

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“Diseño de un puente para trocha carrozable como mejora del
tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera
Huamangaga, Conchamarca – Huánuco – 2024”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

AUTOR: Pasquel Lázaro, Dario Bernabé

ASESOR: Tuanama Lavi, Jose Wicley

**HUÁNUCO - PERÚ
2025**

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (x)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión en la construcción**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** (2020)**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:****Área:** Ingeniería, Tecnología**Sub área:** Ingeniería civil**Disciplina:** Ingeniería civil**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero(a) Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (x)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72454907

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 05860064

Grado/Título: Maestro en gerencia pública

Código ORCID: 0000-0002-5148-6384

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johny Prudencio	Doctor en medio ambiente y Desarrollo sostenible	40895876	0000-0001- 7920-1304
2	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001- 0745-5433
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001- 8392-1769



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:30 horas del día lunes 27 de octubre de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

♦ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS	PRESIDENTE
♦ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA	SECRETARIA
♦ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2227-2025-D-FI-UDH para evaluar la Tesis intitulada: "DISEÑO DE UN PUENTE PARA TROCHA CARROZABLE COMO MEJORA DEL TRÁNSITO VEHICULAR EN EL KM 01+403 DE LA CARRETERA HUAMANGAGA, CONCHAMARCA – HUÁNUCO – 2024", presentado por el (la) Bachiller, Bach. Dario Bernabe PASQUEL LAZARO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO por MAYORIA con el calificativo cuantitativo de 91 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47).

Siendo las 05.20p horas del día 27 del mes de octubre del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
DNI: 40895876
ORCID: 0000-0001-7920-1304
PRESIDENTE


MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA
DNI: 73645168
ORCID: 0009-0001-0745-5433
SECRETARIO (A)


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: DARIO BERNABÉ PASQUEL LÁZARO, de la investigación titulada "Diseño de un puente para trocha carrozable como mejora del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca - Huánuco - 2024", con asesor(a) JOSE WICLEY TUANAMA LAVI, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1001-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 13 de febrero de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

FORMA DE ORIGINALIDAD

21 %	21 %	1 %	2 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJO DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe	16 %
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	3 %
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unheval.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
4	idoc.pub	<1 %
	Fuente de Internet	
5	archive.org	<1 %
	Fuente de Internet	
6	distancia.udh.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
7	repositorio.ujcm.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
8	repositorio.unp.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, por su constante apoyo, comprensión y ánimo durante este desafiante pero gratificante proceso de estudio. Agradezco su paciencia y amor incondicional, que fueron mi motor para alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi asesor, por su orientación, sabiduría y constante guía a lo largo de esta investigación. Sus conocimientos fueron fundamentales en la concreción de este proyecto. También, agradezco sinceramente a todos aquellos que brindaron su colaboración y apoyo en cada fase de este estudio, haciendo posible el logro de esta meta. A cada uno de ustedes, mi gratitud infinita.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO	14
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	14
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	15
1.5.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	15
1.5.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL	15
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	17
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES	19
2.2 BASES TEÓRICAS	19
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	35
2.4 HIPÓTESIS	37
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	37
2.5 VARIABLES.....	37

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	37
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE	37
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	38
CAPÍTULO III	39
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
3.1.1 ENFOQUE	40
3.1.2 ALCANCE O NIVEL.....	40
3.1.3 DISEÑO.....	40
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
3.2.1 POBLACIÓN.....	40
3.2.2 MUESTRA	40
3.2.3 MUESTREO	41
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	41
3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	41
3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	41
3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	42
CAPÍTULO IV.....	43
RESULTADOS.....	43
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	43
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	70
CAPÍTULO V.....	72
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	72
5.1 CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS	72
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES.....	75
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rango de luces según el tipo de estructura	20
Tabla 2 Pesos específicos de algunos materiales	30
Tabla 3 Factor de presencia múltiple	32
Tabla 4 Operacionalización de variables	38
Tabla 5 Detalle de reforzamiento de losa - volado	41
Tabla 6 Detalle de reforzamiento de losa – claro	42
Tabla 7 Detalle de reforzamiento de losa – apoyo	42
Tabla 8 Ubicación de la zona de estudio en el mapa geológico	45
Tabla 9 Detalle de reforzamiento de losa - volado	55
Tabla 10 Detalle de reforzamiento de losa - claro	55
Tabla 11 Detalle de reforzamiento de losa - apoyo	55
Tabla 12 Matriz de consistencia	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Puentes de vigas simplemente apoyado	22
Figura 2 Elevación: Nivel de aguas máximas extraordinarias.....	22
Figura 3 <i>Arco de tablero superior</i>	23
Figura 4 Arco de tablero intermedio.....	23
Figura 5 Arco de tablero inferior.....	23
Figura 6 Pórtico de columnas incluidas	24
Figura 7 Puente tipo pórtico	24
Figura 8 Puente suspendido	24
Figura 9 Sección transversal de viga de rigidez tipo celocia.....	25
Figura 10 Elementos principales de un puente viga	25
Figura 11 Elementos de una losa	26
Figura 12 Sección transversal: Tablero con Viga I.....	26
Figura 13 Sección transversal: Viga cajón	27
Figura 14 Características del camión de diseño	32
Figura 15 Vista en planta	43
Figura 16 Perfil de terreno	44
Figura 17 Carta Geológica -21k.....	44
Figura 18 Sección transversal del puente	48
Figura 19 Propiedades de material	49
Figura 20 Sección de losa	50
Figura 21 Patrones de carga.....	50
Figura 22 Carga de vereda	51
Figura 23 Carga de baranda.....	51
Figura 24 Sobrecarga peatonal.....	52
Figura 25 Peso de asfalto	52
Figura 26 Sobrecarga vehicular en el volado.....	53
Figura27 Sobrecarga vehicular en claro	53
Figura 28 Sobrecarga vehicular en el apoyo	54
Figura 29 Momentos para el volado.....	54
Figura 30 Momentos para el claro	55
Figura 31 Momentos para el apoyo	55
Figura 32 Propiedades de material	56

Figura 33 Sección de viga interior.....	57
Figura 34 Patrones de carga.....	57
Figura 35 Carga de asfalto	58
Figura 36 Carga viga diafragma.....	58
Figura 37 Cargas vehiculares	59
Figura 38 Caso de carga	59
Figura 39 Combinaciones de carga - Flexión.....	60
Figura 40 Combinaciones de carga - Cortante	60
Figura 41 Diagrama de momentos para la viga interior	61
Figura 42 Diagrama de cortante para la viga interior	61
Figura 43 Propiedades de material	62
Figura 44 Sección de viga exterior.....	63
Figura 45 Patrones de carga.....	63
Figura 46 Carga de asfalto	64
Figura 47 Carga de vereda	64
Figura 48 Carga de baranda.....	65
Figura 49 Carga viga diafragma.....	65
Figura 50 Cargas vehiculares	66
Figura 51 Caso de carga	66
Figura 52 Combinaciones de carga - Flexión.....	67
Figura 53 Combinaciones de carga - Cortante	67
Figura 54 Diagrama de momentos para la viga exterior	67
Figura 55 Diagrama de cortante para la viga exterior	68
Figura 56 Dimensiones del estribo en voladizo.....	69
Figura 57 Vista transversal del puente y terreno.....	69
Figura 58 Plano de ubicación.....	82

RESUMEN

Esta investigación se enfocó en abordar los desafíos persistentes del tráfico vehicular en el distrito de Conchamarca mediante el diseño y propuesta de un puente especialmente concebido para la trocha carrozable. Durante las épocas de lluvia, se enfrentaba un escenario crítico: el aumento del caudal y la acumulación de sedimentos. La hipótesis fundamental proponía que un nuevo diseño de puente, cuidadosamente adaptado a las condiciones y necesidades específicas del área, tenía el potencial de mitigar estos problemas y mejorar sustancialmente la viabilidad del tráfico. Con un enfoque metodológico cuantitativo y un alcance descriptivo, esta investigación planteó un diseño no experimental de una estructura de puente viga losa y subestructura de dos estribos en voladizo. Se propusieron detalles clave, como las losas de aproximación y el relleno compactado, elementos cruciales para asegurar una transición eficiente y efectiva con la carretera existente, siguiendo al pie de la letra las directrices y normativas establecidas en el Manual de Puentes.

El diseño propuesto del puente para trocha carrozable mejoró significativamente la transitabilidad, especialmente en épocas de lluvia, donde el caudal elevado obstaculizaba el tráfico efectivo. La geometría del puente carrozable viga losa tuvo un impacto significativo en la optimización del tránsito vehicular; con una amplitud adecuada y alineamientos precisos, contribuyó a una mayor fluidez en el paso de vehículos, garantizando así una circulación más segura y eficiente. Además, la capacidad de carga del puente viga losa fue un factor crucial que incidió directamente en la facilidad de tránsito vehicular, adaptándose según las directrices y normativas del Manual de Puentes.

La implementación de los elementos sugeridos, como las losas de aproximación y el relleno compactado, resultó crucial para mejorar la conexión efectiva entre la estructura y la carretera existente. Se confirmó que la propuesta de diseño se adhirió a las pautas y estándares establecidos por el Manual de Puentes, asegurando así la calidad y durabilidad del puente. En conclusión, el diseño propuesto del puente para trocha carrozable demostró ser una solución integral a los desafíos de tráfico vehicular en el contexto de

la trocha carrozable del distrito de Conchamarca, mejorando sustancialmente y de manera perdurable la movilidad en la región.

Palabras claves: Puente, trocha carrozable, tráfico vehicular, viga losa, viabilidad del tránsito, refuerzos de acero.

ABSTRACT

This research focused on addressing the persistent challenges of vehicular traffic in the district of Conchamarca through the design and proposal of a bridge specially conceived for the motorable track. During the rainy seasons, a critical scenario was faced: the increase in flow and the accumulation of sediments. The underlying hypothesis proposed that a new bridge design, carefully tailored to the specific conditions and needs of the area, had the potential to mitigate these problems and substantially improve traffic viability. With a quantitative methodological approach and a descriptive scope, this research proposed a non-experimental design of a slab beam bridge structure and substructure with two cantilever abutments. Key details were proposed, such as approach slabs and compacted fill, crucial elements to ensure an efficient and effective transition with the existing road, following to the letter the guidelines and regulations established in the Bridge Manual. The proposed design of the road-gauge bridge significantly improved passability, especially in rainy seasons, where high flow hindered effective traffic. The geometry of the slab-girder carriage bridge had a significant impact on the optimization of vehicular traffic; With adequate width and precise alignments, it contributed to greater fluidity in the passage of vehicles, thus guaranteeing safer and more efficient circulation. Furthermore, the load capacity of the slab-girder bridge was a crucial factor that directly affected the ease of vehicular traffic, adapting according to the guidelines and regulations of the Bridge Manual. The implementation of the suggested elements, such as approach slabs and compacted fill, was crucial to improve the effective connection between the structure and the existing road. It was confirmed that the design proposal adhered to the guidelines and standards established by the Bridge Manual, thus ensuring the quality and durability of the bridge. In conclusion, the proposed design of the road track bridge proved to be a comprehensive solution to the vehicular traffic challenges in the context of the road track of the Conchamarca district, substantially and lastingly improving mobility in the region.

Keywords: Bridge, carriageway, vehicular traffic, slab girder, traffic feasibility, steel reinforcements.

INTRODUCCIÓN

La transitabilidad en puentes se refiere a la capacidad y las condiciones que permiten que vehículos, peatones u otros medios de movilidad circulen de manera segura y eficiente sobre la estructura del puente. Implica que el puente esté diseñado y mantenido de forma que garantice un tránsito seguro y efectivo de personas, vehículos o cargas a lo largo de su extensión, cumpliendo con estándares de resistencia y seguridad necesarios.

En la localidad de Panao, se afronta una situación crítica durante las épocas de lluvia, donde el incremento del caudal y la acumulación de sedimentos presentan un desafío sustancial para la viabilidad del tráfico vehicular. Los vehículos experimentan un impacto directo debido a estos fenómenos hidráulicos, lo que altera la eficacia del sistema de movilidad en la región. Este estudio se sumerge en la compleja problemática que concierne a un puente viga losa, explorando la posibilidad de que un diseño novedoso, adaptado a estas condiciones específicas, pueda ser una solución completa para afrontar los desafíos generados por el aumento del caudal y la acumulación de sedimentos. Se propone una alternativa de diseño para la estructura de viga losa con refuerzos de acero, considerando aspectos clave como las losas de aproximación y el relleno compactado. Este enfoque pretende no solo resolver las dificultades asociadas al tráfico vehicular, sino también enfrentar los desafíos hidráulicos que afectan la infraestructura vial.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Dentro del panorama nacional, se observa una diversidad de estructuras que desempeñan un papel fundamental como vínculos vitales en entornos urbanos. Estas infraestructuras revisten una importancia especial en aquellos puntos donde cursos de agua como ríos, riachuelos, lagos o arroyos, crean una separación entre dos áreas geográficas. En la contemporaneidad, es innegable que la carestía de vías de comunicación, tanto internas como externas, conlleva repercusiones sustanciales que van más allá de lo superficial, se traducen en el aislamiento de comunidades y en la interrupción de la conectividad entre ellas, lo que desencadena una marcada ralentización en varios aspectos esenciales: económicos, sociales y culturales. La raíz de este fenómeno se encuentra en la orientación predominante hacia la producción agrícola local para autoconsumo, la cual, por su misma naturaleza, limita su alcance a las fronteras regionales, dificultando su distribución a áreas circundantes. Este fenómeno incide en la generación de un desequilibrio social, a la par que impulsa la carestía educacional y la deficiencia de provisiones básicas.

La escalada de los niveles de inundación provocada por las condiciones climáticas tiene un efecto directo en los taludes vecinos, provocando su colapso, esto a su vez, provoca la obstrucción de las vías de circulación, la acumulación de escombros y desorden, y tiene un efecto adverso no sólo en las carreteras sino también en las zonas agrícolas, causando a veces incluso daños importantes a los cultivos (Ministerio del Ambiente, 2015)

No obstante, se destaca que una gran proporción de los habitantes en estos enclaves poseen un conocimiento limitado acerca de los intrincados procesos y análisis que son indispensables para concebir un puente carrozable que atendería las necesidades de sus comunidades. La planificación integral de un puente no es una tarea sencilla; involucra un minucioso estudio del comportamiento histórico del cauce de agua en cuestión. La riqueza de este conocimiento histórico, combinada con análisis topográficos meticulosos, resulta en la base sobre la cual se puede concebir

una estructura que no solo soporte las cargas proyectadas, sino que también garantice la estabilidad y seguridad ante situaciones imprevistas. Es esencial destacar que esta fase de planificación exhaustiva es fundamental, ya que asegura la viabilidad y la sostenibilidad del puente, permitiendo su utilización segura, eficaz y perdurable para el beneficio a largo plazo de las comunidades locales.

La zona de estudio se sitúa en la provincia y región de Huánuco, distrito de Conchamarca. En una quebrada donde los coches deben circular sobre lechos de agua y cantos rodados. La circulación es posible durante las estaciones secas, pero durante las húmedas es bastante más difícil, sobre todo para los coches más pequeños y las personas que tienen problemas para cruzar al otro lado.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo impacta el diseño de un puente carrozable en la viabilidad del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco-2024?

1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cómo impacta la elección de la geometría del puente para el diseño del puente carrozable en la facilidad de tránsito vehicular, Conchamarca – Huánuco-2024?

¿Cómo impacta la capacidad de carga del puente carrozable en la facilidad de tránsito vehicular, Conchamarca – Huánuco-2024?

¿Cómo incide en la congestión del tránsito vehicular el diseño del puente carrozable, Conchamarca – Huánuco-2024?

1.3 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto del diseño de un puente carrozable en la viabilidad del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco-2024.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Evaluar el impacto de la elección de la geometría del puente para el diseño del puente carrozable en la facilidad de tránsito vehicular, Conchamarca – Huánuco-2024.

OE2: Evaluar el impacto de la capacidad de carga del puente carrozable en la facilidad de tránsito vehicular, Conchamarca – Huánuco-2024.

OE3: Evaluar la incidencia en la congestión del tránsito vehicular el diseño del puente carrozable, Conchamarca – Huánuco-2024.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Los fundamentos conceptuales que establecen el vínculo entre el diseño del puente carrozable y la mejora del tráfico de vehículos durante las estaciones húmedas sirven de justificación teórica. Según la teoría de la ingeniería civil, un puente con un diseño adecuado puede sobrevivir a las dificultades hidrológicas, manteniendo la conexión y la fluidez del tráfico en las inclemencias del tiempo. Además, la suposición de que una infraestructura fuerte y flexible es necesaria para una movilidad urbana eficaz y sostenible está respaldada por los principios de la planificación urbana y la gestión del transporte. Para respaldar la validez y la importancia del diseño de los puentes para mejorar el tráfico de vehículos, el argumento teórico se basa en estas nociones y principios aceptados.

1.5.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La auténtica necesidad de resolver las dificultades que las estaciones lluviosas imponen al tráfico rodado da pie a la justificación práctica. Un puente carrozable cuidadosamente planificado puede superar estos obstáculos y preservar la conectividad necesaria para la vida cotidiana y la actividad económica en circunstancias en las que el paso se hace difícil o incluso imposible debido a las inundaciones. La reducción de los tiempos de viaje, la evitación de atascos y la disminución de los peligros para los usuarios reflejan la mejora práctica. Esta explicación se basa en resultados mensurables y en la resolución satisfactoria de problemas reales que la comunidad encontró en condiciones meteorológicas adversas.

1.5.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La justificación social se deriva según el objetivo del diseño y construcción del puente carrozable, basado en un enfoque metodológico meticuloso y teniendo en cuenta aspectos climáticos y geográficos, es

potenciar la conectividad, la seguridad en las carreteras y el acceso a servicios esenciales para las comunidades locales. Esto impulsa el crecimiento económico, fortalece la capacidad de resistencia ante desastres naturales y promueve prácticas respetuosas con el medio ambiente. En síntesis, el proyecto no solo asegura una infraestructura robusta y segura, sino que también genera impactos positivos significativos en la sociedad al mejorar la calidad de vida y el bienestar de la población residente.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La evaluación del terreno para el diseño del puente carrozable presenta limitaciones, debido a la necesidad de conocer el tipo de terreno para ubicar los estribos, por lo que se usaron cartas geológicas elaboradas por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Resulta sumamente viable investigar la construcción de un puente carrozable para aliviar el tráfico durante la temporada de lluvias. Su importancia socioeconómica, su aplicación a la planificación de carreteras en el mundo real y su respaldo teórico y empírico garantizan su aplicabilidad. El acceso a recursos y profesionales de la ingeniería civil refuerza la capacidad de desarrollar soluciones prácticas. La cooperación institucional, junto con su potencial de efectos a largo plazo sobre la economía local y la calidad de vida, apuntalan su supervivencia, su eficacia quedaría demostrada por la medición de los resultados, como la reducción de las distancias de viaje y el aumento de la conectividad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Chávez y Lozano (2021) en su tesis titulada *“Comparativo de diseño de puentes de viga-losa en concreto y estructura de acero”* presentada a la Universidad Piloto de Colombia; El objetivo principal de este proyecto es realizar una evaluación detallada y meticulosa de dos estrategias diferentes de diseño de puentes, aunque estos sistemas adoptan enfoques diferentes, todos comparten algunos factores cruciales, como la separación entre puntos de apoyo, las dimensiones generales de la estructura y las cargas aplicadas, pero no el peso inherente de las propias piezas estructurales, además se tienen en cuenta las cargas derivadas de las exigencias del tráfico de vehículos, ofrecer un punto de vista de diseño diferente que cuestione las prácticas aceptadas en este campo, por lo tanto, se llama la atención sobre una opción de diseño que no sólo se aparta de la norma, sino que también puede representar un sustituto real y viable para los puentes de vano corto, aquellos que cubren distancias más cortas entre apoyos, los planes de diseño ofrecidos en este estudio están estrechamente relacionados con las leyes de diseño pertinentes en Colombia, las sugerencias proporcionadas en la literatura especializada que aborda las tipologías particulares que se están estudiando en esta investigación comparativa son también el fundamento de estas conclusiones.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Varona (2019) en su tesis titulada *“Diseño de losa en el puente carrozable de concreto armado sobre el canal Miguel Checa en el C.P. Santa Elena Alta km 25 + 770, distrito Querecotillo, provincia Sullana – Piura”* en la Universidad Nacional de Piura; donde menciona que la infraestructura vial posibilita la unión a nivel nacional y vincula a productores, distribuidores y consumidores para sostener una economía activa, constituye un flagrante indicador de éxito, estudiar y convertirse en un experto en la construcción y mantenimiento de estas obras

obedece principalmente a su importancia, el objeto del estudio es un pequeño puente vehicular en el caserío Santa Elena Alta del distrito de Querecotillo, donde se examinó los factores de diseño de la infraestructura con miras a garantizar la eficacia y seguridad de la transitabilidad de la red vial, de la revisión minuciosa de la evaluación estructural del puente se desprende que las condiciones patológicas son graves, sobre todo en lo que respecta a la losa de rodamiento y las vigas, que presentan fracturas y fisuras, estos problemas no sólo ponen en peligro la seguridad del público, sino que también ocasionan importantes pérdidas económicas, a este nuevo diseño se le aplican las normas, se sugiere como una opción financiera viable debido a que la municipalidad distrital de Querecotillo carece de los recursos necesarios para llevar a cabo la destrucción total del puente.

Espinoza (2018) en su tesis titulada “Diseño del puente para trocha carrozable mejorando el tránsito del centro poblado de Vichón provincia Huari, Ancash - 2018” en la Universidad César Vallejo; donde menciona que las fuertes lluvias de octubre a abril causan problemas recurrentes en los tramos de carretera de Palca a Chana y de Chana a Vichón, debido a las inundaciones que provocan estas lluvias, hay una interrupción en el flujo de transporte y una falta de comunicación, este problema también perjudica al comercio y supone una limitación de recursos para los pequeños empresarios, para solucionar el problema de acceso a la ciudad de Vichón, es importante llevar a cabo el estudio y el diseño en curso de un puente adecuado para el paso de coches, este estudio de ingeniería se centra en el proyecto del puente Yacuragra, que salvará un cauce en la ruta entre Chana y Vichón, para llevar a cabo esta operación fue necesario recopilar datos hidrológicos, hidráulicos, topográficos y geotécnicos, las recomendaciones del Manual de Diseño de Puentes se utilizaron principalmente como referencia durante toda la fase posterior de análisis y cálculos exhaustivos de esta información, , se crearon los planos del puente y se establecieron las dimensiones ideales para cada componente de la superestructura y la subestructura del puente.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Santiago (2021) en su tesis titulada *“Diseño de infraestructura vial para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal en el espacio urbano del puente Huallaga y vías adyacentes Huánuco 2021”* en la Universidad de Huánuco; el objetivo principal de esta investigación es planificar una infraestructura vial que aumente el flujo de tráfico en las vías cercanas al Espacio Urbano Puente Huallaga, el diseño se basa en el análisis de la capacidad, el nivel de servicio, el diseño geométrico y el nivel de seguridad vial de la situación existente, la seguridad vial se evaluó mediante la simulación de clasificación por estrellas iRAP, y se utilizaron métodos como la capacidad y los niveles de servicio de acuerdo con las directrices TWSC del Manual de Carreteras HCM 2000, también se utilizó el diseño geométrico, que siguió los parámetros para intersecciones canalizadas del Manual de Carreteras DG-2018, los resultados ponen de manifiesto las disparidades entre la situación actual y la solución propuesta, la capacidad ha aumentado por término medio un 0,2%, mientras que el nivel de servicio ha disminuido por término medio un 7%, además han mejorado su anchura y alineación, es evidente que la calificación por estrellas ha aumentado hasta un 60% de media en lo que respecta a la seguridad vial, donde concluye que el estudio arroja una impresión general positiva del diseño vial sugerido, que propicia una mejora idónea en el flujo de vehículos y peatones en el Espacio Urbano Puente Huallaga y sus vías aledañas.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 ESTUDIOS PREVIOS

Los puentes suelen ser construcciones intrincadas, que requieren el examen de los siguientes factores para el proyecto final, la ubicación de la estructura o del emplazamiento, la luz y el tipo de puente que, teniendo en cuenta su belleza, economía y seguridad, mejor se adapte al lugar en cuestión, la seguridad, la economía y la belleza, proporciones geométricas y forma, con análisis de cimientos, cauce, superestructura y subestructura, obras creativas y afines, la ubicación del puente (Seminario, 2004).

a) Localización

La localización de un puente debe considerarse cuidadosamente, teniendo en cuenta factores como el análisis del flujo de tráfico, la alineación de la carretera, la nivelación del terreno, el tipo de suelo, las instalaciones de construcción, los requisitos de mantenimiento y el atractivo estético de la estructura, en las áreas metropolitanas, el flujo de tráfico suele dictar y determinar la ubicación de los puentes, en cambio, al elegir una ubicación en una región rural, hay que tener en cuenta las características del terreno (Seminario, 2004).

b) Luz y tipo de estructura

En general, un puente puede dividirse en dos partes: el puente propiamente dicho y el terraplén de aproximación, la estructura es más cara que el terraplén, que es más rentable, el segundo componente, sin embargo, estrecha el segmento del río, por lo tanto, se obtendrá una solución segura y asequible combinando adecuadamente los dos componente, una reducción moderada de la anchura del río no siempre equivale a una reducción de la capacidad hidráulica, en general, esto provoca un aumento del remanso, nivel del agua aguas arriba del puente (Seminario, 2004).

