

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Análisis y diseño de pavimentación con sistema de drenaje pluvial y cámaras de bombeo en el centro poblado San Francisco de Asís, distrito de Chiclayo y La Unión, distrito Pomalca, departamento de Lambayeque, 2021

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

AUTOR

Alan George Burga Panta

ASESOR

Gian Franco Perez Garavito

<https://orcid.org/0000-0002-0745-8685>

Chiclayo, 2023

**Análisis y diseño de pavimentación con sistema de drenaje pluvial
y cámaras de bombeo en el centro poblado San Francisco de Asís,
distrito de Chiclayo y La Unión, distrito Pomalca, departamento
de Lambayeque, 2021**

PRESENTADO POR:

Alan George Burga Panta

A la Facultad de Ingeniería, de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar por el Título de
Ingeniero Civil Ambiental.

APROBADA POR:

Lucas Ludeña Gutierrez

PRESIDENTE

Juan Ignacio Luna Mera

SECRETARIO

Gian Franco Perez Garavito

VOCAL

Dedicatoria

Le dedico el resultado a mis padres, Rosa y Rolando, que me apoyaron y contuvieron en los momentos malos y en los menos malos.

Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño.

Debo pedirle perdón porque han sufrido el impacto directo de las consecuencias del trabajo realizado. Realmente, me ayudan a alcanzar el equilibrio que me permite dar todo mi potencial. No dejaré de estar agradecido por todo.

Agradecimientos

A todos los docentes que han sido parte de mi camino universitario, les agradezco por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

También le agradezco a mi Asesor por su dedicación, paciencia, por sus palabras y correcciones precisas, sin todo eso, tampoco hubiese podido lograr llegar a esta instancia.

Por último, le agradezco a la universidad que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título. Agradezco a cada directivo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

2

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.unicach.mx

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.ust.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

www.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

6

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

7

Submitted to
consultoriadeserviciosformativos

Trabajo del estudiante

<1%

8

Submitted to Escuela de Posgrado Newman

Trabajo del estudiante

<1%

9

repositorio.unica.edu.pe

Fuente de Internet

Índice

Resumen.....	7
Abstract	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
2.1. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	12
2.1.1. TIPO DE ESTUDIO.....	12
2.1.2. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN.....	12
2.1.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	13
2.1.4. SELECCIÓN DE DATOS.....	14
2.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	20
2.3. BASES TEÓRICAS.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	28
3.3. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO.....	28
3.3.1. Población.....	28
3.3.2. Muestra.....	29
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	29
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE MEDICIÓN.....	31
3.5.1. TÉCNICAS:.....	31
3.5.2. INSTRUMENTOS:.....	33
3.6. PROCEDIMIENTOS.....	38
3.6.1. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	38
3.6.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO. –.....	50
3.6.3. ESTUDIO DE SUELOS. –.....	51
3.6.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO. –.....	57
3.6.5. DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS. -.....	71
3.6.6. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS. -.....	78
3.6.7. DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL. -.....	93
3.6.8. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL. -.....	96
3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DATOS.....	98
3.8. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	100
IV. RESULTADO.....	101
4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	101
4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO:.....	113

4.3.	ESTUDIO DE SUELOS:	117
4.4.	ESTUDIO HIDROLÓGICO:	126
4.5.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE PAVIMENTOS:	147
4.6.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO:.....	152
4.7.	DISEÑO DRENAJE PLUVIAL:	163
4.8.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:	169
V.	DISCUSIÓN.....	173
VI.	CONCLUSIÓN	177
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	178
VIII.	ANEXOS.	185
	ANEXO 1: CONSTANCIAS	185
	ANEXO 2: CUADROS	190
	ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS	200

Resumen

El proyecto tiene como objetivo: el análisis y diseño de pavimentación con sistema de drenaje pluvial en los centros poblados San Francisco de Asís del distrito Chiclayo y la Unión del distrito Pomalca, del departamento de Lambayeque, ambos ubicados entre los kilómetros 3 y 5 de la carretera Chiclayo-Pomalca. Esto debido a que existe una intransitabilidad tanto peatonal como vehicular ya que en dicha población no cuenta con pavimentación y un sistema de drenaje pluvial, lo que genera focos infecciosos debido a los empozamientos permanentes por mucho tiempo y por último el flujo de lodos que arrastra consigo desechos orgánicos e inorgánicos, incrementando la morbilidad general del Pueblo. Por lo tanto, se realizó el diseño de pavimentación para un tiempo de vida de 20 años, complementado con un sistema de drenaje el cual se optó por cunetas y no por cámaras de bombeo debido a la posibilidad de evacuación por gravedad de aguas pluviales. Este proyecto realizado mitigará y evitará las innumerables pérdidas estructurales, económicas, de salud y de educación que se han venido registrando, además de mejorar la transitabilidad y el drenaje pluvial, y de forma general aumentando la calidad de vida de los pobladores de ambos centros poblados.

Palabras Clave: Drenaje Urbano, Pavimento, Hidrología, Topografía.

Abstract

The objective of the project is to analyze and design paving with a rainwater drainage system in the San Francisco de Asís-District of Chiclayo and La Unión-District of Pomalca, in the department of Lambayeque, both located between kilometers 3 and 5 of the Chiclayo-Pomalca highway. This is due to the fact that both pedestrian and vehicular traffic is impassable because the town does not have paving and a rainwater drainage system, which generates infectious outbreaks due to the permanent and long-lasting sewage and, finally, the flow of sludge that drags organic and inorganic waste, increasing the general morbidity of the town. Therefore, the paving design was made for a life span of 20 years, complemented with a drainage system which was chosen by ditches and not by pumping chambers due to the possibility of gravity evacuation of rainwater. This project will mitigate and prevent the innumerable structural, economic, health and educational losses that have been occurring, in addition to improving general trafficability and storm drainage, and generally increasing the quality of life of the inhabitants of both towns.

Keywords: Drainage, Pavement, Hydrology.

I. INTRODUCCIÓN

La pavimentación es una estructura que ha revolucionado el mundo, siendo una prioridad hasta el día de hoy, permitiendo el paso vehicular y peatonal de forma sencilla, rápida, ordenada y segura.

Contar con calles pavimentadas genera desarrollo, por accesibilidad y movilidad entre ciudades aumentando el flujo educativo, laboral, comercial, turístico, etc.

Para el diseño y construcción de pavimentos es necesario conocer e identificar las diferentes fuentes de anomalías que pueda variar su funcionalidad e incluso su destrucción.

En América existe una variabilidad climática significativa que debemos tener en cuenta si se pretende pavimentar en el continente. La OEA menciona que esta variabilidad a causa de eventos meteorológicos extremos puede influir tanto en precipitaciones pluviales excesivas como sequías prolongadas, las cuales están relacionadas con la OSEN (Oscilación Sur de EL Niño).

La OEA define OSEN como un fenómeno cíclico que comienza con cambios en la temperatura del agua en el Océano Pacífico tropical. Dos fases del ciclo uno El Niño cálido y uno La Niña en fase frío, con episodios de El Niño que causan más precipitaciones en el Océano Pacífico.

En el Perú el SENAMHI (Servicio nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) lleva un registro de las lluvias más resaltantes desde 1973 influida por la OSEN, lluvias de intensidades moderadas con precipitaciones entre 120 a 300mm, la última fue registrada en el año 2017, también hay registros de intensidades Fuertes con precipitaciones entre 210 a 550mm registrado en 1973 y de intensidades Extraordinarias entre los 300 a 800mm cuyo último registro de este tipo de intensidad fue en 1998.

En los Centros Poblados, San Francisco de Asís y La Unión de la Provincia de Chiclayo del Departamento de Lambayeque-Perú, es golpeada directamente, por

las inundaciones debido al fenómeno del niño producidas por las lluvias del año 2017 la cual corresponde según SENAMHI a lluvias de intensidades moderadas con precipitaciones entre 120 a 300mm, lo que provoca la inaccesibilidad tanto vehicular como peatonal, así como también el deterioro y/o colapso de las infraestructuras de la zona.

INEI (Instituto nacional de Estadísticas e Informática) Indica que muchas de las viviendas de estos Centros Poblados son de material de adobe con pisos de tierra y techos de calaminas, donde nos indica la existencia de una cantidad considerable de viviendas con materiales de baja resistencia a los fenómenos que ocurren en la zona de estudio, y a esto agregarle el escaso conocimiento del adecuado proceso constructivo, teniendo como producto un hogar inseguro tanto por dentro como por fuera.

Por tal motivo, en momentos de lluvias de moderadas a extraordinarias, este fluido filtra en las viviendas, inundándolas por dentro y en muchas de las ocasiones la extracción de estas aguas no es posible debido a la no existencia de un lugar adecuado donde llevarlas, y el motivo es que las calles se encuentran de igual manera inundadas por falta de un adecuado sistema de drenaje pluvial y durante las sequías, el salitre aflora y también se produce la desfragmentación del barro seco dejados por consecuencias del paso de lodos en temporadas de lluvia, esta desfragmentación genera partículas volátiles, debido a los fuertes vientos característicos de la provincia de Chiclayo, incrementando su impacto negativo.

Todo esto Trajeron y traen consigo múltiples enfermedades, Los reportes médicos en el año 2018 y 2019 de las postas médicas cercana que atienden a los habitantes de estos centros poblados, llevando registros de infecciones intestinales, respiratorias, dengue, problemas dermatológicos, entre otros.

Parte de la reducción económica familiar también es afectada por la intransitabilidad hacia sus centros de labores. El último registro del INEI de las zonas rurales lo cual incluye nuestra zona de estudio, indica que la mayor parte de los habitantes, son comerciantes.

Los centros poblados San Francisco de Asís y la Unión son golpeadas constantemente por el fenómeno del niño, además de no tener las condiciones adecuadas para soportar su accionar y sus consecuencias, surge la siguiente pregunta: ¿Cuál es el diseño de pavimentación y sistema de drenaje pluvial que ayude a la transitabilidad y evacuación eficiente de las aguas pluviales en los Centros Poblados de la Unión y San Francisco de Asís del departamento de Lambayeque?

Por tal motivo se ha decidido realizar un proyecto que dé solución con el fin de mejorar e incrementar la calidad de vida de los habitantes de ambos centros poblados, siendo el objetivo general del proyecto de investigación el de diseñar la pavimentación complementado con un sistema de drenaje pluvial, del centro poblado San Francisco de Asís y del centro poblado La Unión.

Por lo tanto, para su desarrollo y solución fue necesario cumplir con los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar y diseñar el sistema de drenaje pluvial.
2. Desarrollar el estudio hidrológico para la cuantificación de la precipitación, evaporación, infiltración, escorrentía, temperatura, etc.
3. Fijar las características geomorfológicas y mecánicas del suelo para obtener la subrasante de las vías a pavimentar, ubicar la descarga del drenaje pluvial y ubicación estratégica de las cámaras de bombeo.
4. Diseñar la estructura del pavimento.
5. Elaborar los planos del proyecto y documentación correspondientes.
6. Diseñar la estructura de las cámaras de bombeo.
7. Realizar la encuesta de tráfico vial para determinar el IMDA (Índice Medio Diario Anual), que es la base del diseño del pavimento.
8. Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA.

2.1.1. TIPO DE ESTUDIO.

Es de tipo aplicada, llamada también investigación práctica o empírica, ya que se caracteriza por aplicar conocimientos ya adquiridos. Este ejemplar de investigación es una forma de promover la cultura de investigación por la divulgación de conocimientos basados en la evidencia de condiciones dadas, comprobando la ventaja rayana de la aplicación. También es importante, ya que favorecen un análisis cercano de lo producido e involucran la investigación bibliográfica para extraer de la teoría, aspectos aplicables a las situaciones problema en la práctica contextual. [27]

Por tal motivo, para el desarrollo de esta investigación se inició estableciendo metodologías y diseños ya existentes y establecidos, de igual modo se complementó con múltiples revisiones de las literaturas científicas, buscando responder la pregunta de investigación ¿Cuál es el diseño de pavimentación y sistema drenaje pluvial que ayude a la transitabilidad y evacuación eficiente de las aguas pluviales en los centros poblados de la Unión y San Francisco de Asís del departamento de Lambayeque?

2.1.2. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN.

Se identificó la siguiente variable de estudio: diseño de pavimentación y sistema de drenaje pluvial. En base a ella se definió las siguientes palabras claves: “pavimento” y “drenaje pluvial”. Estas fueron palabras de búsqueda en la base de datos Scielo y Redalyc.

Se optó por estas bases de datos por ser buscadores académicos con la facilidad de encontrar una gran variedad de producciones científicas de buena calidad.

Para la búsqueda de información se consideró la cantidad de documentos existentes generados por cada palabra clave como referencia, en consecuencia, se decidió realizar los diferentes filtros de búsqueda con el fin

de optimizar, precisar y dirigir hacia el tema de investigación fijado, y como último paso realizar la descarga de estos documentos en formato PDF para luego analizarlos haciendo uso de criterios de inclusión y exclusión.

2.1.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.

Se realizaron diferentes tipos de criterios para la inclusión y exclusión de los documentos que inicialmente fueron seleccionados y descargados, para continuar precisando en la orientación del tema con el fin de responder y resolver la pregunta de investigación. Estos criterios se llevaron de la siguiente manera:

Tabla 1.

“Criterios de inclusión y Exclusión”

<i>Nº</i>	<i>Criterios de inclusión y Exclusión</i>	<i>Consideraciones</i>
1	Publicación	Se optó por artículos científicos, libros, manuales técnicos, reglamentos, guías y tesis. Por motivos de importancia, confiabilidad y credibilidad.
2	Idioma	Se consideró documentos publicados en inglés, español y portugués, ya que su procedencia mayormente viene de países desarrollados y cuyas referencias son las mejores, así como también tienen una similitud acorde a nuestras circunstancias.
3	Año de publicación	Se consideró para las publicaciones de artículos 5 años de antigüedad, entre los años 2017-2021, y para libros, normas y reglamentos con una antigüedad no mayor de 10 años, rango solicitado por contener información científica actualizada e innovadora.
4	Compatibilidad y Duplicidad	Con la finalidad de relacionar la concordancia del título, y las palabras claves, así como también evitar la duplicidad entre estos artículos.
5	Resumen	Con ayuda del resumen de cada publicación seleccionado previamente, se ha podido conocer e identificar los documentos que guardan mayor relación y contenido con el tema de investigación, con el fin de agilizar la inclusión y exclusión según sea el caso.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.4. SELECCIÓN DE DATOS.

Inicialmente se realizó una búsqueda previa con ayuda de las palabras claves ya identificadas, obteniendo grandes cantidades de documentos, por parte de la plataforma Scielo se encontró un total de 139 artículos y en la plataforma Redalyc con un total de 114919 artículos científicos.

Lo siguiente que se realizó es aplicar los filtros de las plataformas según los criterios anteriormente mencionados, reduciendo significativamente el número de artículos, por parte de la plataforma Scielo se redujo a un total de 17 artículos y para la plataforma Redalyc a un total de 951 artículos.

Tabla 2. “Resumen de Selección de Artículos”

Palabra Clave	Plataformas		Aplicando Criterios	
	Scielo	Redalyc	Scielo	Redalyc
Pavimento	127	5195	15	122
Drenaje Urbano	12	109724	2	829
Sub Total =	139	114919	17	951
Total =	115058		968	

Fuente: Elaboración propia.

En una siguiente etapa se descartó información que no se relacionaba precisamente al tema de investigación, reduciendo la cantidad total anterior de 968 artículos a la cantidad de 9 artículos incluidos de la plataforma Scielo y Redalyc, además se agregó libros, manuales tesis y reglamentos que son necesarios e imprescindibles aumentando a un total de 22 documentos incluido los artículos, como se detallan en la **tabla N°.03.**

Tabla 3. “Documentos de Investigación”

¿DE DONDE SE OBTUVIERON LAS FUENTES?					¿COMO SE OBTUVIERON LAS FUENTES?		
Nº	BASE DE DATOS	TIPO DE FUENTE	TÍTULO	CITA	PALABRAS CLAVE DE BUSQUEDA	IDIOMA	IDEA PRINCIPAL
01	REDALYC	Artículo científico	Propuesta de espesores mínimos de superficie y coeficientes de equivalencia de espesores para el diseño de pavimentos flexibles	[#] M. C. Sánchez Morales, D. M. Pavón Marrero y E. Tejeda Pusseau. "Propuesta de espesores mínimos de superficie y coeficientes de equivalencia de espesores para el diseño de pavimentos flexibles". Redalyc. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193962633005 (acceso: 07 de octubre de 2021).	Pavimento	Español	EL artículo muestra los resultados de una investigación que propone el análisis del comportamiento de diferentes estructuras flexibles, cuyos diseños se basan en la NC 334/2004 (Pavimentos flexibles. Método de cálculo), respecto a la deformación vertical y la deflexión originadas por las cargas de tráfico
02	REDALYC	Artículo científico	Identification of resilience factors, variables, and indicators for sustainable management of urban drainage systems	[#] M. Cárdenas Quintero, L. F. Carvajal Sema y R. Marbello Pérez. "Identification of resilience factors, variables and indicators for sustainable management of urban drainage systems". Redalyc. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49655603016 (acceso: 07 de octubre de 2021).	Drenaje Urbano	Inglés	Este trabajo realizó un análisis y evaluación para identificar los factores, variables e indicadores de resiliencia para la gestión sostenible de UDS mediante el uso de una herramienta de gestión de información para sujetos científicos.
03	REDALYC	Artículo científico	Two-dimensional hydrodynamic analysis of surface drainage on an urban road	[#] S. A. Blanco Londoño, P. Torres Lozada y A. Galvis Castaño. "Two-dimensional hydrodynamic analysis of surface drainage on an urban road". Redalyc. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49663345012 (acceso: 07 de octubre de 2021).	Drenaje Urbano	Inglés	Presenta un modelado hidrodinámico bidimensional de una parte de una carretera urbana que considera la topografía, la distribución de las rejillas de entrada y los cruces de caminos con el objetivo de determinar mejores criterios de diseño para el drenaje de carreteras urbanas.
04	REDALYC	Artículo científico	Adaptación metodológica en el diseño y desarrollo urbano de bajo impacto para el manejo de aguas pluviales en Colima, México	[#] K. G. Isabeles Deniz, Á. M. Olavarria Sánchez, A. L. Quintanilla Montoya y J. Ríos Aguilar. "Adaptación metodológica en el diseño y desarrollo urbano de bajo impacto para el manejo de aguas pluviales en Colima, México". Redalyc. https://doi.org/10.14483/22487638.15452 (acceso: 07 de octubre de 2021).	Drenaje Urbano	Español	Se propone que mediante técnicas de drenaje urbano sostenible implementadas en vialidades principales, se reduzca el CE a 0,90, y el volumen de inundaciones en un 203 %, priorizando los modos activos de transporte.
05	REDALYC	Artículo científico	Storm Water Management Model Simulation and Evaluation of the Eastern urban drainage system of Cali in the face of climate variability scenarios	[#] C. Ocampo, Y. Carvajal Escobar y L. E. Peña. "Storm Water Management Model Simulation and Evaluation of the Eastern urban drainage system of Cali in the face of climate variability scenarios". Redalyc. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291362343002 (acceso: 07 de octubre de 2021).	Drenaje Urbano	Inglés	Este estudio analiza el comportamiento hidráulico del sistema de drenaje urbano en el oriente de Cali, durante la ocurrencia de eventos de máxima precipitación, apoyado en el Modelo de Gestión de Aguas Pluviales.

06	REDALYC	Artículo científico	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PARÁMETROS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS DEL MODELO SWMM Y SU APLICACIÓN EN SISTEMAS DE DRENAJE URBANO	[#] K. J. Guaripa Rivero, A. L. Lugo Aguilar y J. C. Rincón Ortiz. "ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PARÁMETROS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS DEL MODELO SWMM Y SU APLICACIÓN EN SISTEMAS DE DRENAJE URBANO". Redalyc. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.26994.66248 (acceso: 07 de octubre de 2021).	Drenaje Urbano	Español	En este trabajo se realiza un análisis de sensibilidad a diversos parámetros para detectar los más influyentes en la simulación de sistemas de drenajes urbanos.
07	SCIELO	Artículo científico	Vazão de projeto na microdrenagem em locais sem dados de precipitação: estudo para o Rio Grande do Sul	[#] K. J. Guaripa Rivero, A. L. Lugo Aguilar y J. C. Rincón Ortiz. "Vazão de projeto na microdrenagem em locais sem dados de precipitação: estudo para o Rio Grande do Sul". Scielo. scielo.br/j/ac/a/ZFVNmXxLC3DZY8S5BVPmVmx (acceso: 07 de octubre de 2021).	Drenaje Urbano	Portugués	Este artículo presenta un análisis de la aplicabilidad del método sugerido por Bell, con una modificación (ATRÁS, 2009), para estimar las lluvias intensas en el estado de Rio Grande do Sul a partir de la información de precipitaciones diarias, y su uso para determinar los caudales utilizados en el dimensionamiento de las obras de microdrenaje.
08	SCIELO	Artículo científico	Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible	[#] P. R. Guerra Chayña. "Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible". Scielo. http://www.scielo.org/bo/pdf/rfer/v20n20/v20n20_a08.pdf (acceso: 20 de septiembre de 2021).	Pavimento	Español	Se optó por el diseño de pavimento rígido permeable con un diseño cuya mezcla se adiciona tiras de propileno y en conjunto con parámetros de la guía AASHTO 93, se obtuvo como resultados resistencia de f'c 196 kg/cm ² , MR. 31.74 kg/cm ² y una permeabilidad de 0.463 cm/s, lo que significa 1:36 horas que tarda en infiltrarse en la superficie del pavimento.
09	SCIELO	Artículo científico	Sensitivity of hydrodynamic parameters in the simulation of water transfer processes in a permeable pavement	[#] I. R. de Aguiar Costa, A. Paiva Coutinho, S. M. G. Lima Montenegro, A. E. Carvalho de Gusmão da Cunha Rabelo, S. M. dos Santos Neto, E. M. Alves y A. C. Dantas Antonino. "Sensibilidad de los parámetros hidrodinámicos en la simulación de procesos de trasvase de agua en un pavimento permeable". Scielo. https://doi.org/10.1590/2318-0331.252020190188 (acceso: 21 de septiembre de 2021).	Drenaje Urbano	Inglés / Portugués	Desarrollo de técnica de bajo impacto (LID) como alternativa viable y eficaz para el manejo de aguas pluviales reduciendo la escorrentía y aumentando la capacidad de infiltración y evotranspiración haciendo uso del diseño de pavimentación permeable, a través de soluciones numéricas basadas en la ecuación de Richards para estimar los procesos de transferencia de agua.
10	Ministerio de Transporte y Comunicaciones	Manual	Manual de Carreteras Diseño Geométrico	[#] <i>Manual de Carreteras Diseño Geométrico</i> , Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2018	Pavimento	Español	Documento normativo que organiza y recopila las técnicas y procedimientos para el diseño vial, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros.

11	Ediciones Mundi-Prensa	Guía Metodológica	Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental	[#] V.C.F., <i>Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental</i> , 4ª edición. Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa, 2010.	Impacto Ambiental	Español	Guía metodológica para llevar a cabo una EIA y/o auditoría ambiental y autorizaciones ambientales integradas, AAI.
12	Gob.pe	Reglamento	Reglamento Nacional de Edificaciones	[#] <i>Reglamento Nacional de Edificaciones</i> , Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2006.	Pavimento, Drenaje Urbano	Español	Tiene por objeto normar los criterios y requisitos mínimos para el Diseño y ejecución de las Habilitaciones Urbanas y las Edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los Planes Urbanos. Es la norma técnica rectora en el territorio nacional que establece los derechos y responsabilidades de los actores que intervienen en el proceso edificatorio, con el fin de asegurar la calidad de la edificación.
13	Universidad Católica de Colombia	Libro	Ingeniería de Pavimentos para Carreteras	[#] A.M.F., <i>Ingeniería de Pavimentos para Carreteras</i> . Colombia: Universidad Católica de Colombia, 1998.	Pavimentos	Español	Contiene los elementos básicos de la Ingeniería de Carreteras, metodología de evaluación del tránsito vehicular, establece un sistema de estudio de suelos, métodos de estabilización, métodos de diseño de pavimentos, características geotécnicas de los materiales de construcción y mantenimiento, compactación de suelos y mezclas bituminosas, etc.
14	Ministerio de Transporte y Comunicaciones	Manual	Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción	[#] <i>Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción</i> , Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2013	Pavimentos	Español	Tiene por finalidad uniformizar las condiciones, requisitos, parámetros y procedimientos de las actividades relativas a las obras de infraestructura vial, con el propósito de estandarizar los procesos que conduzcan a obtener los mejores índices de calidad de la obra.
15	Ministerio de Transporte y Comunicaciones	Manual	Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos	[#] <i>Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos</i> , Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2014	Pavimentos	Español	Tiene por finalidad proporcionar criterios homogéneos en materia de suelos y pavimentos, que faciliten el diseño de las capas superiores y de la superficie de rodadura en carreteras pavimentadas y no pavimentadas, dotándolas de estabilidad estructural para lograr su mejor desempeño en términos de eficiencia técnico-económica.

16	Ministerio de Transporte y Comunicaciones	Manual	Manual de Ensayos de Materiales	[#] <i>Manual de Ensayos de Materiales</i> , Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2015	Pavimentos	Español	Tiene por finalidad estandarizar el método y procedimiento, para la ejecución de ensayos de laboratorio y de campo, de los materiales que se utilizan en los proyectos de infraestructura vial, asegurando que correspondan a los estándares de calidad propuesto en los estudios.
17	USAT	Tesis	Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación del casco urbano del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017	[#] A.W.R.A. y J.C.C.G., "Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación del casco urbano del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017", Tesis profesional, Departamento de Lambayeque, USAT, provincia de Chiclayo, Perú, 2017. [En línea]. http://hdl.handle.net/20.500.12423/2574	Pavimento, Drenaje Urbano	Español	El propósito de esta tesis es diseñar sistemas de drenaje de aguas pluviales y aceras en áreas urbanas de Pomalca, Chiclayo, Lambayeque, para prevenir diversas pérdidas, mejorar el tránsito vial y peatonal, y al mismo tiempo desarrollar mercados. La reducción de muchas enfermedades causadas por la falta de proyectos tendrá indirectamente un impacto positivo.
18	USAT	Tesis	Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017	[#] D.R.J.A. y G.B.D.A., "Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017", Tesis profesional, Departamento de Lambayeque, USAT, provincia de Chiclayo, Perú, 2017. [En línea]. http://hdl.handle.net/20.500.12423/1997	Pavimento, Drenaje Urbano	Español	Este trabajo tiene como objetivo principal la determinación técnica de los parámetros que permita el diseño de la infraestructura necesaria para el drenaje y pavimentación para la correcta evacuación pluvial y fácil acceso de toda la zona urbana.
19	Publicación	Libro	Hidrología en la Ingeniería	[#] G.M.S., <i>Hidrología en la Ingeniería</i> , 2ª edición. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999.	Drenaje Urbano	Español	Cubre los elementos básicos del ciclo hidrológico, describiendo los principios científicos que gobiernan los fenómenos hidrológicos, y adicionalmente presenta las técnicas más utilizadas en la práctica respecto a la cuantificación de tales fenómenos.
20	Publicación	Libro	Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil	[#] W.Ch.M., <i>Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil</i> , 2ª edición. Perú: PUCP, 1989.	Drenaje Urbano	Español	C contiene la descripción de los principales elementos del ciclo hidrológico y los métodos ordinarios de solución a los problemas hidrológicos que se presentan con más frecuencia al ingeniero civil,
21	Publicación	Libro	Hidrología	[#] M.V.B., <i>Hidrología</i> , 1ª edición. Perú: UNA, 1993.	Drenaje Urbano	Español	Orientada a ayudar a comprender los principios fundamentales de la hidrología, herramientas para la solución de problemas de los fenómenos hidrológicos.

22	Publicación	Libro	Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial.	[#] A.F.B.P. y M.A.J.V., <i>Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial</i> , 1ª edición. México: UAM, 2006.	Drenaje Urbano	Español	Conocimientos fundamentales, principios y aplicaciones de la hidrología de superficie por medio de las tecnologías que están disponibles en las instituciones de educación superior.
23	REDALYC	Revista	Caracterización del tránsito para el diseño de pavimentos en zonas urbanas. Casos: calles y avenidas de los municipios San Diego y Naguanagua del estado Carabobo, Venezuela	[#] T. L., Aristides R., "Caracterización del tránsito para el diseño de pavimentos en zonas urbanas. Casos: calles y avenidas de los municipios San Diego y Naguanagua del estado Carabobo, Venezuela", <i>Revista INGENIERÍA UC</i> , vol. 22, núm. 2, mayo-agosto, 2015, pp. 78-87. [En línea]. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70742617009 . Acceso: 21 de octubre de 2021.	Pavimento	Español	El objetivo principal de la investigación, es ofrecer información estadística para el diseño de pavimentos en zonas urbanas
24	Ministerio de Transporte y Comunicaciones	Manual	Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje	[#] <i>Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje</i> , Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2008	Hidrología	Español	servirá de guía y procedimiento para el diseño de las obras de drenaje superficial y subterránea de la infraestructura vial, adecuados al lugar de ubicación de cada proyecto.
25	ANA	Reglamento	REGLAMENTO PARA LA DELIMITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE FAJAS MARGINALES EN CURSOS FLUVIALES Y CUERPOS NATURALES Y ARTIFICIALES	[#] ANA, <i>Autoridad Nacional del Agua, «Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Agua Natural y Artificial»</i> , Lima, 2016.	Hidrología	Español	El presente reglamento tiene por objeto establecer las metodologías y criterios aplicables para la delimitación de las fajas marginales de los cauces naturales o artificiales, todo ello con arreglo a las disposiciones establecidas en la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 01-2010-AG.
26	MINAM	Reglamento	Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.	MINAM, Ministerio del Ambiente, «Ley General del Ambiente.» Lima, 2005.	Impacto Ambiental	Español	tiene por objetivo mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

Fuente: Elaboración propia

2.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.2.1. Propuesta de espesores mínimos de superficie y coeficientes de equivalencia de espesores para el diseño de pavimentos flexibles.

EL artículo, propone examinar la conducta de las estructuras flexibles, relacionado con la deformación vertical y deflexión causada por las cargas aplicadas por el tráfico, basadas en la norma de diseño. [01]

2.2.2. Identification of resilience factors, variables, and indicators for sustainable management of urban drainage systems

Debido a los resultados del estudio, se evidenciaron cuatro ingredientes de resiliencia de recursos hídricos: 1. Flexibilidad; 2. Recursividad; 3. Redundancia; y 4. Robustez. Además, se encontraron seis variables de resiliencia de SDU: 1. Capacidad de recuperación; 2. Capacidad de respuesta; 3. Amplitud; 4. Capacidad de absorción; 5. Capacidad de resistencia; y 6. Curva de respuesta. [02]

2.2.3. Two-dimensional hydrodynamic analysis of surface drainage on an urban road

El apartado muestra un modelado hidrodinámico bidimensional de una porción de una carretera de una urbe considerando la topografía de la zona de la zona de la carretera proyectada, la repartición de las rejillas de entrada y las intersecciones proyectadas y/o existentes de los caminos, esto con el fin de fijar los mejores juicios de diseño para un adecuado drenaje de carreteras urbanas.

El estudio de las escenas envuelve la diversificación de las tipologías de entrada de flujo, la intensidad pluvial y el trayecto entre las rejillas. Este estudio se completa con la colocación de umbrales de peligro de escorrentía para peatones.

Los resultados muestran las conductas del caudal sobre el pavimento que es la que determina el razonamiento para la distancia entre rejillas, esto desde la decisión que contrarresta criterios hidráulicos, de riesgo y económicos. [03]

2.2.4. Adaptación metodológica en el diseño y desarrollo urbano de bajo impacto para el manejo de aguas pluviales en Colima, México

La tesis propone, un método de drenaje urbano sostenible, minimizando el CE a 0,90, y el volumen de inundación en un 203 %. [04]

2.2.5. Storm Water Management Model Simulation and Evaluation of the Eastern urban drainage system of Cali in the face of climate variability scenarios

El artículo examina la conducta hidráulica del sistema de drenaje urbano en Cali.

Los escenarios climáticos de simulación son: A) Entre 2 años a 10 años como un lapso de tiempo de retorno, B) Una escena clima para el año 2030 Una escena de clima y C) Una escena clima para el año 2040 Una escena de clima Los que los resultados representan la conducta de la escorrentía superficial en la zona de estudio, identificando lo desfavorable del sistema de drenaje. [05]

2.2.6. Análisis de sensibilidad de parámetros hidrológicos e hidráulicos del modelo SWMM y su aplicación en sistemas de drenaje urbano

En este artículo consistió en modificar de forma local los parámetros y supervisar su dominio en la diversificación de los caudales, así como los niveles últimos en cierta zona de la urbanización. [06]

2.2.7. Vazão de projeto na MICRODRENAGEM em locais sem dados de precipitação: estudo para o Rio Grande do Sul

Este artículo presenta un análisis de la aplicabilidad del método sugerido por Bell, con una modificación, para estimar las lluvias intensas en el estado de Rio Grande do Sul a partir de la información de precipitaciones diarias, y su uso para establecer los caudales utilizados en el dimensionamiento de los trabajos de micro drenaje. [07]

2.2.8. Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible

En este artículo se optó por el diseño de pavimento rígido permeable con un diseño cuya mezcla se adiciona tiras de propileno y en conjunto con parámetros de la guía AASHTO 93, obteniéndose como resultados, resistencia de f_c 196 kg/cm², M.R. 31.74 kg/cm² y una permeabilidad de 0.463 cm/s, lo que significa 1:36 horas que tarda en infiltrarse en la superficie del pavimento. [08]

2.2.9. Sensitivity of hydrodynamic parameters in the simulation of water transfer processes in a permeable pavement

Este artículo de desarrollo de técnica de bajo impacto (LID) como alternativa viable y eficaz para el manejo de aguas pluviales reduciendo la escorrentía y aumentando la capacidad de infiltración y evo transpiración haciendo uso del diseño de pavimentación permeable, a través de soluciones numéricas basadas en la ecuación de Richards para estimar los procesos de transferencia de agua. [09]

2.2.10. Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación del casco urbano del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017

El propósito de esta tesis es diseñar sistemas de drenaje de aguas pluviales y aceras en áreas urbanas de Pomalca, Chiclayo, Lambayeque. [17]

2.2.11. Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017

Esta tesis, su objeto primordial es determinar de forma técnica los parámetros que permitan diseñar la infraestructura requerida necesario para el drenaje y pavimentación con el fin de una educada evacuación de aguas de lluvias y adecuado acceso a la zona urbana. [18]

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1. Manual de Carreteras, Diseño Geométrico.

Con este manual se podrá inicialmente clasificar el tipo de carretera según la clasificación por demanda como también por su clasificación orográfica. [10] Nos indica además los criterios y controles básicos para tener en cuenta para realizar el diseño geométrico, como son los estudios preliminares, tipos de tránsito, la velocidad según el diseño, los valores tanto estéticos como ecológicos, la capacidad y los niveles de servicio. Y, por último, el diseño geométrico vista en planta, vista en perfil y además el diseño en sección transversal. [10]

2.3.2. Reglamento Nacional de edificaciones.

Normal CE.040: establece criterios para diseño, permitiendo la preparación de los proyectos en cuanto a Drenaje Pluvial Urbano se refiere, incluida la recogida, el transporte y la evacuación hasta una instalación receptora del agua pluvial que cae en las zonas urbanas. [12]

2.3.3. Manual de Carreteras, Sección Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

El manual contiene razonamientos consistentes de pavimento y suelo que facilitan su aplicabilidad en el diseño de capas superiores y de la superficie de carreteras. [15]

2.3.4. Manual de Ensayos de Materiales.

El manual estandariza la técnica y procedimiento, para realizar los ensayos in situ y/o en laboratorio, referente a los proyectos de infraestructura vial. [16]

El manual está dividido por varias secciones de las cuales solo se tomará las que tienen afinidad con el tema de investigación, estas son:

- ✓ Suelos.
- ✓ Agregados.
- ✓ Cementos y Aglomerantes.
- ✓ Concreto.
- ✓ Drenaje.

2.3.5. Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial.

Este libro contiene conocimientos fundamentales, principios y aplicaciones de la hidrología de superficie, dividido en diferentes capítulos, de los cuales solo serán útiles para el progreso de la indagación, los siguientes:

- ✓ Primer capítulo: Se describen los aspectos más importantes relacionados con la hidrología superficial, como su definición y alcance en ingeniería, así como también las características de los procesos que intervienen en el ciclo hidrológico.
- ✓ En el capítulo 2: Se realiza la descripción de la cuenca hidrológica.
- ✓ En el capítulo 4: Describir las relaciones recíprocas que se dan entre los procesos de escorrentía y precipitación. [22]

2.3.6. Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental

Esta guía metodológica es necesaria para llevar a cabo una EIA y/o auditoría y autorizaciones ambientales integradas, AAI.

En esta Guía se podrá extraer información relevante para desarrollar el tema de investigación como son: [11]

- ✓ Tipos de Factores y Acciones.

- ✓ Definición de Presión antrópica.
- ✓ Estado ambiental.
- ✓ Medidas de respuesta.
- ✓ Funciones de transformación.
- ✓ Análisis por el Método Batelle-Columbus.
- ✓ Análisis por la matriz de Leopold.

2.3.7. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Este documento es un norte para la planificación de las obras de drenaje superficial y subyacente de la infraestructura vial adecuada para cada sitio del proyecto.

Permite al diseñador obtener una estimación consistente de la magnitud de la escorrentía de diseño, diseñar instalaciones de drenaje que consientan inspeccionar y tratar el exceso de escorrentía superficial y subterránea por encima y por debajo de ella, por lo que no pueden afectar la estabilidad de la estructura de la superficie de la carretera, de acuerdo con los requerimientos hidrogeológicos y geomorfológicos del área de estudio, y no afecten el sistema de drenaje natural del área o las inmediaciones de la obra. [24]

2.3.8. Reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos naturales y artificiales.

Establece métodos y normas para delimitar los límites donde residen los ductos. [25]

2.3.9. Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

Sus objetivos son la morbilidad de la población, la supervivencia de ecosistemas sanos, viables y funcionales, así como la sostenibilidad nacional a través de la prevención, protección y restauración del medio ambiente y sus componentes, la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales para asegurar el desarrollo posible. [26]

Tabla 4. “Resumen de Bibliografías de acuerdo con los Objetivos Específicos”

	<i>Objetivos Específicos</i>	<i>Nº de Bibliografía</i>
1	Fijar las características geomorfológicas y mecánicas del suelo.	10, 12, 15, 16, 17 y 18.
2	Realizar la encuesta de tráfico vial para determinar el IMDA (Índice Medio Diario Anual).	10, 17 y 18.
3	Desarrollar el estudio hidrológico.	19, 20, 21 y 22.
4	Analizar los diferentes Diseños de pavimento.	01, 08, 10, 15, 17 y 18.
5	Diseñar el sistema de drenaje pluvial.	02, 03, 04, 05, 06, 07, 09, 17, 18, 19, 20, 21 y 22.
6	Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto.	11
7	Elaborar los planos del proyecto y documentación correspondientes.	01, 08, 10, 12, 15, 17 y 18.
8	Identificar el diseño del sistema de pavimentación y sistema de drenaje más eficiente para evacuar las aguas pluviales.	17 y 18.

Fuente: Elaboración propia

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

El nivel de investigación es de tipo cuantitativo y cualitativo. Es cualitativo o interpretativa o etnográfica, por lo que se enmarca en un proceso de planeamiento del problema, revisión de la literatura, recolección de datos, análisis de datos y el reporte de resultados, “sin control numérico con el objeto de explorar o refinar las interrogaciones de indagación en un proceso de interpretación” (Kinneer & James, 1997). [33]

Primero, es de tipo cualitativo ya que se partió del planteamiento del problema: ¿Cuál es el diseño de pavimentación y sistema de drenaje pluvial que ayude a la transitabilidad y evacuación eficiente de las aguas pluviales en los Centros Poblados de la Unión y San Francisco de Asís del departamento de Lambayeque?, y para darle solución se procedió a la revisión de distintas literaturas, principalmente del RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) de carácter normativo cuyo cumplimiento es obligatorio en toda proyección o ejecución de habilitaciones urbanas y edificaciones a nivel nacional. El siguiente paso es recopilar datos. En este caso, estudios de tránsito vial, estudios topográficos, estudios de mecánica de suelos, estudios hidrológicos y estudios de impacto ambiental, obtenido estos datos se procederá a analizarlos para procesarlos y obtener los resultados requeridos para el diseño respectivo tanto para la pavimentación y drenaje pluvial.

Segundo, también es cuantitativa porque tiene la función de la valoración de impacto, por el motivo que aporta datos de importancia para interpretar los procedimientos que están detrás de los resultados. Según el World Bank (2003), pueden utilizarse para optimizar la calidad de las valoraciones cuantitativas. [29]

El informe presenta una sección de tipo cuantitativa, específicamente en la parte media del informe donde se hace uso de los datos obtenidos de la recolección de datos con el fin de desarrollar numéricamente el diseño del pavimento y sistema de drenaje pluvial.

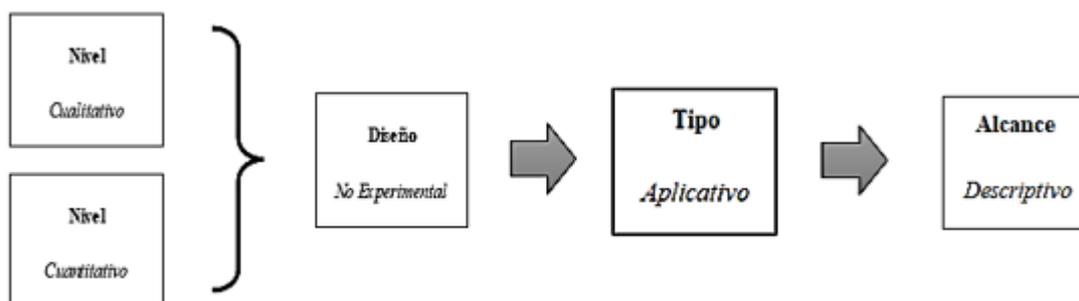
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El diseño no es experimental. Porque la investigación representa la realidad tal como aparece en una determinada situación de espacio y tiempo sin modificación. [34]

Esta investigación tiene un alcance descriptivo, autores como Babbie (1979), Selltiz et al (1965) el alcance descriptivo busca desarrollar una representación del fenómeno estudiado a partir de sus características midiendo variables o conceptos.

