebas de hipótesis empleadas para determinar si los datos utilizados son muestras independientes de la distribución derivada.

#### Prueba Kolmogorov – Smirnov

Esta es una forma de tener en cuenta cada realización de distribución para elegir el mejor agente, es decir, el más adecuado. Consiste en comparar el valor máximo absoluto de la diferencia entre las funciones de distribución de probabilidad observada  $F_o(xm)$  y la estimada  $F(xm)$  [25]:

$$D = \text{máx}|F_o(xm) - F(xm)|$$

Valor crítico 'd' basado en el número dado y la dificultad seleccionada. Acepte la hipótesis nula si  $D < d$ , sin integrar los datos, esta prueba compara números de muestra. La función de distribución mostrada se calcula del siguiente modo. [20]:

$$F_o(xm) = 1 - \frac{m}{(n + 1)}$$

Donde:

$m$  = número de orden de dato en una lista de mayor a menor

$n$  = número total de datos.

Tabla 24 Valores críticos de la prueba Kolmogorov – Smirnov

TAMAÑO DE MUESTRA	$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.3	0.34	0.4
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
35	0.2	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2014).

#### Distribuciones

Se realizó una prueba de Kolmogorov – Smirnov. para cada distribución a continuación.

Tabla 25 Distribución Normal y la prueba Kolmogorov – Smirnov

DISTRIBUCION NORMAL					
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	0.9	0.0417	0.2437	0.1927	0.2021
2	2	0.0833	0.2622	0.2131	0.1789
3	2.1	0.1250	0.2639	0.2150	0.1389
4	2.2	0.1667	0.2657	0.2170	0.0990
5	2.4	0.2084	0.2691	0.2208	0.0608
6	3.4	0.2500	0.2868	0.2408	0.0368
7	3.6	0.2917	0.2904	0.2450	0.0013
8	3.8	0.3334	0.2940	0.2491	0.0393
9	4.6	0.3750	0.3087	0.2661	0.0663
10	5.7	0.4167	0.3293	0.2904	0.0873
11	5.7	0.4584	0.3293	0.2904	0.1290
12	6.2	0.5000	0.3389	0.3017	0.1611
13	6.6	0.5417	0.3466	0.3110	0.1950
14	8.5	0.5834	0.3842	0.3564	0.1991
15	10.5	0.6251	0.4250	0.4065	0.2000
16	14.2	0.6667	0.5022	0.5027	0.1645
17	14.7	0.7084	0.5127	0.5159	0.1956
18	15.2	0.7501	0.5232	0.5290	0.2268
19	16.1	0.7917	0.5420	0.5524	0.2497
20	20.1	0.8334	0.6240	0.6536	0.2093
21	40.8	0.8751	0.9200	0.9605	0.0450
22	63.6	0.9167	0.9954	0.9994	0.0787
23	71.3	0.9584	0.9987	0.9999	0.0400

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta 2)

Valor del delta teórico: 0.2497

Parámetros:

Localización ( $X_m$ )= 14.096

Escala (S)= 19.004

La Precipitación - periodo de retorno de 10 años es 38.45

Tabla 26 Distribución Log Normal de 2 parámetros y la prueba Kolmogorov - Smirnov

<b>DISTRIBUCION LOG NORMAL DE 2 PARÁMETROS</b>					
<b>m</b>	<b>X</b>	<b>P(X)</b>	<b>F(Z) Ordinario</b>	<b>F(Z) Mom Lineal</b>	<b>Delta</b>
1	0.9	0.0417	0.0316	0.0343	0.0100
2	2	0.0833	0.1244	0.1292	0.0411
3	2.1	0.1250	0.1335	0.1383	0.0085
4	2.2	0.1667	0.1425	0.1474	0.0241
5	2.4	0.2083	0.1605	0.1654	0.0478
6	3.4	0.2500	0.2466	0.2510	0.0034
7	3.6	0.2917	0.2628	0.2669	0.0289
8	3.8	0.3333	0.2786	0.2825	0.0547
9	4.6	0.3750	0.3378	0.3408	0.0372
10	5.7	0.4167	0.4093	0.4110	0.0074
11	5.7	0.4583	0.4093	0.4110	0.0491
12	6.2	0.5000	0.4383	0.4395	0.0617
13	6.6	0.5417	0.4601	0.4609	0.0815
14	8.5	0.5833	0.5490	0.5480	0.0344
15	10.5	0.6250	0.6215	0.6191	0.0035
16	14.2	0.6667	0.7176	0.7137	0.0509
17	14.7	0.7083	0.7278	0.7238	0.0195
18	15.2	0.7500	0.7375	0.7334	0.0125
19	16.1	0.7917	0.7538	0.7494	0.0379
20	20.1	0.8333	0.8111	0.8064	0.0222
21	40.8	0.8750	0.9340	0.9301	0.0590
22	63.6	0.9167	0.9712	0.9686	0.0545
23	71.3	0.9583	0.9772	0.9749	0.0189

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta 2)

Valor del delta teórico: 0.0815

Parámetro:

$$\text{Escala } (\mu y) = 2.0006$$

$$\text{Forma } (S y) = 1.1339$$

La Precipitación - periodo de retorno de 10 años es 31.62

Tabla 27 Distribución Log Normal de 3 parámetros y la prueba Kolmogorov – Smirnov

<b>DISTRIBUCION LOG NORMAL DE 3 PARÁMETROS</b>					
<b>m</b>	<b>X</b>	<b>P(X)</b>	<b>(Z)</b>	<b>F(Z)</b>	<b>Delta</b>
1	0.9	0.0417	-2.1734	0.0149	0.0268
2	2	0.0833	-1.1818	0.1186	0.0353
3	2.1	0.1250	-1.131	0.1290	0.0040
4	2.2	0.1667	-1.0832	0.1394	0.0273
5	2.4	0.2083	-0.9952	0.1598	0.0485
6	3.4	0.2500	-0.6578	0.2553	0.0053
7	3.6	0.2917	-0.6042	0.2728	0.0188
8	3.8	0.3333	-0.5540	0.2898	0.0435
9	4.6	0.3750	-0.3789	0.3524	0.0226
10	5.7	0.4167	-0.1865	0.4260	0.0094
11	5.7	0.4583	-0.1865	0.4260	0.0323
12	6.2	0.5000	-0.1120	0.4554	0.0446
13	6.6	0.5417	-0.0569	0.4773	0.0644
14	8.5	0.5833	0.1637	0.5650	0.0183
15	10.5	0.6250	0.3457	0.6352	0.0102
16	14.2	0.6667	0.6029	0.7267	0.0600
17	14.7	0.7083	0.6322	0.7364	0.0280
18	15.2	0.7500	0.6605	0.7455	0.0045
19	16.1	0.7917	0.7091	0.7609	0.0308
20	20.1	0.8333	0.8960	0.8149	0.0185
21	40.8	0.8750	1.4869	0.9315	0.0565
22	63.6	0.9167	1.8549	0.9682	0.0515
23	71.3	0.9583	1.9494	0.9744	0.0160

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta 2)

Valor del delta teórico: 0.0644

Parámetro:

Posición ( $x_0$ ) = 0.4303

Escala ( $\mu_y$ ) = 1.8889

Forma ( $S_y$ ) = 1.2168

La Precipitación - periodo de retorno de 10 años es 31.88

Tabla 28 Distribución Gamma de 2 parámetros y la prueba Kolmogorov – Smirnov

DISTRIBUCION GAMMA DE 2 PARÁMETROS					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	0.9	0.0417	0.0765	0.1648	0.0348
2	2	0.0833	0.1524	0.2571	0.0691
3	2.1	0.1250	0.1588	0.2640	0.0338
4	2.2	0.1667	0.1652	0.2708	0.0015
5	2.4	0.2083	0.1776	0.2839	0.0307
6	3.4	0.2500	0.2364	0.3421	0.0136
7	3.6	0.2917	0.2475	0.3526	0.0441
8	3.8	0.3333	0.2584	0.3627	0.0749
9	4.6	0.3750	0.3002	0.4003	0.0448
10	5.7	0.4167	0.3531	0.4460	0.0635
11	5.7	0.4583	0.3531	0.4460	0.1052
12	6.2	0.5000	0.3757	0.4649	0.1243
13	6.6	0.5417	0.3931	0.4793	0.1486
14	8.5	0.5833	0.4688	0.5402	0.1145
15	10.5	0.6250	0.5376	0.5939	0.0874
16	14.2	0.6667	0.6412	0.6732	0.0255
17	14.7	0.7083	0.6532	0.6824	0.0552
18	15.2	0.7500	0.6648	0.6912	0.0852
19	16.1	0.7917	0.6846	0.7064	0.1070
20	20.1	0.8333	0.7593	0.7640	0.0740
21	40.8	0.8750	0.9393	0.9169	0.0643
22	63.6	0.9167	0.9864	0.9716	0.0698
23	71.3	0.9583	0.9918	0.9801	0.0335

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta 2)

Valor del delta teórico: 0.1486

Parámetro:

Forma (gamma)= 0.9053

Parámetro de escala (beta)= 15.5694

La Precipitación - periodo de retorno de 10 años es 33.25

Tabla 29 Distribución Log de Pearson Tipo III y la prueba Kolmogorov – Smirnov

<b>DISTRIBUCION LOG DE PEARSON TIPO III</b>					
<b>m</b>	<b>X</b>	<b>P(X)</b>	<b>G(Y) Ordinario</b>	<b>G(Y) Mom Lineal</b>	<b>Delta</b>
1	0.9	0.0417	0.0193	0.0160	0.0223
2	2	0.0833	0.1180	0.1216	0.0347
3	2.1	0.1250	0.1283	0.1327	0.0033
4	2.2	0.1667	0.1386	0.1438	0.0281
5	2.4	0.2083	0.1591	0.1658	0.0492
6	3.4	0.2500	0.2567	0.2686	0.0067
7	3.6	0.2917	0.2748	0.2873	0.0169
8	3.8	0.3333	0.2923	0.3053	0.0411
9	4.6	0.3750	0.3569	0.3710	0.0181
10	5.7	0.4167	0.4326	0.4465	0.0159
11	5.7	0.4583	0.4326	0.4465	0.0257
12	6.2	0.5000	0.4626	0.4761	0.0374
13	6.6	0.5417	0.4849	0.4979	0.0568
14	8.5	0.5833	0.5733	0.5833	0.0100
15	10.5	0.6250	0.6428	0.6496	0.0178
16	14.2	0.6667	0.7318	0.7336	0.0651
17	14.7	0.7083	0.7411	0.7423	0.0328
18	15.2	0.7500	0.7499	0.7506	0.0001
19	16.1	0.7917	0.7645	0.7644	0.0271
20	20.1	0.8333	0.8158	0.8126	0.0175
21	40.8	0.8750	0.9258	0.9179	0.0508
22	63.6	0.9167	0.9617	0.9542	0.0450
23	71.3	0.9583	0.9681	0.9609	0.0097

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta 2)

Valor del delta teórico: 0.0651

Parámetro:

Localización (Xo)= -4.0219

Forma (gamma) = 28.2124

Escala (beta)= 0.2135

La Precipitación - periodo de retorno de 10 años es 32.83

Tabla 30 Distribución de Gumbel y la prueba Kolmogorov – Smirnov

DISTRIBUCION DE GUMBEL					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	0.9	0.0417	0.2546	0.1957	0.2129
2	2	0.0833	0.2808	0.2249	0.1975
3	2.1	0.1250	0.2832	0.2276	0.1582
4	2.2	0.1667	0.2856	0.2303	0.1189
5	2.4	0.2083	0.2905	0.2358	0.0821
6	3.4	0.2500	0.3149	0.2638	0.0649
7	3.6	0.2917	0.3195	0.2695	0.0281
8	3.8	0.3333	0.3247	0.2752	0.0086
9	4.6	0.3750	0.3445	0.2983	0.0305
10	5.7	0.4167	0.3718	0.3307	0.0449
11	5.7	0.4583	0.3718	0.3307	0.0866
12	6.2	0.5000	0.3842	0.3455	0.1158
13	6.6	0.5417	0.3941	0.3574	0.1476
14	8.5	0.5833	0.4408	0.4137	0.1425
15	10.5	0.6250	0.4889	0.4720	0.1361
16	14.2	0.6667	0.5726	0.5731	0.0940
17	14.7	0.7083	0.5833	0.5858	0.1250
18	15.2	0.7500	0.5938	0.5984	0.1562
19	16.1	0.7917	0.6124	0.6203	0.1793
20	20.1	0.8333	0.6877	0.7078	0.1456
21	40.8	0.8750	0.9116	0.9372	0.0366
22	63.6	0.9167	0.9803	0.9898	0.0637
23	71.3	0.9583	0.9882	0.9945	0.0299

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta 2)

Valor del delta teórico: 0.2129

Parámetro

Posición ( $\mu$ )= 5.5431

Escala (alfa)= 14.8169

La Precipitación para un periodo de retorno de 10 años es 38.89

Tabla 31 Distribución Log Gumbel y la prueba Kolmogorov – Smirnov

DISTRIBUCION LOG GUMBEL					
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	0.9	0.0417	0.0023	0.0052	0.0394
2	2	0.0833	0.0851	0.1053	0.0018
3	2.1	0.1250	0.0972	0.1180	0.0278
4	2.2	0.1667	0.1095	0.1308	0.0572
5	2.4	0.2083	0.1347	0.1565	0.0736
6	3.4	0.2500	0.2588	0.2777	0.0088
7	3.6	0.2917	0.2816	0.2995	0.0101
8	3.8	0.3333	0.3036	0.3203	0.0297
9	4.6	0.3750	0.3828	0.3948	0.0078
10	5.7	0.4167	0.4707	0.4771	0.0540
11	5.7	0.4583	0.4707	0.4771	0.0124
12	6.2	0.5000	0.5040	0.5082	0.0040
13	6.6	0.5417	0.5281	0.5308	0.0135
14	8.5	0.5833	0.6191	0.6162	0.0358
15	10.5	0.6250	0.6855	0.6792	0.0605
16	14.2	0.6667	0.7646	0.7552	0.0736
17	14.7	0.7083	0.7726	0.7629	0.0642
18	15.2	0.7500	0.7800	0.7702	0.0300
19	16.1	0.7917	0.7923	0.7822	0.0006
20	20.1	0.8333	0.8343	0.8236	0.0010
21	40.8	0.8750	0.9219	0.9125	0.0469
22	63.6	0.9167	0.9520	0.9445	0.0353
23	71.3	0.9583	0.9577	0.9507	0.0007

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta 2)

Valor del delta teórico: 0.0736

Parámetro

Posición ( $\mu$ )= 1.4903

Escala (alfa)= 0.8841

La Precipitación para un periodo de retorno de 10 años es 32.45

Tabla 32 Resumen de Distribución y delta máximo

DISTRIBUCIÓN	DELTA
NORMAL	0.2497
LOG NORMAL DE 2 PAR	0.0815
LOG NORMAL DE 3 PAR	0.0644
GAMMA DE 2 PAR	0.1484
LOG PEARSON TIPO III	0.06514
GUMBEL	0.2129
LOG DE GUMBEL	0.0736

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33 Comprobación de Delta (Kolmogorov – Smirnov)

Tamaño de la muestra	$\alpha=0.05$
$\Delta$ Crítico	0.2836
$\Delta$ Máximo	0.2497

$\Delta$ Máximo < $\Delta$ Crítico
CORRECTO

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34 Precipitaciones de las Distribuciones

DISTRIBUCIÓN	PRECIPITACIÓN (T=10 AÑOS)
NORMAL	38.45
LOG NORMAL DE 2 PAR	31.62
LOG NORMAL DE 3 PAR	31.88
GAMMA DE 2 PAR	33.25
LOG PEARSON TIPO III	32.83
GUMBEL	<b>38.89</b>
LOG DE GUMBEL	32.45

Fuente: Elaboración Propia

La distribución Gumbel fue la precipitación más conservadora y es con la que se optó.

## Precipitación máxima (Distribución Gumbel)

Tabla 35 Distribución de Gumbel de las precipitaciones

Nº	AÑO	PRECIPITACIÓN (mm)	
		x <sub>i</sub>	(x <sub>i</sub> -x) <sup>2</sup>
1	1983	63.60	2450.68
2	1984	6.20	62.34
3	1985	4.60	90.17
4	1986	8.50	31.31
5	1987	3.80	106.00
6	1988	2.10	143.90
7	1989	3.40	114.40
8	1990	2.20	141.51
9	1991	0.90	174.13
10	1992	14.20	0.01
11	1993	6.60	56.18
12	1994	16.10	4.02
13	1995	5.70	70.49
14	1996	2.00	146.30
15	1997	10.50	12.93
16	1998	71.30	3272.34
17	1999	20.10	36.05
18	2000	5.70	70.49
19	2001	40.80	713.12
20	2002	15.20	1.22
21	2003	14.70	0.37
22	2004	3.60	110.16
23	2005	2.40	136.79
<b>SUMA</b>		324.20	7944.89

Fuente: Elaboración propia

VARIABLES PROBABILISTICAS: PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	x = 14.10 mm
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$	S = 19.00 mm
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s$	$\alpha = 14.82$ mm
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha$	u = 5.54 mm

Tabla 36 Precipitaciones diarias máximas para distintos periodos de retorno

PERIODO RETORNO	VARIABLE REDUCIDA	PRECIP. (mm)	PROB. DE OCURRENCIA	CORRECCIÓN INT. FIJO
AÑOS	YT	XT'	FXT	1.13 'XT'
2	0.3665	10.9739	0.5000	12.4005
5	1.4999	27.7678	0.8000	31.3776
10	2.2504	38.8868	0.9000	43.9421
25	3.1985	52.9357	0.9600	59.8173
50	3.9019	63.3580	0.9800	71.5945
100	4.6001	73.7033	0.9900	83.2847

$$F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

$$YT = -\ln(\ln(n/n - 1))$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37 Coeficientes de duración lluvias entre 1 y 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

Fuente: Manual de Hidrología MTC

Tabla 38 Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvia

TIEMPO DURACIÓN	COCIENTE (%)	PRECIPITACIÓN MÁXIMA Pd(mm) POR TIEMPOS DE DURACIÓN					
		2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS	100 AÑOS
24.00	1.00	12.40	31.38	43.94	59.82	71.59	83.28
18.00	0.90	11.16	28.24	39.55	53.84	64.44	74.96
12.00	0.79	9.80	24.79	34.71	47.26	56.56	65.79
8.00	0.64	7.94	20.08	28.12	38.28	45.82	53.30
6.00	0.56	6.94	17.57	24.61	33.50	40.09	46.64
5.00	0.50	6.20	15.69	21.97	29.91	35.80	41.64
4.00	0.44	5.46	13.81	19.33	26.32	31.50	36.65
3.00	0.38	4.71	11.92	16.70	22.73	27.21	31.65
2.00	0.31	3.84	9.73	13.62	18.54	22.19	25.82
1.00	0.25	3.10	7.84	10.99	14.95	17.90	20.82

Fuente: Elaboración propia

## Intensidad de lluvia

$$I = \frac{P \text{ [mm] }}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$$

En donde:

P: Precipitación en (mm)

T: Duración en horas

Tabla 38 Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvia

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno					
Hr	min	2	5	10	25	50	100
24 hr	1440	0.5167	1.3074	1.8309	2.4924	2.9831	3.4702
18 hr	1080	0.6200	1.5689	2.1971	2.9909	3.5797	4.1642
12 hr	720	0.8164	2.0657	2.8929	3.9380	4.7133	5.4829
8 hr	480	0.9920	2.5102	3.5154	4.7854	5.7276	6.6628
6 hr	360	1.1574	2.9286	4.1013	5.5830	6.6822	7.7732
5 hr	300	1.2401	3.1378	4.3942	5.9817	7.1595	8.3285
4 hr	240	1.3641	3.4515	4.8336	6.5799	7.8754	9.1613
3 hr	180	1.5707	3.9745	5.5660	7.5769	9.0686	10.5494
2 hr	120	1.9221	4.8635	6.8110	9.2717	11.0971	12.9091
1 hr	60	3.1001	7.8444	10.9855	14.9543	17.8986	20.8212

Fuente: Elaboración propia

## Cálculo de la ecuación de la intensidad máxima

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

I = Intensidad (mm/hr)

t = Duración de la lluvia (min)

T = Periodo de retorno (años)

K,m,n = Parámetros de ajuste

Tabla 39 Precipitaciones máximas - tiempos de duración de lluvia

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	26.6258	-0.5375
5	67.3724	-0.5375
10	94.3502	-0.5375
25	128.4367	-0.5375
50	153.7241	-0.5375
100	178.8247	-0.5375
<b>Promedio =</b>	<b>108.2223</b>	<b>-0.5375</b>

Fuente: Elaboración propia

Constante regresión cuenca

Tabla 40 Coeficiente K, m, n, de regresión potencial – Modelo Gumbel

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	26.626	0.693	3.282	2.275	0.480
2	5	67.372	1.609	4.210	6.776	2.590
3	10	94.350	2.303	4.547	10.470	5.302
4	25	128.437	3.219	4.855	15.629	10.361
5	50	153.724	3.912	5.035	19.698	15.304
6	100	178.825	4.605	5.186	23.884	21.208
6	192	649.334	<b>16.341</b>	<b>27.116</b>	<b>78.732</b>	<b>55.245</b>
<b>Ln (K) =</b>	<b>3.2818</b>	<b>K =</b>	<b>26.6230</b>	<b>m =</b>	<b>0.4544</b>	

Fuente: Elaboración propia

Intensidades máximas – Tiempo de duración – Periodo de retorno

Intensidad máxima (mm/hr):

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

K = 29.7347

m = 0.4185

n = 0.5375

Tabla 41 Tabla final de Intensidades (mm/hr) – Tiempo de duración (mm)

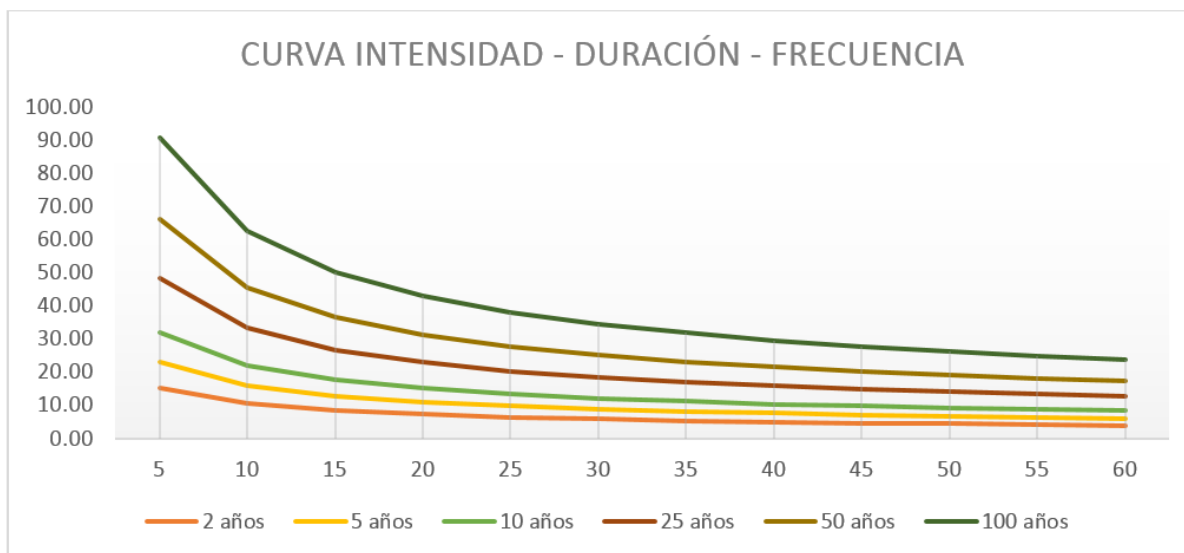
Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	15.36	10.58	8.51	7.29	6.47	5.86	5.40	5.02	4.71	4.45	4.23	4.04
5	23.29	16.05	12.90	11.05	9.80	8.89	8.18	7.62	7.15	6.76	6.42	6.12
10	31.91	21.99	17.68	15.15	13.43	12.18	11.21	10.44	9.80	9.26	8.79	8.39
25	48.39	33.34	26.81	22.97	20.37	18.47	17.00	15.82	14.85	14.04	13.34	12.73
50	66.31	45.68	36.74	31.47	27.92	25.31	23.30	21.68	20.35	19.23	18.27	17.44
100	90.85	62.59	50.34	43.12	38.25	34.68	31.92	29.71	27.89	26.35	25.04	23.89

Fuente: Elaboración propia

Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

Se grafica las curvas IDF con los datos encontrados anteriormente

Ilustración 4 Gráfico de curva de intensidad – duración – frecuencia



Fuente: Elaboración propia

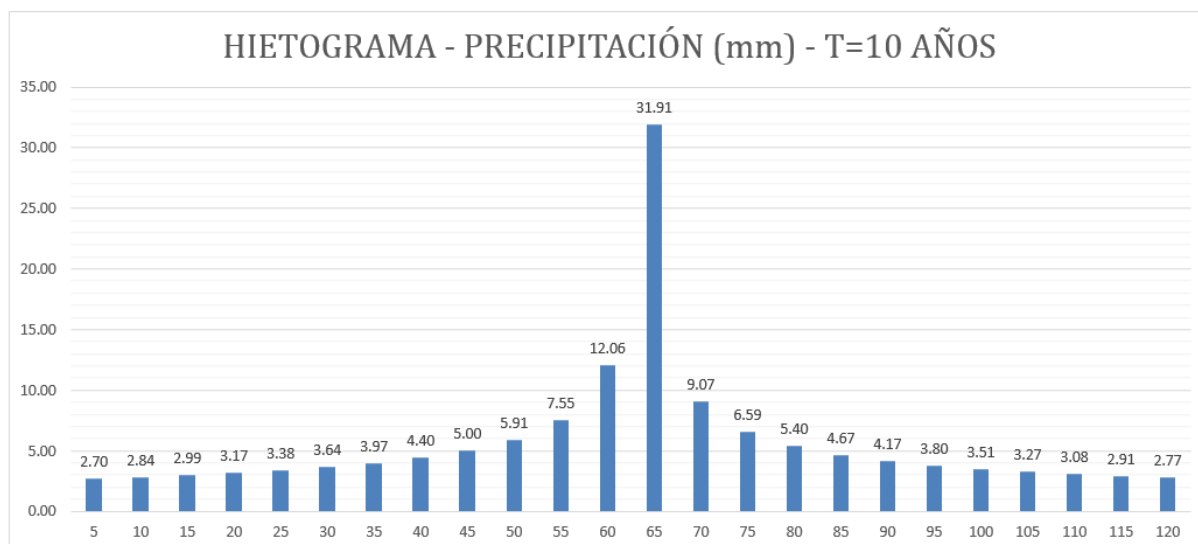
Cálculo del hietograma a partir de las curvas

Tabla 42 Intensidad máxima para un tiempo de retorno de 10 años

INSTANTE	PARÁMETROS DE INTENSIDADES				INTENSIDAD	PRECIP. ACUM.	PRECIP	INTENSIDA D PARCIAL	PRECIP. ALTERN.	INT. PARCIAL ALTERNADA
	(min)	K	m	n						
5	26.62	0.454	0.538	10	31.91	2.66	2.66	31.91	0.23	2.70
10	26.62	0.454	0.538	10	21.99	3.66	1.00	12.06	0.24	2.84
15	26.62	0.454	0.538	10	17.68	4.42	0.76	9.07	0.25	2.99
20	26.62	0.454	0.538	10	15.15	5.05	0.63	7.55	0.26	3.17
25	26.62	0.454	0.538	10	13.43	5.60	0.55	6.59	0.28	3.38
30	26.62	0.454	0.538	10	12.18	6.09	0.49	5.91	0.30	3.64
35	26.62	0.454	0.538	10	11.21	6.54	0.45	5.40	0.33	3.97
40	26.62	0.454	0.538	10	10.44	6.96	0.42	5.00	0.37	4.40
45	26.62	0.454	0.538	10	9.80	7.35	0.39	4.67	0.42	5.00
50	26.62	0.454	0.538	10	9.26	7.71	0.37	4.40	0.49	5.91
55	26.62	0.454	0.538	10	8.79	8.06	0.35	4.17	0.63	7.55
60	26.62	0.454	0.538	10	8.39	8.39	0.33	3.97	1.00	12.06
65	26.62	0.454	0.538	10	8.04	8.71	0.32	3.80	2.66	31.91
70	26.62	0.454	0.538	10	7.72	9.01	0.30	3.64	0.76	9.07
75	26.62	0.454	0.538	10	7.44	9.30	0.29	3.51	0.55	6.59
80	26.62	0.454	0.538	10	7.19	9.59	0.28	3.38	0.45	5.40
85	26.62	0.454	0.538	10	6.96	9.86	0.27	3.27	0.39	4.67
90	26.62	0.454	0.538	10	6.75	10.12	0.26	3.17	0.35	4.17
95	26.62	0.454	0.538	10	6.56	10.38	0.26	3.08	0.32	3.80
100	26.62	0.454	0.538	10	6.38	10.63	0.25	2.99	0.29	3.51
105	26.62	0.454	0.538	10	6.21	10.87	0.24	2.91	0.27	3.27
110	26.62	0.454	0.538	10	6.06	11.11	0.24	2.84	0.26	3.08
115	26.62	0.454	0.538	10	5.92	11.34	0.23	2.77	0.24	2.91
120	26.62	0.454	0.538	10	5.78	11.56	0.23	2.70	0.23	2.77

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5 Hietograma – Precipitación T=10 años



Fuente: Elaboración propia

### Tiempo de concentración

Este es el tiempo de recorrido de una gota de agua desde el principio hasta el final de la cuenca. [13]

California Culverts Practice (1942) y Kirpich

$$t_c = 0.0195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \quad t_c = 0.01947 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385}$$

L= longitud del curso de agua más larga, m.

L= longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m.

H= diferencia de nivel entrada y salida de la cuenca, m.

S = pendiente promedio de la cuenca, m/m

Tabla 43 Tiempo de concentración (tc)

Método Kirpich					
	cota-Max	cota-Min	L	S	tc
cuenca	24.11	23.52	574.23	0.10%	36.85

Método California Culverts Practice					
	cota-Max	cota-Min	L	S	tc
cuenca	24.11	23.52	574.23	0.10%	36.79

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo el valor de  $t_c = 36.85$  min, la Intensidad máxima de 31.91 mm/hr. Para el cálculo del  $t_c$  de este proyecto se tomaron como referencia las alturas máximas y mínimas de toda la cuenca del núcleo de población de Ciudad de Dios.

Estimación de Caudales de Escurrimiento

Método Racional

Estima la esorrentía al comienzo de la precipitación, asumiendo un único factor C (caudal) estimado a partir de la estructura de la cuenca. Utilizado para cuencas <10 km<sup>2</sup>. [13]

La carga máxima se obtiene:

$$Q = 0.278CIA$$

Donde:

Q : Descarga máxima de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C : Coeficiente de esorrentía

I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A : Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

Reemplazando los valores de C = 0.83, I = 31.91 mm/hr y el A = 0.2602 km<sup>2</sup> en la fórmula, obtenemos: Q = 1.92 m<sup>3</sup>/s

Tabla 44 Coeficientes de Escorrentía – Método Racional

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58

Fuente: Norma CE 040

Caudales circundantes por las vías

Según la Norma CE.040 (Drenaje pluvial Urbano) los caudales circulantes se calculan usando el método racional utilizando la intensidad, áreas de aportes de viviendas, pistas y veredas; y el coeficiente de escorrentía.

Tabla 45 Caudales Circundantes por vías

CALLES	TRAMOS	AREA PAVIM	AT - 1	AT - 2	LONGITUD	COTA 1	COTA 2	S	ANCHO VIA	C TECHO	A TECHO	C VIA	A VIA	I	Q=0.278CIA	Q FLUJO	Q RECIBE
CALLE 18	CALLE 18	563.50	2630.93	2041.88	54.51	24.19	24.10	0.20%	13.35	0.83	0.0047	0.83	0.0006	10.91	0.0132	Q1	
CALLE 19	CALLE 19-1	563.50	2022.995	2003.48	50.79	24.18	24.03	0.30%	18.50	0.83	0.0040	0.83	0.0006	10.91	0.0116	Q2	
	CALLE 19-2	563.50	3645	3644.14	69.69	24.03	23.84	0.30%	10.62	0.83	0.0073	0.83	0.0006	10.91	0.0198	Q3	Q2+Q43
AVENIDA C	AVENIDA C-1	563.50	2246.69	1990.82	51.64	23.85	23.80	0.10%	15.60	0.83	0.0042	0.83	0.0006	10.91	0.0121	Q4	
	AVENIDA C-2	563.50	3630.265	3575.585	67.17	23.80	23.74	0.10%	16.28	0.83	0.0072	0.83	0.0006	10.91	0.0196	Q5	Q4+Q44
	AVENIDA C-3	563.50	4351.25	4542.555	71.88	23.74	23.51	0.30%	21.35	0.83	0.0089	0.83	0.0006	10.91	0.0238	Q6	Q5
	AVENIDA C-4	563.50	2000	2006.125	51.20	23.66	23.51	0.30%	20.01	0.83	0.0040	0.83	0.0006	10.91	0.0115	Q7	Q8
	AVENIDA C-5	563.50	2000	2000	48.07	23.76	23.66	0.20%	20.66	0.83	0.0040	0.83	0.0006	10.91	0.0115	Q8	
	AVENIDA C-6	563.50	4840	4840	78.50	23.76	23.40	0.50%	21.14	0.83	0.0097	0.83	0.0006	10.91	0.0258	Q9	
CALLE 18a	CALLE 18a-1	563.50	1999.745	1993.095	50.10	23.60	23.55	0.10%	13.92	0.83	0.0040	0.83	0.0006	10.91	0.0115	Q10	
	CALLE 18a-2	563.50	3644.88	3645	64.12	23.55	23.49	0.10%	10.62	0.83	0.0073	0.83	0.0006	10.91	0.0198	Q11	Q10+Q45
PASAJE 7	PASAJE 7	563.50	4351.185	3900	72.23	23.47	23.17	0.50%	7.00	0.83	0.0083	0.83	0.0006	10.91	0.0222	Q12	Q11+Q50
PASAJE 6	PASAJE 6	563.50	2006.125	1993.9	51.50	23.34	23.16	0.40%	6.00	0.83	0.0040	0.83	0.0006	10.91	0.0115	Q13	Q66
CALLE 12	CALLE 12-1	243.03	1997.685	2000	47.89	23.34	23.24	0.20%	5.53	0.83	0.0040	0.83	0.0002	10.91	0.0107	Q14	Q66
	CALLE 12-2	422.48	4840	6844.135	82.77	23.66	23.24	0.60%	5.50	0.83	0.0117	0.83	0.0004	10.91	0.0305	Q15	
CALLE 13	CALLE 13-1	371.34	1268.04	4600	39.28	23.47	23.33	0.40%	11.00	0.83	0.0059	0.83	0.0004	10.91	0.0157	Q16	
	CALLE 13-2	523.10	3645	4600	65.06	23.33	23.27	0.10%	8.33	0.83	0.0082	0.83	0.0005	10.91	0.0221	Q17	Q16+Q46
	CALLE 13-3	449.14	3900	4600	70.64	23.27	23.13	0.20%	6.51	0.83	0.0085	0.83	0.0004	10.91	0.0225	Q18	Q17+Q53
	CALLE 13-4	1547.45	1993.905	3603.735	55.33	23.13	23.08	0.10%	32.71	0.83	0.0056	0.83	0.0015	10.91	0.0180	Q19	Q18+Q63
	CALLE 13-5	441.62	1699.785	3603.735	59.90	23.08	22.95	0.20%	8.36	0.83	0.0053	0.83	0.0004	10.91	0.0145	Q20	Q19+Q67
AVENIDA E	AVENIDA E-1	1963.42	13800	13527.25	174.06	23.60	23.26	0.20%	13.45	0.83	0.0273	0.83	0.0020	10.91	0.0737	Q21	
	AVENIDA E-2	1047.46	5967.45	6763.6	81.28	23.57	23.26	0.40%	15.45	0.83	0.0127	0.83	0.0010	10.91	0.0347	Q22	
PASAJE 4	PASAJE 4	451.24	3900	3900	70.21	23.42	23.07	0.60%	7.00	0.83	0.0078	0.83	0.0005	10.91	0.0208	Q23	Q51
PASAJE 5	PASAJE 5	451.35	3900	3900	70.22	23.75	23.16	1.00%	7.00	0.83	0.0078	0.83	0.0005	10.91	0.0208	Q24	Q52
CALLE 7	CALLE 7-1	1621.92	15410	13801.385	179.00	23.72	22.78	0.50%	9.50	0.83	0.0292	0.83	0.0016	10.91	0.0776	Q25	
	CALLE 7-2	1372.21	15410	13681.005	167.20	22.78	22.29	0.30%	8.50	0.83	0.0291	0.83	0.0014	10.91	0.0767	Q26	Q25+Q54
AVENIDA B	AVENIDA B-1	514.97	6902.5	2604.89	53.82	23.72	23.61	0.20%	12.50	0.83	0.0095	0.83	0.0005	10.91	0.0252	Q27	
	AVENIDA B-2	1334.62	6902.5	10390.51	135.69	23.61	22.94	0.70%	10.00	0.83	0.0173	0.83	0.0013	10.91	0.0469	Q28	Q27+Q42
	AVENIDA B-3	1935.84	13680	13680	165.84	22.94	22.13	0.30%	12.00	0.83	0.0274	0.83	0.0019	10.91	0.0737	Q29	Q28+Q55
CALLE 8	CALLE 8-1	527.33	5175.795	3645	64.81	23.85	23.55	0.60%	8.74	0.83	0.0088	0.83	0.0005	10.91	0.0235	Q30	Q42
	CALLE 8-2	561.14	5175.795	3901.32	70.08	23.55	22.65	1.10%	8.45	0.83	0.0091	0.83	0.0006	10.91	0.0243	Q31	Q30+Q47
	CALLE 8-3	1482.94	4560	2000	51.23	23.01	22.65	0.60%	32.60	0.83	0.0066	0.83	0.0015	10.91	0.0202	Q32	Q33+Q64
	CALLE 8-4	385.45	4560	2000	50.80	23.17	23.01	0.40%	8.50	0.83	0.0066	0.83	0.0004	10.91	0.0175	Q33	Q34+Q68
	CALLE 8-5	552.63	4560	4500	68.25	23.17	22.85	0.50%	8.40	0.83	0.0091	0.83	0.0006	10.91	0.0242	Q34	Q68
PASAJE 2	PASAJE 2	388.26	3904.79	3901.32	70.48	23.56	22.84	1.00%	6.00	0.83	0.0078	0.83	0.0004	10.91	0.0206	Q35	Q48
PASAJE 3	PASAJE 3	388.81	3904.38	4351.25	70.60	23.66	23.01	1.10%	6.00	0.83	0.0083	0.83	0.0004	10.91	0.0218	Q36	Q3+Q49
PASAJE 1	PASAJE 1-1	268.88	2000	2000	49.63	23.32	23.06	0.60%	6.30	0.83	0.0040	0.83	0.0003	10.91	0.0107	Q37	Q38+Q65
	PASAJE 1-2	266.30	2000	2000	48.77	23.52	23.32	0.40%	6.00	0.83	0.0040	0.83	0.0003	10.91	0.0107	Q38	Q69
CALLE 9	CALLE 9	540.65	4498.03	4840	75.17	23.52	23.38	0.20%	7.65	0.83	0.0093	0.83	0.0005	10.91	0.0249	Q39	Q69
CALLE 10	CALLE 10	590.48	4840	4840	77.67	24.02	23.75	0.40%	8.00	0.83	0.0097	0.83	0.0006	10.91	0.0258	Q40	

CALLE 10	CALLE 10	590.48	4840	4840	77.67	24.02	23.75	0.40%	8.00	0.83	0.0097	0.83	0.0006	10.91	0.0258	Q40	
CALLE 11	CALLE 11	749.88	4840	4840	79.36	23.57	23.50	0.10%	10.20	0.83	0.0097	0.83	0.0007	10.91	0.0262	Q41	
CALLE 1	CALLE 1-1	571.30	6262.75	2000	87.96	24.09	23.66	0.50%	10.60	0.83	0.0083	0.83	0.0006	10.91	0.0222	Q42	Q1
	CALLE 1-2	1751.11	5422.17	12960	91.00	24.09	24.00	0.10%	16.50	0.83	0.0184	0.83	0.0018	10.91	0.0507	Q43	Q1
	CALLE 1-3	1409.58	6177.255	6320.76	93.05	24.00	23.80	0.20%	18.20	0.83	0.0125	0.83	0.0014	10.91	0.0350	Q44	Q2+Q43
	CALLE 1-4	1257.18	6941.39	9182.26	107.30	23.80	23.50	0.30%	14.72	0.83	0.0161	0.83	0.0013	10.91	0.0437	Q45	Q4+Q44
	CALLE 1-5	1296.05	9117.815	12960	131.59	23.50	23.37	0.10%	9.62	0.83	0.0221	0.83	0.0013	10.91	0.0588	Q46	Q10+Q45
CALLE 2	CALLE 2-1	521.44	4320	2000	46.75	23.56	23.52	0.10%	11.80	0.83	0.0063	0.83	0.0005	10.91	0.0172	Q47	Q48
	CALLE 2-2	752.66	8640	2000	86.01	23.62	23.56	0.10%	11.90	0.83	0.0106	0.83	0.0008	10.91	0.0287	Q48	Q3+Q49
	CALLE 2-3	1162.89	12873.095	5647.09	85.91	23.73	23.62	0.10%	12.00	0.83	0.0185	0.83	0.0012	10.91	0.0495	Q49	Q5
	CALLE 2-4	1163.84	8027.61	9580.255	108.12	23.73	23.52	0.20%	12.20	0.83	0.0176	0.83	0.0012	10.91	0.0472	Q50	Q5
	CALLE 2-5	428.03	2000	4320	41.57	23.52	23.48	0.10%	11.00	0.83	0.0063	0.83	0.0004	10.91	0.0170	Q51	Q11+Q50
	CALLE 2-6	487.53	2000	4320	47.14	23.48	23.43	0.10%	10.80	0.83	0.0063	0.83	0.0005	10.91	0.0171	Q52	Q51
	CALLE 2-7	467.21	2000	4320	46.44	23.43	23.39	0.10%	10.70	0.83	0.0063	0.83	0.0005	10.91	0.0171	Q53	Q52
AVENIDA D	AVENIDA D-1	580.58	2000	2000	50.55	22.61	22.56	0.10%	12.90	0.83	0.0040	0.83	0.0006	10.91	0.0115	Q54	Q28+Q55
	AVENIDA D-2	566.59	2000	2000	48.77	22.66	22.61	0.10%	12.90	0.83	0.0040	0.83	0.0006	10.91	0.0115	Q55	Q31+Q32+Q56
	AVENIDA D-3	442.19	2533.35	2000	47.18	22.79	22.66	0.40%	11.90	0.83	0.0045	0.83	0.0004	10.91	0.0125	Q56	Q35+Q57
	AVENIDA D-4	530.49	5066.65	2000	46.12	22.97	22.79	0.30%	11.90	0.83	0.0071	0.83	0.0005	10.91	0.0191	Q57	Q36+Q58
	AVENIDA D-5	1349.90	7015	13831.845	139.45	23.45	22.97	0.30%	11.80	0.83	0.0208	0.83	0.0013	10.91	0.0559	Q58	Q6+Q7
	AVENIDA D-6	1086.15	7057.29	7089.405	96.29	23.45	23.15	0.30%	11.90	0.83	0.0141	0.83	0.0011	10.91	0.0383	Q59	Q6+Q7
	AVENIDA D-7	469.56	2536.65	2000	40.12	23.15	23.05	0.20%	11.90	0.83	0.0045	0.83	0.0005	10.91	0.0126	Q60	Q12+Q59+Q13
	AVENIDA D-8	559.83	2536.65	2000	47.74	23.05	22.96	0.20%	11.90	0.83	0.0045	0.83	0.0006	10.91	0.0128	Q61	Q23+Q60
	AVENIDA D-9	455.84	2536.65	2000	46.21	23.14	22.96	0.40%	12.00	0.83	0.0045	0.83	0.0005	10.91	0.0126	Q62	Q18+Q63
	AVENIDA D-10	544.05	2000	2000	49.89	23.23	23.14	0.20%	12.00	0.83	0.0040	0.83	0.0005	10.91	0.0114	Q63	Q21+Q22
CALLE 3	CALLE 3-1	965.64	7600	10020	116.46	23.33	23.09	0.20%	8.60	0.83	0.0176	0.83	0.0010	10.91	0.0468	Q64	Q38+Q65
	CALLE 3-2	843.00	7015	7015	103.04	23.65	23.33	0.30%	8.60	0.83	0.0140	0.83	0.0008	10.91	0.0374	Q65	Q8
	CALLE 3-3	824.09	6966.505	7025.595	103.46	23.65	23.34	0.30%	8.70	0.83	0.0140	0.83	0.0008	10.91	0.0373	Q66	Q8
	CALLE 3-4	1003.16	7959.755	10066.555	115.79	23.34	23.10	0.20%	8.70	0.83	0.0180	0.83	0.0010	10.91	0.0479	Q67	Q66
CALLE 4	CALLE 4-1	1034.51	13500	9963.985	128.26	23.52	23.15	0.30%	8.42	0.83	0.0235	0.83	0.0010	10.91	0.0617	Q68	Q69
	CALLE 4-2	369.00	2000	3507.5	48.18	23.62	23.52	0.20%	8.31	0.83	0.0055	0.83	0.0004	10.91	0.0148	Q69	Q40+Q70
	CALLE 4-3	392.35	2000	3507.5	55.09	23.74	23.62	0.20%	8.05	0.83	0.0055	0.83	0.0004	10.91	0.0148	Q70	
	CALLE 4-4	411.48	2000	3500	54.97	23.74	23.49	0.50%	8.45	0.83	0.0055	0.83	0.0004	10.91	0.0149	Q71	
	CALLE 4-5	382.89	2000	3500	47.98	23.49	23.24	0.50%	8.45	0.83	0.0055	0.83	0.0004	10.91	0.0148	Q72	Q71+Q41
	CALLE 4-6	1065.65	10609.77	9985	127.36	23.24	22.99	0.20%	8.45	0.83	0.0206	0.83	0.0011	10.91	0.0545	Q73	Q14+Q15+Q70
CALLE 5	CALLE 5-1	404.00	2000	0	44.94	22.43	22.29	0.30%	10.00	0.83	0.0020	0.83	0.0004	10.91	0.0060	Q74	
	CALLE 5-2	408.00	2000	0	49.60	22.29	22.19	0.20%	10.00	0.83	0.0020	0.83	0.0004	10.91	0.0061	Q75	Q26+Q74
	CALLE 5-3	408.00	2000	0	50.80	22.74	22.19	1.10%	10.00	0.83	0.0020	0.83	0.0004	10.91	0.0061	Q76	Q34+Q77
	CALLE 5-4	1462.84	13516.65	0	127.73	23.39	22.74	0.50%	10.00	0.83	0.0135	0.83	0.0135	10.91	0.0680	Q77	Q39+Q78
	CALLE 5-5	329.68	2000	0	48.78	23.99	23.39	1.20%	10.00	0.83	0.0020	0.83	0.0003	10.91	0.0059	Q78	
	CALLE 5-6	443.13	2000	0	54.06	23.99	23.38	1.10%	10.00	0.83	0.0020	0.83	0.0004	10.91	0.0061	Q79	
	CALLE 5-7	454.94	2000	0	55.36	23.50	23.38	0.20%	10.00	0.83	0.0020	0.83	0.0005	10.91	0.0062	Q80	Q81
	CALLE 5-8	460.77	2000	0	47.49	23.63	23.50	0.30%	10.00	0.83	0.0020	0.83	0.0005	10.91	0.0062	Q81	
	CALLE 5-9	1710.00	6270	0	145.25	23.63	23.03	0.40%	15.00	0.83	0.0063	0.83	0.0017	10.91	0.0201	Q82	
	CALLE 5-10	317.00	2345	0	60.78	23.45	23.03	0.60%	6.00	0.83	0.0023	0.83	0.0003	10.91	0.0067	Q83	

Fuente: Elaboración propia

## Diseño Geométrico de las vías

### Clasificación del sistema vial urbano

Tabla 46 Clasificación del sistema vial urbano

Vías Expresas	Conectan el sistema vial urbano e interurbano, usadas generalmente para el tránsito de paso. Estas vías unen zonas de alto tráfico trasladando gran número de vehículos con circulaciones de elevada velocidad y bajas condición de accesibilidad, las cuales sirven para viajes largos entre grandes áreas de viviendas.
Vías Arterias	Permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. El estacionamiento y descarga de mercancía está prohibido.
Vías Colectoras	Sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes.
Vías Locales	Son las que proveen acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida. Este tipo de vías han recibido el nombre genérico de calles y pasajes.

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas

Tabla 47 Parámetros de diseño vinculados a la clasificación de vías urbanas

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
<b>Velocidad de Diseño</b>	Entre 80 y 100 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
<b>Características del flujo</b>	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
<b>Control de Accesos y Relación con otras vías</b>	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
<b>Número de carriles</b>	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carril/sentido
<b>Servicio a propiedades adyacentes</b>	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
<b>Servicio de Transporte público</b>	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en " Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se desarrolla generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido
<b>Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías</b>	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se registrará por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas

Según a la clasificación de vías urbanas y el manual de diseño geométrico de vías urbanas – 2005 (MDGVU-2005) Las avenidas C y D son vías colectoras, las otras vías serán locales.

Para las vías existentes en este proyecto se tiene la siguiente clasificación

Tabla 48 Tipos de vías

N°	TIPO DE VIA	DESCRIPCIÓN
1	COLECTORAS	AVENIDA C
2		AVENIDA D
3	LOCALES (2 CARRILES)	CALLE 18
4		CALLE 19
5		CALLE 18a
6		PASAJE 7
7		PASAJE 6
8		CALLE 12
9		CALLE 13
10		AVENIDA E
11		PASAJE 4
12		PASAJE 5
13		CALLE 7
14		AVENIDA B
15		CALLE 8
16		PASAJE 2
17		PASAJE 3
18		PASAJE 1
19		CALLE 9
20		CALLE 10
21		CALLE 11
22		CALLE 1
23		CALLE 2
24		CALLE 3
25		CALLE 4
26		CALLE 5

Fuente: Elaboración propia

#### Parámetros de diseño

##### Velocidad directriz:

La velocidad máxima o velocidad de diseño permite un tráfico seguro en una vía determinada, las condiciones climáticas y de tránsito son favorables para que las características de la estructura utilizada sean efectivas. Para una vía local  $V=40$  km/h; vía colectoras  $V=60$  km/h. [29]

##### Alineamiento horizontal:

El largo del plano horizontal en la dimensión calculada del pavimento se determinará dividiendo el espacio libre. [24]

Alineamiento vertical:

Perfil Longitudinal:

Permite reconocer pendientes de relieve variadas y modificar la altura de la pendiente. Para reconocer los lugares de unión y las alturas, se realizaron progresiones cada 10 metros.

Pendiente mínima:

La cota mínima de la zona de proyecto genera la posibilidad de usar pendiente de 0.3% si el bombeo de la vía es de 2%, y del 0.5% si el bombeo es inferior al 2%. [24]

Pendiente máxima:

Al diseñar la pendiente de las calles del proyecto, es importante tener en cuenta el costo y el rendimiento del vehículo. [24]

La tabla presenta el valor máximo de la pendiente considerando la clasificación del terreno.

Tabla 49 Pendientes Máximas

TIPO DE VIA	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso
Vía Expresa	3%	4%	4%
Vía Arterial	4%	5%	7%
Vía Colectora	6%	8%	9%
Vía Local	Según topografía	10%	10%
Rampas de acceso o salidas a vías libres de intersecciones	6% - 7%	8% - 9%	8% - 9%

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas

Sección transversal:

Consideraciones a tener en cuenta:

- a. Números de carriles y anchura de calzadas:

La clasificación de vías depende del ancho recomendado visualizado en la posterior tabla:

Tabla 50 Ancho de Carril

CLASIFICACIÓN DE VÍAS		Velocidad (km/hr)	Ancho Recomendable (Mts)	Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts)
	LOCAL	30 A 40	3.00	2.75
	COLECTORA	40 A 50	3.30	3.00
ARTERIAL		50 A 60	3.30	3.25
		60 A 70	3.50	3.25
		70 A 80	3.50	3.50
EXPRESAS		80 A 90	3.60	3.50
		90 A 100	3.60	3.50

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas

b. Ancho de Vereda:

Dependen del tipo de habilitación ya sea para vivienda comercial, industrial y usos especiales. [25]

Tabla 51 Ancho de estacionamiento, veredas y calzada

	TIPO DE HABILITACIÓN			
	VIVIENDA	COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
<b>VÍAS LOCALES PRINCIPALES</b>				
Aceras o veredas	1.8 - 2.4 - 3.0	3	2.4 - 3	3
Estacionamiento	2.2 - 3.0	3	3	3.0 - 6.0
Clazadas o pistas	3.00 - 3.30 - 3.60	3.0 - 3.6	3.6	3.3 - 3.6
<b>VÍAS LOCALES SECUNDARIA</b>				
Aceras o veredas	0.6 - 1.20	2.4	1.8	1.8 - 2.4
Estacionamiento	1.8	5.4	3	2.2 - 5.4
Clazadas o pistas	2.7	3	3.6	3

Fuente: Norma GH.020 Componentes e diseño urbano

c. Bombeo:

Debido a que la precipitación donde se efectuará el proyecto es menor que 500mm/año. Se tomará el 2%.

Tabla 52 Bombeo de la calzada

Ancho mínimo de carril en pista normal (mts)	Bombeo %	
	Precipitación < 500 (mm/año)	Precipitación > 500 (mm/año)
Pavimento superior	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5 (1)	2.5 - 3
Afirmado	3 - 3.5 (1)	3 - 4.9

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas

d. Bermas o Estacionamientos:

Son espacios que permiten al conductor estacionar en caso de emergencia, dejando el tránsito sin entorpecer a otros conductores en la vía, estos se ubican a los costados de las vías. [24]

e. Sardineles:

Los sardineles permiten delimitar zonas como calzadas, veredas y jardines, por lo general son de concreto. [24]

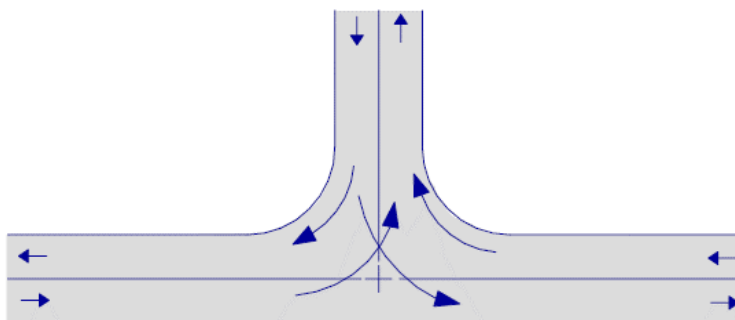
La altura tomada para el proyecto es de 15 cm.

Intersecciones:

Tipos de intersecciones:

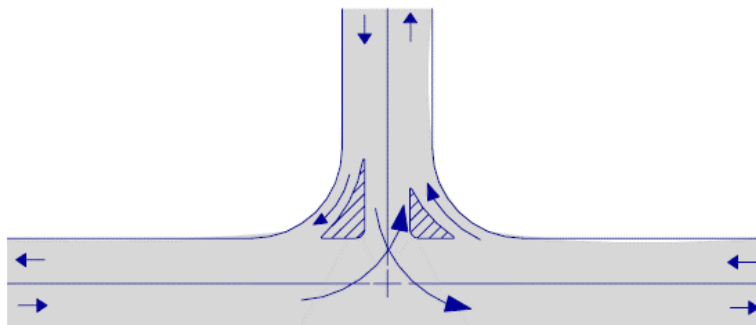
Estas son intersecciones en T, y todas las intersecciones requieren definir la vía primordial para luego designar la derecha de paso, e identificar la preferencia de diseño de cada rama de volteo. [24]

Figura 10 Forma básica – 3 ramas con volteo de poca magnitud



Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas

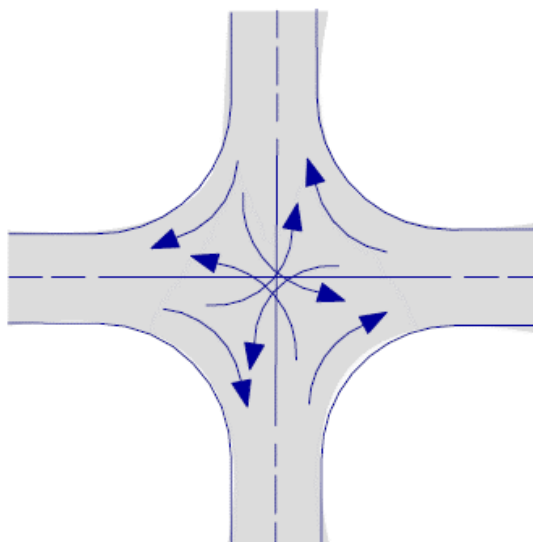
Figura 11 Forma mejorada – 3 ramas con volteo de poca magnitud



Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas

Intersecciones de 4 Ramas: Son lo que se asemejan a una cruz en ella se debe de definir la preferencia de diseño de cada rama de volteo. [24]

Figura 12 Intersección de 4 ramas con bajo flujo vehiculares



Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas

Diseño de intersecciones:

Al diseñar la intersección se ha tenido en cuenta la elección de la calle principal, la cual para el diseño tiene que perder su pendiente transversal, y en el caso de las calles secundarias se da la situación es que va perdiendo sección hasta llegar a un punto de bombeo.

Para esta tesis se optaron las siguientes consideraciones:

- La característica geométrica adecuada.
- Proponer el correcto drenaje de aguas

Vehículo de diseño:

Del conteo vehicular realizado en el estudio, nos define las características de cada uno de ellos, este estudio nos permite tomar los valores de vehículos con circulación mayor. [24]

Según la normativa nacional de vehículos, el T3S2 es considerado el vehículo de diseño del proyecto.