Tabla 1

Rango de luces según el tipo de estructura

Tipo de Estructura	Material	Rango de luces
Losa	Concreto Armado	0 – 12 m
	Concreto Preesforzado	10 – 40 m
Vigas	Concreto Armado	12 – 25 m
	Concreto Preesforzado	25 – 325 m
	Acero	30 – 300 m
Arco	Concreto	80 – 390 m
	Acero	130 – 400 m
	Acero Ret.	240 – 520 m
Reticulado	Acero	100 – 600 m
Atirantado	Concreto	50 – 450 m
	Acero	100 – 1000 m
Colgante	Acero	300 – 2000 m

Nota. Obtenido de Puentes, Análisis Diseño y Construcción, ACI, Capítulo de Estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima 1993.

c) Formas geométricas y dimensiones

En general, es crucial mantener la anchura de la carretera, también se aconseja conservar la anchura de las bermas en construcciones con luces típicas no superiores a unos 20 metros, podría ser posible reducir al mínimo la anchura de las bermas en proyectos con características singulares por su longitud, envergadura o altura, sobre todo si hay poco tráfico peatonal y no se necesitan pasarelas, optando en su lugar por erigir barreras en los bordes de las bermas, cuando es necesario el acceso para el mantenimiento o hay muchos peatones presentes, es preferible ofrecer un paso peatonal (o a los trabajadores de mantenimiento) construyendo una pasarela dividida de la berma por barreras y vigilada por una barandilla, las zonas urbanas emplean con frecuencia tramos que se asemejan a los que se ven en las calles (Seminario, 2004).

El diseño geométrico de los puentes debe satisfacer, además de las Normas del Manual de Puentes.

- En los cruces sobre vías vehiculares y ferroviarias, se deben prever futuras obras como el ensanche de vías
- Cuando el puente deba salvar un río o canal, la alineación horizontal de la calzada en el vano del puente podrá ser curva y no necesariamente perpendicular. la calzada en el vano del puente puede ser curva y no necesariamente perpendicular al eje del curso de agua.
- El peralte empleado en los puentes situados en curvas horizontales o regiones de transición debe ajustarse al diseño geométrico previsto para la autopista y no superar el valor máximo admisible.

En relación con las distancias libres o gálidos. en cualquier estación del año, el espacio libre por encima del nivel máximo del agua para un puente que atravesase arroyos razonablemente despejados debe ser de al menos 2,0 metros, el espacio libre por encima del nivel máximo del agua para los puentes que cruzan arroyos que esporádicamente transportan basura, troncos y otros elementos debe ser de al menos 2,5 metros.

2.2.2 TIPOS DE PUENTES

a) Clasificación según material

Piedra, madera, cuerda, hierro, acero, hormigón armado, hormigón pretensado y, más recientemente, materiales compuestos como las fibras son sólo algunos de los materiales utilizados para construir puentes. En función de los principales componentes portantes que conforman la estructura del puente, se hacen estas clasificaciones (MTC, 2018).

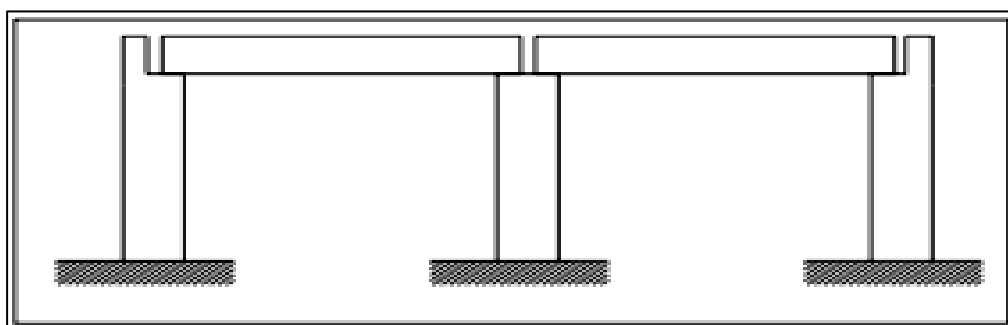
b) Clasificación según sistema estructural

La mayoría de los puentes son de vigas, son los más sencillos estructuralmente.

Puentes de uno o varios vanos simplemente apoyados, estos puentes pueden estar formados por losas macizas o por losas aligeradas y vigas combinadas, las juntas y componentes de apoyo adicionales necesarios en este diseño son un inconveniente (Seminario, 2004).

Figura 1

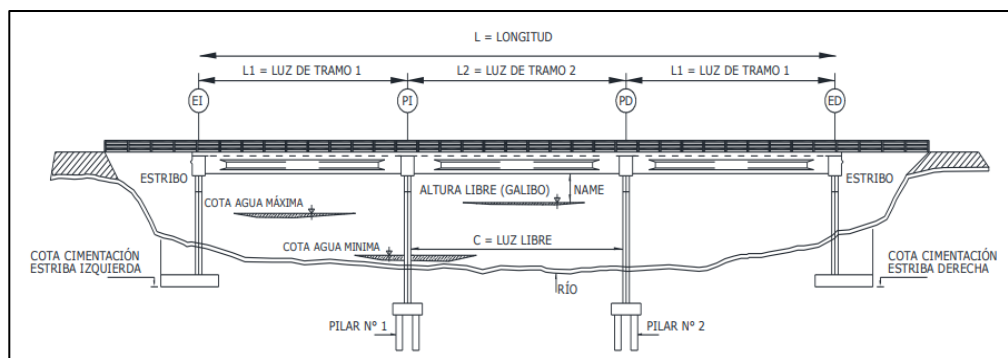
Puentes de vigas simplemente apoyado



Nota. Adaptada de Guía para el diseño de puentes con vigas y losas, Seminario, E. 2004, Universidad de Piura. p27

Figura 2

Elevación: Nivel de aguas máximas extraordinarias

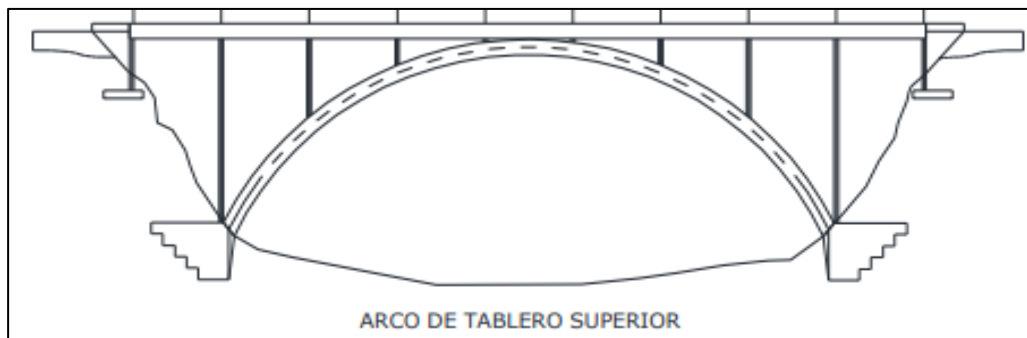


Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Las diversas configuraciones de los segmentos superior, medio e inferior de un puente reflejan la gran variedad de formas y características que intervienen en su construcción, incluso la disposición de la membrana timpánica, que cubre el hueco entre las estructuras de soporte, puede cambiar, adoptando formas transparentes, acolchadas o abovedadas, un puente en arco, es una variación única, este tipo tiene cualidades distintivas en cuanto a su diseño y estructura, ya que incorpora columnas inclinadas y verticales (MTC, 2018).

Figura 3

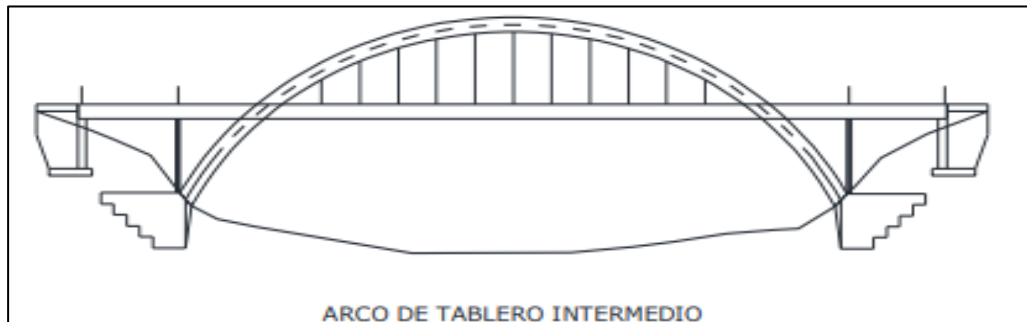
Arco de tablero superior



Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 4

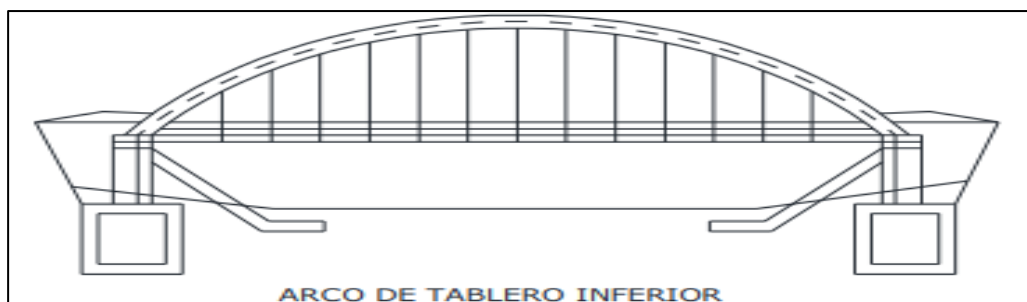
Arco de tablero intermedio



Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 5

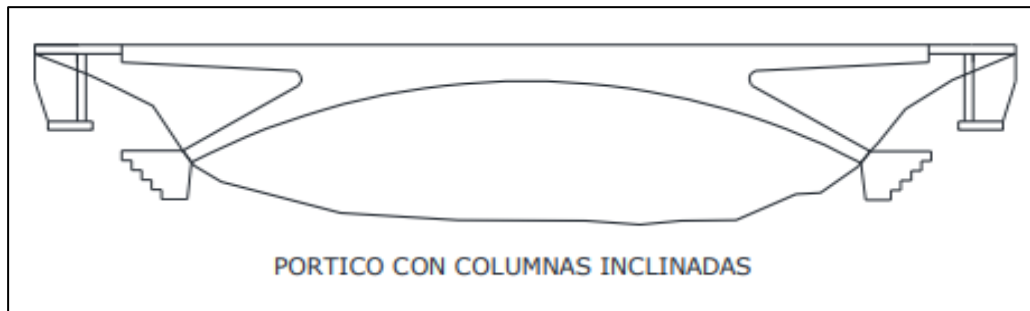
Arco de tablero inferior



Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 6

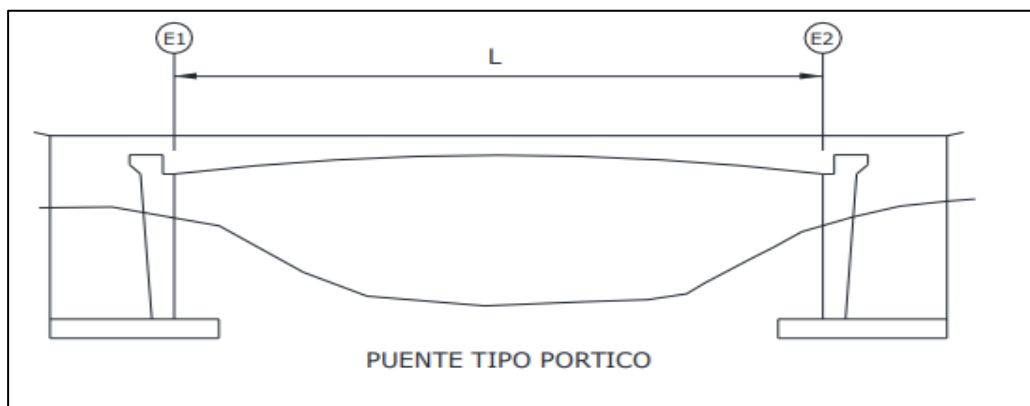
Pórtico de columnas inclinadas



Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 7

Puente tipo pórtico

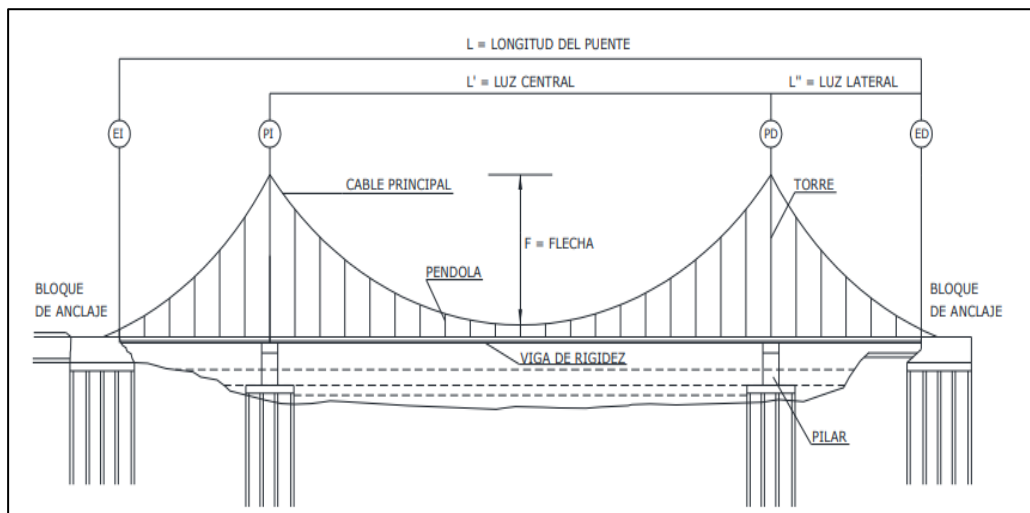


Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Los puentes colgantes, comúnmente denominados puentes colgantes, pueden crearse mediante un planteamiento de suspensión, un planteamiento atirantado o una mezcla de ambos métodos (MTC, 2018).

Figura 8

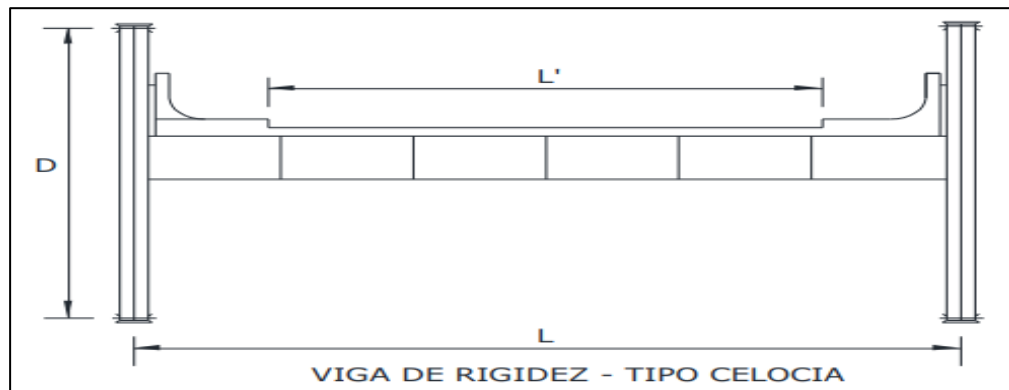
Puente suspendido



Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 9

Sección transversal de viga de rigidez tipo celosía



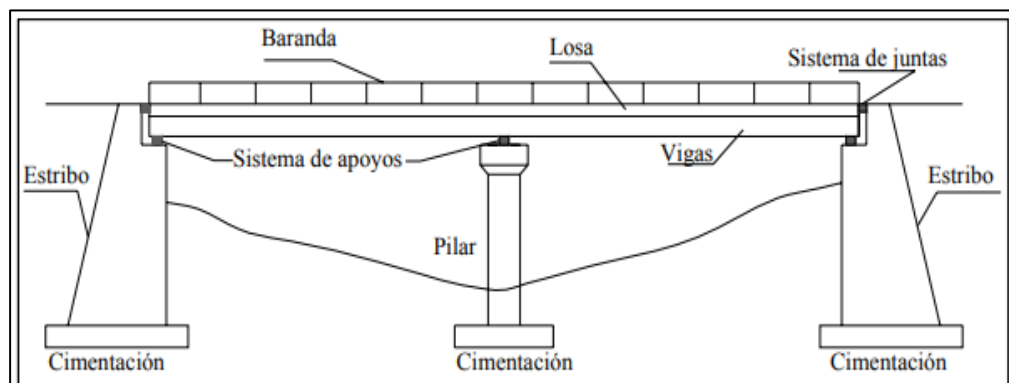
Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

2.2.3 PUENTE TIPO VIGA

Los puentes de esta categoría son el foco central de atención en este trabajo de investigación.

Figura 10

Elementos principales de un puente viga



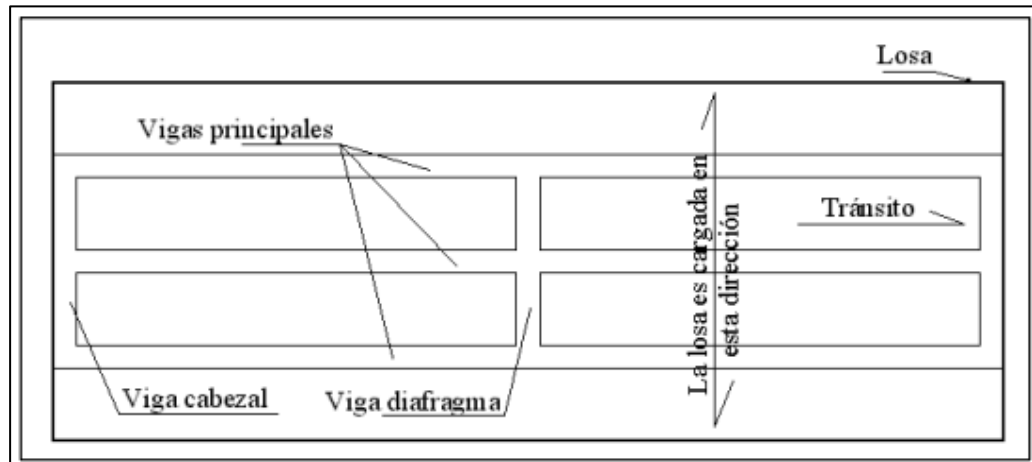
Nota. Adaptada de Guía para el diseño de puentes con vigas y losas, Seminario, E. 2004, Universidad de Piura. p27

a) Losa

Como elemento estructural básico, la losa o tablero soporta tanto el tráfico rodado como el peatonal, transfiriendo en el proceso las cargas necesarias a la viga de celosía, en este tipo de circunstancias, la losa se carga principalmente en la dirección opuesta al flujo de tráfico, además, la losa puede aligerarse cuando las luces son superiores a 5 metros, esto puede lograrse añadiendo bloques de arcilla o ladrillos junto con viguetas separadas 0,53 m.

Figura 11

Elementos de una losa



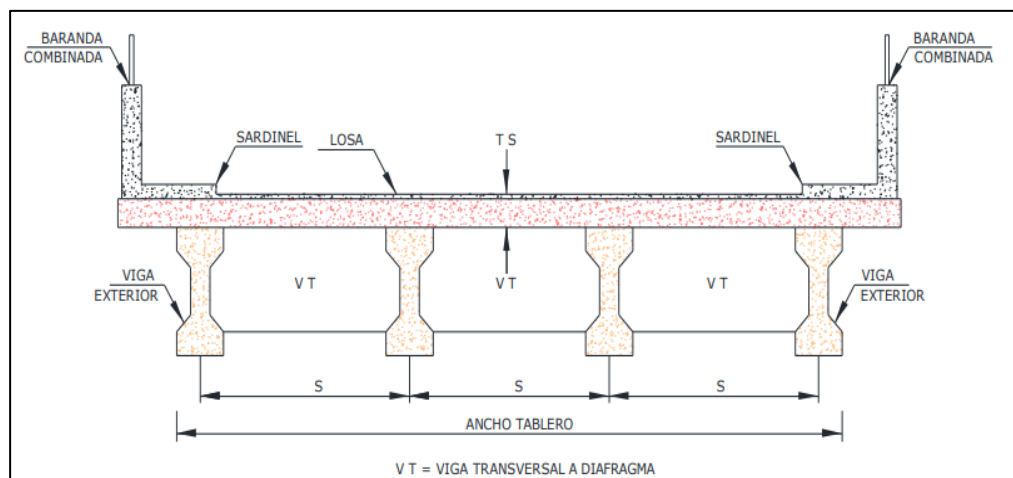
Nota. Adaptada de Guía para el diseño de puentes con vigas y losas, Seminario, E. 2004, Universidad de Piura. p27

b) Vigas

Como armazón que soporta el forjado, las vigas son cruciales, en la actualidad existe una amplia y diversificada gama de tipos de vigas, pueden adoptar diversas formas, como rectangulares, formas de te, formas de I, cajón y otras formas dependiendo de cómo se configure su sección transversal, además, las vigas más típicas son de acero, hormigón o madera, dependiendo del material empleado, existen otras variantes de vigas de hormigón, como las reforzadas, las pretensadas y las postensadas.

Figura 12

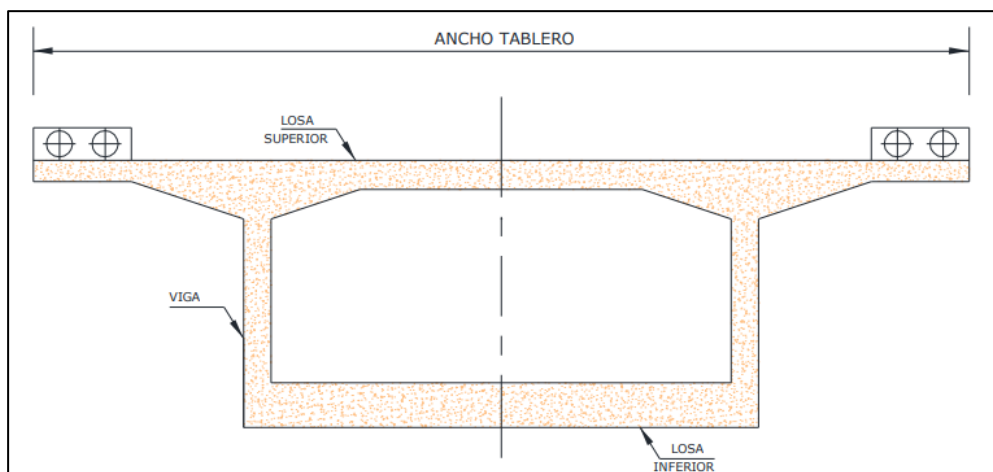
Sección transversal: Tablero con Viga I



Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 13

Sección transversal: Viga cajón



Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

c) Subestructura

Los estribos y los pilotes son los dos componentes clave de las subestructuras, su función principal es soportar las losas y vigas que componen la superestructura, la cimentación recibe las cargas de los estribos y los pilotes al mismo tiempo y luego las dispersa por el terreno circundante (Seminario, 2014).

2.2.4 MÉTODO LRFD (Load And Resistance Factor Design)

El Manual de Puentes, publicado por el MTC, tiene una metodología de diseño que se basa en la técnica LRFD (Load and Resistance Factor Design), este enfoque que se utilizó por primera vez en junio de 1994, utiliza factores de resistencia y carga para crear diseños de puentes (MTC, 2018).

El análisis elastoplástico se utiliza en este proceso de diseño basado en probabilidades para identificar los componentes estructurales bajo condiciones de limitaciones de resistencia y en conexión con otros eventos importantes (MTC, 2018).

Al aumentar la ductilidad del material, esta estrategia pretende reducir los costes de construcción, su objetivo es aumentar las cargas aplicadas mediante un factor de modificación de la carga y disminuir la resistencia mediante un factor de reducción de la resistencia, los factores de carga en los diseños de puentes modernos se han modificado

mediante pruebas de diseño para garantizar un alto grado de seguridad de forma continua (MTC, 2018).

2.2.5 ESTADOS LÍMITE

Para cualquier condición límite, cada componente y junta de un puente debe satisfacer la ecuación $\sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq \phi R_n = R_r$, se crea un coeficiente de resistencia de 1,0 para los estados límite de servicio y los sucesos graves, a excepción de los pernos y pilares de hormigón, la zona sísmica se tiene en cuenta al aplicar las normas de las leyes vigentes, y todos los estados límite reciben la misma ponderación.