La investigación realizada es de tipo aplicativa, por lo que se utilizó metodologías y diseños ya existentes y establecidos, de igual modo se complementó con múltiples revisiones de las literaturas científicas, buscando responder la pregunta de investigación.

Imagen 1. “Diseño de Investigación



Fuente: Elaboración propia.

3.3. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO.

3.3.1. Población.

Está compuesta por la longitud de interacción y desarrollo relacionadas con todas las calles del C.P. San Francisco de Asís del Distrito de Chiclayo y el C.P. La Unión del Distrito Pomalca.

- Longitud total de las calles del C.P. San Francisco de Asís = 9.8 km
- Longitud total de las calles del C.P. La Unión = 8.1 km

TOTAL = 17.9 km del total de calles de ambos centros poblados.

3.3.2. Muestra.

Siendo una población finita se hará uso de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la Población o Universo

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

e = Erro de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

Con un margen de error del 3%, con un nivel de confianza del 95% obtenemos 969 metros de longitud como muestra.

Para cumplir con el 30 % de la población sugerida, se optó como por un total de 5.4 km de longitud.

Siendo el informe de tipo aplicativo con similitud a un expediente, se considera desarrollar la población sugerida con el objetivo de resolver adecuadamente y de forma eficiente, de acuerdo con la norma, importancia y funcionalidad.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Por ser una investigación no experimental-aplicativa, se considera una sola variable:

Tabla 5. “Operacionalización de Variables”

<i>Variable</i>	<i>Definición Conceptual</i>	<i>Definición Operacional</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Indicador</i>	<i>Ítem</i>
Diseño de Pavimentación y Drenaje Pluvial	La acumulación de aguas pluviales o también llamados empozamientos, en este caso referido a la captación de aguas de lluvia, son generalmente ocasionados por la geomorfología del terreno, cuya topografía presenta múltiples depresiones, convirtiéndose en depósitos naturales que, en tiempos de lluvias, estas depresiones son llenadas por las precipitaciones, lo que origina en consecuencia intransitabilidad para todo ser terrestre que habita alrededor de estos terrenos.	Los empozamientos de aguas pluviales en calles urbanas, identifica a ciertas necesidades de infraestructura vial e hidráulica que permiten una adecuada transitabilidad y seguridad, está se evalúa en base a la medición de precipitaciones, topografía, tipo de suelo, tipo de pavimento e impacto ambiental.	Tráfico Vial	Estudio de Tráfico, IMDa, N° de Ejes equivalentes,	Estaciones de conteo, clasificación de vehículos, tasa de crecimiento anual, proyección de tráfico futuro y periodo de diseño.
			Topografía	Ubicación geodésica, perfiles longitudinales y secciones transversales.	Coordenadas y cotas.
			Suelos	Exploración y muestreo del suelo, caracterización de la subrasante.	Análisis granulométrico, LL, LP, %H, clasificación SUCS y AASHTO, contenido de sulfatos, cloruros y sales solubles totales.
			Hidrología	Estaciones de meteorología	Data meteorológica, precipitaciones máximas, periodo de retorno, análisis estadístico, pruebas de bondad, tormenta de diseño, tiempo de concentración, intensidad máxima y caudales.
			Geometría Vial	Clasificación de carreteras.	Velocidad de diseño, pendientes máximas, ancho de calzada, bombeo, cunetas
			Estructura del Pavimento	Tipo de pavimento y capas Estructurales.	Características del pavimento, módulos resilientes, coeficientes estructurales, números estructurales.
			Drenaje Pluvial	Cuneta	Caudal de Aporte, Talud, rugosidad, pendiente, tirante y ancho de base.
			EIA	Acciones, factores ambientales, magnitud e importancia.	Resumen ejecutivo, marco legal, descripción y análisis del proyecto, área de influencia, línea base ambiental, pasivos ambientales, impactos ambientales, plan de participación ciudadana, plan de manejo y compensación ambiental.

Fuente: Elaboración Propia

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE MEDICIÓN.

3.5.1. TÉCNICAS:

Las técnicas utilizadas fueron las siguientes:

➤ OBSERVACIÓN.

La observación es un juicio que requiere una vigilancia voluntaria, selectiva, intelectual, final o juzgadora a través de un proceso sistemático. [28]

Durante el desarrollo de este informe, se necesitó hacer uso de esta técnica específicamente para identificar el problema de investigación, continuando con la obtención de datos por conteo e identificación vehicular, así también para la identificación estratégica de puntos topográficos y puntos de muestreo para los EMS (Ensayos de Mecánica de Suelos) y por último el análisis medio ambiental del lugar del proyecto para el progreso del EIA (Estudio de Impacto Ambiental).

❖ REVISIÓN DOCUMENTAL.

También conocido como análisis de contenido o análisis de texto, es una técnica utilizada para estudiar y analizar de manera objetiva, sistemática y cuantitativa con el fin de sacar conclusiones válidas. [20]

Las técnicas de observación complementado con una minuciosa revisión documental para este tipo de investigación fueron las siguientes:

- **MECÁNICA DE SUELOS:**

- ✓ NTP 339.127 - Contenido de Humedad.
- ✓ NTP 339.128 - Análisis Granulométrico.
- ✓ NTP 339.129 - Índice de plasticidad, límite líquido y plástico del suelo.
- ✓ NTP 339.131 - Peso Específico Relativo de Sólidos.
- ✓ NTP 339.141 - Ensayo de Compactación Proctor Modificado.
- ✓ NTP 339.145 - Determinación del C.B.R. (California Bearing Ratio).
- ✓ NTP 339.152 - Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea.
- ✓ NTP 339.177 - Contenido de Cloruros Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea.
- ✓ NTP 339.178 - Contenido de Sulfatos Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea.

- **TOPOGRAFÍA:**

- ✓ **Curvas de nivel:** Representación gráfica en vista en planta de la morfología del terreno a través de múltiples cotas en toda el área de desarrollo por medio de levantamientos topográficos.
- ✓ **Perfil Longitudinal:** Representación gráfica en vista en perfil de tramos específicos, identificando cotas y progresivas.

- ✓ **Secciones Transversales:** Representación gráfica de forma perpendicular al eje del perfil longitudinal, cuyo fin principal es obtener los volúmenes de los movimientos de tierras tanto de corte como de relleno.

- **PAVIMENTOS:**
 - ✓ **Metodología AASHTO 93:** Diseño de una estructura de pavimento flexible, [31].

 - ✓ **Manual de Diseño de Vías Urbanas:** Técnicas, parámetros y ordenamientos para el diseño de la construcción vial. [10]

- **HIDROLOGÍA:**
 - ✓ **Método de intensidad por regresión potencial:** Genera las curvas IDF por medio de los cambios de variables.

- **IMPACTO AMBIENTAL:**
 - ✓ Factores.
 - ✓ Acciones.
 - ✓ Medidas de prevención, mitigación o compensación.

3.5.2. INSTRUMENTOS:

Los instrumentos utilizados fueron las siguientes:

- **GUÍA DE COTEJO:**
 - **Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos:**
 - ✓ Porcentaje de Humedad: Horno a temperatura según norma, depósitos y balanzas con precisión según.
 - ✓ Granulometría: Tamices con aberturas a medida según norma, depósitos, balanzas con precisión según NTP 399.128 (ASTM D422).
 - ✓ Límites de Atterberg: balanzas con precisión según norma, cucharón, ranurador, copa de Casagrande NTP 399.129 (ASTM D431S).

- ✓ California Bearing Ratio (CBR): Molde, barra de metal lisa con punta semiesférica, disco espaciador, trípode. pesos, balanzas con precisión según norma, espátula, horno a temperatura según NTP 339.145 (ASTM D1883).
- ✓ Proctor Modificado: Molde, barra de metal lisa con punta semiesférica, martillo de goma, horno a temperatura según norma, Tamices con aberturas a medida según norma, balanzas con precisión según norma, espátula, todo según NTP 399.141(ASTM D1557).
- ✓ **Peso específico: Balanza electrónica, fiolas.**

- **Levantamiento Topográfico:**

- ✓ Estación Total.
- ✓ Trípodes.
- ✓ Prismas.
- ✓ Nivel.
- ✓ Mira.
- ✓ GPS navegador.

- **Programa de informática:**

- ✓ Microsoft Office: Excel, Power Point, Word, MS Project.

- **Programas de Ingeniería:**

- ✓ AutoCAD 2022
- ✓ Civil 3D 2022
- ✓ S10
- ✓ HIDROESTA
- ✓ HYDROGNOMON

- **Estudio de Tránsito:**

- ✓ Tabla de Formato de Clasificación Vehicular – MTC.
- ✓ El conteo vehicular tiene como fin conocer los volúmenes de tráfico, composición y variedad por día.

Para obtener el IMDA es necesario usar la siguiente fórmula:

$$IMDs = \frac{v_i}{7} * \text{conteo de 7 días.}$$

$$FCm = \frac{IMD \text{ unidad de peaje}}{IMD \text{ del mes del estudio de la unidad de peaje}}$$

$$IMDa = IMDs * FC$$

$$Pf = Po * (1 + Tc)^n$$

Donde:

- IMDs: Índice Medio Diario Semanal de la Muestra vehicular tomada
- IMDA: Índice Medio Diario Anual.
- Vi: Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.
- F.C: Factor de Corrección Estacional.
- FCm: Factor de corrección mensual clasificado por cada tipo de vehículo.
- IMD: Volumen promedio diario anual clasificado de la unidad de peaje.
- IMD mes del estudio: Volumen promedio diario del mes en unidad de peaje.
- P_f = Transito final
- P_o = Transito inicial (año base).
- n = Año futuro de proyección.
- Tc = Tasa crecimiento anual por tipo de vehículo.

Imagen 2.

“Formato para conteo vehicular”

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA																			ESTACION			
SENTIDO																			DIA			
UBICACIÓN																			FECHA			
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMONETAS			MICRO	BUS		CAMON			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
		PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3					
0-1																						
1-2																						
2-3																						
3-4																						
4-5																						
5-6																						
6-7																						
7-8																						
8-9																						
9-10																						
10-11																						
11-12																						
12-13																						
13-14																						
14-15																						
15-16																						
16-17																						
17-18																						
18-19																						
19-20																						
20-21																						
21-22																						
22-23																						
23-24																						
TOTALES																						

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

- **Impacto Ambiental:** Análisis por el Método Batelle-Columbus y matriz de Leopold.

Imagen 3.

“Matriz de Leopold”.

MAGNITUD Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo.	ACCIONES																																							
	OBRAS PROVISIONALES Y														ARQUITECTURA										GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		JARDINERÍA													
	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				OBRAS DE CONCRETO ARMADO										ARQUITECTURA										GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		JARDINERÍA													
	MANEJO DE TIERRAS Y OBRAS	ALMACÉN	OTROS	CASAS DE QUIMIOGRAFÍA	DESGLOSE DE TIERRAS	AGUAS Y ELABORACIÓN	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXISTENTE	REVISIÓN Y COMPACTACIÓN	TRABAJOS DE APUNTALAMIENTO	INSTALACIÓN DE OBTURACIÓN	TRABAJOS DE ALEROS	REVISIÓN DE ALEROS	FORJES EN OBRAS DE ACERO	REVISIÓN DE EMPUJONES	TRABAJOS DE CIMENTACIÓN, GRUAS Y PUNTALES	TRABAJOS DE ALEROS PARA LA ALEROS	VANOS DE CONCRETO PULCRIFICADO	TRABAJOS DE CONCRETO	CIMENTACIÓN EN TIERRAS	ALEROS	REVISIÓN DE CONCRETO	CONCRETO EN ALEROS Y EMPUJONES	PREPARACIÓN DE LA OBRERA	TRABAJOS DE MATERIALES PARA ALEROS	PREPARACIÓN DE LA OBRERA PARA ALEROS	CONCRETO	TRABAJOS	INSTALACIÓN DE PISOS	REVISIÓN DE ALEROS Y EMPUJONES	REVISIÓN DE ALEROS	INSTALACIÓN DE EMPUJONES	CARPINTERÍA METALICA	INSTALACIÓN VIDRO	VIDRO	INSTALACIÓN DE CIMENTACIÓN	INSTALACIÓN DE OBTURACIÓN	REVISIÓN	INSTALACIÓN DE PAREDES Y VENTANAS	REVISIÓN	REVISIÓN DE ALEROS Y OBTURACIÓN
FACTORES	AIRE																																							
	DIFUSIÓN DE GASES	/																												0										
	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	/																												0										
	NIVEL DE RUIDO	/																																						
	AGUA																																							
	AGUA SUBTERRÁNEA	/																																						
	AGUA POTABLE	/																																						
	SUELO																																							
	MORFOLOGÍA DEL SUELO	/																																						
	CAMBIO DE USO	/																																						
	COMPACTAMIENTO	/																																						
	VARIACIONES EN LA DENSIDAD	/																																						
	PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS	/																																						
	AMBIENTE																																							
CAPACIDAD DE FILTRACIÓN	/																																							
FLORA																																								
PLANTAS ORNAMENTALES	/																																							
ÁRBOLES	/																																							
FAUNA																																								
ANIMALIA	/																																							
PROFUNDIDAD	/																																							
RESISTENCIA	/																																							
CALIDAD VISUAL																																								
PASAJE	/																																							
FACTORES SOCIOECONÓMICOS																																								

Fuente: Elaboración propia

Imagen 4. “Método Batelle-Columbus”

ECOLOGÍA:

ESPECIES Y POBLACIONES		ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL				SEÑALES DE ALERTA	
		TABLAS	C.A. S/PROYECT	C.A. C/PROYECT	CON PROYECTO		SIN PROYECTO
TERRESTRES							
14	Pastizales y praderas						
14	Cosechas						
14	Vegetación natural						
14	Especies dañinas						
14	Aves de caza continentales						
ACUÁTICAS							
14	Perquerías comerciales						
14	Vegetación natural						
14	Especies dañinas						
14	Pesca deportiva						
14	Aves acuáticas						
140	Sub total						
HÁBITATS y COMUNIDADES							
TERRESTRES							
12	Cadenas alimentarias						
12	Uso del suelo						
12	Especies raras y en peligro						
14	Diversidad de especies						
ACUÁTICAS							
12	Cadenas alimentarias						
12	Especies raras y en peligro						
12	Características fluviales						
14	Diversidad de especies						
100	Sub total						

Fuente: Elaboración propia

3.6. PROCEDIMIENTOS.

3.6.1. ESTUDIO DE TRÁFICO.

3.6.1.1. Estaciones de Conteo:

Se recorrerá la zona del proyecto, identificando las diferentes estaciones de forma estratégica para la realización del conteo vehicular.

El aforador ejecutará el conteo de forma diaria, por el tipo, sentido y de acuerdo con la clase de vehículos, haciendo uso de un formato estándar como se muestra en la **imagen 2** para la recolección de datos.

3.6.1.2. Clasificación por Tipo de Vehículos:

✓ Vehículos Ligeros:

los vehículos ligeros corresponden a la clase L (no mayor a tres ruedas) y M1 (para transportar pasajeros de ocho plazas, posee cuatro ruedas) sentados, excluido el asiento del conductor). [10]

✓ **Vehículos Pesados:**

Son aquellos que pertenecen a la categoría M (de cuatro ruedas para transportar personas, excepto la M1), N (de cuatro ruedas o más, para transportar mercancías), O (remolques y semirremolques) y S (combinaciones de M, N y O). [10]

3.6.1.3. Periodo del Estudio en Campo:

La recolección de datos del conteo vehicular se ejecuta diariamente por 7 días, las 24 horas, tiempo mínimo indicado por el manual de carreteras. [10]

3.6.1.4. Trabajo de Gabinete y Resultados:

Los formatos físicos para el conteo vehicular serán llenados por los aforadores y procesados en programas de cálculo.

Como resultado se obtendrá el Índice Medio Diario Anual (IMDA), con lo cual se podrá calcular el máximo volumen horario, utilizando los formatos establecidos en la Guía de conteo.

3.6.1.5. Factores de Corrección:

El volumen de tráfico es variable durante todo el año, por múltiples razones, como, por ejemplo: las estaciones del año, que influyen en las diferentes actividades del ser humano tanto interna como externamente de su lugar de origen, por tal razón es consecuente influir en los valores calculados, haciendo uso de un factor de corrección establecido, con el fin de llevar los resultados a un promedio Diario Anual.

los Factores de corrección son horario, diario y estacional, estos datos son proporcionados por el MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), a través de Provias Nacional, para cual es necesario inicialmente conocer los puntos de control de peajes más cercano al lugar de estudio. haciendo uso del mapa de peajes, en nuestro caso la unidad de peaje es Cuculí como se indica en la Imagen 7. y 8.

Una vez identificado la unidad de Peaje correspondiente al lugar del proyecto se procede al documento digital de cálculo dada igualmente por el MTC cuyo documento lleva el nombre de “Ficha Técnica Estándar para Carreteras Interurbanas – Sector transporte” en la pestaña “1.1 FC” allí se encontrará los factores de corrección para vehículos livianos y pesados se encuentran alrededor de la unidad de peaje promedio anterior, como se muestra en las dos figuras a continuación.

Los factores de corrección para el mes de abril son:

- FC = 1.1174, para vehículos ligeros
- FC = 1.1610, para vehículos pesados.

Imagen 5.

“Unidad de Peajes en funcionamiento a cargo de Provias Nacional”

Mapa de Peajes



Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones - Perú

Imagen 6.

“Unidad de Peajes en funcionamiento a cargo de Provias Nacional

No	UNIDAD DE PEAJE	UBICACION	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
1	CATAC	CARRETERA PATIVILCA - HUARAZ KM. 156+800 RN-14A	CATAC	CATAC	RECUAY	ANCASH
2	ATICO	PANAMERICANA SUR KM. 704+000	FLORIDA	ATICO	CARAVELI	AREQUIPA
3	PUNTA BOMBON	CARRETERA COSTANERA SUR KM 160+000. ISLAY AREQUIPA	PUNTA BOMBON	QUILCA	CAMANA	AREQUIPA
4	QUILCA	CARRETERA COSTANERA SUR KM 35+178 QUILCA-AREQUIPA	QUILCA	QUILCA	CAMANA	AREQUIPA
5	YAUCA	PANAMERICANA SUR KM. 565+000	YAUCA			AREQUIPA
6	RUMICHACA	VÍA LOS LIBERTADORES KM. 196+200 RN-24A	RUMICHACA	PARAS	CANGALLO	AYACUCHO
7	SOCOS	VIA LOS LIBERTADORES KM. 316+700 RN-24A	SOCOS	SOCOS	HUAMANGA	AYACUCHO
8	AGUAS CALIENTES	CARRETERA CUZCO - PUNO KM. 1152+400	AGUAS CALIENTES	MARANGANI	CANCHIS	CUSCO
9	SAYLLA	CARRETERA CUSCO - PUNO KM. 1,064+300 RN-03S	SAYLLA	CUSIPATA	QUISPICANCHI	CUSCO
10	AMBO	CARRETERA LA OROYA - HUÁNUCO KM. 210+000 RN-03N	CHASQUIPAMPA	AMBO	AMBO	HUANUCO
11	NAZCA	PANAMERICANA SUR KM. 437+300	BUENOS AIRES	NAZCA	NAZCA	ICA
12	PACRA	VIA LOS LIBERTADORES KM. 072+500 RN-24A	PACRA	PISCO	PISCO	ICA
13	CHACAPAMPA	CARRETERA LA OROYA - HUANCAYO KM 136+500 RUTA 003S	HUACRAPUQUIO	HUANCAYO	HUANCAYO	JUNIN
14	CHALHUAPUQUIO	CARRETERA DV. LAS VEGAS - LA MERCED KM. 89+240	CHALHUAPUQUIO	SAN RAMON	CHANCHAMAYO	JUNIN
15	CUCULI	PIMENTEL-CHICLAYO-CHONGOYAPE-PTE-CUMBIL KM 60+800	CUCULI	CHONGOYAPE	CHICLAYO	LAMBAYEQUE
16	MOCCE	ANTIGUA PANAMERICANA NORTE KM. 2+000 RN-01B	MOCCE	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE
17	LUNAHUANA	CARRETERA CAÑETE - YAUYOS KM. 12+400 RN-22	CP. AUGUSTO B. LEGUIA	IMPERIAL	CAÑETE	LIMA
18	TUNAN	CARRETERA PATIVILCA - CONOCOCHA KM. 13+440 RN-14	TUNÁN			LIMA
19	DESUDIO TALARA	PANAMERICANA NORTE KM. 1,086+300	DESUDIO TALARA	PARIÑAS	TALARA	PIURA
20	TAMBOGRANDE	PANAMERICANA NORTE KM. 1,035+000	PEDREGAL	SULLANA	SULLANA	PIURA
21	AYAVIRI	CARRETERA CUZCO - PUNO KM. 1,234+100 RN-03S	AYAVIRI	AYAVIRI	MELGAR	PUNO
22	ILAVE	CARRETERA PUNO - DESAGUADERO KM. 1,420+070 RN-03S	ILAVE	ILAVE	EL COLLAO	PUNO
23	PUNTA PERDIDA	CARRETERA DESAGUADERO - ILO KM 256+000	SANTA ROSA MAZOCRUZ	SANTA ROSA	EL COLLAO	PUNO
24	SICUYANI	CARRETERA BINACIONAL ILO - DESAGUADERO KM. 372+000 RN-34A	SICUYANI	DESAGUADERO	CHUCUITO	PUNO
25	POZO REDONDO	CARRETERA ILO - TACNA. COSTANERA SUR KM. 86+900 RN-01SA	POZO REDONDO	TACNA	TACNA	TACNA
26	CANCAS	PANAMERICANA NORTE KM. 1,196+500	CANCAS	ZORRITOS	CONTRALMIRANTE VILLAR	TUMBES

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones - Perú

Tabla 6.

“Factor de Corrección de Vehículos Ligeros por unidad de Peaje (2010-2016)”

N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros								
		FC	FC	FC	FC	FC	FC								
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9620	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000	
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000	
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000	
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000	
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000	
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000	
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000	
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000	
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000	
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000	
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000	
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000	
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000	
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000	
22	DESIVIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000	
23	DESIVIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000	
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000	
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000	
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000	
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000	
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886	1.0000	
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000	

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones - Perú

Tabla 7.

“Factor de Corrección de Vehículos Pesados por unidad de Peaje (2010-2016)”

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados								
		FC	FC	FC	FC	FC	FC								
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9322	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000	
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000	
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0268	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000	
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0000	
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000	
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000	
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000	
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000	
10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000	
13	CHALHUAPUQUID	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000	
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000	
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000	
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000	
17	CHULUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000	
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000	
21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000	
22	DESVID OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	1.0000	
23	DESVID TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000	
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000	
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9958	0.9754	0.9592	0.8049	1.0000	
26	FORTALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9852	0.9989	0.9807	0.9610	0.7830	1.0000	
27	HUACRAPUQUID	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1803	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000	
28	HUARMEY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000	
29	ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0536	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8853	1.0000	
30	ILAVE	1.0287	0.9435	0.9580	1.0108	1.0332	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0000	

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones - Perú

3.6.1.6. Índice medio diario anual (IMDA):

También conocida por sus siglas en inglés AADT (Average Annual Daily Traffic). Representa el volumen medio diario expresado para todos los días del año, y de manera cuantitativa muestra la importancia de la vía permitiendo calcular la viabilidad económica.

Los valores IMDA brindan información como las particularidades del diseño vial, clasificación y por ende también el desarrollo de programas de mejoramiento y/o mantenimiento. La carretera está diseñada para una cantidad o volumen específico de tráfico, determinado como la demanda promedio por día dada la cantidad promedio de vehículos, que aumenta a una tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden obtenerse manualmente o por determinados sistemas técnicos. [10].

El MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones) indica las siguientes fórmulas para hallar el IMD, estas

$$IMD_A = IMD_S * FC$$

$$IMD_S = \frac{(\sum Vi)}{7}$$

Donde:

- IMDS = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada.
- IMDA = Índice Medio Anual.
- Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo.
- FC = Factores de Corrección Estacional.

3.6.1.7. Proyección de Tránsito Futuro:

Para la proyección de una vía de comunicación se necesita saber las situaciones de operación de vialidad existente, como también conocer los escenarios de un futuro esperado.

Para las proyecciones del tráfico vehicular del Centro Poblado San Francisco de Asís del distrito de Chiclayo y del centro poblado La Unión del distrito de Pomalca, se hará uso de los resultados del conteo del tráfico vehicular, y las tasas de crecimiento poblacional del departamento de Lambayeque.

Para obtener estos datos relevantes se podrá hacer uso de la siguiente fórmula según el manual DG-2018:

$$Pf = Po * e^{Tc * n}$$

Donde:

- Pf = Tránsito final
- Po = Tránsito inicial (año base).
- n = Año futuro de proyección.
- Tc = Tasa crecimiento anual por tipo de vehículo.

La misma fórmula, pero con diferentes variables indicado en la ficha técnica estándar de OPMI (oficina de programación multianual de inversiones) del MTC (Ministerio de transporte y comunicaciones), la fórmula dada es la siguiente:

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

Donde:

- T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh. /día
- T_0 = Tránsito actual (año base) en veh. /día
- n = año futuro de proyección.
- r = tasa anual de crecimiento de tránsito.

Para obtener "r", la tasa de crecimiento de acuerdo con la región involucrada se obtendrá igualmente de datos ya establecidos por la OPMI, estos son:

Tabla 8. "Tasa de Crecimiento Anual de la Población (act. 2017)"

"Tasa de crecimiento de anual de la población (act. 2017)"

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

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones - Perú

3.6.1.8. Periodo de Diseño:

Es un tiempo determinado y seleccionado donde se establecen las características específicas del pavimento después de analizar distintas alternativas, cuyo fin es lograr las exigencias del servicio tanto en diseño como también en costo.

AASHTO recomienda los siguientes periodos según clasificación vial:

Tabla 9. “Periodo de Diseño”

CLASIFICACIÓN DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS (AÑOS)
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

Fuente: AASHTO para el Diseño de estructuras de Pavimentos

3.6.1.9. Factor direccional y factor carril:

Afecta la cuantía de vehículos pesados que se desplazan en un sentido u otro. Por lo general, la mitad del tráfico total en ambas direcciones, pero una dirección puede ser más importante que la otra según el tráfico. [15]

La cantidad del número de sentidos y la cantidad de carriles por vía se calculan en base a porcentajes o factores de ponderación que se aplique al IMD (ver **Tabla 10.**). [15]

Tabla 10.

“Factores de Distribución Direccional y de Carril”

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de 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
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos MTC/14

3.6.1.10. Número de repeticiones de ejes equivalentes EE:

AASHTO lo precisó al efecto de dañar el pavimento con un solo eje de dos ruedas de 8,2 toneladas, con ruedas a 80 lb/in². [15]

Los E.E., son factores de simetría que simbolizan el factor destructor de las cargas, por el tipo de eje del vehículo.

Tabla 11.

**“Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados,
Pavimentos Flexibles y Semirrígidos”**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos MTC/14

Tabla 12.

**“Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos
Rígidos”**

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

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos MTC/14

3.6.1.11. Cálculo ESAL:

Para el periodo de diseño, AASHTO recomienda un diseño proyectado entre 15 a 25 años.

3.6.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO. –

Parte de la ingeniería civil, basándose en la geometría plana, geometría del espacio, trigonometría y matemáticas. [32]

Mediante este estudio se puede elaborar una correcta representación gráfica física y/o digital.

3.6.2.1. Equipo de Trabajo:

El personal considerado para conformar la cuadrilla topográfica constará por lo menos de un operador o topógrafo y entre dos a cinco asistentes, junto a los equipos topográficos necesarios para las diferentes mediciones en la ubicación del proyecto.

3.6.2.2. Trabajo en Campo:

- **Poligonal:**

El trabajo de campo se realizará inicialmente con la inspección del campo, con el objetivo de ubicar estratégicamente puntos de referencia como puntos de estación (para la poligonal y radiación) así como también la ubicación de los BM's, con el fin de recolectar toda información relevante haciendo uso de instrumentos topográficos. Segundo, se realizará el levantamiento topográfico de la proyección de la poligonal, en este caso de circuito cerrado, esto proporcionó un control de cierre angular y lineal. Para establecer una poligonal cerrada en el terreno se hará uso de una estación total. La poligonal se iniciará y terminará en el mismo punto identificado como BM1 o E1, punto de inicio y fin. Al verificar el cierre de la poligonal, estos puntos se considerarán puntos de control y/o BM's, que ayudarán a realizar un levantamiento topográfico con mayor precisión.

- **Levantamiento Topográfico:**

Como tercer paso, se realizará el levantamiento topográfico en forma radial, haciendo uso de cada punto de estación de la poligonal y puntos internos de las ramificaciones de esta, según el criterio y necesidad del levantamiento topográfico.

Los datos levantados serán de manzanas, terreno, calles (eje- cada 20m), postes, tapa de buzones, veredas, áreas verdes, centros educativos, comerciales y de salud.

- **Trabajo de Gabinete:**

Consta del procesamiento de los datos obtenidos del levantamiento, cuyo objetivo es representar detalladamente de forma gráfica física y/o digitalmente la zona de estudio a través del conocimiento científico apoyándose de los diferentes programas de ingeniería, y así obtener los detalles planimétricos, altimétricos y geodésicos necesarios para el desarrollo de los objetivos específicos, en este caso: curvas de nivel, perfiles longitudinales, secciones transversales y volumen del movimiento de tierra.

3.6.3. ESTUDIO DE SUELOS. –

Tiene como propósito conseguir las propiedades mecánicas y físicas del suelo perteneciente al área de estudio, cuya información se extraerá mediante ensayos normados, para utilizar y obtener el diseño de la estructura del pavimento.

3.6.3.1. Exploración y Muestreo:

Preliminarmente se realizará ir y conocer el terreno o zona de trabajo para identificar y colocar estratégicamente los posibles puntos adecuados necesarios para realizar las calicatas correspondientes, para la extracción y el traslado de las muestras a ensayar.

El manual de carreteras, suelos y pavimento, en la sección 4.1, indica que el espaciamiento dependerá de los materiales subyacentes en el trazo de la vía, o como también en los siguientes casos:

- Cambio en la topografía.
- Por la naturaleza de los suelos (errática o irregular).
- Delimitar zonas de suelos considerados pobres o inadecuados.
- Zonas que soportan terraplenes para rellenos con alturas mayores de 5m.
- Zonas donde la rasante se encuentra próximas al terreno natural ($h < 0.6$ m).
- En zonas de cambio de corte a terraplén o viceversa.

3.6.3.2. Caracterización de la subrasante:

Se realizará calicatas con profundidades no menores de 1.5m por debajo de la cota rasante final. [15]

Los pozos son aún más profundos para suelos orgánicos y abiertos, aguas subterráneas, rellenos sanitarios, basura, etc. El número mínimo de calicatas por km es: [15]

Las calicatas se ubicarán según el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos MTC/14, a lo largo de las calles a pavimentar cubriendo el ancho de la calzada y de forma alternada. [15]

Para tramos entre 500 a 1000 m, la cantidad de calicatas se aplicará para un kilómetro indicado en la misma tabla. [15]

Tabla 13.

“Número de Calicatas para la Exploración de Suelos”

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos MTC/14

Los especímenes extraídos de las calicatas serán representativos, estas se identificarán por coordenadas WGS84, número de muestra y la profundidad de extracción.

El siguiente paso es colocar cada muestra en una bolsa de polietileno para su debido traslado al laboratorio, luego se extraerán las muestras representativas de la subrasante, para los ensayos MR (Módulo de resiliencia) o CBR, la cantidad de ensayos se realizará como se estipula en la tabla a continuación. [15]

Tabla 14.

“Número de Ensayos MR y CBR”

Tipo de Carretera	N° MR y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 MR cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos MTC/14

En caso el tramo tenga una longitud menor a la indicada, deberá ser tomada como mínima. [15]

El RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) estipulado en la norma CE.010, capítulo 3, indica la cantidad mínima de puntos de investigación, según el área determinada que depende del tipo de vía, como se muestra en la siguiente tabla, además, indica que se realizará un CBR cada 5 puntos de investigación como máximo y para cada tipo de suelo. [12]

Tabla 15.**“Número de Puntos de Investigación de Campo”**

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

Fuente: RNE, norma CE.010

3.6.3.3. Ensayos de Laboratorio:

El RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), en la norma CE.010, capítulo 3.3, indica las pruebas de laboratorio usadas en los EMS con el objetivo de la pavimentar, establecidas en la **tabla 15**. [12]

En el manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos del MTC/14 sección 4.4, indica los ensayos que se deben realizar a las muestras extraídas de las calicatas, estas son: [15]

❖ Ensayos Ordinarios:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E 107.
- Límite Líquido ASTM D-4318, MTC E 110.
- Límite Plástico ASTM D-4318, MTC E 111.
- Contenido de humedad ASTM D-2216, MTC E 108.
- Clasificación SUCS ASTM D-2487.
- Contenido Sulfatos ASTM D-516.
- Contenido Cloruros ASTM D-512.
- Contenido Sales Solubles Totales MTC E 219.
- Clasificación AASHTO M-145.

❖ Ensayos Especiales:

- California Bearing Ratio ASTM D-1883, MTC E 132, o Módulo resiliente de suelos de subrasante AASHTO T 274, MTC E 128.
- Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115.
- Equivalente de Arena ASTM D-2419, MTC E 114.
- Ensayo de Expansión Libre ASTM D-4546.
- Colapsabilidad Potencial ASTM D-5333.
- Consolidación Uniaxial ASTM D-2435.

Tabla 16. “Ensayos de Laboratorio con fines de pavimentación”

NORMA	DENOMINACIÓN
NTP 339.126:1998	SUELOS. Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo.
NTP 339.127:1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
NTP 339.128:1998	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
NTP 339.129:1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
NTP 339.131:1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de sólidos.
NTP 339.132:1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz N°200.
NTP 339.134:1998	SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería S.U.C.S.
NTP 339.135:1998	SUELOS. Clasificación de suelos para uso en vías de transporte.
NTP 339.139:1999	SUELOS. Determinación del Peso volumétrico de suelos cohesivos.
NTP 339.140:1999	SUELOS. Límite de contracción.
NTP 339.141:1999	SUELOS. Relación Humedad-Densidad por método de Proctor Modificado.
NTP 339.142:1999	SUELOS. Relación Humedad-Densidad por método de Proctor Estándar.
NTP 339.144:1999	SUELOS. Densidad in-situ de suelo y suelo-agregado por métodos nucleares (poca profundidad).
NTP 339.145:1999	SUELOS. Determinación del CBR (California Bearing Ratio – Valor Soporte de California) medido en muestras compactadas en laboratorio.
NTP 339.146:2000	SUELOS. Equivalente de arena de suelos y agregados finos.
NTP 339.147:2000	SUELOS. Permeabilidad en suelos granulares, método de carga constante
NTP 339.152:2002	SUELOS. Método de Ensayo Normalizado para la Determinación del Contenido de Sales Solubles en Suelos y Aguas Subterráneas.
NTP 339.177:2002	SUELOS. Método de Ensayo Para la Determinación Cuantitativa de Cloruros solubles en suelos y agua subterránea.
NTP 339.076:1982	CONCRETO. Método de Ensayo Para Determinar el Contenido de Cloruros en las Aguas Usadas en la Elaboración de Concretos y Morteros.

Fuente: RNE, norma CE.010

3.6.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO. –

Este estudio es necesario para conocer los intervalos hidrológicos precisos para evaluar el caudal máximo de salida para el diseño hidráulico de los sistemas de drenaje de aguas pluviales que eliminan el exceso de agua para proteger la propiedad y la vida. [12].

Es forzoso hacer uso de la data de precipitaciones máximas de 24 horas, los cuales dispone el SENAMHI y el ANA (Autoridad Nacional del Agua).

3.6.4.1. ESTACIÓN METEOROLÓGICA:

Se obtendrá la data meteorológica del lugar más próxima a al lugar del proyecto, en este caso se tendrá como referencia la Estación Reque.

Tabla 17. “Descripción de la Estación Reque”

Estación : REQUE					
Departamento :	LAMBAYEQUE	Provincia :	CHICLAYO	Distrito :	ETEN
Latitud :	6°53'10.07"	Longitud :	79°50'7.8"	Altitud :	13 msnm.
Tipo :	CO - Meteorológica	Código :	106046		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)	
	MAX	MIN		TOTAL	
1/05/2022	22.4	16.7	84.9	0	
2/05/2022	S/D	16.6	S/D	S/D	

Fuente: SENAMHI

3.6.4.2. DATOS METEOROLÓGICOS:

Los datos meteorológicos son necesarios para poder identificar la obligatoriedad para desarrollar un sistema de alcantarillado pluvial, según el RNE, norma CE.040.

Esta obligatoriedad se da en localidades cuyas precipitaciones se produzcan frecuentes con lluvias mayor o igual a 10 mm en 24 horas, Aunque la entidad prestadora de servicio podrá exigirla aún si no reúne la exigencia

mencionada, por consideración técnica y condiciones existentes. [12]

La información sobre las precipitaciones registradas por la Estación Reque se encuentra plasmadas en la **Tabla 17**.

En la **Imagen 11. y 12.** Según la data de SENAMHI, las precipitaciones máximas de 24 horas con respecto a la ubicación del proyecto son muy variable, por ende, se recurrirá al criterio, optando por los datos más desfavorables para el proyecto y/o de mayor precipitación, por lo tanto, aplicaría la obligatoriedad definida por el RNE, norma CE.040.

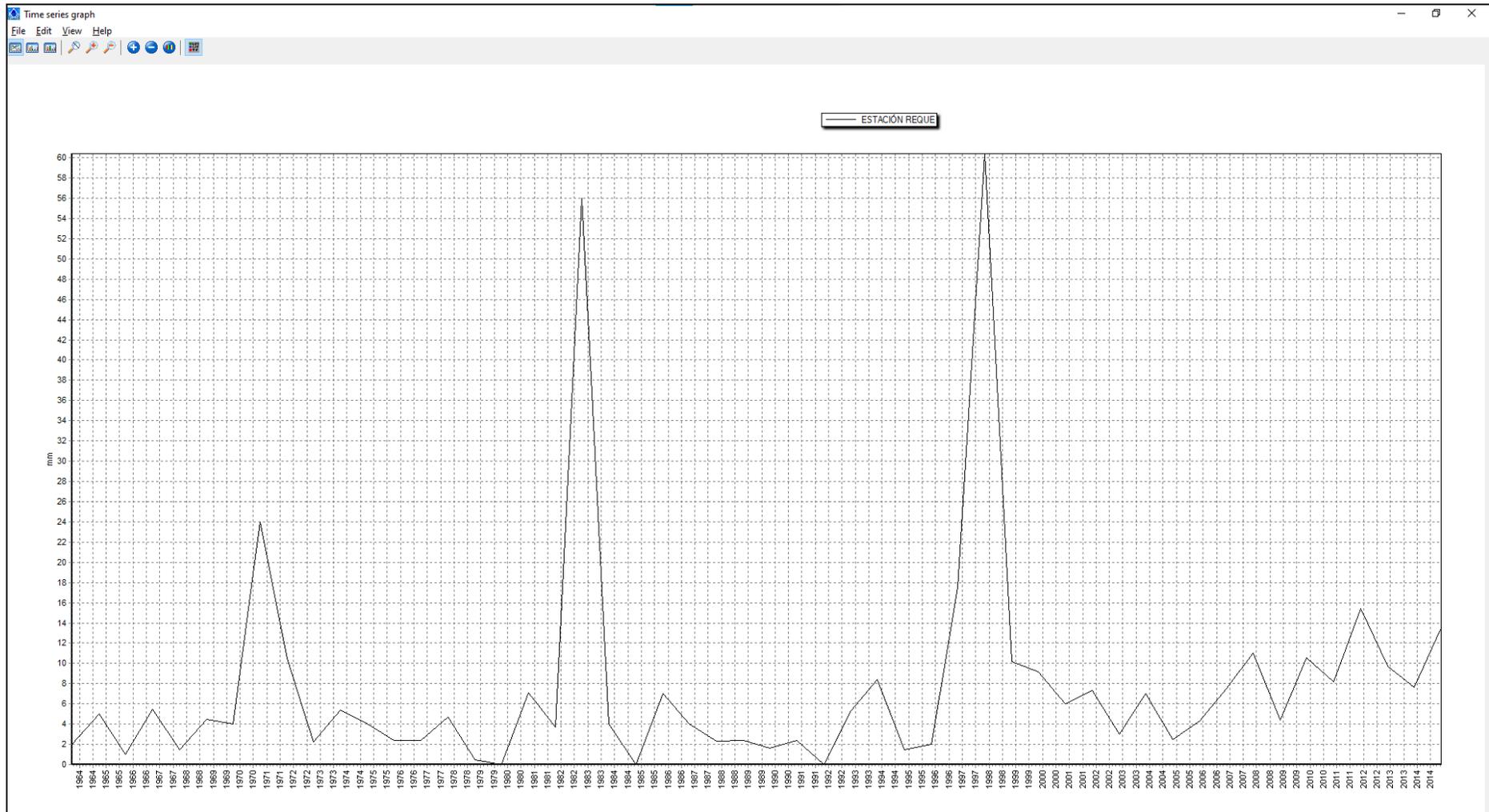
Tabla 18.

