

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE  
PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA  
CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA**

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

**AUTOR**

**LEYDDI LILY ANA HEREDIA VASQUEZ**

**ASESOR**

**LUIS QUIROZ QUIÑONES**

**<https://orcid.org/0000-0001-9193-0307>**

**Chiclayo, 2022**

**ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE PLUVIAL DE  
LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA**

PRESENTADA POR:

**LEYDDI LILY ANA HEREDIA VASQUEZ**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR:

Lucas Ludeña Gutierrez

PRESIDENTE

Wilmer Moises Zelada Zamora

SECRETARIO

Luis Quiroz Quiñones

VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios por darme vida, salud, fortaleza y por su guía para poder vencer todos los obstáculos que se me han presentado y poder culminar satisfactoriamente mi tesis, ya que sin él no hubiera podido.

A mis queridos padres Rosa Albina y Nicanor, por gran el sacrificio realizado en estos años de estudios y por su apoyo incondicional para lograr mis objetivos y metas, son mi pilar fundamental para la construcción de mi vida profesional.

A mis abuelos Segundo, Santos, Britaldo y Juana por el ejemplo de superación, humildad y sacrificio, lo que me ha enseñado a valorar lo que hoy tengo.

## **Agradecimientos**

A Dios quien me ha dado el don de la vida y ha permitido la culminación de mi tesis.  
A mis padres y toda mi familia por su apoyo, preocupación y por estar pendientes de mi progreso.

A la Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo por brindarme los medios necesarios para estudiar y ser una profesional, así como también a la plana docente y técnicos por haberme guiado en la elaboración de la presente tesis.

A mi asesor, Ing. Luis Quiroz Quiños, por la ayuda brindada para la elaboración de mi tesis y por compartir sus conocimientos para poder culminarla con éxito.

A todos, Muchas gracias.

# "ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA"

## INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="#">Submitted to Universidad Cesar Vallejo</a> Trabajo del estudiante	4%
3	<a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
4	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
5	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.ucp.edu.pe">repositorio.ucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://www3.vivienda.gob.pe">www3.vivienda.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

## Índice

Resumen.....	11
Abstract .....	12
<i>INTRODUCCIÓN</i> .....	13
<i>MARCO TEÓRICO</i> .....	15
Antecedentes del Problema .....	15
Bases Teórico Científicas.....	20
<i>MATERIALES Y MÉTODOS</i> .....	32
Tipo y nivel de investigación .....	32
Diseño de investigación .....	32
Población, muestra y muestreo.....	32
Criterios de Selección .....	33
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	33
Procedimientos.....	34
Plan de Procesamiento para análisis de Datos.....	37
Consideraciones éticas .....	38
<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i> .....	39
Estudio de Tráfico .....	39
Estudio Topográfico.....	47
Estudio de mecánica de suelos .....	77
Diseño estructural del pavimento.....	97
Diseño del drenaje pluvial.....	123
Análisis de Quebrada San Mateo .....	137
Análisis Técnico - Económico .....	145
Estudio De Impacto Ambiental .....	154
<i>CONCLUSIONES</i> .....	177
<i>RECOMENDACIONES</i> .....	178
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i> .....	179
<i>ANEXOS</i> .....	182

## Lista de tablas

Tabla 1. Listado de calles de estudio.....	32
Tabla 2. Resumen de conteo vehicular/día.....	40
Tabla 3. Factor de Corrección de vehículos ligeros y pesados Mes Abril .....	41
Tabla 4. IMD y Clasificación Vehicular .....	42
Tabla 5. Tasa de Crecimiento Vehicular .....	43
Tabla 6. IMD PROYECTADO .....	43
Tabla 7. Periodo de diseño recomendado.....	43
Tabla 8. Guía AASHTO 93. [22] .....	43
Tabla 9. Clasificación - Vehículos livianos.....	44
Tabla 10. Clasificación - Vehículos pesados.....	44
Tabla 11. Factores de Distribución Direccional y de Carril.....	45
Tabla 12. Relación de Cargas por Eje Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos.....	45
Tabla 13. Relación de Cargas por Eje Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos .....	46
Tabla 14. Cálculo del ESAL - Pavimento Flexible .....	46
Tabla 15. Cálculo del ESAL - Pavimento Rígido .....	46
Tabla 16. Coordenadas de BMs.....	48
Tabla 17. Coordenadas de puntos importantes en trabajo de campo.....	77
Tabla 18. Puntos de investigación según tipo de vía.....	78
Tabla 19. Información de Calicatas .....	79
Tabla 20. Ensayos realizados.....	80
Tabla 21. Resumen de Resultados de Calicatas Analizadas.....	92
Tabla 22. Potencial de Expansión de Calicatas analizadas .....	92
Tabla 23. Clasificación de suelos según índice de plasticidad.....	93
Tabla 24. Resumen de CBR encontrados .....	94
Tabla 25. Categorías de Sub rasante.....	94
Tabla 26. Resumen respecto a la Agresividad del Suelo.....	95
Tabla 27. Clasificación según exposición a sulfatos .....	95
Tabla 28. Clasificación de suelos según porcentaje de sal.....	95

Tabla 29. Resumen del Nivel Freático encontrado.....	96
Tabla 30. Requisitos Granulométricos .....	96
Tabla 31. Requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos.....	97
Tabla 32. Designación de CBR de sub rasante, Sub base y base .....	98
Tabla 33. Datos a utilizar para diseño de pavimento flexible por método de AASHTO 93 98	
Tabla 34. Tipo de tráfico .....	100
Tabla 35. Nivel de Confiabilidad .....	100
Tabla 36. Desviación Estándar Normal.....	101
Tabla 37. Índice de Serviciabilidad Inicial.....	101
Tabla 38. Índice de Serviciabilidad Final.....	102
Tabla 39. Calidad de drenaje .....	103
Tabla 40. Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje.....	103
Tabla 41. Espesores mínimos recomendados según MTC.....	106
Tabla 42. Espesores mínimos recomendados según Guía AASHTO 93.....	106
Tabla 43. Alternativa N°01 de espesores de capas para pavimento flexible.....	108
Tabla 44. Alternativa N°02 de espesores de capas para pavimento flexible.....	108
Tabla 45. Alternativa N°03 de espesores de capas para pavimento flexible.....	109
Tabla 46. CBR para base y sub base .....	110
Tabla 47. Espesores mínimos para superficies de concreto asfáltico.....	110
Tabla 48. Factores Ambientales .....	111
Tabla 49. Espesor mínimo de concreto asfáltico.....	113
Tabla 50. Coeficientes estructurales por Guía AASHTO 93.....	113
Tabla 51. Espesores calculados para base y sub base.....	114
Tabla 52. Serviciabilidad.....	115
Tabla 53. Confiabilidad y Desviación Estándar Normal.....	115
Tabla 54. Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga .....	117
Tabla 55. Módulo de reacción K para sub rasante .....	118
Tabla 56. Tanteo para espesor de losa y sub base .....	121
Tabla 57. Tipos de jutas.....	122
Tabla 58. Dimensiones de Losa.....	122
Tabla 59. Características y Ubicación de Estación.....	124

Tabla 60. Distribución de probabilidades pluviométricas - método de Gumbel .....	124
Tabla 61. Precipitaciones diarias máximas para distintas frecuencias .....	125
Tabla 62. Precipitación máxima para diferentes tiempos de duración .....	125
Tabla 63. Intensidad de lluvia según periodo de retorno.....	126
Tabla 64. Tabla de intensidad - tiempo de duración - periodo de retorno.....	128
Tabla 65. Recorridos predominantes en la zona de estudio .....	130
Tabla 66. Coeficientes de escorrentía.....	132
Tabla 67. Caudal de aporte .....	133
Tabla 68. Área de Microcuenca de Q. San Mateo.....	138
Tabla 69. Altitud Media de Microcuenca de Q. San Mateo .....	138
Tabla 70. Pendiente del Cauce principal .....	138
Tabla 71. Pendiente de Microcuenca de Q. San Mateo.....	139
Tabla 72. Valores para la determinación del coeficiente de escorrentía (C1).....	140
Tabla 73. Coeficiente de Escorrentía.....	140
Tabla 74. Coeficientes de escorrentía (C2) para ser usados en el Método Racional.....	140
Tabla 75. Coeficientes de escorrentía (C) .....	141
Tabla 76. Costos unitarios de partidas para presupuesto - Pavimento Flexible .....	146
Tabla 77. Costos unitarios de partidas para presupuesto - Pavimento Rígido .....	147
Tabla 78. Resumen de metrados - Pavimento Flexible .....	148
Tabla 79. Resumen de metrados - Pavimento Rígido .....	149
Tabla 80. Comparación económica Pavimento Flexible - Pavimento Rígido.....	152
Tabla 81. Fauna en Lugar de estudio.....	160
Tabla 82. Flora en lugar de estudio .....	161
Tabla 83. Número de Instituciones Educativas en Chota.....	162
Tabla 84. Matriz de Leopold .....	164

## Lista de figuras

Figura 1. Composición de un pavimento articulado de concreto simple.....	23
Figura 2. Composición de un pavimento articulado de concreto reforzado.....	23
Figura 3. Composición de un pavimento continuo de concreto reforzado.....	24
Figura 4. Ubicación de Estación (E1) para estudio de tráfico.....	39
Figura 5. Gráfico de conteo vehicular/día.....	40
Figura 6. Módulo de resiliencia de la sub base.....	99
Figura 7. Módulo de resiliencia de la base.....	99
Figura 8. Coeficiente Estructural de capa para concreto asfáltico.....	102
Figura 9. Número Estructural de Sub base.....	104
Figura 10. Número Estructural de Base.....	104
Figura 11. Número Estructural de Carpeta Asfáltica.....	105
Figura 12. Procedimiento de diseño.....	107
Figura 13. Espesor de Capa Asfáltica.....	107
Figura 14. Espesor de Base.....	107
Figura 15. Espesor de Sub Base.....	108
Figura 16. Espesores finales de cada capa para pavimento flexible por AASHTO 93.....	109
Figura 17. Tipo de mezcla.....	110
Figura 18. Gráfico para obtener espesor de capa.....	112
Figura 19. Gráfico para obtener espesor de capa con emulsión asfáltica tipo II.....	112
Figura 20. Espesores finales de cada capa para pavimento flexible por Instituto del Asfalto.....	114
Figura 21. Fórmula para hallar el coeficiente de reacción combinada.....	116
Figura 22. Espesores finales de cada capa para pavimento rígido por AASHTO 93.....	117
Figura 23. Espesores finales de cada capa para pavimento rígido por PCA.....	121
Figura 24. Comparación de espesores de diseño estructural de pavimento flexible y rígido.....	123
Figura 25. Gráficas de Tiempo de duración vs. Intensidad.....	127
Figura 26. Resumen de regresión potencial.....	127
Figura 27. Gráfica de la curva IDF (Intensidad - Duración - Frecuencia).....	128
Figura 28. Medidas de Cuneta.....	134

Figura 29. Cálculo de Tirante .....	135
Figura 30. Planteamiento de medidas de Cuneta.....	135
Figura 31. Cuneta propuesta.....	136
Figura 32. Delimitación de Microcuenca de Q. San Mateo .....	137
Figura 33. Perfil Estratigráfico del Suelo para C-01 .....	143
Figura 34. Relación entre esfuerzo cortante y la deformación horizontal, para esfuerzos de hasta 1 Kg/cm <sup>2</sup> .....	144
Figura 35. Relación entre esfuerzo cortante y esfuerzo normal, con parámetro de cohesión del suelo de 0.282 .....	144
Figura 36. Presupuesto general- Pavimento Flexible .....	151
Figura 37. Presupuesto general- Pavimento Rígido .....	152
Figura 38. Ubicación política de la zona de estudio.....	155
Figura 39. Zona de Estudio - Sector San Luis .....	187
Figura 40. Trazo de vías de estudio.....	187

## Lista de fotografías

Fotografía 1. Situación actual del Jr. Manco Capac .....	188
Fotografía 2. Situación actual del Jr. José Salinas.....	188
Fotografía 3. Situación actual del Prolg. Gregorio Malca .....	189
Fotografía 4. Situación actual del Jr. Sinchi Roca.....	189
Fotografía 5. Conteo vehicular .....	190
Fotografía 6. Levantamiento Topográfico.....	190
Fotografía 7. Levantamiento Topográfico.....	191
Fotografía 8. Calicata 01 .....	191
Fotografía 9. Calicata 02 .....	192
Fotografía 10. Calicata 03 .....	192
Fotografía 11. Calicata 04 .....	193
Fotografía 12. Calicata 05 .....	193
Fotografía 13. Calicata 06 .....	194
Fotografía 14. Calicata 07 .....	194
Fotografía 15. Calicata 08 .....	195
Fotografía 16. Calicata 09 .....	195
Fotografía 17. Calicata 10 .....	196
Fotografía 18. Calicata 11 .....	196
Fotografía 19. Calicata 12 .....	197
Fotografía 20. Calicata 13 .....	197
Fotografía 21. Calicata 15 .....	198
Fotografía 22. Calicata 16 .....	198
Fotografía 23. Ensayo granulométrico .....	199
Fotografía 24. Límites de consistencia.....	199
Fotografía 25. Límites de consistencia.....	200
Fotografía 26. Ensayo de contenido de humedad.....	200
Fotografía 27. Ensayo de CBR.....	201
Fotografía 28. Ensayo de contenido de sales.....	201

## Resumen

El pavimento es un componente de gran relevancia en la red de infraestructura vial es el pavimento, por ser un medio de transporte para los pobladores y sus bienes, además de dar una calidad visual para la zona donde las personas pueden desarrollar sus actividades cotidianas, mejorando su calidad de vida. Por lo tanto, debe ser uno de los principales objetivos que toda gestión debe realizar, ya que al tener vías en óptimas condiciones va a tener un gran valor en cualquier lugar porque va a facilitar el traslado de habitantes y bienes. Por lo que se propondrá el diseño del pavimento con drenaje pluvial en el sector “San Luis” ubicado en la ciudad de Chota, Cajamarca, de tal manera que los pobladores tanto de la zona como de toda la ciudad sean beneficiados, teniendo seguridad en sus traslados, mejorar la calidad visual urbanística y la calidad de vida de los pobladores.

**Palabras clave:** pavimento flexible, pavimento rígido, transitabilidad, drenaje pluvial.

### **Abstract**

The pavement is a component of great relevance in the network of road infrastructure is the pavement, as it is a means of transport for the inhabitants and their goods, in addition to providing a visual quality for the area where people can carry out their daily activities, improving your quality of life. Therefore, it must be one of the main objectives that all management must carry out, since having roads in optimal conditions will have great value in any place because it will facilitate the movement of inhabitants and goods. Therefore, the design of the pavement with storm drainage will be proposed in the "San Luis" sector located in the city of Chota, Cajamarca, in such a way that the inhabitants of both the area and the entire city are benefited, having security in their transfers, improve urban visual quality and the quality of life of the inhabitants.

**Keywords:** flexible pavement, rigid pavement, walkability, storm drainage.

## ***INTRODUCCIÓN***

En las últimas décadas, la ciudad de Chota ha logrado tener un crecimiento urbano considerable, lo cual hace que la administración pública no sea eficiente en un cien por ciento, dando como resultado que existen áreas sin pavimentar, provocando deficiencias en la estructura urbana de la ciudad y su calidad visual, lo que dificulta el adecuado paso de vehículos y peatones, como es el caso de la zona de San Luis, ubicada en una importante y estratégica zona de la ciudad, ya que se encuentra entre dos vías principales de ingreso a Chota que son Av. Inca Garcilazo de la Vega y Vía de Evitamiento, donde se observa un constante riesgo en el tránsito de vehículos en algunas calles mientras que en otras impide totalmente el tránsito, debido a que la subrasante se encuentra en mal estado, donde las calles necesitan una reparación continua, ya que en épocas de precipitación la superficie se humedece, haciéndola resbaladiza e intransitable, mientras que en épocas de verano hay una constante polución que puede afectar la salud de transeúntes y deteriorar las fachadas de las viviendas; lo cual genera un peligro constante tanto para el traslado de vehículos, como peatones y habitantes de la zona, donde existen gran cantidad de nuevas viviendas, además que para el ingreso al sector ya mencionado, no existe ningún tipo de señalización, generando un alto riesgo de ocasionar accidentes. También por el Sector San Luis, la quebrada San Mateo recorre sus aguas, siendo estas aguas contaminadas y generando malestar en los pobladores por el desborde en temporadas de lluvia, ya que tienen un volumen de precipitación considerable; la cantidad de agua que se escurre por las calles, específicamente de este sector, llegan al punto de generar riachuelos ocasionando intransitabilidad y agotando la capacidad máxima de acogida de agua en la quebrada ya mencionada. Entonces, por ello hay la necesidad de hacer el diseño estructural del pavimento en el sector mencionado, así como también diseñar el drenaje pluvial superficial, proponer la colocación de elementos de tránsito como señalización horizontal y vertical, además de plantear acciones para la descolmatación y encauzamiento de la quebrada San Mateo que recorre por el sector.

La justificación de dicha investigación viene enmarcada en los siguientes puntos: Técnicamente, va a permitir conocer el estado actual del sector San Luis de la ciudad de Chota y dar alternativas de solución como es el diseño de pavimento rígido y flexible por los métodos de AASHTO 93, PCA e Instituto del Asfalto, así como también el diseño de sistema de drenaje pluvial superficial y realizar un análisis hidrológico y geotécnico a la quebrada

San Mateo, para ello se va a requerir de las siguientes normativas como el Reglamento Nacional de Edificaciones, el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas y el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; los cuales nos ayudará a realizar el estudio de una manera establecida y confiable para solucionar la crítica situación de transitabilidad en la que se encuentra el sector San Luis; en el aspecto social, la importancia del proyecto se debe a que la pavimentación de las calles, en éste caso de la zona en estudio de la ciudad de Chota solucionará el problema del mal estado de la superficie de rodadura, ayudando a una mejor transitabilidad; los habitantes del Sector disfrutarán del espacio público, tendrán una mejor calidad de vida por la facilidad para acceder a los servicios públicos. Asimismo, el tráfico vehicular mejorará puesto que las viviendas tendrán un acceso directo y finalmente habrá una mejor calidad visual de la ciudad, viéndose beneficiados principalmente los pobladores del sector y de toda la ciudad; y también el proyecto se justifica ambientalmente porque se disminuirá enfermedades provocadas por la polución y agua estancada como por ejemplo las infecciones gripales y existirá una disminución de la vulnerabilidad al deslizamiento ya que se tendrá un drenaje pluvial en el Sector.

Como objetivo general de la investigación es diseñar el pavimento y sistema de drenaje pluvial de las calles del Sector San Luis de la ciudad de Chota, Cajamarca.

Es por ello que se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- 1) Realizar el estudio de tráfico y obtener el IMDA.
- 2) Realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- 3) Realizar el estudio de mecánica de suelos.
- 4) Diseñar la estructura de pavimento flexible y rígido mediante diferentes métodos y tecnologías.
- 5) Evaluar y realizar análisis técnico-económico para la selección de mejor alternativa de pavimento y diseño.
- 6) Determinar los parámetros hidrológicos para diseñar sistema de drenaje pluvial del sector.
- 7) Analizar comportamiento hidráulico y geotécnico de quebrada para proponer obras de encauzamiento y limpieza del cauce de la quebrada.
- 8) Realizar el Estudio de Impacto Ambiental.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Antecedentes del Problema**

Respecto al diseño de pavimentos y drenaje pluvial, existen muchas investigaciones, donde se evalúan los diferentes métodos de diseño y se realizan comparaciones para hacer una posterior elección.

### **TESIS PREGRADO: “DISEÑO DE UN PAVIMENTO ALTERNATIVO PARA LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN SECTOR GUACAMAYO 1° ETAPA -VALDIVIA – CHILE” – Fontalba Gallardo Erwin Walter - 2015**

El Sector Guacamayo 1° Etapa se encuentra al extremo de Valdivia, Región de los Ríos. El sector en mención, en la actualidad es el principal foco de inversión habitacional del Minvu, existen gran cantidad de proyectos inmobiliarios en ejecución y tanto la urbanización como la cantidad de pobladores ha acrecentado, del mismo modo, existen empresas de carácter forestal, lo que conlleva a un crecido tránsito de maquinaria pesada. Por lo tanto, este es un problema persistente para las personas de la zona, ya que las vías no han sido diseñadas para soportar la carga de este vehículo, lo que genera inconvenientes debido a la mala calidad de estas vías. [1]

Como primera parte de la investigación, se realizó el diseño del pavimento mediante dos métodos: Dispav 5 y AASHTO 93, siendo el primero un método mexicano y el segundo el método oficial de diseño del país de Chile; para ello se realizaron estudios de tránsito para recabar información del tránsito vehicular en la avenida, estudios de suelo y finalmente se tuvo en cuenta las especificaciones originales del proyecto. En una segunda parte de la investigación se hace una comparación de ambos diseños por los dos distintos métodos, en cuanto a las dimensiones de las capas de pavimento y un análisis de costos. [1]

Finalmente, se concluye que la diferencia principal es en las dimensiones de las capas granulares y en costos, se tienen una diferencia mínima, donde el método con menor costo de ejecución es el método AAASHTO 93. [1]

**TESIS PREGRADO: “PROPUESTA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA GARANTIZAR EL DRENAJE PARA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL – BARRIO SAN VICENTE SURORIENTAL, LOCALIDAD SAN CRISTOBAL – BOGOTÁ D.C – COLOMBIA” – Otalora Pardo Estefania - 2018**

Las inmediaciones de San Vicente Sur Oriental cuentan con un sistema de alcantarillado combinado que no es capaz de transportar aguas pluviales y residuales durante el invierno, además del arrastre de sedimentos y cualquier otro tipo de residuos crean un bloqueo de tuberías, permitiendo que el agua se filtre al suelo, lo que da lugar a la degradación del pavimento, que es un problema que afecta a las personas que circulan por las vías principales, debido a que las cargas transmitidas por los vehículos dañan la capa del suelo. La presencia de sumideros en toda el área es poca, al igual que la falta de un diseño adecuado para recolectar agua de lluvia y algunos están bloqueados. También en esta zona predominan las pendientes, mientras que los barrios aguas abajo tienen pendientes medias y bajas; lo que lleva a un aumento en la velocidad y volumen del agua de lluvia, provocando inundaciones a las áreas vecinas aguas abajo del área de estudio. [2]

La propuesta desarrollada durante la investigación tomó en cuenta los Criterios de Diseño del Sistema de Alcantarillado NS-085, y, además, se realizó la modelación utilizando el software SewerGEMS, para comprobar la dinámica del sistema en funcionamiento esperado y los cálculos ejecutados. [2]

Finalmente, se diseñaron seis alcantarillas principales para descargar a las redes existentes, de las cuales conectadas al sistema de alcantarillado pluvial y dos a redes combinadas y con la ayuda de un software se puede verificar que tiene la capacidad suficiente para transportar el agua de lluvia hasta el punto de descarga especificado, sin ningún inconveniente en la red.[2]

**TESIS PREGRADO: “EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE ABANCAY, PARA PROPONER UNA MEJOR ALTERNATIVA ESTRUCTURAL EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS” – Ccasani Bravo Mayra Jessenia y Ferro Moina Yadelis Ingridt - 2017**

En la ciudad de Abancay, más precisamente en el centro de la ciudad, las vías se han deteriorado sin intervención de autoridades; y si funcionan, reparan mal sin especificación

alguna o dejan el trabajo sin terminar, es porque el área se está deteriorando rápidamente debido al tráfico. Del mismo modo, la existencia de vehículos pesados de carga circulando por la ciudad agrava los atascos, provocando grandes dificultades para la circulación de vehículos particulares y de transporte público. Además, debido a un mantenimiento inadecuado del sistema de drenaje, conduce al bloqueo de dicho sistema debido a la lluvia, lo que puede provocar el colapso o ruptura de las tuberías, provocando la filtración de agua a través de las capas estructurales de los pavimentos, debilitándolos y provocando su destrucción y deterioro. [3]

Como primera parte de la investigación hace una evaluación superficial, describiendo las diversas fallas que tiene los pavimentos de la zona de estudio, así mismo se determinó la calidad de los materiales del pavimento para que de esta manera se pueda conocer las propiedades que presentan los agregados. Después de ello se realizó un estudio de tráfico para que se tenga en cuenta todos los elementos necesarios para el posterior diseño, donde se propone tanto el diseño del pavimento rígido como también del pavimento flexible. [3]

El resultado es que al final de la evaluación y análisis se observaron los diferentes tipos de daños, la mayoría de los cuales corresponden a las grietas de la estructura vial, de igual manera, los cortes observados para las conexiones a nivel doméstico, se descubrieron daños severos y en gran parte sin reposición de pavimento. [3]

**TESIS PREGRADO: “ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C – EL MILAGRO – TRUJILLO – LA LIBERTAD” – Ramírez Rojas Walter David y Zavaleta Alvarado Roger Junior - 2017**

En el centro poblado “El Milagro”, distrito de Huanchaco, se observan diversos factores con problemas de infraestructura vial. Las calles no están pavimentadas, lo que dificulta el tránsito y la falta de aceras, genera molestias a la población local; También existe la presencia de contaminación ambiental en la zona por el movimiento de vehículos en las calles sin pavimentar, perjudicando a los vecinos de dicha zona. [4]

Se hizo una comparación en cuanto al diseño del pavimento rígido, flexible y semi-rígido para la zona de planteada en el estudio, donde inicia describiendo la problemática de

la pavimentación actual en las vías del sector VI de El Milagro para luego plantear los materiales que usarán y los métodos a utilizar. Se diseña el pavimento rígido, semi-rígido y flexible por el método de AASHTO 93 y luego se realiza un análisis de costos entre estos tres tipos de pavimentos para seleccionar la mejor alternativa. [4]

Como resultado, el área tiene terreno plano y buena capacidad de carga y es por eso que el pavimento flexible no necesitaría una sub base granular en su diseño y finalmente determinaron que el pavimento flexible es la mejor opción desde el punto de vista económico. [4]

**TESIS PREGRADO: “DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SANTA CRUZ, PROVINCIA DE SANTA CRUZ, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA” – Izquierdo Pérez Anderson Hernán y Zeña Sampén Junior Leandro - 2019**

El problema más frecuente en las calles de Santa Cruz es la cantidad de agua que discurre por ellas hasta el punto de crear riachuelos por ellas e imposibilitar el paso de vehículos y peatones. [5]

En la investigación se realiza el estudio topográfico e hidráulicos para que se pueda hacer el diseño de caudal por cada una de las calles y posterior a ello se realiza el diseño del canal principal con la obtención de los caudales de salida. También se realizó el estudio geotécnico para que se pueda clasificar el tipo de suelo donde se plantea el estudio. Como segunda parte de la investigación, realiza el presupuesto y el EIA, tomando en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. [5]

Los resultados de la encuesta mostraron que, para el diseño del drenaje pluvial, se eligió un período de retorno de 25 años debido a la expansión urbana y la continuidad de las lluvias estacionales determinadas durante el año. Del diseño hidráulico se concluye que el caudal es de  $3,6226 \text{ m}^3/\text{s}$ . se extiende sobre tres vertientes: Canal "La Población", Quebrada "El Ancho" y Río "El Pueblo". Teniendo en cuenta lo anterior, se han diseñado canales de salida para cada vertiente, definiendo  $B = 30 \text{ cm}$  y  $H = 50 \text{ cm}$ . Y se realizó un presupuesto del proyecto, se obtuvo s/. 4'515.593,23. [5]

**TESIS PREGRADO: “DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE OBRAS DE PROTECCIÓN FRENTE A EROSIÓN E INUNDACIONES DEL RÍO BALSAYACU EN EL CENTRO POBLADO DE BALSAYACU, DISTRITO DE CAMPANILLA, PROVINCIA DE MARISCAL CÁCERES – REGIÓN SAN MARTÍN” – García Paredes, Andrés - 2017**

De acuerdo a la actividad hidráulica del río Balsayacu asociada a la ocurrencia de caudales extremos, se ha convertido en un proceso erosivo grave para su cauce, agregándole un alto riesgo de pérdida de vidas y materiales que se encuentra en la margen derecha del río. La situación es grave y de suma importancia debido a que el río Balsayacu en los últimos años se ha erosionado en las laderas del cauce y se ha inundado continuamente, afectando las zonas ribereñas. Durante los años 2001-2015 se presentaron las mayores inundaciones en el río que afectó a la localidad del mismo nombre, ocasionando daños a la infraestructura existente, daños al ganado, inundación de zonas urbanas, y transitabilidad en la ciudad degradada. [6]

En la investigación se realiza el estudio topográfico, el estudio de mecánica de suelos y adquirir información de acontecimientos históricos de máximas avenidas, luego se define las características de la cuenca del río estudiado, se recaba información pluviométrica proporcionada por el SENAMHI, para calcular el caudal de diseño y finalmente efectuar el diseño hidráulico con el principal objetivo de solucionar todos los inconvenientes de erosión e inundación del C.P. Balsayacu. [6]

Al final se obtuvo como resultado 15 espigones deflectores con longitudes efectivas cortas de 5m a 35m, los cuales serán posicionados de acuerdo a las condiciones encontradas y al diseño de la forma de la ribera del río Balsayacu, este lograría desviar y alejarse de las riberas de las corrientes de alta velocidad, pudiendo evitar la erosión del material de margen, así como un dique de tierra que se proyectó fuera del cauce, paralelo y contiguo a la margen derecha del río Balsayacu, el cual protegería a la población del mismo nombre de las inundaciones. Estructuralmente, ambos son estables al vuelco, deslizamiento y punzonamiento. [6]

## **Bases Teórico Científicas**

### **A. Ingeniería de Transporte**

Es un estudio de nociones tanto tecnológicos como científicos a la planificación, ejecución, operación y buena administración de cualquier tipo de transporte, con la finalidad de que las personas se puedan movilizar de una manera segura, económica y rápida que sea amigable con el medio ambiente. [7]

### **B. Vía**

Se entiende por un espacio donde se va a desarrollar el tránsito y que está en uso público y privado por cualquier poblador o ciudadano.

#### *Clasificación de vías*

Para su clasificación se toman en cuenta los criterios como son la actividad de la vía, el tipo de tráfico que puede soportar, el uso del suelo que colinda a la red vial, espaciamiento, el nivel de servicio y el desempeño que ejerce en su operación, particularidades físicas y la semejanza con sistemas de clasificación vigentes.

Dicha clasificación se aplica a cualquier tipo de vía pública urbana terrestre y son vías expresas, arteriales, colectoras y locales. [8]

- **Vías Expresas:** Estas vías unen zonas donde hay un elevado tráfico, transportando gran cantidad de vehículos a una alta velocidad, facilitando la movilidad para el tráfico directo y teniendo un flujo ininterrumpido.
- **Vías Arteriales:** La fluidez de estas vías es de media a alta, con baja accesibilidad, muchas vías de este tipo son denominadas avenidas, sin embargo, se recomienda el cruce por peatones solo en intersecciones o en cruces con semáforos y debe evitarse las interrupciones en el flujo de tránsito.
- **Vías Colectoras:** Sirven como intermediarias, para poder conectar las vías locales con las arteriales, muchas veces son denominadas como jirones y su flujo de tránsito es interrumpido con frecuencia.

- Vías Locales: Tiene por finalidad dar acceso a los predios, generando ingreso y salida, es usada por vehículos livianos y se permite el estacionamiento de los mismos.

### C. Pavimento

Según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, menciona que el pavimento es una estructura formada por capas sobre la sub rasante o terreno natural con el fin de que resista y se distribuyan los esfuerzos ocasionados por los vehículos que transitan sobre ella, y así poder mejorar las condiciones de seguridad, comodidad y serviciabilidad para el tránsito. Y generalmente comprende las capas: base, sub base y capa de rodadura. [9]

Así mismo, para el autor Becerra Salas define al pavimento como una estructura compuesta por capas, las cuales pueden ser simples, tratadas o granulares, que van a reposar sobre la sub rasante o terreno natural y su diseño tiene el objetivo de transferir cargas vehiculares, mediante sus capas por un determinado periodo de tiempo. [10]

En otras palabras, el pavimento es una estructura vial que hace que el tráfico de vehículos sea cómodo, seguro y económico. Los materiales utilizados para construirlo ofrecen una variedad de posibilidades; es por ello que la estructura puede estar formada por varias capas, puede estar realizada con materiales seleccionados que se someten a diferentes tratamientos y la superficie de rodadura puede ser una capa de asfalto, concreto hidráulico o también puede estar formada por acopios de materiales compactados. Asimismo, las tecnologías actuales brindan una gran variedad de secciones estructurales y depende en gran medida de las condiciones y requerimientos del proyecto poder elegir la opción de diseño adecuada.

#### Tipos de Pavimentos

La clasificación de Pavimentos está dada por: pavimentos rígidos, semirrígido, articulados y flexibles. [11]

- Pavimento Rígido:

Montejo Fonseca, nos dice que son aquellos en donde la superficie de rodadura es conformada por una losa de concreto hidráulico que puede descansar sobre la sub

rasante o sub base del pavimento y los esfuerzos que recibe son distribuidos en una zona muy amplia y su uso es beneficioso en lugares donde la sub rasantes es débil por su grado de resistencia ante los esfuerzos de tensión. [11]

También para el autor Huang en su libro “Pavement Analysis and Design”, indica que este tipo de pavimento está conformado por 2 capas; portland cement concrete y base or subbase course, empezando desde la parte superior: [12]

- Portland Cement Concrete; la losa de concreto es la capa que está en contacto con las cargas transmitidas por los vehículos que circulan sobre ella. Su función es la misma que de la carpeta asfáltica en los pavimentos flexibles, además de resistir y transferir en nivel adecuado los esfuerzos que le destinen. [12]
- Base or subbase course; los primeros pavimentos rígidos se construían sobre la sub rasante sin hacer uso de una base. Después, con el peso y el volumen de tráfico se iba incrementando y el fenómeno de bombeo empezó a suceder y el uso de un base granular se volvió popular. [12]

Los pavimentos rígidos pueden ser clasificados en cuatro tipos: Pavimento articulado de concreto simple, pavimento articulado de concreto reforzado, pavimento continuo de concreto reforzado y pavimento de concreto pre esforzado. [12]

Pavimento articulado de concreto simple (JPCP); es el tipo de pavimento rígido más común, controla el agrietamiento dividiendo el pavimento en losas individuales separadas por juntas de contracción, tampoco utiliza armadura, sino que utiliza espigas o dovelas, en la junta transversal y barras de unión en la junta longitudinal. Sin embargo, los dowels no se pueden usar; donde la transmisión se logra mediante el entrelazado de agregados entre las caras de fractura debajo de las juntas formadas, por lo que la distancia entre las juntas debe ser corta. [12]

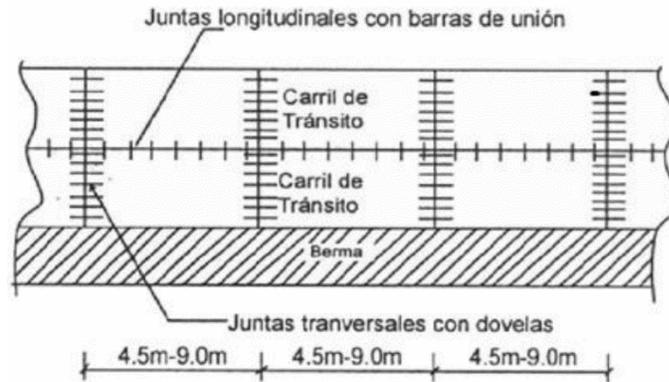


Figura 1. Composición de un pavimento articulado de concreto simple

Fuente: Ingeniería de Pavimentos: Materiales, diseño y conservación [13]

Pavimento articulado de concreto reforzado (JRCP); el acero de refuerzo no no aumenta la capacidad de carga de la estructura; pero si admite distanciar juntas un poco más. Y este refuerzo está destinado a retener las fisuras transversales que se desarrollan en la losa. La cantidad de refuerzo aumentará a medida que aumente el espacio entre las juntas; pero el número de juntas y dowels disminuye cuando esto sucede. Se recomienda una distancia máxima de juntas de 12,2 m para garantizar el diseño más económico. [12]

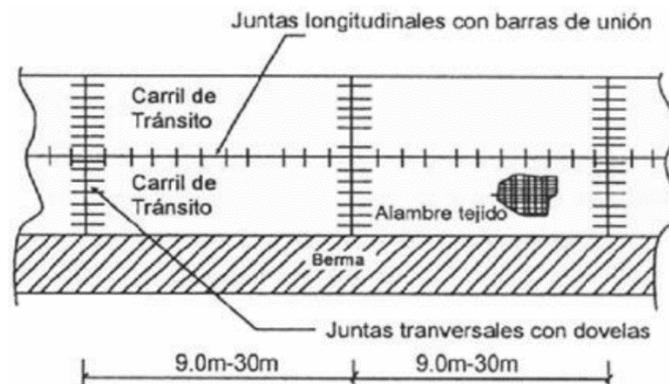
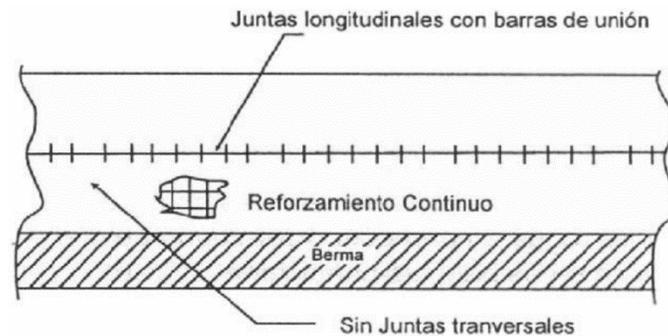


Figura 2. Composición de un pavimento articulado de concreto reforzado

Fuente: Ingeniería de Pavimentos: Materiales, diseño y conservación [13]

Pavimento continuo de concreto reforzado (CRCP); este tipo de pavimento no requiere junta de contracción y permite la formación de grietas transversales unidas por refuerzo continuo. La tendencia actual es diseñar CRCP con el mismo espesor que JPCP. El refuerzo solo es útil para controlar la distancia y el ancho de

las grietas que se forman en lugar de contribuir estructuralmente al pavimento. [12]



*Figura 3. Composición de un pavimento continuo de concreto reforzado*

Fuente: Ingeniería de Pavimentos: Materiales, diseño y conservación [13]

Pavimento de concreto pre esforzado (PCP); se sabe que el concreto es frágil ante la tensión de tracción, pero puede soportar la tensión de compresión. La tensión de pre compresión en el concreto reduce la tensión de tracción causada por la carga del vehículo, lo que reduce el espesor de la losa de hormigón. Los pavimentos de hormigón pretensado tienen menos probabilidades de agrietarse y tienen menos juntas transversales, lo que significa costos de mantenimiento mínimos y una vida útil más larga. [12]

- Pavimento Semirrígido:

Para Montejo, el pavimento semirrígido tiene una estructura igual a la del pavimento flexible y por lo general una de las capas está rigidizada con aditivos que tienen por objetivo mejorar las propiedades mecánicas de los materiales que se usaran en la capa del pavimento. [11]

- Pavimento Articulado:

Son pavimentos cuya superficie de rodadura está elaborada por bloques de concreto prefabricado, denominados adoquines, los cuales tienen un espesor uniforme, estos van sobre una cama de arena que puede estar apoyada sobre la base granular o también sobre la subrasante. [11]

- Pavimento Flexible:

Los autores Marrufo y Chávez, lo definen como un tipo de pavimento que mantiene mayor contacto con las cargas generadas por el tráfico y las distribuye a la sub rasante; donde la estabilidad depende de los agregados, la flexión de partículas y la cohesión. Es por esto que el pavimento flexible consiste en un pavimento con una serie de capas granulares y finalmente una fina capa de asfalto de muy buena calidad. [14]

Comprende en una primera capa de carpeta bituminosa, que se encuentran sobre capas no rígidas que son la base y sub base. [11]

Son denominados pavimentos flexibles porque transmiten los esfuerzos desde la superficie de rodadura hasta la sub rasante. Y debido a que el asfalto toma el papel de transmisor de esfuerzos, este tipo de pavimento requiere más capas intermedias entre la superficie de rodadura y terreno natural o sub rasante. [10]

El pavimento flexible está conformado de la siguiente manera: capa de sellado, capa de rodadura, riego de liga, capa aglutinante, capa de imprimación, base, sub base, sub rasante y suelo de fundación. [12]

#### Conformación del Pavimento

El pavimento está compuesto generalmente por las siguientes capas: capa de rodadura, base y sub base. [10]

- Capa de rodadura:

Es la capa superior del pavimento y puede ser de tipo bituminosa si es del tipo flexible o también puede ser de concreto si es rígido o de adoquines que vendría a ser un pavimento semirrígido. Su principal función es de sostener los esfuerzos directos que genera el tránsito vehicular. [9]

- Base:

Es la capa inferior a la capa de rodadura, su principal objetivo es el de soportar y transferir cargas originadas por los vehículos que transitan sobre la vía. Esta capa debe

ser de un material granular drenante ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ), de lo contrario será tratada con aditivos para cumplir con los requerimientos. [9]

- Sub base:

Esta es la capa de material y espesor especificado en el diseño, que soporta tanto a la base como la capa de asfalto. Actúa como capa de drenaje y controla la acción capilar del agua. Esta capa puede estar hecho de materiales granulares ( $\text{CBR} \geq 40\%$ ) o tratados con aditivos. [9]

*Factores involucrados en el diseño del Pavimento*

- Estudio de tráfico:

Para el diseño de los pavimentos, uno de los datos más importantes que debemos determinar son los tipos de vehículos que van a transitar por la zona y la frecuencia con la que lo hacen. Este estudio determina el flujo vehicular en el parámetro conocido como ESAL. [15]

- Estudio de Mecánica de Suelos y Canteras:

El estudio de mecánica de suelos tiene como principal finalidad determinar la capacidad que soporta la sub rasante como es el módulo de resiliencia y módulo de reacción de la sub rasante para los pavimentos. Y el estudio de canteras sirve para poder caracterizar el material granular que va a ser utilizado como sub base y base de pavimento. [15]

- Estudio Pluviométrico y Metereológico:

Las lluvias y los cambios frecuentes de temperatura son factores que afectan la vida útil del pavimento. En primer lugar, las lluvias provocan un aumento del nivel freático, afectan la resistencia a la compresión y el cambio de volumen de la sub rasante, pero también afectan varios factores del proceso constructivo, como el movimiento de tierras, la colocación y compactación de las capas del pavimento. En segundo lugar, los cambios de temperatura provocan tensiones muy elevadas en los pavimentos rígidos, mientras que en los flexibles pueden modificar el módulo de

elasticidad de las capas asfálticas, provocando deformaciones o aparición de fisuras, que no son propicias para las condiciones de uso de la vía. [11]

Según estudios realizados por SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú), la ciudad de Chota tiene un clima templado debido a su cercanía con la línea ecuatorial y por ser una ciudad ubicada en piso térmico bajo, presenta inviernos templados y veranos calurosos con una temporada de lluvias de noviembre a abril, además de una temperatura media anual de 17.8°C, noviembre es el mes más caluroso con 26.6°C y el mes de menor temperatura es julio con 12.6°C ; y el mes en que llueve con intensidad es abril. [16]

### Métodos de diseño

- Para pavimento flexible:
  - Método AASHTO 93

#### a. PERÍODO DE DISEÑO

Para el tipo de pavimentos flexibles es de hasta de 10 años para las vías de bajo volumen de tránsito, periodo de diseño de dos etapas de 10 años y el periodo de diseño de una etapa es de 20 años. Estos periodos pueden ajustarse de acuerdo a las condiciones en las que se encuentra el proyecto y a los requerimientos de la Entidad. [9]

#### b. VARIABLES

Según Manual de Carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. La ecuación desarrollada para el diseño estructural del pavimento tipo flexible es:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

De dicha ecuación, se desprenden las siguientes variables:

- W18: Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para

el periodo de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2t; el cual está establecido con base en la información dada por el estudio de tráfico. [9]

- Módulo de Resiliencia (MR): Es una medida de la rigidez del suelo de la subrasante, que para su cálculo se debe emplear la ecuación recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide): [9]

$$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

- Confiabilidad: Significa la probabilidad de que una determinada estructura funcione durante el período de diseño y depende de los factores cambiantes que afectan la estructura del pavimento y su comportamiento; además de la calidad de construcción, las condiciones climáticas, un aumento en el volumen de tráfico de lo esperado puede reducir la vida útil prevista en el diseño del pavimento. [9]
- Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ ): Indica el valor de confianza elegido para el conjunto de datos en una distribución normal. [9]
- Desviación Estándar Combinada ( $S_o$ ): Valor según la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y cualquier factor que afecta el comportamiento del pavimento. [9]
- Índice de Serviciabilidad Presente (PSI): Es el confort que la conducción aporta al usuario. Su valor varía entre 0 y 5. [9]
- Número Estructural Requerido (SNR): Una vez recopilados y procesados los datos, se aplica la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el número estructural que representa el espesor total del pavimento y este debe ser convertido en el espesor efectivo de cada capa que formará dicho pavimento, utilizando los coeficientes estructurales, y aplicando la siguiente fórmula: [9]

$$- SN = a_1 x d_1 + a_2 x d_2 x m_2 + a_3 x d_3 x m_3$$

o Instituto del Asfalto

Para el diseño del pavimento por este método se deben ejecutar: [17]

- a. Una estimación del tráfico esperado durante la fase de diseño de la vía, expresada como un número equivalente acumulativo de 8,2 toneladas de ejes simples en el carril de diseño.
- b. Determinar la resistencia del suelo de la sub-rasante. También se puede emplear

el ensayo de CBR.