Longitud de frenado:

La longitud de freno es uno de los factores más importantes, estos nos brindan distancias mínimas de visibilidad para evitar accidentes.

La tabla muestra la longitud del freno en función de la velocidad del vehículo. [24]

Tabla 53 Longitud de frenado

VELOCIDAD (km/h)	40	60	80	100	120	140
LONGITUD (m)	15	35	60	105	170	250

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas

Resultados

La siguiente tabla describe las características geométricas de las calles propuestas en el proyecto de tesis

Tabla 54 Características Geométricas

N°	TIPO DE VIA	DESCRIPCIÓN	ANCHO CARRIL	SECCIÓN DE VÍA	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS
1	COLECTORAS	AVENIDA C	6.30 m	<p>AVENIDAS C Y D</p> <p>SECCIÓN C-C</p>	Velocidad directriz: 60 km/h Longitud de frenado: 35 m Visibilidad de parada: 85 m Bombeo: 2% Ancho de vereda: 1.80 m Estacionamiento: 2.10 m
2		AVENIDA D	4.50 m		
4	LOCALES	PASAJE 7	4.60 m	<p>CALLES CON 1 VÍA</p> <p>SECCIÓN A-A</p>	Velocidad directriz: 40 km/h Longitud de frenado: 15 m Visibilidad de parada: 45 m Bombeo: 2% Ancho de vereda: 1.20 m
5		PASAJE 4	4.60 m		
6		PASAJE 5	4.60 m		
7		CALLE 7	6.20 m		
8		CALLE 8	6.00 m		
9		CALLE 9	5.00 m		
10		CALLE 10	5.00 m		
11		CALLE 12	3.20 m		
12		CALLE 4	6.00 m		
13		CALLE 19	6.00 m		
14		CALLE 18a	5.20 m		
15		CALLE 13	4.50 m		
16		AVENIDA E	5.50 m		
17		AVENIDA B	5.00 m		
18	CALLE 11	4.00 m			
19	CALLE 1	4.50 m			
20	CALLE 2	5.00 m			
21	CALLE 5	4.00 m	<p>CALLES Y AVENIDAS CON 2 VIAS</p> <p>SECCIÓN B-B</p>	Velocidad directriz: 40 km/h Longitud de frenado: 15 m Visibilidad de parada: 45 m Bombeo: 2% Ancho de vereda: 1.20 m	

Fuente: Elaboración propia

## Diseño de Pavimento

Diseño de pavimento rígido - Método AASHTO 93

Tráfico EE

Se obtuvo el EE para dos tipos de vías:

ESAL PAVIMENTO RÍGIDO	
CALLES	1194388

Confiabilidad (%R):

Representa la posibilidad de que un diseño determinado funcione según lo esperado según el momento del diseño. [23]

Tabla 55 Valores recomendados del nivel de confiabilidad (R) y de la desviación estándar normal (Zr) para un periodo de 20 años según el rango de tránsito.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		95%	-1.645

Fuente: Sección suelos y pavimentos (Manual de carreteras)

Se tomó los siguientes valores para este proyecto:

- Tp5 confiabilidad R=85%

Coefficiente estadístico de desviación estándar normal ( $Z_r$ ):

Este es el valor seleccionado para un grupo de datos distribuidos normalmente.

- $T_{p5}$  se tiene una  $Z_r = -1.036$

Desviación estándar combinada ( $S_o$ ):

La AASHTO recomienda una cifra entre 0,3 y 0,4, considerándose un proyecto una media de 0,35.

Índice de Serviciabilidad presente (PSI):

Teniendo en cuenta la tabla N° 56 y el rango de tráfico ( $T_{p5}$ ), se obtiene:

Serviciabilidad inicial ( $P_i$ ):  $T_{p5}$  es de 4.30

Serviciabilidad final ( $P_t$ ):  $T_{p5}$  es de 2.50

$$\Delta PSI = P_i - P_t$$

$$\Delta PSI = 4.30 - 2.50$$

$$\Delta PSI = 1.8$$

Tabla 56 Índice de Serviciabilidad Inicial ( $P_i$ ) y Final ( $P_t$ )

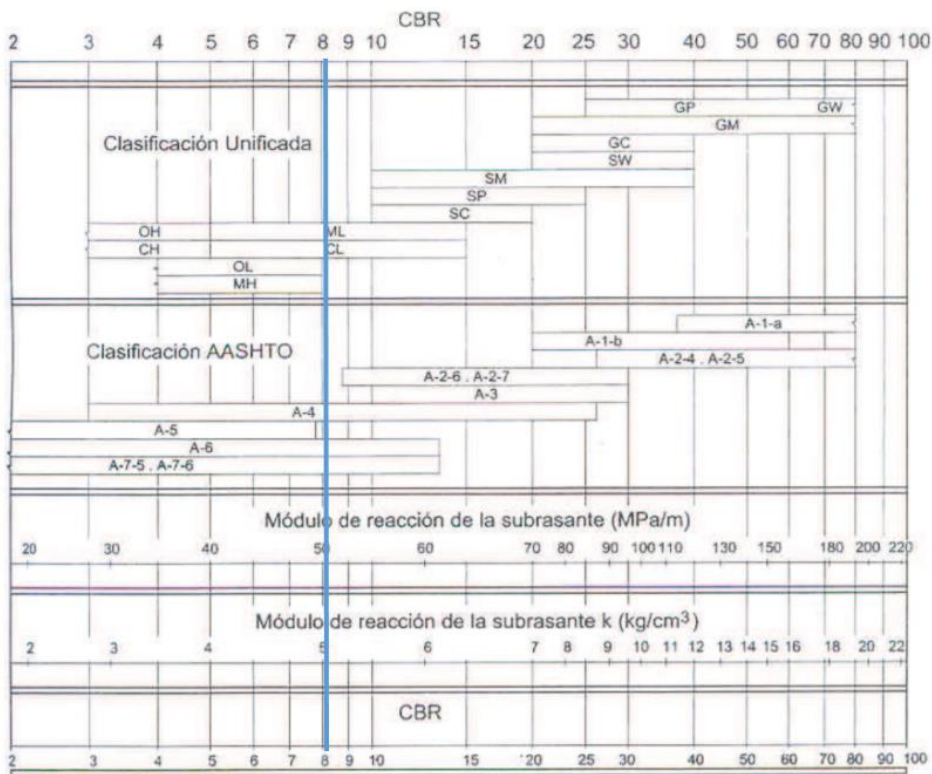
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL ( $P_i$ )	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL ( $P_t$ )	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta PSI$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	$T_{P1}$	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	$T_{P2}$	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	$T_{P3}$	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	$T_{P4}$	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	$T_{P5}$	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P6}$	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P7}$	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P8}$	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P9}$	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P10}$	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P11}$	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	$T_{P12}$	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	$T_{P13}$	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	$T_{P14}$	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	$T_{P15}$	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: Sección suelos y pavimentos (Manual de carreteras)

Módulo de reacción de la subrasante (K):

Como se indica en la tabla, el coeficiente de reacción K varía con la clasificación del suelo y el CBR.

Ilustración 6 Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante



Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos  
Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements-Skokie, PCA 1971

Fuente: Sección suelos y pavimentos (Manual de carreteras)

Del CBR determinado de 8.2% se obtuvo un módulo de reacción de la sub-rasante (K) de 5.1 Kg/cm<sup>3</sup> = 51 MPa/m 187.89 psi

Resistencia a Flexo tracción del concreto (MR):

Tabla 57 Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
> 5'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
≤ 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Sección suelos y pavimentos (Manual de carreteras)

El módulo del concreto ( $f'c$ ) está relacionado con el  $M_r$  del concreto como se muestra de la siguiente manera:

$$M_r = a\sqrt{f'c}$$

Donde:

- $a = 2.40689$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- $M_r = 40.275 \text{ kg/cm}^2 \leftrightarrow 572.845 \text{ psi}$

Módulo elástico del concreto (MR):

El módulo elástico se calcula de la siguiente manera:

$$E = 57\,000 \times (f'c)^{0.5}$$

$$E = 57\,000 \times (3982,524)^{0.5} = 3\,597\,112,797 \text{ psi}$$

Drenaje: “Este coeficiente está dado por dos variables que son:”

Tabla 58 La calidad del drenaje

Calidad de Drenaje	50% de saturación en:
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	El agua no drena

Fuente: Guía para diseño de pavimentos, ASSHTO - 93

Tabla 59 Exposición a la saturación

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Guía para diseño de pavimentos, ASSHTO - 93

$C_d = 1.2$

Transferencia de cargas (J):

Tabla 60 Exposición a la saturación

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

Fuente: Sección suelos y pavimentos (Manual de carreteras)

Se eligió J=2.8 como valor para el concreto hidráulico con pasadores.

Cálculo del espesor de la losa de concreto:

Programa

Ilustración 7 Espesor de losa de concreto para calle

Fuente: Programa ecuación AASHTO 93

Formula AASHTO 93:

Ilustración 8 Formula AASHTO 93

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO			
Modificar datos:	Cálculos automáticos	Resultados	
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento		ESAL(w18)	1 194 389
CBR de la subrasante (%)		CBR =	8.2 %
Resistencia del concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )		(F'c)	280
Módulo elástico del concreto (PSI)	$E = 57000 \times (f'c)^2 ; (f'c \text{ en PSI})$	Ec	3597112.797
Resistencia media del concreto a flexo tracción a los 28 días(Kg/cm <sup>2</sup> )	$M_r = a \sqrt{f'c}$	Mr	40.275
Modulo de reacción de la subrasante (Mpa/m)		Ko	50.00
CBR mínimo de la subbase (%)	VERDADERO	CBR(subB.) =	40.0 %
CBR mínimo de la subbase - definido (%)		CBR DEF.	40.0 %
Modulo de reacción de la subbase granular (Mpa/m)		K1(subB.) =	120.00
Espesor de la subbase granular (cm) recomendado por la MTC		h=	15.00
Coefficiente de reacción combinado (Mpa)	$K_c = \left( 1 + \left( \frac{h}{38} \right)^2 \times \left( \frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} \times K_0$	Kc	56.55
Tipo de tráfico		Tipo:	TP5
Indice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico		Pi	4.3
Indice de serviciabilidad final según rango de tráfico		Pf	2.5
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico		Δ PSI	1.8
Desviación estandar combinado		So	0.35
Nivel de confiabilidad		conf.	85.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal		ZR	-1.036
Coefficiente de drenaje		cd	1.2
Coefficiente de transmisión de carga en las juntas		J	2.8
Concreto hidráulico con pasadores			
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_c) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 x J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$			
<input type="button" value="Calcular D"/>		D=	148.14
Espesor de pavimento de concreto en milímetros (mm)		D=	6.05
D-0	D-1		
15 cm	15 cm		
Capa superficial (Losa de concreto)	SubBase Granular		

Fuente: Elaboración propia

Resultados: Las cifras estimadas de la losa de concreto y la subbase granular son 15 cm y 15 cm, respectivamente. Siguiendo las directrices del manual del MTC sobre suelos y pavimentos, el espesor del concreto se fijó en 17 cm y el de la subbase granular en 15 cm.

Tabla 61 Catálogo de estructuras de pavimento rígido con pasadores y con bermas de concreto y para un factor J=2.8

EE		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5	Tp6	Tp7
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000	1'000,001-1'500,000	1'500,001-3'000,000	3'000,001-5'000,000
CBR%	MR								
CBR < 6%	< 185PCI (<52MPa/m)								
	> 185PCI (>52MPa/m)								
CBR < 10%	< 223PCI (<63MPa/m)								
	> 223PCI (>63MPa/m)								
CBR < 20%	< 279PCI (<79MPa/m)								
	> 279PCI (>79MPa/m)								
CBR < 30%	< 373PCI (<105MPa/m)								
	> 373PCI (>105MPa/m)								

Fuente: Manual de suelos y pavimentos del MTC

Ilustración 9 Resultado de espesores Pavimentos Rígido ASSHTO -93



Fuente: Elaboración propia

## Diseño de pavimento rígido – Método PCA

Índice máximo diario anual:

Tabla 62 Índice máximo diario anual

IMDA	
Tipo de Vehículo	veh/día
AUTO	2788
STATION WAGON	78
CAMIONETA PICK UP	66
PANEL	155
CAMIONETA RURAL	94
C2	68
T3S2	4
	3253

Fuente: Elaboración propia

Numero de ejes por vehículo

Tabla 63 Número de ejes por vehículo

vehículo	esquema de ejes/pesos tn	Nro. De vehículos	EJES SIMPLE			EJES TANDEM		
			Eje/veh	peso por eje Tn	Nro. Ejes totales/día	Eje/veh	peso por eje Tn	Nro. Ejes totales/día
AUTOMOVIL	1-1	2788.00	1.00	1.00	2788.00			
	1-1		1.00	1.00	2788.00			
STATION WAGON	1-1	78.00	1.00	1.25	78.00			
	1.25-1.25		1.00	1.25	78.00			
CAMIONETA PICK UP	1-1	66.00	1.00	1.50	66.00			
	1.5-1.5		1.00	1.50	66.00			
PANEL	1-1	155.00	1.00	1.50	155.00			
	1.5-1.5		1.00	1.50	155.00			
CAMIONETA RURAL	1-1	94.00	1.00	2.00	94.00			
	2-2		1.00	2.00	94.00			
C2	1-1	68.00	1.00	7.00	68.00			
	7-11		1.00	11.00	68.00			
T3S2	1-2-2	4.00	1.00	7.00	4.00	1.00	11.00	4.00
	7-11-18		1.00	18.00	4.00			
		<b>3253.00</b>			<b>6502.00</b>			<b>8.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Calculo de factor de carga y ejes equivalentes:

Tabla 64 Factor de carga y ejes equivalentes

Ejes Simples	n	% crecim	g	D	L	ESAL simples
7	72.00	5.00%	33.07	0.50	0.80	347589.31
11	68.00	5.00%	33.07	0.50	0.80	328278.79
<b>Suma</b>	<b>140.00</b>					<b>675868.10</b>

Ejes Tandem	n	% crecim	g	D	L	ESAL tándem
11	4.00	5.00%	33.07	0.50	0.80	19310.52
18	4.00	5.00%	33.07	0.50	0.80	19310.52
<b>Suma</b>	<b>4.00</b>					<b>19310.52</b>

Fuente: Elaboración propia

Datos de Diseño

Tabla 65 Datos de Diseño

Espesor de prueba	8.00	pulg
Espesor de subbase	15.00	cm
Espesor de subbase	5.91	pulg
CBR subrasante	8.20	
Modulo k (subrasante)	177.11	pci
Modulo k' (subrasante-subbase)	208.95	pci
Resistencia a la compresión del concreto	280.00	kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de rotura del concreto	644.97	psi
Factor de seguridad de carga	1.20	
Pasadores		si
Berma de concreto		si
Periodo de diseño	20	

Fuente: Elaboración propia

Interpolación para encontrar el módulo de la sub rasante

Tabla 66 Efecto de la sub base no tratada sobre los valores de K

Valor k de la Subrasante pci	Valor k de la Subbase, pci			
	4 pulg.	6 pulg.	9 pulg.	12 pulg.
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: Ingeniería de pavimentos (Conesa)

Tabla 67 Interpolación - PCA

Interpolación k			
k	k según e de sub base		
	4.00	5.91	6.00
100.00	130.00		140.00
177.11	199.40	<b>208.95</b>	209.40
200.00	220.00		230.00

Fuente: Elaboración propia

El módulo k de la Sub base = 208.95 pci

Calculo de factores de esfuerzos de fatiga

Tabla 68 Esfuerzo equivalente – con berma de concreto (eje simple / eje tándem)

Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante - subbase, pci						
	50	100	150	200	300	500	700
4	640/534	559/468	517/439	489/422	452/403	409/388	383/384
4.5	547/461	479/400	444/372	421/356	390/338	355/322	333/316
5	475/404	417/349	387/323	367/308	341/290	311/274	294/267
5.5	418/360	368/309	342/285	324/271	302/254	276/238	261/231
6	372/325	327/277	304/255	289/241	270/225	247/210	234/203
6.5	334/295	294/251	274/230	260/218	243/203	223/188	212/180
7	302/270	266/230	248/210	236/198	220/184	203/170	192/162
7.5	275/250	243/211	226/193	215/182	201/168	185/155	176/148
8	252/232	222/196	207/179	197/168	185/155	170/142	162/135
8.5	232/216	205/182	191/166	182/156	170/144	157/131	150/125
9	215/202	190/171	177/155	169/146	158/134	146/122	139/116
9.5	200/190	176/160	164/146	157/137	147/126	136/114	129/108
10	186/179	164/151	153/137	146/129	137/118	127/107	121/101
10.5	174/170	154/143	144/130	137/121	128/111	119/101	113/95
11	164/161	144/135	135/123	129/115	120/105	112/95	106/90
11.5	154/153	136/128	127/117	121/109	113/100	105/90	100/85
12	145/146	128/122	120/111	114/104	107/95	99/86	95/81
12.5	137/139	121/117	113/106	108/99	101/91	94/82	90/77
13	130/133	115/112	107/101	102/95	96/86	89/78	85/73
13.5	124/127	109/107	102/97	97/91	91/83	85/74	81/70
14	118/122	104/103	97/83	93/87	87/79	81/71	77/67

Fuente: Ingeniería de pavimentos (Conesa)

Tabla 69 Interpolación de factores de esfuerzos de fatiga

Stress ratio factor			
interpolacion de factores			
e losa	k		
	8	200	<b>208.95</b>
	197	<b>195.93</b>	185
interpolacion de factores			
e losa	k		
	200	<b>208.95</b>	300
8	168	<b>166.84</b>	155

Fuente: Elaboración propia

Calculo de factores de esfuerzos de erosión

Tabla 70 Factor de erosión – Juntas con Dowels con bermas de concreto (Eje simple / eje tándem)

Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante - subbase, pci					
	50	100	200	300	500	700
4	3.28/3.30	3.24/3.20	3.21/3.13	3.19/3.10	3.15/3.09	3.12/3.08
4.5	3.13/3.19	3.09/3.08	3.06/3.00	3.04/2.96	3.01/2.93	2.98/2.91
5	3.01/3.09	2.97/2.98	2.93/2.89	2.90/2.84	2.87/2.79	2.85/2.77
5.5	2.90/3.01	2.85/2.89	2.81/2.79	2.79/2.74	2.76/2.68	2.73/2.65
6	2.79/2.93	2.75/2.82	2.70/2.71	2.68/2.65	2.65/2.58	2.62/2.54
6.5	2.70/2.86	2.65/2.75	2.61/2.63	2.58/2.57	2.55/2.50	2.52/2.45
7	2.61/2.79	2.56/2.68	2.52/2.56	2.49/2.50	2.46/2.42	2.43/2.38
7.5	2.53/2.73	2.48/2.62	2.44/2.50	2.41/2.44	2.38/2.36	2.35/2.31
8	2.46/2.68	2.41/2.56	2.36/2.44	2.33/2.38	2.30/2.30	2.27/2.24
8.5	2.39/2.62	2.34/2.51	2.29/2.39	2.26/2.32	2.22/2.24	2.20/2.18
9	2.32/2.57	2.27/2.46	2.22/2.34	2.19/2.27	2.16/2.19	2.13/2.13
9.5	2.26/2.52	2.21/2.41	2.16/2.29	2.13/2.22	2.09/2.14	2.07/2.08
10	2.20/2.47	2.15/2.36	2.10/2.25	2.07/2.18	2.03/2.09	2.01/2.03
10.5	2.15/2.43	2.09/2.32	2.04/2.20	2.01/2.14	1.97/2.05	1.95/1.99
11	2.10/2.39	2.04/2.28	1.99/2.16	1.95/2.09	1.92/2.01	1.89/1.95
11.5	2.05/2.35	1.99/2.24	1.93/2.12	1.90/2.05	1.87/1.97	1.84/1.91
12	2.00/2.31	1.94/2.20	1.88/2.09	1.85/2.02	1.82/1.93	1.79/1.87
12.5	1.95/2.27	1.89/2.16	1.84/2.05	1.81/1.98	1.77/1.89	1.74/1.84
13	1.91/2.23	1.85/2.13	1.79/2.01	1.76/1.95	1.72/1.86	1.70/1.80
13.5	1.86/2.20	1.81/2.09	1.75/1.98	1.72/1.91	1.68/1.83	1.65/1.77
14	1.82/2.17	1.76/2.06	1.71/1.95	1.67/1.88	1.64/1.80	1.61/1.74

Fuente: Ingeniería de pavimentos (Conesa)

Interpolación de factores de esfuerzos de erosión

Tabla 71 Interpolación de factores de esfuerzos de erosión

Erosión Factor			
interpolacion de factores			
		k	
e losa	200	208.95	300
8	2.36	2.36	2.33
interpolacion de factores			
		k	
e losa	200	208.95	300
8	2.44	2.43	2.38

Fuente: Elaboración Propia

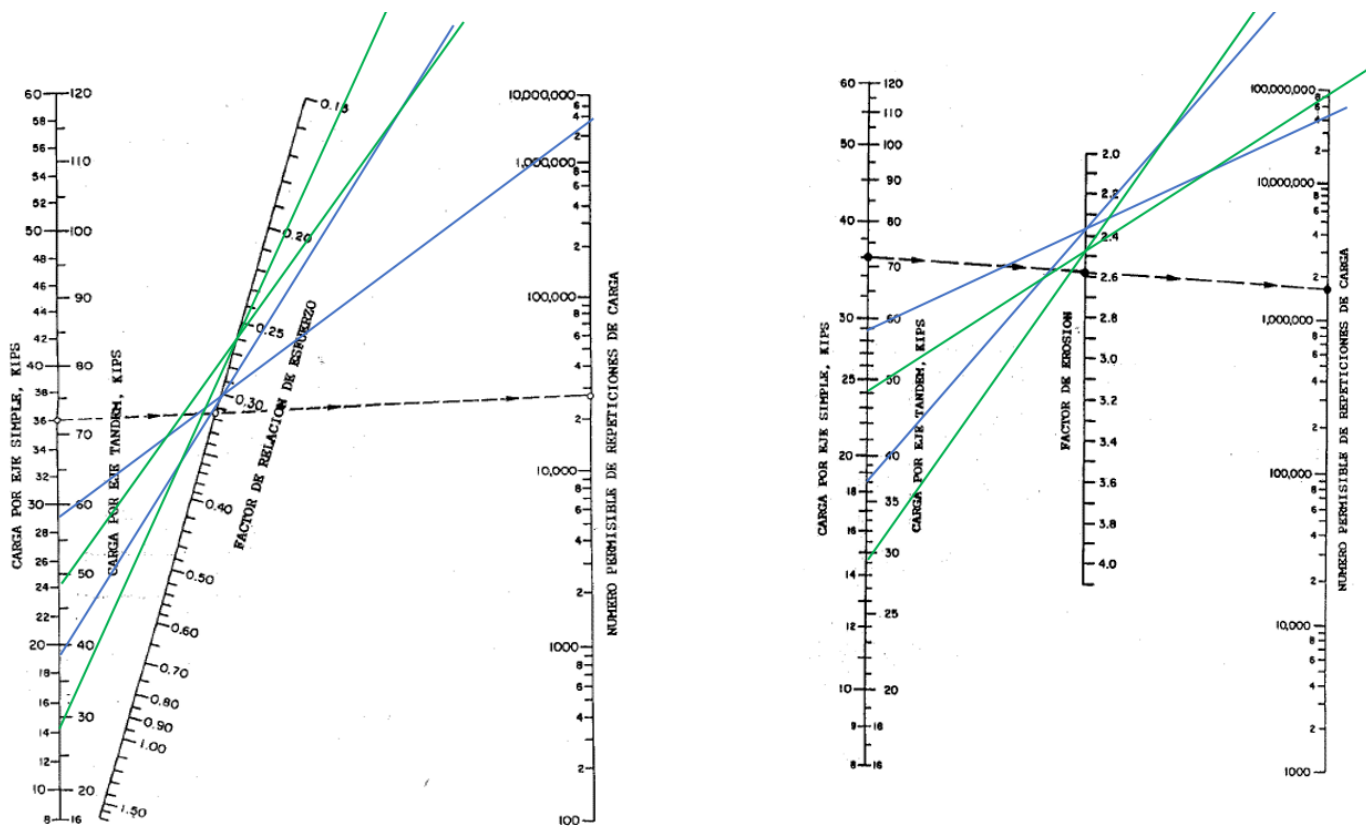
Resumen de factores para ingresar al Ábacos

	Ejes Simples	Eje Tandem
Equivalent Stress	195.93	166.84
Stress ratio factor	0.30	0.26
Erosion factor	2.36	2.43

TABLA  
FORMULA  
TABLA

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 10 Factores para ingresar al Ábacos



Fuente: Elaboración Propia

Resultados finales

Tabla 72 Análisis de fatiga y erosión

Cargas por eje	Cargas por eje (kips)	Cargas*FS (kips)	Repeticiones esperadas	Análisis de fátiga		Análisis de erosión	
				Repeticiones permisibles	% Fatiga	Repeticiones permisibles	% Erosión
7	15.4322	18.51864	347589.31	indeterminado	0.00%	indeterminado	0.00%
11	24.2506	29.10072	328278.79	3500000	9.38%	40000000	0.82%
					<b>9.38%</b>		<b>0.82%</b>

Cargas por eje	Cargas por eje (kips)	Cargas*FS (kips)	Repeticiones esperadas	Análisis de fátiga		Análisis de erosión	
				Repeticiones permisibles	% Fatiga	Repeticiones permisibles	% Erosión
11	24.2506	29.10072	19310.52	indeterminado	0.00%	indeterminado	0.00%
18	39.6828	47.61936	19310.52	indeterminado	0.00%	80000000	0.02%
					<b>0.00%</b>		<b>0.00%</b>

<b>9.38%</b>	<b>0.82%</b>
ok	ok

Fuente: Elaboración Propia

La losa de concreto para el pavimento rígido de la calle, se estima en 8" y la sub base de 6".

Ilustración 11 Resultado de espesores Pavimentos Rígido PCA



Fuente: Elaboración propia

#### Interpretación de resultados

- El planteamiento de la AASHTO-93 sugiere espesores de losa de hormigón y subbase granular de 15 cm cada uno; sin embargo, el MTC considera que el espesor de la losa de concreto es de 17 cm y el de la subbase granular de 15 cm.
- Mediante el método PCA, produjo una losa de concreto de 25 cm de espesor y una subbase granular de 15 cm de espesor.
- En consideración se optó por utilizar los valores del método AASHTO-93, la cual tiene espesores menores comparado al método PCA la cual hace más económico el proyecto, cumpliendo los espesores mínimos del MTC.

## Diseño de Sistema de Drenaje Pluvial

El desarrollo del estudio de drenaje de aguas pluviales se procedió a analizar por el método racional teniendo como respuesta algunas calles que necesitan drenaje, luego se optó por realizar una simulación en el programa EPA SWMM 5.2 vE., considerando el transporte de aguas pluviales a través de tuberías, sumideros y buzones de registro.

### Método racional

Según la norma CE. 0.40, se utilizará el Método Racional si los caudales son menores o si el área de la cuenca es igual o menor a 3 km<sup>2</sup>. El área de estudio que abarca el proyecto es de 0.26015 km<sup>2</sup>, por lo que utilizaremos este método.

Según este método, el caudal máximo de diseño se puede obtener mediante la fórmula siguiente: [18]

$$Q = 0.278 CIA$$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

El caudal de salida se calculó para cada vía de acuerdo con la distribución del flujo de entrada. El caudal obtenido se comparó con el valor máximo que podía circular por la vía en relación a su sección transversal.

Se determina la capacidad máxima del caudal por secciones de vías que soporta cada calle del Centro Poblado de Ciudad de Dios, se procedió a descartar el uso de canaletas en las cuerdas que soportan el caudal del flujo por la sección de la misma.

Posteriormente se procedió a realizar el diseño de tuberías de las vías que no cumplen con la evacuación de las aguas debido a sus características de diseño, ocasionando daños por el caudal que fluye en cada una.