“Datos de precipitaciones máximas de 24 horas por año de la Estación Reque”

AÑO	Total general		
1964	2	1989	2.4
1965	5	1990	1.6
1966	1	1991	2.4
1967	5.5	1992	0
1968	1.5	1993	5.3
1969	4.5	1994	8.4
1970	4	1995	1.5
1971	24	1996	2
1972	10.5	1997	17.5
1973	2.2	1998	60.4
1974	5.4	1999	10.2
1975	4	2000	9.2
1976	2.4	2001	6
1977	2.4	2002	7.3
1978	4.7	2003	3
1979	0.5	2004	7
1980	0	2005	2.5
1981	7.1	2006	4.3
1982	3.7	2007	7.5
1983	56	2008	11
1984	4	2009	4.4
1985	0	2010	10.6
1986	7	2011	8.2
1987	4	2012	15.4
1988	2.3	2013	9.7
		2014	7.6
		2015	13.5

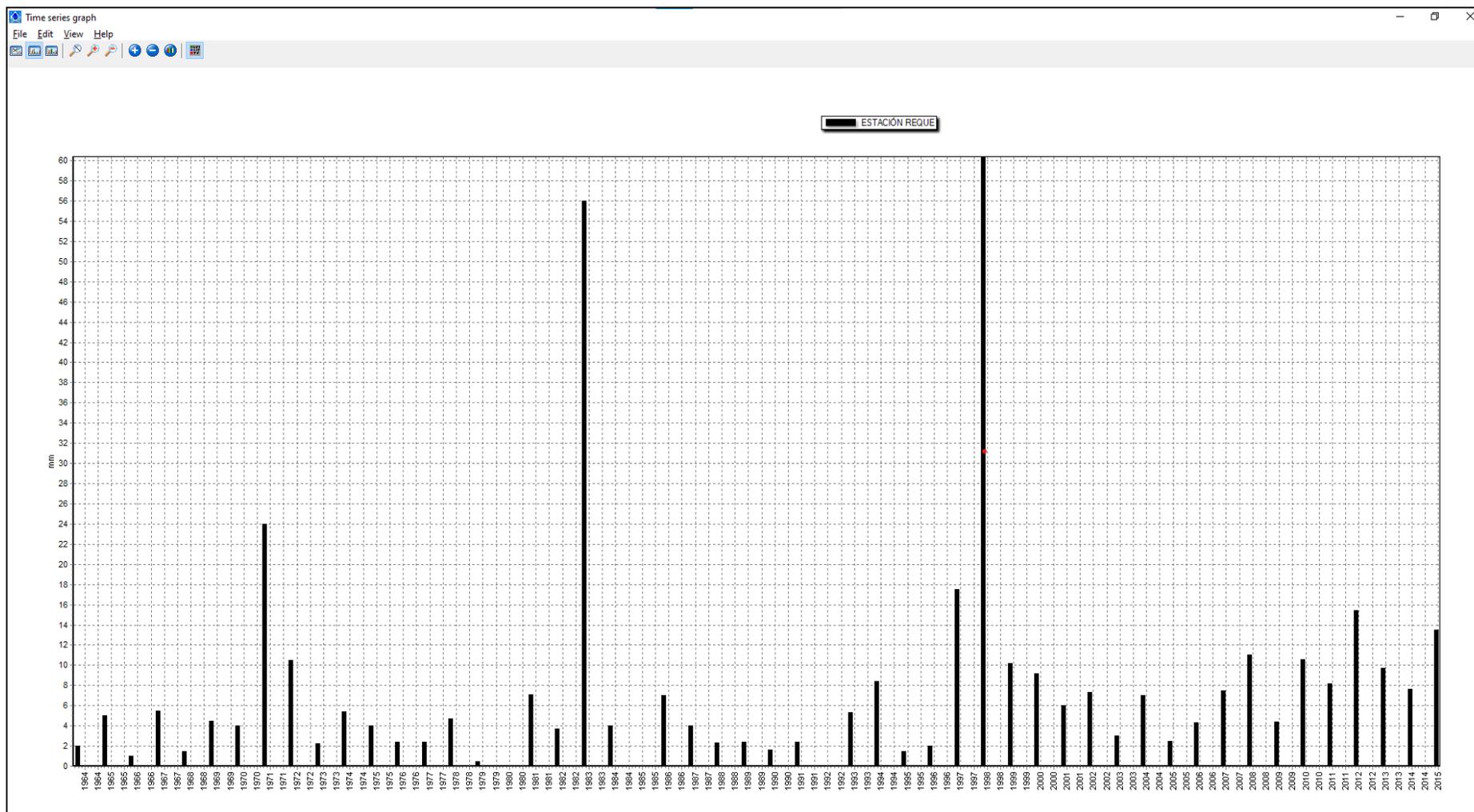
Fuente: SENAMHI

Imagen 7. “Gráfico de series temporales de la Estación Reque”



Fuente: SENAMHI (software Hydrognomon).

Imagen 8. “Gráfico barras de series temporales de la Estación Reque”



Fuente: SENAMHI (software Hidrognomon).

3.6.4.3. Consideraciones Hidráulicas para una Captación en Zona vehicular-Pista:

Los caudales de urbano menor se calcularán por el Método Racional para cuencas igual o menor a 3 km², en caso se tratase de una cuenca mayor entonces el caudal se calculará por el Método de Hidrograma Unitario o Modelos de Simulación. [12]

3.6.4.4. Periodo de Retorno:

Se deben considerar las analogías existentes como es la probabilidad de exceder un suceso, la existencia rentable de una estructura y el riesgo aceptable de falla. El riesgo aceptable de falla de acuerdo a la vida útil y al tiempo de retorno, esta resulta de: [24]

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

Tabla 19.

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
R										
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
R										
0,99	1	1,11	1,27	1,66	2,7	5	5,9	11	22	44

Fuente: MONSALVE, 1999.

Fuente: MTC – Hidrología, Hidráulica y Drenaje

De acuerdo con esta tabla el MTC recomienda hacer uso Los niveles máximos aceptables de riesgo para obras de drenaje se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 20.

“Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje”

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
- Se recomienda un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(**) - Vida Útil considerado (n)

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.

- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El Propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Fuente: MTC – Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Tabla 21.

“Guía para la Selección de Periodos de Retorno”

Cuadro 1. Guía para la selección de periodos de retorno.		
No.	Tipo de proyecto o obra	Período de retorno (años)
1	Drenaje urbano y rural [bajo riesgo] (hasta 100 ha)	5 a 10
2	Drenaje rural [mediano riesgo] (más de 100 ha)	10 a 25
3	Drenaje urbano [mediano riesgo] (más de 100 ha)	25 a 50
4	Drenaje vial (mediano riesgo)	25 a 50
5	Aliviadero principal (presas)	25 a 100
6	Drenaje vial (alto riesgo)	50 a 100
7	Diques longitudinales [mediano riesgo]	50 a 100
8	Drenaje urbano [alto riesgo] (más de 1,000 ha)	50 a 100
9	Desarrollo de zona de inundación	100
10	Diseño de puentes (pilares)	100 a 500
11	Diques longitudinales [alto riesgo]	200 a 1000
12	Aliviadero de emergencia (presas)	100 a 10,000 (PMP)
13	Hidrograma de borde libre [para una presa de clase (c)]	10,000 (PMP)

Fuente: Dr. Víctor M. Ponce.

El RNE, la Norma CE.040 Drenaje Pluvial Urbano, capítulo 3, artículo 11, indica que el periodo de retorno estará comprendido entre 2, 5, 10 o menor de 25 años en caso se tratase de precipitaciones de moderada frecuencia, en caso contrario el diseño estará comprendido para un periodo de retorno mayor de 25 años. [12]

El proyecto es un sistema de drenaje de precipitaciones de moderada frecuencia, por lo tanto, el periodo de retorno se considerará entre menor a 25 años.

3.6.4.5. Análisis Estadístico:

Para los modelos distribucionales se requiere el análisis de frecuencias con el objetivo de estimar la precipitación, intensidad o escorrentía máxima para desiguales periodos de retorno a través de modelos probabilísticos. Se sugiere usar la siguiente función de distribución de probabilidad teórica: [24]

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 parámetros
- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Gamma 2 parámetros
- Distribución Gamma 3 parámetros
- Log Pearson tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

Para el desarrollo de estas funciones se realizarán a través de programas computaciones como HIDROESTA 2 y HYDROGNOMON 4.

3.6.4.6. Pruebas de Bondad de Ajuste:

Su objetivo es confirmar los datos de muestras independientes de la distribución seleccionada, principalmente son la X^2 y la de Kolmogorov-Smirnov. En este proyecto se utiliza la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esto da una indicación de qué tan bien encajan las distribuciones y le permite elegir la mejor distribución. Además, La prueba radica en cotejar el valor mayor categórico de la diferencia 'D' entre la función de distribución de probabilidad observada $F_o(x_m)$ y la función estimada $F(x_m)$.

$$D = \frac{máx}{Fo(xm) - F(xm)}$$

Si $D < d$, se acepta la hipótesis nula. [24]

Tabla 22.

“Valores críticos (d) para la Prueba de Kolmogorov-Smirnov”

TAMAÑO DE LA MUESTRA	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.57
10	0.37	0.41	0.49
15	0.3	0.34	0.4
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
35	0.2	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

Fuente: Aparicio, 1999 - MTC.

la prueba de Kolmogorov-Smirnov supera la prueba de X² debido a que Compare datos con modelos estadísticos sin agrupar. Se calcula como [24]:

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

- m: número de orden de dato “xm” en una lista de mayor a menor.
- n: número total de datos.

Para el desarrollo de este proyecto se optó por la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

3.6.4.7. Determinación de la Tormenta de Diseño:

Abarca desde el uso de la precipitación para métodos racionales para determinar el caudal máximo en alcantarillados pluviales y alcantarillas de caminos hasta el uso de hietogramas de tormentas para el análisis de la escorrentía de la precipitación. [24]

$$t_c = t_0 + t_f$$

Donde:

- t_0 : tiempo de entrada, hasta alguna alcantarilla.
- t_f : tiempo de flujo en los alcantarillados hasta el punto de interés.

$$t_f = \sum \left(\frac{L_i}{V_i} \right)$$

En cuanto a las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia, siendo un mecanismo de diseño que tiene como fin relacionar las intensidades de la lluvia, con su duración y su frecuencia o probabilidad de ocurrencia, llamado de otro modo: periodo de retorno. [24]

La que intensidad es la tasa temporal de precipitación (mm/h), puede expresarse como: [24]

$$i = \frac{P}{Td}$$

donde:

- P: profundidad de lluvia (mm).
- Td: duración (hr).

La frecuencia es el intervalo de tiempo promedio está en función del periodo del retorno. [24]

$$f = \frac{1}{T}$$

El modelo general de las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia se puede expresar de forma general de la siguiente manera: [24]

$$I = \frac{a}{(D + b)^m}$$

donde:

- I: intensidad de lluvia de diseño.
- D: duración.
- a, b y m: coeficientes que varían con el lugar y el periodo de retorno.

En Perú, por su escasa información pluviográfica es difícil elaborar las curvas de IDF. Por ende, el valor de la Intensidad máximas en 24 hr será multiplicada por un coeficiente de duración. [24]

Tabla 23.

“Coeficientes de duración de Lluvias entre 1 a 48 horas”

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.5
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.9
20	0.93
22	0.97
24	1
48	1.32

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

3.6.4.8. Tiempo de Concentración:

El tiempo que tarda una gota de agua en viajar desde el punto más distante hasta el punto de salida de la cuenca. [24]

Este tiempo es un sistema de drenaje pluvial: [24]

$$t_c = t_0 + t_f$$

Donde:

- t_0 : tiempo de entrada, hasta alguna alcantarilla.
- t_f : tiempo de flujo en los alcantarillados hasta el punto de interés.

$$t_f = \sum \frac{L_i}{V_i}$$

Las ecuaciones necesarias para el cálculo del tiempo de concentración se indican en la siguiente tabla: [24]

Tabla 24.

“Fórmulas para el Cálculo del Tiempo de Concentración”

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA t_c (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t_c por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.</p>	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
Izzard (1946)	$t_c = \frac{525.(0.0000276i + c).L^{0.33}}{S^{0.333} . i^{0.667}}$ <p>i = intensidad de lluvia, mm/h c = coeficiente de retardo L = longitud de la trayectoria de flujo, m. S = pendiente de la trayectoria de flujo, m/m.</p>	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y Áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de i por L debe ser ≤ 3800 .
Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$ <p>C = coeficiente de escorrentía del método racional. L = longitud del flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m</p>	Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.

Fuente: MTC – Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Para este proyecto se utilizará la fórmula “ T_c ” según Federal Aviation Administration (1970):

$$t_c = \frac{0.7035 * (1.1 - C) * L^{0.5}}{S^{0.333}}$$

3.6.4.9. Estimación de Caudales:

Se utilizó el método racional, debido a que el área de drenaje no supera los 13 km² como menciona el RNE, norma CE.040. Este método hace una estimación del caudal máximo (Q_{máx}) desde la precipitación, muy usados para cuencas, A < 10 km², además se debe tener en cuenta que la duración "P" es igual a "t_c".

La descarga máxima de diseño se adquiere de:

$$Q = 0.278 * CIA$$

Donde:

- Q: descarga máxima de diseño (m³/s)
- C: coeficiente de escorrentía.
- I: intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h).
- A: Área de la cuenca (km²).

Tabla 25.

“Coeficientes de Escorrentía-Método Racional”

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de Carreteras, Hidrología, hidráulica y Drenaje.

Tabla 26.

“Coeficientes de Escorrentía para ser Utilizado en el Método Racional”

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
AREAS URBANAS							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
AREAS NO DESARROLLADAS							

Fuente: RNE, norma E.060 (Drenaje Pluvial Urbano).

3.6.5. DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS. -

Es la determinación de la geometría de las vías propiamente dicha, donde estarán definidas sus dimensiones de acuerdo con la necesidad que se requiere y a la vez adaptándose e integrando su entorno para una mayor funcionalidad, con vistas a la actualidad y a un futuro cercano con respecto a la transitabilidad y crecimiento poblacional.

3.6.5.1. Clasificación de las Carreteras:

En cuanto a Perú se refiere, las carreteras se clasifican en función a su demanda, el manual indica 6 tipos de carreteras según su demanda, entre ellas tenemos: [10]

- Autopistas de primera clase
- Autopistas de segunda clase
- Carreteras de primera clase.
- Carreteras de segunda clase.
- Carreteras de tercera clase.
- Trochas carrozables.

Además, en el Perú, de acuerdo con la orografía se pueden clasificar en terrenos planos (tipo 1), terrenos ondulados (tipo 2), terrenos accidentados (tipo 3) y terrenos escarpados (tipo 4). [10]

3.6.5.2. Velocidad de Diseño:

Estará definida con respecto a la clase de acuerdo a la orografía o demanda de la carretera que se desea diseñar, como se indica en la siguiente tabla: [10]

Tabla 27.

“Rangos de la Velocidad de Diseño en Función a la Clasificación de la Carretera por Demanda y Orografía”

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
Autopista de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Autopista de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de tercera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

3.6.5.3. Diseño en Planta, Perfil y Sección Transversal:

También conocida como alineación horizontal, consta de líneas rectas, curvas circulares y un grado de curvatura variable, lo que permite una transición suave cuando se cambia de líneas rectas a curvas circulares o viceversa, o también puede ser entre dos curvas circulares. diferentes desviaciones. [10]

Para este tipo de proyecto, tendrá en consideración los siguientes requerimientos como se indica en las siguientes tablas:

Tabla 28.

“Radios Mínimos y Peraltes Máximos para el Diseño de Carreteras”

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Tabla 29.

“Valores de Radio Mínimo para Velocidades Específicas de Diseño, Peraltes Máximos y valores de Límite de Fracción

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{máx.}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018./

El relieve del terreno, también llamado perfilado o alineación vertical aquí, es el control de las curvas verticales, ya sean cóncavas o convexas. [10]

En cuanto a la pendiente mínima, lo requerido estará en orden de 0.5% con el fin de mantener un adecuado drenaje de las aguas superficiales, en caso de que la calzada tenga un bombeo del 2%, la pendiente podrá reducirse hasta 0.2%, en cambio si el bombeo aumenta a 2.5 %, la pendiente podrá adaptarse a cero. [10]

Para pendientes máximas en un diseño en perfil, en autopistas, las pendientes en descenso podrán superar un 2% del máximo establecido. [10]

Tabla 30. “Pendientes Máximas”

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400							
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase							
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Velocidad de diseño: 30 km/h																					10.00	10.00		
40 km/h																					9.00	8.00	9.00	10.00
50 km/h											7.00	7.00					8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00		
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00						
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00			7.00	7.00					
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00					7.00	7.00				
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00						6.00	6.00				
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00											
110 km/h	4.00	4.00			4.00																			
120 km/h	4.00	4.00			4.00																			
130 km/h	3.50																							

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

El diseño de secciones admite precisar la función y las extensiones de los elementos convenientes a la sección. [10]

El ancho de la calzada y número de carriles se determinará como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 31.

“Anchos Mínimos de Calzada en Tangente”

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2,001				2,000-400				< 400					
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase					
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30km/h																					5.00	6.00
40 km/h																	6.60	6.60	6.60	6.60	6.00	
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.00	
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60				
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60				
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60				
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20									
110 km/h	7.20	7.20			7.20																	
120 km/h	7.20	7.20			7.20																	
130 km/h	7.20																					

Notas:

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
 b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 500 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

En cuanto al bombeo de agua, el Manual DG-2018 señala que los caminos deben tener una pendiente transversal para drenar el agua superficial, como se muestra en la Tabla 28, pero todo depende de la superficie de rodadura y el aumento de las precipitaciones.

Asimismo, se debe tener en cuenta el peralte de la pendiente transversal de la calzada, especialmente en las curvas, para contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo., los valores del peralte se encuentran indicadas en la **Tabla 33. Y 34.** [10]

Tabla 32.

“Valores del Bombeo de la Calzada”

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 33.

“Valores de Radio a partir de los cuales no es Necesario el Peralte”

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥100
Radio (m)	3,500	3,500	3,500	7,500

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 34.

“Valores de Peralte Máximo”

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 35.

“Peralte Mínimo”

Velocidad de diseño km/h	Radios de curvatura
$V \geq 100$	$5,000 \leq R < 7,500$
$40 \leq V < 100$	$2,500 \leq R < 3,500$

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

3.6.5.4. Cunetas:

Vienen a ser los canales que se encuentran contruidos en la zona adyacente de una carretera, teniendo como finalidad conducir el escurrimiento superficial y subsuperficial que proceden de la plataforma vial, taludes y zonas adyacentes, ayudando a cuidar de la estructura del pavimento, conduciéndola hacia los causes naturales, Obras de drenaje transversal o proyecto de drenaje donde no estén. [10]

Su geometría estará sujeto a su mejor adaptación a la sección transversal del pavimento. La pendiente longitudinal mínima será de 0.2%, para cunetas revestidas, en caso no sea así la pendiente deberá ser de 0.5%, [10], En cuanto a su rugosidad de acuerdo con Manning el valor sugerido es $n=0.012$ para cunetas de concreto con acabado paleteado, y además por tener pendientes pequeñas se incrementará 0.002 más al valor de “n” [12].

3.6.5.5. Otras recomendaciones:

El RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), en la norma GH.020 (Componentes de diseño Urbano), provee ciertas recomendaciones para el diseño de vías, con el objetivo de integrarla al sistema vial determinado en el Plan de Progreso de la urbe, estas recomendaciones están plasmadas en la siguiente tabla.

Tabla 36.

“Características de la Sección de Vías”

TIPOS DE VIAS	VIVIENDA			COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
VIAS LOCALES PRINCIPALES						
ACERAS O VEREDAS	1.80	2.40	3.00	3.00	2.40	3.00
ESTACIONAMIENTO	2.40	2.40	3.00	3.00 - 6.00	3.00	3.00 - 6.00
PISTAS O CALZADAS	SIN SEPARADOR	CON SEPARADOR CENTRAL	SIN SEPARADOR	SIN SEPARADOR	SIN SEPARADOR	SIN SEPARADOR
	2 MODULOS DE	2 MODULOS A CADA LADO DEL SEPARADOR	2 MODULOS DE	2 MODULOS DE	2 MODULOS DE	2 MODULOS DE
	3.60	3.00	3.30	CON SEPARAD. CENTRAL: 2 MODULOS A C/ LADO		
VIAS LOCALES SECUNDARIAS						
ACERAS O VEREDAS	1.20			2.40	1.80	1.80 - 2.40
ESTACIONAMIENTO	1.80			5.40	3.00	2.20 - 5.40
PISTAS O CALZADAS	DOS MODULOS DE			2 MODULOS DE	2 MODULOS DE	2 MODULOS DE
	2.70			3.00	3.60	3.00

Fuente: RNE, norma GH.020 (Componentes de Diseño Urbano)

3.6.6. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS. -

Se considerará los siguientes factores: [12]

- Calidad y valor portante del suelo de fundación y de la subrasante.
- Características y volumen del tránsito durante el periodo de diseño.
- Vida útil del pavimento.
- Condiciones climáticas y de drenaje.
- Características geométricas de la vía.
- Tipo de pavimento a usarse.

Así también de acuerdo con el tipo de pavimento se deberá seguir los lineamientos de los siguientes requisitos mínimos.

Tabla 37. “Requisitos Mínimos de acuerdo con el tipo de Pavimento”

Elemento		Tipo de Pavimento		
		Flexible	Rígido	Adoquines
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 %	CBR ≥ 30 %	
Base		CBR ≥ 80 %	N.A.*	CBR ≥ 80%
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
Material		Concreto asfáltico ***	MR ≥ 34 Kg/cm ² (3,4 MPa)	f _c ≥ 380 Kg/cm ² (38 MPa)

Fuente: RNE, norma CE.010 (Pavimentos Urbanos).

Después de definir el valor de CBR, se clasificará según la categoría de subrasante pertenece según la siguiente tabla:

Tabla 38.

“Categorías de Subrasante”

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

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos.

Se tiene en cuenta como material competente para la capa de subrasante a suelos con CBR ≥ 6 %, en caso inverso será

material de estudio para la estabilización, mejoramiento o reemplazo. [15]

En cuanto a la base y subbase granular, está deberá cumplir lo establecido en la sección 403 del Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción vigente, en este caso, actualmente el manual indica:

Tabla 39.

“Requerimientos Mínimos para la Base y Subbase Granular”.

Para Carreteras de Segunda Clase, Tercera Clase, Bajo Volumen de Tránsito; o, para Carreteras con Tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$	Mínimo 80%
Para Carreteras de Primera Clase, Carreteras Duales o Multicarril, Autopistas; o, para Carreteras con Tráfico en ejes equivalentes $> 10 \times 10^6$	Mínimo 100%
CBR en Subbase Granular	Mínimo 40%

Fuente: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción.

En cuanto al diseño de pavimento a realizar para el proyecto, este será un pavimento flexible, por lo tanto, se tomará como método la guía a AASHTO 93 de diseño, el cual está basado en función de la performance, cargas vehiculares y resistencia de la subrasante para el cálculo de espesores, ya que el propósito del modelo es el cálculo del Número Estructural requerido (SNr), la cual será base para identificar y determinar aquellos espesores que conformarán cada capa que comprende la estructura del pavimento. [15]

El Método Guía AASHTO 93, indica la ecuación básica para el diseño de este tipo de estructura (pavimento flexible):

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_0 \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.23 * \log_0(M_R) - 8.07$$

Donde:

- W_{18} : número acumulado de ejes equivalentes a 18000 lb (80 KN).
- M_R : módulo de resiliencia.
- Z_r : desviación estándar.
- S_0 : desviación estándar combinada.

En la **Tabla 37.** se muestran los valores de M_R y CBR que hace presente el Manual de Carreteras sección Suelos y Pavimentos.

La confiabilidad (%R), es la probabilidad que se comporte la estructura de acuerdo con lo previsto, en consecuencia, mientras más alto sea el nivel de confiabilidad, mayor será el espesor de la estructura del pavimento, pero (%R) no es un parámetro de la ecuación de diseño, por lo tanto, se debe usar la **Desviación Normal Estándar**, en la **Tabla 37.**, se especifican valores recomendados de acuerdo con los niveles de confiabilidad con respecto al rango de tráfico. [15]

Tabla 40.

“Módulo Resiliente Obtenido por Correlación con CBR”

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (MPA)	CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos.

Tabla 41.

“Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de Diseño (10 o 20 años), según rango de Tráfico”

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

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos.

En cuanto al **Coefficiente Estadístico de Desviación Estándar Normar (Zr)**, este coeficiente simboliza el valor de confianza para un grupo de valores en una distribución normal, en la **Tabla 42.**, se presenta los coeficientes de acuerdo al nivel de confiabilidad y el rango del tráfico. [15]

Cuando se habla de la **Desviación Estándar Combinada (So)**, se está hablando de un valor el cual tiene en consideración la variabilidad deseable del pronóstico del tráfico y los factores que pudiesen afectar el comportamiento del pavimento, la Guía AASHTO aconseja los valores entre 0.40 y 0.50. [15]

Tabla 42.

“Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Z_r) para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico”

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T_{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T_{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T_{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T_{P4}	750 001	1,000,000	-0.842

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos.

Como antepenúltimo dato tenemos el **Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)**, el cual es la comodidad de circulación dada al beneficiario, variando su valor entre 0 a 5, donde el mayor indica un mayor bienestar teórica pero complicado para alcanzar, mientras que el valor cero indica que es la peor comodidad, en otras palabras, si el estado de la vía merma por el deterioro, el PSI también se estaría reduciendo. [15]

En la ecuación también encontramos la variable **Variación de Serviciabilidad (Δ PSI)**, esta variación refleja el contraste de la Serviciabilidad Inicial y Terminal tanteada por el proyecto en progreso, en la **Tabla 43.**, se indica la Δ PSI según el rango de tráfico. [15]

Tabla 43.

“Diferencia de Serviabilidad (Δ PSI) según Rango de Tráfico”

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	1.80

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos.

Como último dato de la ecuación AASHTO que se debe hallar, es el **Número Estructural Propuesto (SNR)**, este dato viene a ser el espesor en su totalidad del pavimento, pero es necesario convertirlo a un grosor seguro de cada capa que está conformada (rodadura, base y subbase), esto a través del uso de coeficientes estructurales, como se muestra en la siguiente ecuación: [15]

$$SN = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 : coeficientes estructurales de las capas.

d_1, d_2, d_3 : espesores de las capas (cm).

m_2, m_3 : coeficientes de drenaje para las capas respectivas.

En la siguiente tabla se presenta los coeficientes estructurales de las capas de pavimento:

Tabla 44.

“Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i”

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a _i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a ₁	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a ₁	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a ₁	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a ₁	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos

Además, la ecuación “SN” requiere del coeficiente de drenaje de las capas granulares con el fin de tener presente el influjo del drenaje en la estructura, pero este valor estará influenciado por las siguientes variables: [15]

- Calidad del drenaje.
- Exposición a la saturación.

Tabla 45.

“Calidad del Drenaje”

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

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

En la tabla N°42, se muestra lo valores de coeficientes de drenaje para porcentajes del tiempo de exposición de humedad próximo a la saturación, así como también la calidad del drenaje. [15]

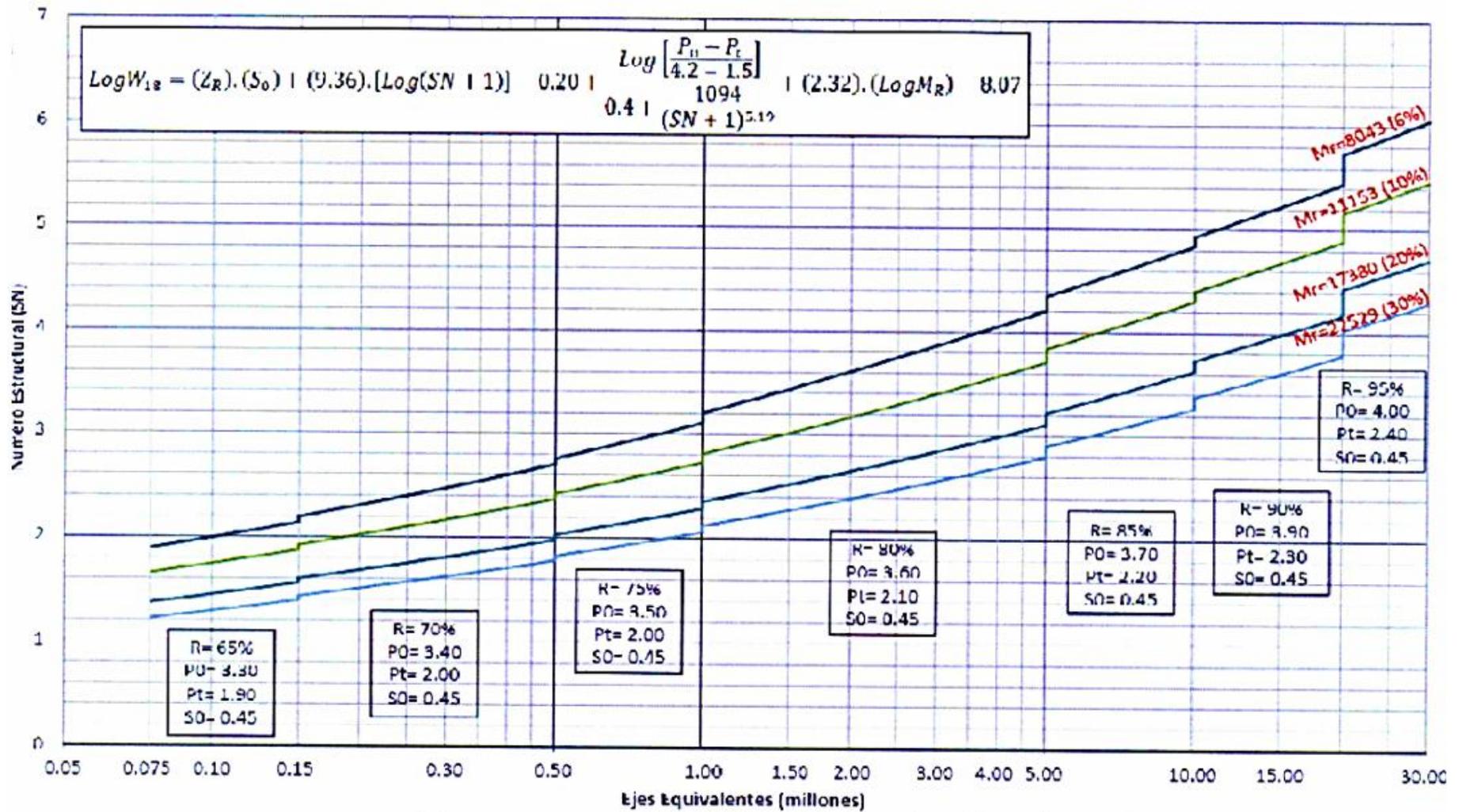
Tabla 46.

“Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje “mi” para Bases y Subbases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles”

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
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

Tabla 47. “Número Estructural para Pavimentos Flexibles”



Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, en base al Método AASHTO 93.

Tabla 48. “Números Estructurales-Pavimentos Flexibles (SN)-diseño 20 años”

CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE						
Carpeta Asfáltica en Caliente + Base Granular + Subbase Granular						
TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
T _{P0}			2.136	1.871	1.557	1.392
75,000 < Rep. EE ≤ 150,000						
T _{P1}			2.470	2.165	1.809	1.625
150,000 < Rep. EE ≤ 300,000						
T _{P2}			2.702	2.367	1.979	1.780
300,000 < Rep. EE ≤ 500,000						
T _{P3}			2.956	2.593	2.173	1.959
500,000 < Rep. EE ≤ 750,000						
T _{P4}			3.107	2.725	2.283	2.059
750,000 < Rep. EE ≤ 1'000,000						
T _{P5}			3.434	3.012	2.521	2.274
1'000,000 < Rep. EE ≤ 1'500,000						
T _{P6}			3.866	3.395	2.841	2.561
1'500,000 < Rep. EE ≤ 3'000,000						
T _{P7}			4.206	3.707	3.105	2.797
3'000,000 < Rep. EE ≤ 5'000,000						
T _{P8}			4.63	4.103	3.449	3.107
5'000,000 < Rep. EE ≤ 7'500,000						
T _{P9}			4.837	4.300	3.624	3.267
7'500,000 < Rep. EE ≤ 10'000,000						
T _{P10}			5.092	4.552	3.869	3.501
10'000,000 < Rep. EE ≤ 12'500,000						
T _{P11}			5.226	4.679	3.985	3.609
12'500,000 < Rep. EE ≤ 15'000,000						
T _{P12}			5.341	4.883	4.173	3.786
15'000,000 < Rep. EE ≤ 20'000,000						
T _{P13}			5.907	5.323	4.580	4.172
20'000,000 < Rep. EE ≤ 25'000,000						
T _{P14}			6.052	5.460	4.708	4.293
25'000,000 < Rep. EE ≤ 30'000,000						

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que sera materia de Estudio Especial
 - Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% a CBR<10%)

CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE
Mortero Asfáltico + Base Granular + Subbase Granular

TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
TP0 75,000 < Rep. EE ≤ 150,000			2.146	2.005	1.641	1.404
TP1 150,000 < Rep. EE ≤ 300,000			2.500	2.240	1.839	1.664
TP2 300,000 < Rep. EE ≤ 500,000			2.735	2.381	2.005	1.420

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que sera materia de Estudio Especial
 - Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% a CBR<10%)

CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE
Carpeta Asfáltica en Frio + Base Granular + Subbase Granular

TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
TP0 75,000 < Rep. EE ≤ 150,000			2.166	1.877	1.565	1.409
TP1 150,000 < Rep. EE ≤ 300,000			2.530	2.219	1.930	1.670
TP2 300,000 < Rep. EE ≤ 500,000			2.729	2.480	2.035	1.879
TP3 500,000 < Rep. EE ≤ 750,000			2.975	2.632	2.192	2.140
TP4 750,000 < Rep. EE ≤ 1'000,000			3.127	2.820	2.400	2.140

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que sera materia de Estudio Especial
 - Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% a CBR<10%)

CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE						
Carpeta Asfáltica en Caliente + Base Granular + Subbase Granular						
TIPO SUB RASANTE CLASE DE TRANSITO	Inadecuada CBR < 3 % (*)	Pobre 3 % ≤ CBR < 6 % (*)	Regula	Buena	Muy Buena	Excelente
			6 % ≤ CBR < 10 %	10 % ≤ CBR < 20 %	20 % ≤ CBR < 30 %	CBR ≥ 30 %
Tp0						
75,000 < Rep. EE ≤ 150,000			2.150	1.890	1.630	1.630
Tp1						
150,000 < Rep. EE ≤ 300,000			2.476	2.216	1.852	1.800
Tp2						
300,000 < Rep. EE ≤ 500,000			2.765	2.372	2.008	1.800
Tp3						
500,000 < Rep. EE ≤ 750,000			2.982	2.594	2.178	1.970
Tp4						
750,000 < Rep. EE ≤ 1'000,000			3.152	2.764	2.348	2.140
Tp5						
1'000,000 < Rep. EE ≤ 1'500,000			3.459	3.105	2.556	2.296
Tp6						
1'500,000 < Rep. EE ≤ 3'000,000			3.911	3.431	2.882	2.570
Tp7						
3'000,000 < Rep. EE ≤ 5'000,000			4.218	3.757	3.156	2.844
Tp8						
5'000,000 < Rep. EE ≤ 7'500,000			4.652	4.135	3.482	3.118
Tp9						
7'500,000 < Rep. EE ≤ 10'000,000			4.847	4.305	3.652	3.288
Tp10						
10'000,000 < Rep. EE ≤ 12'500,000			5.134	4.582	3.884	3.506
Tp11						
12'500,000 < Rep. EE ≤ 15'000,000			5.257	4.705	4.054	3.676
Tp12						
15'000,000 < Rep. EE ≤ 20'000,000			5.380	4.922	4.224	3.846
Tp13						
20'000,000 < Rep. EE ≤ 25'000,000			5.914	5.327	4.613	4.178
Tp14						
25'000,000 < Rep. EE ≤ 30'000,000			6.084	5.497	4.783	4.348

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere Estabilización de suelos, que sera materia de Estudio Especial
- Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% a CBR<10%)

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, en base al Método AASHTO 93.

Tabla 49. “Estructuras de Pavimento Flexible-Carpeta Asfáltica en Caliente-Diseño 20 Años”

EE		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5	Tp6	Tp7
		75.001-150.000	150.001-300.000	300.001-500.000	500.001-750.000	750.001-1'000.000	1'000.001-1'500.000	1'500.001-3'000.000	3'000.001-5'000.000
CBR %	M_R $2555 \times CBR^{0.64}$	5 cm 25 cm	6 cm 28 cm	6 cm 20 cm	7 cm 20 cm	8 cm 20 cm	8 cm 25 cm	9 cm 25 cm	9 cm 30 cm
CBR < 6%	$\leq 8,040$ psi (55.4 MPa)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
$\geq 6\%$ CBR < 10%	$> 8,040$ psi (55.4 MPa) $\leq 11,150$ psi (76.9 MPa)	5 cm 25 cm	6 cm 28 cm	6 cm 20 cm	7 cm 20 cm	8 cm 20 cm	8 cm 25 cm	9 cm 25 cm	9 cm 30 cm
$\geq 10\%$ CBR < 20%	$> 11,150$ psi (76.9 MPa) $\leq 17,380$ psi (119.8 MPa)	5 cm 20 cm	6 cm 23 cm	6 cm 26 cm	7 cm 27 cm	8 cm 7 cm	8 cm 20 cm	9 cm 23 cm	10 cm 26 cm
$\geq 20\%$ CBR < 30%	$> 17,380$ psi (119.8 MPa) $\leq 22,530$ psi (155.3 MPa)	5 cm 15 cm	6 cm 16 cm	6 cm 19 cm	7 cm 19 cm	8 cm 19 cm	8 cm 23 cm	9 cm 26 cm	10 cm 28 cm
CBR $\geq 30\%$	$> 22,530$ psi (155.3 MPa)	5 cm 15 cm	6 cm 15 cm	6 cm 15 cm	7 cm 15 cm	8 cm 15 cm	8 cm 18 cm	9 cm 20 cm	10 cm 22 cm

Figura N° 12.8

Carpeta Asfáltica en Caliente (CAC)
 Base Granular
 Subbase Granular

Fuente: Elaboración propia en base a ecuación AASHTO.

Nota: 1, (*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.
 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
 3. En la etapa de Operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:
 a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años
 b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuará al menos una medición cada cuatro años.
 c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos Asfálticos, previo tratamiento del Pavimento existente.

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, en base al Método AASHTO 93.

3.6.7. DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL. -

El RNE, en la norma CE.040, menciona que el drenaje urbano tiene como finalidad una gestión adecuada del agua pluvial y así evitando daños hacia las edificaciones y obras públicas, como también evitar focos contaminantes y/o de transmisión de enfermedades.

La evacuación se realizará mediante cunetas, donde los sumideros captarán las aguas, con el fin de conducir las a las alcantarillas pluviales. [12]

Las cunetas podrán poseer las secciones transversales según se solicite:

- Sección Circular.
- Sección Triangular.
- Sección Trapezoidal.
- Sección Compuesta.
- Sección en V.

La capacidad que poseen las cunetas dependerá de su sección, pendiente y rugosidad con que se construyan. [12]

La capacidad de las cunetas se rige por dos límites:

- Caudal que transita con la cuneta llena.
- Caudal que produce la velocidad máxima admisible.

Para el diseño haremos uso del principio de flujo en canales abiertos, utilizando Manning: [24]

$$Q = A * V = \frac{A * R_h^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

- Q: caudal (m³/s)
- V: velocidad media (m/s)
- A: área de la sección (m²)
- P: perímetro mojado (m)
- R_h: A/P, radio hidráulico (m), área de la sección entre el perímetro mojado,
- S: pendiente del fondo (m/m).
- N: coeficiente de rugosidad de Manning.

Si:

$$Q_{\text{manning}} > Q_{\text{deaporte}}$$

Si la condición cumple, entonces se considerará que el diseño está terminado, en caso contrario, se debe elegir otra altura de cuneta.

En cuanto al caudal de aporte de acuerdo con la extensión de la cuneta, se calculará con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Donde:

Q: caudal en m³/s

C: coeficiente de escurrimiento de la cuenca,

A: área aportante en km²

La descarga de cunetas será a través de alcantarillas de alivio, en regiones secas o de escasa precipitación pluvial, la longitud de cuneta será de 250 m como máximo, mientras que en regiones

lluviosas será de 200 m, ambas en caso de alargue, será justificada técnicamente. [24]

Referente al revestimiento de cunetas, esta acción es necesaria y tiene como fin evitar la erosión en su superficie a causa de la corriente de agua que podrían llegar a superar las velocidades límites esperadas, y más aún si se tiene un suelo muy permeable que permitirá el paso hacia la estructura del pavimento y en consecuencia el deterioro de este, se recomienda un revestimiento de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

Tabla 50.

“Coeficientes de Escorrentía para ser Utilizados en el Método Racional”

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
AREAS URBANAS							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00

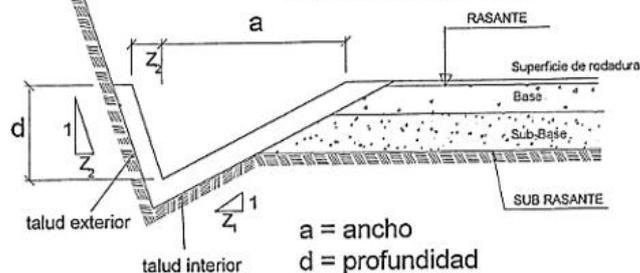
Fuente: RNE – CE.040

Tabla 51.

“Dimensiones Mínimas de Cuneta Triangular Típica.