- c. Elegir tipos de base y capa de rodadura que se utilizará. Para ello se emplean gráficas de diseño que determinan los espesores de las capas del pavimento y a la vez deben cumplir con los requerimientos indicados por el método.
- Para pavimento rígido:
  - Método AASHTO 93

Mediante un proceso iterativo se asume el espesor de la losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 alcanza el equilibrio. El espesor de concreto calculado debe soportar la carga sin causar ningún deterioro en términos de servicio. [9]

$$\begin{aligned} \log_{10}(W_{82}) &= Z_R S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 \\ &+ \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} \\ &+ (4.22 - 0.32P_1) \times \log_{10}\left(\frac{M_T C_{dx}(0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51xJ\left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c l k)^{0.25}}\right)}\right) \end{aligned}$$

#### a. PERIÓDO DE DISEÑO

Para pavimentos rígidos es mínimo de 20 años. Este periodo puede ajustarse de acuerdo a las circunstancias del proyecto y a los requerimientos de la Entidad. [9]

#### b. VARIABLES

- Tránsito (ESAL): Es la cantidad de tránsito dada en el periodo para el carril de diseño. [9]
- Serviciabilidad: Es la capacidad del pavimento para servir al tránsito vehicular, y está dada en una escala entre 0 y 5. AASHTO 93 emplea 1.5 como el índice de serviciabilidad terminal de un pavimento. [9]
- Confiabilidad y la desviación estándar (So): Factor de seguridad, equivalente a incrementar en cierta proporción el tránsito que se ha previsto en el transcurso del periodo de diseño, si es que sigue conceptos estadísticos que consideran una

distribución normal de las variables involucradas. [9]

- El suelo y el efecto de las capas de apoyo ( $K_c$ ): Es el módulo de reacción de la subrasante ( $K$ ). [9]
- Resistencia a flexo-tracción del concreto: El pavimento de concreto trabaja principalmente a flexión, por lo que es imprescindible de que se introduzca la Resistencia a flexo-tracción en la ecuación AASHTO 93. El módulo de rotura ( $MR$ ) esta normalizado por ASTM C – 78. [9]
- Módulo Elástico del Concreto: Según AASHTO 93, el módulo elástico puede ser calculado utilizando la correlación recomendada por el ACI: [9]

$$E = 57,000x(f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

Drenaje ( $C_d$ ): Representa la capacidad de la estructura debajo de la losa de concreto para retener agua o humedad durante un cierto período de tiempo. El grado de drenaje de las capas intermedias dependerá del tipo de drenaje diseñado, el tipo y permeabilidad de las capas de sub base, el tipo de sub rasante, las condiciones climáticas, la cantidad de lluvia, etc. [9]

- Transferencia de Cargas ( $J$ ): El parámetro representa la capacidad de transferencia de carga entre juntas y fisuras de la estructura. [9]
- o Método de la Portland Cement Association

El método se puede aplicar a los siguientes casos: Concreto Simple, concreto simple con dowels, concreto reforzado y concreto con refuerzo continuo.

Los factores de diseño que toma en cuenta el método son: módulo de rotura, resistencia de la sub rasante o combinación sub rasante y sub base ( $K$ ) para Placas de 30” de diámetro o por CBR, tráfico y factores de seguridad de Carga. [18]

### Sistema de Drenaje Pluvial

El drenaje de agua de lluvia es muy importante y debe realizarse cuando ocurre un evento de esta índole; esta es una práctica común que ocurre en la mayoría de las ciudades del mundo, y para evitar daños a la infraestructura e inundaciones. Por esta razón, la forma más factible de lograr un drenaje de aguas pluviales adecuado es tener un sistema de drenaje pluvial urbano. [19]

Y un sistema de drenaje se define como un conjunto de canalones de concreto que transportarán las aguas pluviales a un lugar previamente acordado para que el agua fluya y así evitar los problemas habituales de inundaciones en áreas críticas. [20]

- Consideraciones hidráulicas en sistemas de drenaje de urbanismo menor captación de aguas pluviales en zonas urbanas: [21]
  - Consideraciones del Caudal de Diseño: Cálculo de los caudales y periodo de retorno.
  - Captación de Aguas Pluviales en Edificaciones.
  - Captación en Zona Vehicular – Pista.
  - Depresiones para drenaje.
  - Tuberías Ranuradas.
  - Evacuación de las Aguas Recolectadas.
  - Sistema de Evacuación.
- Consideraciones Hidráulicas En Sistemas De Drenaje Urbano Mayor: [21]
  - Consideraciones del Caudal de Diseño: Cálculo de los caudales, periodo de retorno, determinación de la escorrentía superficial dentro del área de drenaje, criterio de control de la descarga.
  - Tipos de Sistemas de Evacuación: Por gravedad y por bombeo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Tipo y nivel de investigación**

El tipo de investigación del proyecto propuesto es el de una investigación aplicada, debido a que se utilizan los conocimientos de la ingeniería civil. Asimismo, los niveles de investigación muestran la trascendencia que tendrá la investigación, por lo que este estudio pertenece al nivel explorativo descubre problemas, construye líneas de investigación y plantea soluciones.

### **Diseño de investigación**

La presente investigación tiene un diseño no experimental, debido a que por ser un proyecto aplicativo, no se realiza manejo de las variables para poder obtener la corroboración de la hipótesis, sin embargo tiene como fin aplicar técnicas, instrumentos y conocimientos para obtener los resultados que se desean.

### **Población, muestra y muestreo**

El área de estudio se ubica en el Sector San Luis, distrito y provincia de Chota, departamento de Cajamarca. Las calles conformadas en la investigación están sin pavimentar y serán diseñadas de acuerdo a lo propuesto en el presente informe investigativo. En la siguiente tabla, se muestran las calles de la zona de estudio:

<b>NOMBRE DE CALLE</b>	<b>LONGITUD</b>
Jr Tupac Yupanqui	224.00 m
Jr Juan Nuñez Coronel	240.00 m
Jr Wiracocha	269.00 m
Jr Pachacutec	142.00 m
Jr Mayta Capac	162.00 m
Jr Inca Roca	164.00 m
Jr T Yupanqui	383.00 m
Jr Sinchi Roca	93.00 m
Vía de Evitamiento	525.00 m
Jr Santa Elena	131.00 m
Jr Santa Cecilia	142.00 m
Jr Jose Salinas	153.00 m
Prolg Gregorio Malca	324.00 m
Jr Manco Capac	415.00 m

*Tabla 1. Listado de calles de estudio*

Fuente: Elaboración propia

## **Criterios de Selección**

El área de estudio se ubica en el Sector San Luis, distrito y provincia de Chota, departamento de Cajamarca. Las calles conformadas en la investigación están sin pavimentar y serán diseñadas de acuerdo a lo propuesto en el presente informe investigativo.

## **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

### **A. Técnicas**

#### *Obtención de datos e información*

Búsqueda y recopilación de distintos documentos que significativos proporcionados por la Municipalidad Provincial de Chota. Así como también información virtual.

#### *Observación y análisis de la zona*

Se realizará con ayuda de fotos y de Google Earth.

#### *Levantamiento Topográfico*

Se harán uso de curvas de nivel, perfil longitudinal por calles y secciones transversales.

#### *Estudio de Tráfico*

Con ayuda de Excel y formato del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, y se realizará el conteo vehicular en el sector.

#### *Estudio de Mecánica de Suelos*

Se realizará un análisis granulométrico, peso específico, límite líquido, límite plástico, contenido de humedad, California Bearing Ratio, Proctor Modificado.

#### *Estudio Hidrológico*

Se harán uso de información pluviométrica emitida por SENAMHI para la estación Chota.

### Diseño de pavimento

Se realizarán el diseño estructural del pavimento flexible y rígido por los métodos AASHTO 93, PCA e Instituto del Asfalto.

#### B. Instrumentos

##### Observación directa

Con ayuda de apuntes, fotografías, documentos y registros.

##### Información de campo y laboratorio

- Estación Total para levantamiento topográfico.
- Tamices, hornos, fiolas, moldes, entre otros para estudio de mecánica de suelos.
- Plantilla Excel del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para el Estudio de tráfico.
- Elaboración de plantilla Excel para el estudio hidrológico.

##### Programas de cómputo

Word, Excel, Autocad, Civil 3D, Google Earth, S10 Presupuesto 2005, Ms Project.

#### **Procedimientos**

El procedimiento a realizar del proyecto de investigación estará descrito tomando en cuenta los objetivos específicos:

- Para realizar el estudio de tráfico de la zona de estudio, es necesario hacer el reconocimiento del área, para luego establecer el punto de control de tráfico ubicado en la calle Inca Roca cuadra 1. Se realizará con el uso de la guía brindada por el MTC para el conteo de vehículos según día, hora y dirección del flujo vehicular para así proporcionar una información correcta para el diseño. Para calcular el índice medio diario se iniciará con el conteo y clasificación vehicular en el punto estratégico ya mencionado por un plazo de 24 horas por 7 días consecutivos, después se reajusta con el factor de corrección estacional dependiendo del peaje referente a la zona de estudio,

luego se calcula la tasa de crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno que se aplicarán para vehículos ligeros y pesados

- Para el levantamiento topográfico se realizarán con coordenadas relativas ya que no existen puntos de primer orden cercanos a la zona de estudio para amarrar el levantamiento topográfico, con ayuda del GPS navegador, y a partir de ello se iniciará el levantamiento topográfico de la zona del proyecto, tomando en cuenta los niveles de pisos, buzones, veredas, roca fija, prospecciones realizadas para el estudio de suelos, etc. Se realizará dicho levantamiento con Estación Total con el método de colección de datos por coordenadas, obteniendo ángulos horizontales, verticales, distancia inclinada y altura de instrumento, así como también las coordenadas Norte y Este y altura de cada punto.
- Para el estudio de mecánica de suelos, se realizará en campo, laboratorio y gabinete; dicho estudio se realiza con el propósito de evaluar y establecer características físico-mecánicas del terreno, se realizará 16 calicatas a cielo abierto, distribuidas en toda el área del proyecto y que permita conseguir la distribución litológica de los suelos. Se iniciará con un reconocimiento del área de estudio, para luego realizar la ubicación y excavación de las calicatas para el estudio de suelos del área que involucrará a las obras de pavimentación, después de ello se hará un registro de las excavaciones, tomar las muestras para posteriormente realizar los ensayos de Laboratorio para definir los parámetros físicos y mecánicos del suelo, perfiles estratigráficos y un análisis de la pavimentación.
- Para realizar el diseño de pavimento flexible y rígido por distintos métodos, en el primer tipo de pavimento mencionado se realizará el diseño por el método AASHTO 93, y se seguirá todas las indicaciones y criterios recomendados por el Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para lo cual, partiendo de los estudios antes mencionados, se definirán el rango de tráfico pesado expresado en EE, las características de la sub rasante, periodo de diseño y las variables para el desarrollo de la ecuación básica para el diseño de la estructura de pavimento por este método, tales como el W18, módulo de resiliencia, confiabilidad, coeficiente estadístico de desviación estándar normal, desviación estándar combinada, índice de serviciabilidad presente, número estructural requerido; mientras que por el método del Instituto del

Asfalto para el diseño del pavimento se deberá ejecutar lo siguiente: estimar el tránsito esperado durante el periodo de diseño de las vías expresado con número acumulado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño, determinar la resistencia del suelo de la sub rasante, elegir tipos de base y capa de rodadura que se utilizará y se determinarán los espesores con ayuda de gráficas que a su vez deben cumplir con los requerimientos que indica el método. Y para el diseño de un pavimento rígido también se utilizará el método de AASHTO 93 para el cual se realizará un proceso iterativo por medio de una ecuación dada por el manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones hasta que ésta llegue al equilibrio y dicho espesor debe soportar las cargas sin que se ocasionen deterioros en cuanto a serviciabilidad, por lo tanto se definirán el periodo de diseño y variables tales como tránsito (ESAL), serviciabilidad, confiabilidad y la desviación estándar, el suelo y el efecto de las capas de apoyo, resistencia flexo-tracción del concreto, módulo elástico del concreto, drenaje y transferencia de cargas; y como segundo método sería de la Portland Cement Association, para el cual se tomarán en cuenta los factores como el módulo de rotura, resistencia de la sub rasante o combinación de la sub rasante y sub-base para Placas de 30" de diámetro o por CBR, tráfico y factores de seguridad de Carga.

- Para evaluar y realizar un análisis técnico-económico para la selección de mejor alternativa de pavimento y diseño, teniendo en cuenta el presupuesto que requerirá el proyecto de investigación según el tipo de pavimento y método de diseño de manera independiente, siendo éste evaluado por metro cuadrado y posteriormente multiplicando por el área total. Así mismo tomando en cuenta las recomendaciones de las normativas vigentes se podrá analizar y determinar el mejor tipo de pavimento según la zona de estudio.
- Para el diseño del sistema de drenaje pluvial se aplicará la técnica de análisis de documentos, para determinar las precipitaciones máximas diarias, periodo de retorno, tiempos de concentración e intensidades máximas, realizado a través de datos históricos de precipitaciones pluviales ocurridos en años anteriores a través de la Página Web del SENAMHI. Y mediante un enfoque racional se determinará el

escurrimiento y de esta forma se podrá diseñar un sistema de drenaje pluvial adecuado.

- Para analizar las características hidráulicas y geotécnicas del caudal, es necesario realizar un estudio de la quebrada San Mateo, conocer y determinar la ubicación aguas arriba, posición de la desembocadura, así como obtener la capacidad máxima de este caudal y su comportamiento durante periodos de lluvias continuas, dependiendo del sitio de estudio, entre los meses de noviembre y abril y durante periodos de sequía entre los meses de mayo y octubre, también se realizó un estudio de mecánica de suelos para comprobar si existe cohesión o fricción del suelo y así poder determinar si el suelo está generando erosión y en definitiva su estado actual; con el fin de que con estos datos básicos se pueda evaluar si son necesarias operaciones de encauzamiento y descolmatación.
- Se realizarán estudios de impacto ambiental con el objetivo de determinar los posibles impactos en el medio físico y en el entorno socioeconómico debido a las distintas acciones que se implantarán durante la ejecución del proyecto de investigación “Alternativas de Diseño del Pavimento con Drenaje Pluvial de las Calles del Sector San Luis de la ciudad de Chota, Cajamarca”, se incluirá la matriz correspondiente, que permita definir y delimitar identificar las actividades o aspectos del proyecto que puedan generar, acciones que inciden en los factores ambientales de tal manera que se tome la acción adecuada y se pueden sugerir estrategias para reducirlos o eliminarlos.

### **Plan de Procesamiento para análisis de Datos**

Para un adecuado procesamiento de análisis de datos y poder llegar a las conclusiones, esto se plantea un resumen de la ejecución de esta tesis por medio de fases:

#### **A. FASE I**

1. Visita a campo para una primera evaluación de la zona de estudio.
2. Recopilación de la información bibliográfica de acuerdo a interés y tema.
3. Análisis de la información conseguida, tomando en cuenta una cantidad de rubros para una mejor evaluación.
4. Revisar Normas y Manuales que estén alineados a la investigación.

5. Investigar acerca de los ensayos y estudios a realizar.

**B. FASE II**

6. Realización de estudios (Estudio de tráfico, estudio topográfico, estudio hidrológico, estudio de suelos).

7. Diseño estructural de pavimento rígido y flexible con ayuda de distintos métodos.

8. Elaboración de planos.

9. Elaboración de Estudio de Impacto Ambiental.

10. Elaboración de memoria de cálculo

**C. FASE III**

11. Elaboración de metrados, costos y presupuestos.

12. Conclusiones y recomendaciones

13. Presentación final de proyecto.

14. Levantamiento de observaciones.

**Consideraciones éticas**

**A. Del investigador**

- El proyecto de investigación propuesto “Alternativas de Diseño del Pavimento con Drenaje Pluvial de las Calles del Sector San Luis de la ciudad de Chota, Cajamarca”, es un planteamiento propio, que se han tomado en cuenta datos e información de estudios similares para complementar el proyecto investigativo ya mencionado.
- Para el desarrollo de este proyecto de investigación, se tendrá en primordial consideración todos los reglamentos y normativas necesarias que se adecuen al tema, sean vigentes y estén dentro de nuestra jurisdicción.

**B. Del ejecutor**

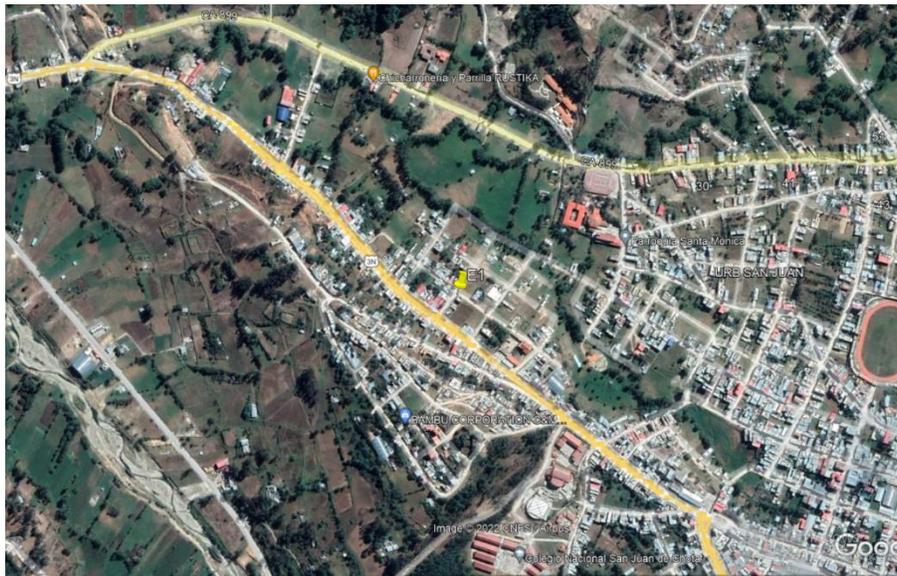
- De ser posible la ejecución de este proyecto, al ejecutarlo se debe respetar la calidad en la construcción, cumpliendo los estándares de calidad de acuerdo a las especificaciones técnicas que presente el proyecto.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### ▪ **Resultados**

#### **Estudio de Tráfico**

El estudio de tráfico se realizó teniendo en cuenta la estación para el conteo vehicular que se en cuenta en la intersección del Jr. Inca Roca y Jr. Manco Cápac, las cuales son las calles de mayor flujo vehicular. Mediante este estudio se tiene por finalidad evaluar la demanda vehicular proyectada para las vías que se diseñaran y que van a tener como sustento el tránsito vehicular de las principales vías del proyecto.



*Figura 4. Ubicación de Estación (E1) para estudio de tráfico*

Fuente: Elaboración propia

#### **A. Generalidades**

En la ejecución del conteo vehicular en la zona de estudio que se realizó desde el día lunes 04 de abril al domingo 10 de abril del 2022, se pudo verificar que, en el Sector San Luis, el tránsito mayormente está dado por vehículos ligeros, tales como moto taxis, autos, camionetas y combis.

DÍA	DIRECCIÓN	AUTOMOVIL 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	OMNIBUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP 	PANEL 	COMBI 		2E 	>= 3E 	2E 	3E 	4E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 		
				Lunes	Ambas	120		227	48	6	125	0	0	0	35	20		0
Martes	Ambas	90	180	44	6	84	0	0	0	21	14	0	0	0	0	0	0	438
Miércoles	Ambas	84	168	47	6	75	0	0	0	21	12	0	0	0	0	0	0	413
Jueves	Ambas	111	146	47	8	77	0	0	0	18	9	0	0	0	0	0	0	414
Viernes	Ambas	93	164	56	3	75	0	0	0	20	14	0	0	0	0	0	0	423
Sábado	Ambas	107	119	89	6	152	0	0	0	33	23	0	0	0	0	0	0	527
Domingo	Ambas	141	77	89	6	152	0	0	0	27	23	0	0	0	0	0	0	513
<b>3306</b>																		

Tabla 2. Resumen de conteo vehicular/día

Fuente: Elaboración propia

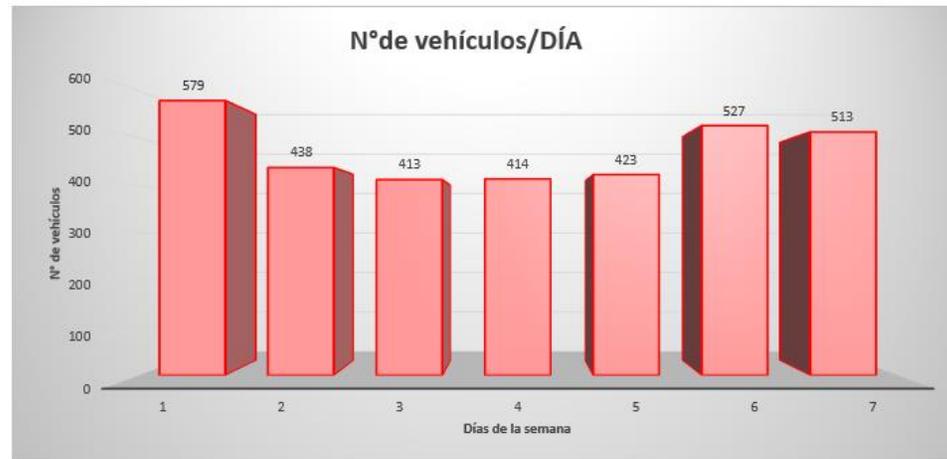


Figura 5. Gráfico de conteo vehicular/día

Fuente: Elaboración propia

### B. Índice Medio Diario (IMD)

El IMD es el número de vehículos totales que van a transitar en un tiempo determinado igual o menor de un año.

### C. Índice Medio Semanal (IMDS)

El IMDS se obtiene con la siguiente fórmula:

$$IMDS = \sum Vi7$$

Donde:  $V_i$  = Volumen Vehicular diario de los 7 días de conteo

### D. Factores de corrección

Para el cálculo del IMDa, se usan factores de corrección que nos van a permitir dilatar o reducir el volumen del registro de conteo, para ello se visibiliza a continuación para Cuculi.

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)			Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)		
Nº	Peaje	Abril	Nº	Peaje	Abril
		Ligeros			Pesados
		FC			FC
21	CUCULI	1.1174	21	CUCULI	1.1610

*Tabla 3. Factor de Corrección de vehículos ligeros y pesados Mes Abril*

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [9]

### E. Índice Medio Diario Anual (IMDa)

El IMDa es el número de vehículos estimados en el conteo en un periodo de un año y se determina:

$$IMDa = FC \times IMDS$$

Donde: FC = Factor de Corrección

IMDS = Índice Medio Semanal

TIPO DE VEHICULOS		DIA 1 (LUNES)		DIA 2 (MARTES)		DIA 3 (MIERCOLES)		DIA 4 (JUEVES)		DIA 5 (VIERNES)		DIA 6 (SABADO)		DIA 7 (DOMINGO)		PROMEDIO DIARIO		TIPO DE VEHÍCULO	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL	
		IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMDs	FC		IMDa	%
	Autos	120	21%	90	21%	84	20%	111	27%	93	22%	107	20%	141	27%	107	1.1174	Liviano	119	22%
	Mototaxi	227	39%	180	41%	168	41%	146	35%	164	39%	119	23%	77	15%	154	1.1174	Liviano	172	33%
Camionetas	Pick Up	48	8%	44	10%	47	11%	47	11%	56	13%	89	17%	89	17%	60	1.1174	Liviano	67	13%
	Panel	6	1%	6	1%	6	1%	8	2%	3	1%	6	1%	6	1%	6	1.1174	Liviano	6	1%
	Rural (Combi)	125	22%	84	19%	75	18%	77	18%	75	18%	152	29%	152	30%	105	1.1174	Liviano	118	22%
	Micro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1174	Liviano	0	-
Bus	Omnibus 2E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1610	Pesado	0	-
	Omnibus 3E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1610	Pesado	0	-
Camión	Camion 2 E	35	6%	21	5%	21	5%	18	4%	20	5%	33	6%	27	5%	25	1.1610	Pesado	29	5%
	Camion 3 E	20	3%	14	3%	12	3%	9	2%	14	3%	23	4%	23	4%	16	1.1610	Pesado	19	4%
	Camion 4 E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1610	Pesado	0	-
Semi Traylor	2S1/2S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1610	Pesado	0	-
	2S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1610	Pesado	0	-
	3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1610	Pesado	0	-
	3S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1610	Pesado	0	-
Traylor	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1610	Pesado	0	-
	2T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1610	Pesado	0	-
	3T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1610	Pesado	0	-
	3T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1610	Pesado	0	-
<b>TOTAL PROMEDIO DIARIO</b>		<b>579</b>	<b>100%</b>	<b>438</b>	<b>100%</b>	<b>413</b>	<b>100%</b>	<b>414</b>	<b>100%</b>	<b>423</b>	<b>100%</b>	<b>527</b>	<b>100%</b>	<b>513</b>	<b>100%</b>	<b>472</b>			<b>530</b>	<b>100%</b>
TOTAL SEMANAL																<b>3306</b>			<b>veh/dia</b>	
TOTAL PROMEDIO TRANSITO DIAS LABORABLES																<b>453</b>				
VOLUMEN DE TRANSITO DEL DIA SABADO																<b>527</b>				
VOLUMEN DE TRANSITO DEL DIA DOMINGO																<b>513</b>				

Tabla 4. IMD y Clasificación Vehicular

Fuente: Elaboración propia

## F. Tasa de Crecimiento

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%

Tabla 5. Tasa de Crecimiento Vehicular

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [9]

TIPO DE VEHICULOS	PROMEDIO DIARIO		TASA DE CRECIMIENTO	IMD (20 años) PROYECTADO	
	IMDa	(%)			
Autos	119	22%	0.57%	133	
Station Wago	172	33%	0.57%	192	
Camionetas	Pick Up	67	13%	0.57%	74
	Panel	6	1%	0.57%	7
	Camioneta Rural	118	22%	0.57%	131
	Micro	-	"	0.57%	
Bus	Omnibus 2E	-	"	1.29%	
	Omnibus 3E	-	"	1.29%	
Camión	Camion 2 E	29	5%	1.29%	37
	Camion 3 E	19	4%	1.29%	24
	Camion 4 E	-	"	1.29%	
Semi Trayler	2S1/2S2	-	"	1.29%	
	2S3	-	"	1.29%	
	3S1/3S2	-	"	1.29%	
	3S3	-	"	1.29%	
Trayler	2T2	-	"	1.29%	
	2T3	-	"	1.29%	
	3T2	-	"	1.29%	
	3T3	-	"	1.29%	
<b>TOTAL</b>	<b>530</b>	<b>100%</b>		<b>598</b>	

IMD proy=	598
-----------	-----

Tabla 6. IMD PROYECTADO

Fuente: Elaboración propia

## G. Periodo de Diseño

Se consideró un periodo de diseño de 20 años.

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS (ANOS)
Urbana de Alto Volumen de tráfico	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

Tabla 7. Periodo de diseño recomendado

Tabla 8. Guía AASHTO 93. [22]

## H. Cálculo de Proyección de Tráfico

Se empleó la siguiente fórmula:

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

Donde:  $T_n$  = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

$T_o$  = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

## I. Clasificación por tipo de vehículo

TIPO DE VEHICULOS	DIA 1 (LUNES)		DIA 2 (MARTES)		DIA 3 (MIÉRCOLES)		DIA 4 (JUEVES)		DIA 5 (VIERNES)		DIA 6 (SAB)		DIA 7 (DOM)		PROMEDIO DIARIO		
	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMDs	DISTR%	
Autos	120	21%	90	21%	84	20%	111	27%	93	22%	107	20%	141	27%	107	25%	
Mototaxi	227	39%	180	41%	168	41%	146	35%	164	39%	119	23%	77	15%	154	36%	
Pick Up	48	8%	44	10%	47	11%	47	11%	56	13%	89	17%	89	17%	60	14%	
Camionetas	6	1%	6	1%	6	1%	8	2%	3	1%	6	1%	6	1%	6	1%	
Rural	125	22%	84	19%	75	18%	77	18%	75	18%	152	29%	152	30%	105	24%	
<b>TOTAL PROMEDIO DIARIO</b>	<b>525</b>	<b>91%</b>	<b>404</b>	<b>92%</b>	<b>380</b>	<b>92%</b>	<b>387</b>	<b>93%</b>	<b>390</b>	<b>92%</b>	<b>471</b>	<b>89%</b>	<b>464</b>	<b>90%</b>	<b>431</b>	<b>100%</b>	
<b>TOTAL SEMANAL</b>															<b>3020</b>	<b>Veh</b>	
TOTAL PROMEDIO TRANSITO DIAS LABORABLES																<b>417</b>	
VOLUMEN DE TRANSITO DEL DIA SABADO																<b>404</b>	
VOLUMEN DE TRANSITO DEL DIA DOMINGO																<b>380</b>	

Tabla 9. Clasificación - Vehículos livianos

Fuente: Elaboración propia

TIPO DE VEHICULOS	DIA 1 (LUNES)		DIA 2 (MARTES)		DIA 3 (MIÉRCOLES)		DIA 4 (JUEVES)		DIA 5 (VIERNES)		DIA 6 (SAB)		DIA 7 (DOM)		PROMEDIO DIARIO		
	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMDs	DISTR%	
Bus																	
Omnibus 2E	-		-		-		-		-		-		-		-		
Omnibus >=3E	-		-		-		-		-		-		-		-		
Camión																	
Camion 2 E	35	6%	21	5%	21	5%	18	4%	20	5%	33	6%	27	5%	25	6%	
Camion 3 E	20	3%	14	3%	12	3%	9	2%	14	3%	23	4%	23	4%	16	4%	
Camion 4 E	-		-		-		-		-		-		-		-		
Semi Traylor																	
2S1/2S2	-		-		-		-		-		-		-		-		
2S3	-		-		-		-		-		-		-		-		
3S1/3S2	-		-		-		-		-		-		-		-		
>=3S3	-		-		-		-		-		-		-		-		
Traylor																	
2T2	-		-		-		-		-		-		-		-		
2T3	-		-		-		-		-		-		-		-		
3T2	-		-		-		-		-		-		-		-		
3T3	-		-		-		-		-		-		-		-		
<b>TOTAL PROMEDIO DIARIO</b>	<b>54</b>	<b>9%</b>	<b>35</b>	<b>8%</b>	<b>33</b>	<b>8%</b>	<b>27</b>	<b>7%</b>	<b>33</b>	<b>8%</b>	<b>56</b>	<b>11%</b>	<b>50</b>	<b>10%</b>	<b>41</b>	<b>9%</b>	
<b>TOTAL SEMANAL</b>															<b>287</b>	<b>Veh</b>	
TOTAL PROMEDIO TRANSITO DIAS LABORABLES																<b>36</b>	
VOLUMEN DE TRANSITO DEL DIA SABADO																<b>56</b>	
VOLUMEN DE TRANSITO DEL DIA DOMINGO																<b>50</b>	

Tabla 10. Clasificación - Vehículos pesados

Fuente: Elaboración propia

## J. Cálculo ESAL

- Factor direccional y Factor Carril:

Para determinar el tránsito en el carril de diseño:

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fe)	Factor Ponderado FdxFc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40

Tabla 11. Factores de Distribución Direccional y de Carril

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [9]

- Cálculo de Tasas de Crecimiento y Proyección:

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

Donde: r = tasa anual de crecimiento

n = periodo de diseño

r:	1.29%
n:	20

FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO = 22.66

- Factor de Equivalencia de Carga:

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>s,2 tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [ P / 6.6 ] <sup>4.0</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>4.0</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EE <sub>TA1</sub> = [ P / 14.8 ] <sup>4.0</sup>
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles ) (EE <sub>TA2</sub> )	EE <sub>TA2</sub> = [ P / 15.1 ] <sup>4.0</sup>
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EE <sub>TR1</sub> = [ P / 20.7 ] <sup>3.9</sup>
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EE <sub>TR2</sub> = [ P / 21.8 ] <sup>3.9</sup>

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Tabla 12. Relación de Cargas por Eje Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [9]

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>eq</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EEs1)	$EEs_1 = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EEs2)	$EEs_2 = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EEta1)	$EEs_2 = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EEta2)	$EEs_2 = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EEtr1)	$EEs_2 = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EEtr2)	$EEs_2 = [P / 17.5]^{4.0}$

P = peso real por eje en toneladas

Tabla 13. Relación de Cargas por Eje Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [9]

- Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (ESAL)

Se utilizará la siguiente fórmula:

$$\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

PAVIMENTO FLEXIBLE		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	1.29%
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesados	Fca	22.66
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50
<b>Número de ejes equivalentes (ESAL)</b>	<b>ESAL</b>	<b>783 185</b>
<b>#EE = 365 * (Σf. IMDa) * Fd * Fc * Fca</b>		
<b>AÑO PROYECTADO:</b>	<b>2043</b>	

Tabla 14. Cálculo del ESAL - Pavimento Flexible

Fuente: Elaboración propia

PAVIMENTO RÍGIDO		
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	1.29%
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesados	Fca	22.66
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.50
<b>Número de ejes equivalentes (ESAL)</b>	<b>ESAL</b>	<b>913 372</b>
<b>#EE = 365 * (Σf. IMDa) * Fd * Fc * Fca</b>		
<b>AÑO PROYECTADO:</b>	<b>2043</b>	

Tabla 15. Cálculo del ESAL - Pavimento Rígido

Fuente: Elaboración propia

#### H. Conclusiones

- Se logró obtener el IMDa de 530, en la cual las mototaxis componen un 33%, autos y camionetas 22%, pick up con 13% y camiones de 2E y 3E de 9%.
- El número de ejes equivalentes para pavimento flexible es de 783 185 EE.
- El número de ejes equivalentes para pavimento rígido es de 913 372 EE.

### **Estudio Topográfico**

#### A. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene el objetivo de efectuar el levantamiento topográfico del área de estudio de la tesis: “ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA”.

#### B. Ubicación

Distrito: Chota

Provincia: Chota

Departamento: Cajamarca

#### C. Altitud de la zona

- La topografía de la zona de estudio en la Sector San Luis, es una zona ondulada y accidentada, con una cota máxima de 2342.084 msnm y cota mínima de 2282.5338 msnm.

#### D. Fecha de ejecución

El reconocimiento de campo y levantamiento topográfico se realizaron desde el 11/04/2022 al 13/04/2022.

#### E. Descripción del Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico se realizó en coordenadas UTM, se obtuvo un total de 7 BMs. Las cotas y características de dichos BMs se muestran en la siguiente tabla:

PUNTC	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
111	9274718.875	758860.481	2313.04	BM 1
139	9274687.046	758808.761	2321.637	BM 2
268	9274776.286	758792.925	2306.049	BM 3
351	9274702.949	758934.675	2305.908	BM-4
387	9274876.208	759059.909	2299.518	BM 5
561	9275060.101	758582.26	2284.793	BM-6
595	9275018.434	758559.199	2285.907	BM-7

*Tabla 16. Coordenadas de BMs*

Fuente: Elaboración propia

#### F. Descripción de Trabajo de Gabinete

Los trabajos de gabinete consistieron en:

- Exportación de datos topográficos desde la Estación Total.
- Procesar datos de terreno con AutoCAD Civil 3D.
- Construcción de planos topográficos.