La ductilidad, la redundancia y la importancia operativa de un puente influyen considerablemente en su nivel de seguridad, la capacidad de resistencia física está directamente relacionada con la ductilidad y la redundancia, la importancia operativa describe los efectos de la indisponibilidad del puente (American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTO], 2020).

a) Estados límites de Servicio

En el diseño de puentes, el término estados límite de servicio se refiere a las circunstancias en las que el edificio debe seguir funcionando y ser estable bajo cargas frecuentes y pesadas durante toda su vida útil, la comodidad de los usuarios y el rendimiento a largo plazo del puente pueden verse afectados por estas cargas, que también incluyen las cargas ambientales y el tráfico en el puente, para garantizar un servicio seguro y cómodo, el diseño debe asegurarse de que los desplazamientos, deformaciones y vibraciones no superen las limitaciones definidas (Barker y Puckett, 2021).

b) Estados límites de Fatiga y Fractura

Especialmente en componentes sometidos a cargas fluctuantes, los estados límite de fatiga y fractura se concentran en circunstancias en las que la carga cíclica o recurrente puede provocar daños acumulativos en la estructura, mientras que la fractura se refiere a una rotura repentina de la estructura provocada por una mezcla de cargas estáticas y dinámicas, la fatiga describe la pérdida constante de resistencia del material provocada por ciclos de carga, para garantizar la longevidad y

la seguridad a lo largo del tiempo, estos estados límite deben tenerse en cuenta durante el diseño (Barker y Puckett, 2021).

c) Estados límites de Resistencia

Los estados límite de resistencia se centran en las circunstancias en las que la estructura debe ser capaz de soportar las mayores cargas previstas sin derrumbarse o sufrir daños inaceptables, esto implica determinar si la estructura puede soportar cargas importantes sin superar su límite de resistencia, incluidas las cargas de viento, sísmicas, muertas y vivas, se pretende que el diseño mantenga la integridad y la seguridad de la estructura en todas las circunstancias de carga previstas (Barker y Puckett, 2021).

2.2.6 DUCTILIDAD

En el diseño de puentes, la ductilidad se refiere a la capacidad de una estructura para doblarse plásticamente antes de derrumbarse, los ingenieros pueden crear puentes que soporten deformaciones excesivas antes de derrumbarse porque los materiales y estructuras dúctiles tienen la capacidad de absorber energía a medida que se distorsionan, emitiendo una advertencia visible, en zonas sísmicas, la ductilidad es esencial porque permite al edificio absorber la energía del terremoto y evitar daños catastróficos (Barker y Puckett, 2021).

2.2.7 REDUNDANCIA

Al diseñar un puente, redundancia significa incorporar elementos estructurales adicionales que puedan asumir cargas en caso de que otros elementos funcionen mal, al detener la propagación del derrumbe en caso de que falle una pieza, la redundancia aumenta la capacidad de una estructura para soportar presiones severas o circunstancias imprevistas, al incluir vías adicionales de carga y resistencia, la redundancia en el diseño de puentes mejora su seguridad y fiabilidad (Barker y Puckett, 2021).

2.2.8 IMPORTANCIA OPERATIVA

La relevancia operativa en el diseño de puentes se refiere a los efectos de la inoperatividad de la estructura. Se refiere a cómo las operaciones diarias, el comercio y la movilidad en el vecindario pueden verse afectados por la avería o el cierre de un puente, los ingenieros

pueden priorizar el diseño y el mantenimiento de los puentes en función de su efecto sobre la red de transporte y la sociedad en general teniendo en cuenta la relevancia operativa (Barker y Puckett, 2021).

2.2.9 CARGAS

a) Cargas permanentes

Las presiones y pesos que siempre están presentes en la estructura durante su vida útil se denominan cargas permanentes en el diseño de puentes, el peso propio del puente, los elementos estructurales, la losa, las barandillas y otros elementos permanentes se encuentran entre estas cargas, las cargas permanentes se consideran constantes y muestran poca variación a lo largo del tiempo (Duan y Chen, 2019).

Tabla 2

Pesos específicos de algunos materiales

Material		Unidad de peso (Kcf)
Aleaciones de aluminio		0.175
Superficies de desgaste bituminosas		0.140
Hierro fundido		0.450
Relleno de ceniza		0.060
Arena, limo o arcilla compactado		0.120
Concreto	Ligero	0.110
	Liviano	0.120
	Con peso normal $f'c \leq 5.0 \text{ ksi}$	0.145
	Con peso normal $5.0 < f'c \leq 15.0 \text{ ksi}$	$0.140 + 0.001f'c$
Área, limo o grava suelto		0.100
Arcilla blanda		0.100
Laminados grava, macadam, o de lastre		0.140
Acero		0.490
Mampostería de piedra		0.170
Madera	Dura	0.060
	Blanda	0.050
Agua	Dulce	0.062
	Salada	0.064
Artículo		peso por unidad de longitud (klf)
Rieles de tránsito, unión y fijación por pista		0.200

Nota. Adaptada del Manual de Diseño de Puentes (2018).

b) Cargas variables

En el diseño de puentes, el término cargas variables se refiere a las fuerzas que no son constantes dentro de la estructura y que pueden fluctuar con el tiempo, el tráfico de vehículos, el tráfico peatonal, las cargas meteorológicas como el viento y la nieve, y otras cargas transitorias son algunos ejemplos de estas cargas, dinámicas y quizás esporádicas, las cargas variables pueden tener un impacto en la estructura (Duan y Chen, 2019).

c) Cargas excepcionales

En el diseño de puentes, se denominan cargas excepcionales las circunstancias inusuales o graves que pueden provocar tensiones excepcionalmente elevadas en la estructura, entre estas cargas se encuentran grandes colisiones de automóviles, terremotos, explosiones y otros sucesos poco comunes, estas cargas deben tenerse en cuenta para garantizar que el puente pueda soportar condiciones meteorológicas (Duan y Chen, 2019).

d) Cargas vivas de vehículos

Una de las dificultades más críticas en el diseño de puentes es hacer frente a las cargas vivas de los vehículos. Representan los esfuerzos variables y dinámicos provocados por el tráfico de vehículos en movimiento, el tipo de vehículo, su peso, el reparto de la carga y la velocidad a la que atraviesa el puente influyen en las cargas, para garantizar que la estructura pueda soportar estas cargas sin sufrir deformaciones o daños significativos, el diseño debe tener en cuenta una variedad de vehículos (Duan y Chen, 2019).

e) Número de carriles

La capacidad y utilidad de un puente dependen directamente del número de carriles que tenga, el número de carriles necesarios para gestionar el flujo de tráfico previsto debe determinarse durante el diseño, cada carril debe ser lo suficientemente amplio como para que puedan circular vehículos de distintos tamaños, y la configuración de los carriles debe permitir un flujo de tráfico constante y seguro, para garantizar que la estructura conserve su integridad bajo diversas configuraciones de tráfico (Duan y Chen, 2019).

Tabla 3*Factor de presencia múltiple*

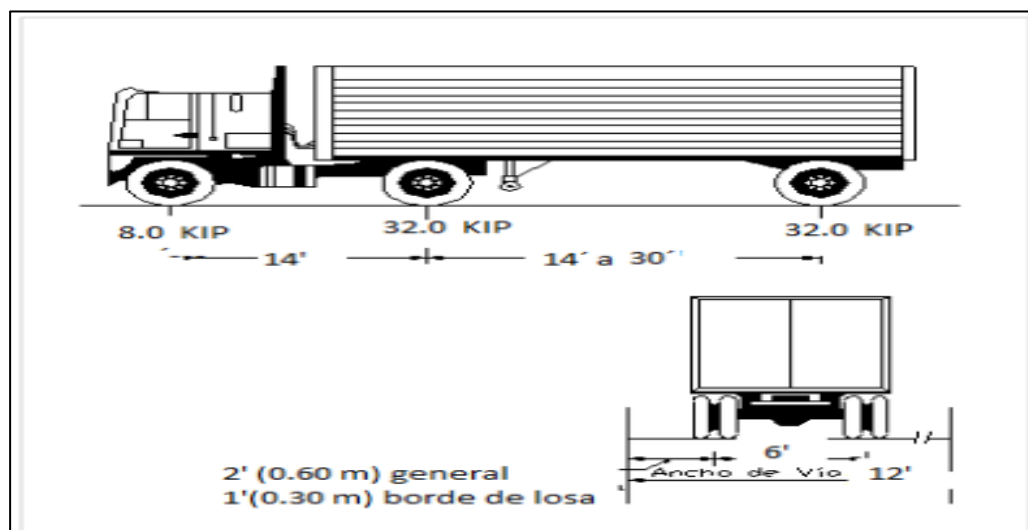
Número de vías cargados	Factor de presencia múltiple, m
1	1.20
2	1.00
3	0.85
>3	0.65

Nota. Adaptada del Manual de diseño de puentes MTC (2018).

f) El camión de diseño

El camión de diseño es un vehículo típico utilizado para evaluar la capacidad de un puente para soportar un peso determinado, para reflejar con exactitud la carga viva más peligrosa a la que puede enfrentarse el puente, se han tenido muy en cuenta el peso, el tamaño y la distribución por ejes de este vehículo, deben respetarse las restricciones de resistencia y deflexión de la estructura (Barker y Puckett, 2021). El peso impuesto por cada eje y la separación entre ellos se representan en la imagen siguiente.

Los límites de 14 pies (4,27 m) y 30 pies (9,14 m) darán como resultado una distancia máxima entre los ejes de 32,0 kips (14,55 toneladas), la consideración del diseño de la carga del vehículo se ampliará para incluir los impactos dinámicos (AASHTO, 2020).

Figura 14*Características del camión de diseño*

Nota. Adaptada del Manual de diseño de puentes MTC (2018).

g) Tándem de diseño

El diseño en tándem es un conjunto de ejes que imita el modo en que las ruedas de un vehículo grande podrían golpear un puente, su finalidad es colocar la mayor carga en lugares concretos de la estructura, durante el proceso de diseño debe tenerse en cuenta la ubicación específica del tándem de diseño y cómo afecta esta carga concentrada a la respuesta de la estructura, esta carga se mezcla frecuentemente con otras cargas vivas para evaluar el comportamiento del puente en distintos escenarios de tráfico (Duan y Chen, 2019).

El tándem de diseño debe tener dos ejes, cada uno con una capacidad de carga de 25 kip (11,4 tn), separados 1,2 m (4 pies) y 1,8 m (5 pies) entre las ruedas de cada eje (AASHTO, 2020).

h) Carril de diseño

La parte del puente que representa la ruta que siguen los coches se denomina carril de diseño, los pesos y fuerzas producidos por el tráfico en movimiento son soportados por cada carril, tanto la geometría del puente como la colocación de las cargas deben tenerse en cuenta en el diseño para determinar cómo se distribuyen estas cargas por el carril, la estructura es capaz de resistir con seguridad los cambios de carga en varias partes del puente gracias a un examen minucioso del canal de diseño (Duan y Chen, 2019).

Deberá suministrarse una carga adicional uniformemente distribuida de 954 kgf/m en dirección longitudinal a aquellas partes del puente en las que se haya detectado un impacto desfavorable, este peso adicional se considerará uniformemente disperso a lo largo de una anchura transversal de 3,00 m, la misma carga adicional se requerirá en el lugar donde se sitúe el camión o el tándem de diseño, sin embargo, en esta situación no será necesario tener en cuenta los impactos dinámicos (AASHTO, 2020).

i) Cargas excepcionales

En el diseño de puentes, se denominan cargas excepcionales las circunstancias inusuales o graves que pueden provocar tensiones excepcionalmente elevadas en la estructura, entre estas cargas se encuentran grandes colisiones de automóviles, terremotos, explosiones

y otros sucesos poco comunes, estas cargas deben tenerse en cuenta para garantizar que el puente pueda soportar condiciones meteorológicas adversas y preservar la seguridad en circunstancias inusuales (Barker y Puckett, 2021).

2.2.10 FACTORES DE DISTRIBUCIÓN

En el diseño de vigas de puentes, los factores de distribución son coeficientes aplicados que rigen cómo se distribuyen de forma realista las cargas dentro de una estructura, estas variables tienen en cuenta las circunstancias de los apoyos, las interacciones entre las distintas partes y las rigideces y geometrías de los componentes de la viga, en el diseño de puentes y vigas, las cargas no suelen distribuirse uniformemente a lo largo de la viga, dependiendo de la estructura de la viga, los factores de distribución modifican las cargas aplicadas para tener en cuenta cómo se distribuyen las cargas a lo largo de su longitud, esto es esencial para una evaluación completa de las tensiones, deformaciones y capacidad de carga de la viga en circunstancias de carga reales (Duan y Chen, 2019).

Los factores de distribución son coeficientes que se utilizan en el diseño de vigas de puentes para modificar las cargas aplicadas con el fin de tener en cuenta la distribución de las cargas a lo largo de la viga, estos elementos son cruciales para determinar la resistencia y la capacidad de carga de la viga en aplicaciones reales (Barker y Puckett, 2021).

2.2.11 CARGAS DE FATIGA

a) Magnitud y configuración

Las cargas de fatiga se aplican con frecuencia a lo largo del tiempo y tienen el potencial de debilitar la estructura con el paso del tiempo provocando la formación y propagación de grietas o fisuras, aunque las tensiones individuales puedan estar por debajo de las limitaciones de resistencia del edificio, estas cargas recurrentes podrían provocar el colapso gradual de la estructura a lo largo de su vida útil, debido a la naturaleza dinámica del tráfico rodado y los cambios de carga, las cargas de fatiga son un problema particular para los puentes, en componentes como las juntas de las vigas, los conectores y los puntos de tensión

cruciales, donde los cambios repetidos de carga pueden con el tiempo provocar daños acumulados, los efectos de la fatiga son más notables, se utilizan técnicas de análisis como la teoría del daño acumulativo para tener en cuenta las cargas de fatiga, y se incluyen determinados factores de seguridad para garantizar que la estructura pueda soportar presiones repetidas, ara que los puentes sean duraderos y tengan una vida útil efectiva, las cargas de fatiga deben tenerse debidamente en cuenta, sobre todo en zonas con grandes volúmenes de tráfico y climatología inestable (Barker y Puckett, 2021).

Independientemente del número de carriles, se evaluará la carga vertical de un único vehículo de diseño en un escenario límite de fatiga, esta carga, que pesa 32,0 kip (14,55 toneladas), se impone con los dos ejes del camión separados por una distancia predeterminada de 30,0 pies (9,14 metros), estudiaremos una serie de fuerzas, teniendo en cuenta aspectos como los efectos dinámicos, la colocación del camión deberá elegirse de forma que tenga la mayor influencia sobre los componentes de la carga tanto vertical como horizontalmente y el menor impacto, esta decisión también tendrá en cuenta el flujo del tráfico en movimiento (AASHTO, 2020)

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

PUENTE TIPO LOSA

Una construcción de ingeniería conocida como puente de vigas está formada por varias vigas longitudinales que soportan una losa horizontal. Las cargas provocadas por el tráfico y otras variables se distribuyen a lo largo del puente mediante estas vigas, que pueden ser de diversos materiales y formas. Para garantizar la capacidad portante y la seguridad de un puente de vigas al cruzar barreras como ríos, carreteras o vías férreas, el diseño de un puente de vigas se basa en factores técnicos y de carga (Rodríguez, 2016).

LOSA DE TABLERO

Las losas son las losas horizontales y niveladas que conforman la parte superior de un puente o plataforma elevada, estas losas sostienen y resisten las cargas producidas por los coches y las personas que

cruzan el puente, lo que constituye una función crucial de las mismas como elementos estructurales principales (Godínez, 2010).

VIGAS

Las vigas de los puentes son componentes longitudinales cruciales que confieren estabilidad y resistencia a la estructura, al tiempo que dispersan las tensiones provocadas por el tráfico y otros factores a lo largo de su luz (Rodríguez, 2016).

ESTRIBOS

El objetivo principal de los estribos del puente, que son estructuras de soporte situadas a ambos extremos del puente, es sostener y estabilizar la superestructura del puente (Foster y Atran, 2001).

CALZADA DEL PUENTE

La superficie de un puente que permite el paso de automóviles, peatones u otros tipos de transporte se denomina calzada. Es la parte del puente que se encuentra a mayor altura y está especialmente fabricada para soportar pesos y ofrecer una superficie lisa y segura para la circulación (Foster y Atran, 2001).

LONGITUD DEL TABLERO

La medida total a lo largo de la construcción del puente, desde un extremo del tablero hasta el otro, se denomina longitud de un tablero de puente (Foster y Atran, 2003).

LUZ DE CÁLCULO

La distancia entre dos puntos de apoyo o el área sobre la que se aplican las cargas para determinar las tensiones y deformaciones internas de la estructura se conoce como luz de diseño de un puente (Foster y Atran, 2003).

PUENTE

Un puente es una estructura construida para salvar un impedimento y permitir la continuación de una ruta. Aunque también puede utilizarse para transportar tuberías y líneas de distribución de electricidad, su función principal suele ser preservar la integridad de carreteras, autopistas o vías férreas (Rodríguez, 2016).

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

H_i : El diseño de un puente carrozable impacta en las condiciones de viabilidad del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco-2024.

H_0 : El diseño de un puente carrozable no impacta en las condiciones de viabilidad del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco-2024.

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Tránsito vehicular

Indicadores:

- Reducción de congestión
- Nivel de seguridad

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Diseño de puente carrozable

Indicadores:

- Tipo de superestructura
- Ancho de vía del puente
- Longitud del puente
- Capacidad de carga
- Número de carriles

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Tabla 4

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIONES CONCEPTUALES	DEFINICIONES OPERACIONALES	DIMENSIONES	INDICADORES
V. independiente Diseño de puente carrozable	Es el proceso de preparación y construcción de una estructura que permita el paso seguro y eficaz de automóviles a través de barreras físicas como ríos, arroyos o carreteras, para construir una estructura que satisfaga criterios de seguridad y funcionalidad, permita la conexión vial y garantice la resistencia estructural, es necesario elegir materiales, realizar cálculos de ingeniería y tener en cuenta consideraciones arquitectónicas (Pastor, 2000)	Esta variable es la descripción detallada de las características físicas y estructurales de un puente diseñado para permitir el tránsito de vehículos, las dimensiones (longitud, ancho y altura) precisas, los materiales de construcción, la capacidad de carga estimada, el tipo de estructura y los detalles de ingeniería como cálculos de carga, resistencia del material y las normas de construcción aplicables.	Geometría del puente	Tipo de superestructura Ancho de vía del puente Longitud del puente
			Capacidad de carga	Capacidad de carga Número de carriles

V. dependientes Tránsito vehicular	Se refiere a las medidas y tácticas utilizadas para maximizar la facilidad, eficacia y seguridad de la movilidad de los vehículos en determinadas vías y lugares, la adopción de sistemas de control del tráfico, así como los cambios en la infraestructura vial, como la ampliación de carriles y la optimización de intersecciones, pueden incluirse en estas medidas, donde el objetivo es disminuir el tráfico, reducir los retrasos y mejorar la experiencia de conducción para todos los usuarios de la carretera (Bull, 2003).	Es el método medible para mejorar la eficiencia, la fluidez, la congestión y la seguridad vial en una vía o área dada aumentando así el volumen de tráfico.	Congestión	Reducción de congestión
			Seguridad vial	Nivel de seguridad

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 ENFOQUE

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo para cuantificar y evaluar los factores clave relacionados con el diseño del puente carrozable y su impacto en la viabilidad del tránsito vehicular, especialmente durante las estaciones húmedas, a través de métodos cuantitativos, se medirán y analizarán las dimensiones del puente, las condiciones del terreno, la congestión y la seguridad vial.

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

El estudio presentó un alcance descriptivo, ya que se centró en la recopilación y análisis de datos, esto permitirá captar y exponer las condiciones y características actuales del diseño del puente carrozable, así como su influencia en la viabilidad del tráfico vehicular. La investigación se orientó a describir la interrelación entre las dimensiones del puente, las condiciones del terreno, la congestión y la seguridad vial.

3.1.3 DISEÑO

El diseño de la investigación del proyecto es no experimental, ya que no se manipula directamente las variables, sino que utiliza los datos existentes para describir y analizar la situación actual, mediante la revisión bibliográfica y el análisis de datos, se pretende establecer conexiones y patrones entre las dimensiones de los puentes, las condiciones del terreno y los indicadores de tráfico, con el objetivo de comprender y analizar las relaciones entre las variables de diseño de los puentes y la mejora del tráfico de vehículos.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

Se consideró como población los dos puentes vigas ubicados en el río Huallaga en el tramo del distrito de Conchamarca.

3.2.2 MUESTRA

La muestra será tomada de manera no probabilística el cual se optó por el puente de Huamangaga.

3.2.3 MUESTREO

El muestreo fue optado por conveniencia ya que es más accesible y cerca de donde se ejecutará nuestro proyecto.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La investigación se dividió en varias etapas, que comenzaron con la recogida de datos y terminaron con su análisis e interpretación.

Como primera etapa, se realizaron visitas al lugar de estudio para localizar las zonas urbanas. Para recopilar información geográfica y geológica se utilizaron cartas geológicas elaboradas por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

Se denomina instrumento a la herramienta específica utilizada para recopilar y registrar datos, desde cuestionarios estructurados y escalas de medición hasta dispositivos de observación y sistemas de seguimiento, la selección y el diseño meticuloso del instrumento son esenciales para garantizar la fiabilidad y validez de los datos recogidos, reforzando los cimientos de la investigación (Pineda et. al, 1994).

Se usaron como instrumentos de recolección de datos:

- Plantillas de Excel
- Ficha de observación

3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Se realizó una visita a la zona de estudio, en el distrito de Conchamarca. Para presentar la información recolectada de manera ordenada y comprensible, se utilizaron plantillas especialmente diseñadas en el software Excel. Estas plantillas jugaron un papel fundamental en la estructuración y organización de los datos recogidos, permitiendo una presentación clara y precisa de los hallazgos obtenidos durante la investigación.

Tabla 5

Detalle de reforzamiento de losa - volado

A (cm ²)	Ø	S (separación de refuerzo)
As=		
Astf=		

Tabla 6*Detalle de reforzamiento de losa – claro*

A (cm ²)	Ø	S (separación de refuerzo)
As=		
Asd=		
Astf=		

Tabla 7*Detalle de reforzamiento de losa – apoyo*

A (cm ²)	Ø	S (separación de refuerzo)
As=		
Astf=		

3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se realizó un análisis exhaustivo y se extrajeron conclusiones fiables para ofrecer el mejor diseño para el puente carrozable. Para ello, utilizamos la información del Manual de Puentes y las normas AASHTO LRFD, que nos orientó en la elección del tipo y la forma del puente.

Además, utilizamos el programa CSI Bridge, una herramienta útil que facilitó el modelado y nos permitió evaluar la capacidad de carga del puente. Cálculos complejos que de otro modo llevarían mucho tiempo se simplificaron con esta combinación y la ayuda del software Excel, este método de colaboración nos garantizó un diseño sólido y eficaz, respaldado por un análisis preciso.

La interacción entre la norma AASHTO LRFD y los softwares avanzados ofrecieron un enfoque completo del estudio y diseño del puente carrozable. Con esta estrategia integral, se garantizó la eficiencia, resistencia y seguridad del puente bajo una gran variedad de cargas, y se optimizó el flujo de tráfico durante toda la vida útil del puente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

El procesamiento de datos en esta investigación se llevó a cabo de manera meticulosa y sistemática. Inicialmente, se recolectaron datos relevantes sobre el tráfico vehicular y las condiciones ambientales en el distrito de Conchamarca, especialmente durante las épocas de lluvia. En los anexos 5 y 6 se encuentran detalladamente las fichas que se usaron para el procesamiento de datos.

4.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La ubicación del proyecto se encuentra a una distancia de aproximadamente 1.4 kilómetros de la carretera central que conecta las ciudades de Huánuco y Lima. La carretera de la zona de interés es una trocha carrozable, se caracteriza por su superficie afirmada y por su perfil prácticamente plano, lo que facilita la movilidad y el acceso.

Figura 15

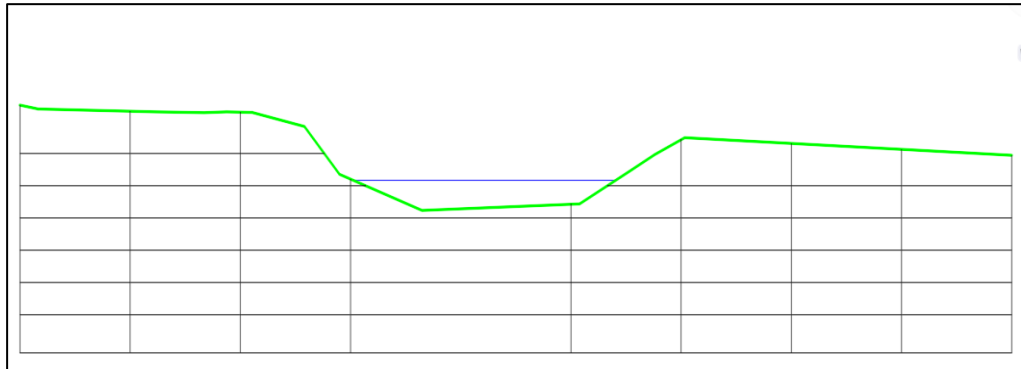
Vista en planta



Nota. En la figura se muestra la vista en planta del área del proyecto donde a su vez la sección del puente.