REGION	PROFUNDIDAD (d) mts.	ANCHO (a) mts.
Seca (<400mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000mm/año)	0.30*	1.20

* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30m



Fuente: MTC – Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Tabla 52. “Coeficientes de Rugosidad”

Cunetas de las Calles	Coeficiente de Rugosidad
	<i>N</i>
a. Cuneta de Concreto con acabado paleteado	0,012
b. Pavimento Asfáltico	
1) Textura Lisa	0,013
2) Textura Rugosa	0,016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1) Liso	0,013
2) Rugoso	0,015
d. Pavimento de Concreto	
1) Acabado con llano de Madera	0,014
2) Acabado escobillado	0,016
e. Ladrillo	0,016
f. Para cunetas con pendiente pequeña,	
donde	
el sedimento puede acumularse, se incrementarán	
los valores arriba indicados de <i>n</i> , en:	0,002

Fuente: RNE – CE.040

3.6.8. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL. -

Se considera normas técnicas teniendo en cuenta el libro “Guía Metodológica Para La Evaluación Del Impacto Ambiental”, así también la “ley general del medio ambiente” y en consecuencia por la pandemia, se hace uso del “Protocolo Sanitario Del Sector Vivienda, Construcción Y Saneamiento Para el Inicio Gradual e Incremento de Las Actividades en La Reanudación De Actividades”.

Una vez identificado las actividades del proyecto y los factores ambientales de la zona, se procederá a ver los impactos tanto negativos y positivos que fueran a ocurrir en la ejecución del proyecto de estudio y así proceder con las medidas de prevención, mitigación o compensación según corresponda.

En síntesis, para el desarrollo y la solución del problema ha sido necesario realizar diferentes ramas de la ingeniería, como el estudio de tráfico, siendo necesario para el diseño y proyección de las calles a pavimentar

según la tasa de crecimiento por lo menos a 20 años, la siguiente rama aplicada la mecánica de suelos con la cual podremos conocer si el suelo donde será proyectado el pavimento será adecuado para soportar las múltiples cargas aplicadas por los vehículos que transitarán continuamente por estas calles, en caso sea desfavorable tendremos la oportunidad de diseñar y/o aplicar una estructura que mejore el suelo. Otra rama importante aplicada es la topografía, así que para el desarrollo de esta investigación fue necesario realizar un estudio topográfico para obtener una descripción precisa de la morfología y distribución del terreno superficialmente en donde se proyectará la pavimentación, teniendo la distribución de áreas así como las diferentes pendientes que existen en la zona del proyecto, adecuando además el drenaje pluvial con el fin de la evacuación de las aguas pluviales por medio gravitatorio, aprovechando la topografía y además de realizar un estudio hidrológico para conocer el caudal máximo a transportar y así diseñar las estructuras adecuadas que las albergará y transportará a puntos estratégicos de descarga y como todo proyecto desarrollado por el ser humano, este proyecto generará impactos modificando el ambiente, pudiendo ser negativo como positivo, y para esto se optó por desarrollar un estudio de impacto ambiental el cual ayuda a evaluar e identificar según las actividades que factores ambientales serán afectados y gracias a esto es posible desarrollar medidas de prevención, mitigación o compensación.

Gracias a la combinación de estas ramas de ingeniería se ha podido dar la solución más eficiente para resolver el problema de transitabilidad e inundaciones a través del diseño de un adecuado pavimento y sistema de drenaje pluvial urbano.

3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DATOS

➤ FASE I

- Recorrido del lugar de proyecto y recolectar toda averiguación relevante.
- Coordinar con los mandos competentes.
- Compilación bibliográfica y antecedentes del proyecto.
- Estudio de la normativa peruana vigente vinculada al proyecto.
- Estudio de Tráfico.
- Levantamiento Topográfico.
- Planos digitales topográficos.
- Extracción de especímenes del suelo para ensayos necesarios en el Laboratorio de mecánica de suelos.
- Ensayo de mecánica de suelos.
- Estudio Hidrológico.

➤ FASE II

- Analizar el tipo de pavimento a diseñar.
- Elaborar el diseño estructural de la pavimentación.
- Diseño del sistema del drenaje pluvial.

➤ FASE III

- Compilación y Desarrollo de la E.I.A.
- Informe de la E.I.A.

➤ **FASE IV**

- Desarrollar la memoria descriptiva.
- Desarrollar las especificaciones técnicas.
- Elaborar las memorias de cálculos.
- Desarrollar Metrados, Costos y Presupuestos del Proyecto.
- Finalización de planos digitales a presentar.
- Evaluación de los resultados.
- Selección del diseño más adecuado.
- Definir las conclusiones y recomendaciones.

3.8. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Tabla 53. “Matriz de Consistencia”

<i>PROBLEMA</i>	<i>OBJETIVOS</i>	<i>METODOLOGÍA</i>	<i>POBLACIÓN</i>
Problema General	Objetivo General	Tipo	Población
¿Cuál es el diseño de pavimentación y sistema drenaje pluvial que ayude a la transitabilidad y evacuación eficiente de las aguas pluviales en los centros poblados de la Unión y San Francisco de Asís del departamento de Lambayeque?	Analizar y diseñar un pavimento complementado con un sistema de drenaje pluvial y cámaras de bombeo, que cuenten con las excelentes condiciones tanto técnicas como económicas.	El tipo de investigación desarrollada es aplicativa, utilizando multiples revisiones de literaturas científicas tanto teóricas como metodológicas relacionadas a nuestra variable, buscando resolver los problemas ya identificados de forma eficaz.	La población estará Constituida por la longitud de interacción y desarrollo relacionadas con todas las calles del C.P. San Francisco de Asís del Distrito de Chiclayo y el C.P. La Unión del Distrito Pomalca. *Longitud total de las calles del C.P. San Francisco de Asís= 4300 metros. *Longitud total de las calles del C.P. La Unión = 6200 metros. TOTAL = 10500 metros del total de calles de ambos centros poblados.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Método	Muestra
1. ¿Qué características orográficas y qué tipos de suelos están constituidas las calles del C. P. San Francisco de Asís y el C. P. La Unión? 2. ¿Cuál será la demanda de la transitabilidad vial? 3. ¿Cuál será el ciclo hidrológico y el estudio de tormenta en el C. P. San Francisco de Asís y el C. P. La Unión? 4. ¿Qué diseños de pavimento existente será optimo para la demanda de transitabilidad en el C. P. San Francisco de Asís y el C. P. La Unión? 5. ¿Que tipos de diseño de sistema de drenaje pluvial existirán para implementar en C. P. San Francisco de Asís y el C. P. La Unión? 6. ¿Cuales serán los impactos significativos y que tipo de sistema de mitigación se desarrollara? 7. ¿Cuales serán los documentos necesarios, obtenidos del desarrollo de la investigación? 8. ¿Qué tipo de análisis y criterios se utilizará para identificar el adecuado diseño de pavimento y sistema de drenaje pluvial para el C. P. San Francisco de Asís y el C. P. La Unión?	1. Realizar las características geomorfológicas y mecánicas del suelo. 2. Realizar la encuesta de tráfico vial para determinar el IMDA (Índice Medio Diario Anual). 3. Desarrollar el estudio hidrológico. 4. Analizar los diferentes Diseños de pavimento. 5. Diseñar el sistema de drenaje pluvial. 6. Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto. 7. Elaborar los planos del proyecto y documentación correspondientes. 8. Identificar el diseño del sistema de pavimentación y sistema de drenaje más eficiente para evacuar las aguas pluviales.	El método a usar es el descriptivo cuantitativo y cualitativo. Diseño de Investigación Se empleará el diseño de investigación por objetivos conforme al esquema: $OG = \begin{Bmatrix} oe1 & cp1 \\ oe2 & cp2 \\ oe3 & cp3 \end{Bmatrix} = CF$ OG: Objetivo General; oe: Objetivo Especifico; CF: Conclusión; cp: Conclusión Parcial	"Se ha considerado desarrollar la población sugerida con el objetivo de resolver adecuadamente y de forma eficiente, de acuerdo con la norma, importancia y funcionalidad".

Fuente: Elaboración propia

IV. RESULTADO

4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

4.1.1. ASPECTO DE LA DEMANDA

4.1.1.1. Estaciones de Conteo:

El estudio de tráfico se realizó haciendo uso de un total de 4 estaciones de control, dos en cada centro poblado, las cuales se ubicarán de forma estratégica.

- Centro Poblado San Francisco de Asís, distrito Chiclayo:
 - ✓ Intersección entre la Ca. Micaela Bastidas con la Av. Perú.
 - ✓ Intersección entre la Av. Miguel Grau con la Av. Perú

- Centro Poblado La Unión, distrito Pomalca:
 - ✓ Intersección entre la Ca. Cuba con la Av. Perú.
 - ✓ Intersección entre la Ca. Argentina con la Av. Perú.

El criterio para definir la ubicación de las estaciones de conteo, han sido por las siguientes razones:

- Los centros poblados de estudio en cuanto al tránsito continuo vehicular interno se refiere, es muy escaso.
- Durante la inspección de los centros poblados, el mayor movimiento vehicular ocurre en las entradas y salidas de estos, especialmente en dirección a la carretera Chiclayo-Pomalca.
- La colectividad de los pobladores de las zonas de estudio, en cuanto a movilización, lo hacen principalmente para trasladarse a sus centros de estudio, labores y por motivos de salud, los cuales se hayan mayormente en la ciudad de Chiclayo y/o Pomalca.
- La ubicación de las estaciones se encuentra plasmadas en las dos siguientes imágenes.

4.1.1.2. Clasificación por Tipo de Vehículos encontrados:

Los tipos de vehículos ligeros encontrados son:

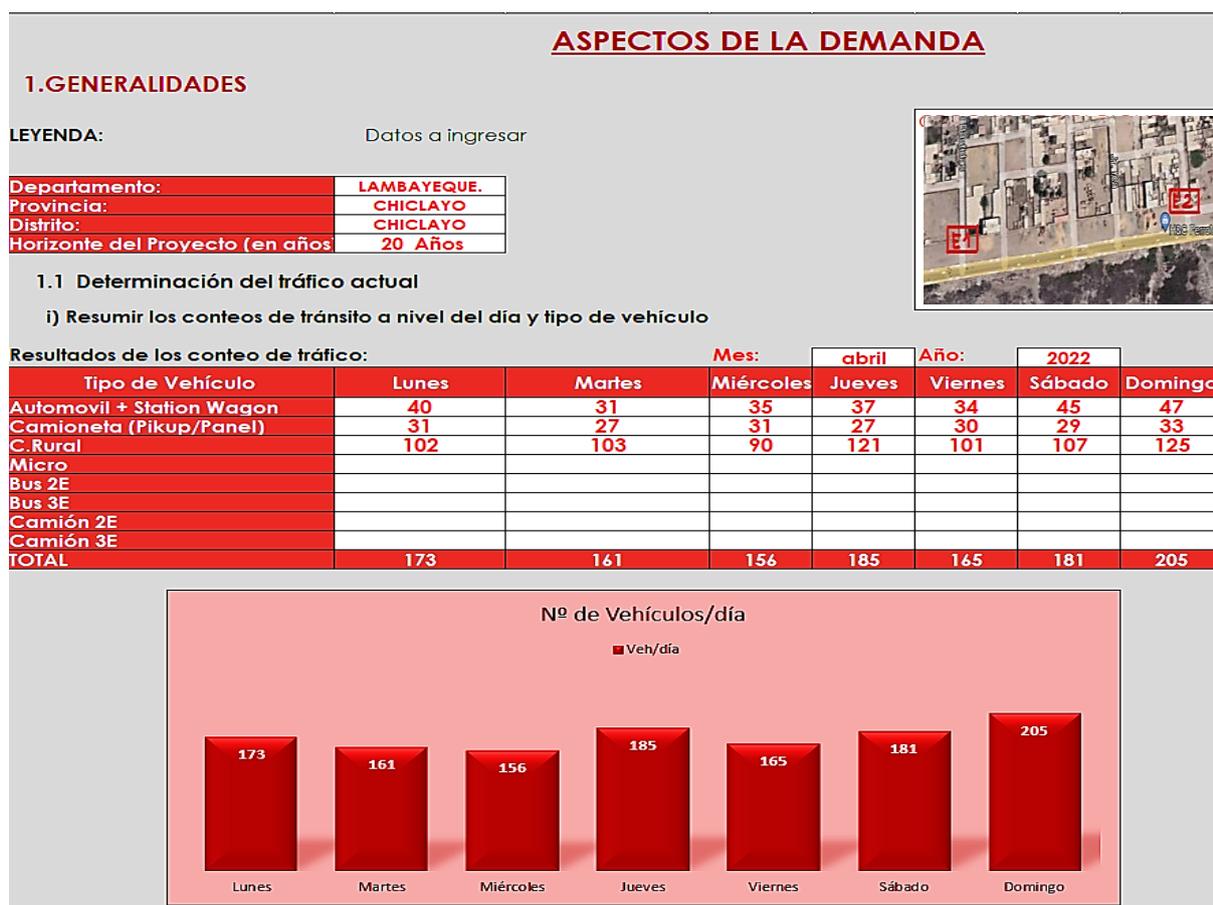
- Furgoneta.
- Automóvil.
- Station Wagon.
- Camioneta Pick-Up.
- Camioneta panel.
- Camioneta rural.

Los tipos de vehículos pesados encontrados son:

- Ómnibus.
- Camión.
- Semi tráiler y tráiler.

La información extraída durante el estudio de tráfico vehicular en las jornadas de conteo, en las estaciones N°1 y N°2 del Centro Poblado San Francisco de Asís del distrito de Chiclayo, pasaron a un proceso de conteo por cada día desde el lunes hasta domingo, estos datos fueron resumidos en un formato digital, una ficha técnica estándar OPMI del MTC (ministerio de transporte y comunicaciones), el resumen de conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo se puede visualizar en la siguiente tabla.

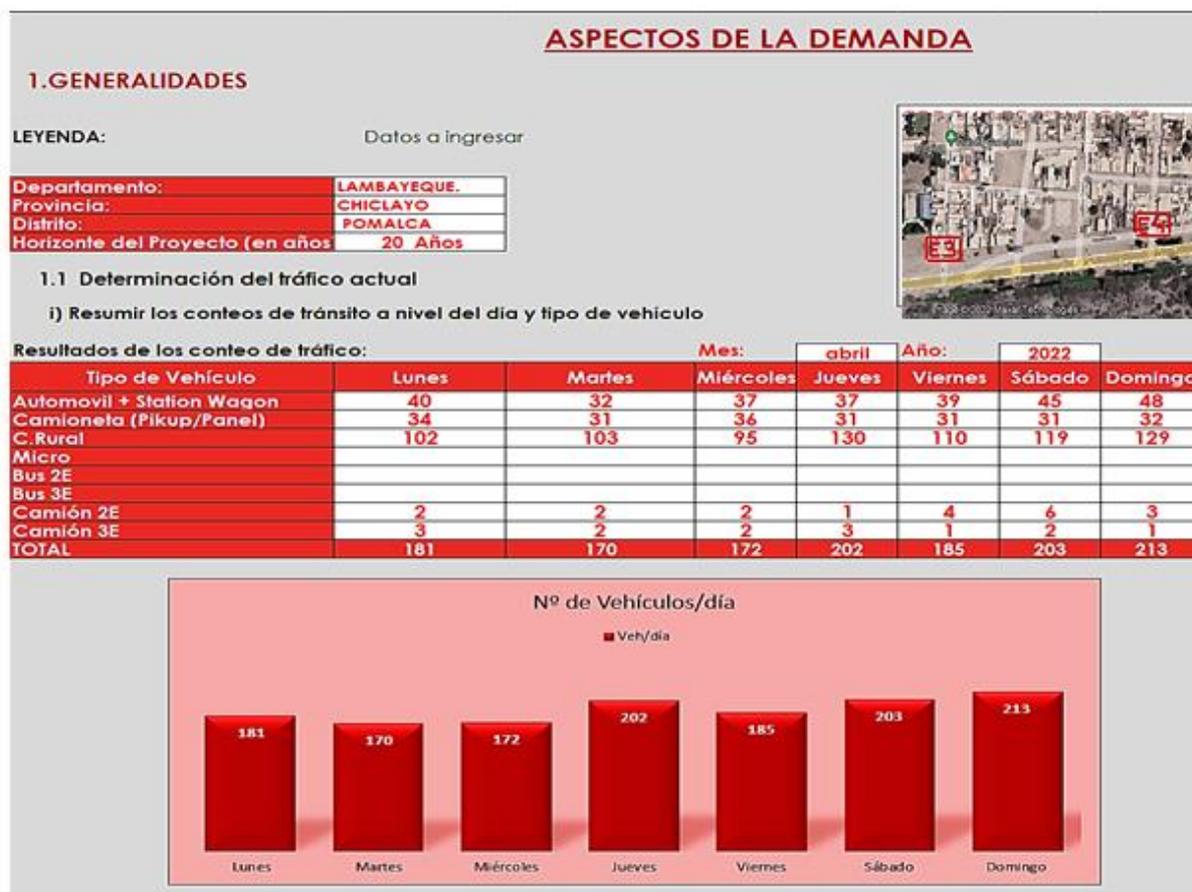
Tabla 54. “Censos de Tráfico-Centro Poblado San Francisco de Asís”



Fuente: Elaboración propia, formato MTC

Los valores recogidos, recolectados en el estudio de tráfico vehicular durante las jornadas de censo, en las estaciones N°3 y N°4 del Centro Poblado La Unión del distrito de Pomalca, pasaron a un proceso de censo por cada día desde el lunes hasta domingo, igualmente estos datos fueron resumidos por el mismo formato digital, el resumen de censos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 55. “Conteos de Tráfico-Centro Poblado La Unión”



Fuente: Elaboración propia, formato MTC

4.1.1.3. Índice medio diario anual (IMDa):

Para el conteo de los siete días, **Tablas 56. y 57.** según el centro poblado analizado.

F.C.E. Vehículos ligeros:	1.117400	Ver 1.1 FC
F.C.E. Vehículos pesados:	1.161000	Ver 1.1 FC

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_A = IMD_S * FC \quad IMD_S = \frac{(\sum Vi)}{7}$$

Donde:

- IMD_S = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
- IMDA = Índice Medio Anual
- Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
- FC = Factores de Corrección Estacional

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _S	FC	IMD _A	Distribución (%)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
Automovil + Station Wagon	40	31	35	37	34	45	47	269	38	1.117	43	21.8
Camioneta (Pikup/Panel)	31	27	31	27	30	29	33	208	30	1.117	34	17.3
C.Rural	102	103	90	121	101	107	125	749	107	1.117	120	60.9
Micro										1.117		
Bus 2E										1.117		
Bus 3E										1.117		
Camión 2E										1.161		
Camión 3E										1.161		
TOTAL	173	161	156	185	165	181	205	1226	175		197	100.0

Fuente: Elaboración propia, formato MTC

Tabla 58. “IMDa del Centro Poblado San Francisco de Asís”

Tabla 59. “IMDa del Centro Poblado La Unión-distrito Pomalca”

F.C.E. Vehículos ligeros:	1.117400	Ver 1.1 FC
F.C.E. Vehículos pesados:	1.161000	Ver 1.1 FC

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_A = IMD_S * FC \quad IMD_S = \frac{(\sum Vi)}{7}$$

Donde:	IMD _S =	Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
	IMD _A =	Índice Medio Anual
	Vi =	Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
	FC =	Factores de Corrección Estacional

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _S	FC	IMD _A	Distribución (%)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
Automovil + Station Wagon	40	32	37	37	39	45	48	278	40	1.117	45	20.9
Camioneta (Pikup/Panel)	34	31	36	31	31	31	32	226	32	1.117	37	17.2
C.Rural	102	103	95	130	110	119	129	788	113	1.117	126	58.6
Micro										1.117		
Bus 2E										1.117		
Bus 3E										1.117		
Camión 2E	2	2	2	1	4	6	3	20	3	1.161	4	1.9
Camión 3E	3	2	2	3	1	2	1	14	2	1.161	3	1.4
TOTAL	181	170	172	202	185	203	213	1326	189		215	100.0

Fuente: Elaboración propia, formato MTC S

4.1.1.4. Demanda Actual:

Los resultados de la demanda actual por tipo de vehículo, estas se pueden visualizar en las siguientes tablas, según el centro poblado analizado.

Tabla 60. “Tráfico actual por tipo de vehículo en el C.P. San Francisco de Asís”

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo		
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil + Station Wagon	43	21.8
Camioneta (Pickup/Panel)	34	17.3
C. Rural	120	60.9
Micro		
Bus 2E		
Bus 3E		
Camión 2E		
Camión 3E		
IMD	197	100

Fuente: Elaboración propia, formato MTC

Tabla 61. “Tráfico actual por tipo de vehículo en el C.P. La Unión”

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo		
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil + Station Wagon	45	20.9
Camioneta (Pickup/Panel)	37	17.2
C. Rural	126	58.6
Micro		
Bus 2E		
Bus 3E		
Camión 2E	4	1.9
Camión 3E	3	1.4
IMD	215	100

Fuente: Elaboración propia, formato MTC /

4.1.1.5. Demanda Proyectada:

Los resultados de la demanda de proyección de tráfico, estas se pueden visualizar en la **Tabla 56. y 57.** según el centro poblado analizado.

Tabla 62. “Proyección de tráfico en el Centro Poblado San Francisco de Asís-distrito Chiclayo”

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

Donde:

- T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
- T_0 = Tránsito actual (año base) en veh/día
- n = año futuro de proyección
- r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x Región en %

- r_{vp} = 0.97% (Ver 1.2.TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población **(para vehículos de pasajeros)**)
- r_{vc} = 3.45% (Ver 1.2.TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Reg **(para vehículos de carga)**)

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Tráfico Normal	197	198	201	203	205	207	209	210	213	215	216	219	221	224	225	228	230	232	234	237	238
Automovil + Station Wagon	43	43	44	44	45	45	46	46	46	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51	52	52
Camioneta (Pickup/Panel)	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37	37	38	38	39	39	39	40	40	40	41	41
C.Rural	120	121	122	124	125	126	127	128	130	131	132	133	135	136	137	139	140	141	143	144	145
Micro																					
Bus 2E																					
Bus 3E																					
Camión 2E																					
Camión 3E																					

Fuente: Elaboración propia, formato MTC

Tabla 63. “Proyección de tráfico en el Centro Poblado La Unión-districto Pomalca”

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

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
 T_0 = Tránsito actual (año base) en veh/día
n = año futuro de proyección
r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x Región en %

r_{vp} = **0.97%** (Ver 1.2.TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población (para vehículos de pasajeros)
 r_{vc} = **3.45%** (Ver 1.2.TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Región (para vehículos de carga)

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Tráfico Normal	215	216	219	221	224	227	229	232	234	235	240	241	244	247	248	253	254	257	260	263	267
Aulomovil + Station Wagon	45	45	46	46	47	47	48	48	49	49	50	50	50	51	51	52	52	53	53	54	55
Camioneta (Pickup/Panel)	37	37	38	38	38	39	39	40	40	40	41	41	42	42	42	43	43	44	44	44	45
C.Rural	126	127	128	130	131	132	133	135	136	137	139	140	141	143	144	146	147	148	150	151	153
Micro																					
Bus 2E																					
Bus 3E																					
Camión 2E	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8
Camión 3E	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6

Fuente: Elaboración propia, formato MTC

Tabla 64. “Factor Camión de acuerdo con la Cantidad de Ejes”

B2		C2					FACTOR
			Tn	a "KN"	CARACTERÍSTICA	CAMIÓN	
1	EJE	=	7	68.67	SIMPLE	0.54824	
2	EJE	=	11	107.91	SIMPLE	3.16370	
3	EJE	=		0			
4	EJE	=		0			
5	EJE	=		0			

TOTAL =

3.71194

C3							FACTOR
			Tn	a "KN"	CARACTERÍSTICA	CAMIÓN	
2	EJE	=	18	176.58	TANDEM	2.020044444	
3	EJE	=					
4	EJE	=					
5	EJE	=		0			

TOTAL =

2.02004

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65. “Diseño ESAL – Ejes Equivalentes”

DISEÑO PARA =		20 AÑOS					
Tasa de Crecimiento Anual (veh. De carga) =		3.45%					
Tasa de Crecimiento Anual (veh. De pasajeros) =		0.90%					
Factor Sentido =		0.5					
TIPO DE VEHÍCULO (DATO)	Nº VEH/DÍA (2 SENTIDOS) 1	Nº VEH/DÍA (1 SENTIDOS) 2=50%	Nº VEH/AÑO 3=2*365DÍAS	FC 4	ESAL EN CARRIL DE DISEÑO 5=3*4	FACTOR CRECIMIENTO 6	ESAL DISEÑO 7=5*6
Automovil + Station Wagon	55	27.5	10037.5	0.00010	1.00375	5.69	5.709847426
Camioneta (Pickup / Panel)	45	22.5	8212.5	0.00010	0.82125	5.69	4.671693349
Camioneta (Rural)	153	76.5	27922.5	0.00010	2.79225	5.69	15.88375739
CAMIÓN C2	8	4	1460	3.71194	5419.434771	28.13	152474.906
CAMIÓN C3	6	3	1095	2.02004	2211.948667	28.13	62232.81194
TOTAL	267	133.5	48727.5		7636.000688	73.33521754	2.15E+05

Fuente: Elaboración propia.

Por el desarrollo del Estudio de Tráfico se obtuvo el número de ejes equivalente para los Centros Poblados de San Francisco de Asís y La Unión, sumando un total de 214 733.98.

4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO:

4.2.1. Levantamiento Topográfico:

Imagen 11. “Levantamiento Topográfico”



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Imagen 12. “Poligonal Cerrada”



Fuente: Elaboración propia

Tabla 66.

“Dimensión de Poligonal”

TABLA DE ÁREA DE POLIGONAL				
N° DE POLÍGONO	ÁREA	PERÍMETRO	LONG. De SEGMENTO (m)	DIRECCIÓN
1	77.99 Ha	3.78Km	336.74	N18° 23' 05.75" E
			323.97	N72° 19' 14.82" E
			549.78	S86° 39' 07.70" E
			338.63	S86° 51' 53.27" E
			288.5	S09° 46' 46.53" W
			568.61	S85° 12' 30.37" W
			301.44	S75° 52' 27.30" W
			371.02	N89° 16' 40.96" W
			333.42	S84° 57' 43.90" W
			369.33	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67.

"Tabla de Segmentos"

TABLA DE SEGMENTOS		
N ° de SEGMENTO	LONG. De SEGMENTO	DIRECCIÓN
SEGMENTO: 1	369.329m	N84° 57' 43.90E"
SEGMENTO: 2	333.423m	S89° 16' 40.96E"
SEGMENTO: 3	371.022m	N75° 52' 27.30E"
SEGMENTO: 4	301.443m	N85° 12' 30.37E"
SEGMENTO: 5	568.611m	N09° 46' 46.53E"
SEGMENTO: 6	288.499m	N86° 51' 53.27W"
SEGMENTO: 7	338.630m	N86° 39' 07.70W"
SEGMENTO: 8	549.784m	S72° 19' 14.82W"
SEGMENTO: 9	323.975m	S38° 33' 23.75W"
SEGMENTO: 10	336.740m	S18° 23' 05.75W"

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68.

"Tabla de BM's"

TABLA DE BM's				
N ° de PTO	DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN	NORTE	ESTE
1	BM1	36,220	9251263,223	632677,395
2	BM2	36,800	9251295,655	633045,298
3	BM3	37,910	9251291,454	633378,694
4	BM4	37,900	9251382,002	633738,498
5	BM5	38,690	9251407,182	634038,887
6	BM6	39,150	9251967,530	634135,470
7	BM7	38,610	9251983,309	633847,402
8	BM8	37,380	9252003,084	633509,351
9	BM9	36,670	9251836,121	632985,532
10	BM10	36,600	9251582,776	632783,603

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos obtenidos de campo y luego de haber sido procesados en gabinete mediante el programa Excel, se obtuvieron valores por debajo del máximo valor permitido de error de cierre, por lo tanto, no fue necesaria la corrección ni compensación de los valores obtenidos, por ser casi nula la inferencia.

- Las alturas máximas y mínimas de elevación del proyecto se han registrado en el levantamiento topográfico de: 39.17 m.s.n.m y 35.80 m.s.n.m, respectivamente.
- La poligonal de apoyo tiene una superficie de 77,99 hectáreas con un perímetro de 3,78 km.
- El error de cierre obtenido de la poligonal cerrada es $E_x = -0.010$, $E_y = -0.006$, con un valor máximo permitido de 0.025, y los datos obtenidos del terreno son confiables.
- Antes de realizar un levantamiento topográfico, es necesario identificar el área a medir para distinguir el tipo de trabajo a realizar y los problemas que pueden surgir durante el trabajo de campo.
- Para realizar los Estudios Topográficos de un Sistema de drenaje Pluvial y Pavimentación debemos contar con equipos calibrados para obtener datos de mayor precisión.
- Los BM's. deberán ser identificados y ubicados de forma que no sean fáciles de remover o dañar.

4.3. ESTUDIO DE SUELOS:

4.3.1. Exploración y Muestreo:

Para el estudio de suelos, inicialmente se ubicaron de forma estratégica las calicatas (puntos de excavación), alineándose al requerimiento mínimo, en este caso íntegramente por el Manual de Carreteras, sección suelos y pavimento del MTC (Ministerio de transporte y Comunicaciones), debido a la cantidad mínima de calicatas exigida por este, la cual es más apropiada al proyecto, por lo que el trazo de la pavimentación se encuentra limitada por la zona de estudio, cuya área es muy reducida comparada con el trazo de una carretera la cual generalmente se proyecta a grandes longitudes, atravesando y uniendo diferentes localidades y/o zonas de estudio. Lo que significa, que en la zona de estudio de este proyecto se encuentra teóricamente conformado por las mismas características del suelo en toda su sección, por lo que no es necesario ser muy conservador, a menos que los resultados obtenidos del laboratorio indiquen lo contrario, este criterio no es oportuno aplicar para carreteras propiamente dicho, por lo que estas normalmente pasan por diferentes zonas y es muy probable que las características del suelo varíen a lo largo del trazo.

Para plasmar la ubicación de las calicatas, fue necesario proyectar líneas imaginarias sobre la zona de estudio, a lo largo de todas las calles, donde al final obtenemos una variedad de líneas paralelas y en dos direcciones, formando una cuadrícula en el área del proyecto, con el fin de estimar calles continuas, y a la vez, gracias a esto se pudo identificar y graficar los puntos exactos donde se realizarán las excavaciones para la extracción de muestras. Esta metodología podemos visualizarla en la **Imagen 13**.

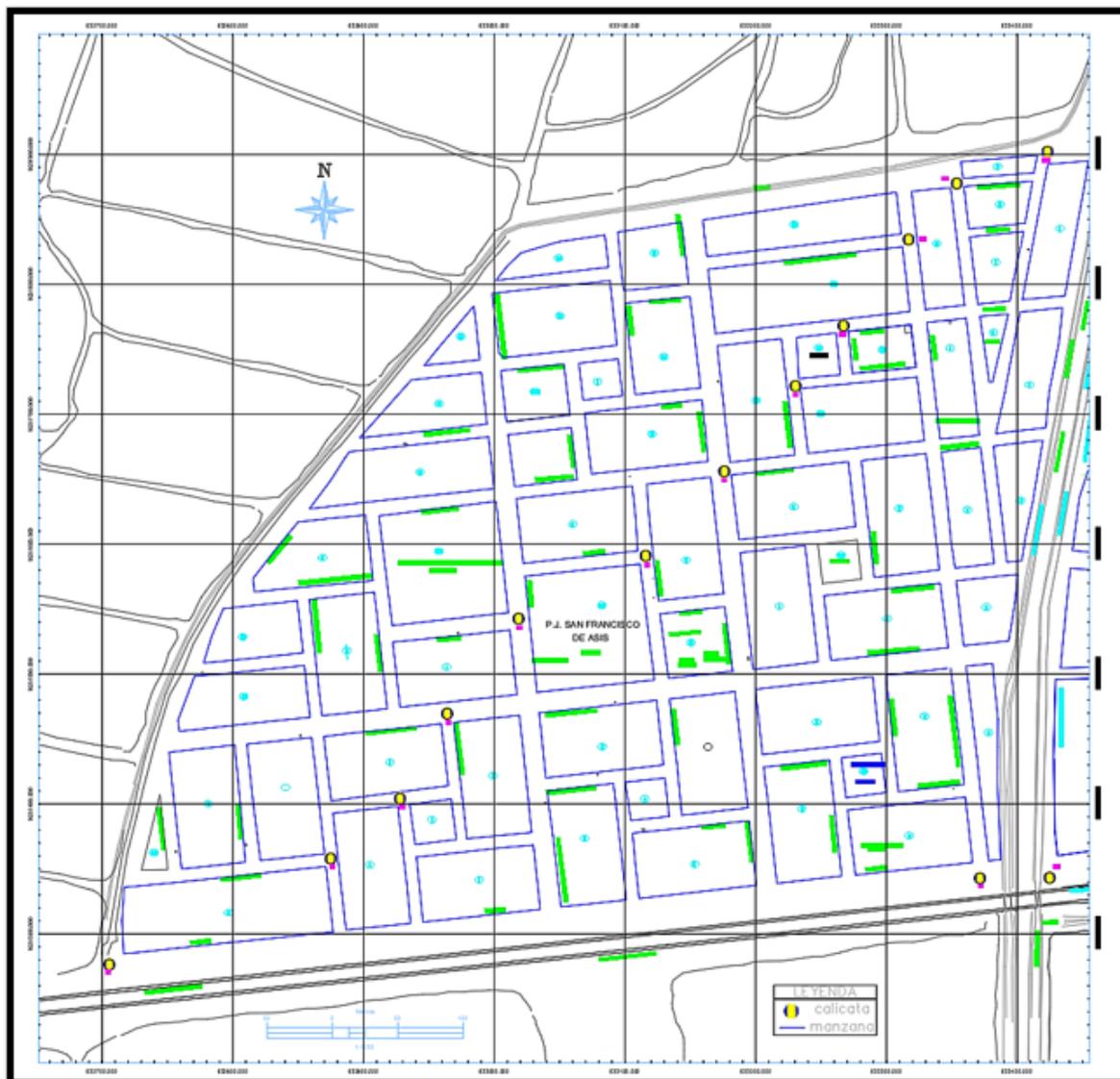
Imagen 13. “Trazos Guía para Ubicación de Calicatas”



Fuente: Elaboración Propia.

Los puntos de calicata colocados se encuentran ubicados de manera que satisfacen tanto para un eje como para el otro. Los puntos definidos se muestran en la **Imagen 14. y 15.**, de acuerdo con el Centro Poblado que corresponda.

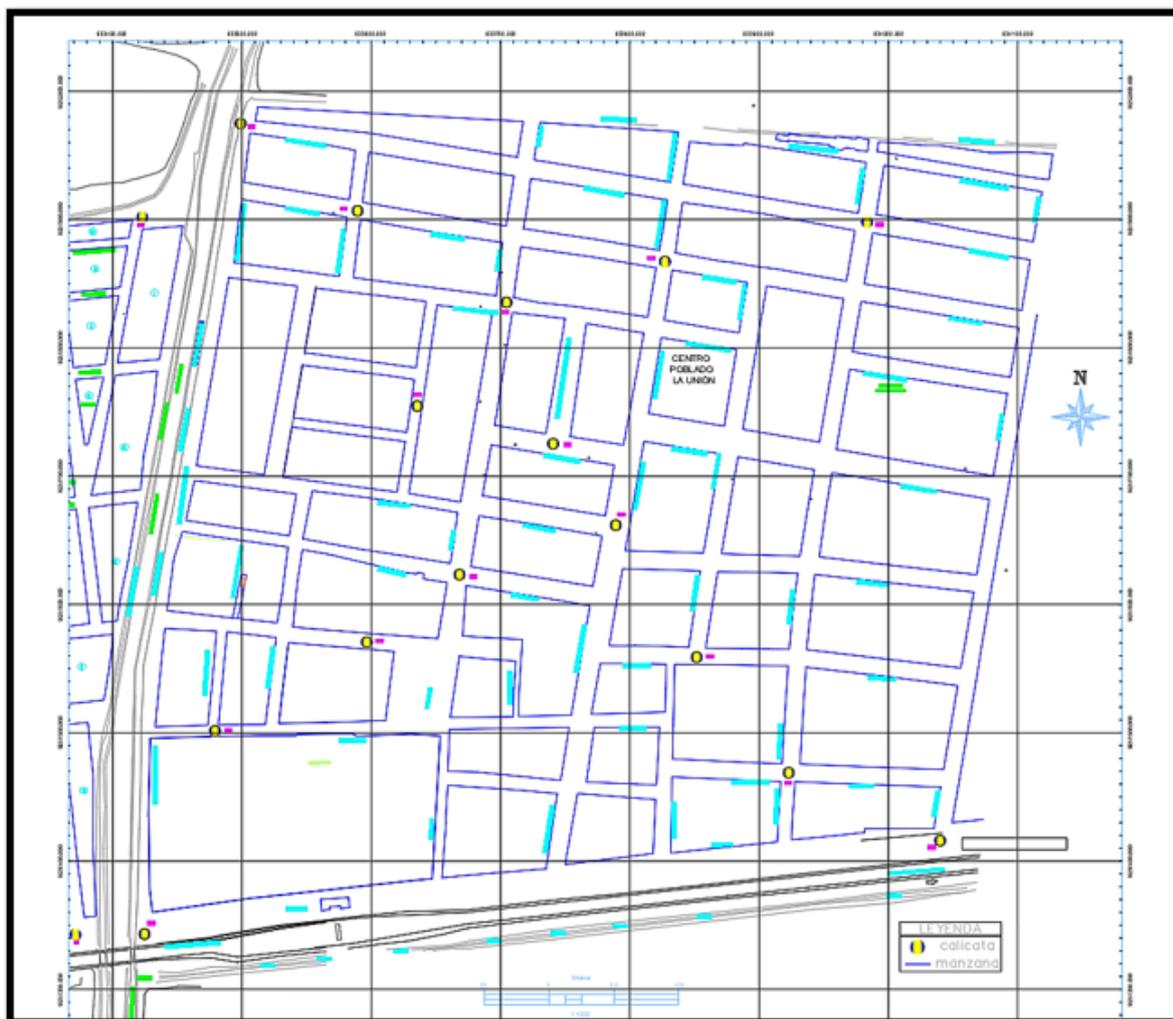
Imagen 14. “Ubicación de Calicatas-C.P. San Francisco de Asís”



Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 15. “Ubicación de Calicatas-C.P. La Unión”

“Ubicación gráfica de calicatas en el Centro Poblado La Unión, distrito Pomalca”.



Fuente: Elaboración Propia.

En total se obtuvo y se ejecutó 28 calicatas a una profundidad de 1.5 m, estas calicatas se encuentran identificadas y ubicadas mediante coordenadas WGS-84.

Tabla 69.

“Coordenadas UTM WGS-84”

DESCRIPCIÓN	NORTE	ESTE	PROFUNDIDAD
C-1	9251281.971	632713.260	h=1.5 m
C-2	9251346.460	633378.969	h=1.5 m
C-3	9251360.056	632870.913	h=1.5 m
C-4	9251400.568	632934.051	h=1.5 m
C-5	9251464.944	632968.529	h=1.5 m
C-6	9251545.818	633012.241	h=1.5 m
C-7	9251594.262	633111.374	h=1.5 m
C-8	9251660.506	633180.511	h=1.5 m
C-9	9251726.397	633229.626	h=1.5 m
C-10	9251764.578	633270.347	h=1.5 m
C-11	9251830.336	633322.656	h=1.5 m
C-12	9251876.658	633358.873	h=1.5 m
C-13	9251899.521	633416.536	h=1.5 m
C-14	9251347.184	633429.178	h=1.5 m
C-15	9251415.175	634048.718	h=1.5 m
C-16	9251463.297	633926.362	h=1.5 m
C-17	9251504.605	633474.544	h=1.5 m
C-18	9251575.866	633601.634	h=1.5 m
C-19	9251565.537	633856.675	h=1.5 m
C-20	9251618.267	633660.921	h=1.5 m
C-21	9251668.942	633783.402	h=1.5 m
C-22	9251730.687	633750.072	h=1.5 m
C-23	9251749.541	633630.824	h=1.5 m
C-24	9251830.812	633696.035	h=1.5 m
C-25	9251902.435	633583.352	h=1.5 m
C-26	9251862.294	633822.726	h=1.5 m
C-27	9251977.325	633507.971	h=1.5 m
C-28	9251889.040	633985.087	h=1.5 m

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2. Ensayos de Laboratorio:

Inicialmente se desarrolló la granulometría, contenido de húmedas, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, con el fin de obtener y conocer el tipo de suelo a través de los ensayos ya mencionados, estos suelos son definidos y catalogados de acuerdo a la metodología para la construcción de vías, clasificaciones efectuadas por AASHTO (La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes) y SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

Tabla 70. “Resultados E.M.S., Centro Poblado San Francisco de Asís”

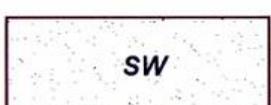
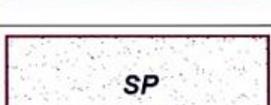
<i>N° Calicata</i>	<i>Contenido de humedad (%)</i>	<i>LL (%)</i>	<i>LP (%)</i>	<i>I (%)</i>	<i>SUCS</i>	<i>AASHTO</i>
1	11.16	32.00	20.00	12.00	CL	A-6 (9)
2	7.66	24.00	17.00	7.00	CL	A-4 (8)
3	11.45	23.00	18.00	5.00	CL-ML	A-4 (7)
4	23.36	28.00	21.00	7.00	CL	A-4 (8)
5	11.20	32.00	20.00	12.00	CL	A-6 (9)
6	8.41	24.00	19.00	5.00	CL-ML	A-4 (8)
7	10.75	23.00	17.00	6.00	CL-ML	A-4 (7)
8	13.74	31.00	20.00	11.00	CL	A-6 (7)
9	7.81	24.00	18.00	6.00	CL-ML	A-4 (8)
10	11.41	23.00	17.00	6.00	CL-ML	A-4 (7)
11	11.52	23.00	16.00	7.00	CL	A-4 (7)
12	23.36	29.00	21.00	8.00	CL	A-4 (8)
13	8.46	24.00	18.00	6.00	CL-ML	A-4 (8)

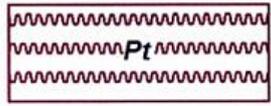
Fuente: Elaboración Propia

El suelo de la zona del proyecto según el resultado de los ensayos tiene las características de un suelo limo orgánico de plasticidad mediana.

Imagen 16.

“Resultados E.M.S., Centro Poblado San Francisco de Asís”

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variacion en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo organico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo organico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variacion en tamaños granulares y cantidades de particulas en tamaños intermedios		Limo organico y arcilla limosa organica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de particulas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos.

Tabla 71. “Resultados E.M.S., Centro Poblado La Unión, Distrito Pomalca”

<i>N° Calicata</i>	<i>Contenido de humedad (%)</i>	<i>LL (%)</i>	<i>LP (%)</i>	<i>I (%)</i>	<i>SUCS</i>	<i>AASHTO</i>
14	8.33	24.00	18.00	6.00	CL	A-4 (8)
15	12.00	23.00	16.00	7.00	CL	A-4 (7)
16	23.28	29.00	20.00	9.00	CL	A-4 (8)
17	11.39	23.00	19.00	4.00	CL-ML	A-4 (7)
18	7.79	24.00	18.00	6.00	CL-ML	A-4 (8)
19	10.88	23.00	17.00	6.00	CL-ML	A-4 (7)
20	13.74	31.00	20.00	11.00	CL	A-6 (8)
21	8.82	23.00	18.00	5.00	CL-ML	A-4 (8)
22	11.20	32.00	20.00	12.00	CL	A-6 (9)
23	11.54	23.00	18.00	5.00	CL-ML	A-4 (7)
24	23.54	28.00	21.00	7.00	CL	A-4 (8)
25	7.66	24.00	27.00	7.00	CL	A-4 (8)
26	7.91	24.00	18.00	6.00	CL-ML	A-4 (8)
27	10.98	23.00	17.00	6.00	CL-ML	A-6 (7)
28	12.00	31.00	20.00	11.00	CL	A-6 (8)

Fuente: Elaboración Propia

Además, se elaboró el Proctor, teniendo en cuenta las normativas indicadas por el Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimento, así como también el número mínimo necesario, según el tipo de carretera establecida de acuerdo al IMDA obtenido del resultado del conteo vehicular anteriormente realizado, en este caso, la pavimentación de diseño se trata de una carretera de tercera clase con un IMDA entre 400 a 201 veh/día, de una calzada de dos carriles, por ende, el manual indica que se debe realizar como mínimo un CBR cada 2km, por lo tanto, si se tiene 28 calicatas, esto equivaldría a un trazo de 14 km, lo que correspondió realizar un total de 7 ensayos de CBR (California Bearing Ratio), estos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 72.**“Capacidad de soporte, CBR y PROCTOR”.**

<i>Calicata</i>	<i>CBR</i>	<i>PROCTOR</i>	
		<i>Densidad Seca</i>	<i>Humedad Optima</i>
4	15.1	1.82	16.59
8	9.5	1.815	14.22
12	9.2	1.822	16.57
16	9.5	1.816	16.29
20	9	1.814	14.22
24	9.9	1.821	16.62
28	10	1.81	14.29

Fuente: Elaboración Propia

Otro de los ensayos, es la obtención del resultado de la medición de los cloruros y sulfatos presentes en el suelo, en este caso, se optó por 4 ensayos, obteniendo una similitud general a lo largo del área del lugar de estudio.

Tabla 73.**“Análisis Químico de las Muestras Extraídas”.**

<i>Calicata</i>	<i>STD (g/l)</i>	<i>Cloruros (g/l)</i>	<i>Sulfatos STD (g/l)</i>
5	0.2	0.447	0.069
10	0.15	0.497	0.0729
19	0.26	0.447	0.074
24	0.15	0.547	0.0732

Fuente: Elaboración Propia

4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO:

4.4.1. Distribuciones.

Se evaluó la serie de datos para comprobar si se ajustan a la serie de distribuciones:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 parámetros
- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Gamma 2 parámetros
- Distribución Gamma 3 parámetros
- Log Pearson tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

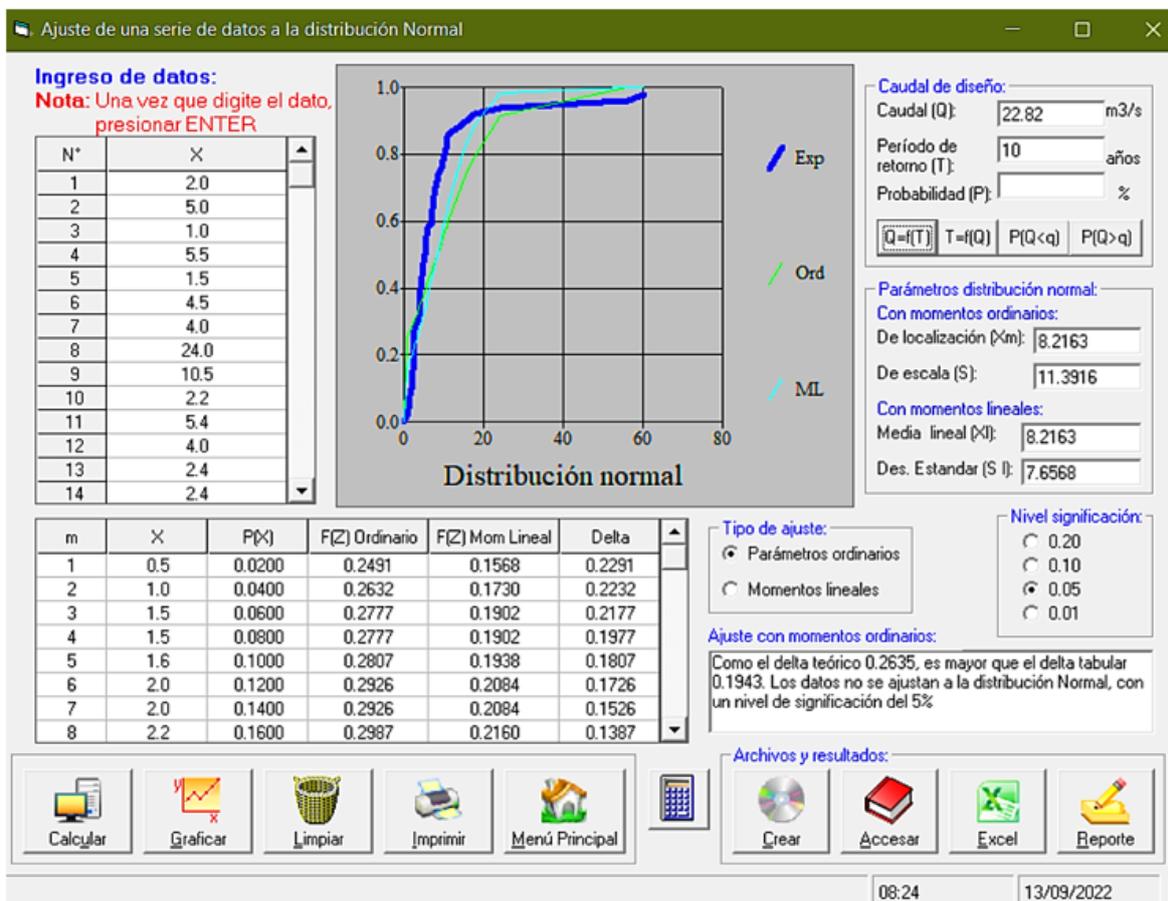
Tabla 74. “Parámetros estadísticos de la Data de la Estación Reque”

Media:	7.7423
Varianza:	125.8778
Desviación Estándar:	11.2195
Coficiente Variación:	1.4491
Coficiente de Sesgo:	3.7472
Coficiente de Curtosis:	18.0634

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 17.

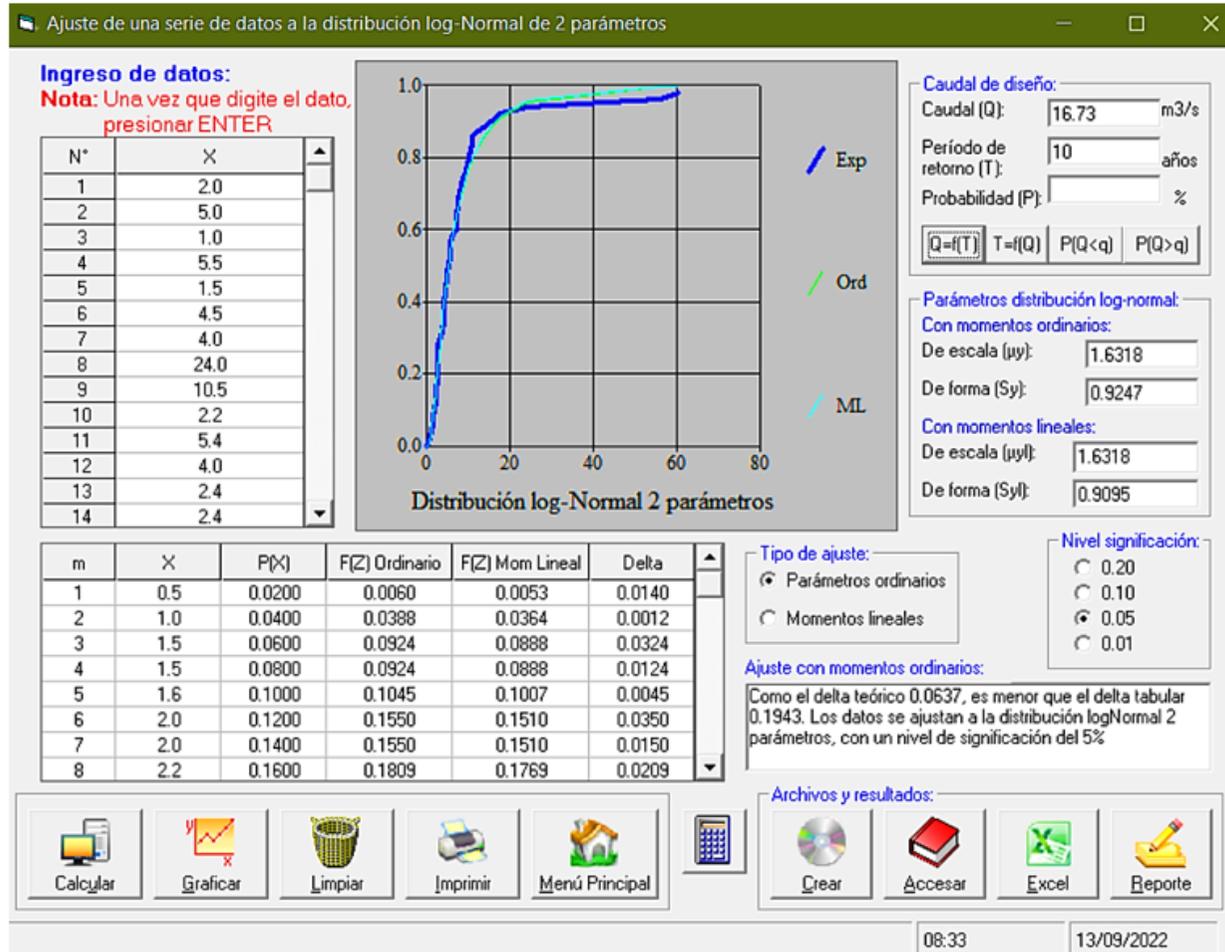
“Distribución normal”



Fuente: Elaboración Propia (software-HIDROESTA)

Imagen 18.

“Distribución Log-Normal 2”



Fuente: Elaboración Propia (software-HIDROESTA)

Imagen 19.

“Distribución Log-Normal 3”

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 3 parámetros

Ingreso de datos:
 Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	2.0
2	5.0
3	1.0
4	5.5
5	1.5
6	4.5
7	4.0
8	24.0
9	10.5
10	2.2
11	5.4
12	4.0
13	2.4
14	2.4

Parámetros distribución log-normal:

De posición (x_0): 0.1022
 De escala (μy): 1.601
 De forma (Sy): 0.943

Caudal de diseño:

Caudal (Q): 16.71 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Q=f(T) | T=f(Q) | P(Q<q) | P(Q>q)

Nivel significación:

0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0618, es menor que el delta tabular 0.1943. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	0.5	0.0200	-2.6754	0.0037	0.0163
2	1.0	0.0400	-1.8122	0.0350	0.0050
3	1.5	0.0600	-1.3427	0.0897	0.0297
4	1.5	0.0800	-1.3427	0.0897	0.0097
5	1.6	0.1000	-1.2694	0.1021	0.0021
6	2.0	0.1200	-1.0184	0.1542	0.0342
7	2.0	0.1400	-1.0184	0.1542	0.0142
8	2.2	0.1600	-0.9122	0.1808	0.0208

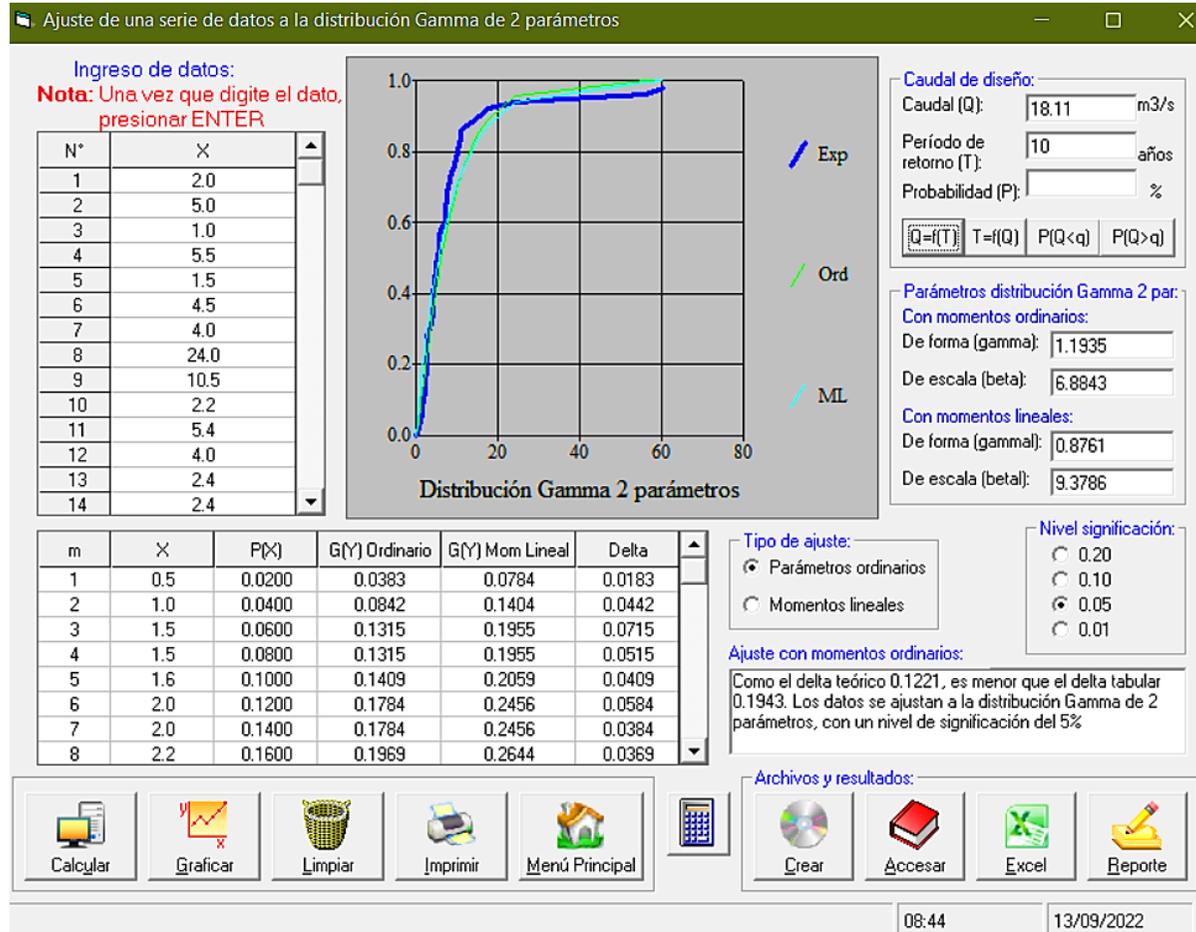
Archivos y resultados:

Calcular | Graficar | Limpiar | Imprimir | Menú Principal | Crear | Accesar | Excel | Reporte

08:40 | 13/09/2022

Fuente: Elaboración Propia (software-HIDROESTA)

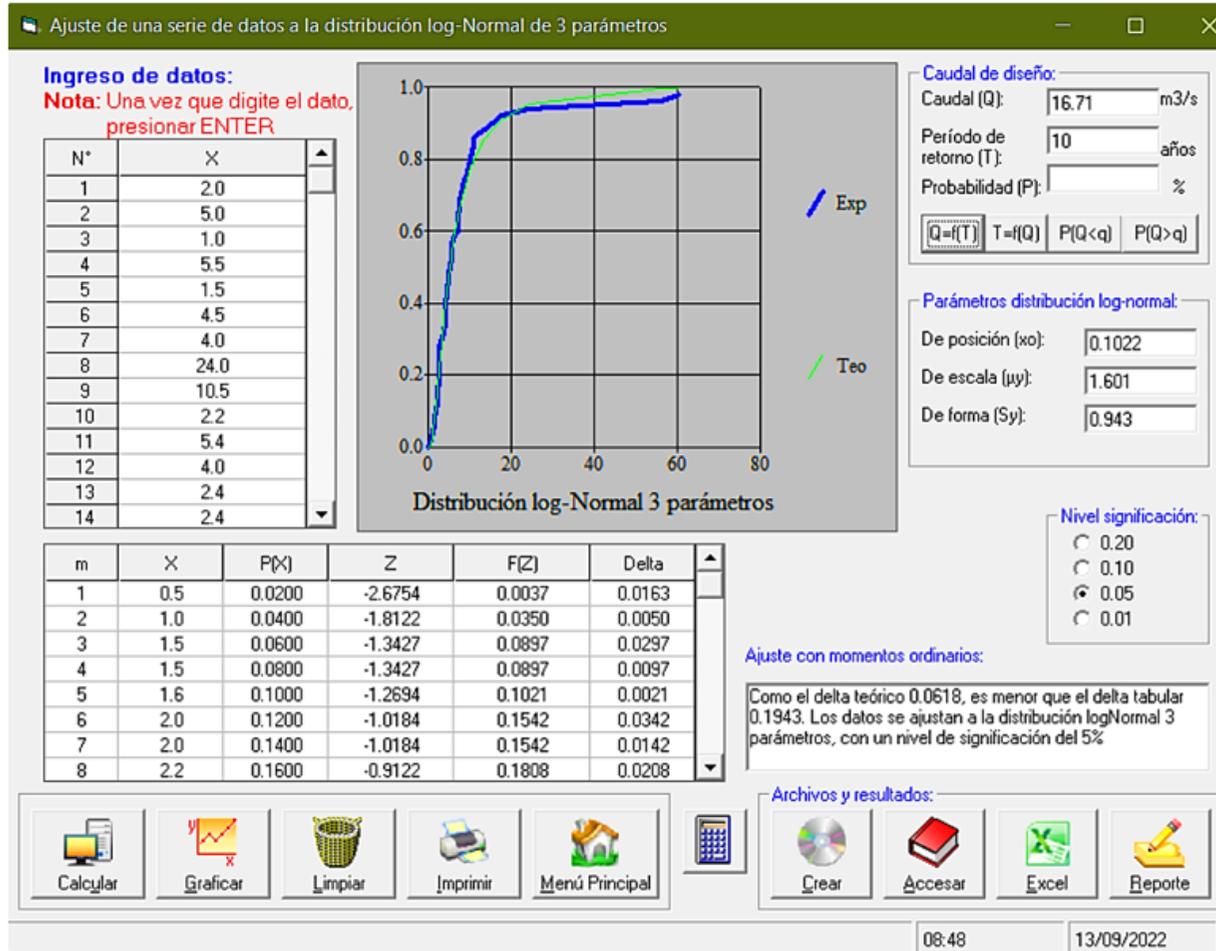
Imagen 20. “Distribución Gamma 2”



Fuente: Elaboración Propia (software-HIDROESTA)

Imagen 21.

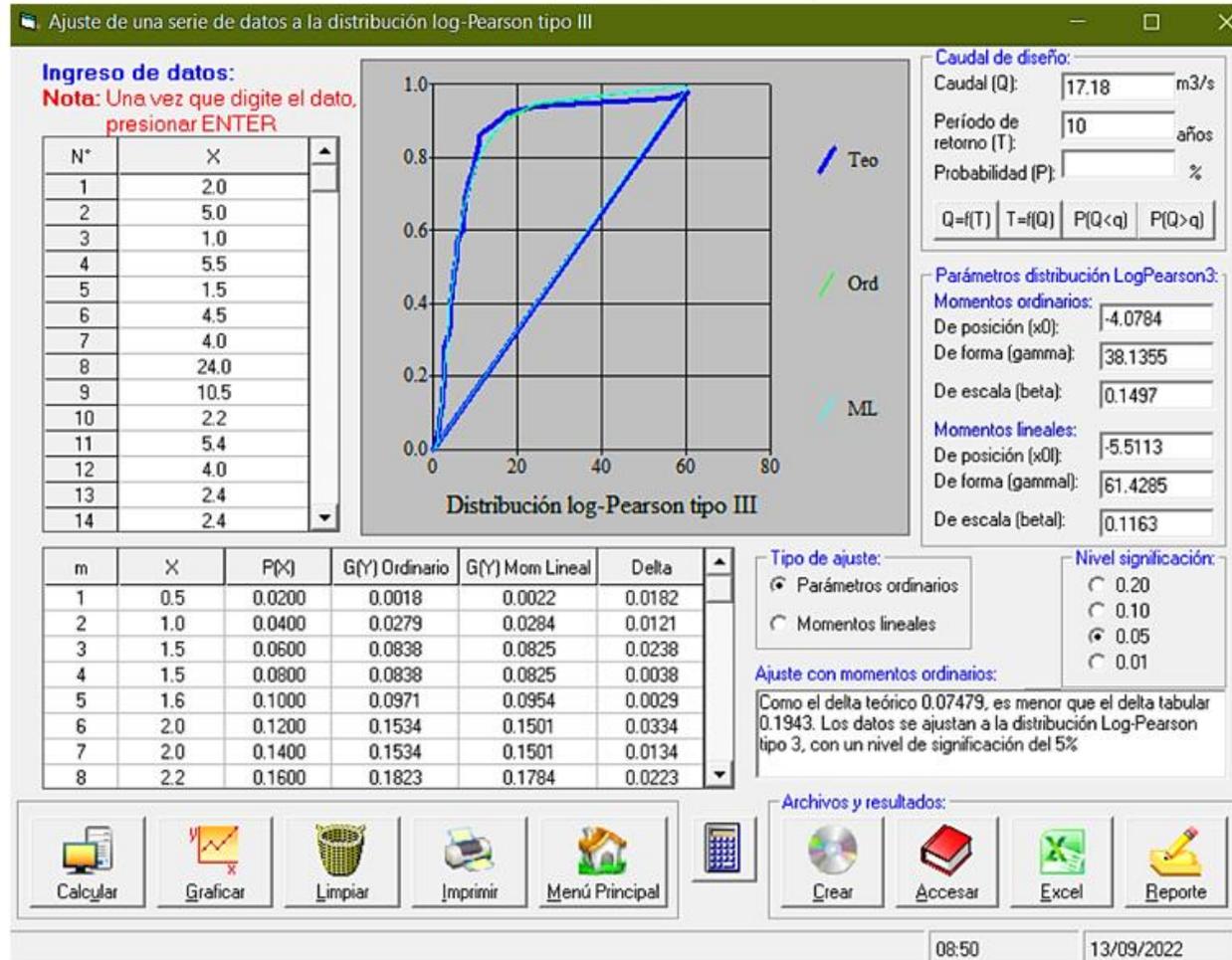
“Distribución Gamma 3”



Fuente: Elaboración Propia (software-HIDROESTA)

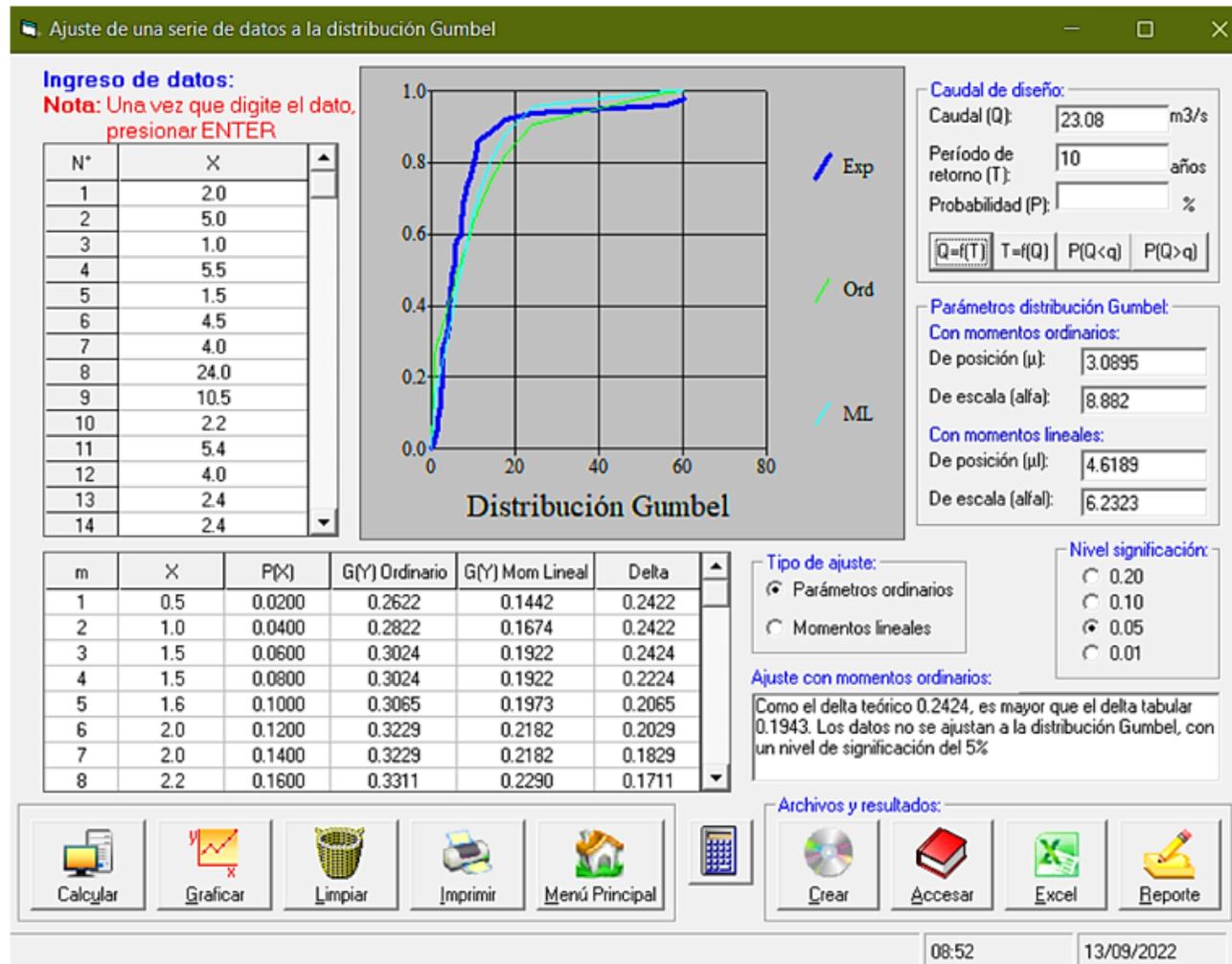
Imagen 22.

“Distribución Log-Pearson tipo III”



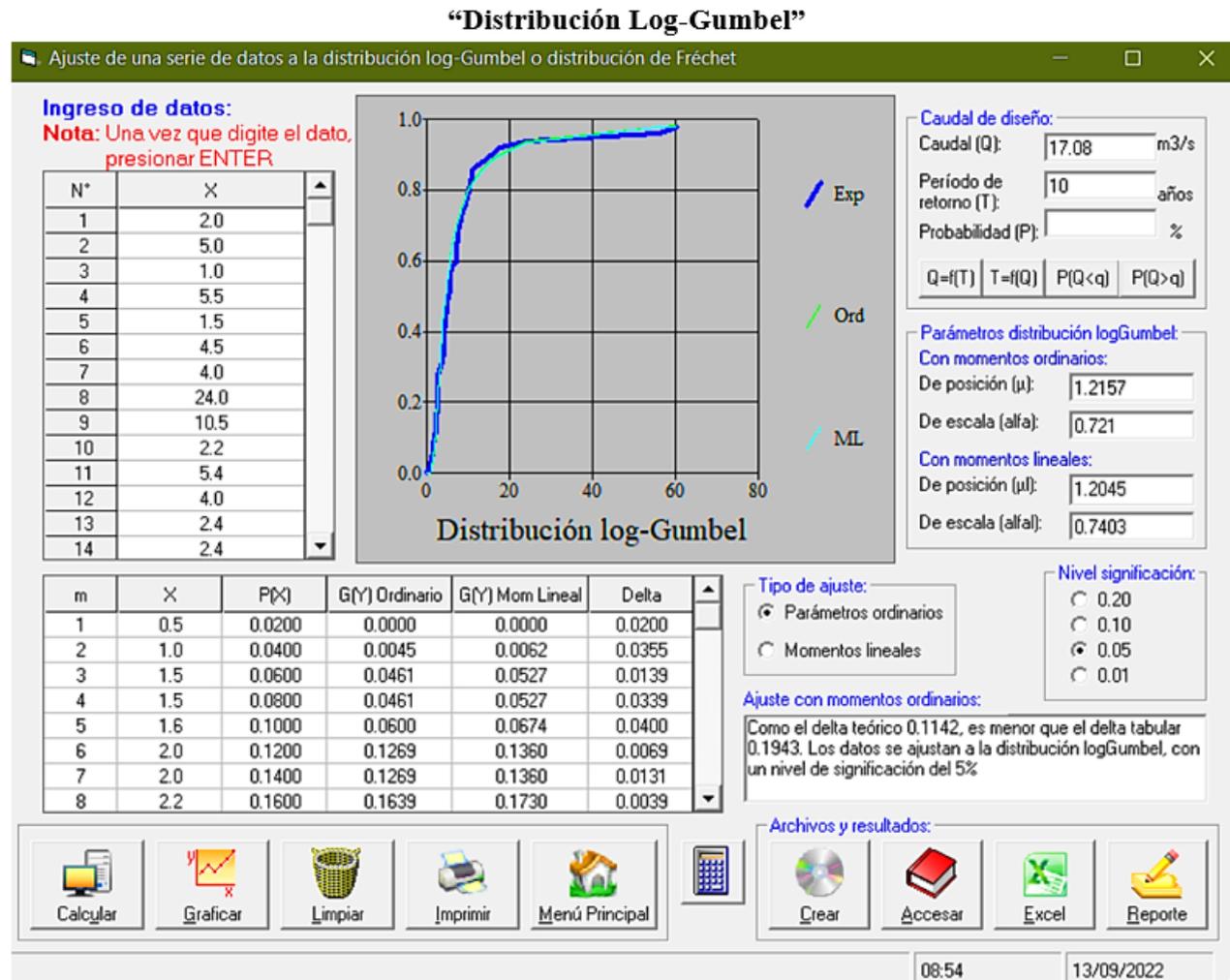
Fuente: Elaboración Propia (software-HIDROESTA)

Imagen 23.
“Distribución Gumbel”



Fuente: Elaboración Propia (software-HIDROESTA)

Imagen 24.



Fuente: Elaboración Propia (software-HIDROESTA)

4.4.2. Pruebas de Bondad.

A través del software HIDROGNOMON, se observó que la distribución aceptable es la distribución “Log-Normal” con un alcance del 82.44% y un delta máximo menor, lo que significa que posee la menor distancia entre distribución “Log-Normal con la distribución base.

Tabla 75. “Resumen de Distribuciones-Delta Máximo”

DISTRIBUCIÓN	Q_{máx}	Delta teo.	Delta tab.
Distribución Normal	22.82	0.2635	0.1943
Distribución Log Normal 2 parámetros	16.73	0.0637	0.1943
Distribución Log Normal 3 parámetros	16.71	0.0618	0.1943
Distribución Gamma 2 parámetros	18.11	0.1221	0.1943
Distribución Gamma 3 parámetros	16.71	0.0618	0.1943
Distribución Log Pearson Tipo III	17.18	0.07479	0.1943
Distribución Gumbel	23.08	0.2424	0.1943
Distribución Log Gumbel	17.08	0.1142	0.1943

Fuente: Elaboración Propia (software-HIDROESTA)

La distribución que más se ajusta son la distribución Log Normal 2, Log Normal 3 y Gamma 3, por tener el menor Delta Teo, pero al comparar el caudal máximo de estas tres distribuciones, escogeremos el de mayor caudal por ser el más crítico de los de mejor ajuste, entonces la distribución aceptada es Log Normal 2 parámetros.

Tabla 76. “Prueba “Precipitaciones Máximas de Retorno”

Kolmogorov-Smirnov test for: All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	REJECT	REJECT	REJECT	0.25%	0.2537
Normal (L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.06%	0.22445
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	82.44%	0.08716
Galton	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	6.50%	0.1815
Exponential	REJECT	REJECT	REJECT	0.34%	0.24763
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	39.23%	0.12485
Gamma	REJECT	REJECT	REJECT	0.52%	0.23924
Pearson III	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.56%	0.19679
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	72.96%	0.09554
EV1-Max (Gumbel)	REJECT	REJECT	REJECT	0.56%	0.23778
EV2-Max	REJECT	REJECT	REJECT	%	0.98113
EV1-Min (Gumbel)	REJECT	REJECT	REJECT	0.01%	0.3107
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.79%	0.1953
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	6.52%	0.18144
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	7.09%	0.17921
Pareto	ACCEPT	REJECT	REJECT	3.37%	0.19811
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	92.38%	0.07613
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	38.91%	0.12517
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	16.96%	0.15402
EV2-Max (L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	%	0.98113
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.02%	0.29468
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	48.10%	0.11645
Pareto (L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.36%	0.2465
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	REJECT	REJECT	2.16%	0.20865
GEV-Min (kappa specified)	REJECT	REJECT	REJECT	0.05%	0.28355
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	45.99%	0.11837
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	REJECT	REJECT	REJECT	0.21%	0.25689

Fuente: Elaboración Propia (software-HYDROGNOMON)

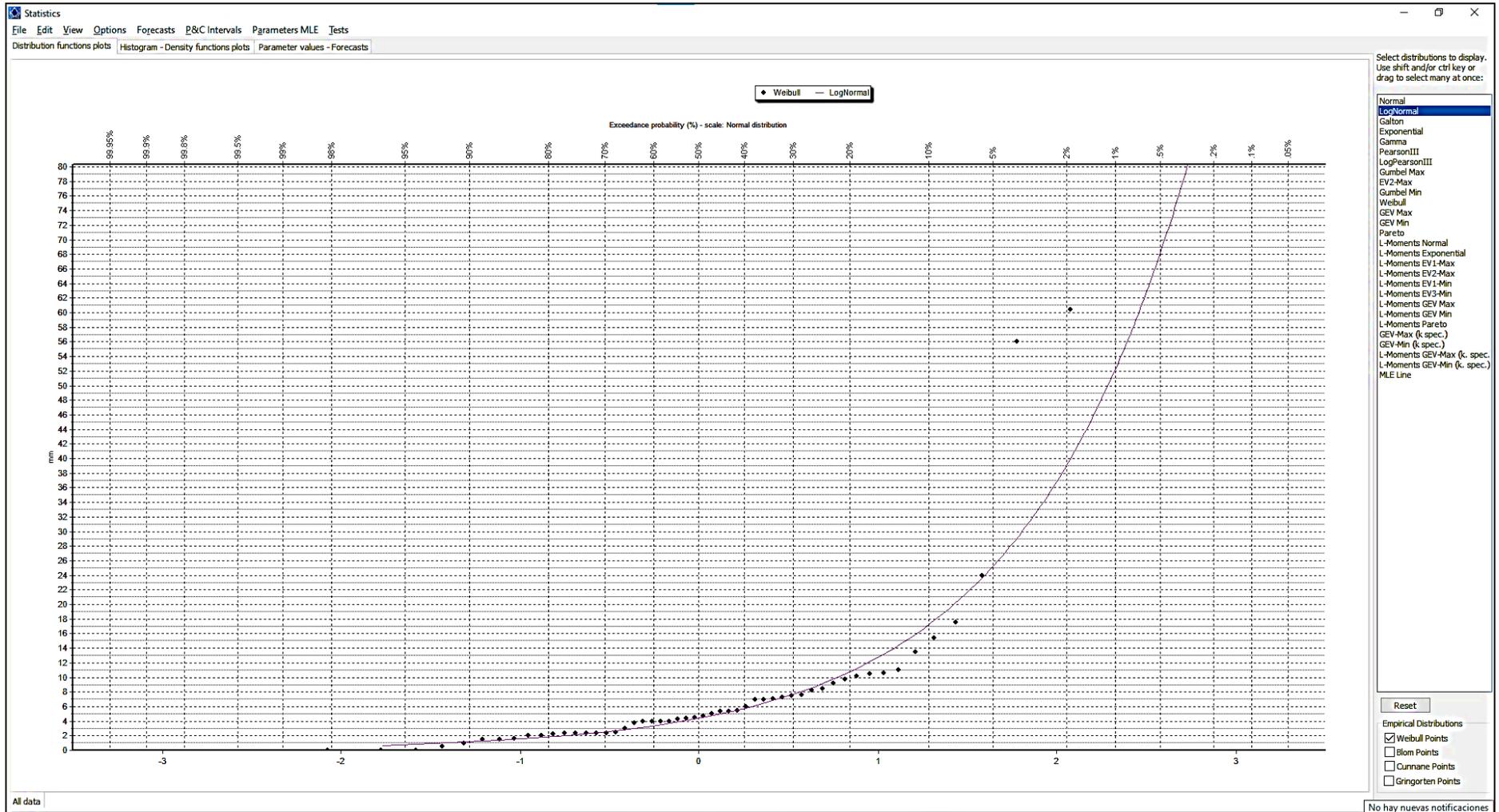
Tabla 77. “Bondad de Ajuste”

PR (años)	PP.máx
2	4.39737
5	10.764
10	17.1869
20	25.2944
50	39.0761
100	52.2199

Fuente: software-HYDROGNOMON

Las precipitaciones máximas obtenidas a un periodo de retorno de 10 años que corresponde con el software Hydrognomon se obtuvo 17.1869

Tabla 78. “Prueba de bondad de ajuste”



Fuente: software-HYDROGNOMON

4.4.3. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF):

Tabla 79. “Precipitaciones Máximas, Tiempos de duración de Lluvias”

Tiempo de Duración (hr)	Coeficiente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración					
		2 años	5 años	10 años	20 años	50 años	100 años
48	1.32	5.805	14.208	22.687	33.389	51.580	68.930
24	1	4.397	10.764	17.187	25.294	39.076	52.220
22	0.97	4.265	10.441	16.671	24.536	37.904	50.653
20	0.93	4.090	10.011	15.504	23.524	36.341	48.565
18	0.9	3.958	9.688	13.954	22.765	35.168	46.998
16	0.87	3.826	9.365	12.140	22.006	33.996	45.431
14	0.83	3.650	8.934	10.076	20.994	32.433	43.343
12	0.79	3.474	8.504	7.960	19.983	30.870	41.254
10	0.73	3.210	7.858	5.811	18.465	28.526	38.121
8	0.64	2.814	6.889	3.719	16.188	25.009	33.421
6	0.56	2.463	6.028	2.083	14.165	21.883	29.243
5	0.5	2.199	5.382	1.041	12.647	19.538	26.110
4	0.44	1.935	4.736	0.458	11.130	17.193	22.977
3	0.38	1.671	4.090	0.174	9.612	14.849	19.844
2	0.31	1.363	3.337	0.054	7.841	12.114	16.188
1	0.25	1.099	2.691	0.013	6.324	9.769	13.055

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 80.

“Intensidades de Lluvia Según la Duración de Precipitación y Frecuencia”

Tiempo de Duración		Intensidades de Luvia (mm/hr), según Periodo de Retorno					
Horas	Minutos	2 años	5 años	10 años	20 años	50 años	100 años
48	2880	0.1209	0.2960	0.4726	0.6956	1.0746	1.4360
24	1440	0.1832	0.4485	0.7161	1.0539	1.6282	2.1758
22	1320	0.1939	0.4746	0.7578	1.1153	1.7229	2.3024
20	1200	0.2045	0.5005	0.7752	1.1762	1.8170	2.4282
18	1080	0.2199	0.5382	0.7752	1.2647	1.9538	2.6110
16	960	0.2391	0.5853	0.7587	1.3754	2.1248	2.8395
14	840	0.2607	0.6382	0.7197	1.4996	2.3167	3.0959
12	720	0.2895	0.7086	0.6633	1.6652	2.5725	3.4378
10	600	0.3210	0.7858	0.5811	1.8465	2.8526	3.8121
8	480	0.3518	0.8611	0.4649	2.0236	3.1261	4.1776
6	360	0.4104	1.0046	0.3471	2.3608	3.6471	4.8739
5	300	0.4397	1.0764	0.2083	2.5294	3.9076	5.2220
4	240	0.4837	1.1840	0.1145	2.7824	4.2984	5.7442
3	180	0.5570	1.3634	0.0580	3.2040	4.9496	6.6145
2	120	0.6816	1.6684	0.0270	3.9206	6.0568	8.0941
1	60	1.0993	2.6910	0.0135	6.3236	9.7690	13.0550

Fuente: Elaboración Propia.