Durante la fase de procesamiento de los datos topográficos se tuvo en cuenta la elevación del terreno para realizar la interpolación y así obtener las curvas de nivel.

PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	9274550	758940	2336	E1
2	9274548.92	758930.28	2336.218	R
3	9274526.097	758894.787	2340.993	ESQ
4	9274512.299	758894.497	2342.084	ESQ
5	9274526.868	758917.744	2337.538	L
6	9274529.486	758922.001	2337.372	L
7	9274533.751	758928.381	2337.292	L
8	9274540.301	758938.166	2337.118	ESQ
9	9274532.573	758944.87	2337.174	L
10	9274524.988	758951.385	2338.402	L
11	9274517.318	758957.986	2339.477	L
12	9274509.778	758964.487	2340.298	L
13	9274506.061	758967.778	2340.581	L
14	9274503.455	758978.269	2340.082	L

15	9274508.138	758978.455	2340.082	L
16	9274527.055	758964.75	2338.316	L
17	9274536.561	758956.93	2337.27	L
18	9274541.384	758953.032	2336.93	L
19	9274546.774	758948.633	2335.86	ESQ
20	9274559.01	758965.073	2332.369	L
21	9274562.246	758970.124	2332.388	L
22	9274575.908	758973.439	2329.441	L
23	9274572.456	758969.017	2330.129	L
24	9274566.362	758959.306	2332.756	L
25	9274561.754	758950.189	2335.007	L
26	9274556.589	758941.444	2334.838	ESQ
27	9274557.279	758938.923	2334.866	ESQ
28	9274556.412	758950.209	2334.675	TN
29	9274550.783	758945.008	2335.651	TN
30	9274539.011	758948.14	2337.045	TN
31	9274542.786	758944.83	2336.592	TN
32	9274537.117	758922.536	2337.157	TN
33	9274544.675	758934.02	2336.352	TN
34	9274567.935	758911.241	2331.497	TN
35	9274585.663	758893.409	2327.663	L
36	9274602.118	758893.733	2326.087	L
37	9274595.068	758900.821	2326.698	L
38	9274619.287	758861.81	2324.122	ESQ
39	9274625.026	758868.582	2323.402	ESQ
40	9274607.63	758879.821	2324.874	TN
41	9274590.267	758898.111	2327.319	TN
42	9274575.098	758913.157	2331.235	TN
43	9274629.699	758860.939	2323.029	E2
44	9274578.376	758909.778	2330.382	TN

45	9274606.597	758848.527	2328.375	L
46	9274599.998	758841.252	2329.486	L
47	9274593.713	758834.712	2332.012	L
48	9274584.864	758825.489	2334.486	ESQ
49	9274593.385	758817.465	2333.916	ESQ
50	9274592.922	758825.182	2333.693	TN
51	9274603.822	758828.466	2332.042	L
52	9274605.524	758838.905	2329.846	TN
53	9274620.639	758854.269	2325.137	TN
54	9274626.821	758852.85	2324.272	ESQ
55	9274633.673	758860.423	2322.912	ESQ
56	9274661.891	758817.463	2323.263	L
57	9274668.083	758811.818	2323.482	L
58	9274662.865	758832.802	2323.335	L
59	9274653.041	758841.681	2323.511	L
60	9274648.536	758876.54	2318.805	L
61	9274663.847	758892.451	2316.193	L
62	9274661.837	758906.188	2314.994	ESQ
63	9274660.466	758897.13	2315.853	TN
64	9274647.157	758882.926	2318.485	TN
65	9274643.944	758888.36	2318.363	L
66	9274647.409	758891.982	2318.225	L
67	9274673.769	758904.554	2314.105	E3
68	9274669.337	758898.124	2314.822	ESQ
69	9274657.35	758910.389	2315.556	L
70	9274653.819	758913.544	2315.595	L
71	9274650.252	758917.086	2315.639	L
72	9274631.635	758935.162	2317.203	L
73	9274626.579	758940.085	2317.294	L
74	9274622.595	758960.236	2319.254	L

75	9274626.146	758956.6	2317.038	L
76	9274655.498	758927.939	2315.432	L
77	9274662.645	758920.882	2315.352	L
78	9274668.592	758914.397	2314.241	ESQ
79	9274636.751	758938.637	2316.528	TN
80	9274648.582	758926.581	2315.77	TN
81	9274664.099	758911.146	2314.714	TN
82	9274676.6	758899.593	2314.188	TN
83	9274685.958	758889.259	2313.513	TN
84	9274702.866	758870.456	2313.208	TN
85	9274713.75	758857.608	2313.547	TN
86	9274711.019	758853.158	2313.899	ESQ
87	9274718.668	758860.384	2313.082	ESQ
88	9274677.21	758905.519	2313.792	ESQ
89	9274674.832	758910.691	2313.124	TN
90	9274685.896	758924.159	2309.073	TN
91	9274703.223	758933.669	2305.942	L
92	9274698.153	758928.301	2306.264	L
93	9274696.528	758943.878	2306.026	ESQ
94	9274702.198	758949.241	2305.37	ESQ
95	9274709.864	758940.622	2304.761	ESQ
96	9274707.888	758948.192	2305.202	TN
97	9274722.878	758854.028	2312.819	E4
98	9274724.883	758860.237	2311.396	TN
99	9274734.197	758869.944	2307.812	TN
100	9274746.959	758883.554	2303.127	TN
101	9274759.809	758887.947	2300.106	L
102	9274755.575	758883.544	2301.018	L
103	9274757.238	758896.349	2300.081	TN
104	9274747.141	758891.339	2301.492	ESQ

105	9274753.717	758898.532	2299.881	ESQ
106	9274743.427	758886.61	2303.25	PS
107	9274736.101	758880.266	2305.443	L
108	9274739.324	758883.662	2305.186	L
109	9274732.728	758876.539	2306.598	L
110	9274729.065	758872.701	2308.03	L
111	9274718.875	758860.481	2313.04	BM 1
112	9274710.856	758853.296	2314.095	ESQ
113	9274695.063	758835.686	2318.89	PS
114	9274703.217	758829.727	2318.974	L
115	9274698.915	758825.191	2319.208	L
116	9274697.451	758831.824	2317.999	TN
117	9274706.157	758841.253	2316.347	TN
118	9274709.372	758836.05	2317.263	L
119	9274712.621	758839.372	2316.756	L
120	9274719.51	758846.774	2313.259	ESQ
121	9274734.946	758832.781	2310.679	L
122	9274739.608	758828.285	2310.67	L
123	9274744.35	758823.24	2309.445	L
124	9274748.355	758818.841	2309.138	L
125	9274759.294	758808.117	2307.627	L
126	9274762.767	758804.574	2307.572	L
127	9274766.481	758801.158	2306.807	L
128	9274770.147	758797.489	2306.019	L
129	9274776.268	758791.388	2305.679	ESQ
130	9274782.512	758794.164	2304.953	ESQ
131	9274766.013	758806.837	2306.33	TN
132	9274760.096	758818.346	2307.651	L
133	9274751.659	758826.915	2308.796	L
134	9274746.685	758832.492	2309.887	L

135	9274738.227	758835.784	2309.889	TN
136	9274726.136	758846.865	2312.756	TN
137	9274725.827	758853.14	2312.5	ESQ
138	9274683.162	758810.393	2321.929	E5
139	9274687.046	758808.761	2321.637	BM 2
140	9274639.999	758846.821	2323.832	TN
141	9274654.044	758833.35	2323.641	TN
142	9274670.141	758817.982	2322.965	TN
143	9274677.025	758817.623	2322.313	ESQ
144	9274668.102	758811.928	2323.183	ESQ
145	9274668.2	758808.514	2323.209	ESQ
146	9274664.837	758804.971	2323.661	L
147	9274660.772	758800.74	2324.775	L
148	9274657.114	758796.633	2325.663	L
149	9274653.027	758792.486	2326.204	L
150	9274638.784	758777.176	2329.014	ESQ
151	9274646.236	758768.5	2327.342	ESQ
152	9274663.973	758787.377	2324.604	L
153	9274670.827	758794.644	2324.508	L
154	9274678.663	758803.421	2322.271	ESQ
155	9274646.21	758776.454	2327.766	TN
156	9274661.018	758792.734	2325.027	TN
157	9274672.897	758805.567	2323.12	TN
158	9274692.36	758790.39	2319.84	L
159	9274697.778	758784.725	2318.08	L
160	9274703.38	758780.827	2317.874	L
161	9274708.575	758776.152	2317.274	L
162	9274712.555	758774.316	2316.349	PS
163	9274738.521	758750.635	2311.551	ESQ
164	9274737.498	758756.167	2311.863	TN

165	9274723.501	758768.583	2314.536	TN
166	9274711.341	758780.313	2316.663	TN
167	9274720.383	758777.183	2315.954	L
168	9274714.503	758782.435	2316.359	L
169	9274709.936	758786.851	2317.661	L
170	9274704.902	758791.702	2317.834	L
171	9274697.09	758792.475	2318.912	TN
172	9274700.606	758795.884	2318.943	L
173	9274696.238	758800.059	2319.425	L
174	9274690.859	758805.183	2320.72	L
175	9274744.272	758750.319	2311.235	E6
176	9274727.129	758771.392	2314.979	L
177	9274735.226	758764.331	2312.672	L
178	9274738.961	758760.98	2311.569	L
179	9274743.396	758757.216	2311.065	ESQ
180	9274745.066	758757.304	2311.063	ESQ
181	9274738.373	758750.715	2311.532	ESQ
182	9274726.789	758736.521	2314.233	L
183	9274705.788	758714.394	2320.004	ESQ
184	9274708.433	758714.094	2319.673	TN
185	9274711.422	758711.496	2318.882	ESQ
186	9274714.574	758714.77	2318.921	ESQ
187	9274722.011	758727.535	2315.68	TN
188	9274727.071	758727.761	2315.173	L
189	9274734.646	758735.297	2312.445	L
190	9274743.745	758744.612	2310.865	ESQ
191	9274751.307	758763.712	2311.068	L
192	9274755.032	758762.47	2310.446	TN
193	9274767.318	758774.734	2309.073	TN
194	9274766.647	758779.478	2309.414	L

195	9274772.316	758785.045	2307.699	L
196	9274776.274	758789.2	2306.329	L
197	9274771.759	758773.482	2309.229	L
198	9274767.587	758769.211	2310.089	L
199	9274763.004	758764.548	2310.341	L
200	9274758.892	758760.306	2310.343	L
201	9274755.503	758756.725	2310.4	L
202	9274754.556	758755.755	2310.349	L
203	9274751.481	758752.622	2310.375	ESQ
204	9274751.594	758750.24	2310.362	ESQ
205	9274757.038	758745.439	2310.585	ESQ
206	9274759.091	758738.324	2309.711	TN
207	9274765.727	758737.26	2309.467	L
208	9274769.246	758734.191	2309.464	L
209	9274774.171	758725.445	2308.499	TN
210	9274813.906	758697.113	2305.096	ESQ
211	9274809.7	758688.752	2306.093	ESQ
212	9274778.112	758716.245	2308.293	L
213	9274783.258	758712.68	2308.166	PS
214	9274769.63	758723.375	2308.785	L
215	9274762.568	758730.753	2309.646	PS
216	9274750.489	758739.139	2310.506	L
217	9274748.24	758747.307	2310.698	TN
218	9274813.976	758691.284	2305.55	E7
219	9274801.275	758675.083	2308.428	L
220	9274791.711	758661.521	2311.346	ESQ
221	9274794.485	758660.768	2311.007	TN
222	9274796.833	758658.529	2310.956	ESQ
223	9274801.144	758669.993	2308.977	TN
224	9274805.425	758671.147	2308.515	L

225	9274809.857	758677.764	2307.628	L
226	9274811.064	758685.49	2306.361	TN
227	9274817.032	758686.171	2305.72	L
228	9274826.756	758698.228	2303.647	L
229	9274835.995	758710.012	2302.346	PS
230	9274831.059	758709.167	2302.386	TN
231	9274844.965	758724.501	2301.986	TN
232	9274856.007	758732.232	2301.314	PS
233	9274862.814	758749.45	2299.317	TN
234	9274849.154	758732.284	2301.752	E8
235	9274845.326	758729.912	2301.828	ESQ
236	9274860.664	758747.285	2299.739	TN
237	9274870.357	758754.277	2298.111	PS
238	9274868.402	758758.462	2297.762	TN
239	9274882.772	758772.695	2294.359	TN
240	9274880.053	758773.948	2294.975	TN
241	9274875.792	758776.135	2294.295	TN
242	9274863.41	758756.724	2298.543	L
243	9274854.166	758737.503	2301.07	TN
244	9274850.713	758738.083	2301.302	ESQ
245	9274845.311	758736.328	2302.244	TN
246	9274835.303	758744.736	2302.746	TN
247	9274837.764	758737.229	2302.961	PS
248	9274797.027	758775.357	2304.548	TN
249	9274793.211	758773.401	2304.634	L
250	9274788.366	758777.779	2304.679	L
251	9274800.311	758777.182	2304.573	L
252	9274793.934	758782.462	2304.588	L
253	9274787.873	758789.789	2305.469	ESQ
254	9274788.25	758791.123	2305.158	PS

255	9274789.174	758796.092	2304.037	TN
256	9274797.902	758804.731	2302.051	TN
257	9274801.803	758803.467	2302.094	L
258	9274806.066	758807.741	2301.416	L
259	9274805.321	758808.501	2300.898	PS
260	9274825.136	758826.423	2298.266	L
261	9274823.665	758828.144	2298.319	TN
262	9274822.052	758830.402	2298.058	L
263	9274802.046	758813.796	2300.982	L
264	9274792.38	758804.433	2302.686	L
265	9274787.409	758799.529	2303.123	L
266	9274776.239	758789.15	2306.429	ESQ
267	9274782.138	758784.062	2306.239	ESQ
268	9274776.286	758792.925	2306.049	BM 3
269	9274722.892	758853.911	2312.805	E4
270	9274673.868	758904.455	2314.092	E3
271	9274725.34	758967.465	2304.05	E10
272	9274718.156	758963.217	2303.97	ESQ
273	9274713.862	758968.428	2304.325	L
274	9274710.534	758972.317	2304.612	L
275	9274707.354	758976.197	2304.916	L
276	9274704.148	758980.084	2305.615	L
277	9274700.618	758983.989	2305.865	L
278	9274696.352	758988.149	2305.937	L
279	9274698.444	758994.232	2306.62	TN
280	9274682.902	759011.078	2309.564	TN
281	9274667.253	759022.732	2312.395	L
282	9274663.458	759027.214	2313.539	L
283	9274662.159	759035.085	2314.928	TN
284	9274650.09	759043.131	2318.03	ESQ

285	9274645.241	759048.272	2318.649	ESQ
286	9274630.208	759065.254	2323.105	L
287	9274625.522	759070.433	2324.245	L
288	9274620.735	759075.751	2325.558	L
289	9274616.031	759080.936	2327.124	ESQ
290	9274619.044	759083.362	2327.005	TN
291	9274623.13	759086.032	2327.137	ESQ
292	9274634.205	759067.993	2322.679	TN
293	9274656.882	759048.155	2317.882	TN
294	9274661.523	759042.956	2317.027	TN
295	9274672.365	759030.625	2312.606	TN
296	9274675.265	759027.152	2312.291	TN
297	9274673.03	759022.514	2311.894	TN
298	9274683.013	759017.992	2310.496	L
299	9274705.581	758992.168	2305.948	L
300	9274709.382	758987.575	2305.647	L
301	9274713.251	758982.992	2304.971	L
302	9274721.554	758973.109	2304.388	ESQ
303	9274724.666	758972.914	2304.391	ESQ
304	9274718.55	758972.257	2304.204	TN
305	9274723.993	758957.659	2303.793	ESQ
306	9274728.404	758965.48	2303.661	ESQ
307	9274733.545	758969.656	2304.335	L
308	9274732.253	758973.375	2304.836	TN
309	9274745.096	758983.228	2307.526	TN
310	9274748.187	758980.484	2307.364	L
311	9274759.661	758988.294	2310.679	L
312	9274763.549	758991.373	2310.807	L
313	9274767.54	758994.608	2311.544	L
314	9274771.471	758997.882	2312.11	L

315	9274768.949	758999.958	2312.118	TN
316	9274769.227	759006.193	2313.106	L
317	9274746.04	758989.128	2308.473	PS
318	9274745.612	758990.018	2308.275	L
319	9274741.027	758986.319	2307.874	L
320	9274736.308	758982.454	2306.899	L
321	9274731.753	758978.726	2304.933	L
322	9274726.532	758972.527	2304.273	PS
323	9274701.869	758944.604	2305.784	E11
324	9274693.913	758952.39	2305.852	TN
325	9274691.917	758960.494	2305.253	L
326	9274688.663	758964.37	2305.674	L
327	9274676.973	758969.969	2307.155	TN
328	9274665.782	758985.092	2308.076	L
329	9274661.618	758985.124	2308.238	TN
330	9274656.376	758994.452	2309.014	L
331	9274653.715	758991.93	2309.205	L
332	9274651.158	758989.693	2309.226	L
333	9274661.18	758979.76	2308.162	L
334	9274679.375	758961.429	2307.102	L
335	9274682.924	758957.913	2307.016	L
336	9274697.215	758944.008	2305.961	ESQ
337	9274703.462	758933.494	2305.947	ESQ
338	9274706.198	758933.502	2305.757	ESQ
339	9274708.135	758938.172	2304.785	TN
340	9274715.935	758929.676	2302.918	TN
341	9274711.819	758927.702	2303.411	L
342	9274725.395	758919.759	2301.787	TN
343	9274725.994	758912.682	2301.652	L
344	9274729.489	758909.09	2301.14	L

345	9274736.151	758909.47	2300.967	TN
346	9274747.131	758891.371	2301.469	ESQ
347	9274753.587	758898.354	2299.926	ESQ
348	9274743.641	758908.432	2300.318	L
349	9274732.705	758919.877	2300.885	L
350	9274709.284	758940.967	2305.013	ESQ
351	9274702.949	758934.675	2305.908	BM-4
352	9274770.976	759005.893	2313.1	E12
353	9274776.758	759000.405	2312.609	L
354	9274781.773	759002.013	2312.418	L
355	9274779.628	759007.269	2313.106	TN
356	9274786.522	759006.371	2312.743	L
357	9274796.186	759015.888	2312.902	TN
358	9274794.028	759018.759	2313.039	L
359	9274803.99	759015.021	2312.443	L
360	9274812.067	759023	2313.108	TN
361	9274812.022	759027.843	2313.472	L
362	9274819.84	759026.81	2312.231	E13
363	9274812.077	759027.936	2313.526	L
364	9274826.705	759024.471	2311.397	L
365	9274826.156	759028.672	2310.995	TN
366	9274837.852	759033.382	2307.968	TN
367	9274838.596	759028.162	2308.227	L
368	9274844.282	759030.107	2307.958	L
369	9274851.303	759038.12	2304.818	TN
370	9274859.892	759035.905	2303.329	TN
371	9274863.688	759037.078	2303.187	L
372	9274867.444	759044.25	2301.177	TN
373	9274866.506	759047.045	2301.314	L
374	9274881.975	759047.297	2299.299	E14

375	9274888.827	759042.015	2298.968	TN
376	9274884.284	759036.654	2299.099	C
377	9274894.004	759024.019	2298.565	PS
378	9274897.598	759016.509	2298.181	L
379	9274902.476	759009.421	2298.278	L
380	9274903.262	759010.043	2298.26	PS
381	9274911.431	759007.294	2297.996	TN
382	9274898.819	759025.43	2298.33	TN
383	9274899.488	759034.125	2298.455	C
384	9274892	759047.373	2299.096	C
385	9274883.349	759067.475	2299.962	ESQ
386	9274878.09	759066.397	2299.723	TN
387	9274876.208	759059.909	2299.518	BM 5
388	9274877.918	759051.22	2299.536	ESQ
389	9274876.766	759047.081	2299.884	TN
390	9274873.14	759049.038	2300.266	PS
391	9274880.068	759044.555	2299.557	ESQ
392	9274909.45	759000.62	2297.928	PU
393	9274912.741	758996.685	2297.911	PU
394	9274917.545	759008.034	2298.046	PU
395	9274920.49	759004.22	2297.926	PU
396	9274917.847	758999.142	2297.745	TN
397	9274917.082	758993.431	2297.545	PS
398	9274929.355	758994.036	2296.678	C
399	9274934.383	758987.694	2296.301	C
400	9274933.601	758980.138	2296.467	TN
401	9274929.416	758974.674	2296.158	L
402	9274935.626	758965.727	2296.031	L
403	9274941.329	758962.958	2296.157	PS
404	9274941.543	758959.081	2295.662	L

405	9274946.554	758972.069	2295.671	C
406	9274948.349	758961.772	2295.8	TN
407	9274949.581	758952.726	2295.571	PS
408	9274958.91	758956.398	2295.312	C
409	9274966.532	758946.737	2295.081	C
410	9274965.664	758930.955	2295.109	PS
411	9274966.87	758926.853	2294.836	C
412	9274973.738	758917.981	2294.607	C
413	9274986.287	758915.616	2294.193	E15
414	9274970.184	758932.105	2294.981	BZ
415	9274978.884	758931.076	2294.432	C
416	9274986.47	758921.632	2293.997	C
417	9274979.269	758912.259	2294.698	L
418	9274982.78	758907.433	2294.671	L
419	9274992.749	758913.349	2293.966	C
420	9274988.236	758901.254	2293.758	PS
421	9274998.287	758882.195	2293.446	L
422	9275000.49	758879.99	2293.531	L
423	9275001.912	758882.082	2293.163	PS
424	9275005.593	758884.586	2293.098	TN
425	9274996.21	758899.099	2293.592	TN
426	9275014.122	758863.56	2292.703	PS
427	9275013.221	758860.669	2292.8	L
428	9275016.609	758855.727	2292.624	L
429	9275023.73	758859.055	2292.475	BZ
430	9275020.896	758872.383	2292.43	C
431	9275036.402	758831.866	2291.584	PS
432	9275051.846	758827.479	2290.724	L
433	9275080.649	758772.051	2289.093	E16
434	9275040.76	758824.365	2291.178	PTO C

435	9275049.379	758808.467	2290.828	L
436	9275053.204	758823.752	2290.88	L
437	9275054.308	758813.958	2290.676	TN
438	9275055.083	758800.466	2290.763	L
439	9275057.783	758801.45	2290.362	PS
440	9275072.889	758785.694	2289.531	TN
441	9275079.604	758776.087	2289.196	TN
442	9275083.022	758780.55	2289.154	L
443	9275073.203	758774.303	2289.001	L
444	9275082.748	758767.131	2289.138	PS
445	9275088.144	758765.831	2288.835	TN
446	9275091.897	758760.148	2288.667	TN
447	9275090.543	758750.118	2288.593	TN
448	9275100.986	758740.775	2288.201	PS
449	9275098.11	758738.288	2288.411	PS
450	9275105.68	758727.619	2287.654	PS
451	9275108.923	758723.431	2287.611	L
452	9275113.574	758716.371	2287.047	L
453	9275115.781	758735.586	2286.948	C
454	9275127.601	758701.207	2287.055	PS
455	9275140.127	758685.87	2285.479	E17
456	9275135.788	758688.871	2285.691	PS
457	9275140.595	758677.898	2285.554	L
458	9275143.955	758672.947	2285.514	L
459	9275146.905	758672.685	2285.241	PS
460	9275150.945	758663.086	2285.182	L
461	9275155.262	758656.884	2285.203	L
462	9275163.779	758648.534	2284.786	PS
463	9275165.706	758645.769	2284.923	PS
464	9275173.031	758634.693	2284.715	ESQ

465	9275176.868	758630.279	2284.71	PS
466	9275167.566	758641.279	2284.669	ESQ
467	9275174.578	758642.258	2284.679	TN
468	9275181.848	758639.726	2284.488	PS
469	9275170.593	758657.983	2284.872	C
470	9275157.396	758667.737	2285.047	TN
471	9275147.372	758681.072	2285.338	TN
472	9275149.442	758688.243	2285.268	C
473	9275138.413	758682.889	2285.465	CA
474	9275135.158	758687.475	2285.386	CA
475	9275126.068	758681.966	2284.918	CA
476	9275127.721	758676.937	2285.294	CA
477	9275114.928	758676.091	2284.49	CA
478	9275107.735	758670.5489	2284.1	PU
479	9275098.796	758656.833	2284.427	L
480	9275083.777	758660.254	2284.766	L
481	9275063.904	758639.852	2284.748	L
482	9275038.285	758637.449	2286.148	L
483	9275038.18	758637.431	2286.178	CA
484	9275032.924	758634.76	2286.441	CA
485	9275039.204	758633.041	2286.112	E18
486	9275060.196	758582.393	2284.798	L
487	9275054.731	758592.814	2284.82	L
488	9275037.573	758625.742	2286.05	ESP
489	9275028.289	758644.361	2287.577	C
490	9275022.649	758655.066	2288.941	ESQ
491	9275026.765	758658.68	2288.492	ESQ
492	9275024.607	758656.746	2288.688	TN
493	9275031.014	758646.103	2287.077	TN
494	9275032.929	758647.808	2287.163	C

495	9275035.259	758637.759	2286.239	TN
496	9275053.928	758640.527	2285.243	TN
497	9275044.169	758635.372	2285.737	TN
498	9275043.174	758628.776	2285.668	ESQ
499	9275013.568	758613.273	2287.158	L
500	9275002.11	758607.966	2287.391	ESQ
501	9274997.51	758617.156	2288.107	ESQ
502	9275009.952	758622.549	2287.58	C
503	9275011.449	758617.669	2287.217	TN
504	9275023.828	758624.47	2286.804	TN
505	9275033.117	758630.022	2286.327	TN
506	9275040.871	758625.91	2285.677	TN
507	9275047.824	758613.596	2284.75	TN
508	9275056.685	758602.182	2284.496	L
509	9275060.184	758596.076	2284.532	L
510	9275065.11	758581.781	2284.405	E19
511	9275066.561	758584.333	2284.26	ESQ
512	9275071.456	758579.562	2284.387	ESQ
513	9275070.647	758576.846	2284.368	ESQ
514	9275076.735	758582.447	2284.345	ESQ
515	9275089.373	758589.294	2284.18	L
516	9275088.553	758590.207	2284.429	PS
517	9275089.978	758590.852	2284.373	PS
518	9275094.039	758591.838	2284.308	L
519	9275102.665	758596.467	2284.169	L
520	9275115.209	758604.216	2283.551	PS
521	9275125.883	758609.69	2283.806	PS
522	9275128.905	758610.712	2283.9	PU
523	9275133.04	758613.348	2283.931	PU
524	9275133.767	758613.524	2283.9	L

525	9275142.413	758618.794	2284.379	PS
526	9275154.125	758624.689	2284.758	C
527	9275152.466	758627.791	2284.533	TN
528	9275150.446	758631.289	2284.612	TN
529	9275129.794	758619.194	2284.016	PU
530	9275125.544	758616.792	2283.961	PU
531	9275118.219	758608.908	2284.122	TN
532	9275115.849	758611.844	2284.039	L
533	9275108.698	758607.888	2283.936	L
534	9275101.641	758604.133	2284.171	L
535	9275088.762	758593.307	2284.051	TN
536	9275087.278	758596.543	2284.107	L
537	9275080.263	758592.863	2284.044	L
538	9275075.332	758585.124	2284.23	TN
539	9275070.447	758574.826	2283.872	PS
540	9275080.106	758561.381	2284.058	L
541	9275090.127	758542.194	2283.064	L
542	9275086.73	758545.307	2283.076	PS
543	9275087.657	758540.273	2282.977	TN
544	9275084.409	758538.088	2283.483	L
545	9275078.926	758555.399	2283.225	TN
546	9275073.299	758557.872	2283.852	L
547	9275070.746	758562.368	2283.852	L
548	9275068.569	758573.822	2283.794	TN
549	9275066.358	758578.118	2284.28	TN
550	9275064.323	758576.102	2284.109	ESQ
551	9275062.171	758575.893	2284.403	PS
552	9275059.367	758574.564	2284.588	PS
553	9275055.407	758571.132	2284.769	L
554	9275050.088	758568.286	2284.831	L

555	9275035.515	758561.615	2285.197	PS
556	9275034.588	758564.358	2285.277	TN
557	9275043.229	758569.247	2285.068	TN
558	9275040.929	758572.273	2285.484	L
559	9275047.633	758575.858	2284.947	L
560	9275054.015	758579.06	2284.847	L
561	9275060.101	758582.26	2284.793	BM-6
562	9275024.317	758560.901	2285.603	E20
563	9275036.023	758560.659	2285.172	L
564	9275028.707	758556.729	2285.291	L
565	9275031.713	758551.426	2285.059	L
566	9275038.849	758539.258	2284.652	L
567	9275041.514	758534.749	2284.603	L
568	9275053	758514.601	2284.228	L
569	9275048.925	758521.765	2283.85	L
570	9275050.258	758514.107	2283.523	TN
571	9275048.612	758511.529	2283.843	TN
572	9275044.346	758519.286	2283.971	PS
573	9275037.578	758528.05	2284.753	L
574	9275034.764	758532.639	2285.121	L
575	9275029.706	758541.832	2285.164	L
576	9275023.718	758551.854	2285.445	ESQ
577	9275025.972	758550.304	2285.352	PS
578	9275026.526	758554.026	2285.392	TN
579	9275026.538	758554.045	2285.392	TN
580	9275019.572	758553.131	2285.971	PS
581	9275005.312	758545.649	2287.614	PS
582	9274997.173	758539.913	2290.131	L
583	9274997.191	758539.883	2290.134	L
584	9274989.76	758535.889	2290.221	L

585	9274980.545	758530.957	2292.45	ESQ
586	9274983.19	758533.619	2292.315	PS
587	9274988.245	758536.494	2291.172	PS
588	9274986.645	758539.321	2291.09	TN
589	9274976.129	758531.851	2292.954	TN
590	9274973.022	758534.45	2293.309	ESQ
591	9274990.442	758544.791	2289.96	C
592	9275002.373	758551.828	2287.63	C
593	9275008.594	758551.24	2287.04	TN
594	9275020.295	758557.164	2285.849	TN
595	9275018.434	758559.199	2285.907	BM-7
596	9275019.99	758560.052	2285.808	ESQ
597	9275017.272	758566.207	2285.696	L
598	9275013.91	758573.47	2285.998	L
599	9274997.182	758604.728	2287.51	ESQ
600	9275001.568	758607.416	2287.453	ESQ
601	9275019.02	758575.458	2285.955	L
602	9275023.963	758565.937	2285.641	ESQ
603	9275027.199	758564.938	2286.028	L
604	9275035.74	758569.386	2285.478	L
605	9275028.112	758560.625	2285.474	TN
606	9275020.296	758565.238	2285.605	TN
607	9275013.367	758580.311	2286.05	TN
608	9275003.992	758597.67	2287.029	TN
609	9274994.609	758614.133	2287.812	TN
610	9274991.387	758602.428	2287.805	C
611	9274977.622	758596.43	2288.758	C
612	9274961.619	758590.097	2290.951	PS
613	9274960.304	758593.386	2291.047	TN
614	9274945.769	758586.205	2293.971	TN

615	9274939.332	758582.247	2295.487	TN
616	9274931.352	758576.94	2297.612	TN
617	9274933.678	758575.303	2297.649	PS
618	9274926.361	758579.312	2299.104	ESQ
619	9274935.08	758585.457	2295.98	L
620	9274943.832	758589.966	2293.711	L
621	9274948.212	758592.339	2293.321	L
622	9274956.898	758596.945	2291.324	L
623	9274960.502	758598.871	2291.292	L
624	9274971.595	758599.285	2289.209	TN
625	9274972.684	758604.962	2289.296	L
626	9274978.09	758607.646	2289.319	L
627	9274985.174	758606.453	2288.074	TN
628	9274992.739	758609.727	2287.752	TN
629	9274991.84	758614.487	2288.099	ESQ
630	9274992.787	758618.593	2288.091	TN
631	9274987.338	758623.37	2288.551	C
632	9274980.012	758636.369	2288.978	C
633	9274982.843	758636.792	2289.067	C
634	9274986.095	758636.944	2289.212	C
635	9274991.404	758627.333	2288.299	C
636	9274995.591	758620.591	2287.872	C
637	9274989.707	758624.818	2288.3	TN
638	9275038.066	758826.017	2291.341	C
639	9275033.707	758832.309	2291.513	C
640	9275028.945	758812.496	2291.248	C
641	9275027.412	758816.177	2291.41	TN
642	9275021.922	758814.524	2291.415	C
643	9275012.826	758802.426	2291.378	C
644	9275015.125	758799.726	2290.639	TN

645	9275017.896	758796.911	2291.469	C
646	9275000.91	758785.096	2290.008	PU
647	9274998.013	758781.291	2290.121	PU
648	9275006.995	758781.668	2290.002	PU
649	9275004.075	758777.832	2289.968	PU
650	9274992.299	758761.21	2290.416	C
651	9274986.315	758763.881	2289.719	TN
652	9274987.841	758761.647	2289.93	TN
653	9274972.643	758743.283	2290.177	C
654	9274973.231	758738.311	2290.276	TN
655	9274973.517	758732.864	2291.119	C
656	9274966.55	758725.228	2291.493	E22
657	9274892.61	758608.5459	2302.747	ESQ
658	9274887.58	758612.912	2302.268	ESQ
659	9274888.707	758612.138	2302.644	TN
660	9274900.754	758621.0063	2301.066	C
661	9274899.406	758622.6923	2301.012	C
662	9274895.61	758625.611	2300.903	C
663	9274913.71	758641.7633	2298.071	C
664	9274910.769	758644.6803	2297.61	C
665	9274908.874	758646.939	2297.454	C
666	9274930.222	758667.6149	2294.361	C
667	9274926.88	758669.9	2294.957	C
668	9274924.404	758671.375	2295.053	C
669	9274940.396	758683.368	2295.224	C
670	9274937.461	758685.488	2294.54	C
671	9274934.877	758686.677	2294.51	C
672	9274959.38	758710.598	2293.115	C
673	9274956.797	758712.9	2292.749	C
674	9274954.537	758714.7	2292.872	C

675	9274964.472	758730.158	2291.314	C
676	9274968.002	758728.892	2291.294	C
677	9274971.023	758727.941	2291.206	C
678	9274973.119	758738.085	2290.299	TN
679	9274982.427	758753.851	2289.975	TN
680	9275110.578	758664.6743	2284.15	PU
681	9275111.678	758672.5535	2284.14	PU
682	9275114.428	758666.6145	2284.26	PU
683	9274599.469	759057.2546	2328.954	Q
684	9274601.423	759059.2288	2328.7216	Q
685	9274607.525	759049.8013	2327.0081	Q
686	9274609.477	759051.9909	2326.6739	Q
687	9274631.626	759027.6881	2319.9977	Q
688	9274633.407	759030.2145	2319.7993	Q
689	9274659.556	759002.5907	2309.9835	Q
690	9274662.356	759004.1125	2310.0072	Q
691	9274680.06	758983.7297	2307.0309	Q
692	9274681.576	758986.7333	2306.9778	Q
693	9274699.746	758965.2141	2304.977	Q
694	9274701.064	758967.994	2304.9938	Q
695	9274708.007	758956.8026	2304.915	Q
696	9274710.17	758958.6587	2304.7771	Q
697	9274717.852	758945.8955	2303.8732	Q
698	9274720.101	758948.5633	2303.7158	Q
699	9274729.262	758933.4739	2301.9587	Q
700	9274731.593	758936.225	2302.061	Q
701	9274746.894	758914.6467	2301.2909	Q
702	9274749.419	758917.343	2301.8055	Q
703	9274761.712	758898.301	2300.0245	Q
704	9274764.517	758901.3517	2300.0244	Q

705	9274599.827	759057.4501	2327.4521	Q
706	9274600.993	759059.0489	2327.3219	Q
707	9274608.069	759050.1968	2325.4433	Q
708	9274609.114	759051.5984	2325.358	Q
709	9274632.071	759028.2188	2318.4938	Q
710	9274633.235	759029.778	2318.3963	Q
711	9274660.332	759003.0122	2307.0486	Q
712	9274661.751	759003.7836	2307.0631	Q
713	9274651.363	759009.8883	2312.9094	Q
714	9274653.064	759012.2904	2312.6057	Q
715	9274652.828	759011.9574	2311.1427	Q
716	9274651.669	759010.3204	2310.987	Q
717	9274828.035	758833.11	2297.9834	Q
718	9274830.094	758835.7949	2297.8793	Q
719	9274829.664	758835.279	2296.4105	Q
720	9274828.535	758833.7203	2296.4726	Q
721	9274879.163	758781.997	2294.3385	Q
722	9274880.593	758784.7618	2294.3662	Q
723	9274886.758	758778.7878	2294.4631	Q
724	9274885.081	758775.8748	2294.3749	Q
725	9274885.149	758776.8328	2292.9982	Q
726	9274886.655	758778.1578	2292.9135	Q
727	9274880.459	758784.2832	2292.8693	Q
728	9274879.502	758782.6801	2292.859	Q
729	9274911.959	758765.7705	2293.0195	Q
730	9274912.446	758761.7038	2293.0395	Q
731	9274912.402	758762.7754	2291.5039	Q
732	9274911.944	758764.7635	2291.526	Q
733	9274816.2	758845.1617	2298.3088	Q
734	9274817.86	758848.0698	2298.2854	Q

735	9274817.565	758847.601	2296.8029	Q
736	9274816.4	758845.9599	2296.822	Q
737	9274681.33	758986.2464	2305.4953	Q
738	9274680.317	758984.2398	2305.5456	Q
739	9274700.862	758967.5674	2303.5018	Q
740	9274700.068	758965.8927	2303.4957	Q
741	9274709.859	758958.3908	2303.3108	Q
742	9274708.407	758957.1454	2303.404	Q
743	9274719.802	758947.9613	2302.2416	Q
744	9274718.367	758946.1377	2302.3381	Q
745	9274731.437	758935.6001	2300.5366	Q
746	9274729.991	758933.8401	2300.4694	Q
747	9274749.051	758916.8472	2300.2312	Q
748	9274747.364	758915.2034	2299.9064	Q
749	9274764.041	758901.2326	2298.5527	Q
750	9274762.497	758899.7226	2298.5386	Q
751	9274715.915	758948.2961	2304.3289	PU
752	9274717.766	758950.4315	2304.3224	PU
753	9274711.407	758957.2809	2304.3367	PU
754	9274709.193	758955.4678	2304.2567	PU
755	9274714.748	758960.2624	2304.3614	CA
756	9274721.268	758954.4606	2303.8587	CA
757	9274713.42	758945.5967	2304.4314	CA
758	9274705.527	758952.2707	2305.1521	CA
759	9274671.569	758994.8327	2306.9925	Q
760	9274670.271	758993.4191	2307.0072	Q
761	9274671.955	758995.2524	2308.4925	Q
762	9274669.866	758992.9784	2308.5072	Q
763	9274855.344	758810.2784	2296.1227	Q
764	9274853.599	758807.5535	2296.161	Q

765	9274854.106	758808.3964	2294.761	Q
766	9274854.909	758809.7436	2294.7227	Q
767	9274933.452	758758.0081	2292.0142	Q
768	9274932.559	758761.823	2292.0808	Q
769	9274932.749	758760.8931	2290.6158	Q
770	9274933.032	758759.3406	2290.5922	Q
771	9274959.257	758782.3923	2291.6358	Q
772	9274958.141	758785.4128	2291.7855	Q
773	9274958.36	758784.5811	2290.2979	Q
774	9274958.841	758783.421	2290.2383	Q
775	9274991.231	758789.225	2290.5494	Q
776	9274992	758792.6744	2290.6359	Q
777	9274991.799	758792.1825	2289.1774	Q
778	9274991.352	758790.3043	2289.1314	Q
779	9274999.44	758787.4662	2290.15	Q
780	9274997.64	758785.0822	2290.1426	Q
781	9274998.11	758785.7705	2288.6968	Q
782	9274998.931	758786.9126	2288.702	Q
783	9274977.23	758786.8335	2291.0457	Q
784	9274976.666	758789.9487	2291.1758	Q
785	9274976.723	758789.2917	2289.7009	Q
786	9274977.042	758787.8263	2289.6375	Q
787	9275009.676	758779.3757	2289.924	Q
788	9275008.281	758777.3006	2289.9144	Q
789	9275008.508	758777.942	2288.4623	Q
790	9275009.186	758778.9984	2288.4733	Q
791	9275024.641	758767.9275	2289.826	Q
792	9275023.243	758765.1286	2289.8706	Q
793	9275023.842	758766.0732	2288.4134	Q
794	9275024.487	758767.0531	2288.3926	Q

795	9275053.606	758732.2434	2288.9913	Q
796	9275055.531	758734.5609	2288.9886	Q
797	9275054.97	758734.1459	2287.5428	Q
798	9275054.263	758733.2425	2287.5431	Q
799	9275086.141	758701.5577	2287.0451	Q
800	9275084.101	758698.8766	2287.0236	Q
801	9275085.776	758700.6912	2285.5685	Q
802	9275084.624	758699.5126	2285.5761	Q
803	9275105.513	758672.7161	2284.3859	Q
804	9275107.982	758674.212	2284.3485	Q
805	9275107.449	758674.1072	2282.9223	Q
806	9275106.121	758673.1619	2282.9322	Q
807	9275097.996	758683.5614	2285.6053	Q
808	9275100.216	758685.386	2285.6061	Q
809	9275099.7	758685.0245	2284.1604	Q
810	9275098.668	758684.0433	2284.1505	Q
811	9275115.252	758663.5734	2284.2408	Q
812	9275112.788	758662.274	2284.1696	Q
813	9275113.504	758662.6718	2282.7405	Q
814	9275114.484	758663.2022	2282.769	Q
815	9275120.239	758638.6686	2284.0998	Q
816	9275122.61	758640.0642	2284.114	Q
817	9275122.068	758639.7662	2282.6482	Q
818	9275120.824	758639.0618	2282.636	Q
819	9275127.707	758621.5202	2284.0406	Q
820	9275125.074	758620.0269	2284.0065	Q
821	9275127.082	758621.0865	2282.5813	Q
822	9275125.954	758620.7011	2282.5705	Q
823	9275134.589	758609.6193	2284.1013	Q
824	9275131.928	758608.2876	2283.9436	Q

825	9275133.835	758609.131	2282.6106	Q
826	9275132.593	758608.5983	2282.5338	Q
827	9275139.076	758597.085	2284.0641	Q
828	9275136.624	758595.7014	2284.0327	Q
829	9275137.471	758596.1031	2282.5925	Q
830	9275138.363	758596.7279	2282.6056	Q
831	9274945.35	758773.6179	2291.9331	Q
832	9274946.354	758770.2002	2291.825	Q
833	9274945.99	758770.7365	2290.425	Q
834	9274945.5	758772.6524	2290.5331	Q
835	9275186.723	758635.0759	2284.329	TN
836	9274791.189	758874.7107	2299.1549	Q
837	9274788.956	758871.7313	2299.1667	Q
838	9274789.932	758873.3771	2297.6778	Q
839	9275024.349	758558.3939	2285.5797	BZ
840	9275065.212	758580.6799	2284.3884	BZ
841	9275175.396	758641.1025	2284.657	BZ
842	9274996.705	758610.952	2287.6747	BZ
843	9275037.877	758631.5854	2286.1442	BZ
844	9274982.395	758637.7741	2289.1386	BZ
845	9275143.053	758685.2818	2285.4174	BZ
846	9275105.035	758739.8197	2287.89	BZ
847	9275071.229	758787.3839	2289.6251	BZ
848	9275038.971	758834.4595	2291.4671	BZ
849	9275006.536	758882.1974	2293.0965	BZ
850	9274926.43	758988.2687	2296.9201	BZ
851	9274884.613	759050.1965	2299.3539	BZ
852	9274891.264	758613.1655	2302.5653	BZ
853	9274923.574	758664.0567	2295.3756	BZ
854	9274950.682	758704.1204	2293.3266	BZ

855	9274814.326	758690.6022	2305.5783	BZ
856	9274850.893	758731.6355	2301.6381	BZ
857	9274743.933	758750.7779	2311.2396	BZ
858	9274782.331	758789.4344	2305.5558	BZ
859	9274718.491	758853.2682	2313.218	BZ
860	9274678.013	758809.699	2322.4704	BZ
861	9274668.795	758906.1555	2314.4561	BZ
862	9274625.8	758861.1649	2323.4539	BZ
863	9274547.831	758939.118	2336.2252	BZ
864	9274618.437	758956.065	2320.0488	BZ
865	9274812.651	759023.266	2313.0419	BZ
866	9274674.695	759021.0668	2311.5666	BZ
867	9274754.346	758890.913	2300.6441	BZ

*Tabla 17. Coordenadas de puntos en trabajo de campo*

Fuente: Elaboración propia

#### G. Conclusiones

- El levantamiento topográfico se realizó con una Estación Total TOPCON ES 105.
- Según el levantamiento topográfico realizado, se determina que las vías del Sector San Luis, presentan una topografía accidentada y ondulada.
- La cota máxima es de 2342.084 msnm y la cota mínima de 2282.5338 msnm.