Tabla 73 Capacidad máxima del caudal por sección de vía

CALLES	TRAMOS	Q CIRCULA (m3/s)	S (%)	Ancho (m)	Altura (m)	Area (m2)	Perimetro (m)	Radio Hidra	Rugosidad (n)	Velocidad	Q max	Verificación
CALLE 18	CALLE 18	0.0093	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
CALLE 19	CALLE 19-1	0.0082	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	CALLE 19-2	0.0359	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
AVENIDA C	AVENIDA C-1	0.0085	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
	AVENIDA C-2	0.0304	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
	AVENIDA C-3	0.0214	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	AVENIDA C-4	0.0108	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	AVENIDA C-5	0.0081	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	AVENIDA C-6	0.0182	0.50%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.671	0.1006	No necesita drenaje
CALLE 18a	CALLE 18a-1	0.0081	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
	CALLE 18a-2	0.0335	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
PASAJE 7	PASAJE 7	0.0393	0.50%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.671	0.1006	No necesita drenaje
PASAJE 6	PASAJE 6	0.0169	0.40%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.600	0.0900	No necesita drenaje
CALLE 12	CALLE 12-1	0.0163	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	CALLE 12-2	0.0215	0.60%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.735	0.1102	No necesita drenaje
CALLE 13	CALLE 13-1	0.0111	0.40%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.600	0.0900	No necesita drenaje
	CALLE 13-2	0.0683	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	Necesita drenaje
	CALLE 13-3	0.0436	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	CALLE 13-4	0.0247	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
	CALLE 13-5	0.0568	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
AVENIDA E	AVENIDA E-1	0.0521	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	AVENIDA E-2	0.0245	0.40%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.600	0.0900	No necesita drenaje
PASAJE 4	PASAJE 4	0.0207	0.60%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.735	0.1102	No necesita drenaje
PASAJE 5	PASAJE 5	0.0207	1.00%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.948	0.1423	No necesita drenaje
CALLE 7	CALLE 7-1	0.0548	0.50%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.671	0.1006	No necesita drenaje
	CALLE 7-2	0.1171	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	Necesita drenaje
AVENIDA B	AVENIDA B-1	0.0178	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	AVENIDA B-2	0.0588	0.70%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.794	0.1190	No necesita drenaje
	AVENIDA B-3	0.0727	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
CALLE 8	CALLE 8-1	0.0245	0.60%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.735	0.1102	No necesita drenaje
	CALLE 8-2	0.0459	1.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.995	0.1492	No necesita drenaje
	CALLE 8-3	0.0597	0.60%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.735	0.1102	No necesita drenaje
	CALLE 8-4	0.0427	0.40%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.600	0.0900	No necesita drenaje
	CALLE 8-5	0.0389	0.50%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.671	0.1006	No necesita drenaje
PASAJE 2	PASAJE 2	0.0247	1.00%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.948	0.1423	No necesita drenaje
PASAJE 3	PASAJE 3	0.0399	1.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.995	0.1492	No necesita drenaje
PASAJE 1	PASAJE 1-1	0.0246	0.60%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.735	0.1102	No necesita drenaje
	PASAJE 1-2	0.0111	0.40%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.600	0.0900	No necesita drenaje
CALLE 9	CALLE 9	0.0210	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
CALLE 10	CALLE 10	0.0183	0.40%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.600	0.0900	No necesita drenaje

CALLE 11	CALLE 11	0.0185	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
CALLE 1	CALLE 1-1	0.0204	0.50%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.671	0.1006	No necesita drenaje
	CALLE 1-2	0.0405	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
	CALLE 1-3	0.0467	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	CALLE 1-4	0.0475	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	CALLE 1-5	0.0611	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	Necesita drenaje
CALLE 2	CALLE 2-1	0.0223	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
	CALLE 2-2	0.0447	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
	CALLE 2-3	0.0396	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
	CALLE 2-4	0.0380	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	CALLE 2-5	0.0357	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
	CALLE 2-6	0.0181	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
	CALLE 2-7	0.0181	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
AVENIDA D	AVENIDA D-1	0.0288	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	No necesita drenaje
	AVENIDA D-2	0.0484	0.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.300	0.0450	Necesita drenaje
	AVENIDA D-3	0.0369	0.40%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.600	0.0900	No necesita drenaje
	AVENIDA D-4	0.0684	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	AVENIDA D-5	0.0519	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	AVENIDA D-6	0.0396	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	AVENIDA D-7	0.0598	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	AVENIDA D-8	0.0326	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	AVENIDA D-9	0.0209	0.40%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.600	0.0900	No necesita drenaje
	AVENIDA D-10	0.0847	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	Necesita drenaje
CALLE 3	CALLE 3-1	0.0501	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	CALLE 3-2	0.0292	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	CALLE 3-3	0.0291	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	CALLE 3-4	0.0426	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
CALLE 4	CALLE 4-1	0.0470	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	CALLE 4-2	0.0340	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	CALLE 4-3	0.0105	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	CALLE 4-4	0.0105	0.50%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.671	0.1006	No necesita drenaje
	CALLE 4-5	0.0395	0.50%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.671	0.1006	No necesita drenaje
	CALLE 4-6	0.0728	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	Necesita drenaje
CALLE 5	CALLE 5-1	0.0043	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	CALLE 5-2	0.0627	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	CALLE 5-3	0.0609	1.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.995	0.1492	No necesita drenaje
	CALLE 5-4	0.0698	0.50%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.671	0.1006	No necesita drenaje
	CALLE 5-5	0.0041	1.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	1.039	0.1559	No necesita drenaje
	CALLE 5-6	0.0043	1.10%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.995	0.1492	No necesita drenaje
	CALLE 5-7	0.0087	0.20%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.424	0.0636	No necesita drenaje
	CALLE 5-8	0.0044	0.30%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.520	0.0779	No necesita drenaje
	CALLE 5-9	0.0142	0.40%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.600	0.0900	No necesita drenaje
	CALLE 5-10	0.0047	0.60%	3.00	0.05	0.15	3.10	0.0484	0.014	0.735	0.1102	No necesita drenaje

Fuente: Elaboración propio

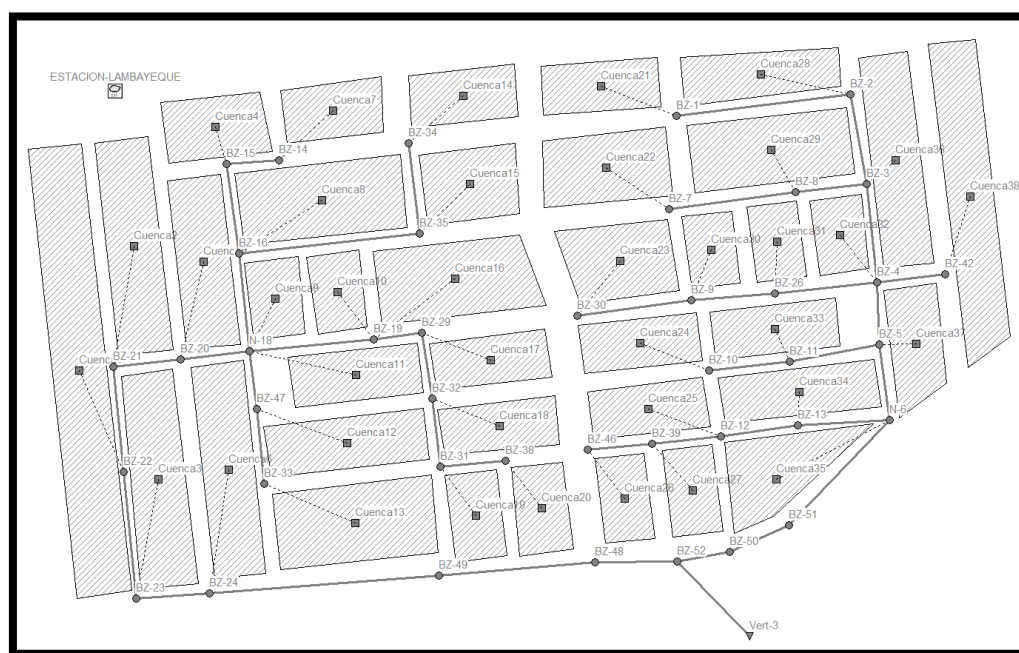
## Modelamiento con Software EPA SWMM

En esta sección se presentan los resultados del planteamiento inicial del sistema pluvial, modelado hidrológico e hidráulico del sistema; donde, se ajustan las características geométricas del diseño del componente, una vez realizado el modelado del sistema. Como resultado del enfoque final del drenaje de agua de lluvia, también se presentarán secciones longitudinales; y finalmente los resultados sobre las características geométricas de todo el sistema mediante presentación tabular.

- Planteamiento inicial del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano

La Figura 13 corresponde a la representación en planta del sistema inicialmente propuesto con el software EPA SWMM 5.2 vE, cuyos componentes participativos fueron conexiones (sumideros y/o buzones de registro), conductos (colectores) y vertidos (estructuras de evacuación).

Figura 13. Planteamiento inicial del Sistema de Drenaje Pluvial

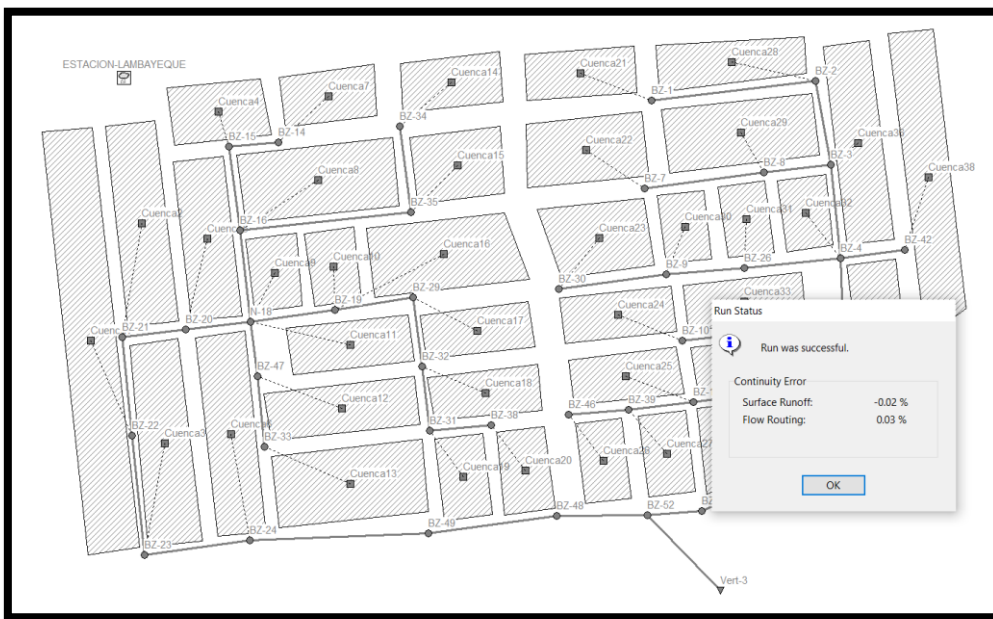


Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

- Modelamiento hidrológico e hidráulico del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano

En la 14, muestra el modelo utilizado de la onda dinámica, para lluvia de 2 horas, el error de continuidad está dado por la escorrentía superficial de -0.02% y de la ruta de flujo de 0.03% considerando la confiabilidad al tener valores menores al 10%.

Figura 14. Resultados de simulación del sistema



Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

Los resultados del modelado y el diseño se capturaron del informe proporcionado por el software. Las tablas de resultados correspondientes se muestran a continuación. (Tabla 74 y Tabla 75).

Tabla 74. Resultados de la escorrentía superficial

Runoff Quantity Continuity	Volume hectare-m	Depth mm
Total Precipitation .....	0.206	11.563
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Infiltration Loss .....	0.031	1.737
Surface Runoff .....	0.168	9.439
Final Storage .....	0.007	0.389
Continuity Error (%) .....	-0.018	

Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

Tabla 75. Resultados del cálculo hidráulico

Flow Routing Continuity	Volume hectare-m	Volume 10^6 ltr
Dry Weather Inflow .....	0.000	0.000
Wet Weather Inflow .....	0.168	1.681
Groundwater Inflow .....	0.000	0.000
RDII Inflow .....	0.000	0.000
External Inflow .....	0.000	0.000
External Outflow .....	0.167	1.674
Flooding Loss .....	0.000	0.000
Evaporation Loss .....	0.000	0.000
Exfiltration Loss .....	0.000	0.000
Initial Stored Volume .....	0.000	0.000
Final Stored Volume .....	0.001	0.006
Continuity Error (%) .....	0.034	

Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

Los resultados en la Tabla 76, da como resultado una serie temporal de 2 horas de precipitación en la cuenca y permite saber la infiltración y escorrentía total. El software selecciona los coeficientes de escorrentía considerando de cada subcuenca sus propiedades físicas.

Tabla 76. Resultados del resumen de la escorrentía en subcuencas

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Imperv Runoff mm	Perv Runoff mm	Total Runoff mm	Total Runoff 10 <sup>^6</sup> ltr	Peak Runoff LPS	Runoff Coeff
Cuenca1	11.56	0.00	0.00	2.06	8.57	0.00	8.57	0.11	22.84	0.741
Cuenca2	11.56	0.00	0.00	2.06	8.98	0.00	8.98	0.06	16.91	0.777
Cuenca3	11.56	0.00	0.00	2.06	8.98	0.00	8.98	0.06	16.86	0.777
Cuenca4	11.56	0.00	0.00	2.06	9.16	0.00	9.16	0.03	13.80	0.792
Cuenca5	11.56	0.00	0.00	2.06	9.10	0.00	9.10	0.05	16.89	0.787
Cuenca6	11.56	0.00	0.00	2.06	8.98	0.00	8.98	0.06	16.86	0.777
Cuenca7	11.56	0.00	0.00	2.06	9.15	0.00	9.15	0.03	11.50	0.791
Cuenca8	11.56	0.00	0.00	2.06	9.05	0.00	9.05	0.06	21.02	0.782
Cuenca9	11.56	0.00	0.00	2.06	9.18	0.00	9.18	0.02	9.95	0.794
Cuenca10	11.56	0.00	0.00	1.75	9.52	0.00	9.52	0.02	10.28	0.823
Cuenca11	11.56	0.00	0.00	2.06	9.10	0.00	9.10	0.04	13.51	0.787
Cuenca12	11.56	0.00	0.00	0.99	10.36	0.04	10.39	0.05	25.53	0.899
Cuenca13	11.56	0.00	0.00	1.01	10.21	0.02	10.23	0.07	25.51	0.884
Cuenca14	11.56	0.00	0.00	0.99	10.38	0.04	10.42	0.03	19.67	0.901
Cuenca15	11.56	0.00	0.00	5.11	5.75	0.04	5.79	0.02	11.91	0.501
Cuenca16	11.56	0.00	0.00	6.50	4.27	0.00	4.27	0.02	9.67	0.369
Cuenca17	11.56	0.00	0.00	2.06	9.10	0.00	9.10	0.04	13.51	0.787
Cuenca18	11.56	0.00	0.00	2.06	9.10	0.00	9.10	0.04	13.51	0.787
Cuenca19	11.56	0.00	0.00	0.00	11.53	0.00	11.53	0.03	19.55	0.997
Cuenca20	11.56	0.00	0.00	0.00	11.53	0.00	11.53	0.03	19.55	0.997
Cuenca21	11.56	0.00	0.00	0.00	11.51	0.00	11.51	0.05	23.87	0.995
Cuenca22	11.56	0.00	0.00	2.06	9.10	0.00	9.10	0.05	18.58	0.787
Cuenca23	11.56	0.00	0.00	5.07	5.78	0.08	5.86	0.03	18.98	0.507
Cuenca24	11.56	0.00	0.00	0.00	11.53	0.00	11.53	0.05	26.50	0.997
Cuenca25	11.56	0.00	0.00	2.06	9.10	0.00	9.10	0.04	13.51	0.787
Cuenca26	11.56	0.00	0.00	0.99	10.38	0.04	10.42	0.03	18.12	0.902
Cuenca27	11.56	0.00	0.00	2.02	9.19	0.04	9.22	0.03	12.93	0.798
Cuenca28	11.56	0.00	0.00	1.01	10.18	0.02	10.20	0.05	15.25	0.882
Cuenca29	11.56	0.00	0.00	2.06	9.05	0.00	9.05	0.06	21.02	0.782
Cuenca30	11.56	0.00	0.00	2.06	9.24	0.00	9.24	0.02	14.62	0.799
Cuenca31	11.56	0.00	0.00	0.00	11.54	0.00	11.54	0.03	17.34	0.998
Cuenca32	11.56	0.00	0.00	0.00	11.43	0.00	11.43	0.03	11.77	0.989
Cuenca33	11.56	0.00	0.00	0.00	11.54	0.00	11.54	0.05	27.32	0.998
Cuenca34	11.56	0.00	0.00	2.06	9.05	0.00	9.05	0.05	15.15	0.783
Cuenca35	11.56	0.00	0.00	2.02	9.20	0.04	9.24	0.05	22.48	0.799
Cuenca36	11.56	0.00	0.00	1.02	10.00	0.01	10.02	0.07	18.56	0.866
Cuenca37	11.56	0.00	0.00	0.99	10.37	0.04	10.40	0.04	22.22	0.900
Cuenca38	11.56	0.00	0.00	0.00	11.47	0.00	11.47	0.10	47.42	0.992

Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

En la Tabla 77 se pueden ver los resultados típicos y el rango de valores encontrados en cada área publicada. De igual manera, gracias al conocimiento del relieve, se pudo conocer la altura correspondiente al nivel del agua. El software también permite conocer el momento en que crece la profundidad máxima de los grupos, lo que en todos los casos indica que esto sucede en un momento determinado del evento de agua dado.

Tabla 77. Resultados del resumen de nivel de nudos

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Day of Maximum Depth	Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters
BZ-1	JUNCTION	0.02	0.09	22.69	0	01:10	0.09
BZ-2	JUNCTION	0.03	0.11	21.91	0	01:11	0.11
BZ-3	JUNCTION	0.05	0.16	21.56	0	01:11	0.16
BZ-4	JUNCTION	0.08	0.29	21.19	0	01:11	0.29
BZ-5	JUNCTION	0.08	0.32	21.02	0	01:11	0.31
N-6	JUNCTION	0.10	0.36	20.86	0	01:12	0.36
BZ-7	JUNCTION	0.03	0.08	22.58	0	01:10	0.08
BZ-8	JUNCTION	0.03	0.10	22.20	0	01:10	0.10
BZ-9	JUNCTION	0.02	0.11	21.81	0	01:10	0.11
BZ-10	JUNCTION	0.02	0.10	22.70	0	01:10	0.10
BZ-11	JUNCTION	0.02	0.10	22.30	0	01:10	0.10
BZ-12	JUNCTION	0.03	0.11	21.91	0	01:10	0.11
BZ-13	JUNCTION	0.04	0.13	21.43	0	01:11	0.13
BZ-14	JUNCTION	0.01	0.05	23.35	0	01:10	0.05
BZ-15	JUNCTION	0.02	0.08	22.68	0	01:10	0.08
BZ-16	JUNCTION	0.04	0.13	21.83	0	01:11	0.13
N-18	JUNCTION	0.08	0.32	21.02	0	01:11	0.32
BZ-19	JUNCTION	0.04	0.15	21.65	0	01:11	0.15
BZ-20	JUNCTION	0.10	0.42	20.92	0	01:12	0.42
BZ-21	JUNCTION	0.10	0.41	20.81	0	01:12	0.41
BZ-22	JUNCTION	0.11	0.38	20.58	0	01:13	0.38
BZ-23	JUNCTION	0.11	0.40	20.30	0	01:14	0.40
BZ-24	JUNCTION	0.15	0.51	20.21	0	01:15	0.51
BZ-26	JUNCTION	0.03	0.13	21.53	0	01:10	0.13
BZ-29	JUNCTION	0.04	0.15	21.95	0	01:10	0.15
BZ-30	JUNCTION	0.02	0.08	22.68	0	01:10	0.08
BZ-31	JUNCTION	0.03	0.11	22.51	0	01:10	0.11
BZ-32	JUNCTION	0.04	0.16	22.16	0	01:10	0.16
BZ-33	JUNCTION	0.03	0.10	22.30	0	01:10	0.09
BZ-34	JUNCTION	0.02	0.08	23.28	0	01:10	0.07
BZ-35	JUNCTION	0.03	0.11	22.61	0	01:10	0.11
BZ-38	JUNCTION	0.02	0.08	22.98	0	01:10	0.08
BZ-39	JUNCTION	0.02	0.09	22.39	0	01:10	0.09
BZ-42	JUNCTION	0.03	0.09	22.29	0	01:10	0.09
BZ-46	JUNCTION	0.02	0.07	22.77	0	01:10	0.07
BZ-47	JUNCTION	0.04	0.13	21.73	0	01:10	0.13
BZ-48	JUNCTION	0.10	0.33	19.63	0	01:17	0.33
BZ-49	JUNCTION	0.12	0.39	19.89	0	01:16	0.39
BZ-50	JUNCTION	0.07	0.25	19.95	0	01:12	0.25
BZ-51	JUNCTION	0.08	0.29	20.39	0	01:12	0.29
BZ-52	JUNCTION	0.12	0.43	19.53	0	01:16	0.43
Vert-3	OUTFALL	0.12	0.43	19.13	0	01:16	0.43

Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

Los datos de la Tabla 78 corresponden a la contribución máxima y la contribución total de la parte inferior o superior de cada nodo y vertido. Depende del momento en que se produzcan las mayores aportaciones.

Tabla 78. Resultados del resumen de aportes en nudos

Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Day of Maximum Inflow	Hour of Maximum Inflow	Lateral Inflow Volume 10 <sup>6</sup> ltr	Total Inflow Volume 10 <sup>6</sup> ltr
BZ-1	JUNCTION	23.87	23.87	0	01:10	0.046	0.046
BZ-2	JUNCTION	15.25	37.79	0	01:10	0.0459	0.092
BZ-3	JUNCTION	18.56	93.50	0	01:11	0.0701	0.275
BZ-4	JUNCTION	11.77	193.43	0	01:10	0.0286	0.488
BZ-5	JUNCTION	22.22	257.76	0	01:11	0.0416	0.622
N-6	JUNCTION	22.48	334.88	0	01:11	0.0462	0.808
BZ-7	JUNCTION	18.58	18.58	0	01:10	0.0501	0.0501
BZ-8	JUNCTION	21.02	39.11	0	01:10	0.0633	0.113
BZ-9	JUNCTION	14.62	32.88	0	01:10	0.0231	0.0524
BZ-10	JUNCTION	26.50	26.50	0	01:10	0.0461	0.0461
BZ-11	JUNCTION	27.32	53.12	0	01:10	0.0461	0.0923
BZ-12	JUNCTION	13.51	43.56	0	01:10	0.0364	0.0954
BZ-13	JUNCTION	15.15	57.97	0	01:10	0.0453	0.141
BZ-14	JUNCTION	11.50	11.50	0	01:10	0.0275	0.0275
BZ-15	JUNCTION	13.80	25.09	0	01:10	0.0321	0.0595
BZ-16	JUNCTION	21.02	74.21	0	01:10	0.0633	0.18
N-18	JUNCTION	23.46	224.45	0	01:11	0.0581	0.544
BZ-19	JUNCTION	19.95	82.07	0	01:10	0.0399	0.182
BZ-20	JUNCTION	16.89	237.95	0	01:11	0.0455	0.589
BZ-21	JUNCTION	16.91	252.08	0	01:12	0.0568	0.646
BZ-22	JUNCTION	22.84	273.63	0	01:12	0.112	0.758
BZ-23	JUNCTION	16.86	289.02	0	01:13	0.0563	0.814
BZ-24	JUNCTION	16.86	300.98	0	01:14	0.0563	0.87
BZ-26	JUNCTION	17.34	48.05	0	01:10	0.0288	0.0812
BZ-29	JUNCTION	13.51	63.99	0	01:10	0.0364	0.142
BZ-30	JUNCTION	18.98	18.98	0	01:10	0.0293	0.0293
BZ-31	JUNCTION	19.55	38.67	0	01:10	0.0346	0.0692
BZ-32	JUNCTION	13.51	51.14	0	01:10	0.0364	0.106
BZ-33	JUNCTION	25.51	25.51	0	01:10	0.0736	0.0736
BZ-34	JUNCTION	19.67	19.67	0	01:10	0.0344	0.0344
BZ-35	JUNCTION	11.91	31.02	0	01:10	0.0232	0.0576
BZ-38	JUNCTION	19.55	19.55	0	01:10	0.0346	0.0346
BZ-39	JUNCTION	12.93	30.76	0	01:10	0.0277	0.0589
BZ-42	JUNCTION	47.42	47.42	0	01:10	0.103	0.103
BZ-46	JUNCTION	18.12	18.12	0	01:10	0.0313	0.0313
BZ-47	JUNCTION	25.53	50.49	0	01:10	0.0499	0.123
BZ-48	JUNCTION	0.00	292.47	0	01:17	0	0.868
BZ-49	JUNCTION	0.00	294.85	0	01:15	0	0.869
BZ-50	JUNCTION	0.00	334.01	0	01:12	0	0.808
BZ-51	JUNCTION	0.00	332.72	0	01:12	0	0.808
BZ-52	JUNCTION	0.00	569.19	0	01:15	0	1.67
Vert-3	OUTFALL	0.00	569.58	0	01:16	0	1.67

Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

En la Tabla 79 se muestran los resultados según las sobrecargas en los nudos, ya que el nivel de agua no desborda los conductos, en ningún caso.

Tabla 79. Resultados del resumen de la inundación de nudos

\*\*\*\*\*  
Highest Flow Instability Indexes  
\*\*\*\*\*  
All links are stable.

Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

En la Tabla 80 se muestran los resultados del caudal máximo y el tiempo que se presenta en cada una de las tuberías (colectores). También se indica las velocidades máximas suponiendo que no exceda de 6 m/s, como lo indica la norma NT C.E. 040 (Drenaje Pluvial Urbano).

Tabla 80. Resultados del resumen de caudal en tuberías

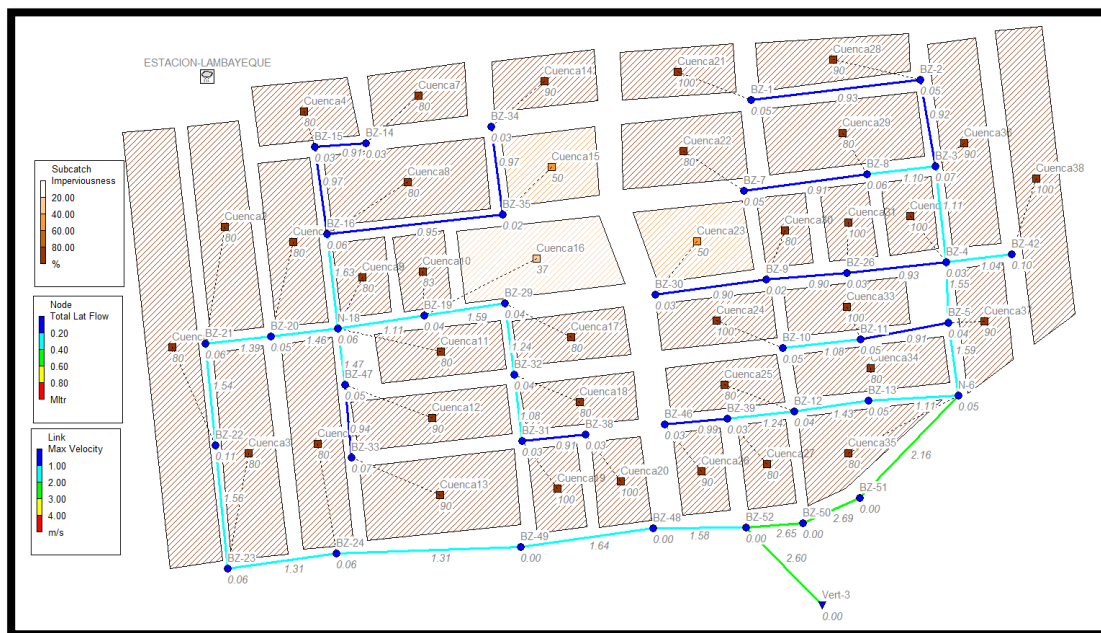
Link	Type	Maximum [Flow] LPS	Day of Maximum Flow	Hour of Maximum Flow	Maximum [Velocity] m/sec	Max / Full Flow	Max / Full Depth
Tub-1	CONDUIT	22.71	0	01:10	0.99	0.15	0.29
Tub-2	CONDUIT	36.54	0	01:11	0.97	0.17	0.34
Tub-3	CONDUIT	92.68	0	01:11	1.11	0.22	0.45
Tub-4	CONDUIT	192.65	0	01:11	1.55	0.62	0.61
Tub-5	CONDUIT	258.42	0	01:11	1.59	0.51	0.56
Tub-6	CONDUIT	18.28	0	01:10	0.94	0.12	0.26
Tub-7	CONDUIT	38.78	0	01:10	1.23	0.17	0.37
Tub-8	CONDUIT	31.47	0	01:10	1.08	0.21	0.34
Tub-9	CONDUIT	47.09	0	01:10	0.80	0.29	0.60
Tub-10	CONDUIT	26.19	0	01:10	1.18	0.17	0.28
Tub-11	CONDUIT	52.35	0	01:10	0.92	0.17	0.59
Tub-12	CONDUIT	43.07	0	01:10	1.46	0.23	0.35
Tub-13	CONDUIT	57.48	0	01:11	1.18	0.29	0.55
Tub-14	CONDUIT	11.38	0	01:10	0.94	0.05	0.18
Tub-15	CONDUIT	24.65	0	01:10	1.04	0.11	0.30
Tub-16	CONDUIT	72.52	0	01:11	1.58	0.24	0.44
Tub-17	CONDUIT	222.09	0	01:11	1.43	0.68	0.74
Tub-18	CONDUIT	235.72	0	01:12	1.36	1.07	0.83
Tub-19	CONDUIT	251.07	0	01:12	1.51	1.02	0.79
Tub-20	CONDUIT	273.04	0	01:13	1.68	0.94	0.78
Tub-21	CONDUIT	285.13	0	01:14	1.29	0.71	0.75
Tub-23	CONDUIT	81.68	0	01:11	1.09	0.28	0.58
Tub-28	CONDUIT	19.24	0	01:10	0.99	0.10	0.26
Tub-30	CONDUIT	63.94	0	01:11	1.69	0.36	0.42
Tub-31	CONDUIT	19.25	0	01:10	0.93	0.10	0.27
Tub-32	CONDUIT	37.79	0	01:10	1.10	0.22	0.39
Tub-33	CONDUIT	50.86	0	01:10	1.26	0.42	0.44
Tub-34	CONDUIT	18.39	0	01:10	0.91	0.10	0.26
Tub-36	CONDUIT	30.21	0	01:10	1.27	0.16	0.30
Tub-43	CONDUIT	47.05	0	01:10	0.92	0.15	0.54
Tub-47	CONDUIT	25.29	0	01:10	0.96	0.16	0.32
Tub-48	CONDUIT	49.85	0	01:10	1.47	0.29	0.42
Tub-49	CONDUIT	17.90	0	01:10	1.02	0.09	0.24
Tub-51	CONDUIT	294.85	0	01:15	1.31	1.11	0.75
Tub-52	CONDUIT	292.47	0	01:17	1.64	0.82	0.60
Tub-53	CONDUIT	332.72	0	01:12	2.15	0.66	0.54
Tub-54	CONDUIT	334.01	0	01:12	2.69	0.47	0.45
Tub-56	CONDUIT	292.82	0	01:17	1.58	0.52	0.64
Tub-58	CONDUIT	333.70	0	01:12	2.65	0.37	0.48
Tub-60	CONDUIT	29.02	0	01:10	1.01	0.20	0.34
Tub-63	CONDUIT	569.58	0	01:16	2.60	0.87	0.72

Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

### Planteamiento final del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano

La Figura 15 muestra el sistema de drenaje pluvial propuesto, luego de la modelación y desarrollo del diseño del sistema de acuerdo a los requisitos de la Norma Técnica C.E.040 y otras evaluaciones pertinentes.