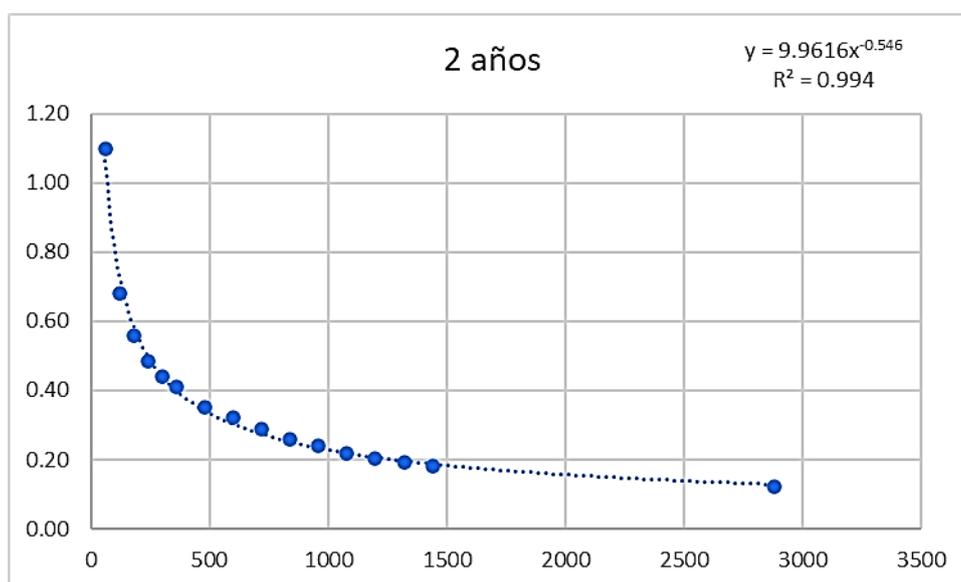
Desarrollo de Regresiones Potenciales:

$$Y = \alpha * X^\beta$$

$$\Sigma \log Y = \log \alpha * N + \beta * \Sigma \log X$$

$$\Sigma \log X \cdot \log Y = \log \alpha \cdot \Sigma \log X + \beta \cdot \Sigma (\log X)^2$$

Imagen 25. “Regresiones Potencial a 2 años”



Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 26. “Regresiones Potencial a 5 años”

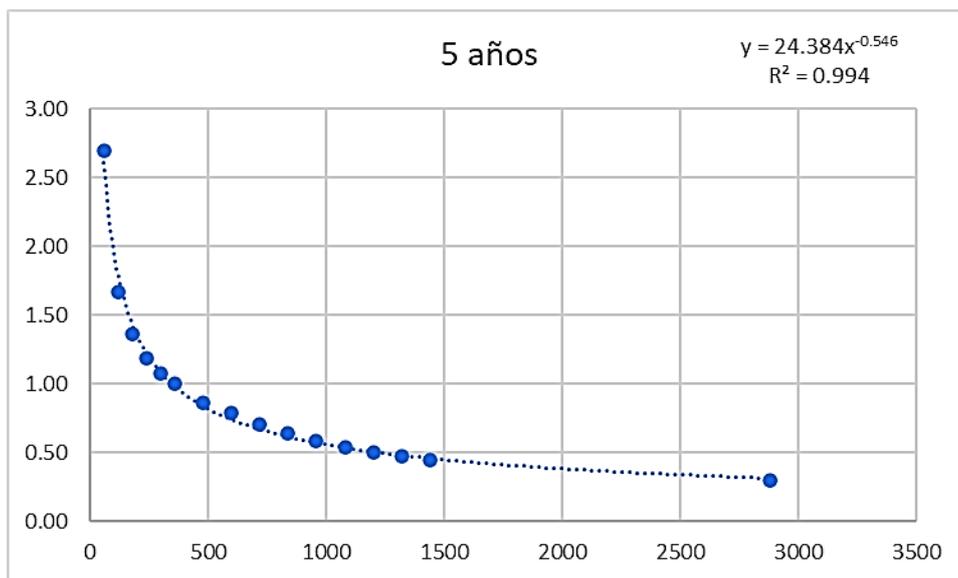


Imagen 27. “Regresiones Potencial a 10 años”

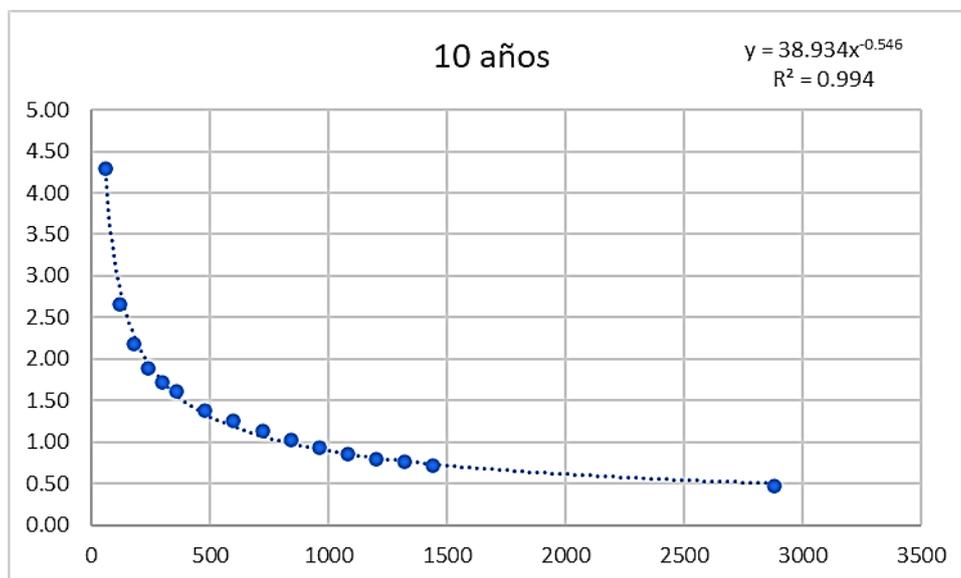
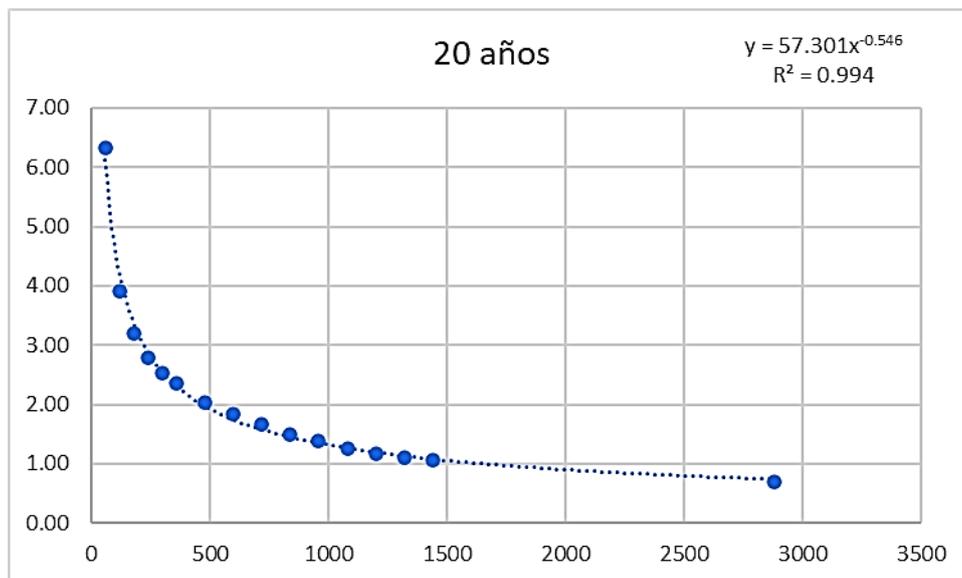
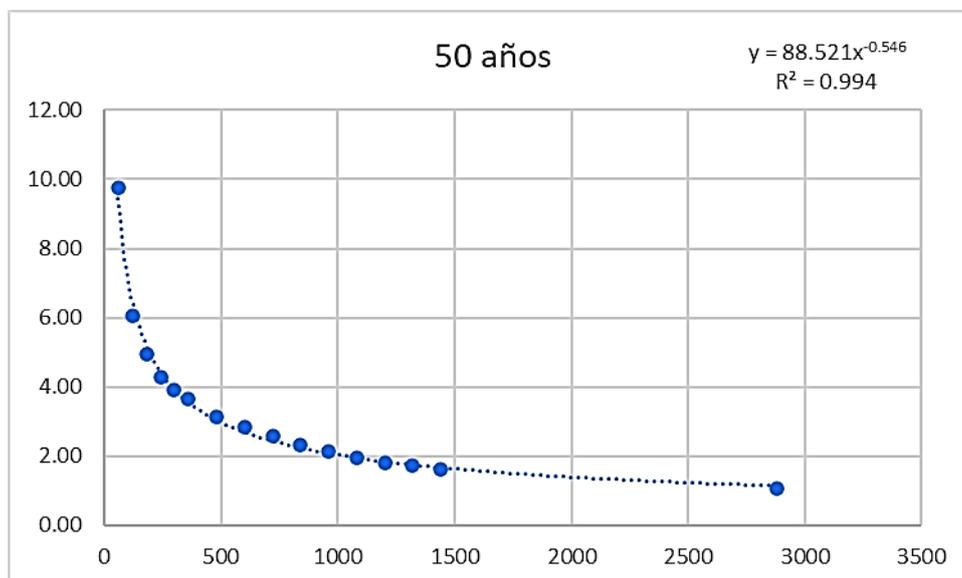


Imagen 28. “Regresiones Potencial a 20 años”



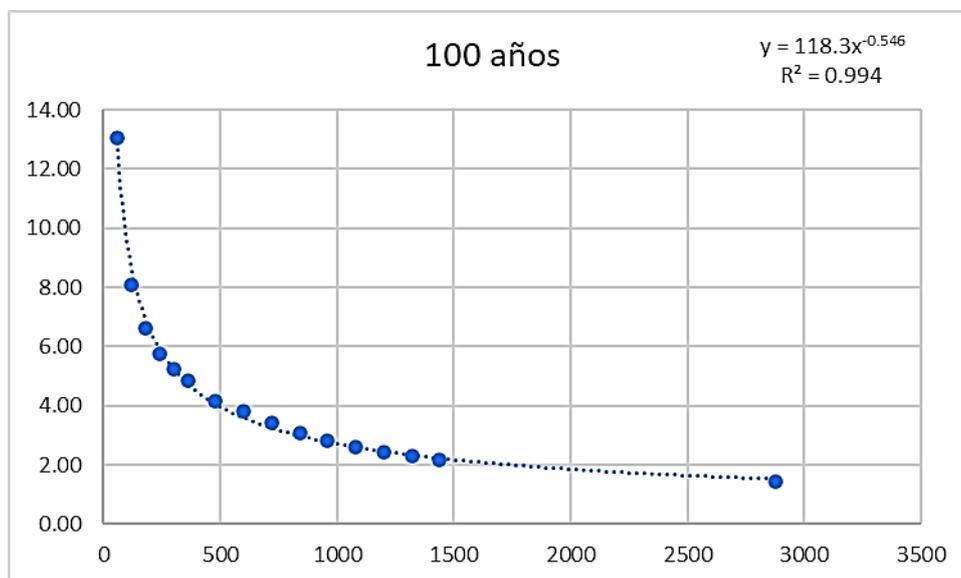
Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 29. “Regresiones Potencial a 50 años”



Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 30. “Regresiones Potencial a 100 años”



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 81.

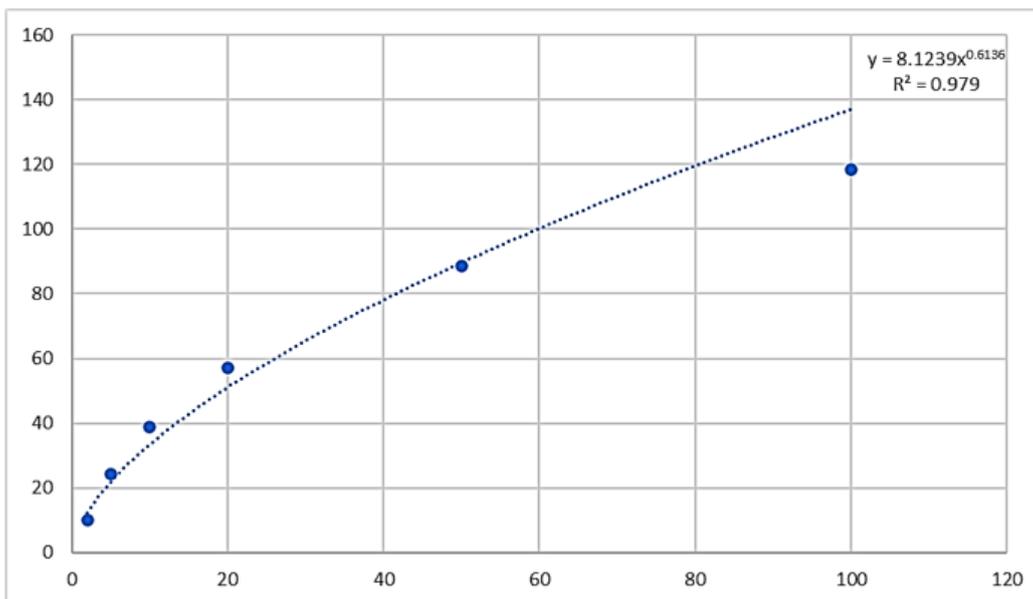
“Resumen de Regresiones Potencial de los periodos de Retorno”

Resumen de Aplicación de Regresión Potencial		
Periodo de Retorno	Coef. De Regresión	Exp. De Regresión
2	9.9616	-0.546
5	24.384	-0.546
10	38.934	-0.546
20	57.301	-0.546
50	88.521	-0.546
100	118.3	-0.546
Promedio:	56.2336	-0.546

Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 31.

“Resumen de Aplicación de regresión Potencial”



Fuente: Elaboración Propia.

$$\alpha = 8.1239$$

$$\beta = 0.6136$$

$$I = \frac{\alpha T^\beta}{t^\beta}$$

$$I = \frac{8.1239 * T^{0.6136}}{t^{0.6136}}$$

Donde:

I: intensidad de precipitación (mm/hr).

T: periodo de retorno (años).

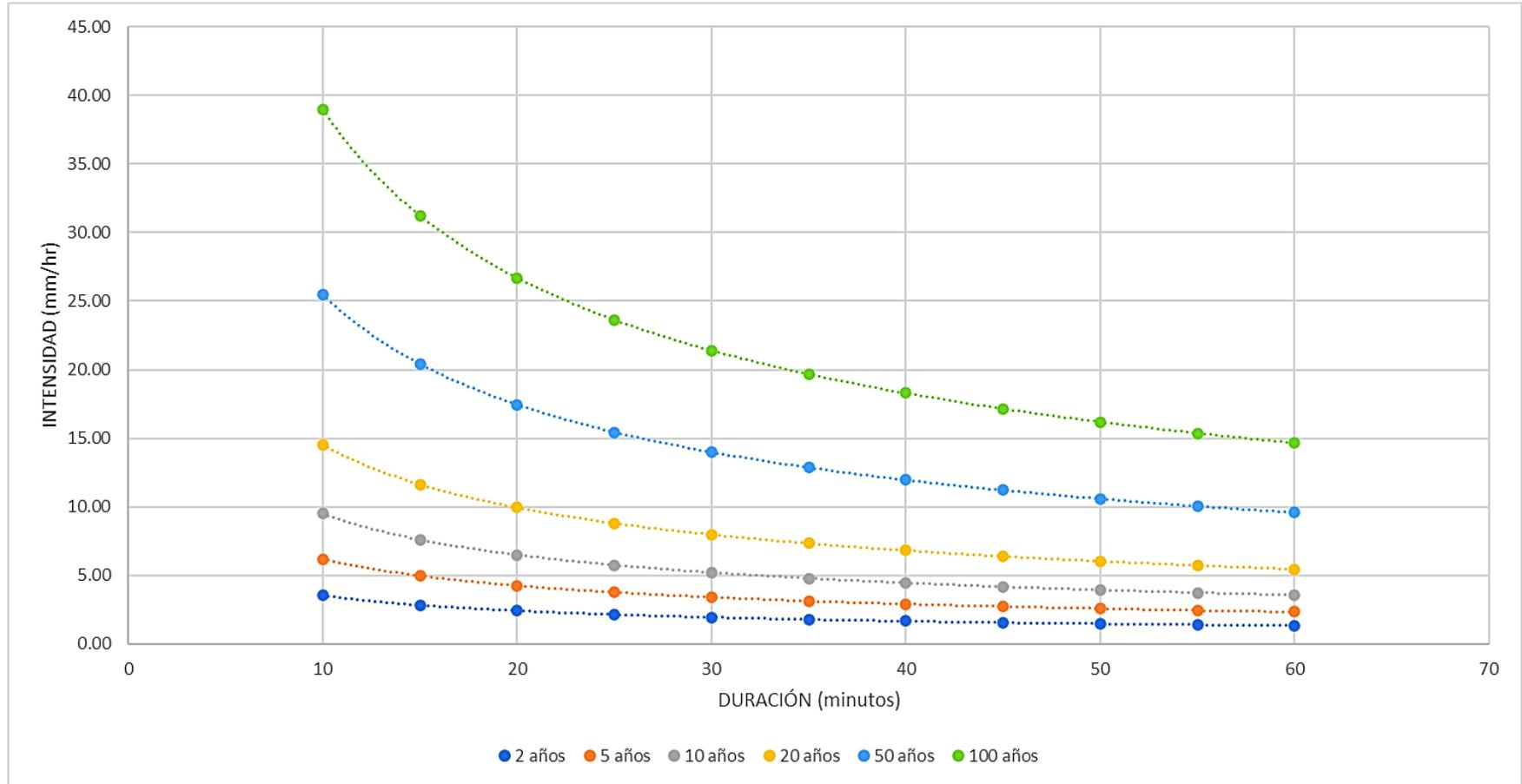
t: tiempo de duración de precipitación (min).

Tabla 82. “Intensidad-Tiempo de Duración-Periodo de Retorno”

Duración (t min)	Frecuencia (T años)					
	2	5	10	20	50	100
10	3.536	6.204	9.492	14.524	25.483	38.991
15	2.834	4.972	7.607	11.639	20.422	31.248
20	2.422	4.249	6.501	9.948	17.454	26.706
25	2.144	3.762	5.756	8.806	15.452	23.642
30	1.941	3.405	5.210	7.972	13.988	21.402
35	1.784	3.130	4.790	7.329	12.859	19.674
40	1.659	2.910	4.453	6.813	11.954	18.291
45	1.555	2.729	4.176	6.389	11.210	17.152
50	1.468	2.576	3.942	6.032	10.583	16.193
55	1.394	2.446	3.742	5.726	10.046	15.372
60	1.329	2.332	3.569	5.460	9.580	14.659

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 83. “Curva Intensidad-Duración-Frecuencia”



Fuente: Elaboración Propia.

I.4.2. Tiempo de Concentración:

$$t_c = t_0 + t_f$$

$$t_f = \sum \frac{L_i}{V_i}$$

Se tomo la calle de mayor longitud para analizar el tiempo de concentración, en este caso es la “Calle el Progreso”, como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 84. “Tiempo de Concentración- Método Federal Aviation Administration”

CALLE	L (m)	L (km)	COTAS (m)		Desnivel (m)	Tiempos de California Culverts Practice
			Inicial	Final		
CP: San F. Asis - Av. Grau	548	0.548	35.9	37.57	1.67	23.31

Fuente: Elaboración Propia.

El RNE (Reglamento nacional de Edificaciones), norma CE.040, indica que nunca el tiempo de concentración debe ser menor a los 10 minutos, por lo tanto, el tiempo de concentración del proyecto se encuentra aceptado por poseer un tiempo de concentración de 23.31 minutos por el Método Federal Aviation Administration.

Entonces, este es el mayor tiempo que se producirá en el tiempo de Retorno según diseño, por lo tanto:

$$I = \frac{\alpha T^\beta}{t^\beta}$$

$$I = \frac{8.1239 * T^{0.6136}}{t^{0.546}}$$

$$I = \frac{8.1239 * 10^{0.6136}}{23.31^{0.546}}$$

$$I_{máx} = 5.98 \frac{mm}{hr}$$

Tabla 85. “Tormenta - Clasificación”

Intensidad	mm/h	Criterios
Ligera	(5 - 10)	Las precipitaciones son intensas en forma de Chubasco. El acumulado en lluvia no debe ser menos a 5 mm en una hora, pero el total no debe superar a los 10 mm.
Moderada	(10 – 15)	Las precipitaciones son intensas en forma de chaparrones o chubasco. El acumulado en lluvia no debe ser menos a 10 mm en una hora y el total no debe ser mayor a 15 mm. Excepcionalmente pueden darse precipitaciones menores a 10 mm pero no debe exceder los 15 mm.
Fuerte	(15 – 20)	Las precipitaciones son intensas en forma de chaparrones o chubasco, acompañado de granizada y rayos permanentes. El acumulado en lluvia no debe ser menos a 10 mm en una hora, pero el total no debe ser menor a 15 mm ni superar los 20 mm. Excepcionalmente el acumulado de una hora puede ser de 5 mm.
Extremo	(20 – 25>	Las precipitaciones son intensas en forma de chaparrones o chubasco, acompañado de granizada, pedrisco y rayos permanentes. El acumulado en lluvia no debe ser menos a 15 mm por hora, pero el total no menor a 20 mm aunque sí puede superar los 30 mm. Generalmente el acumulado de una hora excede los 20 mm.

Fuente: Elaboración para la zona de estudio a partir de la información del Centro de Pronóstico del Tiempo y Estudios Climáticos (CPTEC).

4.5. DISEÑO GEOMÉTRICO DE PAVIMENTOS:

4.5.1. Clasificación de las Carreteras:

El proyecto no supera los 400 veh/día, por lo tanto, según el Manual de Carreteras DG-2018, nos encontramos con una clasificación de carretera de tercera clase, pero este proyecto se proyecta a una pavimentación, por lo que la norma indica que en este caso se deberá cumplir con las condiciones geométricas que estipula una clasificación de carretera de segunda clase.

Una clasificación de segunda clase es aquella que tienen como IMDA entre 400 a 2000 veh/día, cuya calzada estará provista por dos carriles con un ancho mínimo de 3.30 m, además podrá tener cruces o pasos vehiculares con dispositivos de seguridad vial. [10]

Según la topografía realizada en el lugar de estudio, según la categorización de orografía corresponde a un terreno plano (tipo 1), lo que representa a una superficie con pendientes transversales menores al 10% mientras que sus pendientes longitudinales estarán por debajo del 3%, por ende, habrá una mínima demanda de movimiento de tierra. [10]

4.5.2. Velocidad de Diseño:

Según la clasificación, orografía del proyecto, tenemos una velocidad de diseño como mínimo de 60 km/hr y un máximo de 100 km/hr como se indica en la siguiente Tabla, donde estas velocidades serán aplicables a tramos mínimos de 4 km, además la diferencia de velocidades entre tramos adyacentes no superará los 20 km/hr, en caso el tramo adyacente sea menor a la especificada, se optará por una diferencia de velocidad de 10 km/hr, todo esto con el fin de garantizar la seguridad vial de los usuarios. [10]

Tabla 86.

“Rangos de la Velocidad de Diseño”

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
Autopista de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Autopista de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de tercera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

4.5.3. Diseño en Planta, Perfil y Sección Transversal:

Se realizaron las diferentes elecciones de acuerdo con las necesidades básicas para el desarrollo del diseño geométrico de la pavimentación, estas se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 87.

“Pendientes Máximas”

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400					
Vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase					
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30 km/h																					10.00	10.00
40 km/h																			9.00	8.00	9.00	10.00
50 km/h											7.00	7.00					8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00				
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00				
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00				
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00				
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00									
110 km/h	4.00	4.00			4.00																	
120 km/h	4.00	4.00			4.00																	
130 km/h	3.50																					

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 88.

“Anchos Mínimos de Calzada en Tangente”

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400					
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase					
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30km/h																					6.00	6.00
40 km/h																			6.60	6.60	6.60	6.00
50 km/h											7.20	7.20					6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.00
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60				
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60				
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60				
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20									
110 km/h	7.20	7.20			7.20																	
120 km/h	7.20	7.20			7.20																	
130 km/h	7.20																					

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 89.

“Valores del Bombeo de la calzada”.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 90.

“Valores de Radio a Partir de los Cuales no es Necesario Peralte”

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥100
Radio (m)	3,500	3,500	3,500	7,500

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 91.

“Valores de Peralte Máximo”

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

Tabla 92. “Características de las Secciones de Vías”.

TIPOS DE VIAS	VIVIENDA			COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
VIAS LOCALES PRINCIPALES						
ACERAS O VEREDAS	1.80	2.40	3.00	3.00	2.40	3.00
ESTACIONAMIENTO	2.40	2.40	3.00	3.00 - 6.00	3.00	3.00 - 6.00
PISTAS O CALZADAS	SIN SEPARADOR	CON SEPARADOR CENTRAL 2 MODULOS A CADA LADO DEL SEPARADOR		SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE	SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE	SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE
	3.60	3.00	3.30	3.60	3.60	3.30 - 3.60
CON SEPARAD. CENTRAL: 2 MODULOS A C/ LADO						
VIAS LOCALES SECUNDARIAS						
ACERAS O VEREDAS	1.20			2.40	1.80	1.80 - 2.40
ESTACIONAMIENTO	1.80			5.40	3.00	2.20 - 5.40
PISTAS O CALZADAS	DOS MODULOS DE 2.70			2 MODULOS DE 3.00	2 MODULOS DE 3.60	2 MODULOS DE 3.00

Fuente: RNE, norma GH.020 (Componentes de Diseño Urbano)

Tabla 93. “Resumen de las Características Geométricas Seleccionadas para diseño”

Característica	Carretera 2da Clase	
Tipo de Via	Vivienda	
Orografía	Plana (tipo 1)	
Velocidad de Diseño.	60	km/h
Pendiente máxima.	6	%
Ancho mínimo de Calzada sin separador.	7.2	m
Valor de bombeo de la calzada.	2	%
Valor de peralte máximo.	4	%
Ancho de Vereda en vías locales secundarias.	1.2	m
Estacionamiento en vías locales secundarias.	1.2	m
Ancho de Vereda en vías locales principales.	1.8	m
Estacionamiento en vías locales principales.	1.8	m
bombeo hacia la pista.	2 a 4	%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 94.

"Rangos de Tráfico Pesado (EE)"

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

Fuente: Elaboración Propia

4.6. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO:

Tabla 95.

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Tabla 96.

“Selección del Módulo Resiliente, según CBR% Sub Rasante”

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (MPA)	CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Fuente: Manual de Carreteras, sección Suelos y Pavimentos

Tabla 97.

“Selección del Nivel de Confiabilidad (R)”

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750 001	1,000,000	80%

Fuente: Manual de Carreteras, sección Suelos y Pavimentos

Tabla 98.

“Selección del Índice de Serviciabilidad Final (Pt)”

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00

Fuente: Manual de Carreteras, sección Suelos y Pavimento

Tabla 99.

“Selección del Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)”

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	3.80

Fuente: Manual de Carreteras, sección Suelos y Pavimento

Tabla 100.

“Selección del Desviación Estándar (ZR)”

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750 001	1,000,000	-0.842

Fuente: Manual de Carreteras, sección Suelos y Pavimento

Tabla 101.

“Selección del Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI)”

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	1.80

Fuente: Manual de Carreteras, sección Suelos y Pavimento

Tabla 102.

“Selección del tiempo que tarda el agua en ser evacuada”

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

Fuente: Manual de Carreteras, sección Suelos y Pavimento

Tabla 103.

“Selección de la Calidad del Drenaje”.

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
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual de Carreteras, sección Suelos y Pavimento

Tabla 104.**“Resumen de la Selección de Características del Pavimento Flexible”**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	FÓRMULA
EE*10 ⁶	0.215	und.	
CBR (subrasante)	10	%	
CBR (Base)	80	%	
CBR (subbase)	40	%	
Módulo Resiliente	11152.98	PSI	$Mr=2555*CBR^{0.64}$
Exposición	25	%	
Drenaje	malo		
Coefficiente de Drenaje (m2, m3)	0.6	PSI	
Po (serv. Inicial)	3.80		
Pt (serv. Final)	2.00		
Δ PSI (Calidad)	1.8		Δ PSI = Po-Pt
Desviación Estándar (So)	0.40 a 0.50		

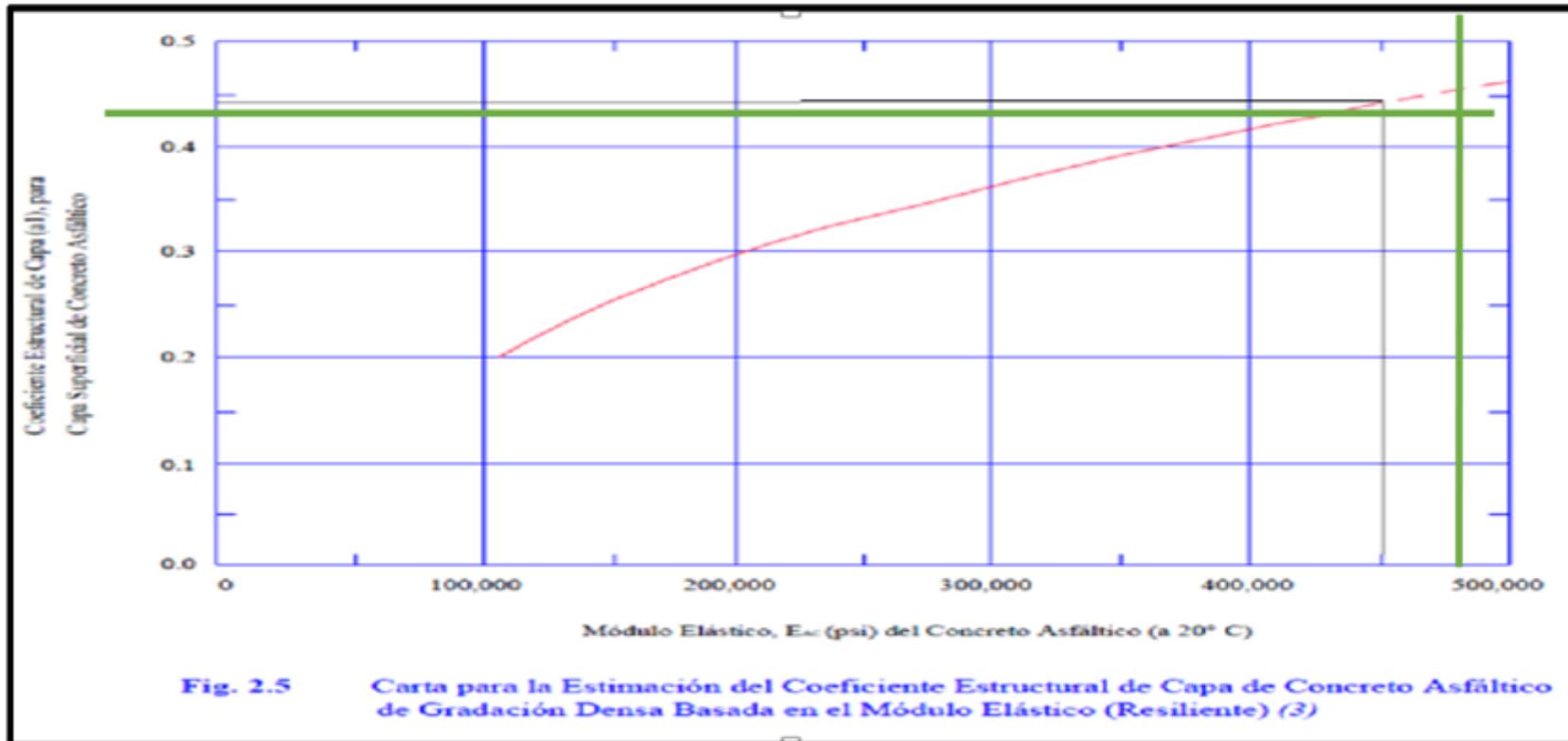
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 32.

“Estimación del Coeficiente Estructural de la Capa de Concreto Asfáltico (a1)”

CONCRETO ASFALT. = 430000.00 psi MÓDULO ELASTICIDAD

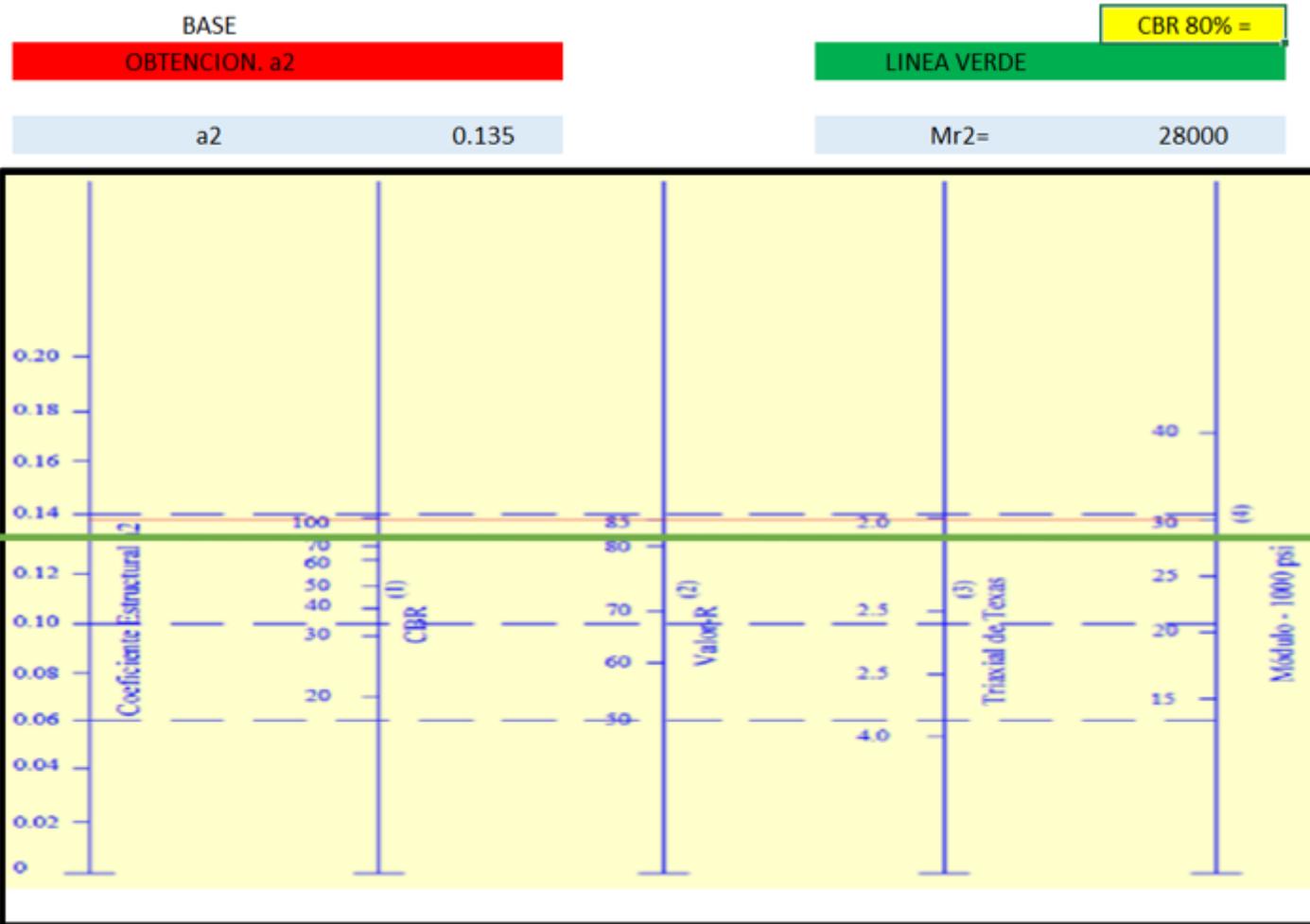
OBTENCION. a1 a1 0.44 LINEA VERDE



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 33.

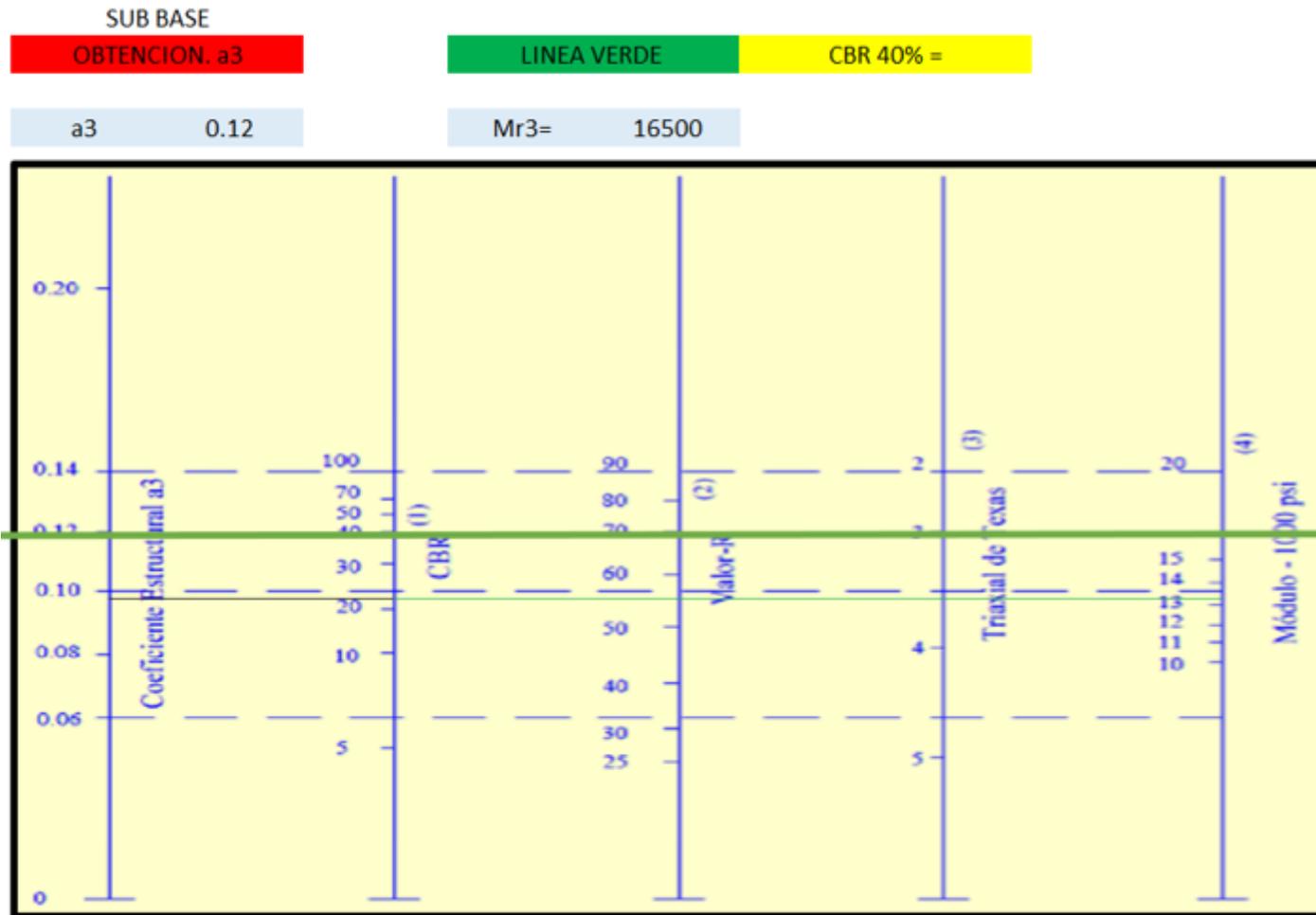
“Estimación del Coeficiente Estructural de la Capa de Concreto Asfáltico (a2)”



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 34.