#### **Estudio de mecánica de suelos**

##### A. Generalidades

El presente estudio es el resultado de trabajo de campo mediante calicatas, muestreo de suelos, para los ensayos de laboratorio, que permitan evaluar las características físicas y mecánicas de los suelos donde se realiza el presente estudio de mecánica de suelos.

##### B. Ubicación

El proyecto se ubica en el distrito y provincia de Chota, Región Cajamarca.

C. Fecha de ejecución

Abril del 2022

D. Topografía

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

E. Objeto del Estudio

El principal objetivo del estudio de la mecánica de suelos es conocer básicamente las características geológicas del terreno que conforman el suelo o topografía natural. Dicho estudio se realizó con trabajo de campo, laboratorio y gabinete, para obtener las propiedades físicas y mecánicas del suelo, obtener la clasificación de suelos y el Valor Soporte Relativo (C.B.R.), y para establecer los parámetros a considerar en el proyecto, estos parámetros deben ser capaces de soportar el flujo de tráfico durante su uso previsto.

F. Exploración de Campo

De acuerdo a la norma C.E. 010 “Pavimentos Urbanos”, nos indica el número de puntos de investigación que deben realizarse según la vía de diseño. [23]

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

*Tabla 18. Puntos de investigación según tipo de vía*

Fuente: Norma C.E. 010 “Pavimentos Urbanos” [23]

Según la normativa y teniendo un área del proyecto de 29 000 m<sup>2</sup>, se practicaron un total de 16 calicatas, a tajo abierto hasta una profundidad de -1.50 m. con la finalidad de hacer ensayos necesarios para el proyecto planteado.

N°	Ubicación de Calicatas	Coordenadas	
		Este	Norte
Calicata 01	Intersección de Jr. Tupac Yupanqui y Jr. Santa Cecilia	758475.21	9274950.88
Calicata 02	Jr. Tupac Yupanqui cuadra 3	758504.45	9275036.30
Calicata 03	Intersección de Jr. Juan Núñez Coronel y Jr. Santa Cecilia	758538.94	9274936.43
Calicata 04	Jr. Juan Núñez Coronel cuadra 3	758555.47	9275016.90
Calicata 05	Jr. Wiracocha cuadra 1	758588.89	9274856.28
Calicata 06	Jr. Wiracocha cuadra 3	758674.76	9274946.52
Calicata 07	Intersección de Jr. Pachacutec y Prolongación Gregorio Malca	758676.78	9274810.45
Calicata 08	Intersección de Jr. Mayta Capac y Jr. Manco Capac	758712.76	9274711.12
Calicata 09	Jr. Inca Roca cuadra 1	758781.22	9274654.01
Calicata 10	Jr. Inca Roca cuadra 3	758828.73	9274701.45
Calicata 11	Jr. T. Yupanqui cuadra 1	758820.95	9274584.83
Calicata 12	Intersección de Jr. T. Yupanqui y Prolongación Gregorio Malca	758882.47	9274667.33
Calicata 13	Intersección de Jr. T. Yupanqui y Jr. José Salinas	758931.75	9274718.05
Calicata 14	Jr. T. Yupanqui cuadra 4	758962.48	9274819.79
Calicata 15	Jr. T. Manco Capac cuadra 4	758880.94	9274578.23
Calicata 16	Intersección de Jr. Sinchi Roca y Jr. Manco Capac	758938.94	9274541.68

*Tabla 19. Información de Calicatas*

Fuente: Elaboración propia

- Ensayos de Laboratorio

Las muestras que se obtuvieron fueron llevados al Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayo de Materiales FERMATI SAC, donde se efectuaron los siguientes ensayos:

Ensayos de laboratorio	Norma Técnica Peruana	Norma ASTM/AASHTO	Cantidad
Análisis Granulométrico por Tamizado	339.128	ASTM D 422	16
Límite Líquido	339.129	ASTMD D 4318	16
Límite Plástico	339.129	ASTMD D 4318	16
Clasificación de Suelos S.U.C.S.	339.134	ASTM D 2487	16
Clasificación de Suelos AASHTO		AASHTO M 145	16
Contenido de Humedad Natural	339.127	ASTM D 2216	16
Proctor Modificado	339.141	ASTM D 1557	16
California Bearing Ratio	339.145	ASTM D 1883	16
Peso Volumétrico	339.139		16
Peso específico relativo de sólidos	339.131		16
Contenido de Sales Solubles cloruros y sulfatos	339.152	ASTM D 1888	16

*Tabla 20. Ensayos realizados*

Fuente: Elaboración Propia

#### G. Perfil Estratigráfico del Suelo

A partir de la información obtenida en campo y de los resultados experimentales en laboratorio, se ha construido el Perfil Estratigráfico del terreno estudiado, dichos perfiles de forma gráfica se encuentran en la “*Carpeta N°02 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS*”, a continuación, se presenta su descripción:

- Calicata 01:

Según la exploración efectuada en la calicata C-01 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.10- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arcilla Arenosa de baja plasticidad, no se encuentra saturado es de compacidad rígida, es de grano fino conforme a como se ha ido profundizando. Pertenece en la clasificación SUCS al que corresponde a un (CL). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatación. De tenacidad media. de color marrón claro combinado con color blanco hueso y sin olor perceptible. De medio contenido de

humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación.

- Calicata 02:

Según la exploración efectuada en la calicata C-02 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por un Limo de Alta Plasticidad, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (MH). Plasticidad alta. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color marrón claro combinado con color blanco hueso y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 03:

Según la exploración efectuada en la calicata C-03 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por un Limo Arenoso de Baja Plasticidad, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (ML). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color Marrón Claro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 04:

Según la exploración efectuada en la calicata C-04 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por un Limo Arenoso de Baja Plasticidad, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja

compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (ML). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color Marrón Claro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 05:

Según la exploración efectuada en la calicata C-05 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arcilla de baja plasticidad con arena, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (ML). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color gris oscuro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 06:

Según la exploración efectuada en la calicata C-06 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arena Arcillosa con Grava, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (SC). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color de color plomo oscuro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia rígida, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 07:

Según la exploración efectuada en la calicata C-07 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arcilla de baja plasticidad con arena, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (CL). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color gris oscuro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 08:

Según la exploración efectuada en la calicata C-08 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arena Arcillosa, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (SC). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color gris oscuro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 09:

Según la exploración efectuada en la calicata C-08 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arena Arcillosa, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (SC). Plasticidad baja. De baja

resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color gris oscuro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 10:

Según la exploración efectuada en la calicata C-10 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arcilla de baja plasticidad con arena, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (CL). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color anaranjado claro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 11

Según la exploración efectuada en la calicata C-11 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arcilla de baja plasticidad con arena, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (CL). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color anaranjado claro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 12

Según la exploración efectuada en la calicata C-12 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor

se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arena Arcillosa con Grava, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (SC). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color anaranjado claro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 13:

Según la exploración efectuada en la calicata C-13 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arcilla de baja plasticidad con arena, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (CL). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color anaranjado claro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 14:

Según la exploración efectuada en la calicata C-14 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arcilla de baja plasticidad con arena, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (CL). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color anaranjado claro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 15:

Según la exploración efectuada en la calicata C-15 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arcilla de baja plasticidad con arena, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (CL). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color anaranjado claro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- Calicata 16:

Según la exploración efectuada en la calicata C-16 de -1.50m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 1.50 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arcilla de baja plasticidad con arena, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (CL). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color anaranjado claro y sin olor perceptible. De medio contenido de humedad. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático.

- C-01:

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.00m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **CL (Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad)**

% Humedad = 48.70%

Límite Líquido = 39.20%

Límite Plástico = 17.30%

Índice de Plasticidad = 21.90%

- C-02

- S/M

Profundidad = De 0.00m. - 0.10m.

= Muestra Constituida por material agrícola

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **MH (Limo de Alta Plasticidad de consistencia blanda)**

% Humedad = 43.70%

Límite Líquido = 66.60%

Límite Plástico = 41.70%

Índice de Plasticidad = 24.90%

- C-03

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **ML (Limo Arenoso de Baja Plasticidad)**

% Humedad = 19.00%

Límite Líquido = 32.70%

Límite Plástico = 24.90%

Índice de Plasticidad = 7.70%

- C-04

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **ML (Limo Arenoso de Baja Plasticidad)**

% Humedad = 36.30%

Límite Líquido = 44.50%  
Límite Plástico = 28.40%  
Índice de Plasticidad = 16.10%

- C-05

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **CL (Arcilla de baja plasticidad)**

% Humedad = 34.30%

Límite Líquido = 45.50%

Límite Plástico = 23.70%

Índice de Plasticidad = 21.80%

- C-06

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **SC (Arena Arcillosa con Grava)**

% Humedad = 15.70%

Límite Líquido = 31.00%

Límite Plástico = 21.20%

Índice de Plasticidad = 9.70%

- C-07

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **CL (Arcilla de Baja Plasticidad con Arena)**

% Humedad = 13.80%

Límite Líquido = 33.90%

Límite Plástico = 19.10%

Índice de Plasticidad = 14.70%

- C-08

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **SC (Arena Arcillosa)**

% Humedad = 10.30%

Límite Líquido = 27.30%

Límite Plástico = 13.30%

Índice de Plasticidad = 14.00%

- C-09

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **SC (Arena Arcillosa)**

% Humedad = 10.30%

Límite Líquido = 27.10%

Límite Plástico = 8.80%

Índice de Plasticidad = 18.40%

- C-10

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)**

% Humedad = 15.70%

Límite Líquido = 41.40%

Límite Plástico = 20.10%

Índice de Plasticidad = 21.30%

- C-11
  - Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.60m.  
Clasificación SUCS = **CL (Arcilla de baja plasticidad con Arena)**  
% Humedad = 16.60%  
Límite Líquido = 39.10%  
Límite Plástico = 19.20%  
Índice de Plasticidad = 19.90%
  
- C-12
  - Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.  
Clasificación SUCS = **SC (Arena Arcillosa con Grava)**  
% Humedad = 14.60%  
Límite Líquido = 36.10%  
Límite Plástico = 18.90%  
Índice de Plasticidad = 17.20%
  
- C-13
  - Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.60m.  
Clasificación SUCS = **CL (Arcilla Arenosa de baja plasticidad)**  
% Humedad = 19.00%  
Límite Líquido = 40.50%  
Límite Plástico = 20.90%  
Índice de Plasticidad = 19.70%
  
- C-14
  - Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)**

% Humedad = 19.40%

Límite Líquido = 40.60%

Límite Plástico = 22.60%

Índice de Plasticidad = 18.00%

- C-15

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)**

% Humedad = 18.60%

Límite Líquido = 38.90%

Límite Plástico = 19.60%

Índice de Plasticidad = 19.30%

- C-16

- Muestra M-01

Profundidad = De 0.10m. - 1.50m.

Clasificación SUCS = **CL (Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad)**

% Humedad = 19.40%

Límite Líquido = 40.80%

Límite Plástico = 15.90%

Índice de Plasticidad = 24.90%

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	CLASIFICACIÓN (AASHTO)	HUMEDAD (%)	LÍMITES		ÍNDICE PLÁSTICO
						LIQUIDO (%)	PLÁSTICO (%)	
C - 01	M-01	0.10m - 1.50m	CL	A-6 (7)	48.70	39.22	17.28	21.94
C - 02	M-01	0.10m - 1.50m	MH	A-7-5 (18)	43.70	66.56	41.70	24.86
C - 03	M-01	0.10m - 1.50m	ML	A-4 (3)	19.00	32.67	24.93	7.74
C - 04	M-01	0.10m - 1.50m	ML	A-7-6 (7)	36.30	44.53	28.41	16.12
C - 05	M-01	0.10m - 1.50m	CL	A-7-6 (14)	34.30	45.51	23.67	21.84
C - 06	M-01	0.10m - 1.50m	SC	A-4 (3)	15.70	30.95	21.23	9.72
C - 07	M-01	0.10m - 1.50m	CL	A-6 (9)	13.79	33.86	19.14	14.72
C - 08	M-01	0.10m - 1.50m	SC	A-6 (4)	10.33	27.32	13.31	14.01
C - 09	M-01	0.10m - 1.50m	SC	A-6 (4)	10.33	27.12	8.76	18.36
C - 10	M-01	0.10m - 1.50m	CL	A-7-6 (12)	15.66	41.41	20.08	21.33
C - 11	M-01	0.10m - 1.60m	CL	A-6 (12)	16.60	39.05	19.17	19.89
C - 12	M-01	0.10m - 1.50m	SC	A-6 (5)	14.55	36.05	18.88	17.17
C - 13	M-01	0.10m - 1.60m	CL	A-6 (11)	18.99	40.53	20.86	19.67
C - 14	M-01	0.10m - 1.50m	CL	A-6 (11)	19.36	40.64	22.63	18.02
C - 15	M-01	0.10m - 1.65m	CL	A-6 (11)	18.62	38.86	19.57	19.29
C - 16	M-01	0.10m - 1.50m	CL	A-6 (13)	19.36	40.80	15.86	24.94

*Tabla 21. Resumen de Resultados de Calicatas Analizadas*

Fuente: Elaboración propia

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD ESTRATO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
				LIQUIDO (%)	PLÁSTICO (%)		
C - 01	M-01	0.10m - 1.50m	48.70	39.22	17.28	48.70	ALTO
C - 02	M-01	0.10m - 1.50m	43.70	66.56	41.70	43.70	ALTO
C - 03	M-01	0.10m - 1.50m	19.00	32.67	24.93	19.00	BAJO
C - 04	M-01	0.10m - 1.50m	36.30	44.53	28.41	36.30	ALTO
C - 05	M-01	0.10m - 1.50m	34.30	45.51	23.67	34.30	MEDIO
C - 06	M-01	0.10m - 1.50m	15.70	30.95	21.23	15.70	BAJO
C - 07	M-01	0.10m - 1.50m	13.79	33.86	19.14	13.79	BAJO
C - 08	M-01	0.10m - 1.50m	10.33	27.32	13.31	10.33	BAJO
C - 09	M-01	0.10m - 1.50m	10.33	27.12	8.76	10.33	BAJO
C - 10	M-01	0.10m - 1.50m	15.66	41.41	20.08	15.66	BAJO
C - 11	M-01	0.10m - 1.60m	16.60	39.05	19.17	16.60	BAJO
C - 12	M-01	0.10m - 1.50m	14.55	36.05	18.88	14.55	BAJO
C - 13	M-01	0.10m - 1.60m	18.99	40.53	20.86	18.99	BAJO
C - 14	M-01	0.10m - 1.50m	19.36	40.64	22.63	19.36	BAJO
C - 15	M-01	0.10m - 1.65m	18.62	38.86	19.57	18.62	BAJO
C - 16	M-01	0.10m - 1.50m	19.36	40.80	15.86	19.36	BAJO

*Tabla 22. Potencial de Expansión de Calicatas analizadas*

Fuente: Elaboración Propia

## H. Ensayo de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

*Tabla 23. Clasificación de suelos según índice de plasticidad*

Fuente: Manual de Transportes y Comunicaciones. [9]

Teniendo en cuenta los resultados mostrados en la *Tabla N°19*, se debe considerar que el contenido de arcilla según su magnitud puede ser un elemento peligroso en un suelo de sub rasante por su gran sensibilidad al agua.

## I. Contenido de humedad natural

La determinación del contenido de humedad natural (ensayo MTC E 108) permitirá conocer el contenido de humedad óptimo a alcanzar en los ensayos Proctor para suelo CBR (MTC E 132). Si el contenido de humedad es igual o inferior al contenido de humedad óptimo, se debe agregar la compactación normal del suelo y una cantidad adecuada de agua. Por el contrario, si el contenido de humedad es mayor, considere aumentar la energía de compactación, airear el suelo o reemplazar el material saturado.

## J. Determinación del C.B.R al 95%

Considerando que el pavimento sería tendido sobre sub rasante, se realizaron ensayos de CBR para determinar el C.B.R. (Fundamento de apoyo de California).

- Determinación del C.B.R de Diseño al 95%:

De acuerdo a las *Tablas N°22 y N°23*, podemos determinar que la sub rasante es de categoría S1.

CALICATA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	C.B.R. (95%)
C-01	0.00m - 1.50m	CL	3.1
C-02	0.00m - 1.50m	CL	4.30
C-03	0.00m - 1.50m	CL	5.70
C-04	0.00m - 1.50m	CL	4.00
C-05	0.00m - 1.50m	CL	5.80
C-06	0.00m - 1.50m	CL	4.20
C-07	0.00m - 1.50m	CL	5.70
C-08	0.00m - 1.50m	CL	3.50
C-09	0.00m - 1.50m	CL	4.30
C-10	0.00m - 1.50m	CL	7.20
C-11	0.00m - 1.50m	CL	6.70
C-12	0.10m - 1.50m	CL	4.90
C-13	0.10m - 1.50m	CL	7.00
C-14	0.00m - 1.50m	CL	5.10
C-15	0.10m - 1.50m	CL	5.70
C-16	0.10m - 1.50m	CL	4.40

*Tabla 24. Resumen de CBR encontrados*

Fuente: Elaboración Propia

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

*Tabla 25. Categorías de Sub rasante*

Fuente: Manual de Transportes y Comunicaciones. [9]

#### K. Agresividad del Suelo

Para realizar las recomendaciones con respecto a la agresividad del suelo vemos a continuación la siguiente tabla:

		C-1 - M-1	C-3 - M-1	C-6 - M-1	C-9 - M-1	C-11 - M-1	C-13 - M-1
Sales Solubles Totales	ppm	950	860	820	600	600	900
	%	0.10	0.09	0.08	0.06	0.06	0.09
Cloruros Cl <sup>-</sup>	ppm	430	460	430	350	340	560
	%	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	210	230	240	190	170	320
	%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03

*Tabla 26. Resumen respecto a la Agresividad del Suelo*

Fuente: Elaboración Propia

Exposición a Sulfatos	Sulfato (SO <sub>4</sub> ) en agua, ppm	Tipo de Cemento	Mínimo f <sup>c</sup> , kg/cm <sup>2</sup>
Despreciable	0-150	-	-
Moderado	150-1500	II, IP(MS), IS(MS)	280
Severo	1500-10000	V	315
Muy severo	> de 10000	V mas puzolana	315

*Tabla 27. Clasificación según exposición a sulfatos*

Fuente: California Building Code. [24]

Clase	Porcentaje de sal
Clase 0: Libre	0-0.15
Clase 1: Ligeramente afectada	0.15-0.35
Clase 2: Moderadamente afectado	0.35-0.65
Clase 3: Fuertemente afectado	Mayor que 0.65

*Tabla 28. Clasificación de suelos según porcentaje de sal*

Fuente: US. Department of Agriculture [25]

Se ha determinado que el contenido de sales de todas las muestras de las calicatas, los máximos contenidos de sales son menores al 0.15% por lo que de acuerdo a la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el suelo se encuentra libre de sales. (Recomendación cemento Tipo I y resistencia ímima de concreto a usarse debe ser de f<sup>c</sup>=210kg/cm<sup>2</sup>).

- Nivel de Agua Subterránea:

CALICATA	NIVEL FREÁTICO
C-01	NO
C-02	NO
C-03	NO
C-04	NO
C-05	NO
C-06	NO
C-07	NO
C-08	NO
C-09	NO
C-10	NO
C-11	NO
C-12	NO
C-13	NO
C-14	NO
C-15	NO
C-16	NO

*Tabla 29. Resumen del Nivel Freático encontrado*

Fuente: Elaboración Propia

- Material de Afirmado:

Los materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos que se indican en la siguiente tabla:

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 ½")		95 - 100	100
25 mm (1")	50 - 80	75 - 95	90 - 100
19 mm (¾")			65 - 100
12.5 mm (½")			
9.5 mm (3/8")		40 - 75	45 - 80
4.75 mm (Nº 4)	20 - 50	30 - 60	30 - 65
2.36 mm (Nº 8)			
2.00 mm (Nº 10)		20 - 45	22 - 52
4.25 um (Nº 40)		15 - 30	15 - 35
75 um (Nº 200)	4 - 12	5 - 15	5 - 20
Índice de plasticidad	4 - 9	4 - 9	4 - 9

*Tabla 30. Requisitos Granulométricos*

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [9]

Para el porcentaje que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (n° 200), se considerarán las condiciones ambientales, principalmente para evitar daños por efectos de congelamiento, de ser así, el porcentaje deberá ser inferior al porcentaje indicado para pasar el tamiz 75  $\mu\text{m}$  (n° 200), para que el diseñador pueda especificar el porcentaje apropiado.

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)

Basado en densidad seca máxima de 100% y penetración de relleno de 0,1". El índice de ductilidad es sumamente importante, habrá un límite de hasta 12, pero no debe ser menor de 4. Esto se debe a que el proceso abrasivo requiere una mayor proporción de material resinoso y la arcilla natural le dará la adherencia requerida y por ende una superficie cómoda para conducir.

## Diseño estructural del pavimento

### A. Diseño del pavimento flexible

- Método AASHTO 93:

Después de realizar el mejoramiento de la sub rasante, el CBR asignado fue de 15%, así mismo para base y sub-base se recomienda los valores de 40% y 80% respectivamente, según las siguientes tablas:

Tipo de Pavimento		Flexible	Rigido	Adoquines
Elemento				
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub-base		CBR ≥ 40 % 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30 % 100% compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 80 % 100% Compactación Proctor Modificado	N.A.*	CBR ≥ 80% 100% compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm	NR**	
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**

Tabla 31. Requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos

Fuente: “Ingeniería de pavimentos para carreteras” [11]

A continuación, se muestran los CBR correspondientes por calles, según ubicación de calicatas:

Calicata N°	Calicata N°	CBR	CBR PROMEDIO	MR (PSI)
Subrasante (Jr. Túpac Yupanqui)	1	15.00%	15.00%	14457.37
Subrasante (Jr. Juan Núñez Coronel)	3	15.00%		
Subrasante (Jr. Wiracocha)	5	15.00%		
Subrasante (Jr. Pachacutec)	7	15.00%		
Subrasante (Jr. Mayta Capac)	8	15.00%		
Subrasante (Jr. Inca Roca)	9	15.00%		
Subrasante (Jr. T. Yupanqui)	11	15.00%		
Subrasante (Jr. Sinchi Roca)	16	15.00%		
Subrasante (Via de Evitamiento)	6	15.00%		
Subrasante (Jr. Santa Elena)	2	15.00%		
Subrasante (Jr. Santa Cecilia)	1	15.00%		
Subrasante (Prolongación Gregorio Malca)	12	15.00%		
Subrasante (Jr. Manco Capac)	15	15.00%		
Subrasante (Jr. José Salinas)	13	15.00%		
Sub base		40.00%	40.00%	28500.00
Base		80.00%	80.00%	16500.00

Tabla 32. Designación de CBR de sub rasante, Sub base y base

Fuente: Elaboración Propia

También, se muestran los datos a utilizar para el diseño por el método mencionado:

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)=	783185
Suelo de la Subrasante	CBR=	15.00%
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr (psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	MR(psi)= 14457.37048
Módulo de resiliencia de la subbase	MR(psi)=	16500.00
Módulo de resiliencia de la base	MR(psi)=	28500.00
Tipo de tráfico	Tipo:	Tp4
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	Conf:	80.00%
Coefficiente estadístico de desviación estandar normal	ZR=	-0.842
Desviación estandar combinado	So=	0.45
Índice de serviciabilidad inicial según rango de tráfico	Pi=	3.8
Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pf=	2
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	$\Delta PSI=$	1.8

Tabla 33. Datos a utilizar para diseño de pavimento flexible por método de AASHTO 93

Fuente: Elaboración Propia

- Ejes equivalentes: De acuerdo al estudio de tráfico realizado, el valor calculado fue de 783 185 EE.
- CBR: El CBR de la sub rasante para diseño estructural del pavimento es de 15%.
- Módulo de Resiliencia (Mr)
- Sub rasante: Para dicho valor se utiliza la fórmula:

$$Mr(PSI) = 2555 * CBR (%)$$

$$Mr(PSI)= 14457.37048 \text{ PSI}$$

- Sub base: Según los gráficos proporcionados por AASHTO, se toma el valor de 16500 PSI, para un CBR de 40%:

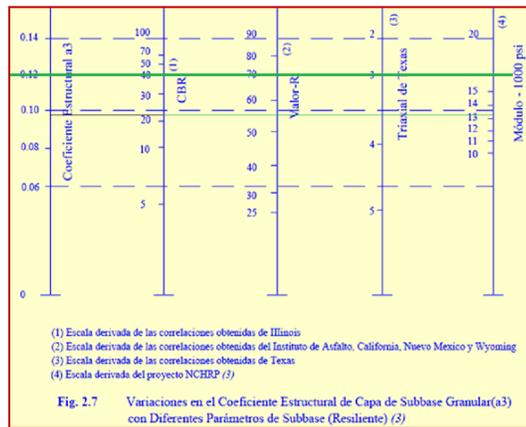


Figura 6. Módulo de resiliencia de la sub base

Fuente: Guía AASHTO 93 [22]

- Sub rasante: Según los gráficos proporcionados por AASHTO, se toma el valor de 28500 PSI, para un CBR de 80%:

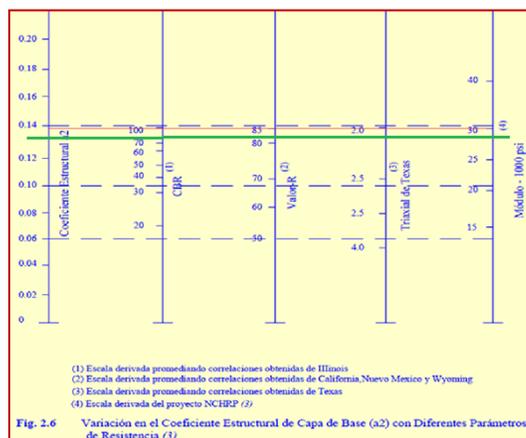


Figura 7. Módulo de resiliencia de la base

Fuente: Guía AASHTO 93 [22]

- o Tipo de Tráfico

Según la siguiente tabla, el tipo de tráfico depende del número de ejes equivalentes siendo de 783 185 EE, dando un resultado de Tp4:

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>P0</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T <sub>P1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T <sub>P2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T <sub>P3</sub>	> 500,000 EE < 750,000 EE
T <sub>P4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Tabla 34. Tipo de tráfico

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

○ Número de etapas

Depende del diseño y ejecución, debido a que hay dos opciones que serían diseñar en 2 etapas de 10 años cada uno o en 1 etapa de 20 años de diseño. Para este diseño se realizará en 1 etapa de 20 años.

○ Nivel de Confiabilidad

Según la siguiente tabla, depende del tipo de tráfico, por lo que el porcentaje dado es de 80% de confiabilidad:

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

Tabla 35. Nivel de Confiabilidad

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

○ Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (ZR)

Según la siguiente tabla, depende del tipo de tráfico, por lo que el valor dado es de -0.842:

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL ( $Z_R$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1.645
	TP15	>30'000,000		-1.645

Tabla 36. Desviación Estándar Normal

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

- Desviación Estándar Combinada ( $S_o$ )

Según el Manual de Carreteras, se plantea un valor de 0.45.

- Índice de Serviciabilidad Inicial ( $P_i$ )

Representa la condición de la vía recién construida. Según la siguiente tabla, se da un valor de 3.80 de acuerdo al tipo de tráfico:

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL ( $P_i$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,00	150,000	3.80
	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15	>30'000,000		4.20

Tabla 37. Índice de Serviciabilidad Inicial

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

○ Índice de Serviabilidad Final (Pf)

Según la siguiente tabla, se da un valor de 2.00 de acuerdo al tipo de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pf)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	2.00
	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15		>30'000,000	3.00

Tabla 38. Índice de Serviabilidad Final

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

○ Variación de Serviabilidad ( $\Delta Pf$ )

Es la diferencia entre la Serviabilidad Inicial y Terminal que es de 1.80

○ Coeficientes Estructurales de las capas

Utilizando las gráficas de la guía AASHTO 93, el valor de  $a_1=0.46$ .

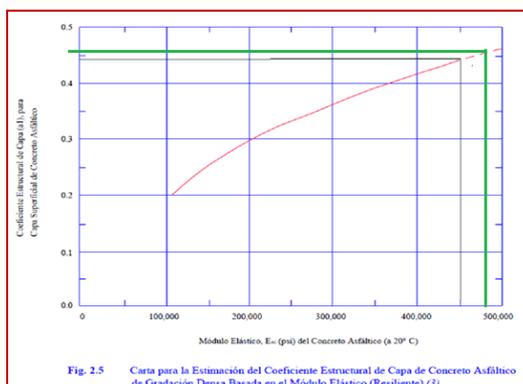


Figura 8. Coeficiente Estructural de capa para concreto asfáltico

Fuente: Guía AASHTO 93 [22]

Para los coeficientes estructurales de la base y sub base granular, se utilizarán los gráficos de la *Figura N°07* y *N°08*, teniendo los valores de  $a_2= 0.135$  y de  $a_3=0.12$ .

○ Coeficientes de Drenaje

Utilizando las tablas del Manual de Carreteras, se asumirá un drenaje bueno, por lo que los coeficientes de drenaje para la base y sub base será  $m_2=1$  y  $m_3=1$ .

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

*Tabla 39. Calidad de drenaje*

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Insuficiente	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Insuficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

*Tabla 40. Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje*

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

○ Número Estructural

Para calcular los números estructurales para la sub base, base y carpeta asfáltica se usará el programa AASHTO 93:

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 80 %  $Z_r = -0.841$  So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 3.8 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 28500 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 783185  Calcular W18

Número Estructural  
**SN =** 1.84

Calcular Salir

Figura 9. Número Estructural de Sub base

Fuente: Programa AASHTO 93

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 80 %  $Z_r = -0.841$  So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 3.8 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 16500 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 783185  Calcular W18

Número Estructural  
**SN =** 2.28

Calcular Salir

Figura 10. Número Estructural de Base

Fuente: Programa AASHTO 93

**Ecuación AASHTO 93**

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 80 %  $Z_r = -0.841$  So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial = 3.8 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr = 14457.370 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 783185**  Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 2.40**

Calcular Salir

*Figura 11. Número Estructural de Carpeta Asfáltica*

Fuente: Programa AASHTO 93

○ Espesores de capas

De acuerdo al Manual de Carreteras del MTC, recomienda que los espesores mínimos constructivos para las capas superficiales como la carpeta asfáltica en caliente será de 40 mm, y para la base y sub base será de 150 mm. Así mismo, lo especifica en la siguiente Tabla:

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio:	150 mm
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio:	150 mm
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

Tabla 41. Espesores mínimos recomendados según MTC

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

La Guía AASHTO 93, también recomienda espesores mínimos de capa superficial y base granular

Tránsito (ESAL's) En Ejes Equivalentes	Carpetas De Concreto Asfáltico	Bases Granulares
Menos de 50,000	1,0 ó T.S.	4,0
50,001 – 150,000	2,0	4,0
150,001 – 500,000	2,5	4,0
500,001 – 2'000,000	3,0	6,0
2'000,001 – 7'000,000	3,5	6,0
Mayor de 7'000,000	4,0	6,0

Tabla 42. Espesores mínimos recomendados según Guía AASHTO 93

Fuente: Guía AASHTO 93 [22]

○ Análisis de diseño estructural

Para diseñar, se tomará en cuenta la siguiente figura proporcionada por la Guía AASHTO 93:

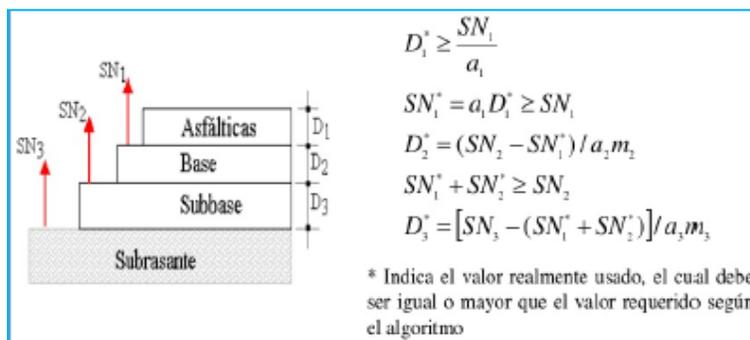


Figura 12. Procedimiento de diseño

Fuente: Guía AASHTO 93 [22]

Después de los datos obtenidos, calculamos:

- Espesor de la capa asfáltica:

$$SN1 = D1 \cdot a1$$

$$D1 = SN1 / a1$$

$$D1 = 4.000 \text{ pulg}$$

$$D1 = 4 \text{ pulg}$$

$$SN1 \text{ corregido} = 1.840$$

Figura 13. Espesor de Capa Asfáltica

Fuente: Elaboración Propia

- Espesor de la base:

$$SN2 = SN1 + (D2 \cdot a2 \cdot m2)$$

$$D2 = (SN2 - SN1 \text{ corregido}) / (a2 \cdot m2)$$

$$D2 = 3.3 \text{ pulg}$$

$$D2 = 3 \text{ pulg}$$

$$SN2 \text{ corregido} = 2.286$$

Figura 14. Espesor de Base

Fuente: Elaboración Propia

- Espesor de la sub base:

$$SN3 = SN2_{\text{corregido}} + (a3 * m3 * D3)$$

$$D3 = (SN3 - SN2_{\text{corregido}}) / (a3 * m3)$$

$$D3 = 0.95 \text{ pulg}$$

<b>D3=</b>	<b>1</b>	pulg
------------	----------	------

*Figura 15. Espesor de Sub Base*

Fuente: Elaboración Propia

- o Resultados de diseño estructural
- Alternativa N°01:

Se toma en cuenta los espesores mínimos recomendados por el Manual de Carreteras mostradas en la Tabla N°41, se considera un espesor de la capa asfáltica 3 pulg, espesor de base granular de 6 pulg y con ayuda de la siguiente fórmula:

$$SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3$$

Se obtiene el espesor de la sub base de 2 pulg:

CAPAS	ESPSORES	
	pulg.	cm
<b>Carpeta Asfáltica</b>	3	7.6
<b>Base Granular</b>	6	15.24
<b>Sub-base Granular</b>	2	5.08

*Tabla 43. Alternativa N°01 de espesores de capas para pavimento flexible*

Fuente: Elaboración Propia

- Alternativa N°02:

Se toma en cuenta los espesores calculados anteriormente, mediante las fórmulas brindadas en la Guía AASHTO 93, se considera un espesor de la capa asfáltica 4 pulg, espesor de base granular de 3 pulg y el espesor de la sub base de 2 pulg:

CAPAS	ESPSORES	
	pulg.	cm
<b>Carpeta Asfáltica</b>	4	10
<b>Base Granular</b>	3	8
<b>Sub-base Granular</b>	1	3

*Tabla 44. Alternativa N°02 de espesores de capas para pavimento flexible*

Fuente: Elaboración Propia

- Alternativa N°03:

Se toma en cuenta los espesores mínimos ya mencionados anteriormente, se considera un espesor de la capa asfáltica 3 pulg, espesor de base granular de 6 pulg y el espesor de la sub base de 6 pulg:

CAPAS	ESPSORES	
	pulg.	cm
<b>Carpeta Asfáltica</b>	3	7.6
<b>Base Granular</b>	6	15.24
<b>Sub-base Granular</b>	6	15.24

Tabla 45. Alternativa N°03 de espesores de capas para pavimento flexible

Fuente: Elaboración Propia

Siendo la estructura final para el diseño estructural de pavimentación por el método de AASHTO 93:

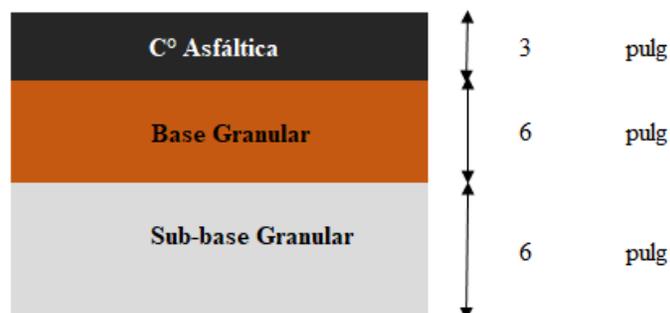


Figura 16. Espesores finales de cada capa para pavimento flexible por AASHTO 93

Fuente: Elaboración Propia

- Método del Instituto del Asfalto

Para este método de diseño, tomaremos en cuenta los datos establecidos anteriormente, así como también algunas recomendaciones según Montejo Fonseca:

- Recomendaciones para CBR para base y sub base

Se toma en cuenta la siguiente tabla:

Ensayo	Requisitos de los ensayos	
	Subbase granular	Base granular
CBR mínimo, ó	20	80
R mínimo	55	78
L.L. máximo	25	25
I.P. máximo	6	NP
Equivalente de arena, mínimo	25	35
% No. 200, máximo	12	7

*Tabla 46. CBR para base y sub base*

Fuente: "Ingeniería de pavimentos para carreteras". [11]

- Tipos de mezclas para la base estabilizada

Para el diseño se usó una mezcla elaborada con agregados semi-procesados, que corresponde al Tipo II:

Tipo I: Mezcla elaborada con agregados procesados de gradación densa

Tipo II: Mezcla elaborada con agregados semi-procesados.