Figura 15. Representación en planta del sistema de drenaje pluvial



Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

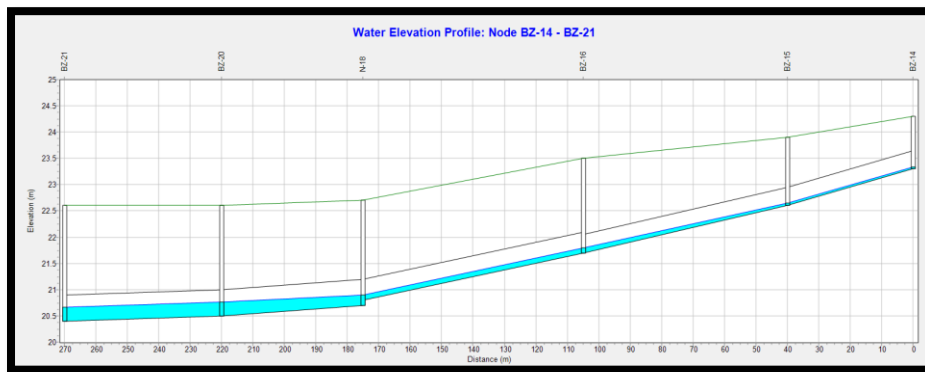
### Perfiles longitudinales de las láminas de agua

Se visualizan gráficos de perfiles de nivel de agua que incluyen secciones de la cuña de agua propuesta. El visualizador de mapas de EPA SWMM permite identificar cambios en el nivel del agua una vez que comienza el período de registro durante la simulación; es decir, se puede ver la animación de todo el sistema mostrando el cambio del proyecto.

La Figura 16 muestra el diagrama del perfil de agua conformado por 01 buzón de registro, 05 sumideros y 05 tramos de tuberías. Presentando un desnivel de salida de 0.10 m en el sumidero (N-18).



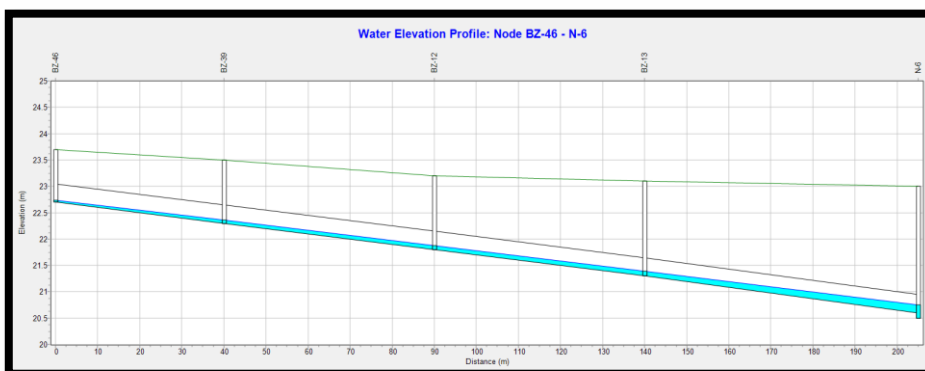
Figura 16. Perfil de lámina de agua desde el BZ-14 al BZ-21



Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

La Figura 17 muestra el diagrama del perfil de agua conformado por 01 buzón de registro, 04 sumideros y 04 tramos de tuberías. Presentando un desnivel de salida de 0.10 m en el sumidero (N-6).

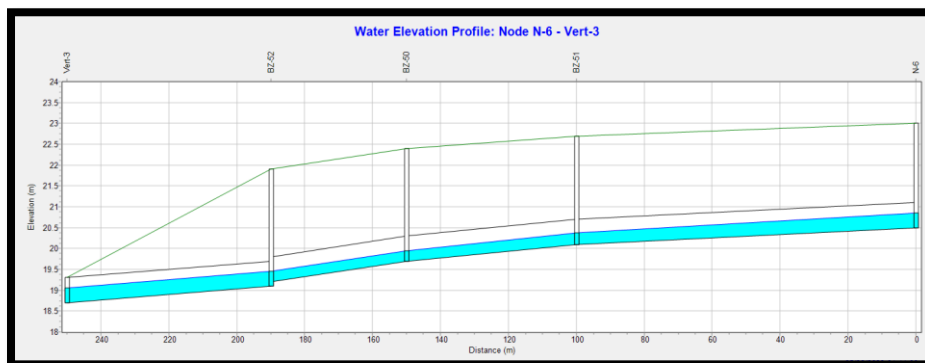
Figura 17. Perfil de lámina de agua desde el BZ-46 al N-6



Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

La Figura 18 muestra el diagrama del perfil de agua confirmado por 01 buzón de registro, 03 sumideros, 01 vertedero, 04 tramos de tuberías. Presentando un desnivel de salida de 0.10 m en el sumidero (N-6)

Figura 18. Perfil de lámina de agua desde el N-6 al vertido Vert-3



Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM

## Diseño del sumidero

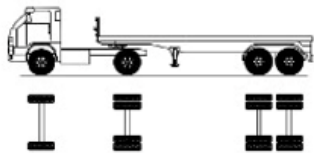
### Parámetros de diseño

- Diseño estructural de sumideros sección rectangular

### Características del Concreto:

- Resistencia a la compresión del concreto: 280 kg/cm<sup>2</sup>
- Peso Unitario del concreto ( $\delta_c$ ): 2400 kg/cm<sup>3</sup>

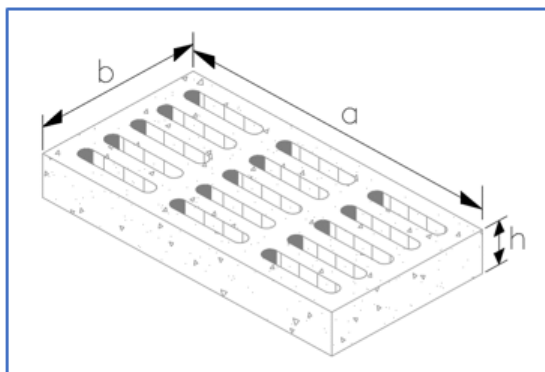
- Carga de tráfico – Camión T2S2

T2S2		20,50	7	11	18	—	—	36
------	---	-------	---	----	----	---	---	----

Carga que representa un camión con tres ejes

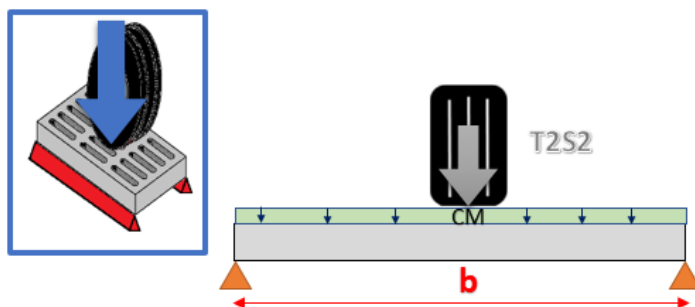
Carga eje delantero: 7000 kg  
 Carga eje trasero: 11000 kg  
 Carga eje trasero: 18000 kg  
 Carga de diseño: 9.00 T

- Geometría del sumidero



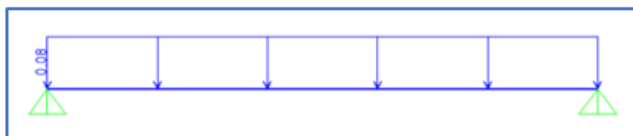
Sumidero	a	b	h	Área de orificio	Número de orificios
S1	84.5 cm	30.0 cm	15.0 cm	77 cm <sup>2</sup>	9

- Idealización de cargas

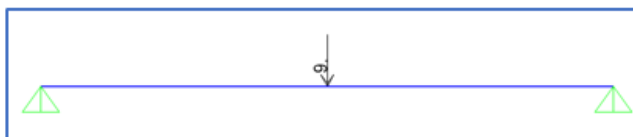


- Idealización de las cargas en SAP2000

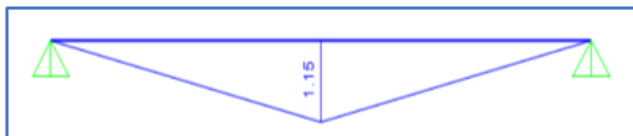
#### CARGA MUERTA (CARGA DISTRIBUIDA)



#### CARGA VIVA (CARGA PUNTUAL)



#### ENVOLVENTE DE DISEÑO (1.4 CM + 1.7 CV)



Sumidero	a	b	c	Área de orificio	Número de orificios	Peso Muerto	CM	Momento (1.4CM+1.7CV)
C1	84.5 cm	30.0 cm	15.0 cm	77 cm <sup>2</sup>	9	66.31 kg	0.08 T/m	1.15 T.m

○ Diseño del acero

$$A_s = \frac{1.15 \times 100000}{0.9 \times 4200 \times 7.50}$$

$$A_s = 4.05 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{1.15 \times 100000}{0.9 \times 4200 \times 14.40}$$

$$A_s = 2.11 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{1.15 \times 100000}{0.9 \times 4200 \times 14.69}$$

$$A_s = 2.07 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{1.15 \times 100000}{0.9 \times 4200 \times 14.70}$$

$$A_s = 2.07 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{1.15 \times 100000}{0.9 \times 4200 \times 14.70}$$

$$A_s = 2.07 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{4.05 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 60}$$

$$a = 1.19 \text{ cm}$$

$$a = \frac{2.11 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 60}$$

$$a = 0.62 \text{ cm}$$

$$a = \frac{2.07 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 60}$$

$$a = 0.61 \text{ cm}$$

$$a = \frac{2.07 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 60}$$

$$a = 0.61 \text{ cm}$$

$$a = \frac{2.07 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 60}$$

$$a = 0.61 \text{ cm}$$

$$A_s = 2.07 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.61 \text{ cm}$$

Acero a utilizar	
4	$\phi \ 3/8 = 2.84 \text{ cm}^2$

ok

## Diseño del sistema de tuberías

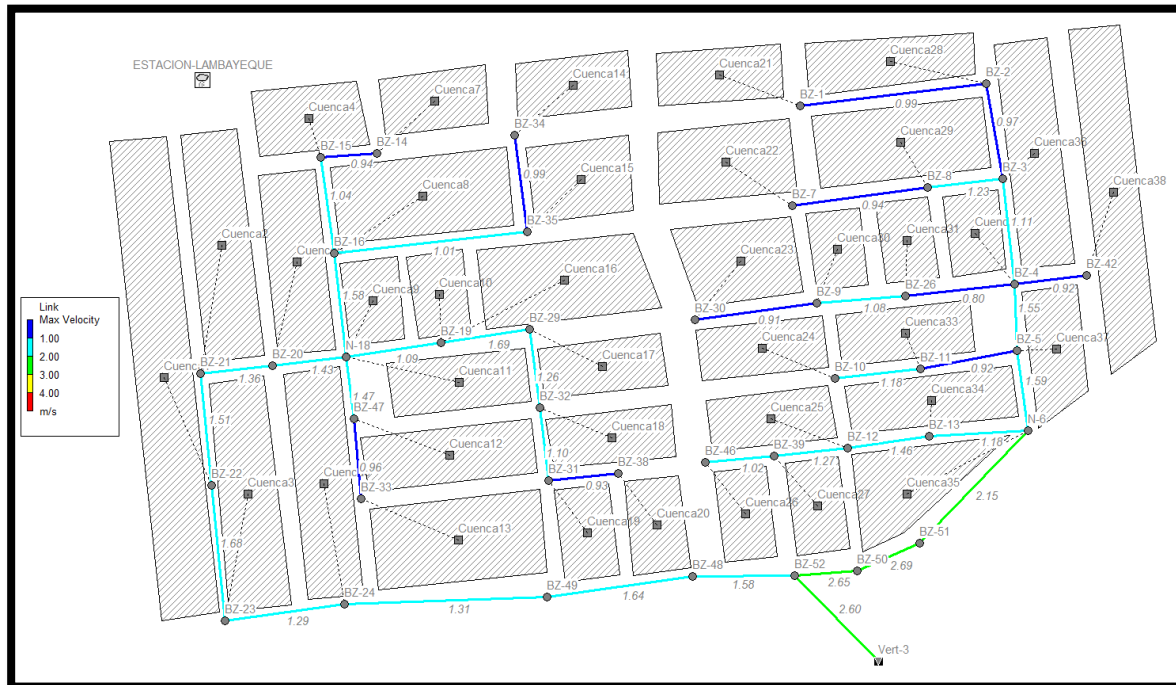
### Criterios de Diseño

Obtenidos los resultados del EPA SWMM, las características del lugar del proyecto y el lugar donde se desemboca el agua pluvial se planteó un drenaje pluvial a través de tuberías subterráneas de PVC, considerando los puntos críticos para alivianar esa acumulación de agua pluvial por medio de sumideros, luego se procederá al dimensionamiento del diámetro de la tubería, considerando la velocidad mínima y la pendiente.

### Velocidad Mínima y Máxima

Considerando la recomendación en la Norma CE. 040, la velocidad mínima de diseño es de 0.90 m/s y como máxima 6 m/s, para tuberías de material de PVC. Permitiendo evadir la sedimentación de partículas que trae consigo el agua pluvial. A continuación, se muestra la red de tuberías y el cumplimiento de lo antes mencionado.

Figura 19 Velocidades Mínimas y Máximas



Fuente: Elaboración propia en base al EPA SWMM



## RIBLOC Y RIBSTEEL DE PEAD

350mm – 1800 mm

NTP 399.162: 2020 Parte 1 y 2

El uso de materiales termoplásticos para la conducción de fluidos ha ido en aumento en las últimas décadas por su versatilidad en diferentes usos y aplicaciones.

La resina de PEAD con la que fabricamos nuestra tubería está altamente diseñada para aplicaciones muy rigurosas, siendo Nicoll by Aliaxis líder en sistemas para la conducción de fluidos en diferentes aplicaciones

como saneamiento urbano, drenaje pluvial, agricultura, cruces viales, encauzamiento de ríos, conducción para centrales hidroeléctricas, entre muchas otras.

Con una larga trayectoria en el suministro de tuberías estructuradas, RIBLOC consiste en una banda de PEAD PE100 de interior liso y de exterior estructurado, el cual es enrollado helicoidalmente y enlazado por medios mecánicos & térmicos para formar un tubo de estructura flexible.

RIBSTEEL, por su parte, agrega a RIBLOC un perfil estructural helicoidal de acero galvanizado permitiéndonos obtener mayor rigidez cuando el proyecto lo requiera.

### Rangos de fabricación estándar

Basados en la norma de fabricación NTP 399.162-1, nuestras tuberías aprovechan al máximo la capacidad hidráulica debido a que el diámetro nominal corresponde al diámetro interno de la tubería.

DIÁMETRO NOMINAL (mm)*	DIÁMETRO INTERNO (mm)	DIÁMETRO EXTERNO	ESPESOR DE PARED EN CONTACTO CON EL AGUA (mm)*	LARGO (METROS)
300	300	325	2.5	6
350	350	375	2.5	6
400	400	440	2.5	6
450	450	490	2.5	6
500	500	540	2.5	6
600	600	670	2.5	6
700	700	740	2.5	6
800	800	840	2.5	6
900	900	940	2.5	6
1000	1000	1040	2.5	6
1200*	1200	1240	2.5	6
1400*	1400	1445	3.2	6
1500*	1500	1545	3.2	6
1600*	1600	1645	3.2	6
1800*	1800	1845	3.2	6

**NOTA:**

Para proyectos o aplicaciones especiales se pueden considerar otros espesores diferentes a los indicados en la tabla. Adicionalmente se pueden fabricar diámetros intermedios a los mostrados.

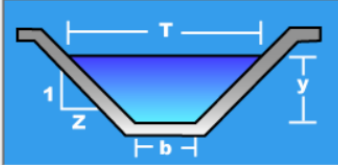
**Nicoll**<sup>®</sup>  
by aliaxis

Fuente: Nicoll by aliaxis

### Cálculos de caudal in situ del Dren 3000

Lugar:  Proyecto:  
 Tramo:  Revestimiento:

**Datos:**  
 Tirante (y):  m  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Coeficiente de rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**  
 Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s      Velocidad (v):  m/s  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>      Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m      Espejo de agua (T):  m  
 Número de Froude (F):       Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo:


              

Fuente: Hcanales

### Cálculos de caudal máximo del Dren 3000

Lugar:  Proyecto:  
 Tramo:  Revestimiento:

**Datos:**  
 Tirante (y):  m  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Coeficiente de rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**  
 Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s      Velocidad (v):  m/s  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>      Perímetro (p):  m  
 Radio hidráulico (R):  m      Espejo de agua (T):  m  
 Número de Froude (F):       Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo:

Fuente: Hcanales

## Interpretación de Resultados

- El caudal final obtenido a través del software EPA SWMM es de 0.570 m<sup>3</sup>/s.
- Se obtuvo dos ramales principales (derecho e izquierdo), el ramal derecho abarca desde el sumidero 1 (BZ-1), buzón de registro (BZ-4), buzón de registro (BZ-6) hasta el buzón de registro (BZ-52), para el ramal izquierdo abarca desde el sumidero 14 (BZ-14), buzón de registro (BZ-18), sumidero 21 (BZ-21), buzón de registro (BZ-23) hasta el buzón de registro (BZ-52), que es el último punto que une los dos ramales principales para finalmente descargar al vertedero.
- Los diámetros de tubería PVC desde los sumideros de arranque son de 450 mm ubicada en la Calle 1 y el diámetro de tubería final para la llegada al vertedero es de 600 mm.
- Los diámetros utilizados en el proyecto son de 450 mm, 500 mm y 600 mm.
- Las velocidades del proyecto cumplen con los parámetros marcados según la CE. 040, para tuberías PVC, velocidad mínima de 0.90 m/s y máxima de 6 m/s.
- Se realizó el análisis estructural del sumidero para un camión de diseño de tipo T2S2, las dimensiones del sumidero (S1) es de 84.5x30x15 cm, usándose acero de refuerzo de 3/8".
- El caudal obtenido in situ con un tirante 0.20 m fue de 0.32 m<sup>3</sup>/s, y el caudal máximo fue de 6.80 m<sup>3</sup>/s del Dren 3000.

## Evaluación de Impacto Ambiental

### Generalidades

Este procedimiento tiene como objetivo identificar y mitigar los impactos potenciales perjudiciales al medio ambiente adverso a la planificación, ejecución y operación de proyectos de construcción.

Nombre del Proyecto:

“Diseño de Pavimento y Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021”

### Ubicación geográfica del proyecto

El centro poblado de Ciudad de Dios, perteneciente al distrito de San José, Provincia y departamento de Lambayeque, se ubica a 5 km de la ciudad de Chiclayo y presenta una altitud de 22 m.s.n.m.

Figura 22. Vista Satelital del centro poblado de Ciudad de Dios



Fuente: Elaboración propia en base de Google Earth

El proyecto consiste en realizar el diseño de drenaje pluvial urbano y pavimentación, para lo cual se deben realizar diferentes estudios que garanticen la ejecución del proyecto, entre ellos el estudio de impacto ambiental

## Marco Legal

### Constitución Política del Perú (1993)

Es la máxima norma que rige en el estado peruano, donde en el Artículo 2° inciso 22 nos habla del derecho de la población a gozar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la vida. También existen otros derechos ciudadanos incluidos en esta que nos habla del derecho a la información, participación, educación y salud.

### Ley N°23853: Ley Orgánica de Municipalidades

Esta ley sostiene que las municipalidades tienen la función primordial de proteger y conservar la flora y fauna por ser esta un órgano local del gobierno, de esta manera se pretende preservar y cuidar el medio ambiente impulsando acciones a través de la población y sus autoridades.

### Ley N°28611: Ley General del Ambiente (13/10/2005)

Esta ley nos habla de la gestión ambiental como un instrumento de gestión donde los estudios de impacto ambiental nos permiten analizar los efectos directos e indirectos de los efectos de la contaminación y estableciendo criterios para la protección del medio ambiente y la salud población.

### Ley N°27446: Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental

Con esta ley se crea el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), este es el único sistema que sirve para uniformizar los estudios de impacto ambiental para impactos ambientales negativos, cuya finalidad es orientar, integrar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas medioambientales del gobierno peruano.

### Ley N°27314: Ley General de Residuos Sólidos

Esta ley establece que se debe implementar medidas técnicas y formales para el manejo de residuos sólidos que no considera la gestión municipal, donde el que las genere debe cumplir con las debidas acciones para su debido tratamiento.

### Ley N°27308: Ley Forestal y de Fauna Silvestre

Esta ley tiene como objetivo principal supervisar y regular el uso adecuado de los recursos forestales y silvestres, estando estas en armonía con el interés social, económico y ambiental del país.

### Ley N°293338: Ley de Recursos Hídricos

Esta ley indica que los recursos Hídricos son de dominio Público, donde este recurso es considerado como patrimonio de la Nación, donde su uso y administración tiene que estar regida por el bien común.

## Objetivos

### Objetivo General:

Gestar el Estudio de Impacto Ambiental potenciales positivos y negativos para la ejecución del proyecto “Diseño de Pavimento y Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021”.

### Objetivos específicos:

- Conocer las características ambientales más relevantes en la fase de ejecución del proyecto.
- Identificar los impactos que se presenten en esta fase.
- Mitigar los impactos negativos mediante un plan de manejo ambiental sobre el proyecto.

## Descripción y análisis del proyecto

<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Diseño de pavimento y sistema de drenaje pluvial del centro poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021</b>	
<b>Tipo de proyecto a realizar</b>	<b>NUEVO</b>	<b>MEJORAMIENTO</b>
	X	
<b>Monto estimado de la inversión</b>	S/ 10 211 689.87 soles	
<b>Ubicación Geográfica del proyecto</b>	Ubicada a 21.55 msnm de altitud 06°46'22.48"S de la latitud 79°55'23.69"O de longitud	
<b>Distrito</b>	San José	
<b>Provincia</b>	Lambayeque	
<b>Departamento</b>	Lambayeque	
<b>Tiempo de vida útil del proyecto</b>	10 años	

## Área de influencia del proyecto

El área de influencia del proyecto se determinará en aquellos espacios y aspectos donde resulten más susceptibles de recepcionar el impacto, por tanto, el servicio que prestará el proyecto tiene un área de influencia directa que comprende a los pobladores del Centro Poblado de Ciudad de Dios, donde las actividades del proyecto pueden tener impactos tanto positivos como negativos.

#### Área de influencia directa:

El área de influencia directa está delimitada por las zonas donde se encuentra afectada el medio físico, biótico, abiótico y social, en este proyecto vendría a ser por los mismos pobladores del Centro Poblado de Ciudad de Dios, la flora, fauna y el medio ambiente en menor medida dado que es una zona urbana.

#### Área de influencia indirecta:

El área de influencia indirecta del proyecto se delimitará o comprenderá las zonas más alejadas del proyecto que se verán favorecidas con el mejoramiento del servicio de pavimentación y sistema de drenaje pluvial de la zona.

Los límites de la zona de estudio:

- Por el Norte: Caserío San Andrés
- Por el Sur: Caserío Juan Tomis
- Por el Este: Caserío Gallito
- Por el Oeste: Caserío Paredones

#### Línea Base Ambiental

Se define como el estado actual proyecto como una fotografía del medio ambiente antes de la intervención del mismo.

#### Línea de base física:

Tabla 81. Medio Físico

MEDIO FÍSICO	
Superficie	En el presente estudio, la descripción se centrará en el área de influencia directa, la cual comprende el área aprox. de 26.02 Ha, donde los impactos ambientales se darán en forma directa e inmediata durante el proceso de ejecución del proyecto
Clima	La temperatura media alta del aire durante la primavera varía entre 22,7 y 29,6 °C, observándose los valores más altos en los meses de verano, y los valores más bajos en los meses de otoño e invierno. La temperatura media del aire oscila entre 16,0 y 21,6 °C.
Hidrología	La precipitación máxima dada para esta zona es de 31.91 mm/hr

Fuente: Elaboración propia

Línea Base Ambiental:

Tabla 82. Medio Biológico

MEDIO BIOLÓGICO		
Flora	Platanito	Sesuvium portulacastrum
	Mude	Maytenus octogona
	Salicornia	Salicornia fruticosa
	Gramma	Eleusine indica
	Inea	Typha dominguensis
	Chope	Cryptocarpus pyriformis
Fauna	Perro	Canis lupus familiaris
	Gato	Feliz Catus
	Piquero peruano	Sula variegata
	Flamenco chileno	Phoenicopterus chilensis
	Pelicano peruano	Pelecanus thagus
	Gaviotín peruano	Sternula lorata
	GarzasIbis	Ixobrychus exilis
	Búhos	Athene cunicularia
	Buitres	Coragyps atratus
	Lagartija de playa	Microlophus peruvianus
	Lisa	Mugil cephalus
	Tilapia del Nilo	Oreochromis niloticus

Fuente: Elaboración propia

Línea Base Socioeconómica:

Para esos sectores que presentan diferencias de grados de instrucción, niveles de ingreso, los pobladores continúan identificándose con la vida tradicional de la zona, participan de dos esferas económicas bien diferenciadas, una de subsistencia familiar y otra de comercio.

Diagnostico Arqueológico:

Dado que este proyecto se encuentra ubicado en una zona urbana no fue necesario la realización del Certificado de inexistencia de restos arqueológicos (CIRA)

## Identificación y evaluación de los Impactos Ambientales

Para la EIA en la Fase de ejecución del proyecto “Diseño de Pavimento y Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021”, se ha logrado determinar los efectos generados durante el proceso constructivo, los mismos que han sido evaluados para determinar las medidas de mitigación más óptimas para lograr restablecer el equilibrio ambiental. Así mismo con el presente proyecto se generan impactos positivos tanto sociales, que mejoraran las condiciones de vida de los pobladores.

A continuación, se detalla el perfil que cada actividad generará en el ecosistema.

Tabla 83. Actividades con potencial para causar daños

ETAPA	ACTIVIDADES	ACCIÓN	CARÁCTER
PLANIFICACION	Obras provisionales	Desvío a rutas alternativas	Temporal - Tiempo de duración de la obra
CONSTRUCCIÓN	Acciones Generales	Demoliciones	Temporal - Transitorio de corta duracion
	Movimiento de tierras	Excavaciones y Rellenos	Temporal - Transitorio de corta duracion
OPERACIÓN	Obras provisionales	Generacion de Residuos	Temporal - Tiempo de duración de la obra

Fuente: Elaboración propia

Matriz de Leopold

La matriz de Leopold es una herramienta que nos permite medir o cuantificar los daños o impacto que un proyecto tendría sobre el medio ambiente, fue desarrollada en 1971 por el Ing. Civil, físico-meteorólogo Luna Leopold en el Servicio Geológico del departamento del Interior de los estados Unidos, quienes estaban preocupados por evaluar las repercusiones que tendrían las acciones humanas en el medio ambiente.

El método se basa en una matriz con columnas mostrando diferentes actividades que se presentan en un proyecto y en las filas se presentan los factores ambientales capaces de ser afectados en el proyecto. [31]

Para el uso de la Matriz de Leopold, el primer paso se basa en la determinación de los impactos existentes, en donde se deben tomar en cuenta todas las actividades que pueden tener lugar debido al proyecto. [31]

Después en cada acción, se toman todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción. [31]

Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores numéricos, el primero indica la magnitud y el segundo la importancia del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental. [31]

### Magnitud

Expresa el grado de valoración del impacto potencial provocada, el cual se coloca en la mitad superior izquierda. Tiene referencia a la intensidad y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, poniendo un signo “+” para los efectos positivos y “-” para los negativos. [31]

Tabla 84. Calificación de acuerdo a la magnitud

MAGNITUD		
Calificación	Intensidad	Afectación
1	BAJA	Baja
2		Media
3		Alta
4	MEDIA	Baja
5		Media
6		Alta
7	ALTA	Baja
8		Media
9		Alta
10	MUY ALTA	Alta

Fuente: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental

## Importancia

Es el valor ponderal, que otorga el peso relativo del potencial, se pone en la mitad inferior derecha del cuadro. Tiene referencia a la relevancia del impacto, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica del 1 al 10 en orden creciente de importancia. [31]

Tabla 85. Calificación de acuerdo a la importancia

IMPORTANCIA		
Calificación	Intensidad	Afectación
1	Puntual	Temporal
2		Media
3		Permanente
4	Local	Temporal
5		Media
6		Permanente
7	Regional	Temporal
8		Media
9		Permanente
10	Regional	Permanente

Fuente: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental



## Evaluación de Impactos Ambientales

Con los resultados de la matriz de Leopold podemos evaluar los impactos ambientales generados con el presente proyecto, mediante el siguiente cuadro:

Tabla 87. Jerarquización de Impactos

MEDIDA DE IMPACTO	RANGO	SIMBOLOGÍA
No significativo	0-20.8	
Bajo	20.8 - 60.0	
Medio	60.0 - 162.8	
Alto	162.8 - 516.8	
Muy Alto	516.8 - 960.0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88. Resultado de la matriz de Leopold

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MATRIZ DE IMPORTANCIA		FASE	PROMEDIO	MEDIDA DEL IMPACTO	
FACTORES AFECTADOS		ACCIONES IMPACTANTES			
MEDIO FÍSICO	INERTE	AIRE	Calidad del aire	-71	MEDIO
			Nivel de Ruido	-86	MEDIO
		SUELOS	Erosión	-20	NO SIGNIFICATIVO
			Calidad del suelo	-96	MEDIO
			Permeabilidad	3	NO SIGNIFICATIVO
		AGUA	Calidad	-14	NO SIGNIFICATIVO
	Aguas superficiales		-1	NO SIGNIFICATIVO	
	Aguas subterráneas		13	NO SIGNIFICATIVO	
	BIÓTICA	FLORA	Arbustos	-7	NO SIGNIFICATIVO
			Plantas ornamentales	0	NO SIGNIFICATIVO
		FAUNA	Animales	-18	NO SIGNIFICATIVO
	PERCEPT.	AREAS AMB.	Suelos Agrícolas	-25	BAJO
		CALIDAD VISUAL	Paisaje	15	NO SIGNIFICATIVO
MEDIO SOCIOECONÓMICO	POBLACIÓN	FACTOR ECONOMICO	Empleo	156	MEDIO
			Agrícola	0	NO SIGNIFICATIVO
	FACTOR SOCIAL	Calidad de Vida	48	BAJO	

Fuente: Elaboración propia

## Análisis de Resultados

Tabla 89. Descripción de los factores que son afectados

<b>Componente Aire</b>	De acuerdo a la evaluación realizada para el componente aire, los potenciales impactos han sido calificados como de “medio” impacto. Respecto a los aspectos evaluados, las actividades constructivas propiciarán un incremento en la emisión de material particulado, emisiones gaseosas y ruido, ocasionado por las demoliciones para la conformación del terreno, movilización de equipos, construcción de estructuras de concreto, entre otros.
<b>Componente Suelo</b>	En cuanto a la evaluación realizada al componente suelo, se puede decir que los impactos como el riesgo de alterar la calidad del suelo, riesgo de erosión y permeabilidad, han sido calificados como “medio” y “no significativos”, debido a que el proyecto se desarrollará en una zona ya impactada.
<b>Componente Agua</b>	En cuanto al componente agua se ha considerado que el potencial impacto sería negativo “no significativo” en el caso de calidad de agua y aguas superficiales, debido al riesgo de alterar la calidad de agua superficial, y que podrían ocurrir debido a las actividades de construcción, operación y cierre del proyecto. En el caso de aguas subterráneas ha sido calificado como que el potencial impacto sería positivo “no significativo”.
<b>Componente Flora y Fauna</b>	En cuanto a la evaluación realizada al componente flora y fauna, se puede decir que los impactos como arbustos, plantas ornamentales y animales, han sido calificados como negativos “no significativos”, debido a que el proyecto se desarrollará en una zona ya impactada
<b>Componente Perceptual</b>	Debido a la percepción de la población sobre el presente proyecto, se ha calificado el riesgo de temores y expectativas de la población como un impacto negativo “bajo” en el caso de suelos agrícolas e impacto positivo “no significativo” en el caso de paisaje.
<b>Componente Económico</b>	El presente proyecto generará empleo, el impacto positivo es considerado como “medio”, debido a que los trabajadores necesarios para la realización del mismo.

Fuente: Elaboración propia

## Plan de Manejo Ambiental

Son las medidas de mitigación, adoptadas con el fin de minimizar los impactos negativos en la zona donde se ejecutará el proyecto. [32]

Medidas de prevención:

Etapas de Construcción:

Tabla 90. Medidas de prevención

ETAPA DE CONSTRUCCION	ETAPA DE OPERACIÓN
Planificar hacia qué zonas se realizaran los desvios vehiculares con la finalidad de no generar congestión en la ciudad	Se aplicará el Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo, según lo estipulado en el D.S. N° 005-2012-TR, para asegurar el bienestar del personal operario.
Retirar el material excedente inmediatamente después de ser extraído, así se podrá evitar los malos olores y se mejora la apreciación visual de la zona	Para el manejo de los residuos sólidos, se seguirán los criterios establecidos en los documentos exigidos en la Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento.
Se manejarán los residuos de acuerdo a Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento	Se acondicionan los ambientes de trabajo con los equipos necesarios de seguridad (extintores, señalizaciones, gabinete contra incendio) para el desarrollo de actividades industriales.
Para evitar la contaminación de suelos, se habilitará un área específica para el almacenamiento temporal de residuos sólidos	Para riesgo de afectación a la salud de trabajadores, se proporcionará y exigirá el uso obligatorio de los equipos de protección personal (EPP) (guantes, cascos, zapatos con punta de acero, lentes de seguridad, protectores auditivos, protectores faciales, etc)
Para evitar riesgo de accidentes, se señalarán las zonas donde se esté realizando actividades de riesgo	
Se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos	
Implementar y aplicar el plan de emergencia	Se implementará y aplicará el plan general de emergencia

Fuente: Elaboración propia

### Medidas de Corrección y/o Mitigación

Tabla 91. Medidas de Corrección y/o Mitigación

ETAPA DE CONSTRUCCION	ETAPA DE OPERACIÓN
Utilizar equipos y maquinarias que se encuentren en buen estado, tengan continuo mantenimiento para que la generación de ruido sean la mínimas para disminuir la contaminación atmosférica y no dañar la calidad de aire.	Para los casos de accidentes por manipulación de materias primas, productos y equipos, se contará con personal paramédico (enfermero) para la atención de primeros auxilios, y la relación de centros de salud para el traslado inmediato del accidentado.
Para casos de accidentes, se contará con un botiquín de primeros auxilios, así como con facilidades para trasladar al accidentado al centro de salud más cercano.	
Los residuos deberán ser dispuestos en lugares autorizados por la Municipalidad.	

Fuente: Elaboración propia

## Discusión de resultados

En una ubicación favorable se realizó el estudio de tránsito para determinar las cargas por eje equivalentes para el diseño del pavimento rígido. Luego se realizó el levantamiento optando la toma de un punto geodésico para posteriormente iniciar con la topografía utilizando la estación total. Obteniendo cotas mínimas 21.55 m.s.n.m. y máxima 24.32 m.s.n.m., los perfiles, curvas de nivel y secciones transversales. Los estudios de mecánica de suelo se ejecutaron en veinte excavaciones a cielo abierto, obteniendo CBR que oscilan entre 8.2% y 10.8%, además los estudios nos aportan información sobre la estructura física del suelo en el sector analizado. Para el diseño de pavimento rígido se consideró los valores del método AASHTO-93 con un espesor de losa de concreto de 17 cm y subrasante de 15 cm.

El sistema propuesto tiene un área de estudio de 0,2602 km<sup>2</sup>, que se considera un sistema de drenaje urbano modesto porque no supera los 3 km<sup>2</sup>. Trabajamos con un plazo de diseño de 10 años ofrecido por la norma CE. 040 (Drenaje pluvial urbano). El diseño del sistema sugerido se creó utilizando el software SWMM 5.2 vE de la EPA. Teniendo en cuenta las normas de diseño establecidas en la norma anterior. Para la hidrología, los datos pluviométricos de la estación Lambayeque se obtuvieron utilizando el software HIDROESTA 2, que ejecutó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogórov-Smirnov. La distribución de Gumbel fue la que mejor se ajustó a los datos de precipitación; la precipitación máxima obtenida para un periodo de retorno de 10 años fue de 31,91 mm.

Por lo que respecta a la modelización y el diseño del sistema de drenaje pluvial mediante el programa informático SWMM de la EPA, las conclusiones recogidas y derivadas del informe de situación del programa informático, antes la simulación se completó con éxito, tiene un error de continuidad de escorrentía superficial de -0,02% y un error de continuidad de cálculo hidráulico de 0,03%, ambos dentro del límite admisible de no superar el 10% de errores de continuidad. La precipitación total para las 38 subcuencas evaluadas fue de 11.563 mm, con una infiltración mínima de 0,031 mm y máxima de 1.737 mm, y un coeficiente de escorrentía de 0,37 mm y máximo de 0,95 mm. Considerando los resultados, no hay sobrecargas ni inundaciones en los nodos evaluados por el programa.

Según la norma CE. 040, la velocidad mínima es de 0,90 m/s y la máxima de 2.69 m/s, con una pendiente mínima del 1%. El máximo caudal del sistema fue de 569.58 LPS. Los diámetros de tuberías comenzando desde el sumidero de arranque y terminando al vertedero fueron de 450mm, 500 mm y 600 mm.

La descarga final se da en el Dren 3000, la cual tiene una tubería de 600 mm de diámetro con una profundidad de 3.00 m, desde el terreno natural hasta el fondo de tubería. La profundidad del Dren 3000 referente a la zona de estudio es de 5.50 m, realizado in situ con ayuda de una mira de aluminio (ver fotografía 27 y 28) la cual indica que el nivel máximo de agua estaría por debajo del punto final del vertedero.

El tirante obtenido in situ es de 0.20 m, para el cual se calculó su caudal de 0.33 m<sup>3</sup>/s mediante el software H canales, agregando a dicho caudal in situ el caudal de 0.57 m<sup>3</sup>/s del drenaje pluvial se obtiene un caudal total de 0.90 m<sup>3</sup>/s con un tirante de 0.48 m. Considerando un galibo de 1.80 m y un nivel máximo de agua de 1.20 m de obtiene un caudal máximo de 6.80 m<sup>3</sup>/s que es mayor que el caudal total.

La contaminación a lo largo de los drenes hace presencia de basura, conexiones de desagües clandestinas de fábricas o viviendas, la cual la OEFA tiene que regular para que escurra las aguas de riego agrícola y no basura o aguas servidas.

El caudal del Dren 3000 es bajo por que transporta agua de riego, existiendo un canal cercano que transporta aguas servidas la cual no excedería al nivel máximo de agua para el Dren 3000.

## Conclusiones

- Los resultados del levantamiento Topográfico cuentan con un total de 839 (BMs) que muestran el relieve del terreno del centro poblado de Ciudad de Dios; las cotas de terreno varían entre 21.55 msnm como cota mínima y 24.32 msnm como cota máxima.
- El estudio de tráfico (IMD) se instaló una estación para el conteo de vehículos situado en la Avenida C-1, determinando los ejes equivalentes cuyo valor es 1194388 EE para pavimento rígido.
- En la investigación del suelo se examinaron 20 excavaciones hasta una profundidad de 1,50 m; los ensayos de laboratorio revelaron una capa de arena arcillosa con un CBR mínimo de 8,2% y máximo de 10,8%.
- La data para la investigación hidrológica se obtuvo de la Estación Lambayeque, para el cálculo del tiempo de concentración se utilizó la técnica de California Culverts y Kirpich, dejando como resultado final el método de Kirpich con 36.85 min, la intensidad máxima horaria es de 7.71 mm/h.
- De acuerdo al proyecto se propone dos tipos de vías, para las avenidas colectoras (C y D) con anchuras de carril de 6.30 m y 4.50 m, y calles de clasificación local de una y dos vías según ancho de carril.
- El diseño del pavimento rígido en AASHTO 93 es de 17 cm de losa y 15 cm de base granular, en PCA espesor de losa de 20 cm y base granular de 15 cm.
- El caudal final del sistema de drenaje es de 0.570 m<sup>3</sup>/s.
- Mediante el software EPA SWMM se diseñó el sistema, teniendo como resultado tuberías de diámetro de, 450mm, 500mm y 600 mm. Siendo los diámetros comerciales.
- El sistema de drenaje pluvial se realizó en descarga libre hasta el punto del vertedero (Dren 3000), finalizando con una tubería de 600 mm de diámetro con una profundidad de 3.00 m desde el terreno natural hasta el fondo de tubería y un nivel máximo de agua de 1.20 m. (ver fotografía 27 y 28).
- El tirante obtenido in situ es de 0.20 m, para el cual se calculó su caudal de 0.33 m<sup>3</sup>/s mediante el software H canales, agregando a dicho caudal in situ el caudal de 0.57 m<sup>3</sup>/s del drenaje pluvial se obtiene un caudal total de 0.90 m<sup>3</sup>/s con un tirante de 0.48 m. Considerando un galibo de 1.80 m y un nivel máximo de agua

de 1.20 m de obtiene un caudal máximo de 6.80 m<sup>3</sup>/s que es mayor que el caudal total.

- El análisis de impacto ambiental revela que las consecuencias negativas más importantes durante la fase de construcción son el ruido, el polvo y la calidad del suelo, que se abordarán siguiendo el plan de gestión ambiental.
- El presupuesto total para el desarrollo del proyecto es de S/ 10 211 689.87 soles.

## Recomendaciones

- Se sugiere la reparación periódica de carreteras y sumideros, para evitar el deterioro del concreto y obstrucción de los lugares de recogida de las precipitaciones, que es una actividad crítica para el funcionamiento eficaz del sistema de drenaje pluvial.
- La descolmatación del Dren 3000 tienen que realizarse periódicamente, más aún en épocas de lluvia, para no causar el crecimiento excesivo del cauce.
- Se sugiere la supervisión de la OEFA para que los drenes cumplan la función de escurrir las aguas de riego agrícola y evitar las conexiones de desagües clandestinas realizadas por las fabricas o viviendas que se encuentra alrededor.
- Para minimizar los daños medioambientales, es importante que se sigan todos los planes de gestión medioambiental.
- Se aconseja brindar charlas informativas a la población para concientizar al cuidado de las obras propuestas.

## Referencias

- [1] Evaluación de Riesgo por Inundación Pluvial en el Centro Poblado de Ciudad de Dios, Distrito de San José, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque, «CENEPRED,» San José, 2019.
- [2] C. López Chanamé, Diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del distrito de ferreñafe, 2017.
- [3] P. D. Luna Victoria Narro, DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA CIUDAD DE OTUZCO, LA LIBERTAD MEDIANTE EL USO DEL MODELO MATEMÁTICO SWMM, Otuzco, 2021.
- [4] M. Hernández Jimenez, DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN URB. EL CHILCAL DE LA CIUDAD DE PIURA, PIURA, 2018.
- [5] Ramos Vigilio Jhon Williams, DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA AVENIDA 28 DE AGOSTO DEL DISTRITO DE AMARILIS, HUANUCO - 2019, HUANUCO, 2019.
- [6] R. N. Rondoy Aguilar, DISEÑO DE UN PAVIMENTO PERMEABLE Y DRENAJE PLUVIAL DEL TRAMO JR. SAN LORENZO – MERCADO DE PIURA, 2018.
- [7] A. Mora Cano y C. Arguelles Sáenz, DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA URBANIZACIÓN CABALLERO Y GÓNGORA, MUNICIPIO DE HONDA -TOLIMA, 2015.
- [8] J. Muñoz Acuña, SISTEMAS DE DRENAJE SOSTENIBLE COMO ALTERNATIVA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE INUNDACIONES EN NECHÍ UN MUNICIPIO DE LA MONJANA, Colombia, 2015.
- [9] A. Montejo Fonseca, Ingeniería de Pavimentos para Carreteras Tomo I, BOGOTA: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EDICIONES Y PUBLICACIONES, 2002.
- [10] N. T. C.E.010 y REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, PAVIMENTOS URBANOS.
- [11] M. D. T. Y. COMUNICACIONES, «SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNICA Y PAVIMENTOS SECCION SUELOS Y PAVIEMNTOS R.D. N° 10-2014-MTC/14,» de *MANUAL DE CARRETERAS*, LIMA, 2014, p. 11.
- [12] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, ««SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS R.D. N° 10-2014-MTC/14,»» de *MANUAL DE CARRETRAS*, LIMA, 2014, p. 11.
- [13] N. T. C.E.040, DRENAJE PLUVIAL URBANO, LIMA: EDITORIAL EL PERUANO, 2021.
- [14] R. N. D. EDIFICACIONES, «II.3 OBRAS DE SANEAMIENTO,» de *OS-060 DRENAJE PLUVIAL URBANO*, 2006.
- [15] A. Cahuana Andia, Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233, Cochabamba , 2009.
- [16] M. Villón Bejar, Hidrología, Lima: Villón, 2002.

- [17] c. y. s. Perú. Ministerio de vivienda, CE.040: Drenaje pluvial, Lima: Diario el Peruano , 2021.
- [18] MTC, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Lima, 2014.
- [19] G. Monsalve Sáenz, Hidrología en la ingeniería, Colombia : Alfaomega, 1999.
- [20] Perú. Ministerio de Transportes y Comunicaciones-MTC, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Lima: Limusa S.A., 2008.
- [21] México. Comisión Nacional del Agua, Manual de Agua Potable y Saneamiento, México: Alfaomega, 2007.
- [22] R. A. López Cualla, Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarilados, Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería , 2000.
- [23] M. d. T. y. C. (MTC), Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Lima: Limusa S.A., 2013.
- [24] MDGVU, MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS - VCHI, MIRAFLORES, 2005.
- [25] NORMA TÉCNICA G.H.020, COMPONENTES DE DISEÑO URBANO, 2011.
- [26] A. MONTEJO FONSECA, INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS, BOGOTÁ: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA EDICIONES Y PUBLICACIONES, 2002.
- [27] I. P. E. D. D. L. P. (IDPP), GUIA AASHTO PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, LIMA, 1997.
- [28] REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, II.3 OBRAS DE SANEAMIENTO, 2006, OS-060 DRENAJE PLUVIAL URBANO.
- [29] Perú. Ministerio de Vivienda, Construcción y Sanamiento, E.050: Norma Técnica de Suelos y Cimentaciones, Lima: Macro, 2018.
- [30] M. D. CARRETERAS, "SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS. RD N° 10 - 2014-MTC/2014"., (09.04.2014).
- [31] M. D. CARRETERAS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN, 07.08.2013.
- [32] AASHTO, GUIA AASHTO PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS, 1997.
- [33] N. E.050, SUELOS Y CIMENTACIONES, 2006.
- [34] A. Montejo Fonseca, Ingeniería de Pavimentos, Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2002.
- [35] Perú. Ministerio de Transportes y Comunicaciones-MTC, Manual de Ensayo de Materiales, Lima: Limusa S.A., 2016.
- [36] SENAMHI, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, «El fenómeno EL NIÑO en el Perú,» Digital Print Servie EIRL, lima, 2015.

- [37] M. Villón Béjar, Hidrología, Cártago.
- [38] M. D. T. Y. COMUNICACIONES, "ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCION", (EG-2013)-RD N°03-2013-MTC/14, 2013.
- [39] EPA SWMM, Modelo de Gestion de Aguas Pluviales de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU..
- [40] V. Conesa, Guia metodologica para la evaluaciòn de impacto ambiental, Ediciones Mundi - Prensa, 2010.
- [41] V. CONESA FDEZ. VITORA, GUIA METODOLOGICA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL, EDICIONES MUNDI-PRENSA, 2010.

## Anexos

## Documentos

## Documento 1 - Constancia de necesidad del proyecto



**MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SAN JOSÉ**  
 DIVISIÓN DE INFRAESTRUCTURA, DESARROLLO URBANO Y RURAL  
 "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
 "AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"



San José (Lambayeque), 04 de Marzo del 2022

**CARTA N° 030-2022-MDSJ-DIDUR/AVL**

**RICARDO WILLY OCTAVIO ACOSTA GUERRERO**  
 Estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil Ambiental

Presente.-

**ASUNTO : CONOCIMIENTO Y FINES**

**REFERENCIA : SOLICITUD CON REGISTRO N° 3179-2021**

Es grato dirigirme a usted para expresarle mi cordial y afectuoso saludo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que, en atención al documento de la referencia, hago de conocimiento que el Sr. Ricardo Willy Octavio Acosta Guerrero estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil Ambiental, de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo (USAT) está solicitando se le informe sobre la necesidad de su proyecto de tesis denominado: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CENTRO POBLADO CIUDAD DE DIOS, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE 2021"

Así mismo, esta División hace de su conocimiento que su proyecto de tesis denominado: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CENTRO POBLADO CIUDAD DE DIOS, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE 2021", SI ES NECESARIO para nuestra población de dicho Sector, la cual beneficiará a muchas familias, ya que permitiría el retiro de las aguas que se acumulan en depresiones topográficas del terreno, causando inconvenientes ya sea a la agricultura o en áreas urbanizadas o carreteras.

Agradeciendo la atención que brinde a la presente, hago propicia la ocasión para expresar a Usted los sentimientos de mi consideración y estima personal.

Atentamente

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SAN JOSÉ  
 Ing. Adalberto Vizconde Linares  
 JEFE DE DIDUR

Documento 2 – Autorización para la realización de estudios como: topográficos, suelos e hidrológicos emitido por la Municipalidad Distrital de San José



## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JOSÉ

Provincia y Departamento de Lambayeque

ELEVADO A DISTRITO EL 02 DE ENERO DE 1857

La Municipalidad Distrital de San José, a través de la División de Infraestructura, Desarrollo Urbano y Rural (DIDUR), después de evaluar la Solicitud de Trámite Administrativo N° 3182-2021, mediante el cual se solicita permiso para realizar proyecto de tesis, la cual se declara procedente dicha autorización; por tanto, esta Entidad:

### Autoriza:

Al estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT), RICARDO WILLY OCTAVIO ACOSTA GUERRERO identificado con DNI N° 48314853, el permiso para realizar proyecto de tesis titulada: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL CENTRO POBLADO CIUDAD DE DIOS, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE 2021”**, a fin de realizar diversos estudios como: topográficos, suelos e hidrológicos en la zona donde se desarrolla el Proyecto; cabe precisar que dichos trabajos se realizarán con fines académicos.

Se extiende la presente autorización para los fines que el interesado crea conveniente.

San José, Marzo del 2022.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JOSÉ  
 Ing. Anabella Vizconde Linares  
 JEFE DE DISTRITO



“Cuna de Grandes Pescadores, Artesanas y Constructores Navales”

📍 Calle Fco. Bolognesi N°259 ✉ municipalidad@munisanjose.gob.pe 🌐 www.munisanjose.gob.pe

Documento 3 – Presentación de solicitud a EPSEL, para la facilitación de planos de red existentes de agua y saneamiento del Centro Poblado Ciudad de Dios, San José.

**"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"**

Cod: 750682  
Lambayeque, 01 de Julio del 2022

Sr. Ing. José Rivera  
JEFATURA ZONAL LAMBAYEQUE - EPSEL

01 JUL 2022  
11:29 a

**ASUNTO:** Solicito planos de la red existente de agua potable y saneamiento del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque

De mi consideración:

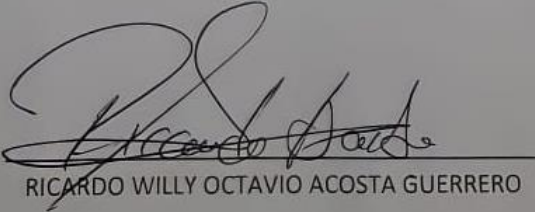
Yo, Ricardo Willy Octavio Acosta Guerrero, identificado con el N° DNI 48314853, Código Universitario N° 112TD28976, con domicilio Calle. E. Orbegozo Mz J5 Lote 9 – Las Dunas – Lambayeque, teléfono 956901942, rrichard\_2@hotmail.com

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

En calidad de alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque he decidido desarrollar la tesis denominada "**Diseño de Pavimento y Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, 2021**" motivo por el cual solicito los planos de las redes existentes de agua potable y saneamiento del centro poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque.

Por lo expuesto a usted, ruego se acceda a nuestra solicitud por el motivo antes mencionado.

Atentamente.

  
RICARDO WILLY OCTAVIO ACOSTA GUERRERO  
DNI N° 48314853

## Panel Fotográfico

Fotografía 1 Situación Actual de la Calle 2



Fotografía 2 Situación Actual de la Calle 8



Fotografía 3 Situación Actual de la Calle 1



Fotografía 4 Situación Actual de la Avenida E



Fotografía 5 Situación Actual de la Calle 5



Fotografía 6 Situación Actual de la Avenida C



Fotografía 7 Situación Actual de la Calle 19



Fotografía 8 Situación Actual de la Calle 3



Fotografía 9 Situación Actual de la Calle 4



Fotografía 10 Levantamiento Topográfico



Fotografía 11 Levantamiento Topográfico



Fotografía 12 Levantamiento Topográfico



Fotografía 13 Levantamiento Topográfico



Fotografía 14 Levantamiento Topográfico



Fotografía 15 Exploración de calicatas



Fotografía 16 Exploración de calicatas



Fotografía 17 Exploración de calicatas (profundidad 1.50 m)



Fotografía 18 Exploración de calicatas



Fotografía 19 Exploración de calicatas



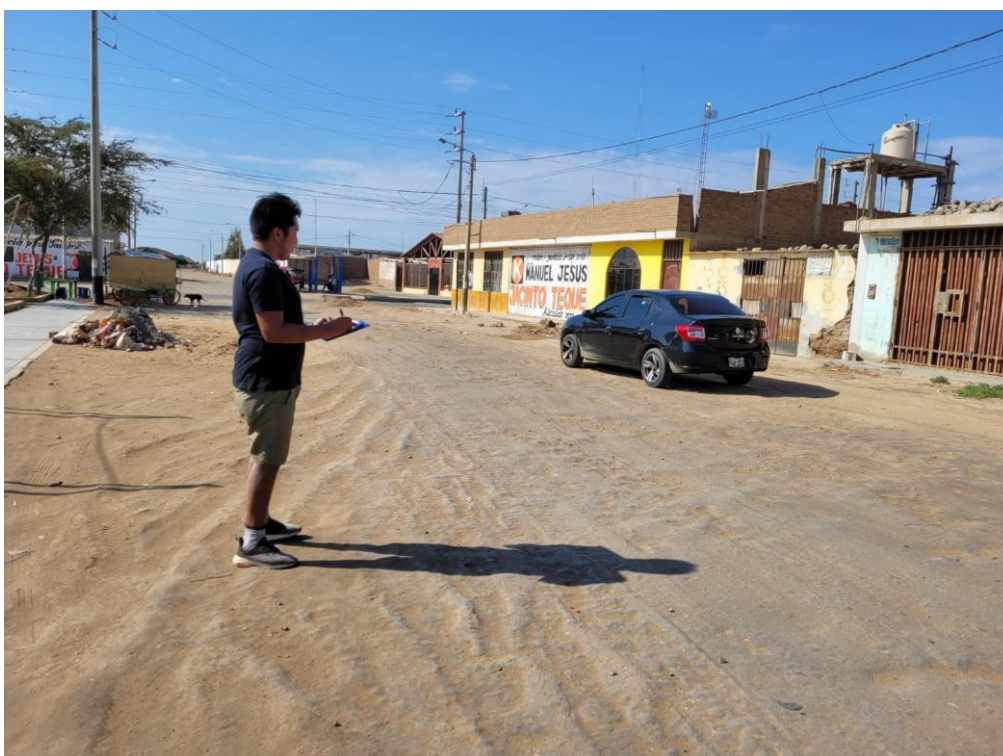
Fotografía 20 Conteo de vehículos – Avenida C



Fotografía 21 Conteo de vehículos – Avenida C



Fotografía 22 Conteo de vehículos – Avenida C



Fotografía 23 Ensayos de granulometría



Fotografía 24 Compactación de muestra en moldes



Fotografía 25 CBR



Fotografía 26 Penetración CBR



Fotografía 27 Visita in situ del Dren 3000



Fotografía 28 Visita in situ del Dren 3000



Fotografía 29 Responsable del Dren 3000











FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA C		
SENTIDO	E		S
UBICACION			
DIA	4		

ESTACION	AVENIDA C		
CODIGO DE LA ESTACION	E001-1		
DIA Y FECHA	Jueves	14	4 2022

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL				
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi			2 E	>=3 E	C 2	C3	C4	T2S	T2S2	T3S	T3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3			
0	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	E	11	2	1	1	4	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
6	S	35	3	0	1	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
6	F	11	3	1	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
7	S	115	1	3	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123
7	F	35	1	1	3	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
8	S	110	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124
8	F	110	1	1	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118
9	S	135	1	3	3	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146
9	F	115	2	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126
10	S	112	3	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
10	F	115	1	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121
11	S	35	1	3	4	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
11	F	110	2	1	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	119
12	S	115	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	120
12	F	38	3	3	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
13	S	150	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153
13	E	135	1	3	4	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147
14	S	132	3	0	3	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142
14	F	130	1	1	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137
15	S	35	1	0	2	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
15	F	110	3	3	4	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124
16	S	125	1	0	5	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134
16	F	35	1	1	5	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
17	S	110	1	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116
17	E	35	1	3	4	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
18	S	115	1	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122
18	F	110	0	3	3	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
19	S	110	3	0	2	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121
19	F	35	2	1	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
20	S	36	0	2	5	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
20	F	35	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
21	S	33	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
21	E	11	2	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
22	S	10	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
22	F	15	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
23	S	8	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
23	F	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL E		1196	28	31	46	39	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1371
PARCIAL S		1522	27	20	36	33	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1668







FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA C		
SENTIDO	E		S
UBICACION			
DIA	7		

ESTACION	AVENIDA C		
CODIGO DE LA ESTACION	E001-1		
DIAY FECHA	Domingo	17	4 2022

HORA	AUTO	STATIO N WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	C 2	C3	C4	T2S/T2S2	T2S3	T3S/T3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
0	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	E	25	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
6	S	11	4	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
6	E	25	5	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
7	S	20	1	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
7	E	110	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
8	S	25	3	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
8	E	105	2	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
9	S	105	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
9	E	125	1	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135
10	S	123	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133
10	E	125	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134
11	S	128	2	3	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141
11	E	25	2	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
12	S	110	2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
12	E	100	5	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116
13	S	25	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
13	E	100	2	3	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
14	S	155	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164
14	E	105	2	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118
15	S	152	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162
15	E	32	3	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
16	S	110	2	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119
16	E	152	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161
17	S	38	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
17	E	112	1	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124
18	S	33	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
18	E	115	0	5	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
19	S	115	5	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127
19	E	120	7	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136
20	S	35	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
20	E	25	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
21	S	25	0	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
21	E	25	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
22	S	32	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
22	E	15	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
23	S	20	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL E		1441	42	40	46	49	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1648
PARCIAL S		1268	36	26	29	45	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1433





FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	AVENIDA C			
SENTIDO	SALIDA	S		
UBICACIÓN				
DIA	7			








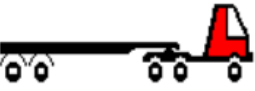
ESTACION	AVENIDA C			
CODIGO DE LA ESTACION	E001-1			
DIA Y FECHA	DOMINGO	17	4	2022

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL	%			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
0-1	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
1-2	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
2-3	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
3-4	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
4-5	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
5-6	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
6-7	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
7-8	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
8-9	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
9-10	S	31	1	2	1	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	3.03
10-11	S	19	3	0	1	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	2.07
11-12	S	31	4	2	3	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	3.25
12-13	S	34	1	3	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	3.10
13-14	S	97	1	2	4	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	8.06
14-15	S	44	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	4.29
15-16	S	110	1	2	2	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	8.87
16-17	S	114	1	3	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	9.16
17-18	S	124	1	2	4	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	9.90
18-19	S	116	3	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	9.16
19-20	S	103	1	0	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	8.13
20-21	S	107	2	3	6	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	8.94
21-22	S	56	1	2	1	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	4.80
22-23	S	113	1	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	8.72
23-24	S	100	4	3	4	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115	8.50
<b>PARCIAL E:</b>		1199	28	27	39	30	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1353	
<b>%</b>		<b>88.62</b>	<b>2.07</b>	<b>2.00</b>	<b>2.88</b>	<b>2.22</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2.22</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>100.00</b>	



## CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES

Tipos de Vehículos	Peso de Eje delantero	Peso de Eje trasero
Auto	1	1
Station wagon	1.25	1.25
Camioneta Pick Up	1.5	1.5
Panel	1.5	1.5
Combi	2	2
Micro	7	11
Camión C2	7	11
T3S2	7	11

TIPO DE VEHICULO		PAVIMENTO RÍGIDO	
		Auto	Factor camión por eje
	Peso eje delantero (Kn)	1	0.000436385
	Peso eje trasero (Kn)	1	0.000436385
		<b>Station wagon</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	1.25	0.001089434
	Peso eje trasero (Kn)	1.25	0.001089434
		<b>Camioneta Pick Up</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	1.5	0.002300615
	Peso eje trasero (Kn)	1.5	0.002300615
		<b>Panel</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	1.5	0.002300615
	Peso eje trasero (Kn)	1.5	0.002300615
		<b>Combi</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	2	0.007483295
	Peso eje trasero (Kn)	2	0.007483295
		<b>Micro</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	7	1.272834178
	Peso eje trasero (Kn)	7	1.272834178
		<b>Camión C2</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	7	1.272834178
	Peso eje trasero (Kn)	11	3.334826273
		<b>T3S2</b>	<b>Factor camión por eje</b>
	Peso eje delantero (Kn)	7	1.265366749
	Peso eje trasero (Kn)	8	0.903716376
	Peso eje trasero (Kn)	8	0.903716376
	Peso eje trasero (Kn)	8	0.903716376
	Peso eje trasero (Kn)	8	0.903716376

Tipos de Vehículos	Peso total	Factor camión-rígido
Auto	2	0.000872770
Station wagon	2.5	0.002178868
Camioneta Pick Up	3	0.004601231
Panel	3	0.004601231
Combi	4	0.014966589
Micro	18	2.545668356
Camión C2	18	4.607660451
T3S2	39	4.880232251

ESAL DE DISEÑO PARA MÉTODO PAVIMENTO RÍGIDO

TIPO DE VEHICULO	LUNES 11	MARTES 12	MIERCOLES 13	JUEVES 14	VIERNES 15	SABADO 16	DOMINGO 17	TOTAL SEMANAL	IMDs	FC	IMDa
AUTOMOVIL	2626	2715	2641	2718	2788	2583	2709	18780	2683	1.065	2858
STATION WAGON	58	58	54	55	65	69	78	437	63	1.065	68
CAMIONETA PICK	46	50	48	51	55	60	66	376	54	1.065	58
CAMIONETA PANEL	155	63	155	82	83	87	75	700	100	1.065	107
CAMIONETA RURAL	67	65	65	72	88	72	94	523	75	1.065	80
CAMION 2 C	45	50	40	59	42	68	59	363	52	1.1377	60
SEMITRAYLERS (3S1/3S2)	0	4	0	0	0	0	0	4	1	1.1377	2
<b>TOTAL</b>	<b>2997</b>	<b>3005</b>	<b>3003</b>	<b>3037</b>	<b>3121</b>	<b>2939</b>	<b>3081</b>	<b>21183</b>	<b>3027</b>		<b>3233</b>

Tasa anual de crecimiento para vehiculos livianos en Lambayeque	r =	0.97%
Tasa anual de crecimiento para vehiculos pesados en Lambayeque	r =	3.45%
Periodo de diseño	n =	20 años

$$T_n = T_0 * (1 + r)^{n-1}$$

TIPO DE VEHICULO	IMDa	Tasa de Crecimiento	IMD 20 AÑOS PROYECTADO - AVENIDAD C																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
AUTOMOVIL	2858	0.97%	2858	2886	2914	2942	2971	2999	3028	3058	3087	3117	3148	3178	3209	3240	3272	3303	3335	3368	3400	3433
STATION WAGON	68	0.97%	68	69	69	70	71	71	72	73	73	74	75	76	76	77	78	79	79	80	81	82
CAMIONETA PICK	58	0.97%	58	59	59	60	60	61	61	62	63	63	64	64	65	66	66	67	68	68	69	70
CAMIONETA PANEL	107	0.97%	107	108	109	110	111	112	113	114	116	117	118	119	120	121	122	124	125	126	127	129
CAMIONETA RURAL	80	0.97%	80	81	82	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91	92	92	93	94	95	96
CAMION 2 C	60	3.45%	60	62	64	66	69	71	74	76	79	81	84	87	90	93	96	100	103	107	110	114
SEMITRAYLERS (3S1/3S2)	2	3.45%	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
<b>TOTAL</b>	<b>3233</b>		<b>3233</b>	<b>3266</b>	<b>3299</b>	<b>3333</b>	<b>3367</b>	<b>3401</b>	<b>3436</b>	<b>3471</b>	<b>3507</b>	<b>3543</b>	<b>3579</b>	<b>3616</b>	<b>3654</b>	<b>3691</b>	<b>3730</b>	<b>3768</b>	<b>3807</b>	<b>3847</b>	<b>3887</b>	<b>3927</b>

TIPO DE VEHICULO	IMDa	FACTOR CAMION	FACTOR DIRECCIO	FACTOR CARRIL	TASA DE CRECIMIE	X AÑO	ESAL
AUTOMOVIL	2858	0.000873	0.5	0.8	28.13	365	10244
STATION WAGON	68	0.002179	0.5	0.8	28.13	365	609
CAMIONETA PICK	58	0.004601	0.5	0.8	28.13	365	1096
CAMIONETA PANEL	107	0.004601	0.5	0.8	28.13	365	2022
CAMIONETA RURAL	80	0.014967	0.5	0.8	28.13	365	4917
CAMION 2 C	60	4.607660	0.5	0.8	28.13	365	1135414
SEMITRAYLERS (3S1/3S2)	2	4.880232	0.5	0.8	28.13	365	40086
<b>TOTAL</b>	<b>3233</b>						<b>1194388</b>

ESAL DE DISEÑO

## Informe de Mecánica de Suelos



**PROYECTO** : "DISEÑO DE PAVIMENTO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL CENTRO POBLADO DE CIUDAD DE DIOS, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE, LAMBAYEQUE, 2021"

**UBICACIÓN** : CIUDAD DE DIOS, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE, LAMBAYEQUE

**SOLICITANTE** : Ricardo Willy Octavio Acosta Guerrero

CHICLAYO, MAYO DEL 2022



  
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 437896

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENATACION	1
Contenido	1
1. GENERALIDADES	3
2. ACCESO AL AREA DE ESTUDIO	3
3. CONDICIÓN CLIMATICA	3
4. TOPOGRAFÍA	4
5. GEOLOGIA	4
5.1 GEOMORFOLOGIA	4
7 OBJETO DEL ESTUDIO	4
7 EXPLORACIÓN DE CAMPO	5
7.1 ENSAYOS DE LABORATORIO	5
7.1.1 Contenido de Humedad	5
NPT 339.127 / ASTM D 2216	5
7.1.2 Análisis Granulométrico por Tamizado	5
NTP 339.128 / ASTM D 422	5
7.1.3 Limite, Liquido Limite Plástico e Índice de Plasticidad	5
NTP 339.129 / ASTM 4318	5
7.1.4 Contenido de Sales Solubles Totales	6
NTP 339.152:2002	6
7.1.5 Proctor Modificado	6
AASHTO T 180	6
7.1.6 California Bearing Ratio (CBR)	6
ASTM 3080	6
8 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO	7
9 DETERMINACION DEL C.B.R AL 95 %	9
9.1 DETERMINACION DEL C.B.R. DE DISEÑO AL 95%	9
10 AGRESIVIDAD DEL SUELO	9
10.1 NIVEL DE AGUA SUBTERRANEA	9
10.2 MATERIAL DE AFIRMADO	10
11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	11
12 BIBLIOGRAFIA	15

  
 DISEÑER MANUEL MIGUEL MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar -  
 Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO:  
 george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

## INFORME DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### 1. GENERALIDADES

El presente estudio es el resultado de trabajo de campo mediante calicatas, muestreo de suelos, para los correspondientes ensayos de laboratorio, que permitan evaluar las características físicas y mecánicas de los suelos de fundación donde se efectúa el presente estudio de suelos para el proyecto de tesis denominado **"Diseño de Pavimento y Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021"** el cual ha sido solicitado por el estudiante de ingeniería **Ricardo Willy Octavio Acosta Guerrero**  
UBICACIÓN

La tesis denominada **"Diseño de Pavimento y Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021"**, se ubica en unos 30 msnm su principal actividad económica es la agricultura y el comercio  
El área de estudio, presenta una superficie plana sin pendiente.

### 2. ACCESO AL AREA DE ESTUDIO

Ubicándose el área investigada dentro de una zona rural, su acceso no presenta dificultad alguna. Se llega a él a través de vías pavimentadas hasta el cruce agua salada Chiclayo de la Capital, como las más grandes ciudades del Perú, que tienen gran acogida de turismo extranjero y nacional, Chiclayo cuenta con rutas de acceso seguras. En Chiclayo se concentran las agencias de viajes, aeropuerto y cualquier vía de acceso para viajes. La manera más común en la que los turistas llegan a Chiclayo – Lambayeque es desde Lima por vía aérea o terrestre.

Estando en Chiclayo se dirige al distrito de San José, para llegar al distrito hay carros todos los días las 24 hrs del día.

### 3. CONDICIÓN CLIMATICA

Las condiciones climáticas de la zona de estudio se pueden describir basado en la interpretación del Diagrama Bioclimático, bajo el método de Holdridge, que considera la precipitación total anual (mm), la temperatura media anual (°C), la relación de evapotranspiración potencial, los pisos altitudinales y regiones latitudinales, y el tipo de vegetación presente, se estableció catorce zonas de vida, caracterizadas por la presencia de varios ecosistemas desde desiertos costeros con casi ausencia de vegetación, así como las serranía esteparias, entre otros, que

  
DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 147898

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar -  
Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO:  
george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

se desarrollan en una gran heterogeneidad climas, que van desde los muy áridos y cálidos, subhúmedos y templada hasta muy húmedos y fríos.

La temperatura máxima puede bordear los 35 °C (entre enero y abril) y mínima es de 15 °C, en tanto las precipitaciones son mínimas y alcanzan un valor anual de 50 mm, en costa, pero en sierra, éstas se presentan en forma de chubascos, con un promedio anual de 1000 mm. La presencia del fenómeno de "El Niño", en el departamento en los meses de verano, varía de intensidad según el comportamiento climático.

#### 4. TOPOGRAFÍA.

La zona en estudio presenta una topografía plana en la parte correspondiente al casco urbano.

#### 5. GEOLOGIA

##### 5.1 GEOMORFOLOGIA

El área de estudio donde se proyecta la tesis, se encuentra ubicado en una de las zonas más críticas de los Andes; su territorio está afectada por la Flexión de Huancabamba, donde la transición de estructuración de esta parte de los Andes Centrales sigue una orientación de NNO-SSE y varía a la orientación de NNE-SSO, propia de los Andes septentrionales.

La característica más importante del área mapeada es el cambio brusco de los Andes centrales de dirección NO-SE a una dirección más general N-S, que va cambiando a NESO (dirección ecuatorial).

Los eventos tectónicos que controlan la estructuración y el levantamiento de los Andes para el departamento de Lambayeque, ocurrieron principalmente en el Cretáceo y el Terciario, (tectónica Andina).

#### 7 OBJETO DEL ESTUDIO

El objetivo principal del estudio de mecánica de suelos, comprende en conocer básicamente las características geo mecánicas del terreno que conforman la sub rasante.

El presente informe técnico de Mecánica de Suelos a solicitud por el estudiante Ricardo Willy Octavio Acosta Guerrero, se efectúa para el Proyecto "**Diseño de Pavimento y Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021**". Esta evaluación se realizó por medio de trabajos de laboratorio, campo y gabinete, que incluyen la excavación, extracción de muestras realizadas por el Solicitante, ensayos de laboratorio, a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, para obtener su clasificación de suelo y el Valor Soporte Relativo (C.B.R.), asimismo

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón  
Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORRI  
george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..

DESIGNER MANUEL MIGUEL MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 147898



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

establecer los parámetros para ser considerados en el proyecto, el mismo que debe ser capaz de soportar la fluencia del tráfico durante la vida útil proyectada, con ello se podrá brindar a los usuarios un eficiente servicio de seguridad y durabilidad.

## 7 EXPLORACIÓN DE CAMPO

El solicitante responsable de la extracción de las muestras se trasladó al lugar y practicaron un total de 20 Calicatas, a tajo abierto hasta una profundidad de -1.50 m. se obtuvieron 20 muestras tipo Mab, con la finalidad de hacer ensayos para la Clasificación SUCS y otros.

### 7.1 ENSAYOS DE LABORATORIO

En el Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayo de Materiales se han efectuado los siguientes ensayos:

#### 7.1.1 Contenido de Humedad

**NPT 339.127 / ASTM D 2216**

Es un ensayo rutinario de laboratorio para determinar la cantidad dada de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.

#### 7.1.2 Análisis Granulométrico por Tamizado.

**NTP 339.128 / ASTM D 422**

Consistiendo este ensayo en pasar una muestra de suelo seco a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas a fin de determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de partículas.

#### 7.1.3 Limite, Liquido Limite Plástico e Índice de Plasticidad

**NTP 339.129 / ASTM 4318**

Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo cohesivo. Los ensayos se efectúan en la fracción de muestra de suelo que pasa la malla N° 40.

La obtención de los límites Líquido y Plástico de una muestra de suelo permiten determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad.

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 147898

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar -  
Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO:  
george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

#### 7.1.4 Contenido de Sales Solubles Totales

##### NTP 339.152:2002

Mediante este ensayo se determina el contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.

#### 7.1.5 Proctor Modificado

##### AASHTO T 180

Mediante este ensayo se determina los procedimientos de compactación utilizados en el laboratorio para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de los suelos compactados.

#### 7.1.6 California Bearing Ratio (CBR)

##### ASTM 3080

Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio)

TABLA N°01 RELACIÓN DE ENSAYOS REALIZADOS

Ensayos de laboratorio	Norma Técnica Peruana	Norma ASTM/AASHTO	Cantidad
Análisis Granulométrico por Tamizado	339.128	ASTM D 422	20
Límite Líquido	339.129	ASTMD D 4318	20
Límite Plástico	339.129	ASTMD D 4318	20
Clasificación de Suelos S.U.C.S.	339.134	ASTMD D 2487	20
Clasificación de Suelos AASHTO		AASHTO M 145	20
Contenido de Humedad Natural	339.127	ASTM D 2216	20
Proctor Modificado	339.141	ASTM D 1557	7
California Bearing Ratio	339.145	ASTM D 1883	7
Contenido de Sales Solubles	339.152	ASTM D 1888	7

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Sim  
Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 COR  
george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..

  
DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP, N° 147898



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

8 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

Se anexan los Registros de Excavación que muestran la estratigrafía encontrada para las 20 Calicatas, ver anexo de ensayos:

**TABLA Nº2 RESUMEN DE RESULTADOS DE CALICATAS ANALIZADAS**

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	HUMEDAD (%)	LIMITES		INDICE PLASTICO
						LIQUIDO (%)	PLASTICO (%)	
C-01	M-01	0.00m - 1.50m	SC	A-2-4 (0)	12.23	24	14	10
C-02	M-01	0.00m - 1.50m	SC-SM	A-2-4 (0)	11.47	26	20	6
C-03	M-01	0.00m - 1.50m	SC	A-2-4 (0)	15.44	31	24	7
C-04	M-01	0.00m - 1.50m	SC	A-2-6(0)	14.37	28	14	14
C-05	M-01	0.00m - 1.50m	SM	A-2-4 (0)	11.18	31	25	6
C-06	M-01	0.00m - 1.50m	SC	A-2-4 (0)	11.02	29	20	9
C-07	M-01	0.00m - 1.50m	SC-SP	A-2-6 (0)	10.71	27	16	11
C-08	M-01	0.00m - 1.50m	SP-SM	A-2-4 (0)	6.1	28	23	5
C-09	M-01	0.00m - 1.50m	SP	A-2-4 (0)	13.75	26	17	9
C-10	M-01	0.00m - 1.50m	SC-SM	A-2-4 (0)	7.8	25	19	6
C-11	M-01	0.00m - 1.50m	SC	A-2-6 (0)	12.92	27	16	11
C-12	M-01	0.00m - 1.50m	SP-SC	A-2-6 (0)	14.6	26	15	11
C-13	M-01	0.00m - 1.50m	SC-SM	A-2-4 (0)	14.13	25	19	6
C-14	M-02	0.00m - 1.50m	SC-SM	A-2-4 (0)	10.43	26	20	6
C-15	M-03	0.00m - 1.50m	SP	A-2-6 (0)	17.48	29	14	15
C-16	M-04	0.00m - 1.50m	SC-SM	A-2-4 (0)	12.15	23	17	6
C-17	M-05	0.00m - 1.50m	SC	A-2-6 (0)	14.72	25	13	12
C-18	M-06	0.00m - 1.50m	SC	A-2-4(0)	13.24	27	19	8
C-19	M-07	0.00m - 1.50m	SC	A-2-4 (0)	11.43	25	17	8
C-20	M-08	0.00m - 1.50m	SP-SC	A-2-6 (0)	29	15	14	9.47

  
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. Nº 147898

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar -  
Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO:  
george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

TABLA N°3 POTENCIAL DE EXPANSIÓN DE CALICATAS ANALIZADAS

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD ESTRATO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO	POTENCIAL DE EXPANSION
				LIQUIDO (%)	PLASTICO (%)		
C - 01	M-01	0.00m - 1.50m	12.23	24	14	10	BAJO
C - 02	M-01	0.00m - 1.50m	11.47	26	20	6	BAJO
C - 03	M-01	0.00m - 1.50m	15.44	31	24	7	BAJO
C - 04	M-01	0.00m - 1.50m	14.37	28	14	14	BAJO
C - 05	M-01	0.00m - 1.50m	11.18	31	25	6	BAJO
C - 06	M-01	0.00m - 1.50m	11.02	29	20	9	BAJO
C - 07	M-01	0.00m - 1.50m	10.71	27	16	11	BAJO
C - 08	M-01	0.00m - 1.50m	6.1	28	23	5	BAJO
C - 09	M-01	0.00m - 1.50m	13.75	26	17	9	BAJO
C - 10	M-01	0.00m - 1.50m	7.8	25	19	6	BAJO
C - 11	M-01	0.00m - 1.50m	12.92	27	16	11	BAJO
C - 12	M-01	0.00m - 1.50m	14.6	26	15	11	BAJO
C - 13	M-01	0.00m - 1.50m	14.13	25	19	6	BAJO
C - 14	M-02	0.00m - 1.50m	10.43	26	20	6	BAJO
C - 15	M-03	0.00m - 1.50m	17.48	29	14	15	BAJO
C - 16	M-04	0.00m - 1.50m	12.15	23	17	6	BAJO
C - 17	M-05	0.00m - 1.50m	14.72	25	13	12	BAJO
C - 18	M-06	0.00m - 1.50m	13.24	27	19	8	BAJO
C - 19	M-07	0.00m - 1.50m	11.43	25	17	8	BAJO
C - 20	M-08	0.00m - 1.50m	29	15	14	9.47	BAJO

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar -  
 Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO:  
 george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

### 9 DETERMINACION DEL C.B.R AL 95 %

Considerando que el pavimento se va a colocar sobre el terreno natural, se han efectuado los ensayos de CBR, con el objeto de definir su C.B.R. (Razón Soporte California) de diseño.

#### 9.1 DETERMINACION DEL C.B.R. DE DISEÑO AL 95%

TABLA N°4 RESUMEN DE LOS CBR ENCONTRADOS

CALICATA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	C.B.R. (95%)
C-01	0.00m - 1.50m	SC	8.50
C-04	0.00m - 1.50m	SC	10.80
C-07	0.00m - 1.50m	SC-SP	8.20
C-10	0.00m - 1.50m	SC-SM	8.20
C-13	0.10m - 1.50m	SC-SM	9.60
C-16	0.10m - 1.50m	SC-SM	8.30
C-20	0.10m - 1.50m	SP-SC	9.40

### 10 AGRESIVIDAD DEL SUELO

Para realizar las recomendaciones con respecto a la agresividad del suelo vemos a continuación los cuadros siguientes:

Sales Solubles Totales	ppm	1250
	%	0.99
Claruros	ppm	950
Cl <sup>-</sup>	%	0.15
Sulfatos	ppm	640
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	%	0.09

#### 10.1 NIVEL DE AGUA SUBTERRANEA

En las 20 calicatas realizadas no se encontró nivel freático

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080)

Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658

george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..

DESIGNER MANUEL MANRIQUE MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 147898



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

MATERIAL DE AFIRMADO

Los materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Granulométricos que se indican en la siguiente tabla:

TABLA N°6 REQUISITOS GRANULOMETRICOS

Porcentaje que pasa del tamiz	Tráfico T0 y T1: Tipo 1	Tráfico T2: Tipo 2	Tráfico T3: Tipo 3
	IMD < 50 veh.	51 - 100 veh.	101 - 200 veh.
50 mm (2")	100	100	
37.5 mm (1 1/2")		95 - 100	100
25 mm (1")	50 - 80	75 - 95	90 - 100
19 mm (3/4")			65 - 100
12.5 mm (1/2")			
9.5 mm (3/8")		40 - 75	45 - 80
4.75 mm (N° 4)	20 - 50	30 - 60	30 - 65
2.36 mm (N° 8)			
2.00 mm (N° 10)		20 - 45	22 - 52
4.25 um (N° 40)		15 - 30	15 - 35
75 um (N° 200)	4 - 12	5 - 15	5 - 20
<b>Índice de plasticidad</b>	<b>4 - 9</b>	<b>4 - 9</b>	<b>4 - 9</b>

Para el caso del porcentaje que pasa el tamiz 75  $\mu\text{m}$  (N° 200), se tendrá en cuenta las condiciones ambientales locales (temperatura y lluvia), especialmente para prevenir el daño por la acción de las heladas, en este caso será necesario tener porcentajes más bajos al porcentaje especificado que pasa el tamiz 75  $\mu\text{m}$  (N° 200), por lo que el proyectista especificará los porcentajes apropiados.

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles : 50% máx. (MTC E 207)
- Límite líquido : 35% máx. (MTC E 110)
- CBR (Sub Base) : 40% mín. (MTC E 132)
- CBR (Base) : 80% mín. (MTC E 132)

Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca (MDS) y una penetración de carga de 0.1" (2.5 mm). Muy importante es el índice de plasticidad que podrá llegar hasta un máximo de 12 y no debe ser menor de 4. La razón es que la capa de rodadura en su superficie necesita un mayor porcentaje de material plástico y las arcillas naturales le darán la cohesión necesaria y por lo tanto una superficie cómoda para la conducción vehicular.

Esto puede ser crítico durante el período seco, pues necesitará riego de agua.

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 147898

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar -  
Chiclayo. Tel.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO:  
george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

## 11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a la información de campo y laboratorio de los ensayos realizados, se pueden obtener las siguientes conclusiones y recomendaciones.

1. A solicitud del estudiante Ricardo Willy Octavio Acosta Guerrero, se efectúa el estudio de Mecánica del Suelo para la tesis. **"Diseño de Pavimento y Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021"**
2. El objetivo principal del presente informe, es estudiar las características en cuanto se refiere a calidad de los suelos del terreno natural a nivel de sub rasante.
3. Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de 20 calicatas las mismas que se ejecutaron de forma manual, cuyas profundidades de muestreo llegaron a una profundidad de -1.50 m en promedio
4. Los registros realizados en campo se alcanzaron a conocer las propiedades mecánicas de los estratos conformados en el terreno, elaborándose los perfiles estratigráficos respectivos.
5. Aislar el suelo de manera que no sufra modificaciones en su contenido de humedad.
6. El estrato superficial del suelo de la zona en estudio, que constituirá la subrasante, es una Arena Arcillosa eso lo demuestra en la mayoría de las calicatas realizadas
7. Del análisis efectuado en el presente Estudio, en base a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles estratigráficos obtenidos, se concluye:
8. Los suelos encontrados en la zona de estudio están clasificados según el sistema de clasificación SUCS (**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS**).



DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 147898

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar -  
Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO:  
george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

TABLA N°7 RESUMEN DE CLASIFICACIÓN

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	HUMEDAD (%)	LIMITES		INDICE PLASTICO
						LIQUIDO (%)	PLASTICO (%)	
C-01	M-01	0.00m-1.50m	SC	A-2-4 (0)	12.23	24	14	10
C-02	M-01	0.00m-1.50m	SC-SM	A-2-4 (0)	11.47	26	20	6
C-03	M-01	0.00m-1.50m	SC	A-2-4 (0)	15.44	31	24	7
C-04	M-01	0.00m-1.50m	SC	A-2-6(0)	14.37	28	14	14
C-05	M-01	0.00m-1.50m	SM	A-2-4 (0)	11.18	31	25	6
C-06	M-01	0.00m-1.50m	SC	A-2-4 (0)	11.02	29	20	9
C-07	M-01	0.00m-1.50m	SC-SP	A-2-6 (0)	10.71	27	16	11
C-08	M-01	0.00m-1.50m	SP-SM	A-2-4 (0)	6.1	28	23	5
C-09	M-01	0.00m-1.50m	SP	A-2-4 (0)	13.75	26	17	9
C-10	M-01	0.00m-1.50m	SC-SM	A-2-4 (0)	7.8	25	19	6
C-11	M-01	0.00m-1.50m	SC	A-2-6 (0)	12.92	27	16	11
C-12	M-01	0.00m-1.50m	SP-SC	A-2-6 (0)	14.6	26	15	11
C-13	M-01	0.00m-1.50m	SC-SM	A-2-4 (0)	14.13	25	19	6
C-14	M-02	0.00m-1.50m	SC-SM	A-2-4 (0)	10.43	26	20	6
C-15	M-03	0.00m-1.50m	SP	A-2-6 (0)	17.48	29	14	15
C-16	M-04	0.00m-1.50m	SC-SM	A-2-4 (0)	12.15	23	17	6
C-17	M-05	0.00m-1.50m	SC	A-2-6 (0)	14.72	25	13	12
C-18	M-06	0.00m-1.50m	SC	A-2-4(0)	13.24	27	19	8
C-19	M-07	0.00m-1.50m	SC	A-2-4 (0)	11.43	25	17	8
C-20	M-08	0.00m-1.50m	SP-SC	A-2-6 (0)	29	15	14	9.47

9. El suelo es un manto de Arena Arcillosa (SC), estrato que se encontró en la mayoría de la exploración de las Calicatas.

10. Basado en la clasificación de los suelos, espesores de estratos y características mecánicas, de cada una de las prospecciones efectuadas; se definió el perfil estratigráfico; perfil que permitió evaluar el área a ser construida, identificándose que el tramo en estudio es homogéneo (ver cuadro).

11. El CBR de la subrasante, al 95% del Proctor Modificado NTP 339.141:1999, con el cual se diseñara la, estructura del pavimento tiene un máximo de 10.80% y un mínimo de 8.20%.

12. Con el valor encontrado de CBR se necesita colocar una capa de Sub base de 0.15m con la finalidad de mejorar su CBR y luego se proceda a la colocación de material granular de un espesor de 0.25m, que satisfaga las condiciones establecidas en el capítulo de MATERIL DE AFIRMADO (Afirmado)

  
MANUEL MORALES MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 147898

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar -  
Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO:  
george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

13. Para Sub-base y Base y se riegue y compacte las mismas hasta alcanzar el 95% del ensayo de Proctor Modificado, en capas de espesor entre 0.20m. a 0.25m.
14. La sub rasante también deberá ser compactado como mínimo al 95 % de densidad máxima seca del proctor modificado.
15. Para la compactación de la sub-rasante, la humedad de compactación no deberá variar en  $\pm 2\%$  del Optimo Contenido de Humedad a fin de lograr los porcentajes de compactación especificados.
16. Deberán hacerse pruebas de control de calidad el grado de compactación, de la sub-rasante, requerido será del 95% de su Máxima Densidad Seca Teórica Proctor Modificado (NTP 339.141:1999) en suelos granulares y del 95% de su Máxima Densidad Seca Teórica Proctor Estándar (NTP 339.142:1999) en suelos finos. Se tolerará hasta dos puntos porcentuales menos en cualquier caso aislado, siempre que la media aritmética de 6 puntos de la misma compactación sea igual o superior al especificado.
17. El potencial de expansión de acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinado en laboratorio.

TABLA N° 8 POTENCIAL DE EXPANSIÓN VERSUS INDICE DE PLASTICIDAD

INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL DE EXPANSION
0 – 15	BAJO
15 – 35	MEDIO
35 – 55	ALTO

Los límites de consistencia y en particular los Índices de Plasticidad encontrados se limitan a un mínimo de 10.40% y un máximo de 25.50%, lo que refleja un potencial de expansión indicado en la siguiente tabla.

  
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar -  
Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO:  
george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

TABLA N°9 RESULTADOS DE EXPANSIÓN

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD ESTRATO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO	POTENCIAL DE EXPANSION
				LIQUIDO (%)	PLASTICO (%)		
C-01	M-01	0.00m - 1.50m	12.23	24	14	10	BAJO
C-02	M-01	0.00m - 1.50m	11.47	26	20	6	BAJO
C-03	M-01	0.00m - 1.50m	15.44	31	24	7	BAJO
C-04	M-01	0.00m - 1.50m	14.37	28	14	14	BAJO
C-05	M-01	0.00m - 1.50m	11.18	31	25	6	BAJO
C-06	M-01	0.00m - 1.50m	11.02	29	20	9	BAJO
C-07	M-01	0.00m - 1.50m	10.71	27	16	11	BAJO
C-08	M-01	0.00m - 1.50m	6.1	28	23	5	BAJO
C-09	M-01	0.00m - 1.50m	13.75	26	17	9	BAJO
C-10	M-01	0.00m - 1.50m	7.8	25	19	6	BAJO
C-11	M-01	0.00m - 1.50m	12.92	27	16	11	BAJO
C-12	M-01	0.00m - 1.50m	14.6	26	15	11	BAJO
C-13	M-01	0.00m - 1.50m	14.13	25	19	6	BAJO
C-14	M-02	0.00m - 1.50m	10.43	26	20	6	BAJO
C-15	M-03	0.00m - 1.50m	17.48	29	14	15	BAJO
C-16	M-04	0.00m - 1.50m	12.15	23	17	6	BAJO
C-17	M-05	0.00m - 1.50m	14.72	25	13	12	BAJO
C-18	M-06	0.00m - 1.50m	13.24	27	19	8	BAJO
C-19	M-07	0.00m - 1.50m	11.43	25	17	8	BAJO
C-20	M-08	0.00m - 1.50m	29	15	14	9.47	BAJO

18. Realizado el análisis de contenido de sales solubles totales en las muestras ensayadas nos resulta un valor máximo de 1250 ppm. nos indican la presencia de sales en forma moderada por lo que se recomienda utilizar cemento Tipo V y/o MS para obras de estructura, como puede ser las veredas y las bancas
19. El material de Afirmado cumplirá con los requisitos del capítulo de MATERIAL DE AFIRMADO.

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar -  
Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO:  
george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..

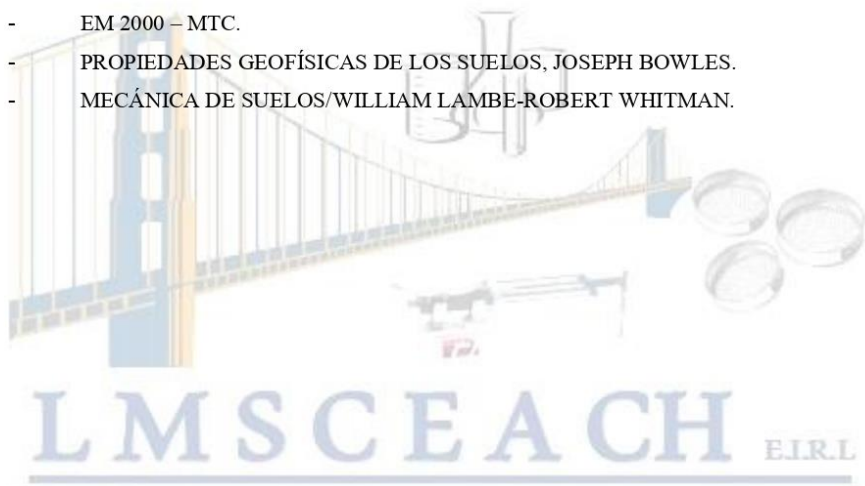


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.

20. Estando a lado de la seguridad se recomienda utilizar el CBR de menor porcentaje encontrado siendo este el más desfavorable de 8.20, la cual fue calculado para este informe
21. Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente Estudio Geotécnico con fines de Pavimentación son sólo aplicables para el área estudiada.

## 12 BIBLIOGRAFIA

- "MANUAL DE CARRETERAS" SUELOS, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS – MTC.
- EM 2000 – MTC.
- PROPIEDADES GEOFÍSICAS DE LOS SUELOS, JOSEPH BOWLES.
- MECÁNICA DE SUELOS/WILLIAM LAMBE-ROBERT WHITMAN.



  
DESIGNER MANU. MORALES MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 147898

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar -  
Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO:  
george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372..

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.**



**INFORME DE ENSAYO**

EXPEDIENTE N°: 2101 - 0001 S

Pag.: 01 de 01

SOLICITANTE: : Ricardo Willy Octavio Acosta Guerrero  
 ATENCION: : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 PROYECTO: : "Diseño de Pavimento y Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021"  
 UBICACIÓN: : Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque  
 FECHA RECEPCIÓN: : martes, 19 de abril de 2022 FECHA EMISION: : miércoles, 11 de mayo de 2022

**SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.**

NORMA: NTP 339.152

**Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.**

NORMA NTP 339.177 :2002

**Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.**

NORMA NTP 339.178 :2003

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN: Suelo de terreno natural  
 PRESENTACIÓN: Bolsa de Polietileno

CALICATA: 20

MUESTRA: M-1

FECHA DEL ENSAYO: 25/04/2022

Sales Solubles Totales	ppm	1250
	%	0.13
Claruros	ppm	950
Cl <sup>-</sup>	%	0.10
Sulfatos	ppm	640
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	%	0.06

**OBSERVACIONES:**

- 1- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo de terreno natural
- 4- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

  
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS  
 CHICLAYO  
 JORGE GENERAL POMARACA BANTA  
 JEFE DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.**



**Asunto** : Entrega de Informe de Ensayos.  
**Solicitante** : Ricardo Willy Octavio Acosta Guerrero  
**Proyecto** : "Diseño de Pavimento y Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021"

De nuestra consideración:

Adjunto al presente, se encuentran los Informes de ensayos cuyo expediente corresponde al N° 001-2017 LMSEACH, con los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107 - 2016)
- Determinación del Límite Líquido de suelos (MTC E 110 - 2016)
- Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos (MTC E 111 - 2016)
- Determinación del contenido de humedad de un suelo (MTC E 108 - 2016)
- Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (MTC E 206 - 2016)
- Método de ensayo Estándar para la Gravedad Específica de Sólidos de suelo mediante el Pichómetro de Agua (MTC E 113 - 2016)
- Compactación de Suelos en Laboratorio Utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado) (MTC E 115 - 2016)
- CBR de los Suelos Compactados en el Laboratorio (MTC E 132 - 2016)

efectuando a las muestras identificadas como procedentes del proyecto:

: "Diseño de Pavimento y Sistema de Drenaje Pluvial del Centro Poblado de Ciudad de Dios, San José, Lambayeque, Lambayeque, 2021"

Sin otro particular, me despido muy atentamente de Ud.  
 Atentamente,

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS  
 CHICLAYO  
 JORGE IBRAHIM TOMAPASCA BANTA  
 TITULO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Pág.: 01 de 01

## Metrado de pavimento rígido y drenaje pluvial

RESUMEN DE METRADOS			
PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL CENTRO POBLADO DE CIUDAD DE DIOS, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE, LAMBAYEQUE, 2021		
UBICACIÓN	C.P. CIUDAD DE DIOS - SAN JOSÉ - LAMBAYEQUE		
FECHA	2022		
RESPONSABLES	RICARDO WILLY OCTAVIO ACOSTA GUERRERO		
ASESOR	ING. RICHARD PAÚL PEHOVÁZ ÁLVAREZ		
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO
<b>01.</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEG. Y SALUD</b>		
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
<b>01.01.01.</b>	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>		
01.01.01.04.	CARTEL DE OBRA DE 3.60 X 2.40M	UND	1.00
01.01.01.03	CASETA DE GUARDIANÍA	M2	2.25
01.01.01.01	ALMACEN y OFICINA	M2	60.00
01.01.01.02	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	MES	6.00
<b>01.01.02.</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>		
01.01.02.01	CONSUMO DE AGUA Y DE ENERGIA ELECTRICA PARA LA CONSTRUCCION	MES	6.00
<b>01.01.04.</b>	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS</b>		
01.01.04.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	GLB	1.00
<b>01.01.06.</b>	<b>DEMOLICIONES</b>		
01.01.06.01	DEMOLICIONES DE VEREDAS	M2	5964.00
<b>01.01.07.</b>	<b>ELMINACION DE DEMOLICIONES</b>		
01.01.07.01	ELIMINACIÓN DE VEREDAS	M2	5964.00
<b>01.02</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>		
<b>01.02.01</b>	<b>SALUD EN EL TRABAJO</b>		
01.02.01.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL Y COLECTIVA	GLB	1.00
01.02.01.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00
01.02.01.03	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	1.00
01.02.01.04	PROTECCION Y SEÑALIZACION DE LAS OBRAS	GLB	1.00
<b>01.02.02</b>	<b>RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS</b>		
01.02.02.01	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE E	GLB	1.00
<b>02.</b>	<b>DRENAJE Y PAVIMENTACION</b>		
<b>02.01</b>	<b>DRENAJE PLUVIAL</b>		
<b>02.01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
02.01.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	M2	60.46
02.01.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	60.46
<b>02.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01.02.01	EXCAVACIONES PARA CANALETAS	M3	184.78
02.01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	M3	184.78
<b>02.01.03</b>	<b>SOLADO DE SUMIDEROS</b>		
02.01.03.01	CONCRETO EN SOLADO (5cm)	M2	48.40
<b>02.01.04</b>	<b>SUMIDEROS</b>		
02.01.04.01	CONCRETO SUMIDEROS F'c=175KG/CM2	M3	73.76
02.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	810.90
02.01.04.03	ACERO DE F'Y=4200KG/CM2	KG	3,114.54
02.01.04.04	TAPA DE CONCRETO DE SUMIDEOS	UND	35.00
<b>02.01.05</b>	<b>BUZONES</b>		
02.01.05.01	BUZONES	UND	6.00
<b>02.02</b>	<b>PAVIMENTACION</b>		
<b>02.02.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
02.02.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	M2	48,791.05
02.02.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	48,791.05
<b>02.02.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.02.02.01	CORTE DEL TERRENO NATURAL	M3	2,560.45
02.02.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	4,386.65
02.02.02.03	PERFILADO, COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	M2	48,791.05
<b>02.02.03</b>	<b>PAVIMENTACION RIGIDA</b>		
02.02.03.01	SUB-BASE GRANULAR e=0.15m	M2	48,791.05
02.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA DE PAVIMENTO	M2	1,097.93

02.02.03.03	CONCRETO PAVIMENTO RIGIDO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	M3	8,294.48
02.02.03.04	JUNTA DE DILATAACION e=1"	M	6,458.43
<b>02.03</b>	<b>VEREDAS</b>		
<b>02.03.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
02.03.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	M2	15,888.81
02.03.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	15,888.81
<b>02.03.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.03.02.01	EXCAVACIONES PARA VEREDAS	M3	3,445.18
02.03.02.02	RELLENO CON AFIRMADO	M3	1,588.88
02.03.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO - VEREDAS	M3	3,445.18
<b>02.03.03</b>	<b>VEREDAS</b>		
02.03.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	M3	1,856.29
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VEREDAS	M2	2,139.31
02.03.03.03	JUNTA DE DILATAACION e=1"	M	10,575.60
<b>02.04</b>	<b>SARDINELES</b>		
<b>02.04.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
02.04.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	M2	106.48
02.04.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	106.48
<b>02.04.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.04.02.01	EXCAVACIONES PARA SARDINELES	M3	63.89
02.04.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO - SARDINELES	M3	63.89
<b>02.04.03</b>	<b>SARDINELES</b>		
02.04.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>	M3	47.92
02.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SARDINELES	M2	638.89
02.04.03.03	JUNTA DE DILATAACION e=1"	M	35.49
<b>02.05.</b>	<b>CÁMARA DE BOMBEO</b>		
<b>02.05.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
02.05.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	M2	100.00
02.05.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	100.00
<b>02.05.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.05.02.01	EXCAVACIONES	M3	260.00
02.05.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	M3	260.00
<b>02.05.03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>		
02.05.03.01	CONCRETO EN SOLADO (10 cm)	M2	100.00
02.05.04	CONCRETO ARMADO		
02.05.04.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	M3	70.00
02.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	400.00
02.05.02.03	ACERO DE F <sub>Y</sub> =4200KG/CM <sup>2</sup>	KG	2,946.00
<b>02.06</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>		
<b>02.06.01</b>	<b>VARIOS</b>		
02.06.01.01	TRANSPORTE DE MATERIAL A LA OBRA	GLB	1.00
02.06.01.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA D=45cm	M	1,550.00
02.06.01.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA D=50cm	M	120.00
02.06.01.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA D=60cm	M	960.00
02.06.01.07	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	M2	404.74
<b>02.07</b>	<b>SEÑALIZACION</b>		
<b>02.07.01</b>	<b>PINTURA EN EL PAVIMENTO</b>		
02.07.01.01	PINTURA EJE DE PAVIMENTO	M2	1,664.92
02.07.01.02	PINTURA EN PASES PEATONALES	M2	648.00
02.07.01.03	PINTURA EN FLECHAS DIRECCIONALES	M2	777.60
<b>02.07.02</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>		
02.07.02.01	SEÑAL REGLAMENTARIA	UND	50.00
<b>03.</b>	<b>OBRAS DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		
<b>03.01.</b>	<b>AREAS VERDES</b>		
<b>03.01.01</b>	<b>PLANTACION</b>		
03.01.01.01	PLANTACION DE GRASS	M2	159.84
03.01.01.02	PLANTACION DE ARBOLES	UND	33.00
<b>03.02.</b>	<b>ESTUDIO SOCIO AMBIENTAL</b>		
<b>03.02.01</b>	<b>ACCIONES</b>		
03.02.01.01	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	GLB	1.00

## Presupuesto de pavimento rígido y drenaje pluvial

<b>PRESUPUESTO</b>					
PROYECTO	<b>DISEÑO DE PAVIMENTO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL CENTRO POBLADO DE CIUDAD DE DIOS, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE, LAMBAYEQUE, 2021</b>				
UBICACIÓN	C.P. CIUDAD DE DIOS - SAN JOSÉ - LAMBAYEQUE				
FECHA	2022				
RESPONSABLES	RICARDO WILLY OCTAVIO ACOSTA GUERRERO				
ASESOR	ING. RICHARD PAÚL PEHOVÁZ ÁLVAREZ				
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO	PARCIAL
<b>01.</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEG. Y SALUD</b>				<b>S/ 209,473.66</b>
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>S/ 202,473.66</b>
<b>01.01.01.</b>	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>				<b>S/ 8,769.74</b>
01.01.01.04.	CARTEL DE OBRA DE 3.60 X 2.40M	UND	1.00	S/ 2,094.46	S/ 2,094.46
01.01.01.03	CASETA DE GUARDIANÍA	M2	2.25	S/ 49.40	S/ 111.15
01.01.01.01	ALMACEN Y OFICINA	M2	60.00	S/ 49.40	S/ 2,964.12
01.01.01.02	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONAL	MES	6.00	S/ 600.00	S/ 3,600.00
<b>01.01.02.</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				<b>S/ 3,600.00</b>
01.01.02.01	CONSUMO DE AGUA Y DE ENERGIA ELECTRICA PARA LA CONSTRUCCION	MES	6.00	S/ 600.00	S/ 3,600.00
<b>01.01.04.</b>	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS</b>				<b>S/ 5,800.00</b>
01.01.04.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	GLB	1.00	S/ 5,800.00	S/ 5,800.00
<b>01.01.06.</b>	<b>DEMOLICIONES</b>				<b>S/ 97,585.46</b>
01.01.06.01	DEMOLICIONES DE VEREDAS	M2	5964.00	S/ 16.36	S/ 97,585.46
<b>01.01.07.</b>	<b>ELIMINACION DE DEMOLICIONES</b>				<b>S/ 86,718.47</b>
01.01.07.01	ELIMINACIÓN DE VEREDAS	M2	5964.00	S/ 14.54	S/ 86,718.47
<b>01.02</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>S/ 7,000.00</b>
<b>01.02.01</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>				<b>S/ 5,800.00</b>
01.02.01.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL Y COLECTIVA	GLB	1.00	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00
01.02.01.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
01.02.01.03	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	1.00	S/ 800.00	S/ 800.00
01.02.01.04	PROTECCION Y SEÑALIZACION DE LAS OBRAS	GLB	1.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
<b>01.02.02</b>	<b>RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS</b>				<b>S/ 1,200.00</b>
01.02.02.01	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DUR	GLB	1.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
<b>02.</b>	<b>DRENAJE Y PAVIMENTACION</b>				<b>S/ 7,286,808.41</b>
<b>02.01</b>	<b>DRENAJE PLUVIAL</b>				<b>S/ 211,052.04</b>
<b>02.01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>S/ 315.63</b>
02.01.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	M2	60.46	S/ 2.46	S/ 148.66
02.01.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	60.46	S/ 2.76	S/ 166.97
<b>02.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>S/ 7,755.06</b>
02.01.02.01	EXCAVACIONES PARA CANALETAS	M3	184.78	S/ 28.19	S/ 5,209.00
02.01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	M3	184.78	S/ 13.78	S/ 2,546.06
<b>02.01.03</b>	<b>SOLADO DE SUMIDEROS</b>				<b>S/ 1,422.04</b>
02.01.03.01	CONCRETO EN SOLADO (5cm)	M2	48.40	S/ 29.38	S/ 1,422.04
<b>02.01.04</b>	<b>SUMIDEROS</b>				<b>S/ 193,281.11</b>
02.01.04.01	CONCRETO SUMIDEROS FC=175KG/CM2	M3	73.76	S/ 353.30	S/ 26,057.77
02.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	810.90	S/ 141.57	S/ 114,795.24
02.01.04.03	ACERO DE FY=4200KG/CM2	KG	3,114.54	S/ 16.78	S/ 52,262.99
02.01.04.04	TAPA DE CONCRETO DE SUMIDEO	UND	35.00	S/ 165.10	S/ 165.10
<b>02.01.05</b>	<b>BUZONES</b>				<b>S/ 8,278.20</b>
02.01.05.01	BUZONES	UND	6.00	S/ 1,379.70	S/ 8,278.20
<b>02.02</b>	<b>PAVIMENTACION</b>				<b>S/ 4,879,402.28</b>
<b>02.02.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>S/ 254,700.04</b>
02.02.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	M2	48,791.05	S/ 2.46	S/ 119,961.59
02.02.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	48,791.05	S/ 2.76	S/ 134,738.45
<b>02.02.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>S/ 160,298.39</b>
02.02.02.01	CORTE DEL TERRENO NATURAL	M3	2,560.45	S/ 4.67	S/ 11,945.96
02.02.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	4,386.65	S/ 14.55	S/ 63,844.18
02.02.02.03	PERFILADO, COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	M2	48,791.05	S/ 1.73	S/ 84,508.25
<b>02.02.03</b>	<b>PAVIMENTACION RIGIDA</b>				<b>S/ 4,464,403.85</b>
02.02.03.01	SUB-BASE GRANULAR e=0.15m	M2	48,791.05	S/ 20.41	S/ 996,019.70
02.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA DE PAVIMENTO	M2	1,097.93	S/ 42.75	S/ 46,935.99
02.02.03.03	CONCRETO PAVIMENTO RIGIDO f'c=280 kg/cm2	M3	8,294.48	S/ 403.80	S/ 3,349,325.57
02.02.03.04	JUNTA DE DILATACION e=1"	M	6,458.43	S/ 11.17	S/ 72,122.59
<b>02.03</b>	<b>VEREDAS</b>				<b>S/ 1,117,195.23</b>
<b>02.03.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>S/ 82,943.08</b>
02.03.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	M2	15,888.81	S/ 2.46	S/ 39,065.50

02.03.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	15,888.81	S/ 2.76	S/ 43,877.58
<b>02.03.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>S/ 167,716.66</b>
02.03.02.01	EXCAVACIONES PARA VEREDAS	M3	3,445.18	S/ 28.19	S/ 97,120.88
02.03.02.02	RELLENO CON AFIRMADO	M3	1,588.88	S/ 14.55	S/ 23,124.89
02.03.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO - VEREDAS	M3	3,445.18	S/ 13.78	S/ 47,470.88
<b>02.03.03</b>	<b>VEREDAS</b>				<b>S/ 866,535.49</b>
02.03.03.01	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	M3	1,856.29	S/ 353.30	S/ 655,832.32
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VEREDAS	M2	2,139.31	S/ 43.29	S/ 92,603.33
02.03.03.03	JUNTA DE DILATACION e=1"	M	10,575.60	S/ 11.17	S/ 118,099.84
<b>02.04</b>	<b>SARDINELES</b>				<b>S/ 50,064.72</b>
<b>02.04.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>S/ 555.86</b>
02.04.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	M2	106.48	S/ 2.46	S/ 261.80
02.04.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	106.48	S/ 2.76	S/ 294.05
<b>02.04.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>S/ 2,681.37</b>
02.04.02.01	EXCAVACIONES PARA SARDINELES	M3	63.89	S/ 28.19	S/ 1,801.05
02.04.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO - SARDINELES	M3	63.89	S/ 13.78	S/ 880.32
<b>02.04.03</b>	<b>SARDINELES</b>				<b>S/ 46,827.49</b>
02.04.03.01	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	M3	47.92	S/ 353.30	S/ 16,929.02
02.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SARDINELES	M2	638.89	S/ 46.33	S/ 29,599.77
02.04.03.03	JUNTA DE DILATACION e=1"	M	35.49	S/ 8.42	S/ 298.70
<b>02.05.</b>	<b>CÁMARA DE BOMBEO</b>				<b>S/ 132,664.33</b>
<b>02.05.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>S/ 522.02</b>
02.05.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	M2	100.00	S/ 2.46	S/ 245.87
02.05.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	100.00	S/ 2.76	S/ 276.15
<b>02.05.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>S/ 10,912.03</b>
02.05.02.01	EXCAVACIONES	M3	260.00	S/ 28.19	S/ 7,329.50
02.05.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/EQUIPO	M3	260.00	S/ 13.78	S/ 3,582.53
<b>02.05.03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>S/ 4,073.78</b>
02.05.03.01	CONCRETO EN SOLADO (10 cm)	M2	100.00	S/ 40.74	S/ 4,073.78
<b>02.05.04</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>S/ 117,156.49</b>
02.05.04.01	CONCRETO f'c=280 kg/cm2	M3	70.00	S/ 575.64	S/ 40,295.10
02.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	400.00	S/ 68.57	S/ 27,426.63
02.05.02.03	ACERO DE FY=4200KG/CM2	KG	2,946.00	S/ 16.78	S/ 49,434.76
<b>02.06</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>				<b>S/ 864,447.17</b>
<b>02.06.01</b>	<b>VARIOS</b>				<b>S/ 864,447.17</b>
02.06.01.01	TRANSPORTE DE MATERIAL A LA OBRA	GLB	1.00	S/ 16,000.00	S/ 16,000.00
02.06.01.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA D=45cm	M	1,550.00	S/ 286.62	S/ 444,263.46
02.06.01.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA D=50cm	M	120.00	S/ 345.87	S/ 41,504.81
02.06.01.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA D=60cm	M	960.00	S/ 377.49	S/ 362,393.65
02.06.01.07	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	M2	404.74	S/ 0.70	S/ 285.25
<b>02.07</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>S/ 31,982.64</b>
<b>02.076.01</b>	<b>PINTURA EN EL PAVIMENTO</b>				<b>S/ 19,482.64</b>
02.07.01.01	PINTURA EJE DE PAVIMENTO	M2	1,664.92	S/ 6.30	S/ 10,495.66
02.07.01.02	PINTURA EN PASES PEATONALES	M2	648.00	S/ 6.30	S/ 4,084.99
02.07.01.03	PINTURA EN FLECHAS DIRECCIONALES	M2	777.60	S/ 6.30	S/ 4,901.99
<b>02.07.02</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>				<b>S/ 12,500.00</b>
02.07.02.01	SEÑAL REGLAMENTARIA	UND	50.00	S/ 250.00	S/ 12,500.00
<b>03.</b>	<b>OBRAS DE IMPACTO AMBIENTAL</b>				<b>S/ 28,913.12</b>
<b>03.01.</b>	<b>AREAS VERDES</b>				<b>S/ 3,913.12</b>
<b>03.01.01</b>	<b>PLANTACION</b>				<b>S/ 3,913.12</b>
03.01.01.01	PLANTACION DE GRASS	M2	159.84	S/ 22.52	S/ 3,598.84
03.01.01.02	PLANTACION DE ARBOLES	UND	33.00	S/ 9.52	S/ 314.29
<b>03.02.</b>	<b>ESTUDIO SOCIO AMBIENTAL</b>				<b>S/ 25,000.00</b>
<b>03.02.01</b>	<b>ACCIONES</b>				<b>S/ 25,000.00</b>
03.02.01.01	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	GLB	1.00	S/ 25,000.00	S/ 25,000.00
					<b>S/ 7,525,195.19</b>

COSTO DIRECTO	S/ 7,525,195.19
GASTOS GENERALES (10%)	S/ 752,519.52
UTILIDAD (5%)	S/ 376,259.76
SUBTOTAL	S/ 8,653,974.47
IGV (18%)	S/ 1,557,715.40
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 10,211,689.87</b>

**Planos**