“Estimación del Coeficiente Estructural de la Capa de Concreto Asfáltico (a3)”



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 35. “Número Estructural para (a1)”

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 70 % $Z_r = -0.524$ So 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 3.8 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr 11152.979 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 Calcular W18

$W18 = 214733.9831947$

Número Estructural: SN = 2.02

Calcular Salir

Fuente: Elaboración Propia-programa AASHTO 93

Imagen 36. “Número Estructural para (a2)”

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 70 % $Z_r = -0.524$ So 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 3.8 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr 28000 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 Calcular W18

$W18 = 214733.9831947$

Número Estructural: SN = 1.39

Calcular Salir

Fuente: Elaboración Propia-programa AASHTO 93

Imagen 37. “Número Estructural para (a3)”

Fuente: Elaboración Propia-programa AASHTO 93

Tabla 105. “Resumen-Módulo Resiliente, N° estructural y Coeficiente Estructural”

Mr2=	28000	PSI
Mr3=	16500	PSI

NUMERO ESTRUCTURAL	
NE= SNT =	2.02
SN1	1.39
SN2	1.73
SNT	2.02

RESUMEN	a1	a2	a3
	0.435	0.135	0.12
	SN1	SN2	SN3
	1.39	1.73	2.02

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 106. “Cálculo y Compensación de la Dimensión de Capas”

SN1	SN1=a1*D1		
DESPEJANDO =	D1=SN1/a1	3.20	in
REDONDEAMOS =	D1=	3	in
CORREGIMOS SN1 =	SN1c=	1.305	in

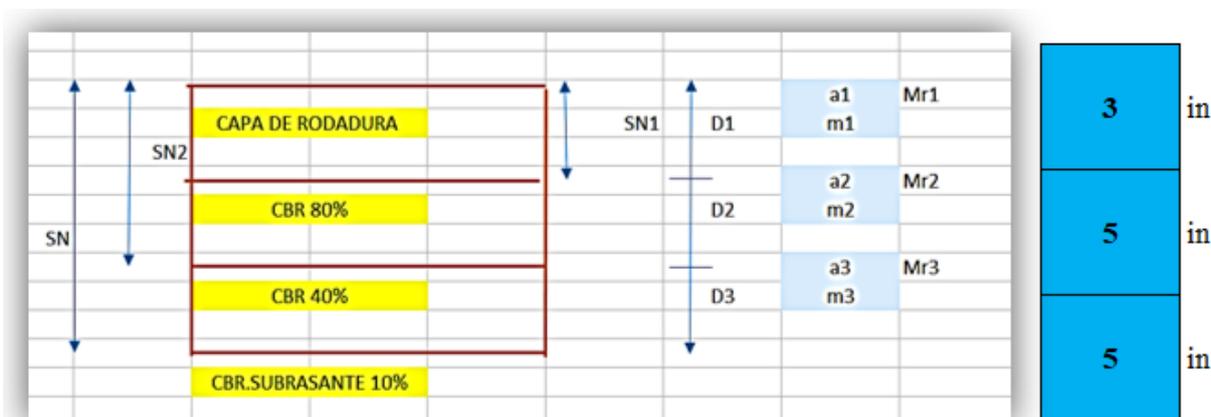
SN2	SN2=a2*D2*m2+SN1c		
DESPEJANDO =	D2=SN2-SN1c/(a2*m2)	5.25	in
REDONDEAMOS =	D2=	5	in
CORREGIMOS SN2 =	SN2c=	1.71	in

SN3	SN3=a3*D3*m3+SN2c		
DESPEJANDO =	D3=SN3-SN2c/(a3*m3)	4.31	in
REDONDEAMOS =	D3	5	in

verificación

$$SNT= a1+a2*d2*m2+a3+d3*m3$$

NEc=	2.02	<	2.07	OK
------	------	---	------	----



Fuente: Elaboración Propia

Por tema constructivo y medidas mínimas, los espesores finales serán:

- Capa de Rodadura = 4 in = 10cm
- Capa Base = 6 in = 15 cm
- Capa Sub-Base = 6 in = 15 cm

4.7. DISEÑO DRENAJE PLUVIAL:

Imagen 38. “Cálculo del Área de Aporte y Caudal de Aporte”

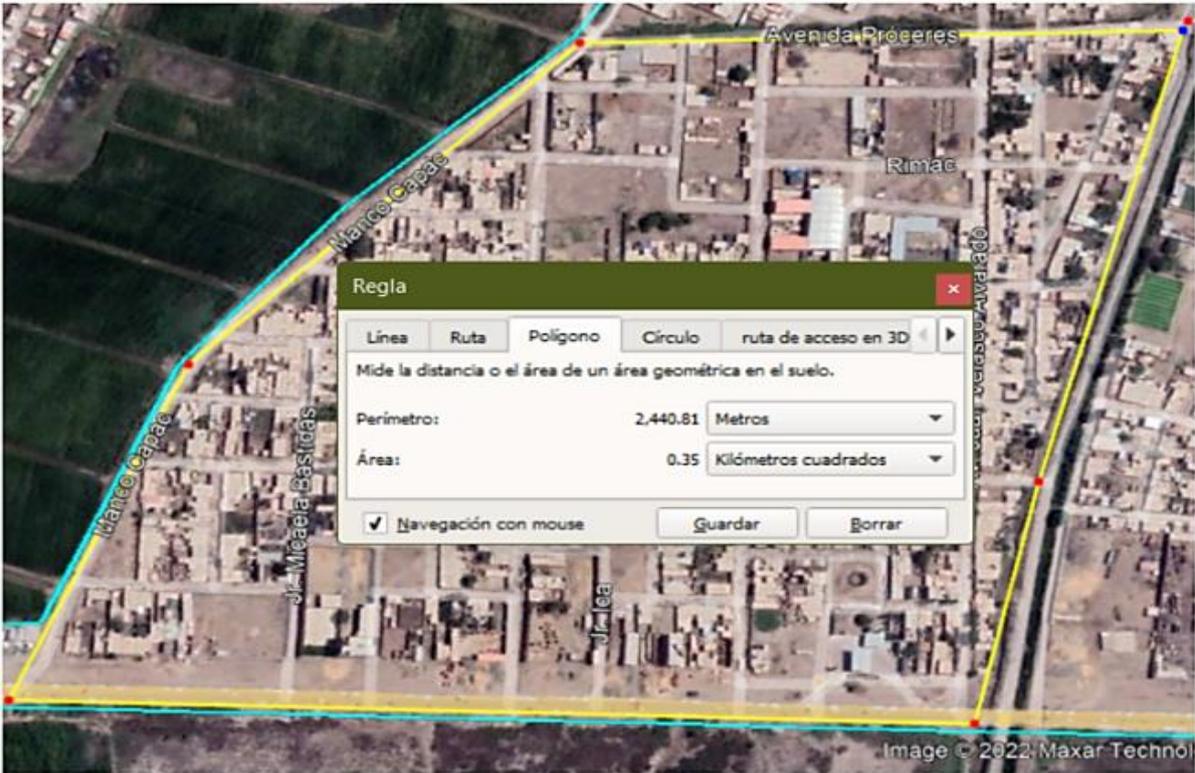
CENTRO POBLADO SAN FRANCISCO DE ASÍS

DATOS:

$C_{asfalto} := 0.81$ $C := C_{asfalto}$ (OS.060-tabla 1.a) $I := 5.98 \frac{mm}{hr}$

$S_{pendiente} := 0.3\% = 0.003$ $n_{manning} := 0.012 + 0.002 = 0.014$ (RNE-OS060)

CAUDAL DE APORTE:



$A_{aportante} := 0.35 \text{ km}^2$

$Q_{aporte} := \frac{C \cdot I \cdot A_{aportante}}{3.6} = 0.13081 \frac{m^3}{s}$ (MC-07 - pág. 179)

Fuente: Elaboración Propia -Mathcad + Google Earth

Imagen 39. “Cálculo del tirante de cuneta”

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



Resultados:

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

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora Reporte

Ingresar el nombre del Proyecto 22:16 13/09/2022

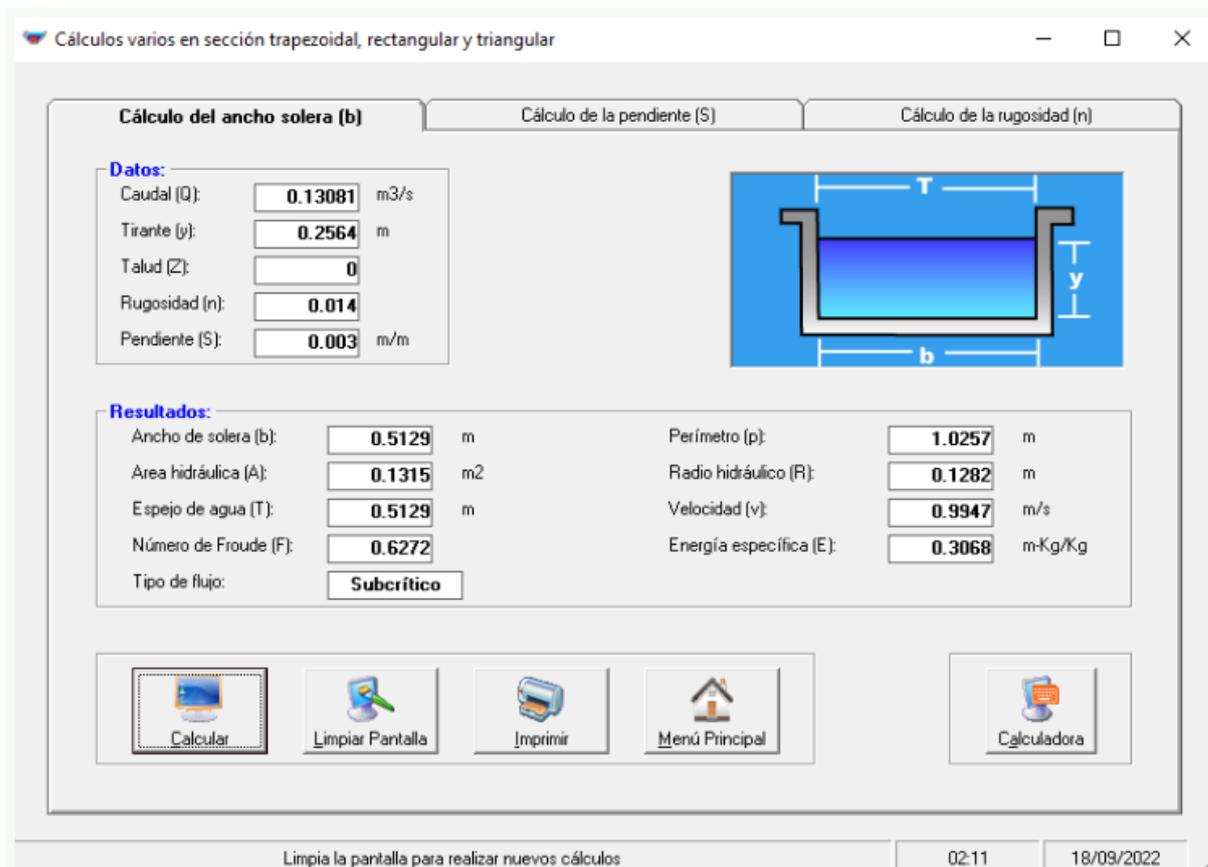
CALCULANDO TIRANTE DE DISEÑO:

$$y_o := 0.2564 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad borde_{libre} := 0.3 \cdot y_o \quad (\text{Recomendación } 0.2-0.25h)$$

$$y_i := y_o + borde_{libre} = 0.333 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad y := 0.40 \text{ m} \quad (\text{tirante})$$

Fuente: Elaboración Propia -Mathcad + HCanales 3.1

Imagen 40. “Cálculo de la base de Cuneta”



CALCULANDO BASE DE DISEÑO:

$b_o := 0.5129 \text{ m}$ \implies $b_i := 0.50 \text{ m}$ (base)

Fuente: Elaboración Propia -Mathcad + HCanales 3.1

Imagen 41. “Cálculo del Área de Aporte y Caudal de Aporte”

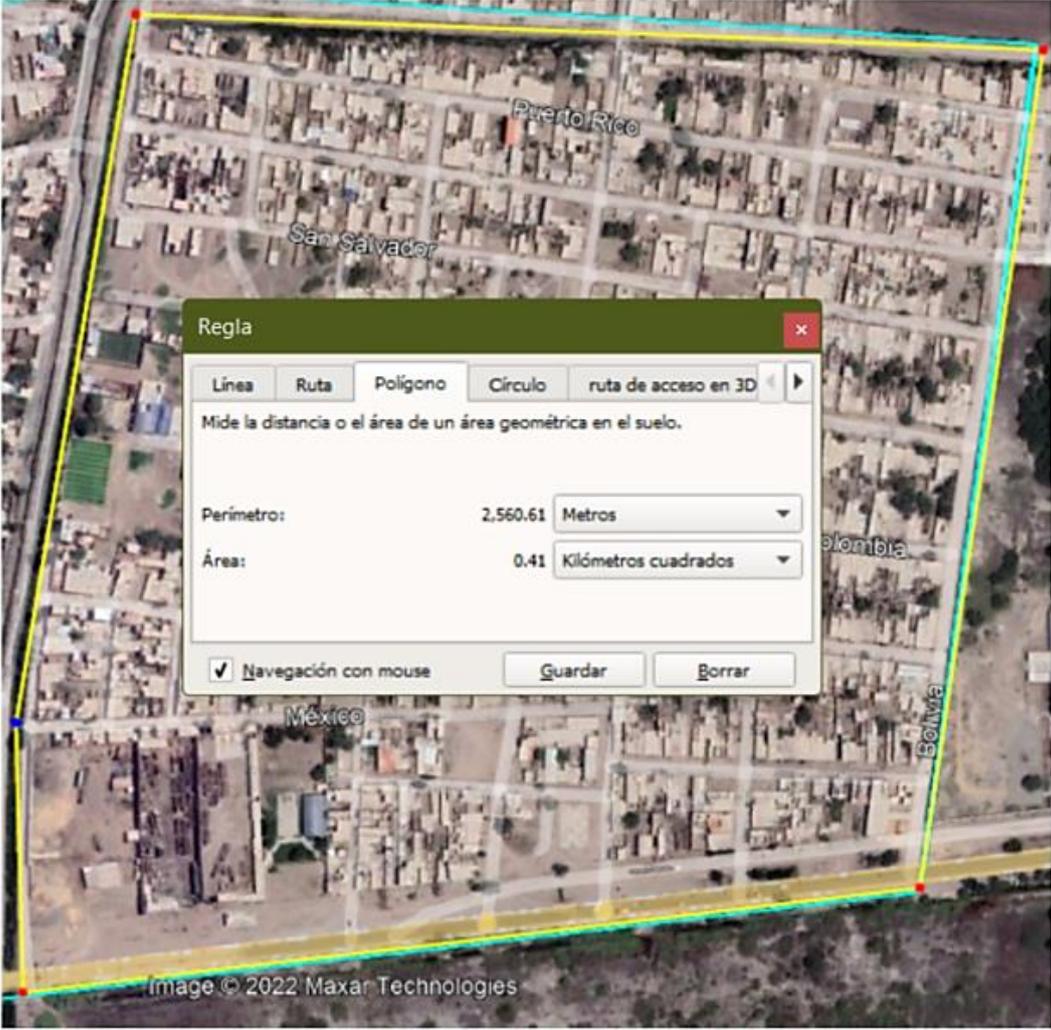
CENTRO POBLADO "LA UNIÓN"

DATOS:

$$C_{\text{asfalto}} := 0.81 \quad C := C_{\text{asfalto}} \quad (\text{OS.060-tabla 1.a}) \quad I := 5.98 \frac{\text{mm}}{\text{hr}}$$

$$S_{\text{pendiente}} := 0.3\% = 0.003 \quad n_{\text{manning}} := 0.012 + 0.002 = 0.014 \quad (\text{RNE-OS060})$$

CAUDAL DE APORTE:



$A_{\text{aportante}} := 0.41 \text{ km}^2$

$$Q_{\text{aporte}} := \frac{C \cdot I \cdot A_{\text{aportante}}}{3.6} = 0.15324 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (\text{MC-07 - pág. 179})$$

Fuente: Elaboración Propia -Mathcad + Google Earth

Imagen 42. “Cálculo del tirante de cuneta”

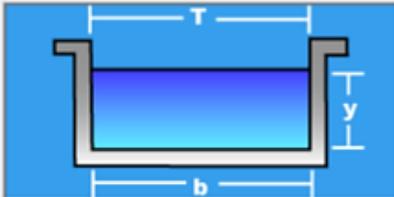
CALCULANDO TIRANTE DE DISEÑO:

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



Resultados:

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

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora Reporte

Ingresar el tipo de material del canal 22:21 13/09/2022

$y_o := 0.2721 \text{ m}$ \Rightarrow $borde_{libre} := 0.3 \cdot y_o$ (Recomendación 0.2-0.25h)
 $y_i := y_o + borde_{libre} = 0.354 \text{ m}$ \Rightarrow $y := 0.40 \text{ m}$ (tirante)

Fuente: Elaboración Propia -Mathcad + HCanales 3.1

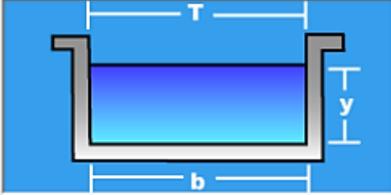
Imagen 43. “Cálculo de la base de Cuneta”

Cálculos varios en sección trapezoidal, rectangular y triangular

Cálculo del ancho solera (b) Cálculo de la pendiente (S) Cálculo de la rugosidad (n)

Datos:

Caudal (Q): m3/s
 Tirante (y): m
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



Resultados:

Ancho de solera (b): m
 Área hidráulica (A): m²
 Espejo de agua (T): m
 Número de Froude (F):
 Tipo de flujo: **Subcrítico**

Perímetro (p): m
 Radio hidráulico (R): m
 Velocidad (v): m/s
 Energía específica (E): m-Kg/Kg

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ejecuta las operaciones 02:08 18/09/2022

CALCULANDO BASE DE DISEÑO:

$b_o := 0.5442 \text{ m}$ \Rightarrow $b_d := 0.50 \text{ m}$ (base)

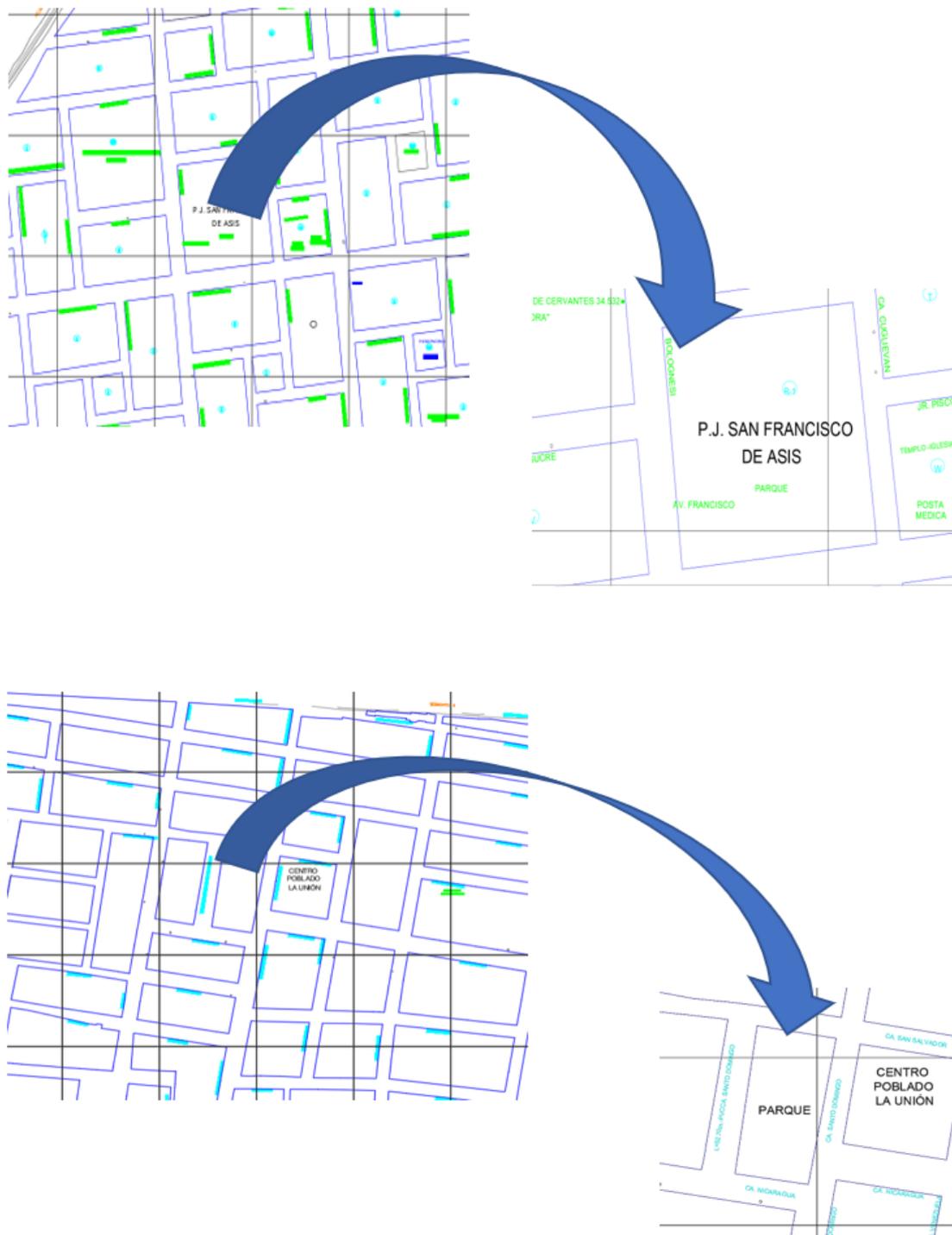
Fuente: Elaboración Propia -Mathcad + HCanales 3.1

Se analizó las calles colectoras, siendo en teoría la calle con un caudal mayor o más crítico, para caso del centro poblado San Francisco de Asís la Av. analizada fue Miguel Grau, mientras que para el centro poblado La Unión, la Av. Analizada ha sido México.

Como resultado se obtuvo un caudal de diseño mayor que el caudal de aporte, por lo tanto, según el Manual de Carreteras (Hidrología, Hidráulica y Drenaje), el diseño queda concluido. El resultado fue satisfactorio con una cuneta de sección cuadrada de 50*40cm.

4.8. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:

Imagen 44. “Ubicación de buzones de sugerencias y reuniones con la población en CP. San F. de Asís y La Unión”



Fuente: Elaboración Propia

Los principales impactos ambientales en un nivel significativo son:

- La actividad de los movimientos de tierras como la excavación masiva con maquinaria tienen la mayor agresividad con un valor de -583.
- La menor agresividad se encuentra en la actividad realizada para la limpieza general con un valor de -5.
- La de mayor fragilidad es el factor suelo con un valor de -363.
- El factor Fauna-Aves, es la de menos fragilidad con un valor de -9.

V. DISCUSIÓN

Para cumplir con los objetivos específicos y resolver la problemática se realizaron diferentes estudios y diseños, estos son:

Primero, el desarrollo del Estudio de Tráfico, realizado de forma sistemática con el propósito de obtener el efecto del tráfico en ejes equivalentes (EE), los cuales son factores de simetría que simbolizan el factor destructor de las cargas por el tipo de eje del vehículo. AASHTO lo precisó al efecto de dañar el pavimento con un solo eje de dos ruedas de 8,2 toneladas, con ruedas a una presión de 80 lb/in². Los estudios de tráfico fueron realizados para los Centros Poblados de San Francisco de Asís y La Unión, arrojando un resultado total de 214 733.98 EE para un diseño de 20 años, el cual se encuentra en los parámetros indicados por AASHTO, con una tasa de crecimiento anual de 3.45% para vehículos de carga y 0.97% para vehículos con pasajeros establecidos por OPMI.

El siguiente paso fue obtener la topografía de la zona del proyecto a través del levantamiento topográfico donde se caracterizó numéricamente el relieve y posicionamiento de la zona de estudio a través de los equipos topográficos como el GPS (Sistema de Posicionamiento Global) , estación total, entre otros y además haciendo uso de programas dedicados al tipo de trabajo realizado como el AutoCAD, gracias al complemento de estas herramientas se pudo obtener virtualmente una serie de datos del terreno como son las coordenadas y cotas, que en conjunto representa de forma precisa los detalles relevantes de los Centros Poblados correspondientes al proyecto, indicando las manzanas, áreas verdes, calles, etc. A través del procesado de datos se pudo además analizar las curvas de nivel, perfiles longitudinales y secciones transversales, donde es posible visualizar cuantitativamente las elevaciones o cotas del terreno, longitudes e incluso volúmenes de los movimientos de tierra con respecto al nivel de subrasante establecido. Las calles tienen una elevación máxima de 39.17 y 35.80 m.s.n.m, respectivamente con un área de 77.99 Ha y un perímetro de 3.78 Km englobando ambos centros poblados.

El tercer paso fue realizar los EMS (Ensayos de Mecánica de Suelos), con la finalidad de obtener sus características físicas y mecánicas de la zona de estudio, cuyo medio de exploración fue a través de 28 calicatas con una profundidad de 1.5 m de acuerdo a los

parámetros recomendados por el MTC descritos en la **tabla 13 y 14**. Los ensayos realizados fueron también de acuerdo a lo especificado por el MTC, como resultados generales se obtuvo que el suelo es de tipo CL-ML (limo orgánico de plasticidad mediana), como se indica en la **imagen 16**, en cuanto a la capacidad de soporte del terreno, de acuerdo al IMDa (Índice Medio Diario Anual) obtenido el cual se encuentra entre los 201 a 400 veh/día para una calzada de dos carriles, según esto el MTC indica que se debe realizar como mínimo un CBR cada 2km, por lo tanto, si se tiene 28 calicatas, esto equivaldría a un trazo de 14 km, lo que corresponde realizar un total de 7 ensayos, una por calicata, como resultado de estos ensayos se ha obtenido un promedio de CBR entre 9 a 15%, superando el mínimo de un CBR del 6% normado para la subrasante, lo que significa que no es necesario proceder al mejoramiento del suelo.

Luego se procedió con el estudio hidrológico, para esto es necesario contar con los datos meteorológicos, en este caso con la cuantificación solo de las precipitaciones de la estación Reque la cual se encuentra más próxima a la zona de estudio y cuenta con registros pluviométricos desde el año 1964 hasta el 2015, estos datos han sido extraídos a través del portal web del SENAMHI. El método para calcular los caudales se optó por el Método Racional, debido a poseer una cuenca menor a 3km² según el RNE norma CE.040, esto a un periodo de retorno de 10 años encontrándose dentro de lo admitido por la norma indicada. Los datos obtenidos han sido complementados con los programas Hidroesta e Hydrognomon, lo que se ha sido posible llegar a calcular las precipitaciones e Intensidades máximas, para este estudio, la precipitación máxima corresponde a 17.187 mm, con una intensidad máxima de 5.98 mm por hora.

La intensidad es la precipitación o cantidad de agua que cae en una superficie por un intervalo de tiempo, según los resultados del estudio hidrológico, se clasifica como una precipitación ligera, por lo que se encuentra entre 5 a 10 mm/h lo que corresponde según la tabla 82, cuya descripción indica que son precipitaciones intensas con forma de Chubasco [35].

Estos Chubascos son también llamados aguaceros o chaparrones, siendo estas mayores que una lluvia normal, caracterizadas por tener un inicio y un final brusco. Las nubes que generan este tipo de precipitación son las nubes llamadas cumulonimbos. [36].

Finalizando el estudio hidrológico, se realizó el diseño geométrico del pavimento, haciendo uso del Manual de Carreteras DG-2018, que de acuerdo a IMDa obtenido (400 veh/día), este valor indica que es similar a la clasificación de una carretera de tercera clase, pero por proyectarse a una pavimentación se clasifica similar a una carretera de segunda clase, con un ancho mínimo de 3.30m para un carril, además su clasificación de orografía corresponde a un plano de tipo 1 según el manual del MTC, esto porque las pendientes transversales son menores al 10% y longitudinales por debajo del 3%, significando que los movimientos de tierras serán mínimos, en cuanto a la velocidad de diseño se tendrá una velocidad mínima de 60 km/h y un máximo de 100 km/h según lo indicado en la **tabla 83**. El ancho mínimo de la calzada será igual a 7.20 según la **tabla 85**, mientras que el valor de bombeo será del 2% según la tabla 86, sobre la dimensión de la vereda esta será dependiendo al tipo de vía y de lote, en este caso según la tabla 89 para las vías locales principales se tendrá veredas de 180m y para vías locales secundarias de 1.20m. El resumen de los datos de las características geométricas se encuentra expuestos en la tabla 90.

En cuanto al diseño de pavimentos, haciendo uso de los datos de los estudios anteriores, se pudo realizar los cálculos correspondientes, por ejemplo, a través del CBR% de la subrasante se obtuvo el módulo resiliente 76,90 MPa, a través de los EE se obtuvo el nivel de confiabilidad $R=70\%$, desviación estándar $Z_r=-0.524$, diferencial de serviciabilidad, etc. Para el desarrollo del diseño de pavimento se optó por el diseño AASHTO para pavimentos flexibles, norma sugerida internacionalmente, además de ser la base de los reglamentos y manuales de la nacionalidad peruana, donde, a través de este diseño se obtuvieron las alturas de cada capa que conformarán la estructura del pavimento, donde la capa de rodadura será de 4 pulgadas, con una base y subbase ambas de 6 pulgadas.

Como último diseño el drenaje pluvial, donde inicialmente se propuso cámaras de bombeo, pero de acuerdo con el estudio topográfico la evacuación de aguas pluviales es posible hacerlo por gravedad a través de cunetas diseñadas de acuerdo con el análisis del estudio hidrológico desarrollado anteriormente, por lo tanto no ha sido necesario proyectar cámaras de bombeo, en cuanto a la descarga aguas pluviales, las cunetas proyectadas se dirigirán hacia los canales que pasan entre el centro poblado San Francisco de Asís y el centro poblado La Unión.

Para el diseño de cunetas primeramente se analizó las calles colectoras, siendo en teoría la calle con un caudal mayor o más crítico, para el caso del centro poblado San Francisco de Asís la Av. analizada fue Miguel Grau, mientras que para el centro poblado La Unión, la Av. Analizada ha sido México. Como resultado se obtuvo un caudal de diseño mayor que el caudal de aporte, por lo tanto, según el Manual de Carreteras del MTC, el diseño queda conforme. El resultado fue satisfactorio con una cuneta de sección cuadrada de 50*40cm.

En cuanto al estudio de impacto ambiental, a través del EIA, se elaboró la matriz de Leopold donde se pudo identificar para la fase de construcción, las acciones, agresividad y fragilidad de los factores ambientales próximo al proyecto, como resultado se obtuvo que la actividad de mayor agresividad ante estos factores es producido por los movimientos de tierras como son corte y relleno, mientras que la actividad menos agresiva para este proyecto es la limpieza general, ahora en cuanto a fragilidad se refiere, el factor ambiental más frágil de todos los involucrados es el cambio de uso del suelo, esto debido a que naturalmente, parte del suelo superficial será cortado y/o relleno para ser reemplazado por la estructura de pavimento la cual será usado por el tránsito vehicular, y este suelo original perderá ciertas propiedades naturales que con el tiempo ha venido consolidando, otro factor ambiental considerado es el factor fauna el cual tendrá la menor fragilidad en la fase de ejecución, esto se debe a que el lugar del proyecto ya existe una comunidad conformada la cual ya desplazó hace mucho tiempo la mayoría de especies en su estado natural.

Como anexo además del EIA, se ha considerado, memoria descriptiva, especificaciones técnicas, memoria de cálculo, metrados y presupuestos, cronograma de ejecución y planos, documentación muy similar a un expediente técnico, debido al tipo de informe desarrollado, esta documentación servirá estrictamente de manera técnica – económica, sirviendo de guía para el momento de la ejecución del proyecto, además de servir para la obtención de los permisos necesarios de los entes del gobierno.

VI. CONCLUSIÓN

Gracias al desarrollo de este proyecto, se ha cumplido con los objetivos, por ende, ha sido posible resolver la problemática que incluso ayudará a potenciar la productividad general de forma positiva como fomentar el desarrollo económico, integración regional y la formación de nuevas empresas considerando además de las actividades de desarrollo y modernización [38].

Gracias a esta infraestructura, el transporte se vuelve uno de los sistemas funcionales que incluye dentro de su alcance las actividades basadas en la reubicación de bienes materiales, individuos, así como de información en tiempo y espacio [39].

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M. C. Sánchez Morales, D. M. Pavón Marrero y E. Tejeda Piusseaut. "Propuesta de espesores mínimos de superficie y coeficientes de equivalencia de espesores para el diseño de pavimentos flexibles". Redalyc. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193962633005> (acceso: 07 de octubre de 2021).

[2] M. Cárdenas Quintero, L. F. Carvajal Serna y R. Marbello Pérez. "Identification of resilience factors, variables and indicators for sustainable management of urban drainage systems". Redalyc. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49655603016> (acceso: 07 de octubre de 2021).

[3] S. A. Blanco Londoño, P. Torres Lozada y A. Galvis Castaño. "Two-dimensional hydrodynamic analysis of surface drainage on an urban road". Redalyc. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49663345012> (acceso: 07 de octubre de 2021).

[4] K. G. Isabeles Deniz, Á. M. Olavarría Sánchez, A. L. Quintanilla Montoya y J. Ríos Aguilar. "Adaptación metodológica en el diseño y desarrollo urbano de bajo impacto para el manejo de aguas pluviales en Colima, México". Redalyc. <https://doi.org/10.14483/22487638.15452> (acceso: 07 de octubre de 2021).

[5] C. Ocampo, Y. Carvajal Escobar y L. E. Peña. "Storm Water Management Model Simulation and Evaluation of the Eastern urban drainage system of Cali in the face of climate variability scenarios". Redalyc. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291362343002> (acceso: 07 de octubre de 2021).

[6] K. J. Guanipa Rivero, A. L. Lugo Aguilar y J. C. Rincón Ortiz. "ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PARÁMETROS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS DEL MODELO SWMM Y SU APLICACIÓN EN SISTEMAS DE DRENAJE URBANO". Redalyc. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.26994.66248> (acceso: 07 de octubre de 2021).

- [7] K. J. Guanipa Rivero, A. L. Lugo Aguilar y J. C. Rincón Ortiz. "Vazão de projeto na microdrenagem em locais sem dados de precipitação: estudo para o Rio Grande do Sul ". Scielo. scielo.br/j/ac/a/ZFVNmXxLC3DZY8S5BVPrMvx (acceso: 07 de octubre de 2021).
- [8] P. R. Guerra Chayña. "Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible ". Scielo. http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v20n20/v20n20_a08.pdf (acceso: 20 de septiembre de 2021).
- [9] I. R. de Aguiar Costa, A. Paiva Coutinho, S. M. G. Lima Montenegro, A. E. Carvalho de Gusmão da Cunha Rabelo, S. M. dos Santos Neto, E. M. Alves y A. C. Dantas Antonino. "Sensibilidad de los parámetros hidrodinámicos en la simulación de procesos de trasvase de agua en un pavimento permeable ". Scielo. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.252020190188> (acceso: 21 de septiembre de 2021).
- [10] Manual de Carreteras Diseño Geométrico, Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2018.
- [11] V.C.F., Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental, 4º edición. Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa, 2010.
- [12] Reglamento Nacional de Edificaciones, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2006.
- [13] A.M.F., Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Colombia: Universidad Católica de Colombia, 1998.
- [14] Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2013.

[15] Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2014.

[16] Manual de Ensayos de Materiales, Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2015.

[17] A. W. Rojas Ayala. y J. C. Cubas Guevara, "Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación del casco urbano del distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017", Tesis profesional, Departamento de Lambayeque, USAT, provincia de Chiclayo, Perú, 2017. [En línea]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2574>.

[18] D. A. Gonzales Ballena. y J. A. Delgado Rojas, "Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2017", Tesis profesional, Departamento de Lambayeque, USAT, provincia de Chiclayo, Perú, 2017. [En línea]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1997>.

[19] G.M.S, Hidrología en la Ingeniería, 2º edición. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999.

[20] W.Ch.M., Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil, 2º edición. Perú: PUCP, 1989.

[21] M.V.B., Hidrología, 1º edición. Perú: UNA, 1993.

[22] A.F.B.P. y M.A.J.V., Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial., 1º edición. México: UAM, 2006.

[23] T. L., Arístides R., "Caracterización del tránsito para el diseño de pavimentos en zonas urbanas. Casos: calles y avenidas de los municipios San Diego y Naguanagua del estado Carabobo, Venezuela", Revista INGENIERÍA UC, vol. 22, núm. 2, mayo-agosto, 2015, pp. 78-87. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70742617009>. Acceso: 21 de octubre de 2021.

[24] Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2014.

[25] ANA, Autoridad Nacional del Agua, «Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Agua Natural y Artificial,» Lima, 2016.

[26] MINAM, Ministerio del Ambiente, «Ley General del Ambiente,» Lima, 2005.

[27] Z. R. Vargas Cordero. " LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA". Redalyc. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010> (acceso: 19 de octubre de 2021).

[28] M. Sánchez Bracho, M. Fernández, J. Díaz, "Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo", Revista Científica UISRAEL, Vol. 8, Núm. 1, pp. 107-121, ene. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.400>. Acceso: 19 de octubre de 2021.

[29] P. Cadena Iñiguez, R. Rendón-Medel, J. Aguilar Ávila, E. Salinas Cruz, de la F. Cruz Morales, D. Sangerman Jarquín, "Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales". Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 8, núm. 7, pp. 1603-1617, septiembre-noviembre, 2017, [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153520009>.

[30] H. L. AVILA BARAY, *Introducción a la Metodología de la Investigación*. 1a ed. México: Edición electrónica, 2006. [En línea]. Disponible en www.eumed.net/libros/2006c/203/

[31] Montejo Fonseca A “Ingeniería de Pavimentos para carreteras”. Bogotá. Ágora editores. 733 p. agosto 2002.

[32] O. Santana, F. Gómez Córdova, N. V. López Carrillo, J. A. Saenz Esqueda, A. T. Espinoza Fraire. "Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones". Redalyc. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193963490001> (acceso: 21 de octubre de 2021).

[33] N. D. Piza Burgos, F. A. Amaiquema Marquez, G. Beltrán Baqueerizo “Métodos y Técnicas en la investigación cualitativa, Algunas precisiones necesarias”. *Revista Conrado*, vol. 15, núm. 70, pp. 455-459, julio-septiembre, 2019, [En línea]. Disponible en: <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/Conrado>.

[34] M. Rojas Carampoma “Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación”. *Revista REDVET*, vol. 16, núm. 1, 2015, pp. 1-14, julio-septiembre, 2019, [En línea]. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63638739004>.

[35] J. Arroyo, E. Machuca, P. Gurmendi, “Caracterización espacial de la frecuencia e intensidad de tormentas desde el satélite GOES-12 y la Estación Meteorológica del Observatorio de Huancayo”, *Univ. Continental*, vol. 4, no. 1, pp. 44-56, junio 2014.

[36] S. Núñez. (2020, oct 26). Tipos de precipitaciones (1ra ed.) [online]. Available: <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-precipitaciones-3086.html>

[37] S. Núñez. (2020, oct 26). Tipos de precipitaciones (1ra ed.) [online]. Available: <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-precipitaciones-3086.html>

[38] A. Mesjasz-Lech and A. Włodarczyk, "The role of logistics infrastructure in development of sustainable road transport in Poland," *Research in Transportation Business and Management*, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.rtbm.2022.100841.

[39] W. Kębłowski, M. van Criekingen, and D. Bassens, "Moving past the sustainable perspectives on transport: An attempt to mobilise critical urban transport studies with the right to the city," *Transp Policy (Oxf)*, vol. 81, pp. 24–34, Sep. 2019, doi: 10.1016/j.tranpol.2019.05.012.

ANEXOS

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: CONSTANCIAS

DOCUMENTO N° 1.1: Demostración que el proyecto no existe (La Unión – Distrito Pomalca).



Pomalca, 30 de abril del 2021

CONSTANCIA

EL ING. MANUEL EDUARDO SÁNCHEZ MORA – GERENTE SERVICIOS TÉCNICOS DE INGENIERÍA, de la Municipalidad Distrital de Pomalca, Región Lambayeque, que la final suscribe.

Que el Sr. ALAN GEORGE BURGA PANTA, estudiante de la carrera de Ing. Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, de la ciudad de Chiclayo, Con relación al tema del Proyecto de Tesis denominado "DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN EL CENTRO POBLADO LA UNIÓN, DISTRITO POMALCA, PROVINCIA LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE" no existe en el banco de proyectos de la municipalidad de Pomalca y siendo necesario y urgente para el desarrollo y bienestar del distrito, otorgamos las facilidades y apoyo al estudiante.

Se expide la presente autorización a solicitud de la parte interesada para los fines convenientes.

Atentamente



CALLE APOLINARIO SALCEDO S/N
(Ex Hospital de Pomalca)
Teléfono: (074) 416516

DOCUMENTO N° 1.2: Demostración que el proyecto no existe (San Francisco de Asís – Distrito Chiclayo).

Reg. Doc.	00878767
Reg. Exp.	00430869

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHICLAYO
SUB GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Chiclayo, 30 de abril de 2021

CARTA N° 042 -2020-MPCH/GIP-SGEP

Sr(a):
ALAN G. BURGA PANTA
Estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Celular: 965 048 660
Chiclayo

ASUNTO : COMUNICA LA NO EXISTENCIA DEL PROYECTO EN PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE ASIS, UBICADO EN EL KM 3.5 DE LA CARRETERA CHICLAYO - POMALCA

REFERENCIA : SOLICITUD SIMPLE (878016/430869)

De mi consideración:

Me dirijo a Ud. expresando mi cordial saludo a nombre de la Sub Gerencia de Estudios y Proyectos, y a la vez en atención al documento de la referencia, hago de su conocimiento que en esta Sub Gerencia no existe ningún Proyecto con respecto a: **"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON DRENAJE PLUVIAL EN EL PUEBLO JOVEN SAN FRANCISCO DE ASIS – CHICLAYO UBICADO EN EL KILÓMETRO 3.5 DE LA CARRETERA CHICLAYO - POMALCA"**.

Sin otro particular, me suscribo de Ud., reiterándole las muestras de mi especial consideración y estima.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHICLAYO
ING. LEIDY ELIZABETH SÁNCHEZ CAMPOS
SUBGERENTE DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

C.c. Archivo
Adjunto (01) folios
LESC

DOCUMENTO N° 1.3: Permisi3n de acceso y b3squeda de indagaci3n emitida y desarrollo del proyecto, emitida por la Municipalidad Distrital de Pomalca



**Municipalidad
de Pomalca**

Creciendo junto a su pueblo

Pomalca, 30 de abril del 2021

CONSTANCIA

El ING. MANUEL EDUARDO SÁNCHEZ MORA – GERENTE SERVICIOS TÉCNICOS DE INGENIERÍA, de la Municipalidad Distrital de Pomalca, Regi3n Lambayeque, que la final suscribe.

Que el Sr. ALAN GEORGE BURGA PANTA, estudiante de la carrera de Ing. Civil Ambiental de la Universidad Cat3lica Santo Toribio de Mogrovejo, de la ciudad de Chiclayo, para que pueda acceder a la informaci3n que se requiera y el permiso para realizar los diversos estudios topogrÁficos, suelos e hidrol3gicos, etc., en la zona donde se desarrollarÁ el Proyecto de Tesis denominado "DISEÑO DE PAVIMENTACI3N CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN EL CENTRO POBLADO LA UNI3N, DISTRITO POMALCA, PROVINCIA LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE".

Se expide la presente autorizaci3n a solicitud de la parte interesada para los fines convenientes.