Tipo III: Mezcla elaborada con arenas o arenas limosas.

*Figura 17. Tipo de mezcla*

Fuente: "Ingeniería de pavimentos para carreteras". [11]

- Espesores mínimos

A continuación, se muestra la tabla con los espesores mínimos de una superficie de concreto asfáltico que depende del tráfico de diseño.

Tráfico de Diseño (EAL)	Espesor mínimo	
	(cm)	(pulg)
10 <sup>4</sup>	5	2
10 <sup>5</sup>	5	2
10 <sup>6</sup>	7.5	3
10 <sup>7</sup>	10	4
>10 <sup>7</sup>	13	5

*Tabla 47. Espesores mínimos para superficies de concreto asfáltico*

Fuente: “Ingeniería de pavimentos para carreteras”. [11]

- Factores Ambientales

La zona del proyecto se encuentra en la ciudad de Chota, donde la temperatura varía entre los 7°C y 22°C, por lo que las condiciones de temperatura son templado y el grado de asfalto sería de tipo AC-10 o AC-20.

Condiciones de temperatura.	Grado de asfalto.	
Frio, °T promedio anual menor a 7°C.	AC-5 AR-2000 Pen 120/150	AC-10 Ar-4000 Pen 85/100
Templado, °T promedio anual entre 7°C y 24 °C.	AC-10 AR-4000 Pen 85/100	AC-20 Ar-8000 Pen 60/70
Calido, °T promedio anual mayor a 24 °C.	AC-20 Ar-8000 Pen 60/70	AC-40 Ar-16000 Pen 40/50

*Tabla 48. Factores Ambientales*

Fuente: “Ingeniería de pavimentos para carreteras”. [11]

- Ejes equivalentes

De acuerdo al estudio de tráfico realizado, el valor calculado fue de 783 185 EE.

- CBR

El CBR de la sub rasante para diseño estructural del pavimento es de 15%.

- Módulo de Resiliencia de la Sub rasante

Teniendo el valor del CBR de la sub rasante, se aplica la siguiente fórmula

$$Mr(Kg/cm^2) = 100 * CBR (%)$$

$$Mr(Kg/cm^2) = 1.5 * 10^3 Kg/cm^2$$

Para iniciar con el diseño con la alternativa de uso de concreto asfáltico, nos apoyamos en las gráficas proporcionadas en el libro “Ingeniería de pavimentos para Carreteras”. [11]

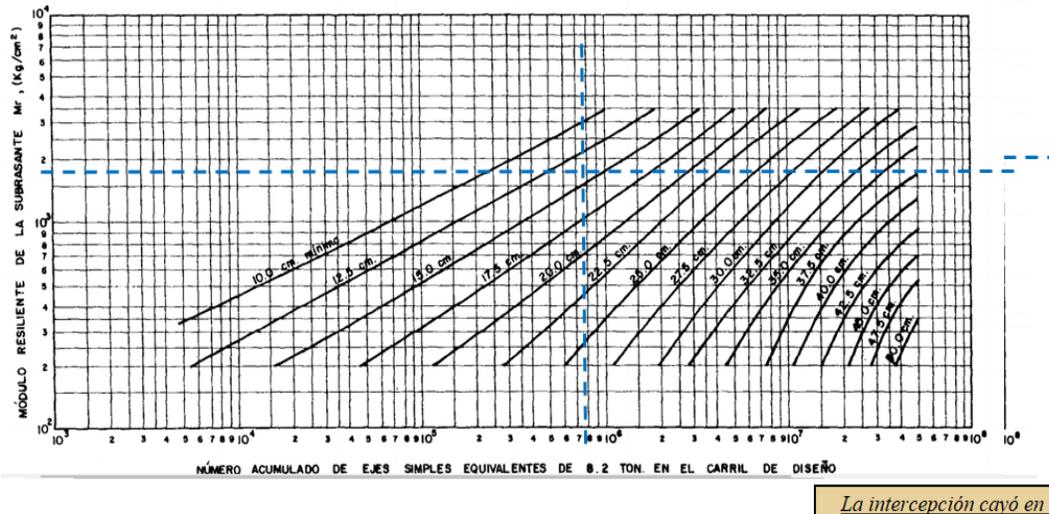


Figura 18. Gráfico para obtener espesor de capa

Fuente: "Ingeniería de pavimentos para carreteras". [11]

Se hace un diseño con bases estabilizadas, donde existen tres alternativas con emulsión asfáltica Tipo I, Tipo II y Tipo III.

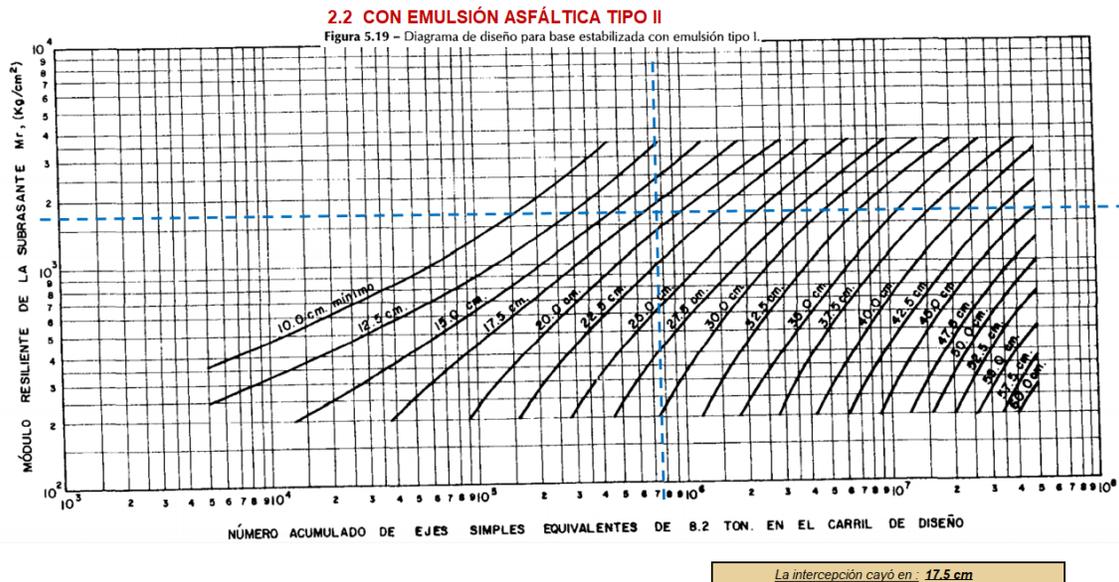


Figura 19. Gráfico para obtener espesor de capa con emulsión asfáltica tipo II

Fuente: "Ingeniería de pavimentos para carreteras". [11]

Se obtiene un valor de 15 cm, lo que significa que toda la capa será de esa dimensión (carpeta asfáltica + base + sub base).

También tenemos que tener en cuenta los espesores mínimos proporcionados en el libro “Ingeniería de pavimentos para carreteras”, en donde indica que el espesor mínimo para la carpeta asfáltica es de 10 cm.

Tabla 5.43 Espesores mínimos de concreto asfáltico sobre bases de otra clase		
Bases estabilizadas con emulsión asfáltica		
Nivel de tránsito (m)	Espesores mínimo sobre bases Tipos II y III* (cm)	
10 <sup>4</sup>	5.0	
10 <sup>5</sup>	5.0	
10 <sup>6</sup>	7.5	
10 <sup>7</sup>	10.0	
>10 <sup>7</sup>	12.5	
* Sobre las bases de Tipo II y III puede colocarse una del Tipo I y un tratamiento superficial en lugar del concreto asfáltico.		
Bases de tipo granular		
Nivel de tránsito (N)	Condición de tránsito	Espesor mínimo de concreto asfáltico cm
≤ 10 <sup>4</sup>	Vías de tránsito liviano	7.5*
10 <sup>4</sup> - 10 <sup>6</sup>	Vías de tránsito medio	10.0
≥ 10 <sup>6</sup>	Vías de tránsito medio a pesado.	12.5
* Para pavimentos con espesor pleno de concreto asfáltico o con base estabilizada con emulsión asfáltica, se requiere un espesor mínimo de 10 cm para esta clase de tránsito, tal como se indica en las gráficas de diseño.		

Tabla 49. Espesor mínimo de concreto asfáltico

Fuente: “Ingeniería de pavimentos para carreteras”. [11]

Al restar el total de 15 cm con el espesor mínimo de carpeta asfáltica de 10 cm, obtenemos un valor de 5 cm que correspondería a los espesores de la base y sub base. La metodología de calcular los espesores, va a depender de los coeficientes estructurales para cada una de las capas con ayuda de la Guía AASHTO 93, teniendo en cuenta que los CBR mínimo es de 80% y 20% para la base y sub base respectivamente; también sabiendo que el Mr carpeta asfáltica es de 480000 PSI; siendo los resultados:

a1	0.46
a2	0.135
a3	0.095

Tabla 50. Coeficientes estructurales por Guía AASHTO 93

Fuente: Elaboración Propia

Se realiza una división de coeficientes para poder definir los espesores de la base y sub base, como se presenta a continuación:

	SN (de AASHTO)	Espesor asumido	Espesor calculado (cm)
<b>Sub-base</b>	4.84	3	15
<b>Base</b>	3.41	2	7

Tabla 51. Espesores calculados para base y sub base

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta los espesores mínimos proporcionados por el Manual de Carreteras, se hace la corrección respectiva y el resultado final de los espesores son:

				CORRECCIÓN	
Carpeta Asfática	H1=	10 cm	4 pulg	10 cm	4 pulg
Base Granular	H2=	7 cm	3 pulg	15 cm	6 pulg
Sub-base granular	H3=	15 cm	6 pulg	15 cm	6 pulg
CBR SR 15%					

Figura 20. Espesores finales de cada capa para pavimento flexible por Instituto del Asfalto

Fuente: Elaboración Propia

## B. Diseño del pavimento rígido

- Método AASHTO 93:
  - Ejes equivalentes:

De acuerdo al estudio de tráfico realizado, el valor calculado fue de 913 372 EE.

- Serviciabilidad

Según la tabla proporcionada por el Manual de Carreteras, para el tipo de tráfico Tp 4, el valor es de 2.10

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

Tabla 52. *Serviciabilidad*

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)

De acuerdo al Manual de Carreteras recomienda el valor de acuerdo al tipo de tráfico que es de 80% de confiabilidad y la desviación estándar normal de -0.842. Y se recomienda el valor de Desviación Estándar de 0.35.

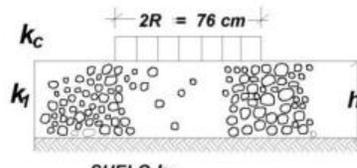
TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL ( $Z_R$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	100,000	150,000	65%	-0.385
	TP1	150,001	300,000	70%	-0.524
	TP2	300,001	500,000	75%	-0.674
	TP3	500,001	750,000	80%	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	TP13	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	TP14	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	TP15		>30'000,000	95%	-1.645

Tabla 53. *Confiabilidad y Desviación Estándar Normal*

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

- Coeficiente de reacción combinada

Para el cálculo de este valor, debemos considerar el uso de la fórmula ofrecida por el Manual de Carretera, el cual el valor obtenido es de 71.91 PCI



**SUELO  $k_0$**

$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

$K_1$ (kg/cm <sup>3</sup> )	:	Coeficiente de reacción de la subbase granular
$K_c$ (kg/cm <sup>3</sup> )	:	Coeficiente de reacción combinado
$K_0$ (kg/cm <sup>3</sup> )	:	Coeficiente de reacción de la sub rasante
$h$	:	Espesor de la subbase granular

Figura 21. Fórmula para hallar el coeficiente de reacción combinada

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

- Resistencia a flexotracción del concreto ( $M_r$ )

Tiene por finalidad controlar el agrietamiento por fatiga, ya que como se sabe el concreto trabaja a flexión. Con ayuda de la siguiente fórmula según ACI 363, teniendo en cuenta la resistencia del concreto de 280 kg/cm<sup>2</sup> el valor es de 40.275 kg/cm<sup>2</sup>.

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

Donde:

a: valor que varía entre 1.99 y 3.18

$f'c$ : resistencia del concreto (280 Kg/cm<sup>2</sup>)

- Módulo de elasticidad ( $E_c$ )

Mediante la fórmula presentada a continuación recomendada por el American Concrete Instituta para el concreto de peso normal de Cemento Portland, siendo el valor es de 3597112.797 PSI.

$$E_c = 57000x(fc)^{0.5} ; (fc \text{ en PSI})$$

Donde:

$E_c$ : Módulo Elástico (PSI)

$f'_c$ : Resistencia (PSI)

○ Drenaje

Se toma el valor considerado para el diseño flexible por el mismo método, es cual es un valor de 1.00

○ Transferencia de cargas (J)

De acuerdo al Manual de Carreteras recomienda el valor, según la siguiente tabla, por lo que usaremos el valor de 3.80

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

Tabla 54. Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

Con los datos mencionados, se realiza el cálculo de los espesores, por lo que se tiene el resultado final de:

D-0	D-1
19 cm	15 cm
Capa superficial (Losa de concreto)	SubBase Granular

El diagrama muestra una sección transversal de un pavimento rígido. La capa superior es una losa de concreto de 7 pulgadas (19 cm) de espesor. Debajo de ella se encuentra una subbase granular de 6 pulgadas (15 cm) de espesor. Las flechas indican las mediciones de espesor en pulgadas y centímetros.

Figura 22. Espesores finales de cada capa para pavimento rígido por AASHTO 93

Fuente: Elaboración Propia

- Método de la Portland Cement Association - PCA

El procedimiento para realizar este método es el siguiente:

1° Cálculo del módulo de rotura de concreto a los 28 días.

- 2° Cálculo del módulo de reacción K de la subrasante.
- 3° Aplicación del factor de seguridad de carga.
- 4° Cálculo de la distribución de ejes de carga.
- 5° Cálculo de distribución de ejes de carga.
- 6° Determinación del número esperado de repeticiones de ejes de diseño.

Los datos necesarios, son los siguientes:

- Tipo de juntas y bermas

Se debe tener en cuenta si el tipo de juntas es con pasadores o sin pasadores, pero para los pavimentos rígidos solo se recomienda colocación de pasadores para losas mayores a 6 pulg.

- Módulo de rotura de concreto

La resistencia a la flexión del concreto está dada por la ruptura de 28 día con la prueba de la viga cargada en el tercio central según norma ASTM C78.

- Módulo de reacción K para sub rasante

Depende del espesor de la sub – base establecido por quien diseña y con dicho dato, el módulo de reacción de la sub rasante será modificado, según la siguiente imagen:

Efecto de una subbase granular en el valor de k				
Valor de k de la subrasante	valores de 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
Valores de diseño de k para bases tratados con cemento				
Valor de k de la subrasante	valores de k de la subbase (pci)			
	4 pulg	6 pulg	9 pulg	12 pulg
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
300	470	640	830	-

*Tabla 55. Módulo de reacción K para sub rasante*

Fuente: ICG, 2012

- Factor de seguridad de carga

Según las recomendaciones para el factor de seguridad de carga, el cual debe ser multiplicado por cada carga de cada eje:

LSF = 1.2, para carreteras interestatales y proyectos con varios carriles sin interrupciones y altos volúmenes de tráfico de vehículos pesados.

LSF = 1.1, para carreteras y calles arteriales con moderado tráfico de vehículos pesados.

LSF = 1.0, para carreteras, calles residenciales y otras calles con bajo tráfico de vehículos pesados.

- Distribución de ejes de carga

Dichos ejes se dividen en simples, tándem y trídem, los cuales se agrupan cada 2Kip en el caso de ejes simples y cada 4Kip para ejes Tándem y Tridem.

- Número de repeticiones de ejes

Se hace el siguiente procedimiento: se obtiene las repeticiones de cargas permisibles para fatiga y erosión para cada carga de eje, se calcula el daño acumulativo D, se comprueba el espesor si es que es menor o igual a 1 y en caso de no cumplir se debe repetir el procedimiento.

- Número de repeticiones de ejes

- Análisis de fatiga:

Se refiere al esfuerzo de tracción por flexión a consecuencia de una carga de borde, por lo tanto, el espesor de diseño va a ser en donde la fatiga total consumida no exceda el 100%. También, se debe tener en cuenta el facto de esfuerzo equivalente, para poder hacer uso de las tablas de diseño con el espesor tanteado y el módulo de reacción K para la sub rasante.

La fatiga de diseño del espesor de la losa se calcula para que haya un control en la fisuración por fatiga y el análisis de diseño está basado en el daño acumulado:

$$D = \sum_{i=1}^m \frac{n_i}{N_i}$$

Donde:

m : número total de grupos de peso por eje.

$n_i$  : número pronosticado de repeticiones para el grupo de carga i.

$N_i$  : número permitido de repeticiones para el grupo de carga i.

El análisis por fatiga inspecciona el diseño de los pavimentos de bajo tráfico sin importar si tiene o no juntas con pasadores.

- Análisis de erosión:

El análisis de erosión controla el diseño de pavimentos para tráfico medio y pesado con juntas sin pasadores y pavimentos para tráfico pesado con juntas con pasadores.

o Tanteo de espesor de losa

DATOS GENERALES PARA EL MÉTODO DE PCA- PAVIMENTO RÍGIDO							
	Esesor estimado	20.00	cm	Factor de Seguridad de Carga	1.10		
	Modulo de rotura	40.3	kg / cm <sup>2</sup>	Junta con pasadores	No		
	K subrasante	6.40	kg / cm <sup>3</sup>	Banquina de hormigón	No		
	K subrasante-subase	12.00	kg / cm <sup>3</sup>	Posee Subbase	Si		
	Periodo de Diseño	20.00	Años	Tipo	Granular		
	Numero de Camiones	105000		Esesor Subbase [cm]	15.00		
Ejes por cada 1000 camiones	Cargas de ejes	Cargas por F. S. C.	Repeticiones esperadas	Análisis de fatiga		Análisis de erosión	
				Repeticiones admisibles	Consumo de fatiga	Repeticiones admisibles	Daños por erosión
-	1	2	3	4	5	6	7
Eje simple							
8	Tensión equivalente		14.93				
9	Factor de relación de tens		0.37	10		Factor de erosión	2.97
0.96	14.0	15.40	100.80	4,507	2.24	183,638	0.05
1.28	13.0	14.30	134.40	15,637	0.86	286,687	0.05
2.98	12.0	13.20	312.90	54,252	0.58	463,817	0.07
5.56	11.0	12.10	583.80	188,224	0.31	782,483	0.07
11.26	10.0	11.00	1182.30	1,269,807	0.09	1,387,606	0.09
16.81	9.0	9.90	1765.05	ilimitado	0.00	2,613,917	0.07
26.32	8.0	8.80	2763.60	ilimitado	0.00	5,305,723	0.05
36.59	7.0	7.70	3841.95	ilimitado	0.00	12,993,282	0.03
58.47	6.0	6.60	6139.35	ilimitado	0.00	54,693,570	0.01
132.29	5.0	5.50	13890.45	ilimitado	0.00	ilimitado	0.00
				Suma parcial	4.08		0.49

Eje doble								
11	Tensión equivalente		12.50					
12	Factor de relación de tens		0.31		13 Factor de erosión		3.02	
1.23	26.0	28.60	129.15	288,407	0.04	194,213	0.07	
3.96	24.0	26.40	415.80	1,730,895	0.02	314,206	0.13	
10.58	22.0	24.20	1110.90	ilimitado	0.00	530,083	0.21	
32.09	20.0	22.00	3369.45	ilimitado	0.00	940,015	0.36	
42.48	18.0	19.80	4460.40	ilimitado	0.00	1,770,763	0.25	
61.51	16.0	17.60	6458.55	ilimitado	0.00	3,594,291	0.18	
76.21	14.0	15.40	8002.05	ilimitado	0.00	8,020,000	0.10	
90.39	12.0	13.20	9490.95	ilimitado	0.00	29,892,582	0.03	
112.48	10.0	11.00	11810.40	ilimitado	0.00	ilimitado	0.00	
138.80	8.0	8.80	14574.00	ilimitado	0.00	ilimitado	0.00	
Suma parcial					0.07		1.33	
Eje triple								
14	Tensión equivalente		9.43					
15	Factor de relación de tens		0.23		16 Factor de erosión		3.05	
1.23	26.0	28.60	129.15	288,407	0.04	3,279,734	0.00	
3.96	24.0	26.40	415.80	1,730,895	0.02	5,306,114	0.01	
10.58	22.0	24.20	1110.90	ilimitado	0.00	8,951,690	0.01	
32.09	20.0	22.00	3369.45	ilimitado	0.00	20,480,440	0.02	
42.48	18.0	19.80	4460.40	ilimitado	0.00	54,699,823	0.01	
61.51	16.0	17.60	6458.55	ilimitado	0.00	ilimitado	0.00	
76.21	14.0	15.40	8002.05	ilimitado	0.00	ilimitado	0.00	
90.39	12.0	13.20	9490.95	ilimitado	0.00	ilimitado	0.00	
112.48	10.0	11.00	11810.40	ilimitado	0.00	ilimitado	0.00	
138.80	8.0	8.80	14574.00	ilimitado	0.00	ilimitado	0.00	
Suma parcial					0.07		0.05	
Consumo de fatiga			4.21		Daños por erosión			1.87
Consumo Total = 6.08%				Este consumo total debe ser menor al 100%				
<b>CORRECTO</b>				<b>Verificación</b>				

Tabla 56. Tanteo para espesor de losa y sub base

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIÓN		
CONCRETO	20.0 cm	8 "
Sub-Base	15.0 cm	6 "

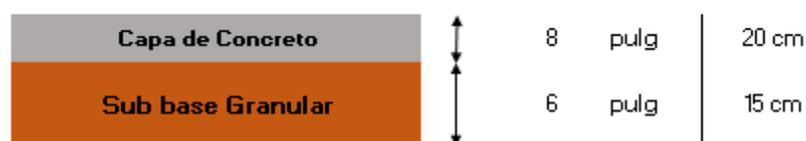


Figura 23. Espesores finales de cada capa para pavimento rígido por PCA

Fuente: Elaboración Propia

- Diseño de juntas en pavimentos rígidos
  - Funciones de las juntas

Las juntas poseen como finalidad mantener el control del agrietamiento ocasionado por la contracción limitada del concreto, así como por los efectos combinados del alabeo y las cargas de tránsito, también permite el movimiento de

las losas, asegura una adecuada transmisión de carga, provee espacio para el material del sello.

○ Tipos de juntas

TIPO	DESCRIPCION	UBICACIÓN
Longitudinal	De contraccion sin varillas	Entre carriles vecinos contruidos al mismo tiempo, si no hay riesgo de separacion entre losas.
	De contraccion con varillas de anclaje	Entre carriles vecinos contruidos al mismo tiempo, si existe riesgo de separacion entre losas y perdida de alineamiento vertical.
	De construccion machihembrada sin varillas	Entre carriles vecinos cuando no son contruidos simultaneamente y no se especifica la colocacion de varillas.
	De construccion machihembrada con varillas de anclaje	Entre carriles vecinos cuando no son contruidos simultaneamente y exista riesgo de separacion entre losas
Transversal	De contraccion sin pasadores	en todas las juntas transversales de contraccion donde no se especifica la colocacion de pasadores.
	De contraccion con pasadores	En las juntas transversales de contraccion en pavimentos que no esten sometidos a transito liviano al termino de la jornada o por suspensiones imprevistas en la pavimentacion
	De emergencia con varillas corrugadas	Por suspension imprevista en la pavimentacion sin que se pueda construir la totalidad de la longitud prevista para una losa.
Expansión	Con pasadores	En intersecciones y contra construcciones fijas, siempre que se puedan colocar pasadores.
	Con borde ensanchado	En las intersecciones y contra construcciones fijas, cuando no se puedan colocar pasadores.

*Tabla 57. Tipos de juntas*

Fuente: Diseño de pavimentos rígidos para calles y carreteras. [26]

○ Separación entre juntas

Las juntas longitudinales son aquellas que delimitan el ancho del pavimento rígido donde van a transitar los vehículos, mientras que las juntas transversales tienen el propósito de mantener el control de la distancia entre juntas.

Las dimensiones de las losas van a determinar las disposiciones de las juntas, según el Manual de Carreteras, la losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho de dicha losa que esta no debe exceder a 4.50 m.

ANCHO DE CARRIL (M) = ANCHO DE LOSA (M)	LONGITUD DE LOSA (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

*Tabla 58. Dimensiones de Losa*

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección suelos y pavimentos [9]

### C. Conclusiones

PAVIMENTO FLEXIBLE					
AASHTO 93			INSTITUTO DEL ASFALTO		
C° Asfáltica	3 pulg	8 cm	C° Asfáltica	4 pulg	10 cm
Base Granular	6 pulg	15 cm	Base Granular	6 pulg	15 cm
Sub-base Granular	6 pulg	15 cm	Sub-base Granular	6 pulg	15 cm

PAVIMENTO RÍGIDO					
AASHTO 93			PCA		
Capa de Concreto	7 pulg	19 cm	Capa de Concreto	8 pulg	20 cm
Sub base Granular	6 pulg	15 cm	Sub base Granular	6 pulg	15 cm

Figura 24. Comparación de espesores de diseño estructural de pavimento flexible y rígido

Fuente: Elaboración Propia

### Diseño del drenaje pluvial

#### A. Estudio hidrológico

- Recopilación de datos

Se dispone del registro de 25 años de información para la Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Climatológica Ordinaria de Chota, ubicada en el distrito y provincia de Chota.

Los datos antes mencionados se muestran en la siguiente tabla:

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1989	32.8	51.5	82.1	25.3	17	25.5	10.2	31.7	35.7	44	33.3	4.5
1990	24.5	14	9.2	18.8	22.2	5.2	3.2	10.7	1.7	43.3	16.9	10.2
1991	3	31.1	22.7	33.9	4.5	3.2	17.6	0	13.2	10.9	12.8	23.1
1992	14.3	32.2	18.7	37.8	13	11.8	14.6	6.5	28.1	26.2	14.5	7.7
1993	17.1	0	20.9	13	14.2	6.8	5.2	0	18.1	25.2	19.2	25.8
1994	20.3	23.3	26.6	19.3	16	13.8	2.4	0	31.8	7.9	22	17.6
1995	6.5	21.6	38.1	21.2	15.2	3	19.3	20.7	15.2	20.2	9.1	17.5
1996	19.3	22.7	20.5	17.9	10	15	2.1	10.4	21.7	31.1	17.5	5.8
1997	10.7	28.6	23	25.5	6.1	10.7	0.4	0.3	6.6	14.5	14.2	48.3
1998	28.1	28.6	36.8	63.4	28.2	0.3	5.1	16.6	18.5	29.1	19.2	69.1
1999	32	32.4	37.2	15	7.8	41.4	9	8.1	27.7	53.3	16.7	19.2
2000	18.7	18.6	17	35.4	24.5	27.5	0.9	13	7.7	3.3	9	29.1
2001	22.7	11.8	36.5	42.5	27.1	1.7	1.7	0	20	21	15	16.5
2002	20.9	35.5	26.6	24.2	24	1.9	3	1.3	11.7	24.3	24.2	39.5
2003	32.5	27.9	26	32.6	9.6	29.1	4.5	4.3	17.5	18.6	21.1	27.4
2004	26.2	18	27	17.6	43.3	0.8	14.7	1.2	29	18.8	27.7	19.3
2005	7.5	22.1	37.5	12.3	4	13.6	1.4	5.2	28.5	22.2	29.6	15.8
2006	29.6	36.2	42.4	30.3	1.2	9.2	13.6	10.1	37.1	18.4	32.4	26.7
2007	25.3	11.2	22.3	34.4	25.2	0	4.7	12.2	12.3	41.2	32.7	12.9
2008	49	35	20.4	11.8	12.7	10.8	2.6	17.6	35.5	43.4	26.2	8.2
2009	24	20.1	43.9	29.9	23.2	15.6	1.4	4.1	36.2	26.4	54.1	27.2
2010	15.1	57.7	34.2	22.3	13.5	10.3	16.9	12.4	19.4	20	8.6	13.1
2011	12.3	20.2	19.8	14.3	19.5	0.8	8.2	3.4	17.8	11.8	11.6	28.8
2012	26.7	48.5	36.4	47.6	18.9	0.6	4.8	0.6	15.8	23.1	31.4	35.7
2013	50.4	14.6	25.7	18.4	36.1	10.9	18.8	17.6	6	17.8	5.7	10.3

Tabla 59. Características y Ubicación de Estación

Fuente: SENAMHI. [26]

- Procesamiento de datos
  - Distribución de probabilidades pluviométricas mediante el método de Gumbel:

Nº	AÑO	Xi	MES	(Xi - prom)^2
1	1989	82.1	MAR	1459.24
2	1990	43.3	OCT	0.36
3	1991	33.9	ABR	100
4	1992	37.8	ABR	37.21
5	1993	25.8	OCT	327.61
6	1994	31.8	SET	146.41
7	1995	38.1	MAR	33.64
8	1996	31.1	OCT	163.84
9	1997	48.3	DIC	19.36
10	1998	69.1	DIC	635.04
11	1999	53.3	OCT	88.36
12	2000	35.4	ABR	72.25
13	2001	42.5	ABR	1.96
14	2002	39.5	DIC	19.36
15	2003	32.6	ABR	127.69
16	2004	43.3	MAY	0.36
17	2005	37.5	MAR	40.96
18	2006	42.4	MAR	2.25
19	2007	41.2	OCT	7.29
20	2008	49	ENE	26.01
21	2009	54.1	NOV	104.04
22	2010	57.7	FEB	190.44
23	2011	28.8	DIC	228.01
24	2012	48.5	FEB	21.16
25	2013	50.4	ENE	42.25
<b>TOTAL</b>		<b>82.1</b>	<b>SUMA</b>	<b>3895.1</b>

Tabla 60. Distribución de probabilidades pluviométricas - método de Gumbel

Fuente: Elaboración Propia

$$\begin{aligned}
 \text{Promedio} &= 43.9 \quad \text{mm} \\
 \text{Desv. Stand (S)} &= 12.74 \quad \text{mm} \\
 \beta &= \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 9.93 \quad \text{mm} \\
 u = \hat{x} - 0.5772 * \beta &= 38.17 \quad \text{mm}
 \end{aligned}
 \quad
 s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \hat{X})^2}{n-1}} \quad S = 12.74 \quad \text{mm}$$

- Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias:

	$\gamma_T = -\ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right)$	$\hat{x} = u + Y_T \cdot \beta$	$F(x, u, \beta) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\beta}\right)^2}}$	$X_{\text{corregido}} = 1.13 \cdot X_T$
Periodo de retorno	$Y_T$	$X_T$	F(x)	$X_T$ corregido
2	0.3665	41.8	0.50	47.2
5	1.4999	53.1	0.80	60.0
10	2.2504	60.5	0.90	68.4
25	3.1985	69.9	0.96	79.0
50	3.9019	76.9	0.98	86.9
75	4.3108	81.0	0.99	91.5
100	4.6001	83.9	0.99	94.8
500	6.2136	99.9	1.00	112.9

Tabla 61. Precipitaciones diarias máximas para distintas frecuencias

Fuente: Elaboración Propia

- Precipitación máxima para diferentes tiempos de duración de lluvias:

DURACIÓN	FACTOR DE REDUCCIÓN	P.M.P. (mm/24horas) para diferentes tiempos de duración Sg. Periodo de Retorno							
		2	5	10	25	50	75	100	500
24	1	47.2	60.0	68.4	79.0	86.9	91.5	94.8	112.9
18	0.91	42.9904	54.5673	62.2322	71.9169	79.1015	83.2775	86.2331	102.7131
12	0.8	37.7938	47.9713	54.7097	63.2236	69.5398	73.2110	75.8093	90.2972
8	0.68	32.1247	40.7756	46.5032	53.7401	59.1088	62.2293	64.4379	76.7526
6	0.61	28.8177	36.5781	41.7161	48.2080	53.0241	55.8234	57.8046	68.8516
5	0.57	26.9280	34.1795	38.9806	45.0468	49.5471	52.1628	54.0141	64.3368
4	0.52	24.5659	31.1813	35.5613	41.0954	45.2009	47.5871	49.2761	58.6932
3	0.46	21.7314	27.5835	31.4581	36.3536	39.9854	42.0963	43.5904	51.9209
2	0.39	18.4245	23.3860	26.6710	30.8215	33.9007	35.6904	36.9570	44.0199
1	0.3	14.1727	17.9892	20.5161	23.7089	26.0774	27.4541	28.4285	33.8615

Tabla 62. Precipitación máxima para diferentes tiempos de duración

Fuente: Elaboración Propia

- Intensidades:

Teniendo en cuenta que:

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

Donde: P = Precipitación

t = tiempo

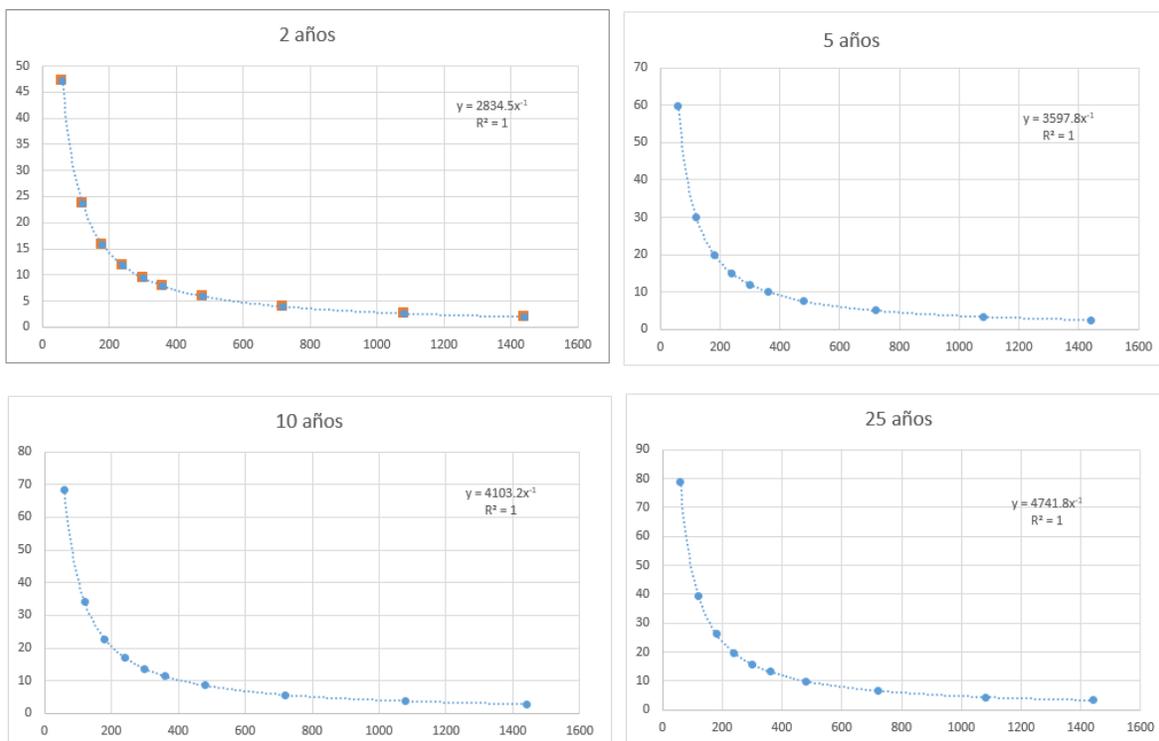
Tiempo de duración		Intensidad de lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno							
Hr	min	2	5	10	25	50	75	100	500
24	1440	1.9684	2.4985	2.8495	3.2929	3.6219	3.8131	3.9484	4.7030
18	1080	2.6246	3.3313	3.7993	4.3905	4.8292	5.0841	5.2645	6.2706
12	720	3.9368	4.9970	5.6989	6.5858	7.2437	7.6261	7.8968	9.4060
8	480	5.9053	7.4955	8.5484	9.8787	10.8656	11.4392	11.8452	14.1089
6	360	7.8737	9.9940	11.3978	13.1716	14.4875	15.2523	15.7936	18.8119
5	300	9.4484	11.9928	13.6774	15.8059	17.3849	18.3027	18.9523	22.5743
4	240	11.8105	14.9910	17.0968	19.7574	21.7312	22.8784	23.6904	28.2179
3	180	15.7474	19.9880	22.7957	26.3432	28.9749	30.5046	31.5872	37.6238
2	120	23.6211	29.9820	34.1935	39.5148	43.4624	45.7569	47.3808	56.4358
1	60	47.2422	59.9641	68.3871	79.0295	86.9247	91.5137	94.7616	112.8715

Tabla 63. Intensidad de lluvia según periodo de retorno

Fuente: Elaboración Propia

- Cálculo De Coeficiente Y Constante De Regresión

Se realizaron las gráficas de Tiempo de duración vs. Intensidad para obtener los valores del coeficiente y constante de regresión por cada periodo de retorno.



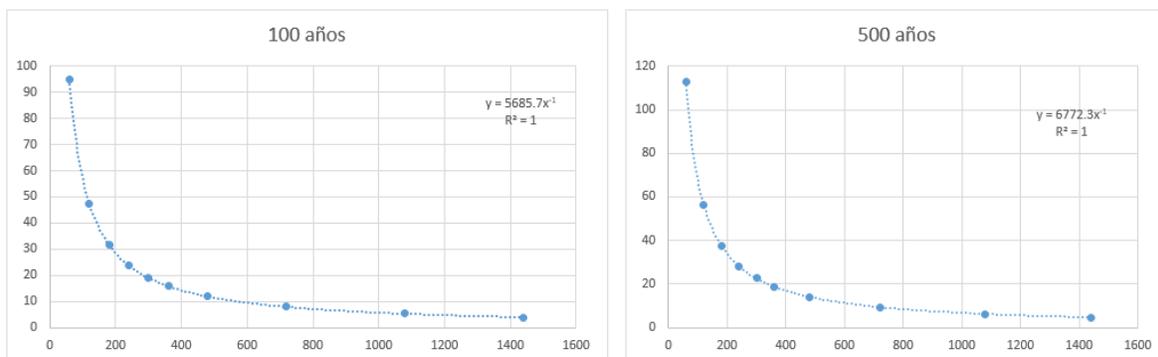


Figura 25. Gráficas de Tiempo de duración vs. Intensidad

Fuente: Elaboración Propia

Se organizan dichos datos, con una nueva gráfica de coeficiente de regresión vs. Periodo de retorno.