Figura 16

Perfil de terreno

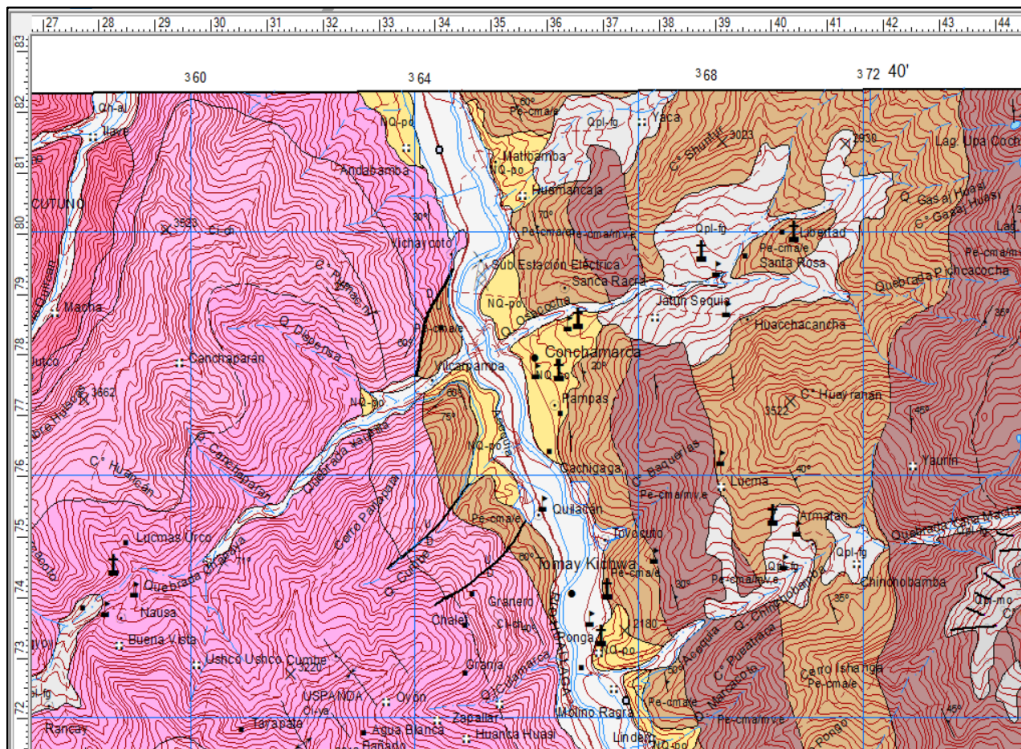


Nota. En la figura se muestra el perfil del terreno donde se proyectará el puente.

El diseño de un puente sobre una sección de río requiere calcular el gálibo, que es la distancia vertical entre la parte más baja del puente y la superficie del agua. Según el manual de puentes debemos considerar un gálibo mínimo de 2.5 m por lo que se necesitará considerar material de relleno para compactado.

Figura 17

Carta Geológica -21k



Nota. En la figura se muestra el mapa geológico del cuadrángulo de Ambo -21k donde ubicamos nuestra zona de estudio. Fuente. INGEMMET

Tabla 8*Ubicación de la zona de estudio en el mapa geológico*

Unidad	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráficas
Eratema Cenozoica	Cuaternario	Holocena	Depósitos Aluviales (Qh-al) Gravas con clastos polimícticos redondeados en matriz areno-limosa incluyen terrazas y conos.

4.1.2 DISEÑO DEL PUENTE

Datos:

- Puente de menor importancia operativa
- Calzada: 3.6 m
- Ancho de vereda: $a_v = 0.6$ m
- Espesor de vereda: $e_v = 0.2$ m
- Ancho de baranda: $a_b = 0.2$ m
- Ancho de puente: $W = 5.2$ m
- Longitud de cálculo: $L = 15$ m
- Espesor de carpeta asfáltica: $t_c = 0.05$ m

4.1.2.1 NÚMERO DE VIGAS

$$N_v = \frac{5.2}{3.6} + 1$$

$$N_v = 2.444 \approx 3$$

Asumimos un total de 3 vigas longitudinales.

4.1.2.2 SEPARACIÓN ENTRE VIGAS

$$S = \frac{W}{N_v}$$

$$S = \frac{5.2}{3} = 1.733 \approx 1.7$$

Tomaremos una separación entre vigas de 1.7 m.

4.1.2.3 ANCHO DE VIGA

$$b = 0.1 + \frac{L}{50}$$

$$b=0.1+\frac{15}{50}\approx 0.4 \text{ m}$$

4.1.2.4 VOLADIZO

$$\text{voladizo}=\frac{S-b}{2}$$

$$\text{voladizo}=\frac{1.7-0.4}{2}\approx 0.7 \text{ m}$$

4.1.2.5 ESPESOR DE LOSA

$$t=\frac{(1000*S+3000)}{30}$$

$$t=156.66 \text{ mm}$$

El espesor calculado es menor según el Manual de Puentes $t < 175 \text{ mm}$, pero usaremos un espesor de 200 mm o 0.2m para obtener resultados más conservadores.

Además, debe cumplir:

$$S_{\text{libre}} < 20t$$

$$1.3 \text{ m} < 4 \text{ m}$$

Por lo que se cumple la condición.

4.1.2.6 ANCHO DE FRANJA

Se debe calcular la distancia de la carga a la viga exterior.

$$X=0.7+0.5*0.4-0.2-0.3$$

$$X=0.4 \text{ m}$$

También el ancho equivalente del volado.

$$E_{\text{vol}}=1140+0.833X$$

$$E_{\text{vol}}=1140+0.833*1000*0.4$$

$$E_{\text{vol}}=1473 \text{ mm}$$

También el ancho equivalente para el claro.

$$E_{M+}=660+0.55S$$

$$E_{M+}=660+0.55*1000*1.7$$

$$E_{M+}=1595 \text{ mm}$$

También el ancho equivalente del apoyo.

$$E_{M-}=1220+0.25S$$

$$E_{M-}=1220+0.25*1000*1.7$$

$$E_{M-}=1645 \text{ mm}$$

4.1.2.7 CARGAS VEHICULARES

Carga vehicular de volado

$$E_{vol} = \frac{0.5 \cdot 14.55}{(1473/1000)}$$

$$E_{vol} = 4.938 \text{ tn}$$

Carga vehicular en el claro

$$E_{claro} = \frac{0.5 \cdot 14.55}{(1595/1000)}$$

$$E_{claro} = 4.561 \text{ tn}$$

Carga vehicular en el apoyo

$$E_{apoyo} = \frac{0.5 \cdot 14.55}{(1645/1000)}$$

$$E_{apoyo} = 4.422 \text{ tn}$$

4.1.2.8 METRADO DE CARGAS DE LOSA

Metrado de losa interior

$$PL_i = 2.5 \cdot 0.2 \cdot 1$$

$$PL_i = 0.5 \text{ tn/m}$$

Metrado de losa exterior

$$PL_e = 2.5 \cdot 0.2 \cdot 1$$

$$PL_e = 0.5 \text{ tn/m}$$

Metrado de peso de asfalto

$$P_{asf} = 0.05 \cdot 2.2 \cdot 1$$

$$P_{asf} = 0.11 \text{ tn/m}$$

Metrado de peso del sardinel

$$P_{sardinel} = 0.6 \cdot 0.2 \cdot 2.4$$

$$P_{sardinel} = 0.288 \text{ tn/m}$$

4.1.2.9 DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

Vigas longitudinales

1. Altura de vigas

$$h = 0.07 \cdot 15$$

$$h = 1.05 \text{ m}$$

2. Ancho de viga

$$b = 0.1 + \left(\frac{15}{50}\right)$$

$$b = 0.4 \text{ m}$$

Vigas diafragma

Número de vigas diafragma: 4

1. Altura de vigas

$$h = 1.05 - 0.3$$

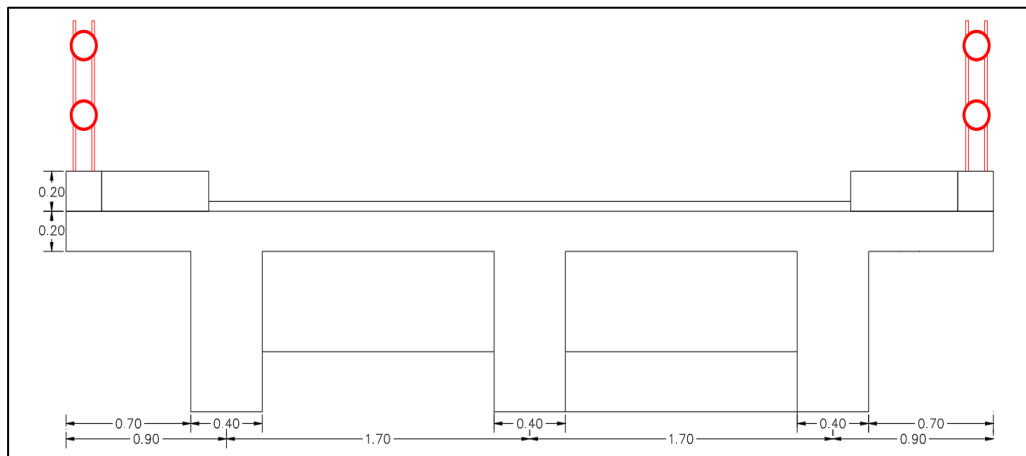
$$h = 0.75 \text{ m}$$

2. Ancho de viga

$$b = 0.3 \text{ m}$$

Figura 18

Sección transversal del puente



Nota. En la figura se observa la sección transversal del puente viga losa que fue diseñado.

4.1.2.10 METRADO DE CARGAS DE VIGA INTERIOR

1. Peso

$$P_{vi} = 2.5 \times 0.68$$

$$P_{vi} = 1.7 \text{ tn/m}$$

2. Peso de asfalto

$$P_{ai} = 0.05 \times 2.2 \times 1.7$$

$$P_{ai} = 0.187 \text{ tn/m}$$

3. Peso de viga diafragma

$$P_{Di} = 2.5 \times 0.3 \times (0.75 - 0.2) \times (1.7 - 0.4)$$

$$P_{Di} = 0.536 \text{ tn}$$

4.1.2.11 METRADO DE CARGAS DE VIGA EXTERIOR

1. Peso

$$P_{ve}=2.5*0.69$$

$$P_{ve}=1.725 \text{ tn/m}$$

2. Peso de asfalto

$$P_{ae}=0.05*2.2*(1.75-0.6)$$

$$P_{ae}=0.1265 \text{ tn/m}$$

3. Peso de viga diafragma

$$P_{Di}=0.5*0.536$$

$$P_{Di}=0.2681 \text{ tn}$$

4. Peso de sardinel

$$P_{se}=2.4*0.6*0.2$$

$$P_{se}=0.288 \text{ tn}$$

5. Peso de baranda

$$P_{be}=0.25 \text{ tn}$$

4.1.2.12 ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN SAP2000 V14

1. Diseño de Losa

Figura 19

Propiedades de material

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: C280

Material Type: Concrete

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2.5

Mass per Unit Volume: 0.2549

Units: Tonf., m., C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2844183

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.0800E-05

Shear Modulus, G: 1185076.3

Other Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 2800

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

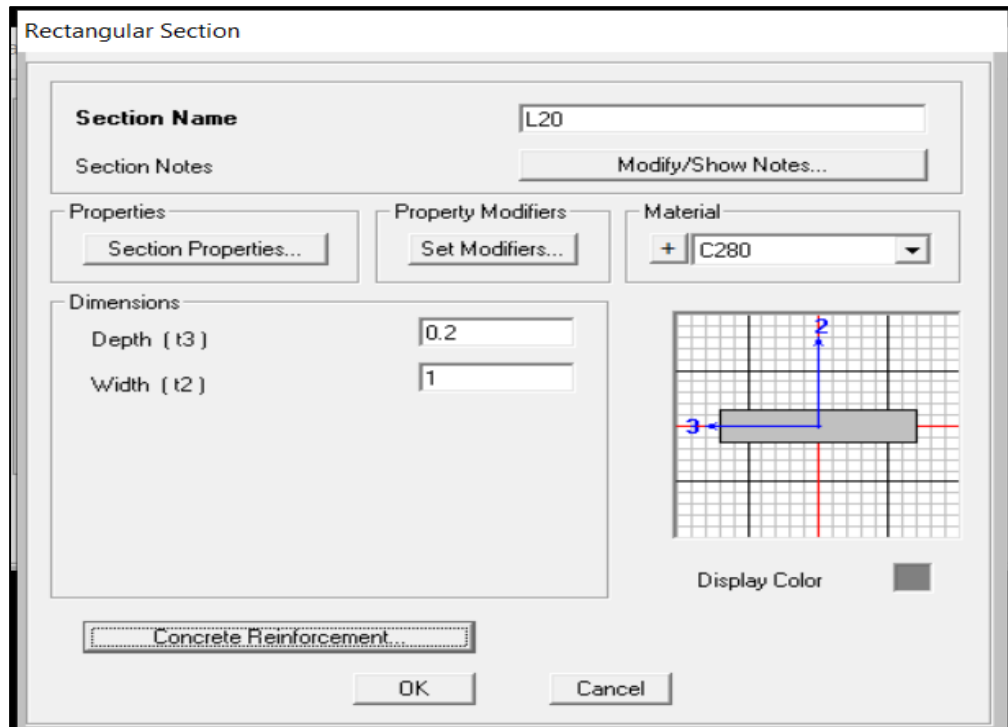
☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Nota. En la figura se presenta las propiedades para del concreto de 280 kg/cm² que se usará para el diseño del puente.

Figura 20

Sección de losa



The 'Rectangular Section' dialog box is used to define the geometry and material of a concrete slab section. It includes fields for the section name, dimensions, material, and a visual representation of the section on a grid.

Section Name: L20

Section Notes: Modify/Show Notes...

Properties: Section Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Material: + C280

Dimensions:

- Depth (t3): 0.2
- Width (t2): 1

Concrete Reinforcement: (button)

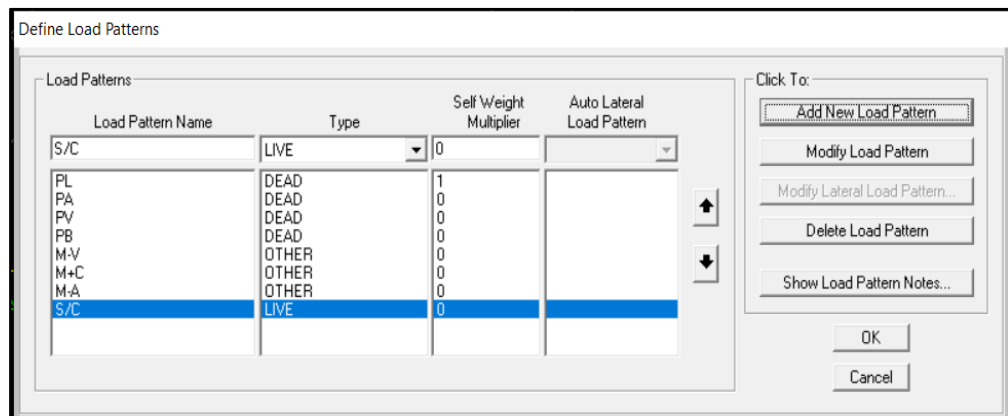
Display Color: (checkbox)

OK **Cancel**

Nota. En la figura se presenta la sección de losa de 0.2m que se usará en el diseño del puente.

Figura 21

Patrones de carga



The 'Define Load Patterns' dialog box is used to define the load patterns applied to the slab. It includes a table of load patterns and buttons to manage them.

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
S/C	LIVE	0	
PL	DEAD	1	
PA	DEAD	0	
PV	DEAD	0	
PB	DEAD	0	
M-V	OTHER	0	
M+C	OTHER	0	
M-A	OTHER	0	
S/C	LIVE	0	

Click To:

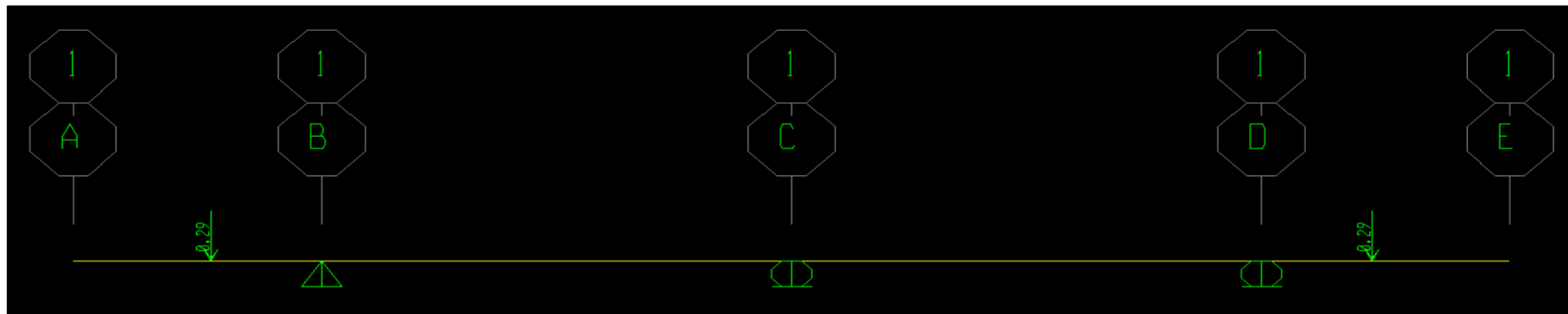
- Add New Load Pattern
- Modify Load Pattern
- Modify Lateral Load Pattern...
- Delete Load Pattern
- Show Load Pattern Notes...

OK **Cancel**

Nota. En la figura se presentan todas las cargas que se aplican en la losa del puente.

Figura 22

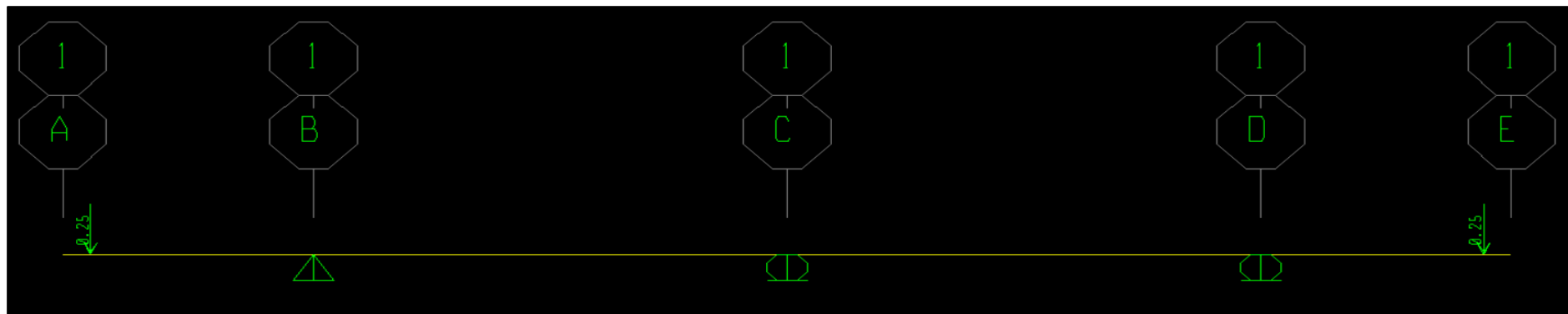
Carga de vereda



Nota. En la figura se presenta las cargas puntuales de la vereda aplicada a la losa.

Figura 23

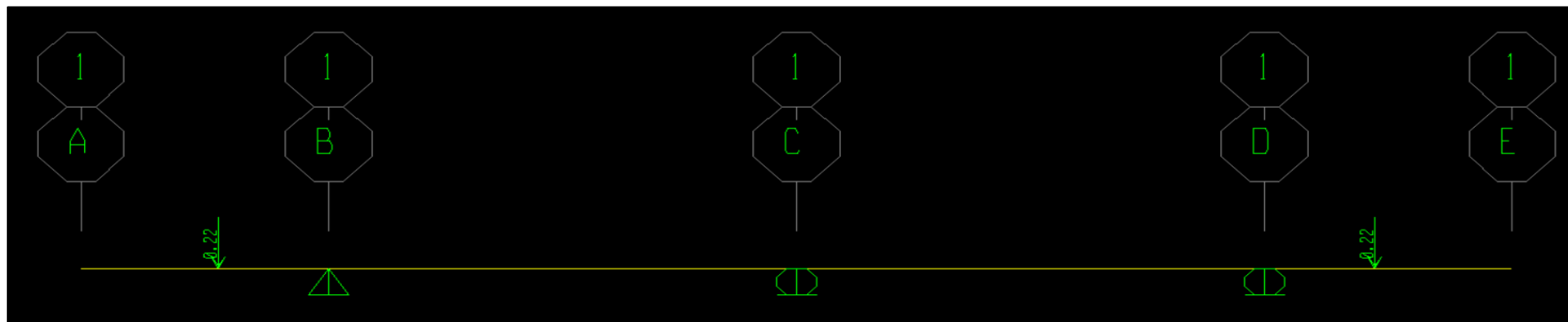
Carga de baranda



Nota. En la figura se presenta las cargas puntuales de la baranda aplicada a la losa.

Figura 24

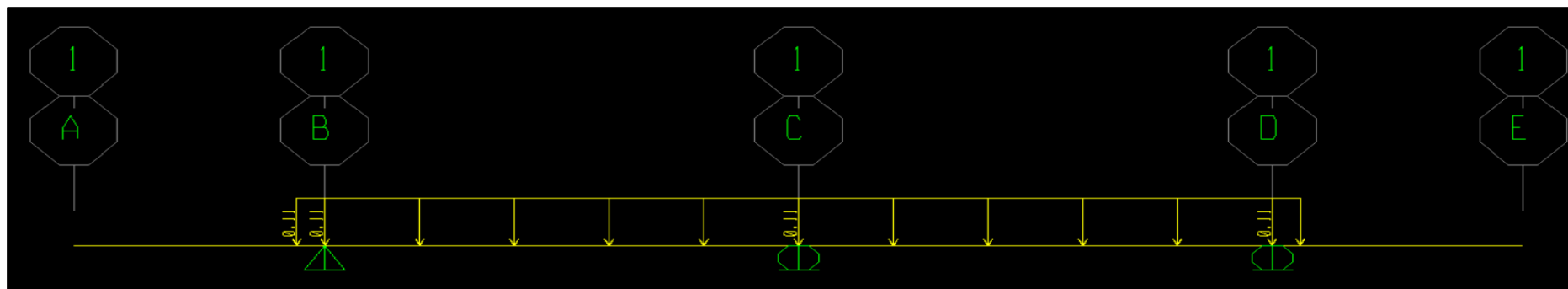
Sobrecarga peatonal



Nota. En la figura se presenta las sobrecargas peatonales que actúan en la losa del puente.

Figura 25

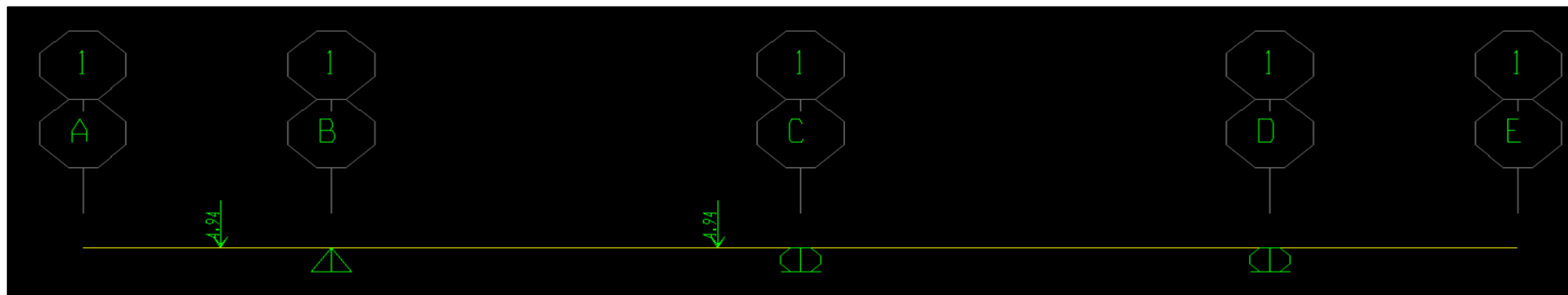
Peso de asfalto



Nota. En la figura se el peso de asfalto distribuido en la sección de la losa.

Figura 26

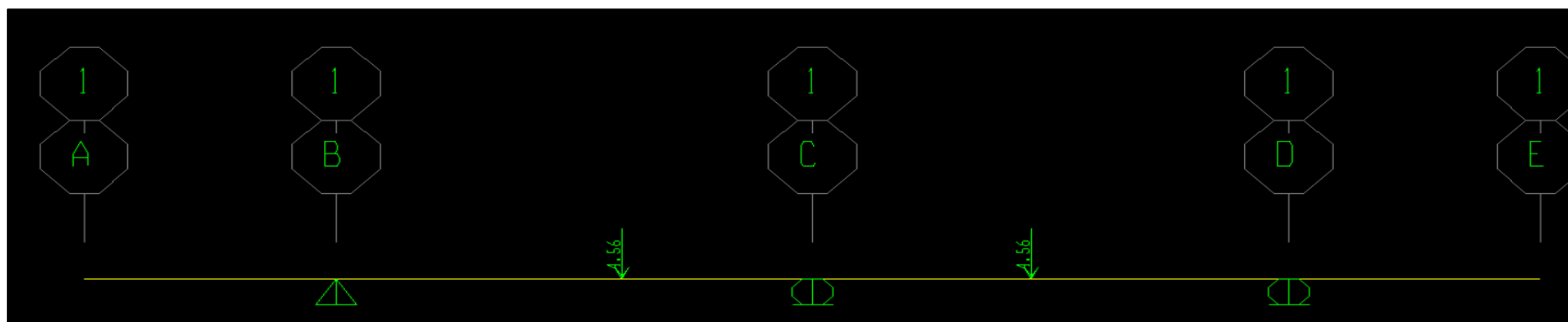
Sobrecarga vehicular en el volado



Nota. En la figura se presenta las sobrecargas vehiculares aplicadas en el volado, se considerará solo un lado ya que es simétrico.

Figura 27

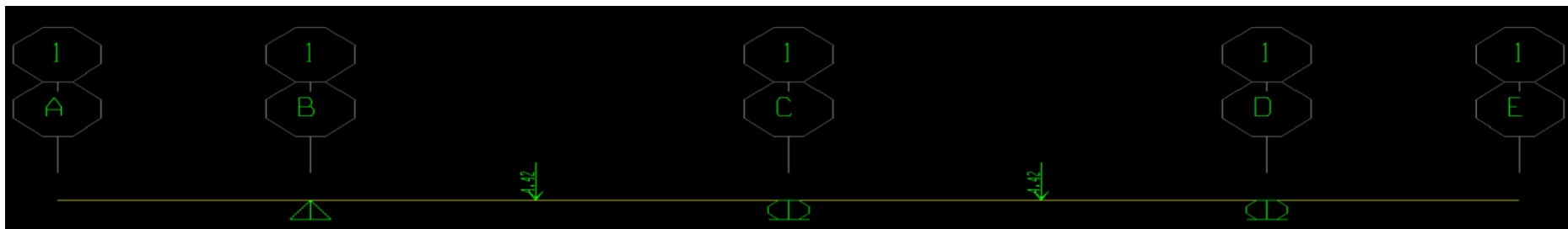
Sobrecarga vehicular en claro



Nota. En la figura se presenta las sobrecargas vehiculares aplicadas en el claro, se considerará solo un lado ya que es simétrico.

Figura 28

Sobrecarga vehicular en el apoyo

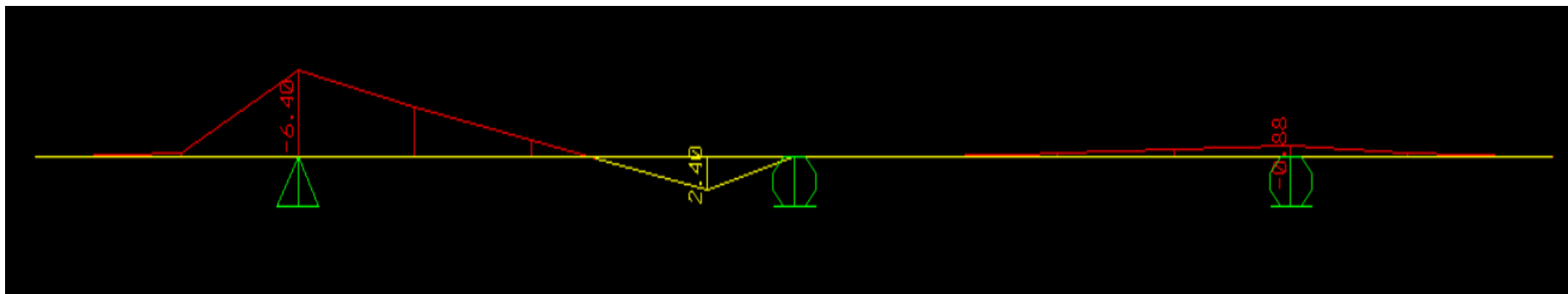


Nota. En la figura se presenta las sobrecargas vehiculares aplicadas en el apoyo, se considerará solo un lado ya que es simétrico.

Obtenemos el DMF para el volado, claro y apoyo.

Figura 29

Momentos para el volado

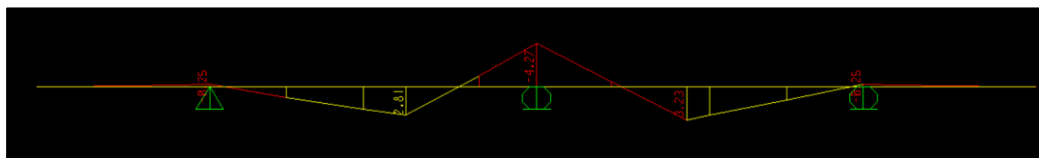


Nota. En la figura se presenta los momentos para el volado, el cual será necesario para calcular el acero de refuerzo

Tabla 9*Detalle de reforzamiento de losa - volado*

A (cm ²)	Ø	S (separación de refuerzo)
As=	5/8"	0.13 m
Astf=	3/8"	0.3 m

Nota. En la tabla se detalla el acero que será usado en el reforzamiento de la losa.

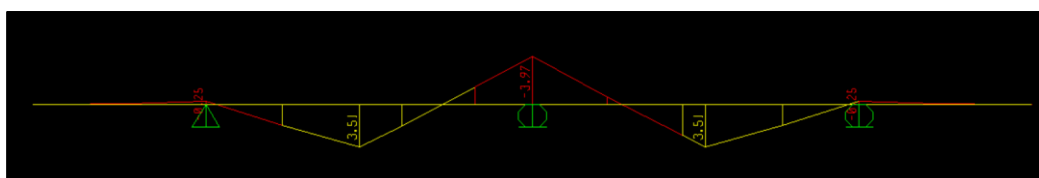
Figura 30*Momentos para el claro*

Nota. En la figura se presenta los momentos para el claro, el cual será necesario para calcular el acero de refuerzo.

Tabla 10*Detalle de reforzamiento de losa - claro*

A (cm ²)	Ø	S (separación de refuerzo)
As=	5/8"	0.26 m
Asd=	1/2"	0.25 m
Astf=	3/8"	0.3 m

Nota. En la tabla se detalla el acero que será usado en el reforzamiento de la losa.

Figura 31*Momentos para el apoyo*

Nota. En la figura se presenta los momentos para el apoyo, el cual será necesario para calcular el acero de refuerzo.

Tabla 11*Detalle de reforzamiento de losa - apoyo*

A (cm ²)	Ø	S (separación de refuerzo)
As=	5/8"	0.3 m
Astf=	3/8"	0.3 m

Nota. En la tabla se detalla el acero que será usado en el reforzamiento de la losa.

2. Diseño de vigas

Vigas Interiores

Figura 32

Propiedades de material

The image shows a 'Material Property Data' dialog box. It is divided into several sections: 'General Data', 'Weight and Mass', 'Units', 'Isotropic Property Data', and 'Other Properties for Concrete Materials'. The 'General Data' section includes 'Material Name and Display Color' (fc=280 kg/cm2 with a blue color swatch), 'Material Type' (Concrete), and 'Material Notes' (Modify/Show Notes...). The 'Weight and Mass' section has 'Weight per Unit Volume' (2.5) and 'Mass per Unit Volume' (0.2549). The 'Units' section has a dropdown menu set to 'Tonf, m, C'. The 'Isotropic Property Data' section includes 'Modulus of Elasticity, E' (2844183), 'Poisson's Ratio, U' (0.2), 'Coefficient of Thermal Expansion, A' (1.0800E-05), and 'Shear Modulus, G' (1185076.3). The 'Other Properties for Concrete Materials' section includes 'Specified Concrete Compressive Strength, f'c' (2800), a checkbox for 'Lightweight Concrete' (unchecked), and 'Shear Strength Reduction Factor' (empty). At the bottom, there is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display' (unchecked) and 'OK' and 'Cancel' buttons.

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	fc=280 kg/cm2
	Material Type	Concrete
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	2.5
	Mass per Unit Volume	0.2549
Units	Units	Tonf, m, C
Isotropic Property Data	Modulus of Elasticity, E	2844183
	Poisson's Ratio, U	0.2
	Coefficient of Thermal Expansion, A	1.0800E-05
	Shear Modulus, G	1185076.3
Other Properties for Concrete Materials	Specified Concrete Compressive Strength, f'c	2800
	☐ Lightweight Concrete	
	Shear Strength Reduction Factor	

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Nota. En la figura se presenta las propiedades para del concreto de 280 kg/cm2 que se usará para el diseño de las vigas interiores del puente.

Figura 33

Sección de viga interior

Tee Section

Section Name: VI

Section Notes: Modify/Show Notes...

Properties: Section Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Material: + fc=280 kg/cm2

Dimensions:

- Outside stem (t3): 1.05
- Outside flange (t2): 1.7
- Flange thickness (tf): 0.2
- Stem thickness (tw): 0.4

Display Color: ☐

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

Nota. En la figura se muestran las dimensiones que tiene la viga interior para el cálculo estructural.

Figura 34

Patrones de carga

Define Load Patterns

Load Patterns:

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
PP	DEAD	1	
PP	DEAD	1	
PA	DEAD	0	
PVD	DEAD	0	

Click To:

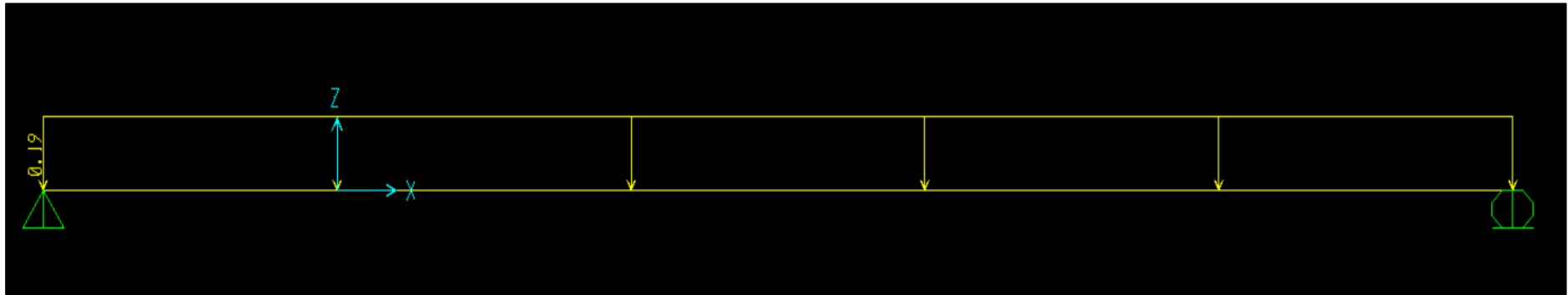
- Add New Load Pattern
- Modify Load Pattern
- Modify Lateral Load Pattern...
- Delete Load Pattern
- Show Load Pattern Notes...

OK Cancel

Nota. En la figura se muestra los patrones de carga que se necesita para el diseño de la viga interior.

Figura 35

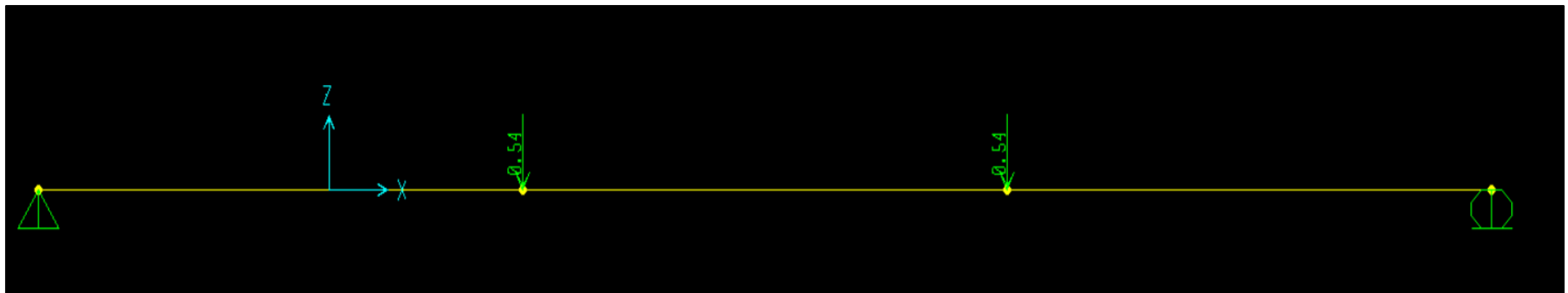
Carga de asfalto



Nota. En la figura se muestra la asignación de la carga distribuida del asfalto en todo el eje de vía.

Figura 36

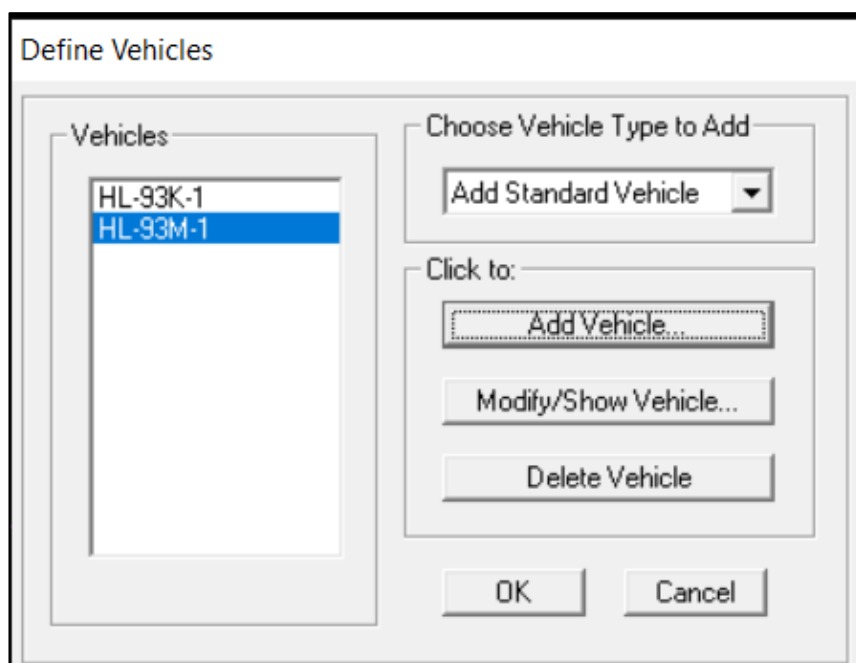
Carga viga diafragma



Nota. En la figura se muestra las cargas puntuales de las vigas diafragma

Figura 37

Cargas vehiculares

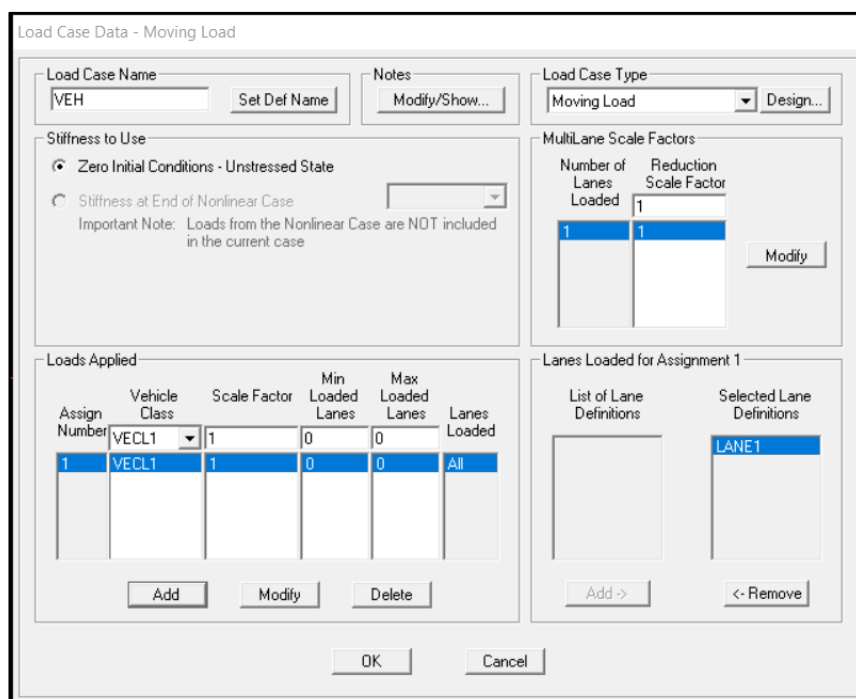


The 'Define Vehicles' dialog box contains a list of vehicles on the left and control buttons on the right. The list shows 'HL-93K-1' and 'HL-93M-1', with 'HL-93M-1' selected. The right side includes a 'Choose Vehicle Type to Add' dropdown set to 'Add Standard Vehicle', a 'Click to:' section with 'Add Vehicle...', 'Modify/Show Vehicle...', and 'Delete Vehicle' buttons, and 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Nota. En la figura se muestra las cargas vehiculares del camión de diseño más tandem (HL-93M) y del camión de diseño más el carril de diseño (HL-93K).

Figura 38

Caso de carga



The 'Load Case Data - Moving Load' dialog box is divided into several sections. The top left has 'Load Case Name' (VEH) and 'Set Def Name'. The top right has 'Load Case Type' (Moving Load) and 'Design...'. The middle left section 'Stiffness to Use' has radio buttons for 'Zero Initial Conditions - Unstressed State' (selected) and 'Stiffness at End of Nonlinear Case'. The middle right section 'MultiLane Scale Factors' has a table with one row: Number of Lanes Loaded (1) and Reduction Scale Factor (1). The bottom left section 'Loads Applied' has a table with columns: Assign Number, Vehicle Class, Scale Factor, Min Loaded Lanes, Max Loaded Lanes, and Lanes Loaded. The bottom right section 'Lanes Loaded for Assignment 1' has two lists: 'List of Lane Definitions' and 'Selected Lane Definitions' (containing LANE1). Buttons for 'Add', 'Modify', 'Delete', 'Add ->', and '<- Remove' are at the bottom.

Assign Number	Vehicle Class	Scale Factor	Min Loaded Lanes	Max Loaded Lanes	Lanes Loaded
1	VECL1	1	0	0	All

Nota. En la figura se muestra el caso de carga para el vehículo de diseño que presenta el tipo Carga en movimiento.

Figura 39

Combinaciones de carga - Flexión

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
VEH	Moving Load	0.9949
PP	Linear Static	1.25
PVD	Linear Static	1.25
PA	Linear Static	1.5
VEH	Moving Load	0.9949

Nota. En la figura se muestra las combinaciones de carga para el diseño a flexión de la viga interior, multiplicado por factores de escala que se menciona en el Manual de Puentes.

Figura 40

Combinaciones de carga - Cortante

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

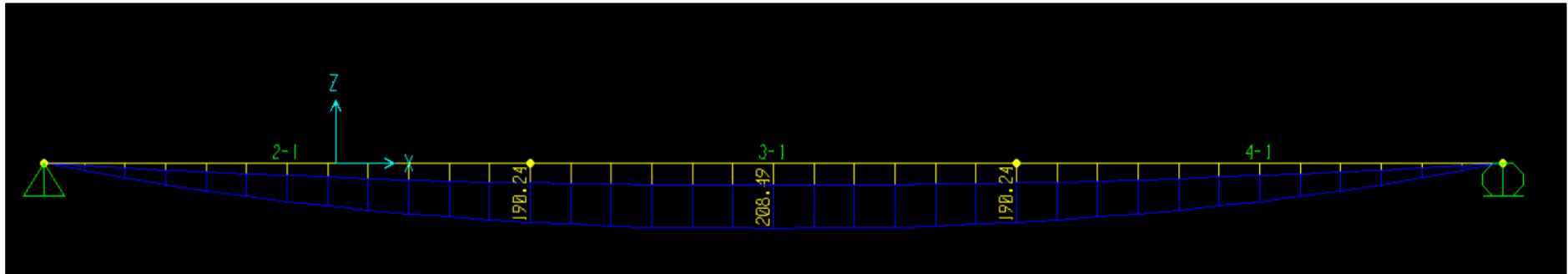
Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
VEH	Moving Load	1.2245
PP	Linear Static	1.25
PVD	Linear Static	1.25
PA	Linear Static	1.5
VEH	Moving Load	1.2245

Nota. En la figura se muestra las combinaciones de carga para el diseño a cortante de la viga interior, multiplicado por factores de escala que se menciona en el Manual de Puentes.

Figura 41

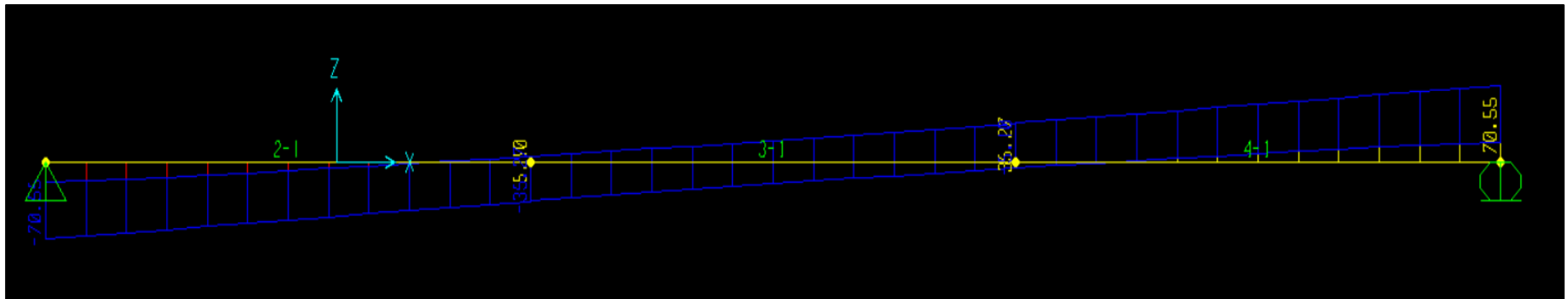
Diagrama de momentos para la viga interior



Nota. En la figura se muestra las el diagrama de momentos que sirve para el diseño a flexión de la viga interior.

Figura 42

Diagrama de cortante para la viga interior



Nota. En la figura se muestra las el diagrama de cortantes que sirve para el diseño a corte de la viga interior.

Vigas Exteriores

Figura 43

Propiedades de material

The image shows a 'Material Property Data' dialog box with the following sections and fields:

- General Data**
 - Material Name and Display Color: and a color selection button (cyan).
 - Material Type: with a dropdown arrow.
 - Material Notes:
- Weight and Mass**
 - Weight per Unit Volume:
 - Mass per Unit Volume:
- Units**
 - Units: with a dropdown arrow.
- Isotropic Property Data**
 - Modulus of Elasticity, E:
 - Poisson's Ratio, U:
 - Coefficient of Thermal Expansion, A:
 - Shear Modulus, G:
- Other Properties for Concrete Materials**
 - Specified Concrete Compressive Strength, f'c:
 - ☐ Lightweight Concrete
 - Shear Strength Reduction Factor:
- ☐ Switch To Advanced Property Display
-

Nota. En la figura se presenta las propiedades para del concreto de 280 kg/cm2 que se usará para el diseño de las vigas exteriores del puente.

Figura 44

Sección de viga exterior

Tee Section

Section Name: VE

Section Notes: Modify/Show Notes...

Properties: Section Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Material: + fc=280kg/cm2

Dimensions:

- Outside stem (t3): 1.05
- Outside flange (t2): 1.75
- Flange thickness (tf): 0.2
- Stem thickness (tw): 0.4

Display Color: ☐

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

Nota. En la figura se muestran las dimensiones que tiene la viga exterior para el cálculo estructural.

Figura 45

Patrones de carga

Define Load Patterns

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
PB	DEAD	0	
PP	DEAD	1	
PA	DEAD	0	
PVD	DEAD	0	
PS	DEAD	0	
PB	DEAD	0	

Click To:

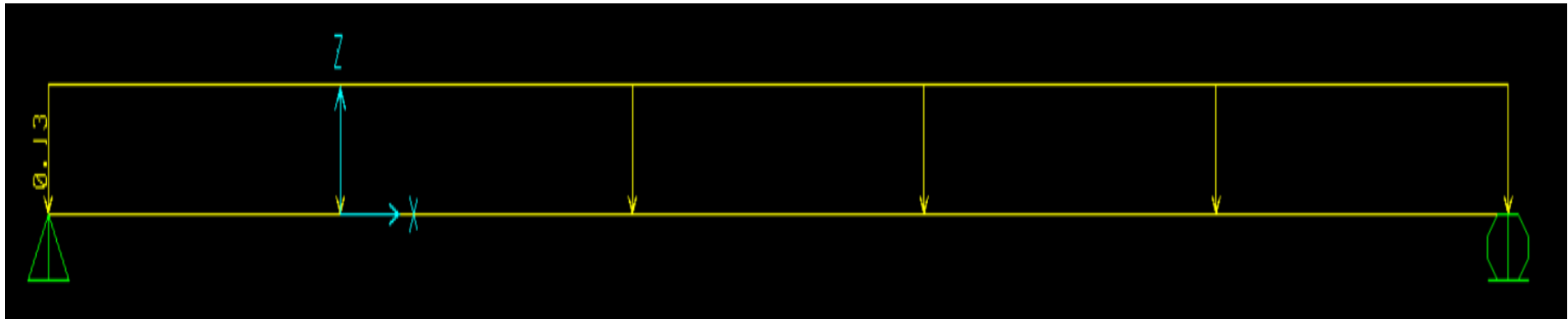
- Add New Load Pattern
- Modify Load Pattern
- Modify Lateral Load Pattern...
- Delete Load Pattern
- Show Load Pattern Notes...

OK Cancel

Nota. En la figura se muestra los patrones de carga que se necesita para el diseño de la viga exterior.

Figura 46

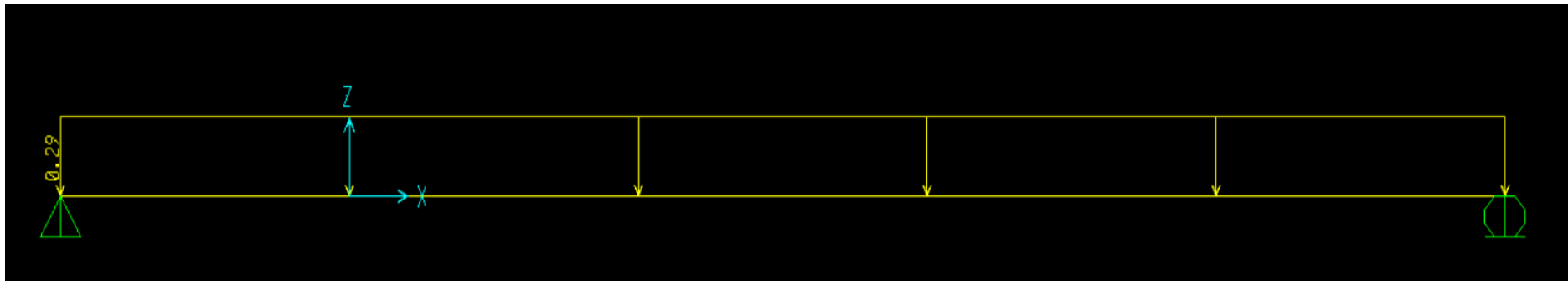
Carga de asfalto



Nota. En la figura se muestra la asignación de la carga distribuida del asfalto en todo el eje de vía.

Figura 47

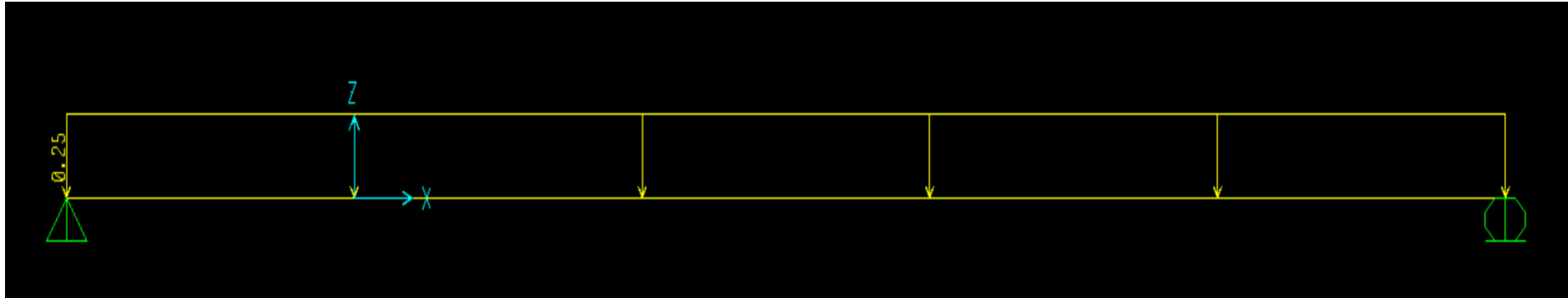
Carga de vereda



Nota. En la figura se muestra la asignación de la carga distribuida de la vereda en todo el eje de vía.

Figura 48

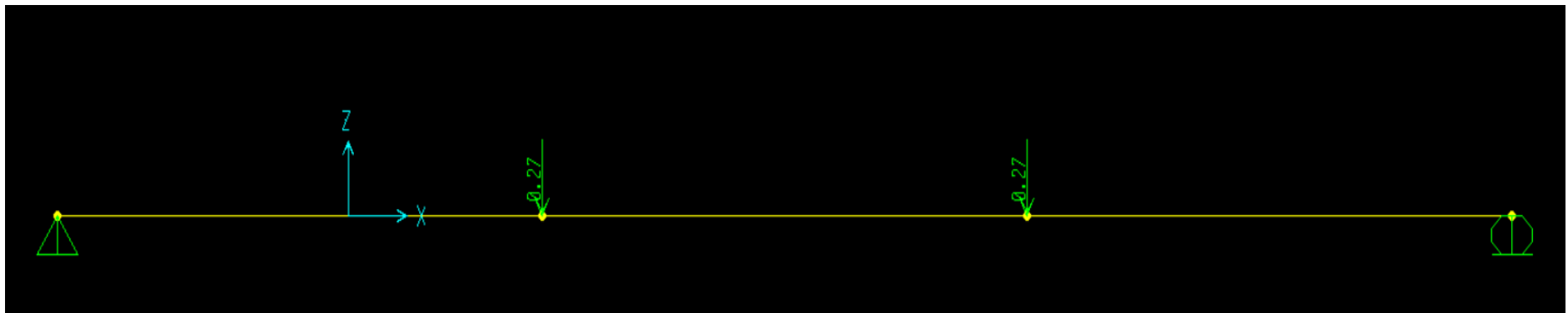
Carga de baranda



Nota. En la figura se muestra la asignación de la carga distribuida de la baranda en todo el eje de vía.

Figura 49

Carga viga diafragma



Nota. En la figura se muestra las cargas puntuales de las vigas diafragma.

Figura 50

Cargas vehiculares

Define Vehicles

Vehicles

- HL-93K-1
- HL-93M-1**

Choose Vehicle Type to Add

Add Standard Vehicle ▼

Click to:

Add Vehicle...

Modify/Show Vehicle...

Delete Vehicle

OK Cancel

Nota. En la figura se muestra las cargas vehiculares del camión de diseño más tándem (HL-93M) y del camión de diseño más el carril de diseño (HL-93K).

Figura 51

Caso de carga

Load Case Data - Moving Load

Load Case Name: VEH Set Def Name

Notes: Modify/Show...

Load Case Type: Moving Load Design...

Stiffness to Use

☒ Zero Initial Conditions - Unstressed State

☐ Stiffness at End of Nonlinear Case ...

Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

MultiLane Scale Factors

Number of Lanes Loaded	Reduction Scale Factor
1	1

Modify

Loads Applied

Assign Number	Vehicle Class	Scale Factor	Min Loaded Lanes	Max Loaded Lanes	Lanes Loaded
1	VECL1	1	0	0	All

Add Modify Delete

Lanes Loaded for Assignment 1

List of Lane Definitions

Selected Lane Definitions: LANE1

Add > < Remove

OK Cancel

Nota. En la figura se muestra el caso de carga para el vehículo de diseño que presenta el tipo Carga en movimiento.

Figura 52

Combinaciones de carga - Flexión

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
VEH	Moving Load	1.1118
PP	Linear Static	1.25
PVD	Linear Static	1.25
PA	Linear Static	1.5
PB	Linear Static	1.5
PS	Linear Static	1.5
VEH	Moving Load	1.1118

Nota. En la figura se muestra las combinaciones de carga para el diseño a flexión de la viga exterior, multiplicado por factores de escala que se menciona en el Manual de Puentes.

Figura 53

Combinaciones de carga - Cortante

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

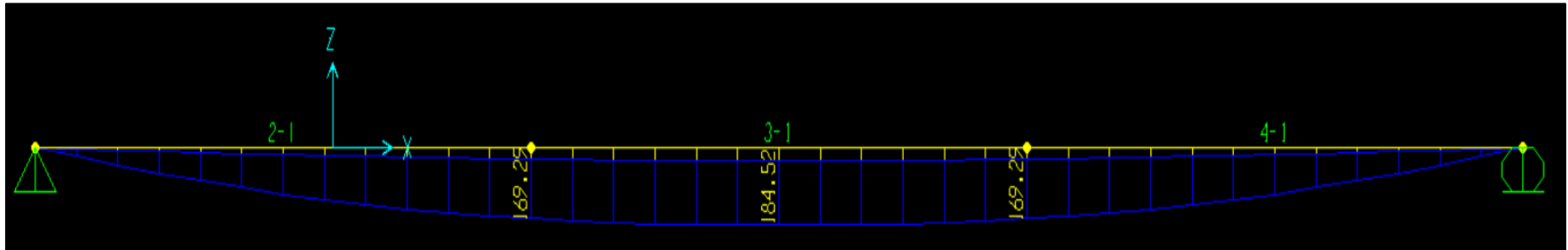
Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
VEH	Moving Load	1.1118
PP	Linear Static	1.25
PVD	Linear Static	1.25
PA	Linear Static	1.5
PB	Linear Static	1.5
PS	Linear Static	1.5
VEH	Moving Load	1.1118

Nota. En la figura se muestra las combinaciones de carga para el diseño a cortante de la viga exterior, multiplicado por factores de escala que se menciona en el Manual de Puentes.

Figura 54

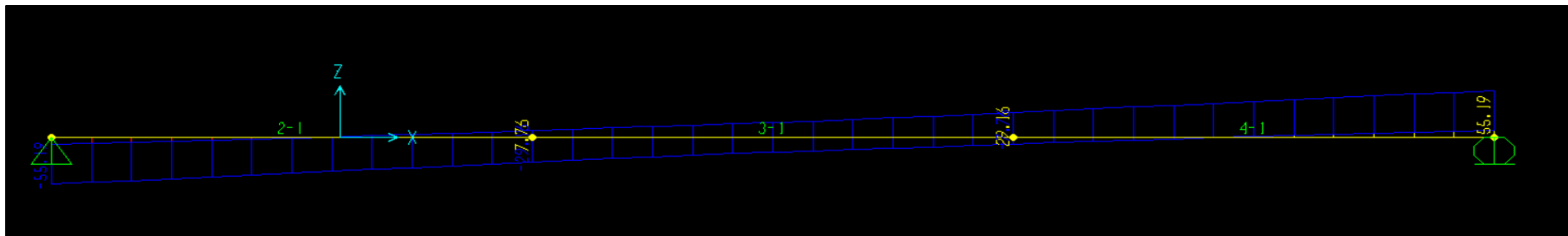
Diagrama de momentos para la viga exterior



Nota. En la figura se muestra las él diagrama de momentos que sirve para el diseño a flexión de la viga exterior.

Figura 55

Diagrama de cortante para la viga exterior



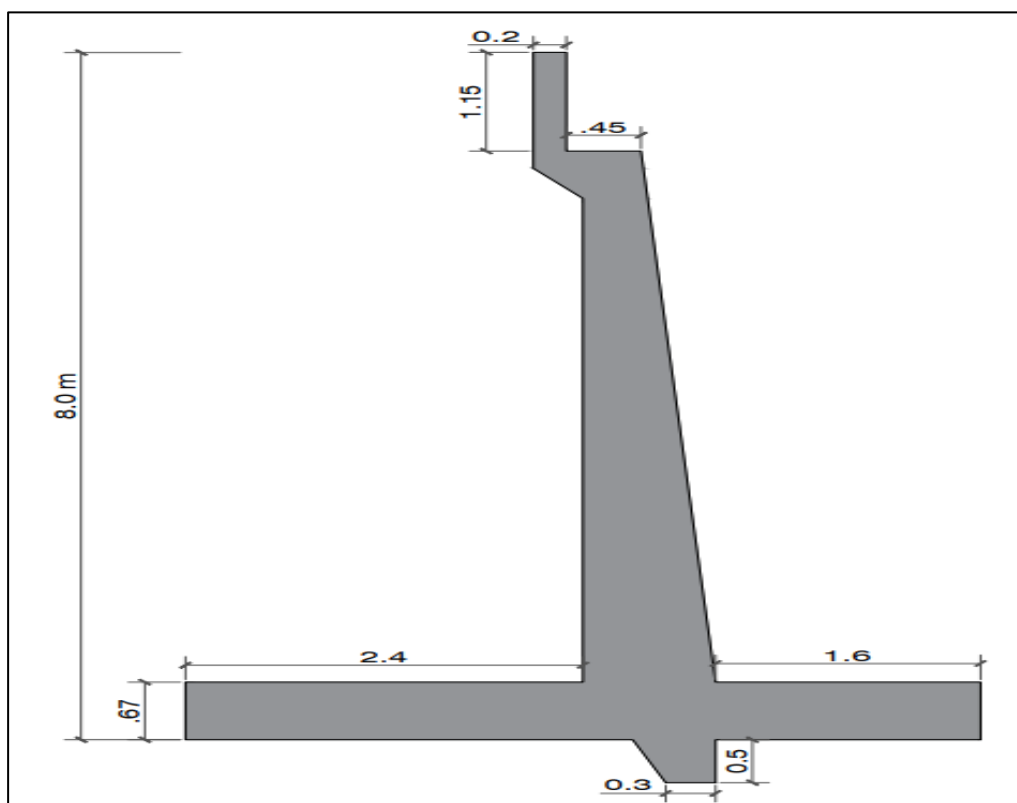
Nota. En la figura se muestra las el diagrama de cortantes que sirve para el diseño a corte de la viga exterior.

El plano de detalle de refuerzos para la viga interior y exterior se encuentra en el Anexo 09

Estribo en voladizo

Figura 56

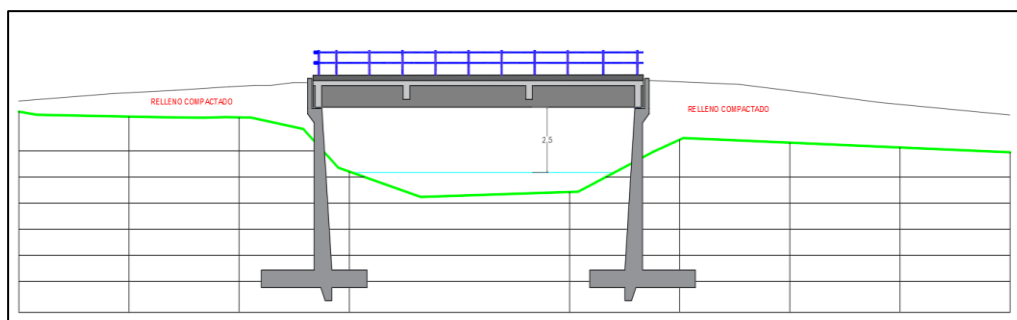
Dimensiones del estribo en voladizo



Nota. En la figura se muestra las dimensiones del estribo en voladizo que fue realizado con Hojas de Cálculo de Excel que se muestra en el Anexo 7.

Figura 57

Vista transversal del puente y terreno



Nota. En la figura se muestra el perfil de terreno con el puente viga losa diseñado.

Con el propósito de salvaguardar la funcionalidad y seguridad del puente, se ha establecido un galíbo de 2.5 metros desde el nivel más elevado del agua hasta la sección más baja de la superestructura. Este parámetro es fundamental para prevenir cualquier obstrucción por debajo del puente, especialmente en situaciones de elevado nivel de agua. Adicionalmente a esta directriz, se requerirá la utilización de

relleno compactado y losas de aproximación con el fin de mantener una continuidad alineada con la carretera adyacente, permitiendo una circulación segura y efectiva para los vehículos.

La conformidad con el límite de altura establecido es esencial para asegurar un paso despejado y seguro para los vehículos, evitando posibles obstrucciones o daños en la parte superior de la estructura del puente. La necesidad de emplear relleno compactado y losas de aproximación radica en la importancia de mantener una nivelación homogénea entre la estructura del puente y la vía adyacente. Esta labor no solamente garantiza una transición suave para los vehículos que atraviesan el puente, sino que también contribuye a la seguridad general de la infraestructura vial.

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

La investigación presenta dos hipótesis:

H_i: El diseño de un puente carrozable impacta en las condiciones de viabilidad del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco-2024.

H₀: El diseño de un puente carrozable no impacta en las condiciones de viabilidad del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco-2024.

La validación de la hipótesis general se fundamentó en una descripción detallada del problema existente y en el diseño propuesto, aplicando normas y pautas pertinentes. El proceso de contrastación y prueba de la hipótesis se realizó con el diseño de la superestructura y subestructura del puente, siguiendo directrices específicas y considerando las condiciones del terreno, particularmente durante temporadas de alta precipitación que obstaculizan el tráfico. El diseño de la superestructura y la subestructura del puente fue crucial para la validación de la hipótesis. Este proceso incluyó el uso de relleno compactado y losas de aproximación para asegurar una transición suave y una altura adecuada para el paso de vehículos. La combinación del límite de altura establecido y estos elementos no solo aseguró la altura adecuada para el paso de vehículos, sino que también garantizó un tráfico seguro y sin contratiempos. Al mantener una alineación precisa entre la estructura del puente y la carretera, se facilitó un flujo constante de vehículos, optimizando

así la funcionalidad y seguridad del tráfico vehicular. Por el cual, la hipótesis general de que el diseño de un puente carrozable impacta positivamente en las condiciones de viabilidad del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco, fue validada. Este diseño demostró ser eficaz para mejorar la transitabilidad, especialmente en condiciones adversas durante las temporadas de lluvia, asegurando una infraestructura vial más eficiente y segura.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

La presente tesis se evaluó el impacto del diseño de un puente carrozable con la optimización de la viabilidad del tránsito vehicular.

La geometría del puente carrozable viga losa mostró un impacto significativo en la optimización del tránsito vehicular. La elección de una amplitud adecuada y alineamientos precisos permitió una mayor fluidez en el paso de vehículos, garantizando una circulación más segura y eficiente. Esto se tradujo en una mejora sustancial en la transitabilidad, especialmente durante las épocas de lluvia, confirmando así que la geometría adecuada del puente es crucial para facilitar el tránsito vehicular en Conchamarca.

La capacidad de carga del puente viga losa se destacó como un factor fundamental para la facilidad del tránsito vehicular. Adaptada según las directrices y normativas del Manual de Puentes, la estructura soportó adecuadamente el peso y la frecuencia del tráfico vehicular en la zona. Esta capacidad de carga optimizada aseguró que el puente pudiera manejar el volumen de tráfico esperado, validando la premisa de que una capacidad de carga adecuada es esencial para la transitabilidad del puente. El diseño del puente, que incluyó elementos como las losas de aproximación y el relleno compactado, fue crucial para mejorar la conexión efectiva entre la estructura y la carretera existente. Estos elementos garantizaron una altura adecuada para el paso de vehículos y facilitaron una transición suave, reduciendo notablemente la congestión del tráfico vehicular. La alineación precisa entre la estructura del puente y la carretera permitió un flujo constante y optimizado de vehículos, validando que el diseño del puente tiene una incidencia directa en la reducción de la congestión del tráfico.

De acuerdo con Espinoza (2018), la investigación revela que la zona de estudio enfrenta problemas recurrentes durante los meses de octubre a abril debido a las intensas lluvias, estos eventos causan inundaciones que interrumpen el tráfico tanto vehicular como peatonal, generando una disminución en la fluidez del tránsito y la incomunicación entre áreas, este escenario no solo impacta en el comercio, sino que también conlleva escasez

de suministros para los pequeños comerciantes. En este sentido, se destaca que los problemas derivados de las lluvias, especialmente entre octubre y marzo, ejercen una influencia significativa al bloquear el paso de vehículos y aislar áreas afectadas, como solución propuesta en nuestra investigación se plantea la instalación de estribos en voladizo de 8 metros y losas de aproximación con relleno compactado, con el fin de garantizar un tránsito seguro para los vehículos.

Según Guillen (2021), la zona de estudio exhibe una congestión vehicular significativa en sus calles debido al aumento del tráfico el cual aborda esta problemática donde propone la construcción de un puente vehicular como una solución crucial para aliviar este problema el cual concluye luego de un minucioso análisis y diseño estructural del puente, cumpliendo con las normativas a nivel nacional e internacional, donde esta medida se espera que contribuya notablemente a mejorar la circulación tanto de vehículos como de peatones en las calles cercanas al puente. El estudio de Guillen respalda la nuestra investigación donde la construcción de un puente no solo mejorará la transitabilidad en la zona, sino que también fortalecerá la seguridad vial, sobre todo en momentos de lluvias cuando el caudal aumenta.

CONCLUSIONES

La geometría del puente carrozable viga losa tuvo un impacto significativo en la optimización del tránsito vehicular. La amplitud adecuada y los alineamientos precisos contribuyeron a una mayor fluidez en el paso de vehículos, garantizando una circulación más segura y eficiente. Este diseño geométrico optimizado permitió mejorar notablemente la transitabilidad, especialmente en épocas de lluvia, donde el caudal elevado solía obstaculizar el tráfico efectivo.

La capacidad de carga del puente viga losa fue un factor crucial que incidió directamente en la facilidad del tránsito vehicular. La estructura fue adaptada según las directrices y normativas del Manual de Puentes, lo que aseguró que el puente pudiera soportar adecuadamente el peso y la frecuencia del tráfico vehicular en la zona. Esta capacidad de carga optimizada contribuyó significativamente a mejorar la transitabilidad y seguridad del puente.

El diseño del puente carrozable, incluyendo la implementación de elementos como las losas de aproximación y el relleno compactado, resultó crucial para mejorar la conexión efectiva entre la estructura y la carretera existente. Estos elementos garantizaron una altura adecuada para el paso de vehículos y facilitaron una transición suave, lo que redujo notablemente la congestión del tráfico vehicular. Además, la alineación precisa entre la estructura del puente y la carretera permitió un flujo constante y optimizado de vehículos, mejorando la funcionalidad y la seguridad del tránsito en la región.

Se confirma que la propuesta de diseño se adhiere a las pautas y estándares establecidos por el Manual de Puentes, asegurando así la calidad y durabilidad del puente. En resumen, el diseño propuesto del puente para trocha carrozable impactó positivamente en las condiciones de viabilidad del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco-2023, mejorando sustancialmente y de manera perdurable la movilidad en la región.

RECOMENDACIONES

Para reducir la congestión, se recomienda un diseño que permita la distribución adecuada del flujo de vehículos, considerando carriles adicionales o diseños que faciliten la circulación continua.

Se recomienda la ejecución inmediata del diseño propuesto para el puente, considerando la supervisión experta durante todas las etapas de construcción para garantizar la fidelidad del diseño y la calidad de los materiales.

Se recomienda realizar simulaciones con softwares especializados para evaluar el rendimiento del puente en diversas condiciones climáticas y de tráfico, permitiendo ajustes y mejoras si es necesario.

Es fundamental establecer un plan de mantenimiento periódico para asegurar la funcionalidad y seguridad a largo plazo del puente, adaptándolo a las necesidades cambiantes de la región.

Se insta a considerar la capacitación local para el mantenimiento básico del puente, promoviendo así su sostenibilidad y longevidad en el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Episteme.
- Balestrini Acuña, M. (1997). *Como se Elabora el Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: BI Consultores Asociados.
- Barker, R., & Puckett, J. (2021). *Design of Highway Bridges*. Wiley.
- Bull, A. (2003). *Congestión de Tránsito*. CEPAL.
- Campos Ávila, F. I. (2013). *Proyecto y construcción del puente vehicular, ubicado en el km 10+300 de la Av. Pacífico tramo: Toluca-Tejupilco, México*. Mexico: Universidad Autónoma de México.
- Chávez Espinel, J. F., & Lozano Novoa, H. M. (2021). *Comparativo de diseño de puentes de viga-losa en concreto y estructura de acero*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- COMPUTERS & STRUCTURES inc. (2013). *CSI Analysis Reference Manual*. Estados Unidos: CSI.
- Delgado Castro, C., Rodríguez Rivas, R., & Verá Ávila, W. (2018). Propuesta de puente aplicando el método de diseño AASHTO LRFD para la *Dominio de las Ciencias*, 23.
- Duan, L., & Chen, W.-F. (2019). *Bridge Engineering: Substructure Design*. Routledge.
- Espinoza Rocano, W. G. (2018). *Diseño del puente para trocha carrozable mejorando el transito del centro poblado de Vichón provincia Huari, Ancash - 2018*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Flores Peña, R., & More Durand, P. F. (2020). *Reconstrucción del puente San José tipo viga - losa en mejora de la conectividad entre los caseríos Tablazo Norte de la Unión y El Alto de la Cruz. La Arena - Piura. 2020*. Piura: Universidad César Vallejo.
- Foster, C., & Atran, T. (2001). *BRIDGE ENGINEERING HANDBOOK: SEISMIC DESIGN*. CRC Press.
- Foster, C., & Atran, T. (2003). *Bridge Engineering Handbook: Construction and Maintenance*. CRC Press.
- Godinez Melgares, G. (2010). *Diseño de losas de concreto armado para puentes carreteros*. México: Universidad Autónoma de Chihuahua.

- Guillen Llacchuas, E. E. (2021). *Análisis y diseño estructural del puente Anccohuayllo sobre el río Chumbao para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal del distrito de Andahuaylas - region Apurímac-2021*. Huancayo: Universidad Continental.
- Gutiérrez Riveros, J. S., Rivera Hernández, F. N., & Trujillo Rodríguez, D. G. (2021). *Propuesta de diseño estructural del puente “Flandes - Parque Central” en el municipio de Pasca Cundinamarca mediante un diseño en losa maciza en concreto con vigas fundamentado en la Norma CCP-14*. Colombia: Universidad Piloto de Colombia.
- IGP. (2021). *Instituto Geofísico del Perú*. Obtenido de Instituto Geofísico del Perú: <https://www.gob.pe/igp>
- INDECI. (s.f.). *Instituto Nacional De Defensa Civil*.
- Latorre, A., Arnal Agustín, J., & Del Rincón, D. (2003). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. España: Dialnet.
- Martín Martín, H. (2021). *Comparativa de cálculo estructural entre dos softwares: ETABS Y SAP2000*. España-Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Mejía, E. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de puentes*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Vivienda, C. y., & SENCICO. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima-Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Mapa de susceptibilidad física del Perú Zonas propensa a inundaciones y deslizamientos en la costa y sierra frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos*. REDIAM.
- Pastor, L. (2000). *Puentes y obras de arte*. Lima: Ciencias 2000.
- Rivera Hernández, F. N., Gutiérrez Riveros, J. S., & Trujillo Rodríguez, D. G. (2021). *Propuesta de diseño estructural del puente “Flandes – Parque Central” en el municipio de Pasca Cundinamarca mediante un diseño en losa maciza en concreto con vigas fundamentado en la norma CCP-14*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.

- RNE. (2019). *Norma E.020*. Obtenido de Norma E.020: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366640/50%20E.020%20CARGAS.pdf>
- RNE. (2019). *Norma E.030*. Obtenido de Norma E.030: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686410/E.030%20Dis e%C3%B1o%20Sismo%20resistente.pdf>
- Rodriguez Serquén, A. (2016). *Puentes con AASHTO-LRFD (7th Edition)*. Prometeo Desencadenado.
- Santiago Aguirre, E. J. (2021). *Diseño de infraestructura vial para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal en el espacio urbano del puente Huallaga y vías adyacentes Huánuco 2021*. Huánuco: Universidad de Huánuco.
- Seminario Manrique, E. (2004). *Guía para el diseño de puentes con vigas y losas*. Piura: Universidad de Piura.
- Varona Morante, M. R. (2019). *Diseño de losa en el puente carrozable de concreto armado sobre el canal Miguel Checa en el C.P. Santa Elena Alta km 25 + 770, distrito Querecotillo, provincia Sullana -Piura*. Piura: Universidad Nacional de Piura.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Pasquel Lázaro, D. (2025). Diseño de un puente para trocha carrozable como mejora del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco – 2024. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 12

Matriz de consistencia

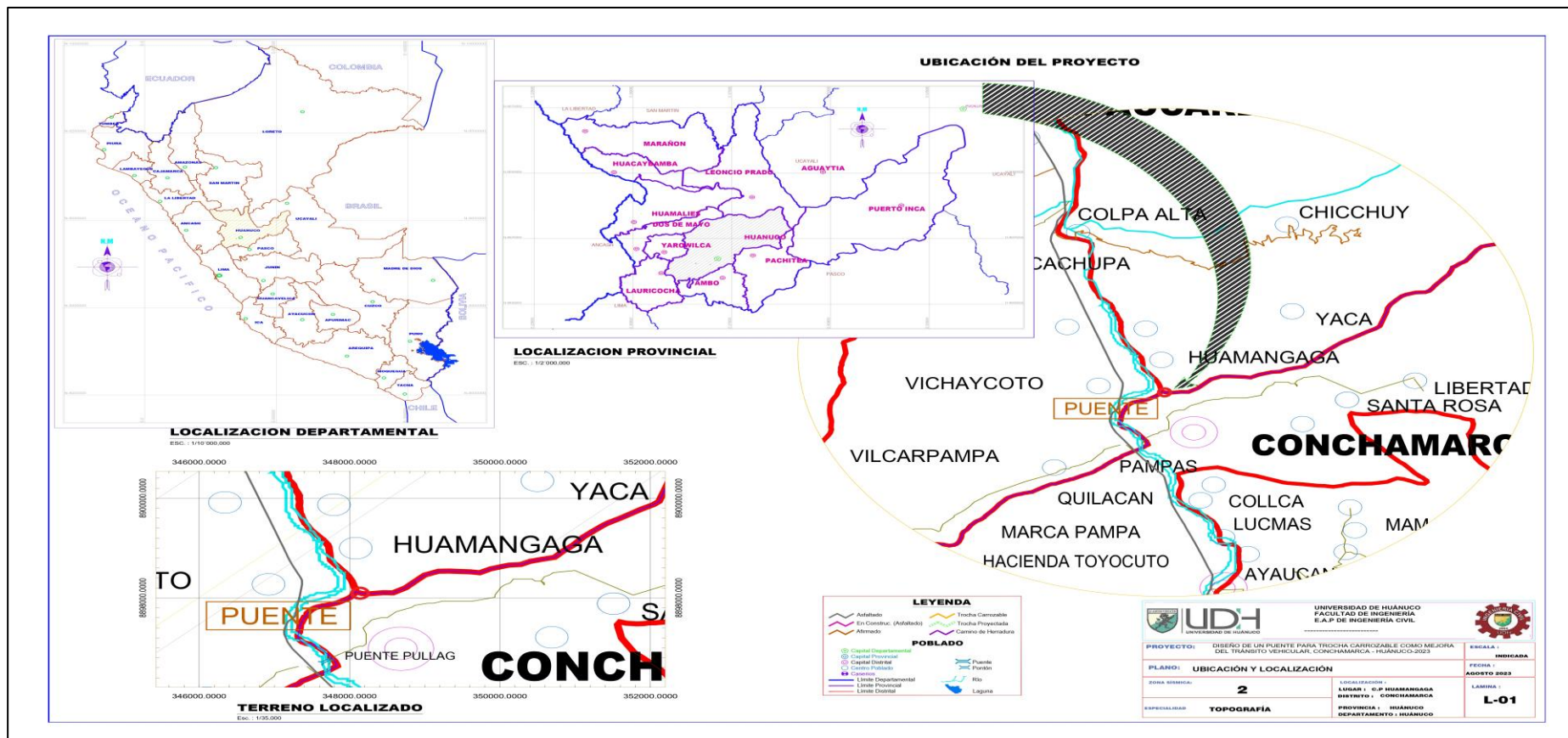
TÍTULO: DISEÑO DE UN PUENTE PARA TROCHA CARROZABLE COMO MEJORA DEL TRÁNSITO VEHICULAR EN EL KM 01+403 DE LA CARRETERA HUAMANGAGA, CONCHAMARCA – HUÁNUCO – 2024					
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
Problema general: ¿Cómo impacta el diseño de un puente carrozable en la viabilidad del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco-2024?	Objetivo General Evaluar el impacto del diseño de un puente carrozable en la viabilidad del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco-2024.	Hipótesis General Hi: El diseño de un puente carrozable impacta en las condiciones de viabilidad del tránsito vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco-2024.	Variable dependiente: Tránsito vehicular Variable independiente: Diseño de puente carrozable	Enfoque Será cuantitativo. Alcance o nivel El alcance del proyecto es descriptivo. Diseño Es no experimental.	Población Se consideró como población los dos puentes vigas ubicados en el río Huallaga en el tramo del distrito de Conchamarca. Muestra La muestra fue tomada de manera no probabilística el cual se optó por el puente de Huamangaga.
Problema específico: ¿Cómo impacta la elección de la geometría del puente para el diseño del puente carrozable en la facilidad de tránsito vehicular, Conchamarca – Huánuco-2024? ¿Cómo impacta la capacidad de carga del puente carrozable en la	Objetivos específicos Evaluar el impacto de la elección de la geometría del puente para el diseño del puente carrozable en la facilidad de tránsito vehicular, Conchamarca – Huánuco-2024	Hipótesis H0: El diseño de un puente carrozable no impacta en las condiciones de viabilidad del tránsito			

facilidad de tránsito vehicular, Conchamarca – Huánuco-2024? ¿Cómo incide en la congestión del tránsito vehicular el diseño del puente carrozable, Conchamarca – Huánuco-2024?	Evaluar el impacto de la capacidad de carga del puente carrozable en la facilidad de tránsito vehicular, Conchamarca – Huánuco-2024. Evaluar la incidencia en la congestión del tránsito vehicular el diseño del puente carrozable, Conchamarca – Huánuco-2024.	vehicular en el km 01+403 de la carretera Huamangaga, Conchamarca – Huánuco-2024.
--	---	--

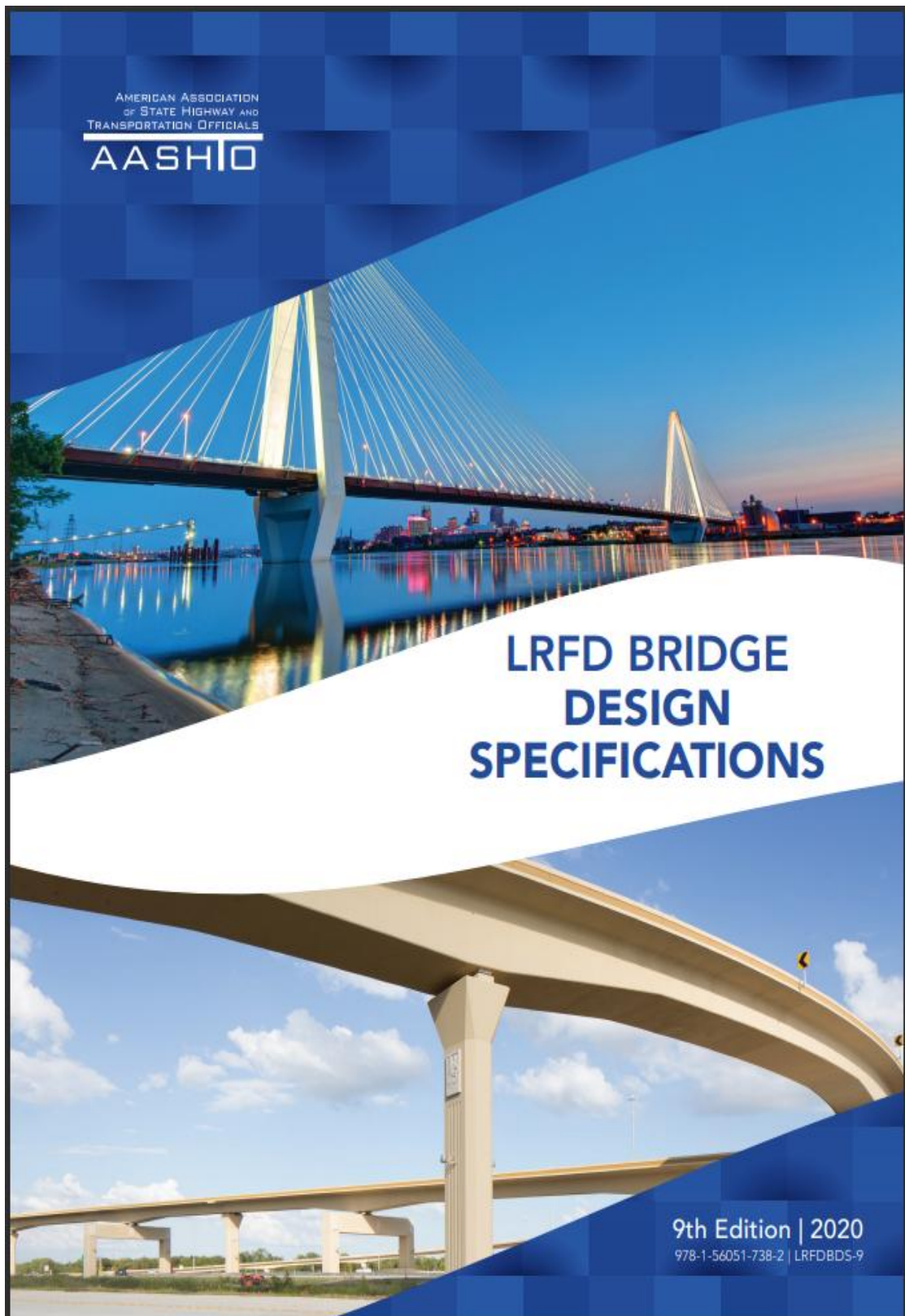
ANEXO 2

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Figura 58
Plano de ubicación



ANEXO 3
NORMA AASHTO LRFD



ANEXO 4
MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES



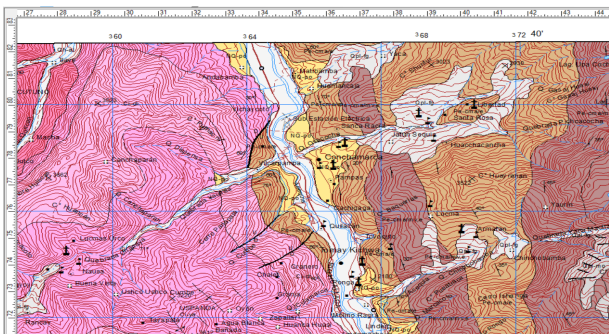
ANEXO 5

FICHA DE RESUMEN DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS

	TESIS: DISEÑO DE UN PUENTE PARA TROCHA CARROZABLE COMO MEJORA DEL TRÁNSITO VEHICULAR, CONCHAMARCA – HUÁNUCO – 2023																																																																																																																																																																				
Resumen de Parámetros Hidráulicos																																																																																																																																																																					
I. Datos generales																																																																																																																																																																					
Tesista	Dario Bernabé Pasquel Lázaro																																																																																																																																																																				
Fecha	Octubre -2023																																																																																																																																																																				
Lugar	C.P Huamangaga																																																																																																																																																																				
Distrito	Conchamarca	Provincia	Huánuco	Región	Huánuco																																																																																																																																																																
II . Precipitaciones máximas anuales																																																																																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>ESTACIÓN</th> <th>AÑO</th> <th>Pmáx (mm)</th> <th>Log P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>HUÁNUCO</td><td>1989</td><td>98.2</td><td>1.992</td></tr> <tr><td>2</td><td>HUÁNUCO</td><td>1990</td><td>86.8</td><td>1.938</td></tr> <tr><td>3</td><td>HUÁNUCO</td><td>1991</td><td>93.4</td><td>1.970</td></tr> <tr><td>4</td><td>HUÁNUCO</td><td>1992</td><td>97.4</td><td>1.989</td></tr> <tr><td>5</td><td>HUÁNUCO</td><td>1993</td><td>97.3</td><td>1.988</td></tr> <tr><td>6</td><td>HUÁNUCO</td><td>1994</td><td>64.4</td><td>1.809</td></tr> <tr><td>7</td><td>HUÁNUCO</td><td>1995</td><td>59.0</td><td>1.771</td></tr> <tr><td>8</td><td>HUÁNUCO</td><td>1996</td><td>69.3</td><td>1.841</td></tr> <tr><td>9</td><td>HUÁNUCO</td><td>1997</td><td>54.6</td><td>1.737</td></tr> <tr><td>10</td><td>HUÁNUCO</td><td>1998</td><td>93.5</td><td>1.971</td></tr> <tr><td>11</td><td>HUÁNUCO</td><td>1999</td><td>109.3</td><td>2.039</td></tr> <tr><td>12</td><td>HUÁNUCO</td><td>2000</td><td>148.1</td><td>2.170</td></tr> <tr><td>13</td><td>HUÁNUCO</td><td>2001</td><td>85.2</td><td>1.930</td></tr> <tr><td>14</td><td>HUÁNUCO</td><td>2002</td><td>109.8</td><td>2.041</td></tr> <tr><td>15</td><td>HUÁNUCO</td><td>2003</td><td>83.1</td><td>1.920</td></tr> <tr><td>16</td><td>HUÁNUCO</td><td>2004</td><td>104.6</td><td>2.020</td></tr> <tr><td>17</td><td>HUÁNUCO</td><td>2005</td><td>106.9</td><td>2.029</td></tr> <tr><td>18</td><td>HUÁNUCO</td><td>2006</td><td>112.7</td><td>2.052</td></tr> <tr><td>19</td><td>HUÁNUCO</td><td>2007</td><td>81.6</td><td>1.912</td></tr> <tr><td>20</td><td>HUÁNUCO</td><td>2008</td><td>91.3</td><td>1.960</td></tr> <tr><td>21</td><td>HUÁNUCO</td><td>2009</td><td>90.8</td><td>1.958</td></tr> <tr><td>22</td><td>HUÁNUCO</td><td>2010</td><td>91.6</td><td>1.962</td></tr> <tr><td>23</td><td>HUÁNUCO</td><td>2011</td><td>141.6</td><td>2.151</td></tr> <tr><td>24</td><td>HUÁNUCO</td><td>2012</td><td>154.7</td><td>2.189</td></tr> <tr><td>25</td><td>HUÁNUCO</td><td>2013</td><td>92.0</td><td>1.964</td></tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PROMEDIO (mm)</td> <td>96.686</td> <td>1.972</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">DESVIACIÓN ESTÁNDAR</td> <td>24.613</td> <td>0.110</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V.)</td> <td>0.25</td> <td>0.056</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">COEFICIENTE DE ASIMETRÍA</td> <td>0.73</td> <td>-0.102</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">K/6</td> <td>0.1215</td> <td>-0.017</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">N°</td> <td>25</td> <td>25.000</td> </tr> </tbody> </table>						N°	ESTACIÓN	AÑO	Pmáx (mm)	Log P	1	HUÁNUCO	1989	98.2	1.992	2	HUÁNUCO	1990	86.8	1.938	3	HUÁNUCO	1991	93.4	1.970	4	HUÁNUCO	1992	97.4	1.989	5	HUÁNUCO	1993	97.3	1.988	6	HUÁNUCO	1994	64.4	1.809	7	HUÁNUCO	1995	59.0	1.771	8	HUÁNUCO	1996	69.3	1.841	9	HUÁNUCO	1997	54.6	1.737	10	HUÁNUCO	1998	93.5	1.971	11	HUÁNUCO	1999	109.3	2.039	12	HUÁNUCO	2000	148.1	2.170	13	HUÁNUCO	2001	85.2	1.930	14	HUÁNUCO	2002	109.8	2.041	15	HUÁNUCO	2003	83.1	1.920	16	HUÁNUCO	2004	104.6	2.020	17	HUÁNUCO	2005	106.9	2.029	18	HUÁNUCO	2006	112.7	2.052	19	HUÁNUCO	2007	81.6	1.912	20	HUÁNUCO	2008	91.3	1.960	21	HUÁNUCO	2009	90.8	1.958	22	HUÁNUCO	2010	91.6	1.962	23	HUÁNUCO	2011	141.6	2.151	24	HUÁNUCO	2012	154.7	2.189	25	HUÁNUCO	2013	92.0	1.964	PROMEDIO (mm)			96.686	1.972	DESVIACIÓN ESTÁNDAR			24.613	0.110	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V.)			0.25	0.056	COEFICIENTE DE ASIMETRÍA			0.73	-0.102	K/6			0.1215	-0.017	N°			25	25.000
N°	ESTACIÓN	AÑO	Pmáx (mm)	Log P																																																																																																																																																																	
1	HUÁNUCO	1989	98.2	1.992																																																																																																																																																																	
2	HUÁNUCO	1990	86.8	1.938																																																																																																																																																																	
3	HUÁNUCO	1991	93.4	1.970																																																																																																																																																																	
4	HUÁNUCO	1992	97.4	1.989																																																																																																																																																																	
5	HUÁNUCO	1993	97.3	1.988																																																																																																																																																																	
6	HUÁNUCO	1994	64.4	1.809																																																																																																																																																																	
7	HUÁNUCO	1995	59.0	1.771																																																																																																																																																																	
8	HUÁNUCO	1996	69.3	1.841																																																																																																																																																																	
9	HUÁNUCO	1997	54.6	1.737																																																																																																																																																																	
10	HUÁNUCO	1998	93.5	1.971																																																																																																																																																																	
11	HUÁNUCO	1999	109.3	2.039																																																																																																																																																																	
12	HUÁNUCO	2000	148.1	2.170																																																																																																																																																																	
13	HUÁNUCO	2001	85.2	1.930																																																																																																																																																																	
14	HUÁNUCO	2002	109.8	2.041																																																																																																																																																																	
15	HUÁNUCO	2003	83.1	1.920																																																																																																																																																																	
16	HUÁNUCO	2004	104.6	2.020																																																																																																																																																																	
17	HUÁNUCO	2005	106.9	2.029																																																																																																																																																																	
18	HUÁNUCO	2006	112.7	2.052																																																																																																																																																																	
19	HUÁNUCO	2007	81.6	1.912																																																																																																																																																																	
20	HUÁNUCO	2008	91.3	1.960																																																																																																																																																																	
21	HUÁNUCO	2009	90.8	1.958																																																																																																																																																																	
22	HUÁNUCO	2010	91.6	1.962																																																																																																																																																																	
23	HUÁNUCO	2011	141.6	2.151																																																																																																																																																																	
24	HUÁNUCO	2012	154.7	2.189																																																																																																																																																																	
25	HUÁNUCO	2013	92.0	1.964																																																																																																																																																																	
PROMEDIO (mm)			96.686	1.972																																																																																																																																																																	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR			24.613	0.110																																																																																																																																																																	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V.)			0.25	0.056																																																																																																																																																																	
COEFICIENTE DE ASIMETRÍA			0.73	-0.102																																																																																																																																																																	
K/6			0.1215	-0.017																																																																																																																																																																	
N°			25	25.000																																																																																																																																																																	
Longitud del puente	15 m	Tirante	1.0 m																																																																																																																																																																		
Periodo de retorno (años)	140	Gálibo	2.5 m																																																																																																																																																																		

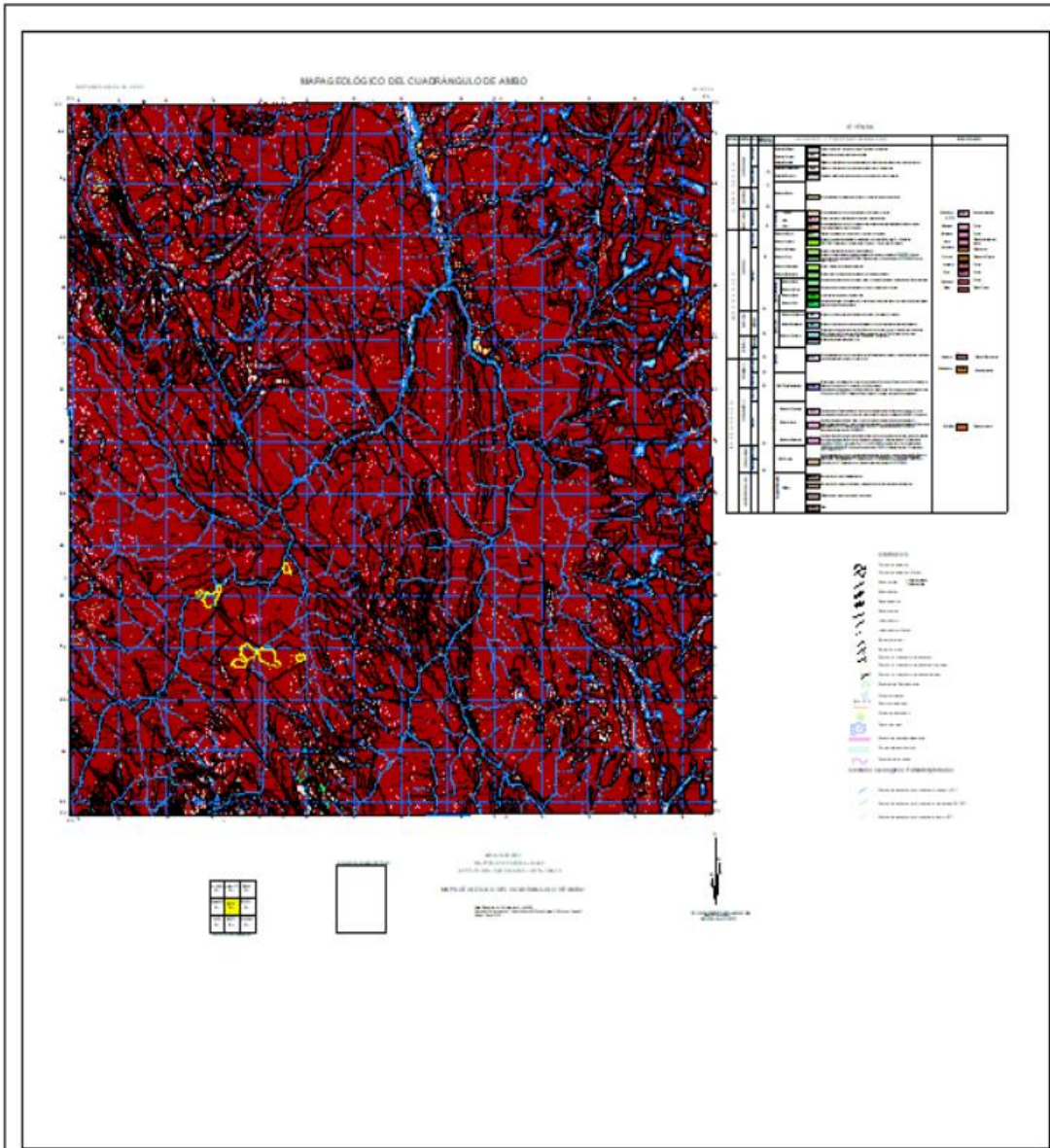
ANEXO 6

FICHA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS

	TESIS: DISEÑO DE UN PUENTE PARA TROCHA CARROZABLE COMO MEJORA DEL TRÁNSITO VEHICULAR EN EL KM 01+403 DE LA CARRETERA HUAMANGAGA, CONCHAMARCA – HUÁNUCO – 2023				
Ficha de procesamiento de datos					
I. Datos generales					
Tesista	Dario Bernabé Pasquel Lázaro				
II . Descripción del proyecto					
Ubicación del proyecto: 1.4 km de la carrera central					
Lugar	C.P Huamangaga				
Distrito	Conchamarca	Provincia	Huánuco	Región	Huánuco
					
Zona de estudio según mapa geológico					
Unidad	Eratema Cenozoica				
Sistema	Cuaternario				
Serie	Holocena				
Unidad Litoestratográfica	Depósitos Aluviales (Qh-al) Gravas con clastos polimícticos redondeados en matriz areno-limosa incluyen terrazas y conos.				
					
III . Parámetros de diseño del puente					
Importancia Operativa	Puente de menor importancia operativa				
Calzada	3.6 m				
Ancho de vereda	0.6 m				
Espesor de vereda	0.2 m				
Ancho de baranda	0.2 m				
Ancho de puente	5.2 m				
Longitud de puente	15 m				
Espesor de carpeta asfáltica	0.05 m				

ANEXO 7

CARTA GEOLÓGICA DEL PERÚ – 21K



ANEXO 8

DISEÑO DEL ESTRIBO EN VOLADIZO

Pre-dimensionamiento del Estribo en Voladizo

Parapeto:

$h_{parapeto}$	1.150	m
t_p	0.12	m
t_p	0.20	m
	Ok	

Cajuela:

L	15.00	m
N	0.34	m
N	0.45	m
	Ok	

Pantalla:

H	8.00	m
t_b	0.80	m
t_c	0.33	m
t_c	0.35	m
	Ok	

Espesor base pantalla $H/12 \leq t_b \leq H/10$

Verificación: $\geq 0.30m$

$h_{pantalla}$	6.183	m
----------------	--------------	---

Ménsula:

h_m	0.50	m
h_m	0.72	m
h_m	0.55	m

Base:

H	8.00	m
$B_{mín}$	3.20	m
$B_{máx}$	5.60	m
B	4.80	m
h_z	0.67	m

$0.4H \leq B$

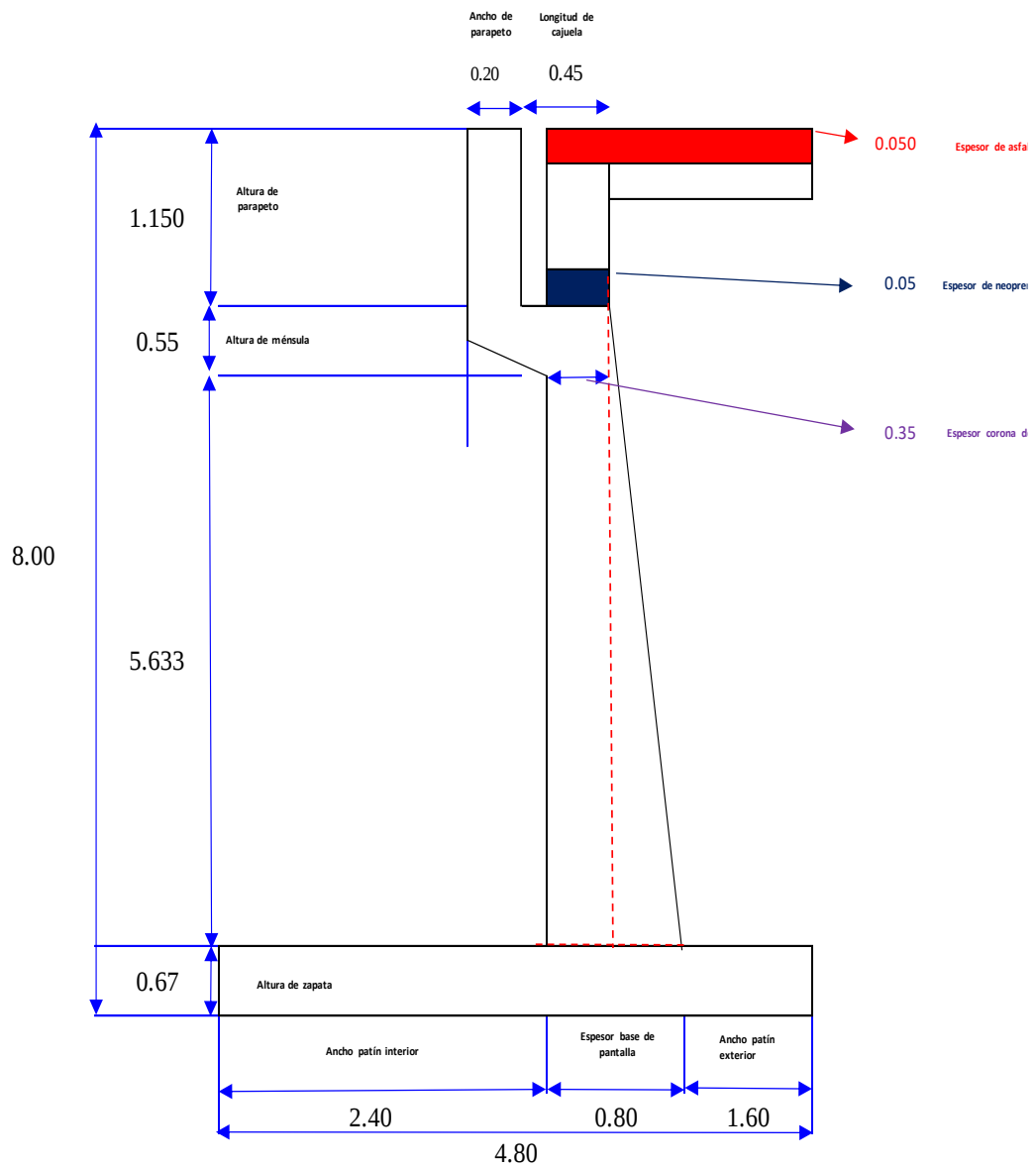
$B \leq 0.7H$

Patín exterior (Punta):

b_e	1.60	m
-------	-------------	---

Patín interior (Talón):

b_i	2.40	m
-------	-------------	---



Metrado de Cargas Superestructura

Superestructura(losa y vigas long.):

L_{tp}	15.60	m
W	5.20	m
t_l	0.20	m
$N.V.$	3	-
h_{vl}	1.05	m
b_v	0.40	m
$P.U.c$	2.5	Tonf/m ³
t_a	0.050	m
V_{total}	32.14	m ³
W_{total}	80.34	Tonf
P_p	40.17	Tonf
Z_{gr}	-0.41	m

Número de vigas longitudinales

$$P_p = \frac{(w_x t + N v_x (h_v - t) \times b_v) \times L_T \times \gamma_c}{Z}$$

$$Z = \frac{(t \times w \times t/2 + N v_x (h_v - t) \times b_v \times (t + (h_v - t)/2))}{(t \times w + N v_x (h_v - t) \times b_v)} + t_c$$

Superestructura(vigas diafragma):

$N.V.D.$	4	-	
h_{vdi}	0.55	m	
h_{vde}	0.85	m	
b_{vd}	0.30	m	
L_{vd}	2.60	m	
$P.U.c$	2.5	$Tonf/m^3$	
t_l	0.20	m	
t_a	0.050	m	
V_{total}	2.18	m^3	
W_{total}	5.46	$Tonf$	
P_{pd}	2.73	$Tonf$	(la mitad del peso a cada estribo)
Z_{gr}	-0.53	m	

Asfalto:

L_{tp}	15.60	m	
b_c	3.60	m	
t_a	0.050	m	
$P.U.a$	2.2	Tn/m^3	
V_{total}	2.81	m^3	
W_{total}	6.18	$Tonf$	
P_a	3.09	$Tonf$	(la mitad del peso a cada estribo) 3.0888
Z_{gr}	-0.03	m	

Sardinela:

L_{tp}	15.60	m	
b_s	0.80	m	
h_s	0.20	m	
$P.U.c$	2.4	Tn/m^3	
V_{total}	4.99	m^3	
W_{total}	11.98	$Tonf$	
P_s	5.99	$Tonf$	(la mitad del peso a cada estribo) 5.9904
Z_{gr}	0.05	m	

Baranda:

L_{tp}	15.60	m
$P.b.u$	0.25	Tn/m
h_b	0.80	m
t_a	0.050	m
h_s	0.20	m
P_b	3.90	$Tonf$
Z_{gr}	0.55	m

Metrado de Cargas Vehiculares**Carga veh. 02 carriles cargados(HL-93M Y HL-93K):**

R_A	42.34	$Tonf$	
N_L	1	-	Número de carriles
P_v	42.34	$Tonf$	

Carga del peso de la superestructura del puente por metro de estribo:

P_{se}	55.88	$Tonf$
Z_B	-0.28	m
B_e	5.20	m
P_{seu}	10.75	$Tonf/m$

Carga vehicular por metro de estribo:

P_v	42.34	$Tonf$
Z_{gr}	1.80	m
P_{vu}	8.14	$Tonf/m$

Peso Total	49.63	$Tonf/m$
X_{gA}	3.16	m
Z_{gA}	3.54	m

Empuje Activo Dinámico sobre el Estribo:

H	8.00	m
γ_s	1.90	Tnf/m^3
$\hat{A}$	0.24	-
K_H	0.12	
K_V	0.05	
θ	0.13	Rad
θ	7.18	$^\circ$
ψ	2.31	
K_{AE}	0.34	
E_A	16.48	Tn/m
E_{AE}	19.92	Tn/m
Δ_{AE}	3.45	Tn/m
$0.6H$	4.80	m
$M\Delta_{AE}$	16.55	$Tn.m/m$

Fuerzas Inerciales de Sismo:

P_E	49.63	Tn/m
M_{AZ}	175.87	$Tn.m/m$
Z_H	3.54	m
K_H	0.12	
EQ	5.96	Tn/m
M_{AEQ}	21.10	$Tn.m/m$
P_{seu}	10.75	Tn/m
A	0.24	-
EQ_S	2.58	Tn/m
H	8.00	m
Z_B	-0.28	m
MEQ_S	19.92	$Tn.m/m$

Fuerza de Frenado:

P_{CD}	32.66	Tn
W_{CC}	0.954	Tn/m
L_{tp}	15.60	m
P_{CD+CC}	47.54	Tn
BR	8.16	Tn
BR	2.38	Tn
B_e	5.20	m
$BR_u =$	1.57	Tn/m
H	8.00	m
MBR_u	15.39	$Tn.m/m$

Determinación de la fuerza de flotación:

γ_a	1.00	Tn/m ³
N_f	-7.50	m
H	8.00	m
B	4.80	m
F_f	2.40	Tn/m
X_A	2.40	m
M_F	5.76	Tn.m/m

Base zapata $0.4H \leq B \leq 0.7H$ **Condición de SERVICIO I****Verificación del esfuerzo en el suelo**

ΣF_z	66.12	Tn/m
$\Sigma M_A =$	133.63	Tn.m/m
$d =$	2.02	m
$e =$	0.38	m
$I_y =$	9.22	m ⁴ /m
$\sigma_A =$	20.30	Tn/m ²
$\sigma_B =$	7.25	Tn/m ²

Verificación de la estabilidad

$\Sigma M_{EA} =$	198.72	Tn.m/m
$\Sigma M_{DA} =$	65.08	Tn.m/m
$FSV =$	3.05	
$\Sigma F_{EX} =$	37.69	Tn/m
$\Sigma F_{DX} =$	18.05	Tn/m
$FSD =$	2.09	

Condición de SERVICIO I**Verificación del esfuerzo en el suelo**

$\Sigma F_z =$	47.23	Tn/m
$\Sigma M_A =$	106.99	Tn.m/m
$d =$	2.27	m
$e =$	0.13	m
$I_y =$	9.22	m ⁴ /m
$\sigma_A =$	11.50	Tn/m ²
$\sigma_B =$	8.18	Tn/m ²

Verificación de la estabilidad

$\Sigma M_{EA} =$	156.69	$Tn.m/m$
$\Sigma M_{DA} =$	49.70	$Tn.m/m$
$FSV =$	3.15	

$\Sigma F_{EX} =$	26.92	Tn/m
$\Sigma F_{DX} =$	16.48	Tn/m
$FSD =$	1.63	

Condición de SERVICIO I

$\sigma_{se} =$	4.66	kg/cm^2
$FSD =$	1.50	
$FSV =$	1.50	

Verificación del esfuerzo en el suelo

$\Sigma F_Z =$	57.98	Tn/m
$\Sigma M_A =$	73.33	$Tn.m/m$
$d =$	1.26	m
$e =$	1.14	m
$I_Y =$	9.22	m^4/m
$\sigma_A =$	29.22	Tn/m^2
$\sigma_B =$	-5.06	Tn/m^2
$B_0 =$	3.79	m
$\sigma_{AC} =$	30.56	Tn/m^2

Verificación de la estabilidad

$\Sigma M_{EA} =$	180.60	$Tn.m/m$
$\Sigma M_{DA} =$	107.27	$Tn.m/m$
$FSV =$	1.68	

$\Sigma F_{EX} =$	33.05	Tn/m
$\Sigma F_{DX} =$	28.46	Tn/m
$FSD =$	1.16	

Colocar tacón

a=	4.60	m		
A _s =	19.55	cm ² /m		
ρ _b =	0.02			
β ₁ =	0.85			
0.75ρ _b =	0.016			
ρ=	0.00275		< 0.75ρ _b	CONFORME
1.2M _{cr} =	37.10	Tn.m/m	< M _u	CONFORME
Ø _b =	1"			
A _b =	5.10	cm ²		
s=	26.09	cm	Ø1"@27.5	
Ø _v =	0.85			
V _c =	46.35	Tn/m	> V _{ud} O.K.	

Condición de EVENTO EXTREMO

E _A =	13.84	Tn/m
Z _A =	2.44	m
E _{AE} =	16.74	Tn/m
Δ _{AE} =	2.90	Tn/m
Z _Δ =	4.40	m

2=	5.19	Tn/m	
Z ₂ =	2.96	m	
3=	3.34	Tn/m	
Z ₃ =	1.93	m	
4=	0.40	Tn/m	
Z ₄ =	5.91	m	
5=	0.55	Tn/m	
Z ₅ =	6.63	m	
P _R =	9.48	Tn/m	
E _p =	1.14	Tn/m	
Z _R =	2.93	m	
P _{SE} =	2.58	Tn/m	
Z _{SE} =	7.06	m	
M _u =	68.13	Tn.m/m	
V _{ud} =	17.37	Tn/m	
a=	6.25	cm	
A _s =	26.55	cm ² /m	
ρ=	0.0037		< 0.75ρ _b
1.2M _{cr} =	37.10	Tn.m/m	< M _u
s=	19.21	cm	Ø1"@14.5
V _c =	46.35	Tn/m	> V _{ud} O.K.

Acero para pantalla

s=	26.09 cm	Ø1"@27.5
s=	19.21 cm	Ø1"@14.5

Elegimos la separación menor

s=	19.21 cm	Ø1"@14.5
----	----------	----------

Refuerzo mínimo 1.8/1000 (En tracción) 1/3 Asmin

A _{min} =	4.80 cm ²	Área de acero mínima
Ø _b =	5/8"	Diametro de la barra
A _b =	2.00 cm ²	Area de la barra
s=	41.67 cm	
s _{asum} =	41.50	Ø5/8"@41.5

Refuerzo mínimo 1.8/1000 (En compresión) 2/3 Asmin

A _{min} =	9.60 cm ²	Área de acero mínima
Ø _b =	5/8"	Diametro de la barra
A _b =	2.00 cm ²	Area de la barra
s=	20.83 cm	
s _{asum} =	20.50	Ø5/8"@20.5

Diseño del Talón Exterior

σ _{uA} =	30.56	Tn/m ²	
σ _{uP} =	17.67	Tn/m ²	
w _z =	1.27	Tn/m ²	
M _u =	32.00	Tn.m/m	
b=	100.00	cm	
h=	66.67	cm	
r=	7.50	cm	
d=	57.67	cm	
Ø _f =	0.90		
a=	3.56	cm	
A _s =	15.15	cm ² /m	
ρ=	0.0026		< 0.75ρ _b
1.2M _{cr} =	25.76	Tn.m/m	< M _u
Ø _b =	3/4"		
A _b =	2.84	cm ²	
s=	18.75	cm	Ø3/4"@16
V _{ud} =	23.38	Tn/m	
Ø _v =	0.85		
V _c =	37.65	Tn/m	> V _{ud} O.K.

Refuerzo mínimo 1.8/1000

$A_{min}=$	6.00	cm ²	Área de acero mínima
$\emptyset_b=$	5/8"		Diametro de la barra
$A_b=$	2.00	cm ²	Area de la barra
$s=$	33.33	cm	
$s_{asum}=$	27.50		$\emptyset 5/8"@27.5$

Diseño del Talón Interior

$\sigma_{uA}=$	11.50	Tn/m ²	
$\sigma_{uB}=$	8.18	Tn/m ²	
$\sigma_{uP}=$	9.84	Tn/m ²	
$w_t=$	13.93	Tn/m ²	
$w_z=$	1.27	Tn/m ²	
$w_B=$	7.02	Tn/m ²	
$w_P=$	5.36	Tn/m ²	
$\gamma_p=$	1.50		
$M_u=$	27.93	Tn.m/m	
$V_{ud}=$	16.93	Tn/m	
$b=$	100.00	cm	
$h=$	66.67	cm	
$r=$	7.50	cm	
$d=$	57.67	cm	
$\emptyset_f=$	0.90		
$a=$	2.85	cm	
$A_s=$	12.12	cm ² /m	
$\rho=$	0.0021		$< 0.75\rho_b$
$1.2M_{cr}=$	25.76	Tn.m/m	
$\emptyset_b=$	3/4"		
$A_b=$	2.84	cm ²	
$s=$	23.44	cm	$\emptyset 3/4"@20$
$\emptyset_v=$	0.85		
$V_c=$	37.65	Tn/m	$> V_{ud}$ O.K.

Refuerzo mínimo 1.8/1000

$A_{min}=$	6.00	cm ²	Área de acero mínima
$\emptyset_b=$	5/8"		Diametro de la barra
$A_b=$	2.00	cm ²	Area de la barra
$s=$	33.33	cm	
$s_{asum}=$	27.50		$\emptyset 5/8"@27.5$

Diseño del Tacón

$\emptyset_{sz} =$	35.00	O
$\emptyset_{sz} =$	0.61	
$\gamma_{sz} =$	1.90	Tn/m ³
$\Sigma F_{EX} =$	33.05	Tn/m
$\Sigma F_{DX} =$	28.46	Tn/m
FSD=	1.16	

$E_p =$	9.64	Tn/m
$K_p =$	3.69	
$h =$	1.66	m
$h_t =$	0.99	m
$\sigma_{mt} =$	11.63	T/m ²
$\sigma_{zt} =$	4.67	T/m ²
$M_u =$	6.86	Tn.m/m
$b =$	100.00	cm
$t_t =$	50.00	cm
$d =$	41.00	cm
$\emptyset_f =$	0.90	
$\emptyset_v =$	0.85	
$V_{ud} =$	8.08	Tn/m
$a =$	1.05	cm
$A_s =$	4.48	cm ² /m
$A_{smin} =$	6.00	cm ² /m
$\emptyset_b =$	5/8"	
$A_b =$	2.00	cm ²
$s =$	33.33	cm
V_c	26.77	Tn/m

Ø5/8"@30

> V_{ud} O.K.

Refuerzo mínimo 1.8/1000

$A_{min} =$	4.50	cm ²
$\emptyset_b =$	1/2"	
$A_b =$	1.29	cm ²
$s =$	28.67	cm
$s_{asum} =$	28.50	

Área de acero mínima

Diametro de la barra

Area de la barra

Ø1/2"@28.5

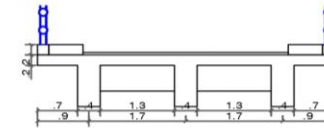
ANEXO 9

PLANO DE VISTAS DEL PUENTE

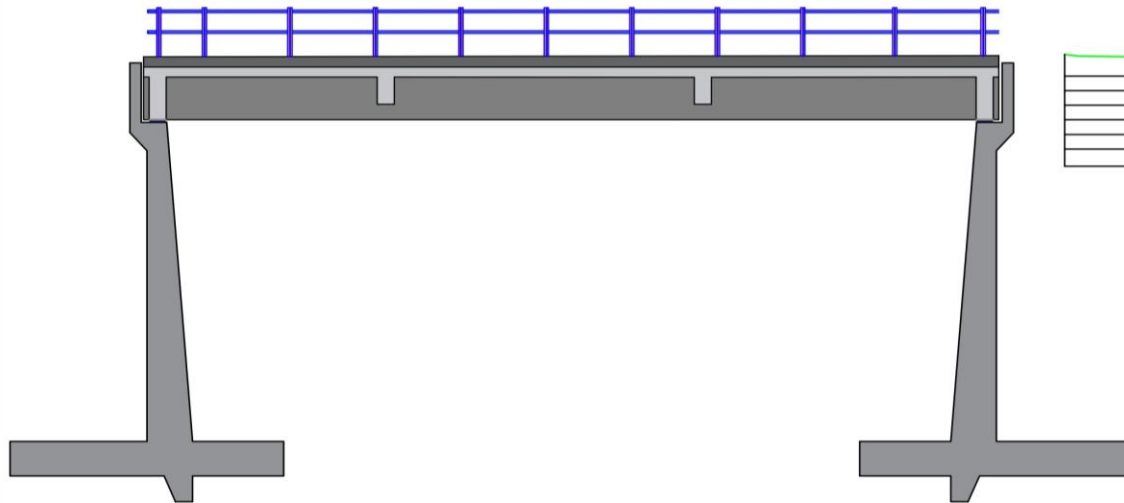
VISTA LONGITUDINAL DEL PUENTE



VISTA TRANSVERSAL



VISTA LONGITUDINAL-PUENTE Y ESTRIBOS



PERFIL DE TERRENO



 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERÍA E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: DISEÑO DE UN PUENTE PARA TROCHA CARROZABLE COMO MEJORA DEL TRÁNSITO VEHICULAR, CONCHAMARCA - HUÁNUCO - 2023		ESCALA: INDICADA
PLANO: VISTAS		FECHA: NOVIEMBRE 2023
UBICACIÓN: HUAMANGAGA	LOCALIZACIÓN: DISTRITO : CONCHAMARCA PROVINCIA : HUÁNUCO DEPARTAMENTO : HUÁNUCO	LAMINA: L-01

ANEXO 10

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE ACERO