Atentamente

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
Ing. Manuel Eduardo SÁNCHEZ MORA
C.I.P. N° 52611
GERENCIA DE SERVICIOS TÉCNICOS DE INGENIERÍA

CALLE APOLINARIO SALCEDO S/N
(Ex Hospital de Pomalca)
Tel3fono: (074) 416516

DOCUMENTO N° 1.4: Permisi3n de acceso a indagaci3n emitido por el centro de salud del
Distrital de Pomalca



**"Año del Bicentenario del
Perú: 200 años de
Independencia".**



DIRIGIDO: m3dico jefe DR. JOEL VEGA MUGUERZA.

ASUNTO: Solicito acceso a informaci3n estadística de salud .

REFERENCIA: Proyecto de Tesis denominado:

"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN EL CENTRO POBLADO LA UNIÓN – POMALCA"

De mi consideraci3n:

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

Yo, **ALAN G. BURGA PANTA**, con DNI: 44444713, en calidad de alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Cat3lica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo con c3digo universitario: 091AC15984, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado **"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN EL CENTRO POBLADO LA UNIÓN – POMALCA"**, motivo por el cual, solicito a su digno despacho **REGISTRO DE ENFERMEDADES EN LA UNIÓN** de los últimos 3 años registradas de los habitantes del centro poblado la Uni3n.

Por lo expuesto a usted, ruego acceder a mi solicitud por el motivo antes mencionado.

Atentamente.

Alan G. Burga Panta

DNI: 44444713

*Recibido 9B
Pomca
12:54
30/4/2021*

Chiclayo, 30 de abril del 2021

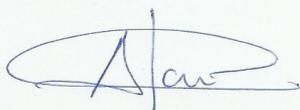
DOCUMENTO N° 1.5: Declaración Jurada**DECLARACIÓN JURADA**

Yo, BURGA PANTA ALAN GEORGE, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° 44444713, domiciliado en la provincia de Chiclayo Urb. SAN JUAN, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis- Ciclo académico 2021-I DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: ANÁLISIS Y DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y CÁMARAS DE BOMBEO EN EL CENTRO POBLADO SAN FRANCISCO DE ASÍS- DISTRITO DE CHICLAYO Y LA UNIÓN- DISTRITO POMALCA- DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2021, 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, 08 de junio del 2021



(firma)

Alan George Burga Panta
DNI: 44444713



Huella
Dactilar

ANEXO 2: CUADROS

DOCUMENTO N° 2.1: Datos generales del Distrito Pomalca.

Departamento	Lambayeque
Provincia	Chiclayo
Distrito	Pomalca
Altura (m.s.n.m.m)	48
Extensión territorial (km ²)	80.35
Población (hab.)	25229
Densidad Poblacional (hab/km ²)	314

Fuente: INEI, Censo 2017

DOCUMENTO N° 2.2: Datos generales del Distrito Chiclayo.

Departamento	Lambayeque
Provincia	Chiclayo
Distrito	Chiclayo
Altura (m.s.n.m.m)	34
Extensión territorial (km ²)	50.35
Población (hab.)	289956
Densidad Poblacional (hab/km ²)	5758.8

Fuente: INEI, Censo 2017

DOCUMENTO N° 2.3:

Reporte de domicilios y personas afectadas por el
Fenómeno El Niño (marzo del 2017).

Provincia y Distrito	N° Viviendas			Personas	
	colapsadas	inhabitables	afectadas	danificados	afectados
Chiclayo					
Chongoyape	0	42	298	144	981
Etén	21	133	327	592	1363
Etén Puerto	2	133	327	82	486
J.L.O.	442	673	696	5626	3312
La Victoria	194	24	104	385	1029
Lagunas	2	0	115	11	438
Monsefú	15	55	300	350	1500
Nueva Arica	10	0	690	50	3450
Picsí	24	2	135	90	553
Reque	0	1	98	1	405
Santa Rosa	34	17	286	133	1340
Saña	1	58	122	2	382
Cayaltí	22	10	413	59	1411
Patapo	18	4	239	49	817
Pomalca	84	29	147	569	702
Pucallá	60	14	144	276	144
Tumán	2	0	155	9	687

Fuente: Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) y del Instituto Nacional de Defensa Civil- INDECI Regional

DOCUMENTO N° 2.4: Reportes médicos año 2018 – Distrito Pomalca

TODO EL DISTRITO

MORBILIDAD
MORBILIDAD GENERAL POR SUBCATEGORÍAS SEGÚN GRUPO ETAREO Y SEXO
01-ENERO AL 31-DICIEMBRE 2018

---> Edad Según ETAPAS DE VIDA / Ambito : TODOS LOS EE.S.S ;

Código	MORBILIDAD	Sexo	TOTAL	0-11A	12-17A	18-29A	30-59A	60A+
J039	AMIGDALITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA	T	1 159	582	75	130	297	75
		M	465	292	35	40	70	28
J00X	RINOFARINGITIS AGUDA, RINITIS AGUDA	F	694	290	40	90	227	47
		T	648	431	37	63	92	25
J029	FARINGITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA	M	272	214	13	14	25	6
		F	376	217	24	49	67	19
A049	INFECCION INTES TINAL BACTERIANA, NO ESPECIFICADA	T	590	413	32	40	75	30
		M	248	204	12	10	8	14
J209	BRONQUITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA	F	342	209	20	30	67	16
		T	390	224	28	40	69	29
J068	FARINGO AMIGDALITIS AGUDA	M	175	124	8	12	21	10
		F	215	100	20	28	48	19
J028	FARINGITIS AGUDA DEBIDA A OTROS MICROORGANISMOS ESPECIFICADOS	T	168	115	13	7	21	12
		M	79	68	5	2	1	3
L080	PIODERMA	F	89	47	8	5	20	9
		T	138	71	7	16	36	8
L309	DERMATITIS, NO ESPECIFICADA	M	59	37	3	10	6	3
		F	79	34	4	6	30	5
A09X	INFECCIONES INTESTINALES DEBIDAS A OTROS ORGANISMOS SIN ESPECIFICAR	T	124	33	10	20	50	11
		M	36	18	5	4	5	4
J459	ASMA NO ESPECIFICADO. ASMA DE APARICION TARDIA. BRONQUITIS ASMATICA/SOB SIBILIANCIA, HIP	F	88	15	5	16	45	7
		T	123	59	6	17	33	8
H109	CONJUNTIVITIS, NO ESPECIFICADA	M	41	22	4	-	13	2
		F	82	37	2	17	20	6
K050	GINGIVITIS AGUDA	T	114	51	5	17	29	12
		M	49	29	2	4	7	7
J304	RINITIS ALERGICA, NO ESPECIFICADA	F	65	22	3	13	22	5
		T	105	46	7	11	36	5
L249	DERMATITIS DE CONTACTO POR IRRITANTES, DE CAUSA NO ESPECIFICADA	M	40	22	1	3	10	4
		F	65	24	6	8	26	1
L303	DERMATITIS INFECCIOSA	T	95	38	8	11	23	15
		M	32	26	2	-	-	4
R509	FIEBRE, NO ESPECIFICADA	F	63	12	6	11	23	11
		T	88	46	10	6	23	3
L209	DERMATITIS ATOPICA, NO ESPECIFICADA	M	37	24	7	1	5	-
		F	51	22	3	5	18	3
B49X	MICOSIS, NO ESPECIFICADA	T	73	13	11	34	15	-
		M	17	8	6	2	1	-
L239	DERMATITIS ALERGICA DE CONTACTO, DE CAUSA NO ESPECIFICADA	F	56	5	5	32	14	-
		T	54	14	4	11	17	8
L050	GINGIVITIS AGUDA	M	17	8	6	2	1	-
		F	56	5	5	32	14	-
L209	DERMATITIS ATOPICA, NO ESPECIFICADA	T	54	14	4	11	17	8
		M	17	8	6	2	1	-
L303	DERMATITIS INFECCIOSA	F	56	5	5	32	14	-
		T	54	14	4	11	17	8
R509	FIEBRE, NO ESPECIFICADA	M	17	8	6	2	1	-
		F	56	5	5	32	14	-
L209	DERMATITIS ATOPICA, NO ESPECIFICADA	T	54	14	4	11	17	8
		M	17	8	6	2	1	-
B49X	MICOSIS, NO ESPECIFICADA	F	56	5	5	32	14	-
		T	54	14	4	11	17	8
L239	DERMATITIS ALERGICA DE CONTACTO, DE CAUSA NO ESPECIFICADA	M	17	8	6	2	1	-
		F	56	5	5	32	14	-

		M	10	9	-	-	1	-
		F	17	6	-	5	4	-
		T	26	9	2	3	11	1
J060	LARINGOFARINGITIS AGUDA	M	6	4	-	-	2	-
		F	20	5	2	3	9	1
J219	BRONQUIOLITIS SIN ESPECIFICAR, BRONQUIOLITIS AGUDA	T	15	15	-	-	-	-
		M	8	8	-	-	-	-
		F	7	7	-	-	-	-
J40X	BRONQUITIS, NO ESPECIFICADA COMO AGUDA O CRONICA	T	7	-	-	-	4	3
		M	2	-	-	-	2	-
		F	5	-	-	-	2	3
J42X	BRONQUITIS CRONICA NO ESPECIFICADA	T	4	-	-	-	1	3
		M	1	-	-	-	1	1
		F	3	-	-	-	1	2
J450	ASMA PREDOMINANTEMENTE ALERGICA. BRONQUITIS ALERGICA	T	4	1	-	1	1	1
		M	1	1	-	-	-	-
		F	3	-	-	1	1	1
J451	ASMA NO ALERGICA.	T	3	1	-	1	1	-
		M	1	-	-	-	-	-
		F	2	1	-	-	1	-
K929	ENFERMEDAD DEL SISTEMA DIGESTIVO, NO ESPECIFICADA	T	3	-	-	-	-	3
		M	-	-	-	-	-	-
		F	3	-	-	-	-	3
J312	FARINGITIS CRONICA	T	2	1	-	-	-	1
		M	1	1	-	-	-	-
		F	1	-	-	-	-	1
A048	OTRAS INFECCIONES INTESTINALES BACTERIANAS ESPECIFICADAS	T	1	-	1	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-
		F	1	-	1	-	-	-
A078	OTRAS ENFERMEDADES INTESTINALES ESPECIFICADAS DEBIDAS A PROTOZOARIOS	T	1	1	-	-	-	-
		M	1	1	-	-	-	-
		F	-	-	-	-	-	-
A379	TOS FERINA, NO ESPECIFICADA	T	1	1	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-
		F	1	1	-	-	-	-
A689	IEBRE RECURRENTE, NO ESPECIFICADA	T	1	-	-	1	-	-
		M	1	-	-	1	-	-
		F	-	-	-	-	-	-
A970	DENGUE SIN SENIALES DE ALARMA	T	1	-	1	-	-	-
		M	1	-	1	-	-	-
		F	-	-	-	-	-	-
I891	LINFANGITIS	T	1	-	-	-	-	1
		M	-	-	-	-	-	-
		F	1	-	-	-	-	1
I959	HIPTENSION, NO ESPECIFICADA	T	1	-	-	1	-	-
		M	-	-	-	-	-	-
		F	1	-	-	1	-	-
J011	SINUSITIS FRONTAL AGUDA	T	1	-	-	1	-	-
		M	-	-	-	-	-	-
		F	1	-	-	1	-	-
J012	SINUSITIS ETMOIDAL AGUDA	T	1	1	-	-	-	-
		M	1	1	-	-	-	-
		F	-	-	-	-	-	-
J020	FARINGITIS ESTREPTOCOCCICA	T	1	1	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-
		F	1	1	-	-	-	-
J042	LARINGOTRAQUEITIS AGUDA	T	1	-	-	-	-	1
		M	-	-	-	-	-	-
		F	1	-	-	-	-	1
J069	INFECCION AGUDA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS SUPERIORES, NO ESPECIFICADA	T	1	-	-	-	-	1
		M	1	-	-	-	-	1
		F	-	-	-	-	-	-
J121	NEUMONIA DEBIDA A VIRUS SINICIAL RESPIRATORIO	T	1	-	-	-	1	-
		M	-	-	-	-	-	-
		F	1	-	-	-	1	-
J129	NEUMONIA VIRAL, NO ESPECIFICADA	T	1	1	-	-	-	-
		M	1	1	-	-	-	-

J208	BRONQUITIS AGUDA DEBIDA A OTROS MICROORGANISMOS ESPECIFICADOS	F	-	-	-	-	-	-	-
		T	1	1	-	-	-	-	-
		M	1	1	-	-	-	-	-
J210	BRONQUIOLITIS AGUDA DEBIDA A VIRUS SINCICIAL RESPIRATORIO	F	-	-	-	-	-	-	-
		T	1	1	-	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-
J22X	INFECCION AGUDA NO ESPECIFICADA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS INFERIORES	F	1	1	-	-	-	-	-
		T	1	1	-	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-
J302	OTRA RINITIS ALERGICA ESTACIONAL	F	1	1	-	-	1	-	-
		T	1	-	-	-	1	-	-
		M	1	-	-	-	1	-	-
J303	OTRAS RINITIS ALERGICAS	F	-	-	-	-	-	-	-
		T	1	-	1	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-
J324	PANSINUSITIS CRONICA	F	1	-	1	-	-	-	-
		T	1	-	-	1	-	-	-
		M	1	-	-	1	-	-	-
J329	SINUSITIS CRONICA, NO ESPECIFICADA	F	-	-	-	-	-	-	-
		T	1	-	-	-	1	-	-
		M	1	-	-	-	1	-	-
J339	POLIPO NASAL, NO ESPECIFICADO	F	-	-	-	-	-	-	-
		T	1	1	-	-	-	-	-
		M	1	1	-	-	-	-	-
J46X	ESTADO ASMATICO. ASMA AGUDA SEVERA.	F	-	-	-	-	-	1	-
		T	1	-	-	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-
J47X	BRONQUIECTASIA	F	1	-	-	-	1	-	-
		T	1	-	1	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-
J633	FIBROSIS (DEL PULMON) DEBIDA A GRAFITO	F	1	-	1	-	-	-	-
		T	1	-	-	-	-	1	-
		M	1	-	-	-	-	1	-
J700	MANIFESTACIONES PULMONARES AGUDAS DEBIDAS A RADIACION	F	-	-	-	-	-	-	-
		T	1	-	-	-	-	1	-
		M	-	-	-	-	-	-	-
J841	OTRAS ENFERMEDADES PULMONARES INTERSTICIALES CON FIBROSIS	F	1	-	-	-	-	1	-
		T	1	-	-	-	-	1	-
		M	-	-	-	-	-	-	-
K051	GINGIVITIS CRONICA	F	1	-	-	-	-	1	-
		T	1	-	-	-	-	1	-
		M	-	-	-	-	-	-	-
K529	COLITIS Y GASTROENTERITIS NO INFECCIOSAS, NO ESPECIFICADAS	F	1	-	-	-	-	1	-
		T	1	1	-	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-
K579	ENFERMEDAD DIVERTICULAR DEL INTESTINO, PARTE NO ESPECIFICADA, SIN PERFORACION NI ABSCESO	F	1	1	-	-	-	-	-
		T	1	-	-	-	-	-	1
		M	-	-	-	-	-	-	-
K591	DIARREA FUNCIONAL	F	1	-	-	-	-	-	1
		T	1	-	1	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-
K623	PROLAPSO RECTAL	F	1	-	1	-	-	-	-
		T	1	-	-	-	-	-	1
		M	-	-	-	-	-	-	-
O995	ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO QUE COMPLICAN EL EMBARAZO	F	1	-	-	-	-	-	1
		T	1	-	-	-	1	-	-
		M	-	-	-	-	-	-	-
		F	1	-	-	-	1	-	-

DOCUMENTO N° 2.4: Reportes médicos año 2019 – Distrito Pomalca

MICRORED: POMALCA
TODA LA MICRORED**MORBILIDAD**
MORBILIDAD GENERAL POR SUBCATEGORIAS SEGÚN GRUPO ETAREO Y SEXO
01-ENERO AL 31-DICIEMBRE 2019

---> Edad Según ETAPAS DE VIDA / Ambito : TODOS LOS EE.SS ;

Código	MORBILIDAD	Sexo	TOTAL	0-11A	12-17A	18-29A	30-59A	60A+
J039	AMIGDALITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA	T	982	571	57	94	188	72
		M	411	298	30	28	35	20
J029	FARINGITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA	F	571	273	27	66	153	52
		T	570	377	37	42	87	27
		M	242	187	19	8	17	11
A049	INFECCION INTESTINAL BACTERIANA, NO ESPECIFICADA	F	328	190	18	34	70	16
		T	323	178	35	32	60	18
		M	121	75	15	9	17	5
A09X	INFECCIONES INTESTINALES DEBIDAS A OTROS ORGANISMOS SIN ESPECIFICAR	F	202	103	20	23	43	13
		T	87	30	6	13	30	8
		M	34	18	3	3	10	-
J209	BRONQUITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA	F	53	12	3	10	20	8
		T	83	64	5	3	10	1
		M	41	34	2	1	3	1
L309	DERMATITIS, NO ESPECIFICADA	F	42	30	3	7	3	-
		T	79	31	6	10	18	14
		M	34	16	3	5	6	4
K050	GINGIVITIS AGUDA	F	45	15	3	5	12	10
		T	57	9	9	27	10	2
		M	13	7	2	3	1	-
J028	FARINGITIS AGUDA DEBIDA A OTROS MICROORGANISMOS ESPECIFICADOS	F	44	2	7	24	9	2
		T	56	10	8	8	24	6
		M	20	8	3	2	4	3
L249	DERMATITIS DE CONTACTO POR IRRITANTES, DE CAUSA NO ESPECIFICADA	F	36	2	5	6	20	3
		T	50	20	4	6	13	7
		M	20	13	-	2	2	3
T784	ALERGIA NO ESPECIFICADA	F	30	7	4	4	11	4
		T	49	29	1	4	13	2
		M	29	22	1	1	4	1
J459	ASMA NO ESPECIFICADO. ASMA DE APARICION TARDIA. BRONQUITIS ASMATICA/S OB SIBILIANCIA, HIP	F	20	7	-	3	9	1
		T	47	24	3	2	11	7
		M	15	11	1	1	1	1
L303	DERMATITIS INFECCIOSA	F	32	13	2	1	10	6
		T	43	16	6	4	12	5
		M	25	11	4	1	4	5
J038	AMIGDALITIS AGUDA DEBIDA A OTROS MICROORGANISMOS ESPECIFICADOS	F	18	5	2	3	8	-
		T	18	7	-	2	9	-
		M	7	5	-	1	1	-
J202	BRONQUITIS AGUDA DEBIDA A ESTREPTOCOCOS	F	11	2	-	1	8	-
		T	8	5	1	-	-	2
		M	3	2	1	-	-	-
R05X	TOS	F	5	3	-	-	-	2
		T	8	4	-	3	1	-
		M	4	4	-	-	-	-
J42X	BRONQUITIS CRONICA NO ESPECIFICADA	F	4	-	-	3	1	-
		T	7	2	-	-	2	3
		M	1	1	-	-	-	-
L239	DERMATITIS ALERGICA DE CONTACTO, DE CAUSA NO ESPECIFICADA	F	6	1	-	-	2	3
		T	6	4	1	-	1	-
		M	3	2	1	-	-	-
		F	3	2	-	-	1	-

A90X	DENGUE	T	3	1	1	-	1	-
		M	1	-	1	-	-	-
		F	2	1	-	-	1	-
A059	INTOXICACION ALIMENTARIA BACTERIANA, NO ESPECIFICADA	T	2	2	-	-	-	-
		M	1	1	-	-	-	-
		F	1	1	-	-	-	-
A078	OTRAS ENFERMEDADES INTESTINALES ESPECIFICADAS DEBIDAS A PROTOZOARIOS	T	2	2	-	-	-	-
		M	1	1	-	-	-	-
		F	1	1	-	-	-	-
A099	GASTROENTERITIS Y COLITIS DE ORIGEN NO ESPECIFICADA	T	2	1	-	-	1	-
		M	-	-	-	-	-	-
		F	2	1	-	-	1	-
A970	DENGUE SIN SENIALES DE ALARMA	T	2	-	1	1	-	-
		M	1	-	1	-	-	-
		F	1	-	-	1	-	-
A971	DENGUE CON SENIALES DE ALARMA	T	2	-	1	1	-	-
		M	2	-	1	1	-	-
		F	-	-	-	-	-	-
J011	SINUSITIS FRONTAL AGUDA	T	2	1	-	-	1	-
		M	1	1	-	-	-	-
		F	1	-	-	-	1	-
J019	SINUSITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA	T	2	-	-	-	-	2
		M	-	-	-	-	-	-
		F	2	-	-	-	-	2
J189	NEUMONIA, NO ESPECIFICADA	T	2	2	-	-	-	-
		M	1	1	-	-	-	-
		F	1	1	-	-	-	-
J350	AMIGDALITIS CRONICA	T	2	-	-	1	1	-
		M	-	-	-	-	-	-
		F	2	-	-	1	1	-
J40X	BRONQUITIS, NO ESPECIFICADA COMO AGUDA O CRONICA	T	2	-	-	-	-	2
		M	1	-	-	-	-	1
		F	1	-	-	-	-	1
J450	ASMA PREDOMINANTEMENTE ALERGICA. BRONQUITIS ALERGICA	T	2	1	-	-	-	1
		M	1	1	-	-	-	-
		F	1	-	-	-	-	1
A048	OTRAS INFECCIONES INTESTINALES BACTERIANAS ESPECIFICADAS	T	1	-	-	-	1	-
		M	-	-	-	-	-	-
		F	1	-	-	-	1	-
A079	ENFERMEDAD INTESTINAL DEBIDA A PROTOZOARIOS, NO ESPECIFICADA	T	1	1	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-
		F	1	1	-	-	-	-
J13X	NEUMONIA DEBIDA A STREPTOCOCCUS PNEUMONIAE	T	1	1	-	-	-	-
		M	-	-	-	-	-	-
		F	1	1	-	-	-	-
J200	BRONQUITIS AGUDA DEBIDA A MYCOPLASMA PNEUMONIAE	T	1	-	-	-	1	-
		M	1	-	-	-	1	-
		F	-	-	-	-	-	-

DOCUMENTO N° 2.5:

Población censada y tasa de crecimiento promedio anual desde 1981 al 2017.

Provincia	Población				Tasa de crecimiento promedio anual (%)		
	1981	1993	2007	2017	1981-1993	1993-2007	2007-2017
Lima	4 164 597	5 706 127	7 605 742	8 574 974	2,7	2,0	1,2
Arequipa	498 210	676 790	864 250	1 080 635	2,6	1,7	2,3
Prov. Const. del Callao	443 413	639 729	876 877	994 494	3,1	2,2	1,3
Trujillo	431 844	631 989	811 979	970 016	3,2	1,8	1,8
Chiclayo	446 008	617 881	757 452	799 675	2,8	1,4	0,5
Piura	413 688	544 907	665 991	799 321	2,3	1,4	1,3
Huancayo	321 549	437 391	466 346	545 615	2,6	0,4	1,6
Maynas	260 331	393 496	492 992	479 866	3,5	1,6	-0,3
Cusco	208 040	270 324	367 791	447 588	2,2	2,2	2,0
Santa	275 600	338 951	396 434	435 807	1,7	1,1	1,0
Ica	177 897	244 741	321 332	391 519	2,7	1,9	2,0
Coronel Portillo	138 541	248 449	333 890	384 168	5,0	2,1	1,4
Cajamarca	168 196	230 049	316 152	348 433	2,6	2,3	1,0
Sullana	194 549	234 562	287 680	311 454	1,6	1,4	0,8
San Román	102 988	168 534	240 776	307 417	4,2	2,5	2,5
Tacna	110 572	188 759	262 731	306 363	4,6	2,3	1,5
Lambayeque	158 089	210 537	259 274	300 170	2,4	1,5	1,5
Huánuco	137 859	223 339	270 233	293 397	4,1	1,3	0,8
Huamanga	128 813	163 197	221 469	282 194	2,0	2,2	2,5
Cañete	118 126	152 378	198 811	231 731	2,1	1,9	1,5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censos Nacionales de Población y Vivienda.

DOCUMENTO N° 2.6:

Viviendas particulares censadas con ocupantes presentes, por tipo de material predominante en las paredes, según distritos, 2017.

Departamento	Provincia	Distrito	Total de viviendas particulares	Tipo de material predominante en las paredes exteriores					
				Material noble 1/		Material de adobe o tapia		Material precario 2/	
				Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
Lambayeque	Chiclayo	Pisci	2 136	1 104	51,7	977	45,7	48	2,2
Lambayeque	Chiclayo	Pimentel	11 513	7 428	64,5	3 807	33,1	238	2,1
Lambayeque	Chiclayo	Reque	4 106	1 604	39,1	2 419	58,9	70	1,7
Lambayeque	Chiclayo	Santa Rosa	2 931	2 450	83,6	81	2,8	387	13,2
Lambayeque	Chiclayo	Saña	3 401	769	22,6	2 486	73,1	142	4,2
Lambayeque	Chiclayo	Cayali	4 452	1 509	33,9	2 884	64,8	57	1,3
Lambayeque	Chiclayo	Palapo	5 863	2 431	41,5	3 386	57,8	44	0,8
Lambayeque	Chiclayo	Pomaica	6 499	3 051	46,9	3 429	52,8	13	0,2
Lambayeque	Chiclayo	Chiclayo	64 494	52 248	81,0	11 817	18,3	342	0,5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censos Nacionales de Población y Vivienda.

Departamento	Provincia	Distrito	Total de viviendas particulares	Tipo de material predominante en los pisos					
				Cemento		Tierra		Parquet, losetas o similares 1/	
				Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
Lambayeque	Chiclayo	Pisci	2 136	1 274	59,6	614	28,7	246	11,5
Lambayeque	Chiclayo	Pimentel	11 513	5 097	44,3	2 492	21,6	3 862	33,5
Lambayeque	Chiclayo	Reque	4 106	2 426	59,1	1 162	28,3	513	12,5
Lambayeque	Chiclayo	Santa Rosa	2 931	1 412	48,2	614	20,9	903	30,8
Lambayeque	Chiclayo	Saña	3 401	2 098	61,7	1 095	32,2	206	6,1
Lambayeque	Chiclayo	Cayalti	4 452	3 190	71,7	812	18,2	448	10,1
Lambayeque	Chiclayo	Patapo	5 863	3 877	66,1	1 518	25,9	463	7,9
Lambayeque	Chiclayo	Pomalca	6 499	3 793	58,4	1 568	24,1	1 133	17,4
Lambayeque	Chiclayo	Chiclayo	64 494	24 894	38,6	7 799	12,1	31 600	49,0

ANEXO N° I.5
PERÚ: VIVIENDAS PARTICULARES CENSADAS CON OCUPANTES PRESENTES, POR TIPO DE MATERIAL PREDOMINANTE EN LOS TECHOS,
SEGÚN DISTRITO, 2017
(Cifras absolutas y porcentaje)

Departamento	Provincia	Distrito	Total de viviendas particulares	Concreto armado		Calamina o teja		Material precario 1/	
				Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%	Cifras absolutas	%
La Libertad	Gran Chimú	Sayapullo	1 677	22	1,3	1 627	97,0	18	1,1
La Libertad	Virú	Viru	12 036	3 688	30,6	5 374	44,6	2 938	24,4
La Libertad	Virú	Chao	8 050	1 803	22,4	4 050	50,3	2 159	26,8
La Libertad	Virú	Guadalupito	1 786	304	17,0	407	22,8	1 072	60,0
Lambayeque	Chiclayo	Chiclayo	64 494	47 586	73,8	12 577	19,5	4 149	6,4
Lambayeque	Chiclayo	Chongoyape	5 205	503	9,7	4 479	86,1	217	4,2
Lambayeque	Chiclayo	Eten	3 002	1 351	45,0	883	29,4	766	25,5
Lambayeque	Chiclayo	Eten Puerto	641	276	43,1	184	28,7	143	22,3
Lambayeque	Chiclayo	José Leonardo Ortiz	35 679	23 896	67,0	8 367	23,5	3 252	9,1
Lambayeque	Chiclayo	La Victoria	20 211	12 490	61,8	4 813	23,8	2 853	14,1
Lambayeque	Chiclayo	Lagunas	2 814	475	16,9	1 759	62,5	575	20,4
Lambayeque	Chiclayo	Monsefu	7 443	2 652	35,6	3 096	41,6	1 680	22,6
Lambayeque	Chiclayo	Nueva Arica	808	12	1,5	789	97,6	6	0,7
Lambayeque	Chiclayo	Oyotun	2 589	106	4,1	2 444	94,4	26	1,0
Lambayeque	Chiclayo	Pisci	2 136	782	36,6	1 210	56,6	143	6,7
Lambayeque	Chiclayo	Pimentel	11 513	5 578	48,4	5 366	46,6	454	3,9
Lambayeque	Chiclayo	Reque	4 106	1 423	34,7	1 832	44,6	841	20,5
Lambayeque	Chiclayo	Santa Rosa	2 931	1 385	47,3	1 364	46,5	180	6,1
Lambayeque	Chiclayo	Saña	3 401	482	14,2	2 443	71,8	475	14,0
Lambayeque	Chiclayo	Cayalti	4 452	1 085	24,4	3 055	68,6	297	6,7
Lambayeque	Chiclayo	Patapo	5 863	1 668	28,4	4 068	69,4	108	1,8
Lambayeque	Chiclayo	Pomalca	6 499	2 374	36,5	2 912	44,8	1 201	18,5

DOCUMENTO N° 2.7: Población censada, económicamente activa – Distrito Pomalca, 2017.

Provincia, distrito, área urbana y rural, sexo y ocupación principal	Total	Grupos de edad			
		14 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años
DISTRITO POMALCA	9 687	2 683	3 375	3 281	348
RURAL	1 077	287	434	318	38
Profesionales científicos e intelectuales	29	7	10	12	-
Profesionales técnicos	23	12	6	5	-
Jefes y empleados administrativos	28	18	9	1	-
Trabaj. de serv. y vend. de comerc. y mcdo.	169	50	72	44	3
Agricult. y trabaj. calific. agrop., forestales y pesqueros	127	23	37	49	18
Trabaj. de la constr., edifi., prod. artesanales, electr. y las telecomun.	135	34	60	39	2
Operadores de maq. indust., ensambladores y conduct. de transp.	117	37	50	29	1
Trabaj. no calific. serv., peón, vend. amb. y afines (Ocupac. elementales)	434	99	185	136	14
Ocupaciones militares y policiales	3	2	1	-	-
Desocupado	12	5	4	3	-

Fuente: INEI

DOCUMENTO N° 2.8: Población censada, económicamente activa – Distrito Chiclayo,

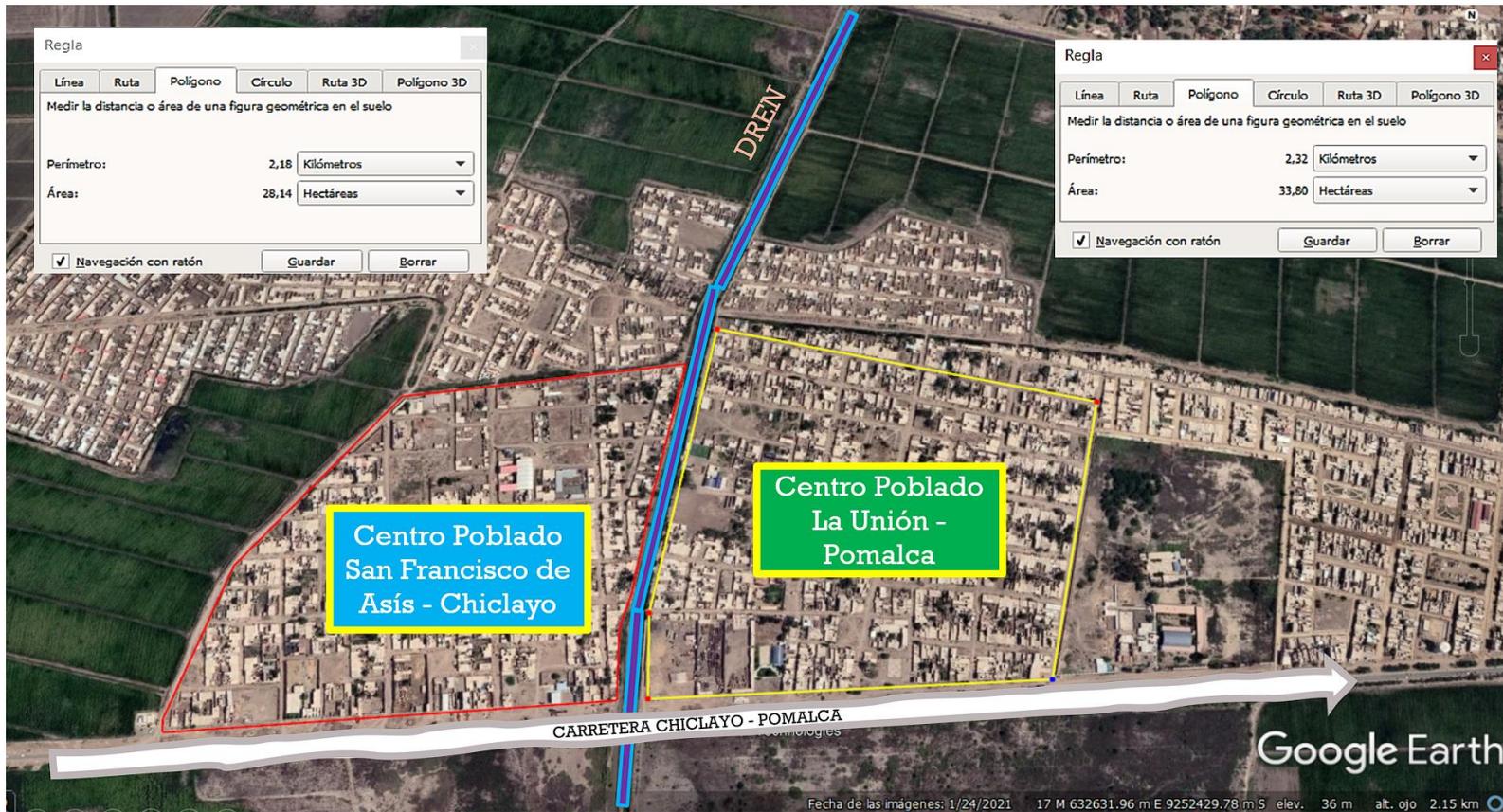
Provincia, distrito, área urbana y rural, sexo y ocupación principal	Total	Grupos de edad			
		14 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años
PROVINCIA CHICLAYO	346 580	96 134	121 651	110 058	18 737
RURAL	15 126	4 443	5 225	4 509	949
Miembros p. ejec., leg., jud. y per. direc. de la adm. púb. y priv.	14	-	6	8	-
Profesionales científicos e intelectuales	362	90	167	95	10
Profesionales técnicos	294	146	101	45	2
Jefes y empleados administrativos	221	111	73	33	4
Trabaj. de serv. y vend. de comerc. y mcdo.	1 593	469	565	494	65
Agricult. y trabaj. calific. agrop., forestales y pesqueros	2 442	368	743	924	407
Trabaj. de la constr., edifi., prod. artesanales, electr. y las telecomun.	1 492	529	554	358	51
Operadores de maq. indust., ensambladores y conduct. de transp.	1 315	485	535	271	24
Trabaj. no calific. serv., peón, vend. amb. y afines (Ocupac. elementales)	6 651	1 907	2 257	2 122	365
Ocupaciones militares y policiales	82	57	12	13	-
Desocupado	660	281	212	146	21

2017

Fuente: INEI

ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS

Mapa Local del Proyecto.



Fuente: Google Earth

DOCUMENTO N° 3.2: Inundaciones en el centro poblado la Unión – Distrito Pomalca.







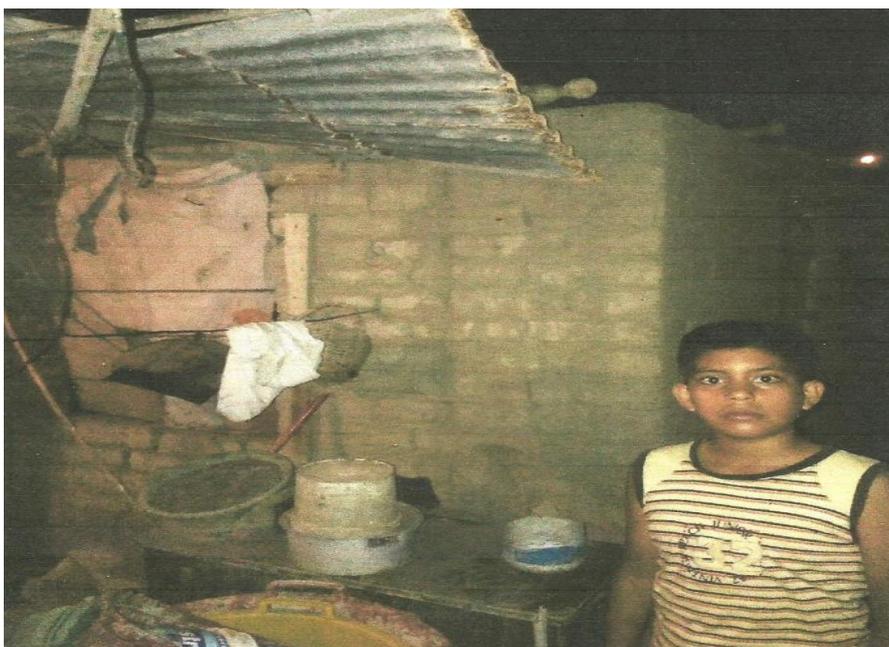
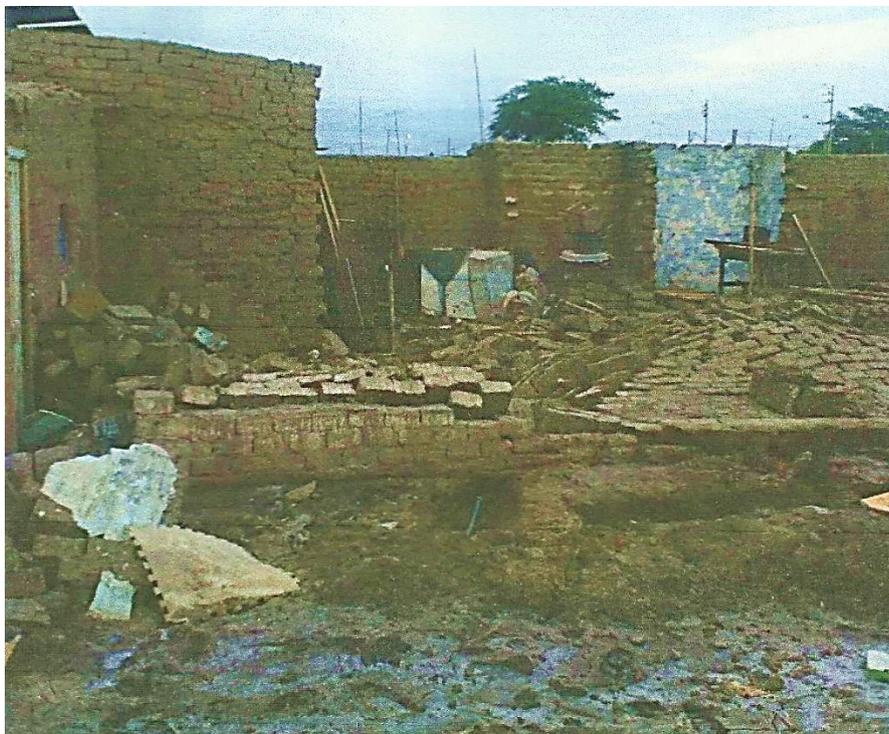


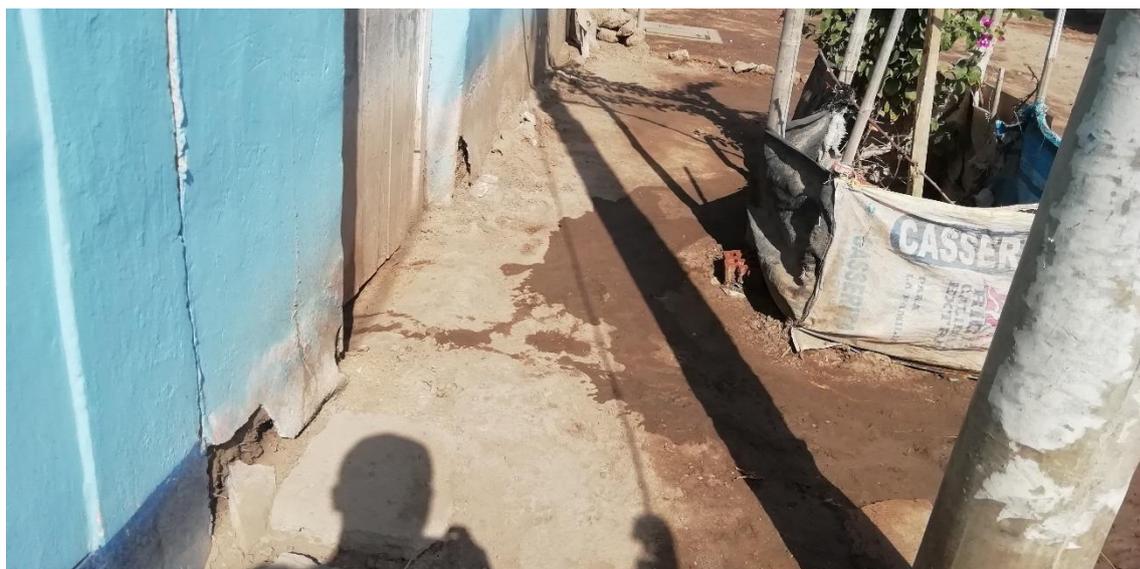






DOCUMENTO N° 3.3: Inundaciones en el centro poblado San Francisco de Asís –
Distrito Chiclayo.









DOCUMENTO N° 3.4: Dren receptor.