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de retorno	Coef. De regresión	Exp. De regresión
2	2834.5	-1
5	3597.8	-1
10	4103.2	-1
25	4741.8	-1
50	5215.5	-1
75	5490.8	-1
100	5685.7	-1
500	6772.3	-1
<b>Promedio =</b>	<b>4805.2</b>	<b>-1</b>



Figura 26. Resumen de regresión potencial

Fuente: Elaboración Propia

Con la siguiente fórmula, se calcula la intensidad de precipitación para la siguiente tabla de intensidad, tiempo de duración y periodo de retorno.

$$I = \frac{\propto T^\beta}{T^\beta}$$

$$I = \frac{2763.7 \cdot T^{0.1549}}{t}$$

Donde:

I = Intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

TABLA DE INTENSIDAD - TIEMPO DE DURACIÓN - PERIODO DE RETORNO								
Duración (t min)	Frecuencia (T años)							
	2	5	10	25	50	75	100	500
10	307.6950	354.6185	394.8125039	455.0214	506.5955	539.4335	564.0153	723.7046
20	153.8475	177.3092	197.4063	227.5107	253.2978	269.7167	282.0077	361.8523
30	102.5650	118.2062	131.6042	151.6738	168.8652	179.8112	188.0051	241.2349
40	76.9238	88.6546	98.7031	113.7553	126.6489	134.8584	141.0038	180.9262
50	61.5390	70.9237	78.9625	91.0043	101.3191	107.8867	112.8031	144.7409
60	51.2825	59.1031	65.8021	75.8369	84.4326	89.9056	94.0026	120.6174
70	43.9564	50.6598	56.4018	65.0031	72.3708	77.0619	80.5736	103.3864
80	38.4619	44.3273	49.3516	56.8777	63.3244	67.4292	70.5019	90.4631
90	34.1883	39.4021	43.8681	50.5579	56.2884	59.9371	62.6684	80.4116
100	30.7695	35.4618	39.4813	45.5021	50.6596	53.9433	56.4015	72.3705
110	27.9723	32.2380	35.8920	41.3656	46.0541	49.0394	51.2741	65.7913
120	25.6413	29.5515	32.9010	37.9184	42.2163	44.9528	47.0013	60.3087
130	23.6688	27.2783	30.3702	35.0016	38.9689	41.4949	43.3858	55.6696
140	21.9782	25.3299	28.2009	32.5015	36.1854	38.5310	40.2868	51.6932
150	20.5130	23.6412	26.3208	30.3348	33.7730	35.9622	37.6010	48.2470
160	19.2309	22.1637	24.6758	28.4388	31.6622	33.7146	35.2510	45.2315
170	18.0997	20.8599	23.2243	26.7660	29.7997	31.7314	33.1774	42.5709
180	17.0942	19.7010	21.9340	25.2790	28.1442	29.9685	31.3342	40.2058
190	16.1945	18.6641	20.7796	23.9485	26.6629	28.3912	29.6850	38.0897
200	15.3848	17.7309	19.7406	22.7511	25.3298	26.9717	28.2008	36.1852
210	14.6521	16.8866	18.8006	21.6677	24.1236	25.6873	26.8579	34.4621
220	13.9861	16.1190	17.9460	20.6828	23.0271	24.5197	25.6371	32.8957
230	13.3780	15.4182	17.1658	19.7835	22.0259	23.4536	24.5224	31.4654
240	12.8206	14.7758	16.4505	18.9592	21.1081	22.4764	23.5006	30.1544

Tabla 64. Tabla de intensidad - tiempo de duración - periodo de retorno

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se realiza la Curva IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia).

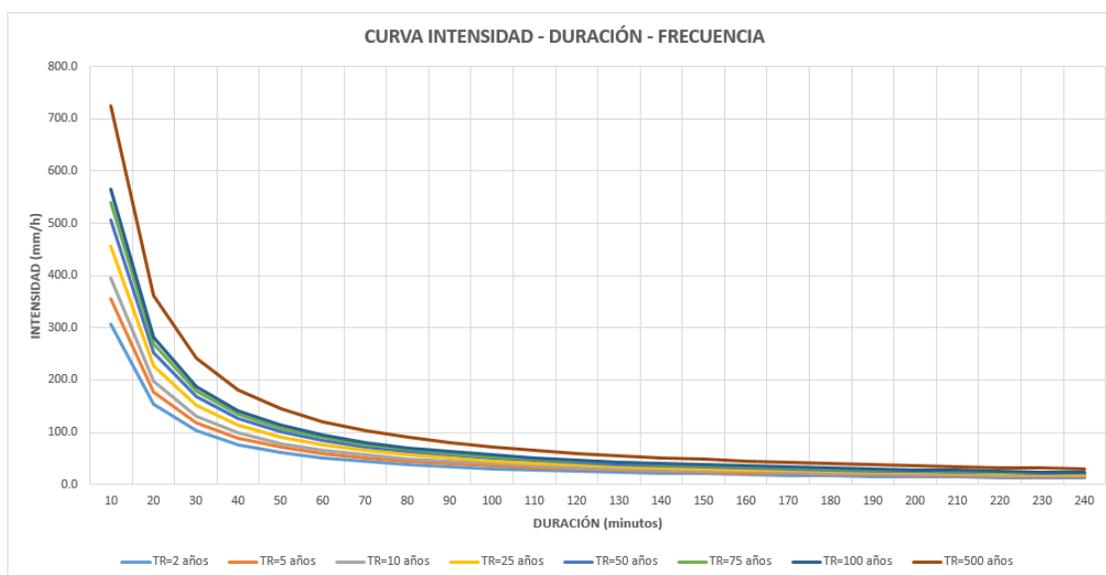


Figura 27. Gráfica de la curva IDF (Intensidad - Duración - Frecuencia)

Fuente: Elaboración Propia

## B. Diseño de cunetas

- Tiempo de concentración

Para obtener la intensidad de diseño, será necesario determinar el tiempo de concentración que se tiene en la zona de estudio, por lo que se tomará en cuenta la Norma OS - 060 – Drenaje Pluvial Urbano, del reglamento Nacional de Edificaciones considera puede aplicarse la fórmula de Kirpich. [21]

$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

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

Donde:

$t_c$  : Tiempo de concentración en minutos.

$L$  : Longitud del curso de drenaje de agua más largo en m.

$H$  : Desnivel máximo del curso de agua más largo en m (diferencia de nivel desde el punto inicial al punto final del escurrimiento superficial.)

Para definir el tiempo de concentración, juega papel importante las características topográficas de la zona de estudio.

Se presentan en la *Tabla N° 65*, los recorridos predominantes y sus correspondientes valores de longitud,  $L$ , Deseñel  $\Delta H$ , así como las pendientes respectivas,  $S$ , en la zona de estudio, para ello se ha tenido en cuenta las características topográficas de la zona de estudio. Del plano Drenaje Pluvial se han tenido como referencia los diversos Jirones de la zona en estudio, a citar:

Jr. Tupac Yupanqui: Referencia Puntos 1, 2

Jr. Juan Nuñez Coronel: Referencia Puntos 3, 4

Jr. Wurachocha: Referencia Puntos 5,6

Jr. Pachacutec: Referencia Puntos 7

- Jr. Mayta Capac: Referencia Puntos 8
- Jr. Inca Roca: Referencia Puntos 9
- Jr. T. Yupanqui: Referencia Puntos 10, 11, 12
- Jr. Sinchi Roca: Referencia Puntos 13
- Vía de Evitamiento: Referencia Puntos 14
- Jr. Santa Elena: Referencia Puntos 15
- Jr. Santa Cecilia: Referencia Puntos 16
- Jr. Jose Salinas: Referencia Puntos 17
- Prolg Gregorio Malca: Referencia Puntos 18
- Jr. Manco Capac: Referencia Puntos 19

Recorrido	L(m)	Cotas		Desnivel	Tc
		Inicial	Final		Kirpich
1	52.964	2292.88	2282.5925	10.2875	0.78
2	46.946	2284.657	2282.5925	2.0645	1.26
3	102.417	2296.207	2284.0327	12.1743	1.56
4	31.319	2285.417	2284.0327	1.3847	0.92
5	203.412	2302.565	2289.9144	12.6509	3.40
6	57.237	2291.467	2289.9144	1.5527	1.76
7	142.23	2310.956	2298.5527	12.4033	2.26
8	162.117	2311.346	2303.8732	7.4728	3.20
9	163.899	2329.014	2304.977	24.037	2.07
10	177.177	2329.014	2307.0309	21.9831	2.34
11	121.268	2309.046	2307.0309	2.0153	3.79
12	72.845	2313.042	2299.3539	13.688	1.01
13	97.192	2334.486	2330.466	4.02	2.25
14	525.408	2299.354	2284.657	14.6969	9.60
15	131.554	2286.294	2283.646	2.648	3.75
16	142.401	2293.605	2283.712	9.893	2.47
17	167.314	2329.014	2309.0462	19.9678	2.27
18	305.23	2320.049	2301.6381	18.4107	4.70
19	384.898	2338.356	2305.5783	32.7777	4.92

*Tabla 65. Recorridos predominantes en la zona de estudio*

Fuente: Elaboración propia

A efectos de calcular la Intensidad de precipitación máxima en función de lo señalado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, en lo que respecta a Drenaje Pluvial Urbano, Norma OS - 060, se ha utilizado las expresiones de Kirpich para el cálculo del tiempo de concentración. Sin embargo, los tiempos de concentración de los diferentes recorridos en la zona del proyecto, que se muestran en la *Tabla N°65* son menores de 10 minutos, por lo que en el presente proyecto se considerará como tiempo de concentración el valor de,  $t_c = 10.00$  minutos.

- Intensidad de precipitación

Para cálculo de la intensidad, en base al uso de la expresión de Bell, se considera:

$$T_r = 10 \text{ años} \quad t = 10 \text{ min}$$

$$P_t^{T_R} = (0.21 * \ln T_R + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * P_{T_R=10}^{t=60'}$$

$$P_t^{T_R} = (0.21 * \ln(10) + 0.52) * (0.54 * (10)^{0.25} - 0.50) * 20.5161$$

$$P_{t=t_c}^{T_R=10 \text{ años}} = 9.476 \text{ mm}$$

La Intensidad de precipitación es:

$$I_t^{T_R} = \frac{P_{t_c=10 \text{ min}}^{T_r=10 \text{ años}}}{t_c} * 60 \text{ mm / hora}$$

$$I_t^{T_R} = \frac{9.476}{10} * 60 \text{ mm / hora} = 56.859 \text{ mm / hora}$$

- Caudales por tramos o calles

Para Calculo de escorrentía: Expresión método Racional

$$q_i = \frac{C * I * A}{360} m^3 / \text{seg.}$$

Donde:

I: intensidad de precipitación para el tiempo de concentración = 56.859 mm / h

A: área de influencia de aporte= 3.125 Ha.

C: coeficiente de escorrentía, de acuerdo a la siguiente tabla proporcionada por Norma Técnica O.S.060 “Drenaje Pluvial Urbano” del Reglamento Nacional de Edificaciones que es 0.83:

CARACTERÍSTICA DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>ÁREAS DESARROLLADAS</b>							
Asfáltico	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Concreto/Techo	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc.)</b>							
<i>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</i>							
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
<i>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50 al 75% del área)</i>							
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
<i>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</i>							
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

Tabla 66. Coeficientes de escorrentía

Fuente: Norma Técnica O.S.060 “Drenaje Pluvial Urbano” [21]

Gasto total en área de estudio: m<sup>3</sup>/seg.

$$q_i = 0.410m^3 / seg.$$

Longitud total de calles principales en área de influencia del estudio: 3087.83 m

Gasto equivalente: m<sup>3</sup>/seg/m, para uso en cálculo de caudal por cada tramo.

$$q_i = \left( \frac{C * I * A}{360} m^3 / seg \right) / L_{Totalcalles} = 0.410 / 3087.83 = 0.00013m^3 / seg / m$$

Teniendo como base la información topográfica y de precipitaciones máximas en 24 horas para la zona en estudio, se realiza la siguiente tabla para el cálculo de caudales por tramos:

Recorrido	qi =		Elev. > msnm	Elev. < msnm	Desnivel (m)	S (m/m)	Gasto Aporte
	0.00013	m <sup>3</sup> /seg/m					
	L(m)	Gasto Aporte Q(aporte)=Q(espec)*long					
1	52.964	0.0070	2292.88	2282.5925	10.2875	0.1942	0.043
2	46.946	0.0062	2284.657	2282.5925	2.0645	0.0440	0.076
3	102.417	0.0136	2296.207	2284.0327	12.1743	0.1189	0.050
4	31.319	0.0042	2285.4174	2284.0327	1.3847	0.0442	0.074
5	203.412	0.0270	2302.5653	2289.9144	12.6509	0.0622	0.027
6	57.237	0.0076	2291.4671	2289.9144	1.5527	0.0271	0.077
7	142.23	0.0189	2310.956	2298.5527	12.4033	0.0872	0.110
8	162.117	0.0215	2311.346	2303.8732	7.4728	0.0461	0.113
9	163.899	0.0217	2329.014	2304.977	24.037	0.1467	0.113
10	177.177	0.0235	2329.014	2307.0309	21.9831	0.1241	0.115
11	121.268	0.0161	2309.0462	2307.0309	2.0153	0.0166	0.038
12	72.845	0.0097	2313.0419	2299.3539	13.688	0.1879	0.079
13	97.192	0.0129	2334.486	2330.466	4.02	0.0414	0.064
14	525.408	0.0697	2299.3539	2284.657	14.6969	0.0280	0.079
15	131.554	0.0175	2286.294	2283.646	2.648	0.0201	0.038
16	142.401	0.0189	2293.605	2283.712	9.893	0.0695	0.040
17	167.314	0.0222	2329.014	2309.0462	19.9678	0.1193	0.022
18	305.23	0.0405	2320.0488	2301.6381	18.4107	0.0603	0.126
19	384.898	0.0511	2338.356	2305.5783	32.7777	0.0852	0.150

Tabla 67. Caudal de aporte

Fuente: Elaboración propia

Según la *Tabla N°67* se precisa lo siguiente:

- Al realizar el análisis del área de estudio, las descargas por escorrentía superficial se concentran en tramos 1 y 2 del Jr. Tupac Yupanqui cuadras C-01-02-03, 3 y 4 del Jr. Juan Núñez Coronel cuadras C-01-02-03, 5 y 6 del Jr. Wiracocha cuadras C-01-02-03, 7 del Jr. Pachacutec cuadras C-01-02-03, 8 del Jr. Mayta Roca cuadras C-01-02-03, 9 del Jr. Inca Roca cuadras C-01-02-03 y 10 y 11 del Jr. T. Yupanqui cuadras C-01-02-03-04 y entregadas a la quebrada San Mateo.
- Mientras que el tramo 12 de la misma calle Jr. T. Yupanqui son evacuadas por las cunetas de Vía de Evitamiento.
- La escorrentía superficial se concentra en tramos 13 del Jr. Sinchi Roca cuadras C-01-02 y entregadas a la calle continua.
- Descargas por escorrentía en tramos 14 que corresponden Vía de Evitamiento C-01-02-03-04-05, que toman dirección a la cuneta existente Av. Inca Garcilaso De La Vega.
- El caudal que viene por tramo 15, del Jr. Santa Elena C1 toma dirección al tramo 3 del Jr. Juan Núñez Coronel C3 y la C2 al tramo 1 del Jr. Tupac Yupanqui cuadras C3 al que deben ser evacuados por las cunetas a la quebrada San Mateo.

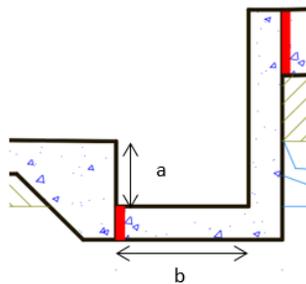
- El caudal que viene por tramo 16, del Jr. Santa Cecilia C1 toma dirección al tramo 3 del Jr. Juan Núñez Coronel C2 y la C2 al tramo 1 del Jr. Tupac Yupanqui cuadras C2 al que deben ser evacuados por las cunetas a la quebrada San Mateo.
- El caudal que viene por tramo 18, de la Prolg Gregorio Malca toma dirección a tramos calles perpendiculares interceptadas, para ser evacuados por las cunetas a la quebrada San Mateo. Del mismo modo para el tramo 19 del Jr. Manco Capac.
- Diseño geométrico de cuneta
  - Se ha realizado el diseño hidráulico de la cuneta rectangular con el caudal de 0.15 m<sup>3</sup>/seg. Teniendo en cuenta y realizando un análisis al tramo más crítico que recibe mayor aporte de caudal (Jr. Manco Capac), de acuerdo al proyecto se propone una **cuneta de 0.30 m x 0.40 m de sección**, con el cálculo realizado se tiene que esta sección tiene un tirante de 0.30m.
  - Diseño de sección de la cuneta
    - Datos:
      - Sx= 2.0%
      - n= 0.014
      - So= 8.50%

Donde:

Sx: Bombeo de la calle.

n: Coeficiente de rugosidad de manning.

So: Pendiente longitudinal de la calle.



*Figura 28. Medidas de Cuneta*

Fuente: Elaboración propia

- Tirante requerido:

Dicho valor se obtiene con ayuda de HCanales, siendo un valor de  $y=0.15\text{m}$ :

Figura 29. Cálculo de Tirante

Fuente: Elaboración propia

- Planteamiento de medidas:

**Tirante (y):** 0.15 m  
**Borde Libre:** 0.10 m  
**Ancho (b):** 0.30 m

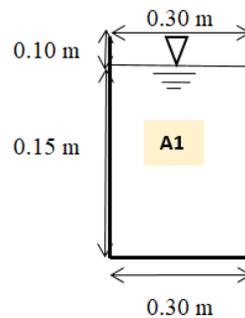


Figura 30. Planteamiento de medidas de Cuneta

Fuente: Elaboración propia

A través de la fórmula:

$$Q/2 = \frac{A}{n} * R^{2/3} * S_0^{1/2}$$

Donde:

A: Área total

R: Radio hidráulico

N: Coeficiente de rugosidad de Manning

So: Pendiente longitudinal de la calle

Sabiendo que:

$$R = \frac{A}{P_{\text{mojado}}}$$

$$A = 0.05 \text{ m}^2$$

$$P_{\text{mojado}} = 0.60 \text{ m}$$

Entonces:  $R = 0.08 \text{ m}$

Q=	0.17	>	Qd=	0.15 m <sup>3</sup> /s	...OK
----	------	---	-----	------------------------	-------

- Planteamiento de medidas:

Mediante la fórmula:

$$Q = V \cdot A$$

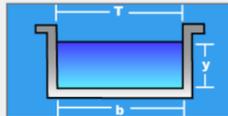
$$V = 3.70 \text{ m/s}$$

Calculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:  Proyecto:   
Tramo:  Revestimiento:

**Datos:**

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

Calculadora   Limpia Pantalla   Imprimir   Menú Principal   Calculadora

Ingresar el Tirante (profundidad del agua en el canal)      00:24      22/05/2022

Figura 31. Cuneta propuesta

Fuente: Elaboración propia

### C. Conclusiones

- Se propone un sistema de drenaje pluvial superficial para el Sector San Luis conformado por cunetas rectangulares.
- Las dimensiones de las cunetas tendrán un ancho de 0.30 m, un tirante de 0.15 m, borde libre de 0.10 m.
- Se ha considerado un espesor de 0.10 m.

## Análisis de Quebrada San Mateo

### A. Comportamiento hidráulico

- Características Geomorfológicas
  - Delimitación de microcuenca

La delimitación de la microcuenca de la Quebrada San Mateo, se muestra a continuación:

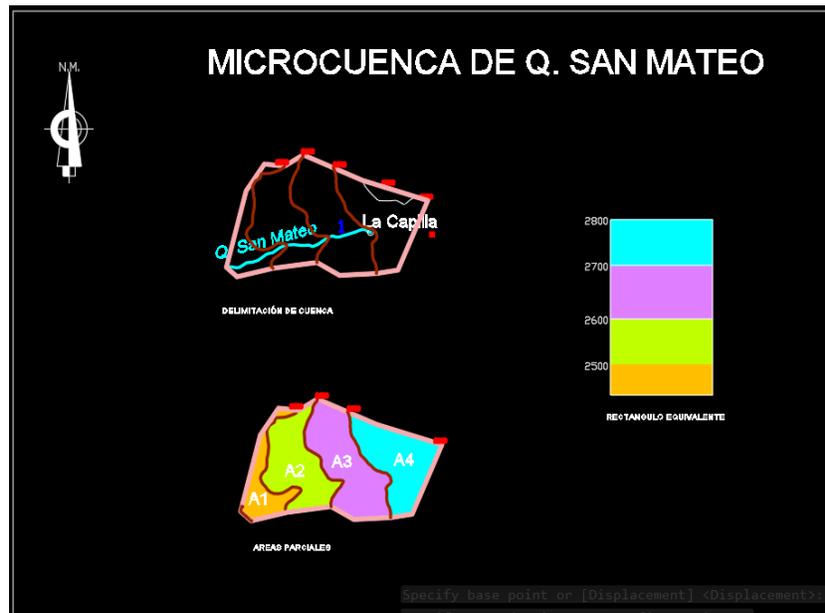


Figura 32. Delimitación de Microcuenca de Q. San Mateo

Fuente: Elaboración propia

Para generar las Intensidades Máximas de Microcuenca; obtendremos las características Geomorfológicas de la Microcuenca de la Q. San Mateo, con ayuda de AUTOCAD.

- Área de microcuenca

PARCIALES	ALTITUDES		Km <sup>2</sup>
ÁREA 1	2,450.00	2,500.00	0.455
ÁREA 2	2,500.00	2,600.00	0.975
ÁREA 3	2,600.00	2,700.00	1.145
ÁREA 4	2,700.00	2,800.00	0.978
<b>ÁREA TOTAL =</b>			<b>3.554</b>

Tabla 68. Área de Microcuenca de Q. San Mateo

Fuente: Elaboración propia.

- Perímetro de microcuenca

**7.89 Km**

- Altitud media de microcuenca

PROMEDIO	ÁREA ENTRE COTAS	AixHi
2,475.00	0.455	1126.54
2,550.00	0.975	2486.41
2,650.00	1.145	3034.03
2,750.00	0.978	2689.50
<b>TOTAL</b>	<b>3.553</b>	<b>9,336.48</b>

**H = 2,627.66 m**

Tabla 69. Altitud Media de Microcuenca de Q. San Mateo

Fuente: Elaboración propia.

- Pendiente del cauce principal

LONG. PARCIALES	DESNIVELES	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
Li (m)	hi (m)	si = hi/li	(li <sup>2</sup> /si) <sup>1/2</sup>
670.91	50	0.07	2,457.60
996.72	100	0.10	3,146.73
962.06	100	0.10	2,984.03
<b>TOTAL</b>	<b>2,629.69</b>		<b>8,588.36</b>

**S = 9.38 %**

Tabla 70. Pendiente del Cauce principal

Fuente: Elaboración propia.

- Pendiente de microcuenca

CURVA DE NIVEL		LONGITUD(Km)
CURVA1	2,500.00	0.374
CURVA2	2,600.00	0.859
CURVA3	2,700.00	0.671
CURVA4	2,800.00	0.842
<b>TOTAL</b>		<b>2.745</b>

Equidistancia entre curvas de nivel = 0.1 Km

$$S = 7.73\%$$

Longitud de Quebrada SAN MATEO = 2.63 Km

Tabla 71. Pendiente de Microcuenca de Q. San Mateo

Fuente: Elaboración propia.

- Tiempo de concentración

$$t_c = 0,020 * L^{0,75} * S^{-0,40}$$

=> Fórmula de KIRPICH

donde:	<b>t<sub>c</sub> = Tiempo de concentración en minutos =</b>	<b>16.45 minutos</b>
	L = Longitud del curso mayor en metros =	2,629.69 m
	S = Pendiente = H/L =	<b>13.31 %</b>
	H = Diferencia entre altitud máxima y mínima =	350 m

$$T_c = (4 * S^{1/2} + 1,5 * L / (0,8 * H^{1/2}))$$

=> Fórmula de GIANDOTTI

donde:	<b>T<sub>c</sub> = Tiempo de Concentración en horas =</b>	<b>1.08 horas</b>
	S = Superficie de la cuenca en Km <sup>2</sup> =	3.55 Km <sup>2</sup>
	L = Longitud del Río Principal en Km =	2.63 Km
	H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio =	<b>177.66 m</b>

$$T_c = 0,3 * (L/n^{1/4})^{0,75}$$

=> Fórmula de TEMEZ

donde:	<b>T<sub>c</sub> = Tiempo de Concentración en horas =</b>	<b>0.97 horas</b>
	L = Longitud del cauce principal en Km =	2.63 Km
	n = Pendiente media del curso principal =	9.38 %

- Cálculo de caudal
  - Coeficiente de escorrentía

Se han tomado dos criterios para la selección del coeficiente de escorrentía para la microcuenca, el de MTC y el de Ven Te Chow, se optó por el menor valor:

Condición	Valores			
1. Relieve del terreno	$K_1 = 40$	$K_1 = 30$	$K_1 = 20$	$K_1 = 10$
	Muy accidentado pendiente superior al 30%	Accidentado pendiente entre 10% y 30%	Ondulado pendiente entre 5% y 10%	Llano pendiente inferior al 5%
2. Permeabilidad del Suelo	$K_2 = 20$	$K_2 = 15$	$K_2 = 10$	$K_2 = 5$
	Muy impermeable roca sana	Bastante impermeable arcilla	Permeable	Muy permeable
3. Vegetación	$K_3 = 20$	$K_3 = 15$	$K_3 = 10$	$K_3 = 5$
	Sin vegetación	Poca Menos del 10% de la superficie	Bastante Hasta el 50% de la superficie	Mucha Hasta el 90% de la superficie
4. Capacidad de Retención	$K_4 = 20$	$K_4 = 15$	$K_4 = 10$	$K_4 = 5$
	Ninguna	Poca	Bastante	Mucha

Tabla 72. Valores para la determinación del coeficiente de escorrentía (C1)

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [9]

$K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4$	C
100	0.80
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20

Tabla 73. Coeficiente de Escorrentía

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones [9]

Características de la Superficie	Periodo de Retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.58
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58
Pendiente, superior a 7% (prom)	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.59

Tabla 74. Coeficientes de escorrentía (C2) para ser usados en el Método Racional

Fuente: "Hidrología Aplicada". [28]

Microcuenca	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K	Coeficiente de Escorrentía		
						C1	C2	C
Quebrada San Mateo	20	10	15	10	55	0.42	0.50	0.42

Tabla 75. Coeficientes de escorrentía (C)

Fuente: Elaboración propia.

o Caudal

El caudal de diseño que aporta una cuenca pequeña se obtendrá mediante la fórmula racional:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

Q = Caudal m<sup>3</sup>/s.

I = Intensidad de la precipitación pluvial máxima.

A = Área de cuenca, Km<sup>2</sup>

C = Coeficiente de escorrentía

$$C = 0.42$$

$$A = 3.55363 \text{ Km}^2$$

$$I = 239.937 \text{ mm/hora}$$

$$Q = 27.63 \text{ m}^3/\text{seg}$$

## B. Comportamiento geológico

- Generalidades

El presente estudio es el resultado de trabajo de campo mediante calicatas, muestreo de suelos, para el ensayo de laboratorio correspondiente al de corte directo, que permitan evaluar las características físicas y mecánicas de los suelos de fundación donde se encuentra la quebrada San Mateo.

- Ubicación

El proyecto se ubica en el distrito y provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.

- Fecha de ejecución

Mayo del 2022

- Objeto del Estudio

El objetivo principal del estudio de mecánica de suelos, comprende en conocer básicamente las características geo mecánicas del terreno que lo conforman. La evaluación se realizó por medio de trabajos de campo, laboratorio y gabinete, que incluyen excavación, extracción de muestras, ensayos de laboratorio, a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, para obtener su clasificación de suelo y determinar la cohesión y fricción del suelo estudiado, asimismo establecer los parámetros para ser considerados en el proyecto y de esta manera proponer la mejor alternativa para una adecuada evacuación de las aguas en la quebrada San Mateo.

- Exploración de Campo

Se practicó 1 calicata, a tajo abierto hasta una profundidad de -2.20 m. con la finalidad de hacer ensayos para la Clasificación SUCS y Corte Directo.

- Ensayos de Laboratorio

Las muestras que se obtuvieron del suelo se llevaron al Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayo de Materiales FERMATI SAC.

- Perfil Estratigráfico del Suelo

A partir de la información obtenida en campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se elaboró el Perfil Estratigráfico del terreno estudiado:

- Según la exploración efectuada en la calicata C-1 de -2.20m de profundidad y el análisis de la muestra redimida, superficialmente se encontró 0.00- 2.20 de espesor se encontró la muestra 1 denominado como M-1 está constituido por una Arcilla de baja plasticidad con arena, no se encuentra saturado por lo que no presenta baja compacidad, es de grano fino y grava conforme a como se ha

ido profundizando. Perteneciente en la clasificación SUCS al que corresponde a un (CL). Plasticidad baja. De baja resistencia y ninguna dilatancia. De tenacidad media. De color marrón claro y sin olor perceptible. De consistencia firme, estructura homogénea y cementación baja. Sin problemas para la excavación. No se encontró nivel freático, hasta la profundidad del nivel prospectado.

Profundidad 0.0 (cm)	Tipo de Excavación	Muestra N°	Símbolo	Clasificación SUCS	Descripción visual (IN-SITU)		
					Terreno Agrícola		
	A C I E L O  A B I E R T O	M-1		CL A-6 (11)	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad, de color marron claro, de consistencia blanda. Sin presencia de gravas. No se encontró nivel freático hasta la profundidad excavada. Sin piedras dimensionadas		
2.20							

*Figura 33. Perfil Estratigráfico del Suelo para C-01*

Fuente: Elaboración propia.

- Ensayo de Corte Directo

Tiene el fin de establecer la resistencia al corte de la muestra, que son sometidas de manera previa a un proceso de consolidación, cuando se aplica un esfuerzo de cizalladura mientras que se permite un drenaje completo de la muestra.

Se realizó el ensayo a la muestra, para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento y las propiedades a partir de las envolventes de resistencia de Mohr. El estado de la muestra es remoldeada y la condición del ensayo es humedecido. Este ensayo consiste en colocar los especímenes del ensayo en una caja de cizalladura directa con agua.

Se aplica un esfuerzo normal, soltar los marcos que contienen la muestra y desplazar un marco horizontalmente respecto al otro a una velocidad constante de deformación determinada y medir la fuerza de cizalladura y los desplazamientos horizontales a medida que la muestra es cizallada.

El ensayo descrito es adecuado para determinar de manera rápida las propiedades de resistencia de materiales drenados y consolidados. Debido a que las trayectorias de drenaje a través de la muestra son cortas, se permite que el exceso de presión en los poros sea disipado más rápidamente que con otros ensayos drenados. El ensayo puede ser hecho en todo tipo de suelos inalterados, remoldeados o compactados.

Del ensayo realizado se obtuvo los siguientes resultados:

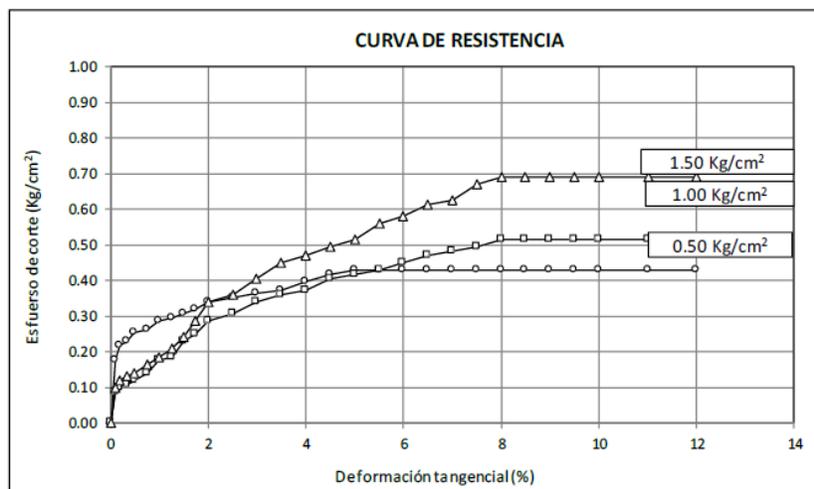


Figura 34. Relación entre esfuerzo cortante y la deformación horizontal, para esfuerzos de hasta 1 Kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

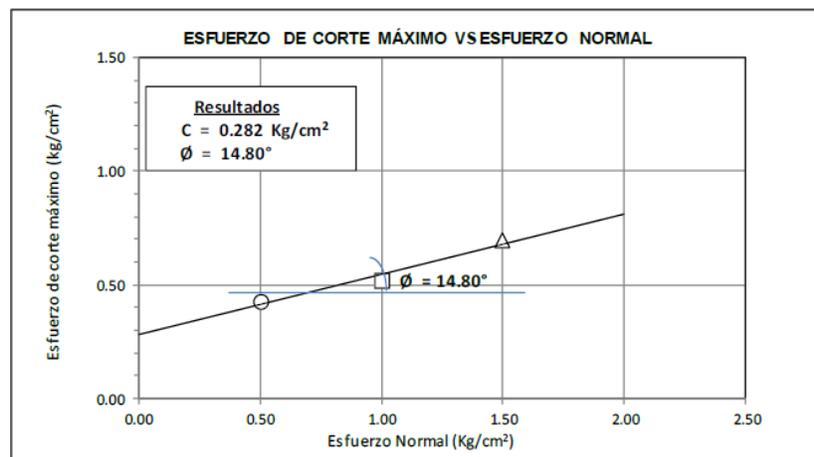


Figura 35. Relación entre esfuerzo cortante y esfuerzo normal, con parámetro de cohesión del suelo de 0.282

Fuente: Elaboración propia.

### C. Conclusiones

- El ángulo de fricción está de acuerdo a la clasificación o tipo de suelo que es CL (arcillas inorgánicas de baja plasticidad).
- La cohesión del suelo es de 0.282 kg/cm<sup>2</sup>, que corresponde a una cohesión intermedia, y el ángulo de fricción de 14.80°.
- Según las características del suelo predominante, se caracteriza que el suelo es un tipo de suelo estable. Por lo que se propone las partidas de limpieza y descolmatación de cauce y eliminación del material excedente que van a asegurar un adecuado recorrido de las aguas de la quebrada San Mateo.

### Análisis Técnico - Económico

#### A. Análisis Económico

Se realizó un análisis de precios unitarios de las partidas para la construcción tanto de pavimento flexible como rígido, para que posterior a ello se pueda elaborar el presupuesto para ambos.

- Análisis de costos unitarios

Se muestran las siguientes tablas de los costos unitarios de todas las partidas consideradas para la construcción del pavimento flexible y rígido respectivamente. Ver Anexo n° 05.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO
01.00.00.	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		
01.01.00.	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.01.	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES		
01.01.01.01	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y OFICINA	glb	100.00
01.01.01.02	CASETA PARA GUARDIANÍA	glb	200.00
01.01.01.03	SERVICIO HIGIÉNICO PROVISIONAL	glb	2200.00
01.01.01.04	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M	glb	5563.79
01.01.02.	INSTALACIONES PROVISIONALES		
01.01.02.01	AGUA Y ENERGIA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN	glb	2000.00
01.01.03.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS		
01.01.04.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	138000.00
01.02.00.	SEGURIDAD Y SALUD		
01.02.01	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO		
01.02.01.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	948.55
01.02.01.02	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	27750.00
01.02.01.03	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	10000.00
01.02.01.04	PROTECCION Y SEÑALIZACION DE LAS OBRAS	glb	2500.00
01.02.01.05	PROTOCOLO DE PROTECCIÓN COVID 19	glb	10000.00
01.02.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO		
01.02.02.01	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	53112.00

<b>02.00.00.</b>	<b>DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN</b>		
<b>02.01.00</b>	<b>DRENAJE PLUVIAL</b>		
<b>02.01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
02.01.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	2.13
02.01.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	5.21
<b>02.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA CUNETAS	m3	38.58
02.01.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7.44
<b>02.01.03</b>	<b>CUNETAS</b>		
02.01.03.01	CONCRETO EN CUNETAS Fc=210 KG/CM2	m3	477.64
02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS	m2	41.98
<b>02.02.00</b>	<b>PAVIMENTACIÓN</b>		
<b>02.02.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
02.02.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	2.13
02.02.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	5.21
<b>02.02.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.02.02.01	CORTE DEL TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	9.38
02.02.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	34.33
02.02.02.03	COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	m2	6.41
02.02.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7.44
<b>02.02.03</b>	<b>PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE</b>		
02.02.03.01	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON PIEDRA OVER E=10"	m3	3.90
02.02.03.02	SUB-BASE GRANULAR E=15 CM	m3	19.15
02.02.03.03	BASE GRANULAR E=15 CM	m3	31.17
02.02.03.04	IMPRIMACIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA	m2	7.87
02.02.03.05	CARPETA ASFÁLTICA E=3"	m3	49.09
02.02.03.06	PLANTA DE ASFALTO MÓVIL	mes	20000.00
<b>02.02.04</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>		
02.02.04.01	FLETE TERRESTRE	gbl	7000.00
02.02.04.02	SEÑALIZACIÓN DE VIAS	gbl	27975.00
02.02.04.03	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	3.93
<b>02.03.00</b>	<b>QUEBRADA</b>		
02.03.01	LIMPIEZA Y DESCOLMATACIÓN DE CAUCE	m3	3.93
02.03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7.44
<b>03.00.00.</b>	<b>OBRAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>		
<b>03.01.00</b>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		
03.00.01	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	gbl	5800.00

Tabla 76. Costos unitarios de partidas para presupuesto - Pavimento Flexible

Fuente: Elaboración propia.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO
<b>01.00.00.</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>		
<b>01.01.00.</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
<b>01.01.01.</b>	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>		
01.01.01.01	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y OFICINA	glb	100.00
01.01.01.02	CASETA PARA GUARDIANÍA	glb	200.00
01.01.01.03	SERVICIO HIGIÉNICO PROVISIONAL	glb	2200.00
01.01.01.04	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M	glb	5563.79
<b>01.01.02.</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>		
01.01.02.01	AGUA Y ENERGIA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN	glb	2000.00
<b>01.01.03.</b>	<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS</b>		
01.01.04.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	138000.00
<b>01.02.00.</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>		
<b>01.02.01</b>	<b>ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>		
01.02.01.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1183.55
01.02.01.02	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	27750.00
01.02.01.03	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	10000.00
01.02.01.04	PROTECCION Y SEÑALIZACION DE LAS OBRAS	glb	2500.00
01.02.01.05	PROTOCOLO DE PROTECCIÓN COVID 19	glb	10000.00

01.02.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO		
01.02.02.01	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	53112.00
02.00.00.	DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN		
02.01.00	DRENAJE PLUVIAL		
02.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.01.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	2.13
02.01.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	5.21
02.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA CUNETAS	m3	38.58
02.01.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7.44
02.01.03	CUNETAS		
02.01.03.01	CONCRETO EN CUNETAS Fc=210 KG/CM2	m3	448.16
02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS	m2	41.50
02.02.00	PAVIMENTACIÓN		
02.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.02.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	2.13
02.02.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	5.21
02.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.02.02.01	CORTE DEL TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	6.25
02.02.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	34.33
02.02.02.03	COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	m2	4.34
02.02.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7.44
02.02.03	PAVIMENTACIÓN RÍGIDA		
02.02.03.01	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON PIEDRA OVER E=10"	m3	3.90
02.02.03.02	SUB-BASE GRANULAR E=15 CM	m3	19.15
02.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE CONCRETO	m2	77.20
02.02.03.04	JUNTA DE DILATACIÓN E=1"	m	27.12
02.02.03.05	CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO F'C=280KG/CM2 E=20 CM	m3	434.54
02.02.04	OBRAS COMPLEMENTARIAS		
02.02.04.01	FLETE TERRESTRE	glb	7000.00
02.02.04.02	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)	und	150.00
02.02.04.03	SEÑALIZACIÓN DE VIAS	glb	27975.00
02.02.04.04	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	3.93
02.03.00	QUEBRADA		
02.03.01	LIMPIEZA Y DESCOLMATACIÓN DE CAUCE	m3	3.93
02.03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7.44
03.00.00.	OBRAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL		
03.01.00	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
03.00.01	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	5800.00

Tabla 77. Costos unitarios de partidas para presupuesto - Pavimento Rígido

Fuente: Elaboración propia.

- Metrados

Se muestran las siguientes tablas del resumen de metrados tanto para el pavimento flexible y rígido respectivamente. Para ver el detalle de los metrados realizados ir a Anexo n° 05

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
<b>01.00.00.</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>		
<b>01.01.00.</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
<b>01.01.01.</b>	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>		
01.01.01.01	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y OFICINA	glb	1.00
01.01.01.02	CASETA PARA GUARDIANÍA	glb	1.00
01.01.01.03	SERVICIO HIGIÉNICO PROVISIONAL	glb	1.00
01.01.01.04	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M	glb	1.00
<b>01.01.02.</b>	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>		
01.01.02.01	AGUA Y ENERGIA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN	glb	1.00
<b>01.01.03.</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>01.02.00.</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>		
<b>01.02.01</b>	<b>ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>		
01.02.01.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1.00
01.02.01.02	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00
01.02.01.03	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00
01.02.01.04	PROTECCION Y SEÑALIZACION DE LAS OBRAS	glb	1.00
01.02.01.05	PROTOCOLO DE PROTECCIÓN COVID 19	glb	1.00
<b>01.02.02</b>	<b>RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO</b>		
01.02.02.01	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1.00
<b>02.00.00.</b>	<b>DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN</b>		
<b>02.01.00</b>	<b>DRENAJE PLUVIAL</b>		
<b>02.01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
02.01.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	2465.50
02.01.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2465.50
<b>02.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA CUNETAS	m3	862.93
02.01.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1121.80
<b>02.01.03</b>	<b>CUNETAS</b>		
02.01.03.01	CONCRETO EN CUNETAS Fc=210 KG/CM2	m3	493.10
02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS	m2	3451.70
<b>02.02.00</b>	<b>PAVIMENTACIÓN</b>		
<b>02.02.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
02.02.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	19633.84
02.02.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	19633.84
<b>02.02.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.02.02.01	CORTE DEL TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	13327.46
02.02.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	643.94
02.02.02.03	COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	m2	19630.34
02.02.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	16488.58
<b>02.02.03</b>	<b>PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE</b>		
02.02.03.01	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON PIEDRA OVER E=10"	m3	4908.46
02.02.03.02	SUB-BASE GRANULAR E=15 CM	m3	2945.08
02.02.03.03	BASE GRANULAR E= 15 CM	m3	2945.08
02.02.03.04	IMPRIMACIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA	m2	19633.84
02.02.03.05	CARPETA ASFÁLTICA E=3"	m3	1570.71
02.02.03.06	PLANTA DE ASFALTO MÓVIL	mes	5.00
<b>02.02.04</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>		
02.02.04.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00
02.02.04.02	SEÑALIZACIÓN DE VIAS	glb	1.00
02.02.04.03	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	19633.84
<b>02.03.00</b>	<b>QUEBRADA</b>		
<b>02.03.01</b>	<b>LIMPIEZA Y DESCOLMATACIÓN DE CAUCE</b>		
02.03.01	LIMPIEZA Y DESCOLMATACIÓN DE CAUCE	m3	3526.28
<b>02.03.02</b>	<b>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE</b>		
02.03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4584.16
<b>03.00.00.</b>	<b>OBRAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>		
<b>03.01.00</b>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		
<b>03.00.01</b>	<b>MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		
03.00.01	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00

Tabla 78. Resumen de metrados - Pavimento Flexible

Fuente: Elaboración propia.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
01.00.00.	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		
01.01.00.	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.01.	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES		
01.01.01.01	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y OFICINA	glb	1.00
01.01.01.02	CASETA PARA GUARDIANÍA	glb	1.00
01.01.01.03	SERVICIO HIGIÉNICO PROVISIONAL	glb	1.00
01.01.01.04	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M	glb	1.00
01.01.02.	INSTALACIONES PROVISIONALES		
01.01.02.01	AGUA Y ENERGIA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN	glb	1.00
01.01.03.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS		
01.01.04.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00
01.02.00.	SEGURIDAD Y SALUD		
01.02.01	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO		
01.02.01.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1.00
01.02.01.02	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00
01.02.01.03	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00
01.02.01.04	PROTECCION Y SEÑALIZACION DE LAS OBRAS	glb	1.00
01.02.01.05	PROTOCOLO DE PROTECCIÓN COVID 19	glb	1.00
01.02.02	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO		
01.02.02.01	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1.00
02.00.00.	DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN		
02.01.00	DRENAJE PLUVIAL		
02.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.01.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	2465.50
02.01.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2465.50
02.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA CUNETAS	m3	862.93
02.01.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1121.80
02.01.03	CUNETAS		
02.01.03.01	CONCRETO EN CUNETAS Fc=210 KG/CM2	m3	493.10
02.01.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE CUNETAS	m2	3451.70
02.02.00	PAVIMENTACIÓN		
02.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.02.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	19633.84
02.02.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	19633.84
02.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.02.02.01	CORTE DEL TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	14266.07
02.02.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	679.67
02.02.02.03	COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	m2	19630.34
02.02.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	17662.32
02.02.03	PAVIMENTACIÓN RÍGIDA		
02.02.03.01	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON PIEDRA OVER E=10"	m3	4908.46
02.02.03.02	SUB-BASE GRANULAR E=15 CM	m3	2945.08
02.02.03.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA DE CONCRETO	m2	3346.82
02.02.03.04	JUNTA DE DILATACIÓN E=1"	m	9994.08
02.02.03.05	CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO FC=280KG/CM2 E=20 CM	m3	3694.37
02.02.04	OBRAS COMPLEMENTARIAS		
02.02.04.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00
02.02.04.02	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)	und	296.00
02.02.04.03	SEÑALIZACIÓN DE VIAS	glb	1.00
02.02.04.04	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	19633.84
02.03.00	QUEBRADA		
02.03.01	LIMPIEZA Y DESCOLMATACIÓN DE CAUCE	m3	3526.28
02.03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4584.16
03.00.00.	OBRAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL		
03.01.00	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
03.00.01	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00

Tabla 79. Resumen de metrados - Pavimento Rígido

Fuente: Elaboración propia.

- Presupuesto General

Una vez obtenidos los datos de precios unitarios y los metrados, se procede a calcular el costo directo para el pavimento flexible y rígido.

### Presupuesto

Presupuesto	0102030	ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA				Costo al	24/05/2022
Ciudad	LEYDDI LILY ANA HEREDIA VÁSQUEZ						
Lugar	CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA						
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.		
1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				252,374.34		
1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				148,063.79		
1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				8,063.79		
1.1.1.1	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIAÑÍA	gb	1.00	100.00	100.00		
1.1.1.2	CASETA PARA GUARDIAÑÍA	gb	1.00	200.00	200.00		
1.1.1.3	SERVICIO HIGIÉNICO PROVISIONAL	gb	1.00	2,200.00	2,200.00		
1.1.1.4	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M	gb	1.00	5,563.79	5,563.79		
1.1.2	INSTALACIONES PROVISIONALES				2,000.00		
1.1.2.1	AGUA Y ENERGIA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN	gb	1.00	2,000.00	2,000.00		
1.1.3	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS				138,000.00		
1.1.3.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	gb	1.00	138,000.00	138,000.00		
1.2	SEGURIDAD Y SALUD				104,310.55		
1.2.1	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO				51,198.55		
1.2.1.1	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	gb	1.00	948.55	948.55		
1.2.1.2	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	gb	1.00	27,750.00	27,750.00		
1.2.1.3	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	gb	1.00	10,000.00	10,000.00		
1.2.1.4	PROTECCION Y SEÑALIZACION DE LAS OBRAS	gb	1.00	2,500.00	2,500.00		
1.2.1.5	PROTOCOLO DE PROTECCIÓN COVID 19	gb	1.00	10,000.00	10,000.00		
1.2.2	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO				53,112.00		
1.2.2.1	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	gb	1.00	53,112.00	53,112.00		
2	DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN				1,638,961.70		
2.1	DRENAJE PLUVIAL				440,161.46		
2.1.1	TRABAJOS PRELIMINARES				18,096.78		
2.1.1.1	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	2,465.50	2.13	5,251.52		
2.1.1.2	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2,465.50	5.21	12,845.26		
2.1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				41,638.03		
2.1.2.1	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CUNETAS	m3	862.93	38.58	33,291.84		
2.1.2.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,121.80	7.44	8,346.19		
2.1.3	CUNETAS				380,426.65		
2.1.3.1	CONCRETO EN CUNETAS F <sub>cc</sub> =175 KG/CM <sup>2</sup>	m3	493.10	477.64	235,524.28		
2.1.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS	m2	3,451.70	41.98	144,902.37		
2.2	PAVIMENTACIÓN				1,150,835.81		
2.2.1	TRABAJOS PRELIMINARES				144,112.39		
2.2.1.1	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	19,633.84	2.13	41,820.08		
2.2.1.2	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	19,633.84	5.21	102,292.31		
2.2.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				395,623.55		
2.2.2.1	CORTE DEL TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	13,327.46	9.38	125,011.57		
2.2.2.2	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	643.94	34.33	22,106.46		
2.2.2.3	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	m2	19,630.34	6.41	125,830.48		
2.2.2.4	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	16,488.58	7.44	122,675.04		
2.2.3	PAVIMENTACIÓN FLEXIBLE				498,963.88		
2.2.3.1	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE E=25 CM	m3	4,908.46	3.90	19,142.99		
2.2.3.2	SUB-BASE GRANULAR E=15 CM	m3	2,945.08	19.15	56,398.28		
2.2.3.3	BASE GRANULAR	m3	2,945.08	31.17	91,798.14		
2.2.3.4	IMPRIMACIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA	m2	19,633.84	7.87	154,518.32		

2.2.3.5	CARPETA ASFÁLTICA	m3	1,570.71	49.09	77,106.15
2.2.3.6	PLANTA DE ASFALTO MÓVIL	mes	5.00	20,000.00	100,000.00
2.2.4	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>				<b>112,135.99</b>
2.2.4.1	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	7,000.00	7,000.00
2.2.4.2	SEÑALIZACIÓN DE VIAS	glb	1.00	27,975.00	27,975.00
2.2.4.3	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	19,633.84	3.93	77,160.99
2.3	<b>QUEBRADA</b>				<b>47,964.43</b>
2.3.1	LIMPIEZA Y DESCOLMATACION DE CAUCE	m3	3,526.28	3.93	13,858.28
2.3.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4,584.16	7.44	34,106.15
3	<b>OBRAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>				<b>5,800.00</b>
3.1	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>				<b>5,800.00</b>
3.1.1	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00	5,800.00	5,800.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1,897,136.04</b>
	<b>GASTOS GENERALES (8.05% C.D)</b>				<b>152,719.45</b>
	<b>UTILIDAD (7.00% C.D)</b>				<b>132,799.52</b>
					<b>=====</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>2,182,655.01</b>

*Figura 36. Presupuesto general- Pavimento Flexible*

Fuente: S10 Costos y Presupuestos 2005

1	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>252,609.34</b>
1.1	<b>OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>148,063.79</b>
1.1.1	<b>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>				<b>8,063.79</b>
1.1.1.1	ALQUILER DE LOCAL PARA ALMACEN Y GUARDIAÑÍA	glb	1.00	100.00	100.00
1.1.1.2	CASETA PARA GUARDIAÑÍA	glb	1.00	200.00	200.00
1.1.1.3	SERVICIO HIGIÉNICO PROVISIONAL	glb	1.00	2,200.00	2,200.00
1.1.1.4	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M	glb	1.00	5,563.79	5,563.79
1.1.2	<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				<b>2,000.00</b>
1.1.2.1	AGUA Y ENERGIA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN	mes	5.00	400.00	2,000.00
1.1.3	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS</b>				<b>138,000.00</b>
1.1.3.1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	138,000.00	138,000.00
1.2	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>104,545.55</b>
1.2.1	<b>ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>				<b>51,433.55</b>
1.2.1.1	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1.00	1,183.55	1,183.55
1.2.1.2	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	27,750.00	27,750.00
1.2.1.3	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
1.2.1.4	PROTECCION Y SEÑALIZACION DE LAS OBRAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
1.2.1.5	PROTOCOLO DE PROTECCIÓN COVID 19	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
1.2.2	<b>RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO</b>				<b>53,112.00</b>
1.2.2.1	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TRABAJO	glb	1.00	53,112.00	53,112.00
2	<b>DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN</b>				<b>3,312,154.33</b>
2.1	<b>DRENAJE PLUVIAL</b>				<b>423,968.06</b>
2.1.1	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>18,096.78</b>
2.1.1.1	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	2,465.50	2.13	5,251.52
2.1.1.2	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	2,465.50	5.21	12,845.26
2.1.2	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>41,638.03</b>
2.1.2.1	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CUNETAS	m3	862.93	38.58	33,291.84
2.1.2.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,121.80	7.44	8,346.19
2.1.3	<b>CUNETAS</b>				<b>364,233.25</b>
2.1.3.1	CONCRETO EN CUNETAS Fc=210 KG/CM2	m3	493.10	448.16	220,987.70
2.1.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS	m2	3,451.70	41.50	143,245.55
2.2	<b>PAVIMENTACIÓN</b>				<b>2,840,221.84</b>
2.2.1	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>144,112.39</b>
2.2.1.1	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO	m2	19,633.84	2.13	41,820.08

2.2.1.2	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	19,633.84	5.21	102,292.31
2.2.2	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>329,099.35</b>
2.2.2.1	CORTE DEL TERRENO NATURAL A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	14,266.07	6.25	89,162.94
2.2.2.2	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	679.67	34.33	23,333.07
2.2.2.3	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE	m2	19,630.34	4.34	85,195.68
2.2.2.4	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	17,662.32	7.44	131,407.66
2.2.3	<b>PAVIMENTACIÓN RÍGIDA</b>				<b>2,210,474.11</b>
2.2.3.1	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE E=25 CM	m3	4,908.46	3.90	19,142.99
2.2.3.2	SUB-BASE GRANULAR E=15 CM	m3	2,945.08	19.15	56,398.28
2.2.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE CONCRETO	m2	3,346.82	77.25	258,541.85
2.2.3.4	JUNTA DE DILATACION e=1"	m	9,994.08	27.12	271,039.45
2.2.3.5	CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO FC=280KG/CM2	m3	3,694.37	434.54	1,605,351.54
2.2.4	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>				<b>156,535.99</b>
2.2.4.1	FLETE TERRESTRE	glo	1.00	7,000.00	7,000.00
2.2.4.2	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)	und	296.00	150.00	44,400.00
2.2.4.3	SEÑALIZACIÓN DE VIAS	glo	1.00	27,975.00	27,975.00
2.2.4.4	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	19,633.84	3.93	77,160.99
2.3	<b>QUEBRADA</b>				<b>47,964.43</b>
2.3.1	LIMPIEZA Y DESCOLMATACIÓN DE CAUCE	m3	3,526.28	3.93	13,858.28
2.3.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4,584.16	7.44	34,106.15
3	<b>OBRAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>				<b>5,800.00</b>
3.1	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>				<b>5,800.00</b>
3.1.1	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glo	1.00	5,800.00	5,800.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>3,570,563.67</b>
	<b>GASTOS GENERALES (8.05% C.D)</b>				<b>287,430.38</b>
	<b>UTILIDAD (7.00% C.D)</b>				<b>249,939.46</b>
					<b>=====</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>4,107,933.51</b>

*Figura 37. Presupuesto general- Pavimento Rígido*

Fuente: S10 Costos y Presupuestos 2005

- Conclusiones

La construcción del pavimento flexible alcanza una cifra de (S/ 2,182,655.01 nuevos soles) y para el pavimento rígido asciende al monto de (S/ 4,107,933.51 nuevos soles), concluyendo que el costo del pavimento rígido es 1.88 veces el monto del pavimento flexible con una diferencia de S/ 1,925,278.50 como se muestra en el cuadro resumen siguiente:

PAVIMENTO FLEXIBLE		PAVIMENTO RÍGIDO	
PRESUPUESTO	S/2,182,655.01	PRESUPUESTO	S/4,107,933.51
DIFERENCIA		S/1,925,278.50	
CONCLUSIÓN		1.88 veces	

*Tabla 80. Comparación económica Pavimento Flexible - Pavimento Rígido*

Fuente: Elaboración propia.

## B. Análisis Técnico

De acuerdo a la *Figura N°24* “Comparación de espesores de diseño estructural de pavimento flexible y rígido”, se observan que los espesores de las capas de pavimento son muy similares, por lo que cualesquiera de los métodos de diseño presentado pueden ser utilizados. En este caso se utilizará el método PCA, siendo una metodología común para la utilización de proyectistas.

- Ventajas y desventajas del Pavimento Rígido y Flexible

- Pavimento Flexible:

Este tipo de pavimento es beneficioso por ser más económico, además que, en la parte constructiva, el tiempo de ejecución es más rápida que la construcción de un pavimento rígido, asimismo, su coste de mantenimiento es relativamente no muy costoso y el drenaje pluvial es bueno en este tipo de pavimento.

Las desventajas que presenta el pavimento flexible es su durabilidad a través del tiempo, por lo que requiere progresivo mantenimiento debido a que es recurrente su desgaste por el uso continuo y por presencia de agentes externos, la resistencia en climas lluviosos y la resistencia a altas temperaturas son menores a comparación del pavimento rígido.

- Pavimento Rígido:

Da mayor resistencia ya que soporta grandes cargas de vehículos por lo que su gran capacidad estructural permite que no existan deformaciones considerables a largo plazo, haciendo que su durabilidad sea perenne en el tiempo, resistente al derrapamiento con un adecuado texturizado, lo que conlleva a que el drenaje pluvial no sea susceptible a la formación de roderas y permita un drenaje pluvial muy eficiente, durabilidad efectiva ya que no presentan daño en tiempos cortos y generalmente están proyectados para una vida útil de 25 a 30 años, el mantenimiento es poco recurrente.

La parte desfavorable es el tiempo constructivo, debido a que es muy trabajoso en lo que concierne a la parte de encofrado y desencofrado para la losa de concreto, por ende, llega a ser más costoso.

### C. Propuesta Final

Luego de un análisis tanto técnico como económico la presente tesis se desarrollará en base a un pavimento rígido por el método PCA. Justificando que en la zona sierra del Perú se recurre a un diseño de pavimento rígido, a pesar de que es más costoso que el pavimento flexible, sin embargo la durabilidad es mayor y debemos tomar en cuenta un el clima en el que se encuentra la zona de estudio, y como ya se explicó anteriormente un pavimento rígido adecuado permite que el drenaje superficial sea muy eficiente, teniendo en cuenta que el Sector San Luis se encuentra en la ciudad de Chota, una provincia con precipitaciones considerables en meses determinados. Se concluye que el pavimento rígido es más duradero y rentable en el tiempo, por lo que podemos decir que el pavimento rígido es beneficioso para el Sector San Luis.

## **Estudio De Impacto Ambiental**

### A. Nombre del proyecto

“ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA”

### B. Ubicación del proyecto

El Sector de San Luis, con un total aproximado de 1280 habitantes con un área aproximada de 28 516 m<sup>2</sup>, en su totalidad no cuenta con una pavimentación, las cuales dan un aproximado de 5 Km de calles sin pavimentar. La localidad beneficiaria principal serían los pobladores del Sector “San Luis” distrito de y provincia de Chota, departamento de Cajamarca. Así, como los sectores aledaños a dicho sector.

En la siguiente imagen, se muestra la zona de estudio.

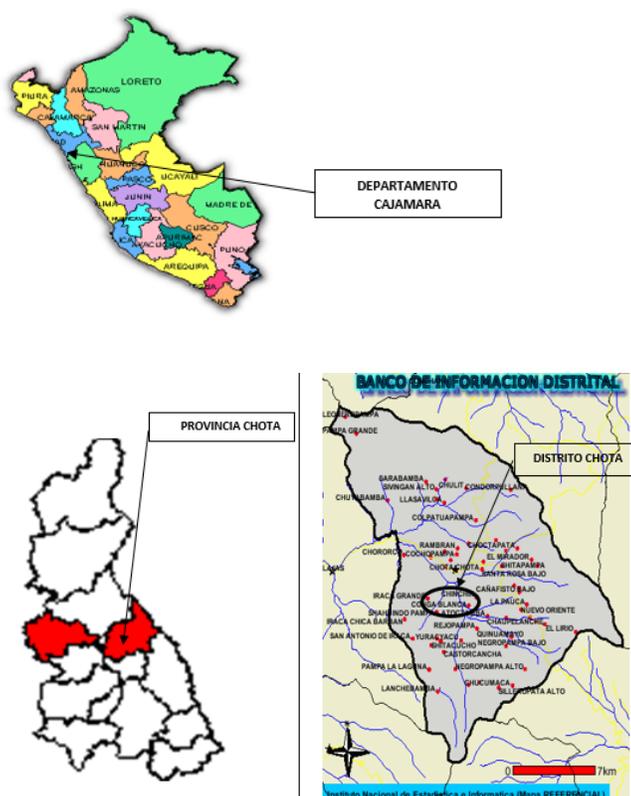


Figura 38. Ubicación política de la zona de estudio

Fuente: Elaboración Propia

### C. Área de influencia

Para la determinación del área de influencia del proyecto se definió aplicando criterios ambientales y sociales. Está conformada por dos áreas: Área de influencia directa (AID), que está constituido por las zonas aledañas a la obra; y el área de influencia indirecta (AII) a las zonas alejadas del proyecto. Todo esto se realizó para la etapa de ejecución.

Se tiene en cuenta también los diferentes componentes, como calidad del aire, ambiente de interés humano, ecología terrestre, geología.

- Área de influencia directa (AID)

Área de influencia directa: la zona del territorio donde se producen los impactos ambientales directos, es decir, aquellos que se producen como consecuencia directa de la actuación realizada y se producen en el mismo lugar, y al mismo tiempo o muy cerca de los correspondientes a la acción incitadora del impacto. Un área de impacto directo es el

espacio donde los impactos ocurren directamente y está definida por el área de San Luis, la población circundante y las áreas de uso agrícola dentro de un radio de 250 m.

- Área de influencia indirecta (AII)

La definición de la esfera de influencia indirectamente tiene en cuenta las relaciones e interrelaciones que se desarrollan en los ámbitos social, cultural y económico, entre otros, es decir, las relaciones en las esferas de influencia. Las esferas social, cultural y económica "se extienden más allá de las directamente afectados por la necesidad de intercambio o relación. Como las cercanías de Bambamarca, Lajas, Conchán, Tacabamba y Chalamarca.

#### D. Objetivos

- Objetivo general

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), tema principal del presente informe, tienen como objetivo general reconocer, determinar, así como también analizar la posible presencia de impactos ambientales en la fase de construcción de la tesis lleva por nombre "ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA", con la intención de establecer las medidas adecuadas que permitan mitigar los efectos negativos y confortar los efectos positivos.

- Objetivos específicos
  - Acceder a la información previa importante para una Evaluación de Impacto Ambiental de la ejecución de la presente tesis.
  - Efectuar los Estudios de Impacto Ambiental con los dispositivos legales a los cuales deben ser regidos.
  - Clasificar e Identificar las acciones propias de la ejecución de la presente tesis cuya influencia ambiental se ejercerá en la zona de influencia.
  - Evaluar e interpretar los impactos ambientales que se producirán en las diferentes etapas de la ejecución de la presente tesis.
  - Implementar un idóneo manejo de los residuos sólidos, educación ambiental, programa de contingencia, etc.

### E. Línea Base Ambiental

Esta línea de base es un punto importante en la EIA para conocer cómo se encontró el lugar donde se realizará el proyecto sea en su base física, base biológica, base socioeconómica y el diagnóstico arqueológico.

- Línea base física

Lo que se refiere a la línea base física se encontró información como climatología, temperatura, intensidades de lluvia, los estudios geológicos, geotécnicos, estudios de hidrología y de drenaje.

- Clima Y Meteorología

- Temperatura

El comportamiento anual de la Temperatura en el área de estudio es variable, tiene una Temperatura mínima y Normal mínima en el rango de 14°C a 16°C y la Temperatura máxima y Normal máxima entre 20°C a 25°C, según datos de Senamhi.

- Precipitaciones

Para el análisis del comportamiento de la precipitación en el área de estudio, son lluviosos entre los meses de noviembre hasta el mes de febrero.

- Suelo

La zona del proyecto, es un área consolidada, la población se caracteriza por el uso de ambientes tipo casa habitación, áreas comerciales, ambientes educativos, campo deportivo, típicos de una ciudad. Dentro de la zona de estudio es reducido la presencia de veredas y nula la presencia de algún tipo de pavimento en sus vías o calles. Se encuentran en mal estado.

- Hidrografía

Según plano adjuntado en plano topográfico, se encuentra una quebrada cercana y debido a su configuración topográfica, presenta desniveles pronunciados que afectan a las calles al no tener tratamiento alguno.

- Línea base biológica

Con respecto a la línea base biológica de acuerdo con fotos que muestran cómo se encontró inicialmente, se determina que existe una limitada cantidad de especies del tipo de flora y fauna alrededor de la zona de ejecución de la presente tesis, debido a que es zona urbana.

- Fauna

La fauna de la ciudad de Chota, está conformada por una diversidad de animales que habitan en ríos, valles y campos de cultivo. La siguiente tabla describe la fauna presente en el área del proyecto.

<b>NOMBRE</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
TRUCHA	Salmo trutta
TILAPIA	Oreochromis niloticus
CHINCHILLA	Chinchilla lanigera
VIZCACHA	Lagidium viscacia
GAVILAN	Accipiter nisus
HALCON	Falco

PERRO	<i>Canis lupus</i>
GATO	<i>Felis catus</i>
LORO	Psittacidae
GANADO VACUNO	<i>Bos taurus</i>
CABALLO	<i>Equus caballus</i>
CERDO	<i>Sus scrofa domesticus</i>
OVEJA	<i>Ovis aries</i>
CUY	<i>Cavia porcellus</i>
CONEJO	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
PATO	<i>Anas platyrhynchos</i>

PAVO	Meleagris gallopavo
GALLINA	Gallus gallus

*Tabla 81. Fauna en Lugar de estudio*

Fuente: Elaboración Propia

○ Flora

La vegetación en la ciudad de Chota crece en ríos, valles y arroyos, para plantas maderables, frutales y ornamentales. En las zonas urbanas existen especies de plantas ornamentales que se verán afectadas durante la fase de construcción del proyecto y se tomarán medidas para evitar posibles daños.

NOMBRE	NOMBRE CIENTÍFICO
SAUCE	Salix
EUCALIPTO	Eucalyptus
PINO	Pinus
PALTO	Persea american
CASCARILLA	Cinchona
TAYA	Caesalpinia
MATICO	Piper aduncum
ROSAS	Rosa

HORTENSIA	Hydrangea
GERANIO	Geranium
ORQUÍDEAS	Orchidaceae

*Tabla 82. Flora en lugar de estudio*

Fuente: Elaboración Propia

- Línea base socioeconómica

Lo que se refiere a la línea base socioeconómica sólo se manifiesta de manera general que en el área en el cual la ejecución de la presente tesis se va a realizar, presenta actividades de comercio menor (Tiendas, restaurantes, establecimientos de servicios de impresiones, entre otros), actividades educativas como es colegios, escuelas, así también, actividades de salud.

- Demografía

Chota distrito cuenta con una población de 142 984 habitantes.

- Educación

En el distrito de Chota la educación se basa en niveles educativos, a continuación, se muestra una tabla con los números de instituciones educativas según zona y niveles educativos:

NIVELES EDUCATIVOS		Nº DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS URBANAS	Nº DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS RURALES
PÚBLICAS	Inicial	6	34
	Primaria	5	45
	Secundaria	4	11
	Superior	2	
PRIVADAS	Inicial	4	

	Primaria	2	
	Secundaria	1	
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>	<b>90</b>

*Tabla 83. Número de Instituciones Educativas en Chota*

Fuente: Municipalidad Provincial de Chota

○ Salud

En el distrito de Chota se cuenta con 2 hospitales y 30 puestos de salud.

○ Economía

Las actividades económicas más importantes son la ganadería, bovinos, ovinos y pequeños animales vendidos en el mercado. La agricultura también es otra actividad económica importante, siendo los principales cultivos: papas, maíz amarillo duro, maíz feculento, frijoles secos, guisantes y frutas.

F. Identificación de impactos ambientales potenciales

Este artículo analiza las interrelaciones entre los factores ambientales y las acciones del proyecto, el factor que probablemente se verá afectado primero y los otros factores que probablemente generen un impacto, con el fin de identificar los posibles impactos y realizar su evaluación y descripción final.

• Metodología

A efectos de realizar la evaluación ambiental del proyecto: “ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA” se ha planificado realizar:

- Utilizar la Matriz de Leopold.
- Identificar acciones o actividades relacionadas durante el desarrollo del proyecto que podrían generar un impacto.
- Seleccionar una lista que se refiera a los elementos o componentes del medio ambiente susceptibles de ser afectados por el proyecto.
- Identificación y evaluación de impactos ambientales.

- Analizar y describir los principales impactos.
- Enfoque del Plan de Manejo Ambiental.
- Acciones del proyecto consideradas en el estudio de impacto ambiental
  - Etapa De Construcción
    - Movimiento de tierra para conformación de base y sub base
    - Construcción pavimentos de concreto
    - Construcción de cunetas
    - Explotación de canteras.
    - Movimiento de maquinaria.
    - Transporte de material de construcción.
    - Banco de escombros (traslado de excedentes)
    - Señalización (Pinturas, paneles, conos).
- Factores ambientales considerados susceptibles de ser impactados
  - Características físicas y químicas
    - **Aire:** calidad, partículas de polvo, ruido
    - **Agua:** calidad
    - **Suelo:** morfología, calidad del suelo, permeabilidad
  - Condiciones biológicas
    - **Flora:** arbustos, árboles
    - **Fauna:** aves, insectos, animales terrestres
  - Factores culturales
    - **Áreas ambientales:** Eliminación de residuos
    - **Calidad visual:** paisaje
    - **Vial:** congestión vehicular, pistas
    - **Factor socioeconómico:** empleo, utilización de áreas de terreno
- La Matriz de Leopold y la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales  
Se presenta la Matriz de Leopold, en la cual se seleccionan las acciones y se han identificado los factores correspondientes, para realizar una evaluación ambiental correspondiente.



- Interpretación de resultados
  - Las partidas que causan mayor impacto es la partida EXCAVACIÓN MASIVA CON MAQUINARIA PESADA con una ponderación de -69.
  - El factor más afectado es el AIRE por las partículas en suspensión con una valoración de impacto final de -107.
  - El factor menos afectado según la matriz es la AGUA con una ponderación final de 0.
  - El factor socioeconómico que tiene un impacto positivo es EMPLEO con una ponderación final de 250.
  - La matriz de Leopold muestra como resultado una sumatoria de -336 lo que indica que el proyecto debe considerar un plan de manejo ambiental responsable buscando disminuir o eliminar los impactos producidos.

#### G. Plan de manejo ambiental

La ejecución de las obras del Proyecto: “ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA”, tal como se ha analizado presenta impactos ambientales positivos y negativos con diferente grado de incidencia sobre el ámbito de influencia del proyecto.

Un conjunto propuesto de medidas de prevención, mitigación y remediación, para ser analizadas, ajustadas y diseñadas en las diferentes etapas del proyecto mismo.

- Estrategia

El plan de manejo ambiental es parte de una estrategia de conservación ambiental que está en armonía con el desarrollo socioeconómico de la localidad afectada por el proyecto. Esto se aplicará durante y después del trabajo de construcción.

- Instrumentos de la estrategia

Las acciones que ayuden a alcanzar los objetivos del Plan de Manejo Ambiental (PMA) son vistas como herramientas de la estrategia. Se proponen:

Planes de Manejo Ambiental en etapa de construcción:

- Plan de Acción Preventivo y/o Correctivo

- Plan de Seguimiento y/o Vigilancia
- Plan de Contingencias
- Plan de Participación Ciudadana
- Plan de Seguridad e Higiene
- Planes de Manejo Ambiental en etapa de Operación y mantenimiento:
- Plan de Protección de Factores Ambientales.
- Planes de manejo ambiental en etapa de obra:
  - **Plan de Acción Preventivo y/o Correctivo**

En este apartado se tratará la protección, protección y regeneración del medio ambiente que será afectado por las obras, identificar las precauciones o medidas a tomar para evitar daños innecesarios, resultantes del descuido o mala planificación de las actividades a realizar durante las fases de ejecución. del proyecto.

a) Control y Prevención de la emisión de polvo: Como se ha señalado, durante las etapas de construcción y operación, principalmente en sus primeras etapas, se generarán emisiones de polvo dentro de la obra y en el sitio destinado a la disposición de los materiales excedentes, así como en el proceso de transporte de los mismos.

Esta contaminación proviene principalmente de la generación de partículas minerales (polvo) durante los movimientos de tierra (excavaciones, sacudidas, carga, descarga, transporte, carga y descarga, exposición del suelo desnudo a la acción del viento) y hollín del proceso de combustión en el motor. , debido al funcionamiento de la maquinaria y la circulación de vehículos durante la fase de construcción.

Las medidas para evitar o reducir el aumento de la concentración de polvo en el aire durante la fase de construcción son las siguientes:

- ✓ Riego con agua en todas las áreas operativas (recepción y transporte interno de materiales de cantera, depósito de material sobrante, accesos y dentro del propio edificio) para mantener los niveles de humedad necesarios para evitar en lo posible la acumulación de polvo. Este riego se realizará periódicamente mediante camión cisterna si el terreno lo permite o mediante baldes o

actividades similares a realizar diariamente o diariamente por la persona encargada de esta actividad.

- ✓ Asimismo, el contratista deberá proporcionar a los trabajadores de la construcción los equipos de protección personal adecuados, tales como mascarillas, cascos y otros equipos, para que estén protegidos y protegidos de los efectos de los daños que puedan afectar la salud y por ende la seguridad física de trabajadores
- ✓ Los materiales deben ser transportados a la obra con la precaución de humedecer los materiales antes mencionados y cubrirlos con una lona húmeda.
- ✓ La maquinaria debe utilizarse en buenas condiciones, con buena resistencia al fuego, para minimizar las emisiones de hollín y gases combustibles.

b) Prevención y control de ruidos molestos: Durante la fase de construcción, durante la excavación y movimiento de tierras, utilizando maquinarias y equipos, es necesario evitar generar ruidos desagradables que afecten la salud de los trabajadores y vecinos. Para ello, es necesario considerar las siguientes cuestiones:

- ✓ Establecer un programa de actividades de construcción adecuado para evitar el uso simultáneo de varias máquinas ruidosas. De ser posible, dejar de lado el uso, evitar la ocurrencia de ruidos fuertes que afecten la salud.

Los trabajadores que manejen maquinarias y equipos ruidosos, y en general aquellos que estén fuertemente expuestos a ruidos desagradables, deberán estar equipados con dispositivos de cancelación de ruido, los cuales estarán a cargo del contratista de la construcción.

c) Mitigación de impactos en el depósito de material excedente: Como depósito de material sobrante, se utilizará el espacio autorizado por el gobierno de la ciudad correspondiente al sitio de disposición.

- ✓ Debe evitarse la eliminación de materiales de desecho de la construcción en áreas inestables o ambientalmente significativas o tierras agrícolas.
- ✓ Asimismo, el material sobrante no deberá dejarse en el cauce del río, ni apilarse en tiras a una distancia mínima de 30 metros de cada margen; tampoco

se permitirá depositar materiales en medio de laderas, así como en áreas de falla geológica, o en lugares donde la capacidad portante del terreno no permita su instalación.

- ✓ Una vez depositado el material sobrante en el botadero, se deberá esparcir y compactar, con el tractor marchando en capas del espesor adecuado.

En la rehabilitación de botaderos tendrán prioridad las medidas vegetativas.

d) Mitigación de impactos en las habilitaciones de campamentos y patio de maquinarias: Para la ubicación de las instalaciones del campamento y patios de máquinas, se debe elegir una ubicación estratégica dentro del área de trabajo. Dicho terreno no debe tener un propósito claro.

En la operación de las instalaciones antes mencionadas, es probable que ocurran impactos negativos sobre el medio ambiente, por lo que se debe tener cuidado de cumplir con diversas normas de construcción, salud y medio ambiente, para evitar o reducir estos efectos. Como:

#### **En la Construcción:**

- ✓ **Normas de construcción:**

- Aunque el área utilizada por las instalaciones es pequeña, se debe evitar en lo posible la eliminación de la cubierta vegetal de los bordes de la tierra designada.
- Debe evitarse el movimiento de tierra excesivo.

- ✓ **Normas Sanitarias:**

El lugar de trabajo debe estar equipado con servicios básicos de limpieza. Para la expulsión de heces debe haber baños despejados, se deben utilizar letrinas portátiles.

- En los campamentos y patios de maquinaria, se debe contar con equipo contra incendios y equipo médico de primeros auxilios para atender emergencias sobre la salud de los trabajadores de la construcción.
- El agua utilizada para el consumo humano debe ser potable.
- Los residuos sólidos generados por los trabajadores de la construcción, deberán ser debidamente almacenados en contenedores debidamente

identificados y adecuados, para su posterior disposición. Los contenedores deben estar tapados para evitar la presencia de vectores.

✓ **Normas Ambientales:**

- El contratista deberá realizar entrevistas para sensibilizar a los trabajadores sobre la obligación de preservar el medio ambiente en el área de trabajo y sus alrededores.
- Básicamente, el contratista se enfocará en la gestión ambiental de no ser contaminada con agua doméstica, por desechos líquidos y sólidos, incluyendo aguas residuales, grasas, aceites y combustibles, residuos de cemento, concreto, material sobrante, etc.
- Si se han construido o instalado baños temporales, se cerrarán de inmediato.
- Cuando se completen los trabajos de construcción, se dismantelarán las instalaciones del campamento y los desechos se eliminarán adecuadamente en un vertedero.
- Los materiales reciclables pueden ser entregados al gobierno de la ciudad, entre otros, como donación para ser utilizados para otros fines.

✓ **Normas para el personal:**

- Está prohibido el consumo de bebidas alcohólicas en instalaciones y obras.
- El personal está obligado a comportarse adecuadamente en su espacio de trabajo para no dañar a terceros y su entorno.

- **Planes de seguimiento o de vigilancia (PVA)**

El PVA velará por el cumplimiento de las instrucciones y medidas preventivas y correctivas contenidas en el estudio de impacto ambiental, con el fin de lograr el objetivo de conservación y uso sustentable de los recursos naturales y el medio ambiente durante el proceso de construcción y operación del proyecto: “ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA”, para lograrlo se deben alcanzar los siguientes objetivos:

- ✓ Indicar los impactos detectados en el EIA y verificar que las medidas preventivas o remediales propuestas han sido tomadas y son efectivas.
- ✓ Detectar impactos imprevistos en las EIA, recomendar medidas correctivas apropiadas y asegurar su implementación y efectividad.
- ✓ Información adicional útil para aumentar el conocimiento sobre los impactos ambientales de proyectos de construcción similares en áreas con características similares.
- ✓ Probar y verificar los impactos esperados.
- ✓ Para la realización del PVA es necesario contratar a un especialista ambiental que permanecerá durante la ejecución de la obra y deberá asesorar al contratista durante todo el tiempo que dure la obra y coordinar en consecuencia con la dirección de obra.

a) Operaciones de vigilancia ambiental (PVA): El objetivo principal de PVA es garantizar un impacto mínimo en el medio ambiente durante el período de servicio. Es necesario que esto se lleve a cabo para controlar aquellas actividades que puedan tener un mayor impacto en el medio ambiente.

En este sentido, desde el punto de vista ambiental, serían actividades que requieren un control muy preciso:

- ✓ Las instalaciones de depósito y almacenamiento de maquinaria deben estar ubicadas en zonas de riesgo mínimo para evitar cualquier posible Accidente.
- ✓ La limpieza, la generación de polvo, se hace para no afectar la vegetación y los trabajadores de la construcción.
- ✓ La etapa de terminación, como tal, es un conjunto de trabajos que pueden considerarse terminados para una determinada actividad laboral.
- ✓ En muchos casos, vertido incontrolado de varios materiales sobrantes. Estos deben ser enviados a los lugares previamente seleccionados para ello.
- ✓ Se deben monitorear las emisiones de ruido, las cuales se deben regular de acuerdo con la Norma Nacional de Calidad Ambiental Normas sobre Ruido.
- ✓ Para las emisiones de gases, el monitoreo de gases no será necesario ya que la maquinaria utilizada no contribuirá significativamente a las emisiones de

gases del motor de combustión interna de los equipos y maquinarias utilizados.

b) Plan de Señalización: Debe haber señalización adecuada en las entradas de los vehículos que se utilizarán para el trabajo. Se tomarán las siguientes medidas:

- ✓ Señalizar claramente la presencia de vehículos en el área de trabajo e indicar claramente la actividad que se desarrolla; Asimismo, habrá al menos una persona dedicada a controlar el tráfico en el exterior

- **Plan de Contingencias**

Tiene como objetivo establecer las acciones necesarias para prevenir y controlar los riesgos naturales y los accidentes laborales que puedan ocurrir en el área del proyecto. De esta forma, este Plan contrarrestará los efectos que pueda tener la ocurrencia de emergencias, a partir de cualquier falla en la instalación de seguridad o errores involuntarios en la operación y manejo de equipos y/o herramientas de trabajo.

Para la adecuada aplicación del programa de emergencia, la empresa contratante deberá establecer y establecer una unidad de emergencia al inicio de las actividades de construcción, la cual deberá estar activa durante la operación del proyecto, con el fin de acomodar los requerimientos mínimos, dependiendo de la actividad. y riesgos potenciales y accidentes en el área.

Para aplicar el Programa de Prevención, es necesario establecer un compromiso de participación por parte de la empresa contratante, la comunidad, en colaboración con organismos como el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), en su caso, el Ministerio de Salud, y otras organizaciones:

- ✓ La Unidad de Respaldo deberá instalarse al inicio de las actividades de construcción de cada parte inherente al proyecto.
- ✓ Todo el personal que trabaje en el sitio debe estar capacitado y capacitado para hacer frente a cualquier peligro identificado. Dentro de cada grupo de trabajo, se asignará un oficial del programa de contingencia que se encargará de las

tareas de rescate o asistencia inicial y notificará a la estación el tipo y magnitud del accidente o desastre.

- ✓ Se definirán áreas seguras para proteger equipos y operadores de proyectos ante posibles desastres naturales.
- ✓ Zonificación de áreas susceptibles de ser afectadas por fenómenos naturales e identificación de zonas seguras.
- ✓ Se debe avisar al centro médico más cercano antes de iniciar el trabajo, para que esté preparado ante posibles accidentes.
- ✓ El equipo necesario para la atención incluirá equipo de primeros auxilios y medicamentos; así como personal para prepararse para la atención de primeros auxilios.

- **Plan de Participación Ciudadana**

Para eludir riesgos en los propietarios de terrenos vecinos a las áreas de obra de las obras que comprende el programa: “ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA”, de este modo como para avisar que se encuentren descontentos, se déficit notificar sobre el programa a los propietarios de los terrenos por donde se transitara y ubicara los componentes del programa.

Se debe explicar de manera fugaz y concisa, los peculios impactos y riesgos que se pueda ocasionar. Para cumplirlo se establecen las siguientes medidas:

- ✓ Se debe atribuir el personal especializado para alcanzar la coordinación con los vecinos.
- ✓ Se deberá verificar las medidas que serán adoptadas para avisar, apaciguar ya mejorar los enseres negativos.
- ✓ El programa recuperará las áreas afectadas por el sobrepeso originado por el habitual tránsito de los vehículos pesados con materiales de construcción y remoción.

#### - **Plan de Seguridad e Higiene**

El objetivo de este plan es establecer pautas constructivas para reducir los riesgos laborales de los trabajadores de la construcción civil, lo que se logrará de las siguientes maneras:

- ✓ Si aún no han contraído la enfermedad, tendrán que acudir a los centros médicos para recibir la vacuna correspondiente para evitar propagar la enfermedad.
- ✓ Implementar un sistema de medidas de seguridad física y salud ocupacional para los trabajadores de la construcción. Estos deberán ser comunicados de manera responsable por el empresario y en cumplimiento de la normativa aplicable.
- ✓ Mediante la implementación de un manual de conducta laboral para los trabajadores, que permita minimizar el ruido tanto del martilleo como de la conversación en grupo, controlando la dispersión de partículas u otros materiales que se generen en las actividades laborales.
- Planes de manejo ambiental en etapa de operación:

#### - **Plan de Protección de Factores Ambientales**

El plan es mantener y preservar la armonía del paisaje al final de este proyecto. Para ello, los cuidados que se tendrán atenderán a los siguientes elementos:

- ✓ El mantenimiento de los tallos verdes se realizará tratando la vegetación con árboles y pastos que la enriquezcan. Será realizado por las respectivas personas empleadas por el gobierno local.
- ✓ Sobre el mantenimiento de la infraestructura vial. Debe incluirse en el plan de acción de su comunidad.

### H. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Conclusiones
  - El proyecto generara impactos positivos y también impactos negativos y para estos se cuenta con un plan de mitigación.

- A partir de la evaluación de impacto ambiental del proyecto, mediante el método Leopold, se ha determinado que los impactos negativos al medio ambiente pueden presentarse sin limitar o limitar la ejecución de la obra, por lo que se concluye que el proyecto es ambientalmente viable.
- **Recomendaciones**
  - Las medidas de mitigación propuestas deben coordinarse con las autoridades locales, propietarios de proyectos, organizaciones beneficiarias, incluidos los usuarios finales.
  - Se considera necesario monitorear la implementación de las medidas de mitigación propuestas para los impactos negativos en el medio ambiente y otras si es que son necesarias.
  - Capacitar a los ingenieros y personal involucrados en la obra, así como a los vecinos de la zona, en la conservación del medio ambiente alrededor del proyecto, especialmente en la mitigación de problemas.

- **Discusiones**

Tras analizar los resultados obtenidos en el desarrollo de la presente tesis “ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTACIÓN CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA”, se procede a realizar las siguientes discusiones que permitirá realizar un reforzamiento de todo lo elaborado, enfocado en aquellos criterios de mayor importancia.

El estudio de tráfico en una propuesta de construcción de pavimentos, carreteras e infraestructura vial, resulta ser de mayor relevancia, ya que, este nos permite formular la proyección de IMDa en la estación 1 ubicado en el Jr. Manco Cápac cuadra 1, presentando así un valor de 530. Además de ello, este conteo realizado el día lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo se obtuvo un total de 579, 438, 413, 414, 423, 527 y 513 vehículos respectivamente, considerando un factor de corrección de 1.1174 para vehículos ligeros y 1.1610 para vehículos pesados, esta permite determinar las distribuciones de los vehículos que transportan estas vías, obteniendo así una distribución mayor en mototaxis con un 33%, autos y camionetas 22%, pick up con 13% y camiones de 2E y 3E de 9%. Y un número de ejes equivalentes totales W18 para pavimento flexible de 783 185 EE y para pavimento rígido de 913 372 E.E.

En el estudio topográfico realizado permitió enfocarse a aquellos aspectos geométricos de las vías de estudio, realizando con coordenadas relativas con ayuda de una estación total y se tuvo en cuenta los BM's siendo un total de 7, recordando que dicho equipo estaba calibrado para la toma de puntos. La zona del proyecto tiene una topografía accidentada y ondulada, en donde se pudo tomar datos con pendientes considerables y donde la cota máxima fue de 2342.084 msnm y la mínima de 2282.5338 msnm.

En lo referente con el estudio de suelos, se determinó que las principales vías donde se proyecta realizar la construcción de pavimentos, cuentan con un suelo en malas condiciones por ser arcilla de baja plasticidad al ser clasificado según SUCS como suelo "CL", obteniendo así un CBR promedio de 4%. Es por ello, que consideró conveniente el mejoramiento de estos suelos con la colocación de piedra over de tamaño de 4" a 8", dicha capa será de un espesor de 10" y se colocará por volquetes, siendo estos extendidos y colocados hasta lograr un material uniforme.

Mientras que, en el diseño estructural, se realizará para tipo de pavimento flexible y rígido. Para el pavimento flexible por el método de AASHTO 93 se obtuvieron los espesores de carpeta asfáltica de 3 pulg, de la base granular de 6 pulg y de la sub base granular de 6 pulg; mientras que por el método de Instituto del Asfalto se obtuvieron los espesores para carpeta asfáltica, base granular y sub base granular de 4 pulg, 6 pulg, 6 pulg respectivamente. Para el pavimento rígido en las vías de estudio, por el método AASHTO 93 se obtuvo un cálculo del espesor de su losa requerido de 7 pulg, y una sub-base de 6 pulg, mientras que por el método de PCA se obtuvo un espesor de capa de concreto de 8 pulg y de sub base de 6 pulg, además se consideraron juntas longitudinales y transversales de 1 pulg, sin considerar dowels en sus juntas de construcción longitudinal como transversal.

En lo referente al análisis técnico-económico, se realizaron los metrados y presupuesto del presente estudio para ambos tipos de pavimento, para el tipo flexible se obtuvo un presupuesto total de S/ 2,182,655.01 y para pavimento rígido un presupuesto total de S/ 4,107,933.51 correspondientes a obras provisionales, movimiento de tierras, pavimentos, drenaje, mitigación ambiental y demás partidas implicadas. Sin embargo, después de realizar el análisis técnico de ambos tipos de pavimentos, teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas se optó porque la propuesta final sea la construcción de un pavimento rígido

principalmente por su durabilidad, eficiencia en el drenaje pluvial superficial y el clima del área de estudio.

En el estudio hidrológico considerado como informe de gran importancia, ya que, mediante sus precipitaciones de la estación meteorológica “Chota”, se logró determinar los caudales máximos y así su máxima intensidad para el diseño de cunetas, también determinar los recorridos predominantes de la zona de estudio para obtener tiempo de concentración, intensidad de precipitación y cálculo de esorrentía y gasto equivalente por cada tramo, para finalmente obtener el gasto de aporte y tomando en consideración el mayor valor, se diseñó las cunetas de sección rectangulares con un ancho de 0.30m, un tirante de 0.15m y un borde libre de 0.10m y considerando un espesor de muro de 0.10m.

Así mismo, se realizó un análisis para la quebrada San Mateo donde se obtuvo las características geomorfológicas de la cuenca y el caudal de 27.63 m<sup>3</sup>/s, también para evaluar su comportamiento geológico se practicó una calicata a cielo abierto para obtener la clasificación de suelo y determinar la cohesión y fricción del suelo, concluyendo que es un suelo “CL” y la cohesión del suelo es de 0.282 kg/cm<sup>2</sup> y un ángulo de fricción de 14.80° y según las características del suelo predominante este tipo de suelo es estable por lo que se proponen las partidas de limpieza y descolmatación de cauce y la eliminación del material excedente para asegurar un adecuado recorrido de las aguas de la quebrada en mención.

Finalmente, en la mitigación realizada estuvo comprendida por el análisis de las intervenciones de las partidas consideradas en la ejecución, determinando así que estas no alteran de manera considerable los componentes del ecosistema, considerándose así un proyecto VIABLE. Además de ello, se propuso acciones de mitigación a realizar con el fin de reducir los impactos negativos.

## CONCLUSIONES

- Se realizó el estudio de tráfico para los dos tipos de pavimento, obteniendo un ESAL de 738 185 EE para pavimento flexible y un ESAL de 913 372 para pavimento rígido.
- En el estudio topográfico de las calles del Sector San Luis, determina que dichas vías presentan una topografía accidentada y ondulada, en donde la cota máxima es de 2342.084 msnm y la cota mínima de 2282.5338 msnm.
- Se realizaron 16 calicatas, a tajo abierto, donde se identificó un suelo “CL” según la clasificación SUCS. Y se obtuvo un CBR promedio de 4% considerado un CBR insuficiente, por lo que se propone un mejoramiento de sub rasante con la colocación de piedra over de un espesor de 10 pulg, dando así un mejoramiento de CBR a 15%.
- Se realizó el diseño estructural para pavimento flexible y pavimento rígido; teniendo los siguientes espesores por cada tipo de pavimento y método de diseño:

PAVIMENTO FLEXIBLE						PAVIMENTO RÍGIDO					
AASHTO 93			INSTITUTO DEL ASFALTO			AASHTO 93			PCA		
Cº Asfáltica	3 pulg	8 cm	Cº Asfáltica	4 pulg	10 cm	Capa de Concreto	7 pulg	19 cm	Capa de Concreto	8 pulg	20 cm
Base Granular	6 pulg	15 cm	Base Granular	6 pulg	15 cm	Sub base Granular	6 pulg	15 cm	Sub base Granular	6 pulg	15 cm
Sub-base Granular	6 pulg	15 cm	Sub-base Granular	6 pulg	15 cm						

- Después de realizar un análisis técnico-económico, se propone desarrollar la construcción del pavimento rígido por el método del PCA. Justificado en su mayor durabilidad, rentabilidad y considerando el tipo de clima en el que se encuentra la zona de estudio ya que su permite que el drenaje pluvial superficial sea muy eficiente.
- Se propuso el sistema de drenaje pluvial superficial conformado por cunetas rectangulares con un ancho de 0.30 m, un tirante de 0.15 m, borde libre de 0.10 m y un espesor considerado de 0.10 m.
- Se realizó un estudio hidrológico y geotécnico para la quebrada San Mateo, por lo que se concluye que el caudal de la quebrada en mención es de 27.63 m<sup>3</sup>/seg y según las características del suelo predominante, este es caracterizado como un tipo de suelo estable. Por lo que se propone las partidas de limpieza y descolmatación de cauce y eliminación del material excedente que van a asegurar un adecuado recorrido de las aguas de la quebrada San Mateo.
- Del estudio de impacto ambiental del proyecto se considera que las partidas a ejecutar para la propuesta final de la construcción de pavimento rígido no alteran de manera negativa o considerable al medio ambiente, por lo que el proyecto es viable.

### ***RECOMENDACIONES***

- Para cualquier investigación que se puedan desarrollar a futuro y que sean similares al estudio presentado, es recomendable que los estudios de tráfico, topografía y mecánica de suelos se deben realizar ordenadamente y sin ninguna alteración, ya que estos estudios son factores primordiales y de gran importancia para el diseño de pavimentos, considerando que un mal estudio de estos implica un deterioro anticipado de las vías.
- Se recomienda una supervisión estricta de obra en el cumplimiento de todas actividades que implican la ejecución del proyecto.
- Es recomendable hacer un riguroso control de calidad, verificación de cotas, densidades logradas con la compactación mecánicas de las capas estructurales.
- Se recomienda cumplir con los planes de manejo ambiental, con la finalidad de mitigar los daños ambientales.
- Se debe dar un adecuado y constante mantenimiento en el drenaje pluvial superficial de vías, con el objetivo de evitar la acumulación de sedimentos que pueden influir en la circulación de las aguas.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] E. W. FONTALBA GALLARDO, «“DISEÑO DE UN PAVIMENTO ALTERNATIVO PARA LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN SECTOR GUACAMAYO 1° ETAPA -VALDIVIA – CHILE”,» UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, VALDIVIA, CHILE, 2015.
- [2] E. OTALARA PARDO, «“PROPUESTA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA GARANTIZAR EL DRENAJE PARA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL – BARRIO SAN VICENTE SURORIENTAL, LOCALIDAD SAN CRISTOBAL – BOGOTÁ D.C – COLOMBIA”,» UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, BOGOTÁ, COLOMBIA, 2018.
- [3] M. J. CCASANI BRAVO y Y. I. FERRO MOINA, «“EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE ABANCAY, PARA PROPONER UNA MEJOR ALTERNATIVA ESTRUCTURAL EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS”,» UNIVERSIDAD PERUANA DE LOS ANDES, ABANCAY, PERÚ, 2017.
- [4] W. D. RAMIREZ ROJAS y R. J. ZAVALA ALVARADO, «“ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, SEMIRRÍGIDO CON ADOQUINES DE CONCRETO Y FLEXIBLE PARA LAS CALLES DEL SECTOR VI C – EL MILAGRO – TRUJILLO – LA LIBERTAD”,» UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO, TRUJILLO, PERÚ, 2017.
- [5] A. H. IZQUIERDO PEREZ y J. L. ZEÑA SAMPEN, «“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL URBANO DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SANTA CRUZ, PROVINCIA DE SANTA CRUZ, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”,» UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN, CHICLAYO, PERÚ, 2019.
- [6] A. GARCIA PAREDES, «“DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE OBRAS DE PROTECCIÓN FRENTE A EROSIÓN E INUNDACIONES DEL RÍO BALSAYACU EN EL CENTRO POBLADO DE BALSAYACU, DISTRITO DE CAMPANILLA, PROVINCIA DE MARISCAL CÁCERES – REGIÓN SAN MARTÍN”,» UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN, TARAPOTO, PERÚ, 2017.
- [7] R. CAL, R. MAYOR y G. CARDENAS, INGENIERÍA DE TRÁNSITO, MÉXICO: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, 2007.
- [8] INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA, MANUAL GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS, LIMA: MDGVU Edición, 2005.
- [9] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, MANUAL DE CARRETERAS: SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS, LIMA, 2014.
- [10] M. BECERRA SALAS, TÓPICOS DE PAVIMENTOS DE CONCRETO: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN, LIMA: FLUJO LIBRE, 2012.
- [11] A. MONTEJO FONSECA, INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS, BOGOTÁ, COLOMBIA: AGORA EDITORES, 2002.

- [12] Y. HUANG, PAVEMENT ANALYSIS AND DESIGN, EEUU: PEARSON PRENTICE HALL, 2004.
- [13] J. MENÉNDEZ ACURIO, INGENIERÍA DE PAVIMENTOS: MATERIALES, DISEÑO Y CONSERVACIÓN, LIMA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA, 2012.
- [14] A. BURGA MARRUFO y O. CHÁVEZ VILLALOBOS, «"DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACIÓN SANTA MARÍA DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ-CHICLAYO-LAMBAYEQUE",» UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, LAMBAYEQUE, 2015.
- [15] D. A. VEGA PÉRRIGO, «"DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA CARRETERA DE ACCESO AL NUEVO PUERTO DE YURIMAGUAS (KM 1+000 a 2+000)",» PONTÍFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, LIMA, 2018.
- [16] SENAMHI-PERÚ, «SENAMHI-PERÚ,» [En línea]. Available: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle&dp=06&localidad=0033>. [Último acceso: 02 JUNIO 2021].
- [17] A. GARCIA, DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE. INSTITUTO DEL ASFALTO, LIMA: ASPHALT INSTITUTE, 2016.
- [18] E. MILLA VERGARA, «"PAVIMENTOS. DISEÑO POR EL MÉTODO DE LA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION-PCA",» UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO, HUARAZ, 2017.
- [19] E. YAÑEZ PORTA, «"EFICIENCIA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA AV. ANGAMOS Y JR. SANTA ROSA",» UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, CAJAMARCA, 2014.
- [20] A. PALACIOS RUIZ, ACUEDUCTOS, CLOACAS Y DRENAJE, CARACAS: PUBLICACIONES UCAB, 2008.
- [21] REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, "NORMA O.S. 060. DRENAJE PLUVIAL URBANO", LIMA: MEGABYTE, 2019.
- [22] I.D.P.P., "GUÍA AASHTO PARA DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS", LIMA: INSTITUTO PARA EL DESARROLLO DE LOS PAVIMENTOS EN EL PERÚ, 1997.
- [23] REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, C.E.010"PAVIMENTOS URBANOS", LIMA: MEGABYTE, 2019.
- [24] CALIFORNIA BUILDING STANDARDS COMMISSION, CALIFORNIA BUILDING CODE, CALIFORNIA: CALIFORNIA BUILDING STANDARDS COMMISSION, 2019.
- [25] US. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, «SOIL CLASSIFICATION,» [En línea]. Available: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/soils/survey/class/>. [Último acceso: 26 MAYO 2022].

- [26] F. S. SABOGAL, «CURSO BÁSICO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS,» 18 OCTUBRE 2015. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/285782937/Curso-Basico-de-Diseno-de-Pavimentos-Parte-1-Fernando-Sanchez-Sabogal>. [Último acceso: 24 MAYO 2022].
- [27] SENAMHI, «DESCARGA DE DATOS METEREOLÓGICOS,» MINISTERIO DEL AMBIENTE, [En línea]. Available: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>. [Último acceso: 14 ABRIL 2022].
- [28] V. TE CHOW, D. MAIDMENT y L. MAYS, HIDROLOGÍA APLICADA, SANTA FÉ - COLOMBIA: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA, S.A., 1994.

**ANEXOS****ANEXO 01: Documentos**Documento 01. Solicitud de constancia de no existencia del proyecto**“AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD”**

Chota, 10 de noviembre de 2020

**Carta: 001/2020**

**ATENCIÓN:** Ing. Werner Cabrera Campos  
Alcalde Provincial de Chota  
Municipalidad Provincial de Chota

**Presente. -**

Es grato expresarle mi saludo cordial como estudiante de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Al mismo tiempo presentarme ante usted, identificándome como LEYDDI LILY ANA HEREDIA VÁSQUEZ, con DNI 71579713, natural de la ciudad de Chota, de la escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Institución Superior antes mencionada, y me encuentro desarrollando mi proyecto de tesis en beneficio de nuestra comunidad.

Por esta razón, le solicito me proporcione una constancia donde me brinde la información de la NO EXISTENCIA del proyecto a realizar titulado: **“ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA”**.

Agradeciendo de ante mano su apoyo y reiterando el afán de trabajar mancomunadamente por el desarrollo y bienestar de la ciudad de Chota, me despido.

Atentamente,

RECIBIDO	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
	FRÁMITE DOCUMENTARIO
FECHA: 10-11-20	HORA: 10:17
REG: 614	FOLIOS: 01



LEYDDI LILY ANA HEREDIA VÁSQUEZ  
71579713  
N°cel: 952283349

Documento 02. Solicitud de constancia del buen funcionamiento del sistema de saneamiento y alcantarillado en la zona de estudio

**“AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD”**

Chota, 10 de noviembre de 2020

**Carta: 002/2020**

**ATENCIÓN:** Ing. Werner Cabrera Campos  
Alcalde Provincial de Chota  
Municipalidad Provincial de Chota

**Presente. -**

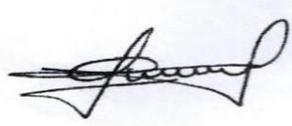
Es grato expresarle mi saludo cordial como estudiante de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Al mismo tiempo presentarme ante usted, identificándome como LEYDDI LILY ANA HEREDIA VÁSQUEZ, con DNI 71579713, natural de la ciudad de Chota, de la escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Institución Superior antes mencionada, y me encuentro desarrollando mi proyecto de tesis en beneficio de nuestra comunidad, titulado: **“ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA”**.

Por esta razón le solicito me emita una constancia en la que manifieste que dicho sector **ya cuenta con el funcionamiento adecuado de saneamiento y alcantarillado**.

Agradeciendo de ante mano su apoyo y reiterando el afán de trabajar mancomunadamente por el desarrollo y bienestar de la ciudad de Chora, me despido.

Atentamente,

  
**LEYDDI LILY ANA HEREDIA VÁSQUEZ**  
71579713  
N°cel: 952283349

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA	
RECIBIDO	
TRÁMITE DOCUMENTARIO	
FECHA: 10-11-20	HORA: 11:02
Nº REG: 0115	FOLIOS: 01

Documento 03. Constancia de la no existencia del proyecto

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA**  
*Primero la Gente*



## CONSTANCIA DE NO EXISTENCIA

El que suscribe, **Ing. GUILLERMO PÉREZ CIEZA** - Gerente de Infraestructura y Desarrollo Territorial de la Municipalidad Provincial de Chota.

### HACE CONSTAR:

Sobre la NO EXISTENCIA, de algún Proyecto en las Calles del Sector San Luis, propuesto por la Srta. **LEYDDI LILY ANA HEREDIA VÁSQUEZ** con DNI N° 71579713, donde desarrollara el Tema de Proyecto de Tesis Denominado: **“ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE LA PAVIMENTACION CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, DISTRITO DE CHOTA, PROVINCIA DE CHOTA – REGIÓN CAJAMARCA”**.

Se le entrega la presente constancia, para los fines que estime por conveniente.

Chota, 17 de Noviembre del 2020.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA  
  
 Ing. Guillermo Pérez Cieza  
 GERENTE DE INFRAESTRUCTURA

Documento 04. Constancia de existencia y operatividad de instalación de agua potable y alcantarillado



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA



SERVICIO MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

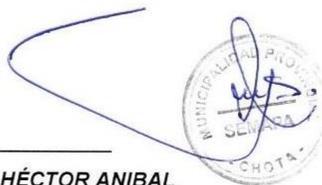
**CONSTANCIA DE EXISTENCIA Y OPERATIVIDAD DE INSTALACIÓN DE  
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO**

El que suscribe Bach en Ing. HÉCTOR ANIBAL JARA QUISPE, jefe del área de Ingeniería, Supervisión y Catastro de la unidad SEMAPA para la presentación de servicios de saneamiento, de la provincia de chota.

**HACE CONSTAR:**

Que, en las calles del Sector San Luis donde se desarrollara el proyecto de tesis "ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA - CAJAMARCA" propuesta por la Srta. LEYDDI LILY ANA HEREDIA VÁSQUEZ cuenta con la existencia de las instalaciones de agua potable y alcantarillado incluyendo todas las estructuras sanitarias que conformen parte de este, estando operativa las mismas que no serán modificadas en los próximos diez años.

Chota 18 de Noviembre del 2020.



**BACH. ING. JARA QUISPE, HÉCTOR ANIBAL**  
*Responsable (e) de Ingeniería y Supervisión*

Documento 05. Declaración jurada de no duplicidad de proyecto de tesis

## **DECLARACIÓN JURADA**

Yo, Leyddi Lily Ana Heredia Vásquez, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° 71579713, domiciliado en Av. Inca Garcilazo de la Vega N° 1365 – Chota - Cajamarca, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis- Ciclo académico 2020-II DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: A1, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

*La verificación de la no duplicidad se realizó en la medida que se pudo por la coyuntura nacional debido al Covid19.*

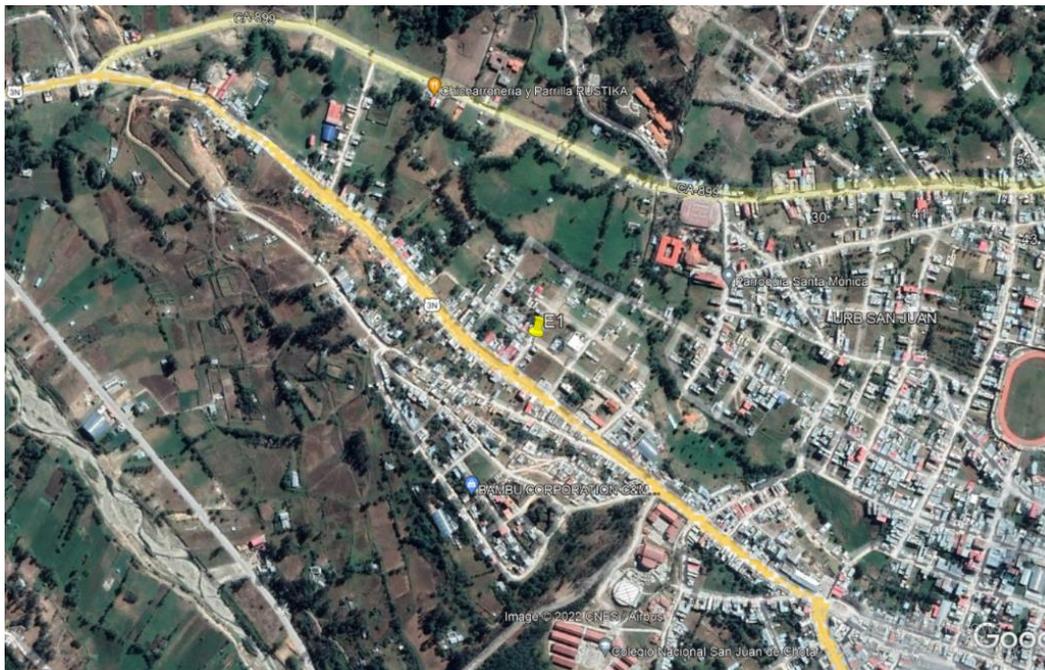
Chiclayo, 16 de noviembre de 2020



\_\_\_\_\_  
(firma)



Huella  
Dactilar

**ANEXO 02:****Ubicación del Proyecto**

*Figura 39. Zona de Estudio - Sector San Luis*

Fuente: Google Maps



*Figura 40. Trazo de vías de estudio*

Fuente: Google Maps

### ANEXO 03: Panel Fotográfico

#### Situación actual de vías



*Fotografía 1. Situación actual del Jr. Manco Capac*

Fuente: Elaboración propia



*Fotografía 2. Situación actual del Jr. José Salinas*

Fuente: Elaboración propia



*Fotografía 3. Situación actual del Prolg. Gregorio Malca*

Fuente: Elaboración propia



*Fotografía 4. Situación actual del Jr. Sinchi Roca*

Fuente: Elaboración propia

Estudios realizados



*Fotografía 5. Conteo vehicular*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 6. Levantamiento Topográfico*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 7. Levantamiento Topográfico*

*Fuente: Elaboración propia*



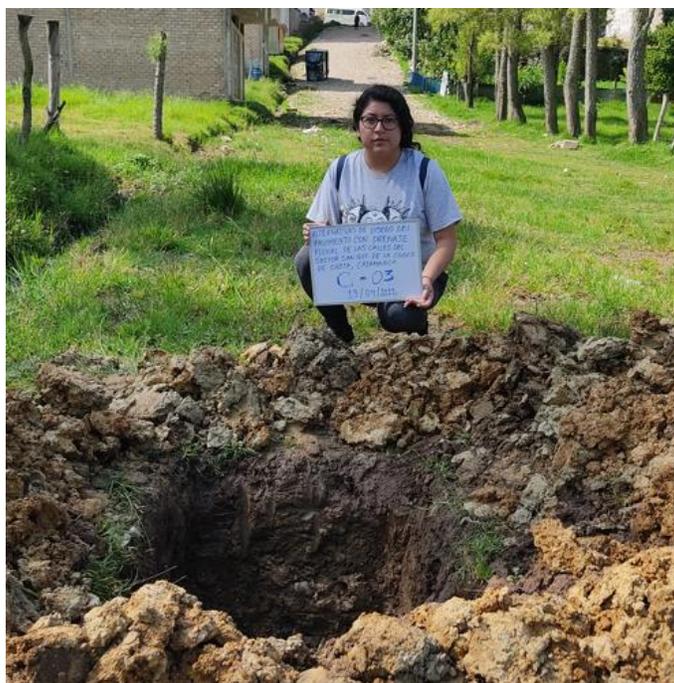
*Fotografía 8. Calicata 01*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 9. Calicata 02*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 10. Calicata 03*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 11. Calicata 04*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 12. Calicata 05*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 13. Calicata 06*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 14. Calicata 07*

*Fuente: Elaboración propia*



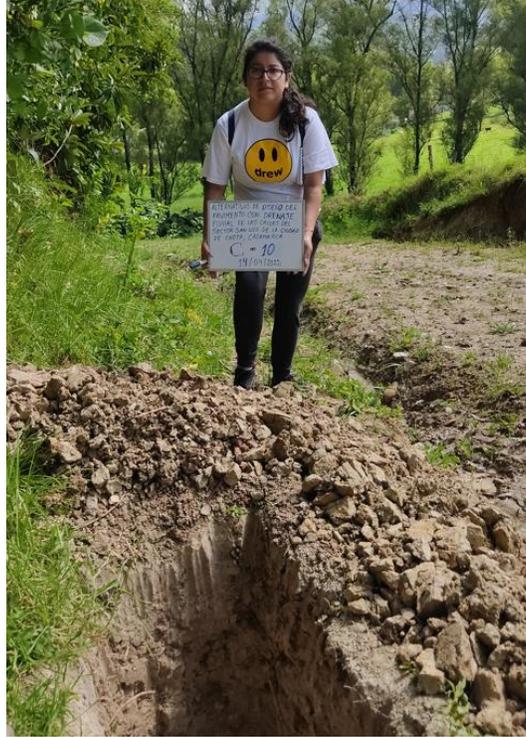
*Fotografía 15. Calicata 08*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 16. Calicata 09*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 17. Calicata 10*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 18. Calicata 11*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 19. Calicata 12*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 20. Calicata 13*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 21. Calicata 15*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 22. Calicata 16*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 23. Ensayo granulométrico*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 24. Límites de consistencia*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 25. Límites de consistencia*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 26. Ensayo de contenido de humedad*

*Fuente: Elaboración propia*



*Fotografía 27. Ensayo de CBR*

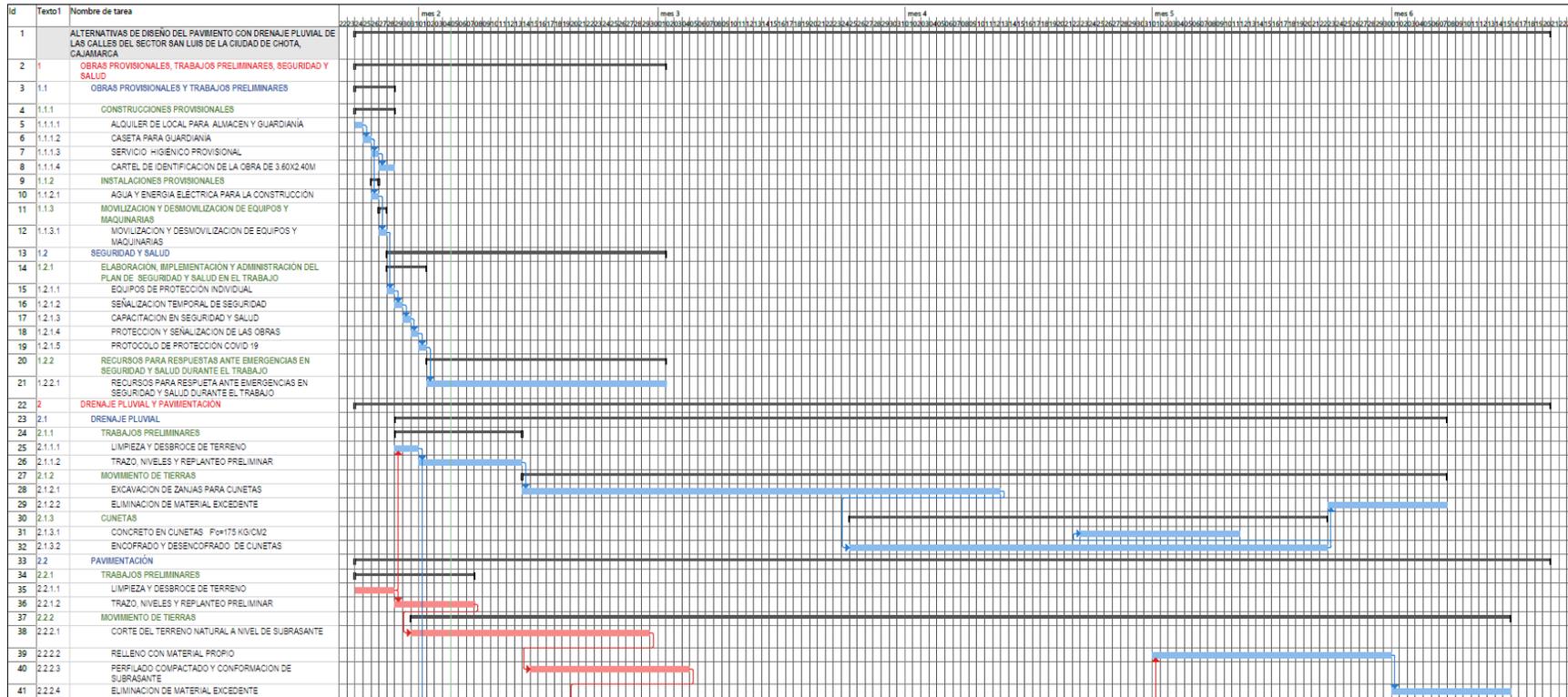
*Fuente: Elaboración propia*

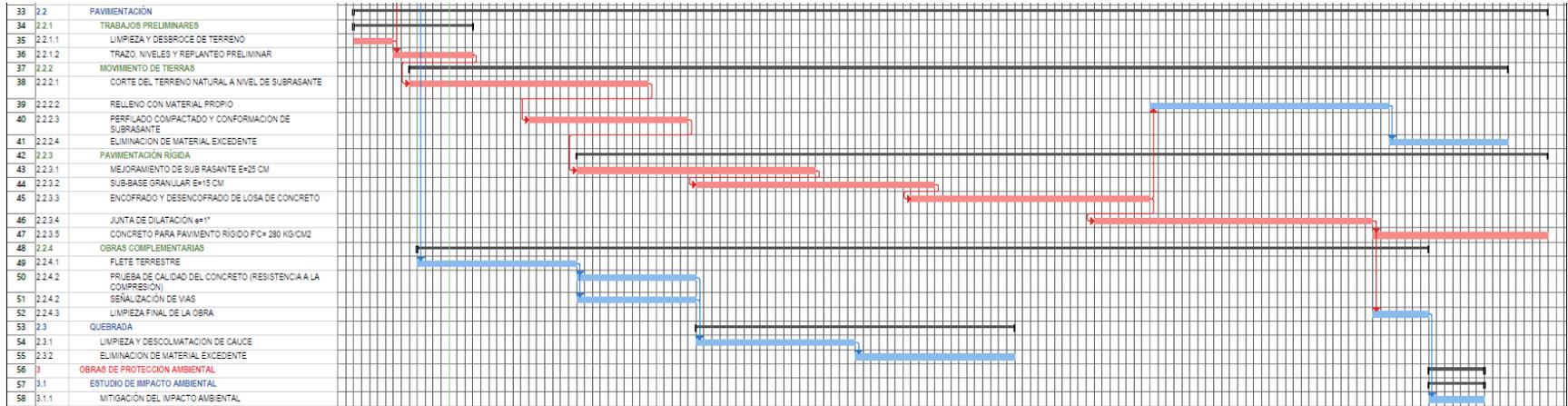


*Fotografía 28. Ensayo de contenido de sales*

*Fuente: Elaboración propia*

### ANEXO 04: CRONOGRAMA DE OBRA





Proyecto: Proyecto3  
 Fecha: dom 05/06/22

Tarea	Resumen	Hito inactivo	solo duracion	solo el comienzo	Hito externo	División crítica
División	Resumen del proyecto	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	solo fin	Fecha límite	Progreso
Hito	Tarea inactiva	Tarea manual	Resumen manual	Tareas externas	Tareas críticas	Progreso manual

Página 1

Activar Windows  
 Ve a Configuración para activar

## **ANEXO 05: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

Se adjunta carpeta con la información complementaria correspondiente a la tesis “ALTERNATIVAS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO CON DRENAJE PLUVIAL DE LAS CALLES DEL SECTOR SAN LUIS DE LA CIUDAD DE CHOTA, CAJAMARCA”, ordenada de la siguiente manera:

- 01. ESTUDIO DE TRÁFICO**
- 02. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**
- 03. ESTUDIO TOPOGRÁFICO**
- 04. ESTUDIO HIDROLÓGICO**
- 05. DISEÑO DE PAVIMENTOS**
- 06. DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL**
- 07. ESTUDIO DE QUEBRADA SAN MATEO**
- 08. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**
- 09. METRADOS**
- 10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- 11. PLANOS**
- 12. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA**