

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Mejora del comportamiento estructural con el diseño de un
puente viga losa en el distrito de Santa María Del Valle –
Huánuco - 2023”**

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

AUTOR: Sabino García, Francis Terry

ASESOR: Jacha Rojas, Johnny Prudencio

HUÁNUCO – PERÚ

2024



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería Civil

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76552027

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40895876

Grado/Título: Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0001-7920-1304

H

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Narro Jara, Luis Fernando	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	18206328	0000-0003-4008-7633
2	Valdivieso Echevarría, Martín César	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433



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 **jueves 16 de mayo de 2024**, 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:

- ❖ MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA - PRESIDENTE
- ❖ MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA - SECRETARIO
- ❖ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1098-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"MEJORA DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL CON EL DISEÑO DE UN PUNTE VIGA LOSA EN EL DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE – HUÁNUCO - 2023"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Francis Terry SABINO GARCIA**, 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 **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **...12...** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47).


Siendo las **17^h...30'** horas del día 16 del mes de mayo del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA
DNI: 18206328
ORCID: 0000-0003-4008-7633
Presidente



MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA
DNI: 22416570
ORCID: 0000-0002-0579-5135
Secretario



MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA
DNI: 73645168
ORCID: 0009-0001-0745-5433
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: FRANCIS TERRY SABINO GARCÍA, de la investigación titulada “Mejora del comportamiento estructural con el diseño de un puente viga losa en el distrito de Santa María del Valle - Huánuco – 2023”, con asesor JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1534-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 10 % 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, 08 de julio de 2024



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

50. SABINO GARCÍA FRANCIS TERRY.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
4	idus.us.es Fuente de Internet	1%
5	www.grafiati.com Fuente de Internet	1%



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

A mis queridos padres, fuente inagotable de apoyo y amor incondicional, cuyo sacrificio y dedicación han sido mi guía constante. A mi familia, pilar fundamental que ha respaldado cada paso de esta travesía. A mis entrañables amigos, compañeros de risas y desafíos, cuya amistad ha enriquecido esta experiencia.

Este logro no es solo mío, sino de todos ustedes. Aprecio sus palabras alentadoras, gestos de amistad y amor constante. Dedico este trabajo con gratitud y afecto, reflejo de las enseñanzas y apoyo que han marcado mi camino.

AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres, cuyo amor y apoyo incondicional han sido la brújula que ha guiado cada paso de mi educación. Su sacrificio y dedicación han sido la fuente de inspiración que me impulsa a superar desafíos y alcanzar metas.

A mi respetado asesor, MG. Jacha Rojas Johnny, agradezco profundamente su orientación sabia y su compromiso inquebrantable con mi crecimiento académico. Sus enseñanzas y consejos han sido fundamentales para el desarrollo de esta tesis.

A mis estimados docentes, quienes han compartido sus conocimientos y experiencias, guiándome en el proceso de aprendizaje. Su dedicación y pasión por la enseñanza han dejado una marca indeleble en mi formación académica.

Este logro no habría sido posible sin la contribución invaluable de cada uno de ustedes. Agradezco sinceramente el impacto positivo que han tenido en mi trayectoria educativa y en la culminación exitosa de este proyecto.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	X
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. OBJETIVOS.....	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	15
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	15
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
CAPÍTULO.....	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS.....	22
2.2.1. PUENTES.....	22
2.2.2. TIPOS DE PUENTES.....	26

2.2.3. PUENTE TIPO VIGA LOSA.....	31
2.2.4. DISEÑO VIGA LOSA.....	34
2.2.5. MÉTODOS LRFD	37
2.2.6. ESTADOS LÍMITE	38
2.2.7. CARGAS	39
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	45
2.3.1. LOSA.....	45
2.3.2. VIGAS.....	46
2.3.3. CALZADA DEL PUENTE.....	46
2.3.4. ANCHO DE FRANJA.....	46
2.3.5. APLICACIÓN DE CARGAS	46
2.3.6. LUZ DE CÁLCULO	47
2.3.7. VEREDA.....	47
2.4. HIPÓTESIS	47
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	47
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	47
2.5. VARIABLES	48
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	48
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	48
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	49
CAPÍTULO III.....	51
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	51
3.1.1. ENFOQUE.....	51
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	51
3.1.3. DISEÑO.....	52
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.2.1. POBLACIÓN.....	52
3.2.2. MUESTRA.....	52
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	52
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	52
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	53
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	54
CAPÍTULO IV.....	56

RESULTADOS.....	56
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	56
4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	56
4.1.2. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE.....	57
4.1.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN CSI BRIDGE DE LA LOSA.....	63
4.1.4. DISEÑO DEL VOLADIZO.....	65
4.1.5. MODELADO DE LA VIGA EXTERIOR EN CSI BRIDGE	85
CAPÍTULO V.....	97
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	97
5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS	97
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
ANEXOS.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rango de luces según el tipo de estructura	24
Tabla 2 Pesos específicos de algunos materiales	40
Tabla 3 Pesos específicos de algunos materiales	42
Tabla 4 Operacionalización de variables	49
Tabla 5 Detalle de reforzamiento de losa volado	53
Tabla 6 Detalle de reforzamiento de losa claro	53
Tabla 7 Detalle de reforzamiento de losa apoyo	54
Tabla 8 Factores de distribución combinaciones de carga	54
Tabla 9 Detalle de reforzamiento tramo: voladizo	67
Tabla 10 Detalle de reforzamiento tramo claro	70
Tabla 11 Detalle de reforzamiento tramo: apoyo	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Elevación Nivel de aguas máximas extraordinarias	27
Figura 2 Arco de tablero superior.....	28
Figura 3 Arco de tablero int.....	28
Figura 4 Arco de tablero inferior.....	29
Figura 5 Pórtico de columnas incluidas	29
Figura 6 Puente tipo pórtico	29
Figura 7 Puente suspendido	30
Figura 8 Sección transversal de viga de rigidez tipo celosía	30
Figura 9 Elementos principales de un puente viga	31
Figura 10 Elementos de una losa	32
Figura 11 Sección transversal Tablero con Viga I.....	33
Figura 12 Sección transversal Viga cajón.....	33
Figura 13 Características del camión de diseño	43
Figura 14 Vista en planta	56
Figura 15 Propiedades de material.....	63
Figura 16 Peralte la losa	63
Figura 17 Patrones de carga.....	64
Figura 18 Resistencia I: voladizo	64
Figura 19 Resistencia I: claro.....	64
Figura 20 Resistencia I: apoyo.....	64
Figura 21 Propiedades de material	81
Figura 22 Sección de viga interior.....	81
Figura 23 Patrones de carga.....	82
Figura 24 Cargas vehiculares	82
Figura 25 Caso de carga	82
Figura 26 Combinaciones de carga Resistencia I – M.....	83
Figura 27 Combinaciones de carga Resistencia I - V	83
Figura 28 Diagrama de momentos para la viga interior	84

Figura 29 Diagrama de cortante para la viga interior	84
Figura 30 Sección de viga exterior.....	85
Figura 31 Patrones de carga.....	85
Figura 32 Combinaciones de carga Resistencia I - M.....	86
Figura 33 Combinaciones de carga Resistencia I – V	86
Figura 34 Diagrama de momentos para la viga exterior	87
Figura 35 Diagrama de cortante para la viga exterior	87
Figura 36 Vista transversal del puente.....	94
Figura 37 Viga Interior	95
Figura 38 Viga Exterior	95

RESUMEN

Este estudio se enfocó en examinar el impacto del diseño de un puente viga losa en su comportamiento estructural en Santa María del Valle-Huánuco -2023. Los objetivos específicos abordaron aspectos críticos del diseño, como la evaluación del ancho del puente en relación con las deformaciones máximas bajo diversas cargas, la influencia del peralte de las vigas en la capacidad de carga y la importancia de la distribución precisa del refuerzo de acero.

Los resultados resaltan la importancia de un diseño meticuloso y específico en cada uno de estos aspectos. Se identificó una relación clara entre el ancho del puente y las deformaciones máximas, respaldando la necesidad de ajustes específicos para optimizar la resistencia estructural. Asimismo, se confirmó la importancia crucial del peralte de las vigas, revelando una relación positiva con la capacidad del puente para soportar diversas cargas. La distribución precisa del refuerzo de acero también se manifestó como un factor determinante, influyendo directamente en la capacidad de carga del puente.

Se validó la hipótesis general, respaldando la afirmación de que el diseño propuesto de un puente viga losa contribuye significativamente a un mejor comportamiento estructural en la región. Estos resultados no solo tienen aplicaciones prácticas para el diseño de puentes en Santa María del Valle – Huánuco – 2023, sino que también establecen una base sólida para futuras investigaciones en ingeniería estructural. Además, se mencionan recomendaciones que buscan mejorar la aplicación práctica de los resultados y contribuir al avance continuo de las prácticas de diseño estructural en la región.

Palabras clave: Mejora, comportamiento, diseño, puente, viga.

ABSTRACT

This study focused on examining the impact of the design of a slab-girder bridge on its structural behavior in Santa María del Valle – Huánuco – 2023. The specific objectives addressed critical aspects of the design, such as the evaluation of the width of the bridge in relation to deformations under various loads, the influence of beam superelevation on load capacity, and the importance of precise distribution of steel reinforcement.

The results highlight the importance of a meticulous and specific design in each of these aspects. A clear relationship between bridge width and maximum deformations was identified, supporting the need for specific adjustments to optimize structural strength. Likewise, the crucial importance of the cant of the girders was confirmed, revealing a positive relationship with the bridge's ability to support various loads. The precise distribution of the steel reinforcement also emerged as a determining factor, directly influencing the load capacity of the bridge.

The general hypothesis was validated, supporting the claim that the proposed design of a slab-girder bridge significantly contributes to better structural performance in the region. These results not only have practical applications for the design of bridges in Santa María del Valle – Huánuco – 2023, but also establish a solid foundation for future research in structural engineering. In addition, recommendations are mentioned that seek to improve the practical application of the results and contribute to the continuous advancement of structural design practices in the region.

Keywords: Improvement, behavior, design, bridge, beam.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se sumerge en un análisis exhaustivo sobre el comportamiento estructural de puentes viga losa, centrándose en el contexto específico de Santa María del Valle – Huánuco – 2023. Este estudio busca aportar significativamente al campo de la ingeniería estructural, explorando la influencia crucial del diseño en la eficacia y resistencia de estos elementos esenciales de la infraestructura.

En el capítulo 1, se aborda de manera detallada el problema de investigación que motiva esta indagación. La identificación y análisis minucioso de las problemáticas existentes proporcionarán un fundamento sólido para la posterior formulación de hipótesis y objetivos específicos.

En el capítulo 2, se presenta un exhaustivo marco teórico que contextualiza y fundamenta los conceptos clave relacionados con el diseño de puentes viga losa. Esta revisión crítica de la literatura existente establece la base conceptual necesaria para comprender y evaluar de manera efectiva las variables involucradas en el estudio.

El capítulo 3 se centra en la metodología de investigación. Aquí se describen detalladamente los enfoques y técnicas utilizadas para recopilar datos así como la selección de la muestra y los criterios de evaluación. Este capítulo ofrece una guía metodológica completa para garantizar la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos.

En el capítulo 4, se lleva a cabo el procesamiento de datos y se presentan los resultados derivados de la investigación. Mediante técnicas estadísticas apropiadas, se analizan y organizan los datos recopilados, proporcionando una visión clara de las tendencias y patrones observados.

Finalmente, el capítulo 5 se adentra en la discusión de los resultados obtenidos. Aquí, se interpretan críticamente los hallazgos, se contrastan con la literatura existente y se abordan las implicaciones prácticas y teóricas de los resultados. Esta sección no solo responde a los objetivos planteados en el capítulo 1, sino que también establece las bases para futuras investigaciones y desarrollos en el ámbito de la ingeniería estructural.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El constante crecimiento del tráfico vehicular en el distrito de Santa María del Valle ha puesto a prueba la actual infraestructura vial, lo que subraya la urgente necesidad de ampliar la capacidad y seguridad de los puentes. En este sentido un importante puente de vigas losa, que ahora soporta un gran volumen de tráfico ha empezado a mostrar síntomas de tensión y fatiga lo que plantea interrogantes sobre el rendimiento estructural y la durabilidad del puente. Para garantizar la seguridad del tráfico y la eficacia del transporte la incapacidad del puente para seguir funcionando en circunstancias de mayor carga y tráfico más intenso plantea un grave problema.

En un puente viga losa, las vigas y la losa funcionan como un único sistema integrado para distribuir y soportar las cargas, las vigas de acero o concreto se colocan a lo largo de todo el puente y se unen a una losa que sirve de parte superior, las vigas y la losa trabajan juntas para crear una estructura continua que pueda soportar las cargas aplicadas (Nilson et. al, 2009)

Para abordar el problema, la investigación se centra en el diseño de una propuesta para mejorar el comportamiento estructural del puente existente con el fin de aumentar su capacidad de carga y su resistencia a las tensiones provocadas por el crecimiento del tráfico de automóviles. Esta propuesta de diseño se basó en el uso de herramientas tecnológicas de vanguardia, como simulaciones computacionales y análisis estructurales, para comparar diversas filosofías de diseño y sus efectos sobre el comportamiento y la durabilidad. El objetivo principal de este estudio es abordar el reto del comportamiento estructural inadecuado del puente a la luz de los patrones de tráfico actuales y futuros, en un esfuerzo por ofrecer una solución viable y eficaz.

La importancia del estudio radicó en su capacidad para aportar una solución viable y duradera a un grave problema de la infraestructura vial del

distrito de Santa María del Valle. Se previó que al crear un concepto de diseño que mejore la resistencia y capacidad del puente, estos redujeron los costos de mantenimiento continuo, además de mejorar la seguridad vial y la eficacia del tránsito. Además, los hallazgos y sugerencias realizados sirven de base para futuras mejoras de otros puentes comparables en la zona y en otros lugares, ayudando a construir infraestructuras viarias más duraderas y resistentes.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo afecta la propuesta del diseño de un puente viga losa que contribuya en un mejor comportamiento estructural a lo largo del tiempo, Santa María del Valle – Huánuco - 2023?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cómo afecta el ancho del puente a las deformaciones máximas bajo distintas cargas, Santa María del Valle – Huánuco-2023?

¿Cómo afectan el peralte de las vigas a la capacidad del puente para soportar cargas, Santa María del Valle – Huánuco-2023?

¿Cómo afecta la distribución precisa del refuerzo de acero en la capacidad de carga del puente, Santa María del Valle – Huánuco-2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer el diseño de un puente viga losa que contribuya en un comportamiento estructural a lo largo del tiempo, Santa María del Valle – Huánuco – 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la influencia del ancho del puente a las deformaciones máximas bajo distintas cargas, Santa María del Valle – Huánuco-2023.

Evaluar la influencia del peralte de las vigas a la capacidad del puente para soportar cargas, Santa María del Valle – Huánuco-2023.

Calcular la influencia de la distribución precisa del refuerzo de acero en la capacidad de carga del puente, Santa María del Valle – Huánuco-2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La relevancia y el valor del estudio se establecieron en el contexto del cuerpo de conocimientos mediante la justificación teórica, se pretende colmar una laguna de conocimiento en esta situación dilucidando cómo el diseño óptimo de puentes vigas losa y pueden afectar a su comportamiento estructural y resistencia, contribuyó al conjunto de conocimientos sobre ingeniería civil y diseño de puentes investigando las conexiones entre elementos como la geometría, los materiales y los sistemas estructurales, el estudio ayudó al diseño y desarrollo de futuras infraestructuras en la zona al tener en cuenta una situación específica del distrito de Santa María del Valle.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La justificación práctica especificó la importancia de los resultados del estudio en cuanto a su potencial de uso en el mundo real y sus ventajas concretas, puede mejorar directamente la seguridad vial al mejorar el diseño de los puentes de vigas de losa para garantizar que puedan soportar cargas suficientes y responder a perturbaciones sísmicas, además el diseño mejorado da lugar a puentes más resistentes con menores costos de mantenimiento y sustitución a largo plazo, el estudio ofrece consejos útiles a planificadores, ingenieros y organismos gubernamentales encargados de gestionar las infraestructuras viarias, promoviendo el crecimiento a largo plazo de la zona y el bienestar general de la población.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

El estudio presentó una justificación metodológica, el estudio utilizó una combinación de técnicas experimentales y análisis teóricos para abordar cuestiones relacionadas con el comportamiento estructural y la durabilidad, se previó cómo se comporta el puente bajo distintas cargas y circunstancias utilizando modelos de simulación y software de ingeniería, ofrecerá información específica sobre cómo afectan las modificaciones de diseño a la resistencia y la vida útil de los puentes de vigas de losa mediante la recopilación de datos empíricos.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Existe limitaciones financieras ya que no se tiene acceso de equipos de prueba avanzado y de la licencia original del software CSI Bridge.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño para mejorar el comportamiento estructural de un puente existente en respuesta al aumento del tráfico de vehículos resulta viable además de ser bastante realista y significativa, la evaluación eficaz de las distintas posibilidades de diseño y su repercusión en la capacidad de carga y la durabilidad del puente será posible gracias a la aplicación de herramientas técnicas de simulación y análisis, la aplicabilidad práctica de esta investigación se ve reforzada por el actual crecimiento de la producción de vehículos ya que un mejor diseño puede mejorar inmediatamente la fluidez del tráfico y la seguridad vial al tiempo que puede reducir los costes de mantenimiento a largo plazo, el plan aborda un problema localizado al concentrarse en un puente concreto del distrito de Santa María del Valle, teniendo en cuenta las circunstancias locales únicas y ofreciendo soluciones personalizadas, el hecho de centrarse en un puente existente permite realizar un estudio práctico y aplicado, con la posibilidad de colaboración multidisciplinar para apoyar y mejorar la idea.

CAPÍTULO

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Martín (2019) en su tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil titulada *Estudio paramétrico del comportamiento estructural de puentes arco*; presentada a la Universidad de Sevilla concluye que el modelo de puente arco utilizando elementos de placa con distorsión impedida es un modelo adecuado para el análisis comparativo, ya que proporciona resultados prácticamente similares a los obtenidos por J. Manterola y A. Domínguez en sus respectivos estudios, en consecuencia, este modelo de placa se utilizará para analizar el impacto de la distorsión ajustando la presencia de distorsión en el puente, al igual que se ha hecho con los otros modelos generados, una mayor presencia de la distorsión hace que el torsor en el arco se haga cada vez más pequeño, excluyendo la contribución del torsor del tablero por ser demasiado diminuta, la distorsión hace que el torsor en el arco sea cada vez más pequeño, mientras que el componente de torsión del torsor se hace cada vez más importante, el componente torsor inducido por la torsión se hace cada vez más importante. Estas conclusiones son válidas tanto para el caso de carga transversal como para el de carga de viento.

Rondón y Fernández (2021) en su artículo titulada *Método simplificado para estimar las respuestas sísmicas de puentes continuos de vigas de concreto presforzado*; presentada a la Universidad de Costa Rica ya que debido a sus ventajas en términos de eficiencia de recursos a lo largo de las etapas de diseño y construcción, los puentes con tableros de vigas de concreto pretensado son comúnmente utilizados en la ingeniería peruana, el presente estudio proporciona una técnica más simple en dos direcciones de análisis para calcular el período básico de vibración del puente y las respuestas sísmicas elásticas tales como

desplazamiento lateral, fuerza cortante y momento flector en el estribo que sufre la mayor demanda sísmica, estas expresiones son el resultado de un estudio sísmico elástico sobre un conjunto de modelos paramétricos, como carga sísmica se utilizaron espectros de diseño sísmico de acuerdo con los mapas de isoaceleración recomendados en el manual de puentes del Ministerio de Transportes del Perú, inicialmente, se desarrolló un modelo simplificado de los componentes estructurales del puente y a continuación, se hallaron los parámetros que caracterizan su reacción sísmica, los factores más típicos, como la relación altura/anchura (H/B), la relación altura/espesor (H/D), la relación longitud/anchura (R/L), el número de vanos (n_t) y la aceleración máxima del terreno (PGA), se utilizaron para desarrollar una familia de escenarios de modelos paramétricos, para confirmar este modelo más sencillo, los resultados se compararon con un modelo estructural más complejo elaborado en un software de ingeniería especializado que tiene en cuenta los impactos de los apoyos comunes y los amortiguadores sísmicos, finalmente, las expresiones del enfoque simplificado permiten estimar las reacciones sísmicas con un margen de error inferior al 10%.

Gutierrez et. al (2021) en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil titulada 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 presentada a la Universidad Piloto de Colombia; mencionan que el diseño, planificación y construcción de puentes estructuras que facilitan el paso por encima de barreras y optimizan las rutas de viaje representa un área de especialización en la disciplina de la ingeniería civil, los puentes han evolucionado a lo largo del tiempo para satisfacer las cambiantes demandas humanas, hasta el siglo XIX, eran diseñados y construidos por profesionales que utilizaban técnicas empíricas, pero a raíz de los incesantes avances económicos y científicos de la Revolución Industrial y del desarrollo de materiales como el hierro fundido, el hierro forjado y el acero, se desarrolló el campo de la ingeniería civil y con él edificios más sofisticados, la tesis se centró

principalmente en la construcción del puente Flandes Parque Central en Pasca, Cundinamarca, debido a su continuo uso y falta de mantenimiento, este puente presenta actualmente problemas. el objetivo del diseño es construir una estructura de concreto reforzado, la infraestructura del puente consiste en el diseño de estribos y una pila central, mientras que la parte superior está conformada por una losa maciza con vigas, cabe destacar que el diseño depende de las normas proporcionadas por CCP-14 y no contiene detalles de cimentación, el dimensionamiento previo del puente que supuso la ampliación para añadir un carril, un carril bici y un paso peatonal, fue el primer paso de la secuencia de trabajo, a continuación se determinó el tamaño adecuado de la viga y el espesor de la losa evaluando las cargas estáticas y dinámicas, luego se calculó la armadura de acero, y los valores permitidos sirvieron de base para el diseño de los estribos, por último, se utilizó el software SAP 2000 para finalizar el análisis estructural.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Aronés y Cortes (2018) en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil titulada. Evaluación estructural del puente Huaracane con las Especificaciones de Diseño de Puentes AASHTO LRFD 2012 y Norma Técnica Peruana Sismorresistente E.0302016 en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; el objetivo principal de esta tesis es contribuir a la disciplina de la ingeniería estructural, que es un subcampo de la ingeniería civil, esto se consigue llevando a cabo un análisis y una evaluación exhaustivos de puentes viga, losa de hormigón armado, más concretamente, la evaluación de un puente de dos vanos con un estribo central es el objeto de atención, el objetivo de este trabajo es brindar a los estudiantes, practicantes y profesionales involucrados en el diseño de estas construcciones una herramienta que les permita analizar el tipo de puentes que son típicos en el Perú pero que no cuentan con una norma actualizada, dado que la norma nacional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de 2003 no cumple los requisitos estructurales de la norma AASHTO LRFD, para el diseño de estos

puentes se utilizan con frecuencia normas internacionales como la Norma AASHTO, AASHTO LRFD y CALTRANS, la tesis se basa en un examen detallado de normas importantes, incluyendo la Norma de Diseño Sismorresistente E 030 (2016), el Manual de Diseño de Puentes del MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, y la AASHTO LRFD 2012, además se realizó un análisis exhaustivo del diseño de un puente de hormigón armado de dos vanos, utilizado como ejemplo paradigmático, el puente Huaracane en Moquegua, que fue diseñado en 2008 de acuerdo con la Norma AASHTO, es el que se está examinando, para ello se utilizaron criterios de análisis de diseño de puentes, para el modelado estructural del puente se utilizaron herramientas de software como CSI-BRIDGE 2015, SAP 2000 y SLIDE, los resultados del análisis del puente Huaracane se proporcionaron en detalle, dando una imagen completa del examen que se llevó a cabo.

Espinoza (2018) en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil titulada 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 los tramos de carretera entre Palca y Chana y de Chana a Vichón son a veces difíciles de transitar debido a las fuertes lluvias que se producen entre octubre y abril, las inundaciones provocadas por estas tormentas obstruyen las comunicaciones e interrumpen el transporte, este problema repercute negativamente en el comercio y limita los recursos accesibles a los pequeños empresarios, es crucial llevar a cabo una investigación y un diseño para la construcción de un puente suficiente para permitir el tráfico de vehículos con el fin de abordar el problema del acceso a la ciudad de Vichón, se ha realizado un amplio estudio de ingeniería centrado en el proyecto del puente de Yacuragra, cuyo objetivo es resolver el problema de tener que cruzar la orilla de un río en la carretera entre Chana y Vichón, para lograr este objetivo se ha realizado una exhaustiva recopilación de datos hidrológicos, hidráulicos, topográficos y geotécnicos, las directrices ofrecidas en el Manual de Diseño de Puentes han servido como principales fuentes de información

para este planteamiento, estas normas han ayudado a que la información recopilada se analizara a fondo y se calculara con precisión, una vez concluida la fase de cálculo estructural, se elaboraron los diseños detallados del puente, también se han establecido los mejores tamaños para cada parte de la superestructura y la subestructura del puente, el objetivo de este planteamiento minucioso y meticuloso es ofrecer una solución sólida y viable a los problemas de acceso y comunicación de la zona afectada por las inundaciones.

Altamirano (2018) en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil titulada; Análisis y diseño del puente vehicular sobre el río Yuracyacu, en el sector Monterrey, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de San Martín presentada a la Universidad Nacional de San Martín, en base a los resultados, la estructura a desarrollar corresponde a un puente vehicular de un solo carril con un ancho de calzada de 8,40 metros, este puente tendrá una longitud de 47,00 metros y se distinguirá por su diseño sesgado, el espesor de la losa o tablero que funcionará como superficie de circulación será de 0.20 metros, la sección primaria de la construcción estará formada por cuatro vigas de acero con un peralte de 1,80 metros, también se colocarán siete vigas diafragma de acero para absorber las fuerzas de torsión, para aumentar la seguridad y la accesibilidad, a ambos lados del puente se instalarán pasarelas de 1,25 metros de ancho con barandillas de acero galvanizado, la subestructura estará formada por estribos de hormigón armado, y los cimientos se construirán con pilotes de cimentación profunda, los estribos se construyeron siguiendo la pendiente del puente, con sus lados paralelos al eje del río, ambos estribos tendrán 6,00 metros de altura, con el nivel superior del parapeto a 830,00 metros sobre el nivel del mar (nivel del puente), y el nivel inferior de la zapata de cimentación a 824 metros sobre el nivel del mar, la cimentación profunda se obtendrá excavando diez pilotes con diámetros de un metro y profundidades de veinticinco metros para el estribo izquierdo y quince metros para el estribo derecho.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Santiago (2021) en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil 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 desarrollo de una infraestructura viaria orientada a maximizar el tráfico en las vías próximas al Espacio Urbano Puente del Huallaga es el objetivo principal de este proyecto, el diseño se basa en un examen exhaustivo de una serie de factores, como la capacidad de la situación preexistente, el nivel de servicio, el diseño geométrico y la seguridad vial, para llevar a cabo la evaluación de la seguridad vial se utilizó la simulación de clasificación por estrellas IRAP, de acuerdo con las recomendaciones de la TWSC del Manual de Carreteras HCM 2000, se aplicaron metodologías que incluían estimaciones de capacidad y nivel de servicio, adicionalmente, se utilizó el diseño geométrico, apegándose a las normas establecidas en el Manual de Carreteras DG-2018 para cruces canalizados, los resultados muestran las diferencias entre el problema actual y la solución propuesta, mientras que el nivel de servicio disminuyó en general un 7%, la capacidad media aumentó un 0,2%, además, la amplitud y la alineación de los cruces existentes mejoraron gracias a los cambios introducidos en su diseño geométrico, destaca especialmente la mejora de la clasificación por estrellas de la seguridad vial, que ha aumentado un 60% de media, la investigación concluye con una aprobación general del plan de carreteras propuesto, este plan pretende mejorar significativamente la fluidez del tráfico, tanto para automóviles como para peatones, en el Espacio Urbano Puente Huallaga y en las carreteras adyacentes, promoviendo de forma efectiva un transporte más seguro y eficiente.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. PUENTES

Un puente es un edificio que salva un obstáculo natural o artificial, como un río, un valle, una carretera u otra masa de agua. Permitiendo el paso de trenes, coches, peatones y otros tipos de transporte. Los

puentes desempeñan un papel crucial en la conexión y el crecimiento de las regiones geográficas y tienen una influencia significativa en las infraestructuras de transporte, según las condiciones y exigencias locales, los puentes pueden tener diversos tamaños, formas y tipos de construcción (Pastor, 2000).

2.2.1.1. LOCALIZACIÓN

El emplazamiento geográfico de un puente y la decisión deliberada de dónde cruzar una barrera se denominan su ubicación; esta elección se hace teniendo en cuenta una serie de variables, como la topografía del terreno, la accesibilidad, el volumen de tráfico, los costes de construcción y el efecto limitante sobre el medio ambiente, el emplazamiento ideal puede maximizar la eficacia y funcionalidad del puente al tiempo que garantiza la seguridad de las personas y su durabilidad a largo plazo (Seminario, 2004).

2.2.1.2. LUZ Y TIPO DE ESTRUCTURA

La distancia horizontal entre los apoyos o estribos que sostienen la construcción del puente se denomina luz de un puente, a veces conocida como luz libre o simplemente luz, en otras palabras, es el espacio entre los puntos de apoyo del puente, en el diseño de un puente, la luz es importante porque influye en la capacidad del puente para soportar cargas, su capacidad para resistir presiones externas y su estabilidad general, hay que elegir la luz adecuada en función de la topografía, las necesidades del tráfico y las especificaciones del diseño (Pastor, 2000).

En función de cómo distribuyan las cargas y tensiones, los puentes un componente crucial de las infraestructuras de transporte pueden dividirse en varias categorías diferentes, el puente de viga única, que consiste en una viga horizontal apoyada en ambos extremos sobre soportes y es el mejor para vanos cortos, así como el puente de arco, que emplea un arco o una serie de

arcos para soportar la carga y dispersar las presiones de compresión para permitir vanos más largos, son tipos comunes de construcciones de puentes. el puente de viga cajón, una construcción hueca con una sección transversal en forma de caja que es eficaz en términos de resistencia y peso y es perfecto para ferrocarriles y autopistas; el puente de vigas de celosía, con un diseño de vigas entrecruzadas que ofrece gran resistencia y estabilidad, habitual en puentes largos o ferrocarriles; el puente atirantado, caracterizado por cables de tensión que se extienden desde torres o pilas hasta el tablero, óptimo para luces largas y diseños modernos; y, por último, el puente colgante, que se basa en cables de suspensión sujetos a torres o pilas y puede salvar distancias considerables, siendo reconocido por su impresionante estética, en la elección del tipo de estructura influyen variables como la longitud del puente, las cargas, el terreno, consideraciones estéticas y necesidades particulares de diseño, buscando constantemente una combinación que garantice la utilidad y seguridad de la estructura (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 (Lima 1993).

2.2.1.3. FORMAS GEOMÉTRICAS Y DIMENSIONES

En general, es fundamental garantizar que el carril de circulación tenga la anchura suficiente, además, en proyectos con luces estándar no superiores a 20 metros, se aconseja mantener la extensión adecuada de las regiones laterales, también conocidas como bermas, sin embargo, en determinadas circunstancias en las que la estructura se distingue por su longitud, anchura o altura, podría ser posible reducir al mínimo la anchura de las bermas, sobre todo si hay poco tráfico peatonal y no se necesitan pasarelas, cuando esto ocurra, las barreras de borde de berma pueden ser preferibles a mantener la berma en su anchura actual, es preferible habilitar un paso peatonal construyendo una pasarela separada de la berma por barreras y protegida por barandillas cuando sea necesario el acceso para el mantenimiento o cuando el número de personas sea considerable, en los entornos metropolitanos, es típico emplear tramos que se asemejan a las partes de calzada que se ven en las calles (Seminario, 2004).

La geometría de los puentes debe ajustarse a las normas del Manual de Puentes y tener en cuenta otros factores, es importante planificar futuras ampliaciones, como el ensanchamiento de las vías, en los cruces tanto ferroviarios como automovilísticos, cuando un puente atraviesa un río o un canal, la alineación horizontal de la calzada allí puede estar inclinada en lugar de ser paralela al eje del curso de agua, cuando se construye un puente sobre una curva horizontal o una transición, el peralte debe seguir el diseño geométrico de la carretera y no superar el límite permitido, un puente sobre arroyos sin obstáculos debe tener una altura libre de al menos 2,0 metros por encima del nivel más alto del agua durante todo el año, el espacio libre debe ser de al menos 2,5 metros para los puentes que atraviesan arroyos que transportan esporádicamente basura, troncos y otros elementos, estos factores garantizan un diseño de puente que, en diversas condiciones, satisface los criterios de seguridad y funcionalidad (MTC, 2018).

2.2.2. TIPOS DE PUENTES

2.2.2.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN MATERIAL

En la construcción de puentes se utiliza una gran variedad de materiales, desde componentes convencionales hasta materiales compuestos de última generación, la ingeniería de puentes utiliza una gran variedad de materiales como protagonistas: piedra, madera, cuerda, hierro, acero, hormigón armado, hormigón pretensado e incluso, más recientemente, materiales compuestos como las fibras, esta variación reacciona a los requisitos singulares de cada proyecto y a las características únicas del entorno, la elección de un material para un puente no es aleatoria, sino que se basa en consideraciones técnicas, funcionales y financieras, los puentes pueden clasificarse en función de los principales elementos portantes que componen su estructura (MTC, 2018).

En este sentido, existen muchas posibilidades, desde el uso de la piedra, que evoca una estética envejecida y sólida, hasta la adaptabilidad del acero y el hormigón armado, que permiten disposiciones contemporáneas y eficaces.

Los puentes de menor envergadura se han construido tradicionalmente en madera por su inalterabilidad y sostenibilidad, por el contrario, el hierro y el acero han transformado el campo de la ingeniería de puentes por su resistencia, flexibilidad y capacidad para producir edificios con luces y diseños atrevidos, con su mezcla de compresión y tensión, el hormigón armado y pretensado ofrece soluciones resistentes y duraderas apropiadas para grandes luces y cargas pesadas (Pastor, 2000).

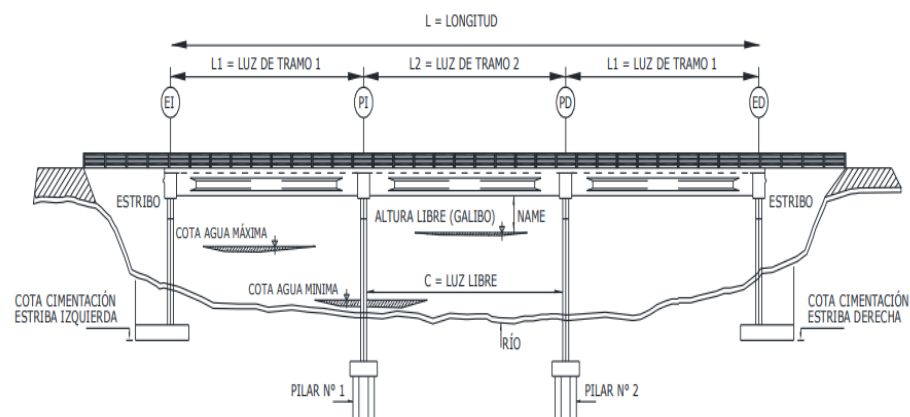
Los materiales compuestos han irrumpido últimamente en la construcción de puentes, las fibras de alta resistencia, como la fibra de carbono y la fibra de vidrio, se combinan con resinas para formar estructuras ligeras, resistentes y que desafían los límites aceptados, esta gama de materiales sirve de ejemplo de cómo los

avances en ciencia e ingeniería de materiales están haciendo posible el desarrollo de soluciones para puentes más eficaces, seguras y agradables a la vista; es fundamental tener en cuenta la compatibilidad de cada material con los requisitos específicos del entorno, la carga prevista, la durabilidad y la vida útil estimada al realizar un estudio de puentes, cada selección de material tiene ramificaciones arquitectónicas y financieras únicas que repercuten directamente en la funcionalidad y personalidad del puente resultante, por lo tanto, un componente clave en la construcción de puentes que no sólo sean estructuralmente sólidos, sino también eficientes desde el punto de vista operativo y estéticamente adecuados a su entorno, es la selección cuidadosa y bien informada de los materiales (Duan y Chen, 2019).

2.2.2.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN SISTEMA ESTRUCTURAL

La mayoría de los puentes en las zonas alejadas de las ciudades son de vigas, ya que son los más sencillos estructuralmente.

Figura 1
Elevación Nivel de aguas máximas extraordinarias

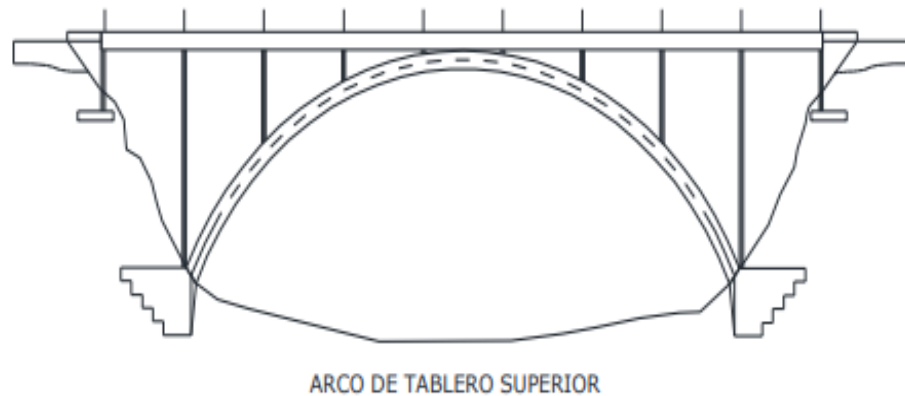


Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Las múltiples disposiciones que componen las partes superior, media e inferior de un puente presentan una amplia variedad de formas y peculiaridades intrínsecas a su diseño, la membrana timpánica, que cubre el área entre los componentes de

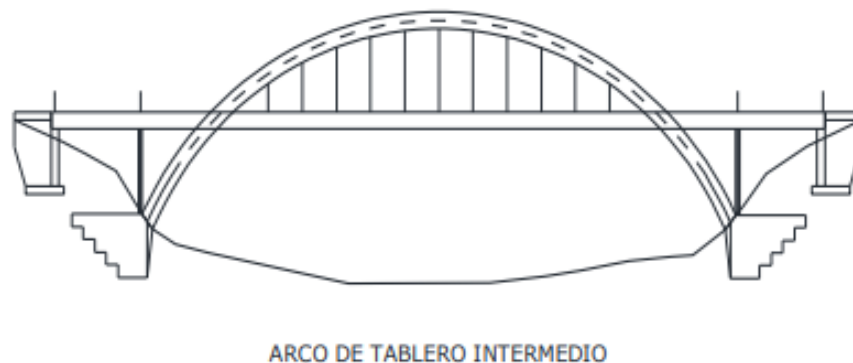
soporte, también puede estar dispuesta de forma diferente, adoptando formas translúcidas, acolchadas o abovedadas, el puente arqueado destaca entre las diversas variedades como un tipo único, con cualidades distintivas tanto en su diseño como en su estructura, debido a su énfasis en un arco básico, que determina su forma y resistencia, este estilo de puente ofrece características especiales, la combinación de columnas inclinadas y verticales en la construcción de un puente de arco le confiere un aspecto distintivo y una buena capacidad de soporte de cargas (MTC, 2018).

Figura 2
Arco de tablero superior



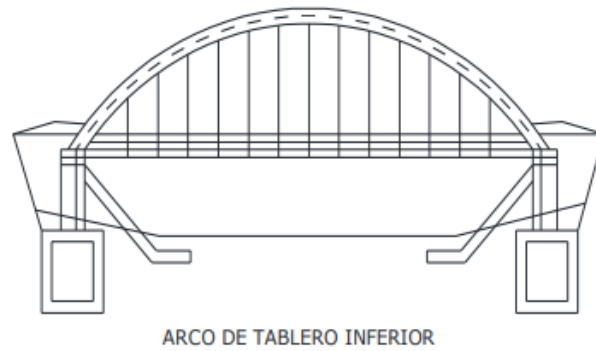
Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 3
Arco de tablero int



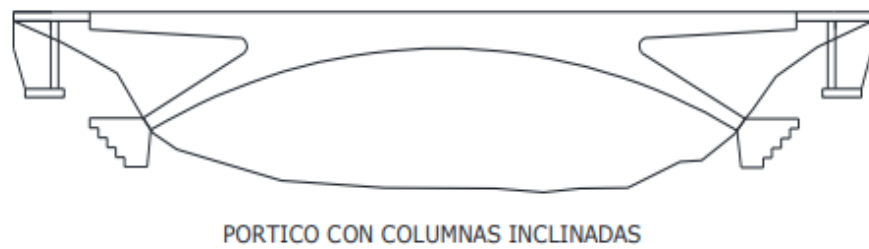
Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 4
Arco de tablero inferior



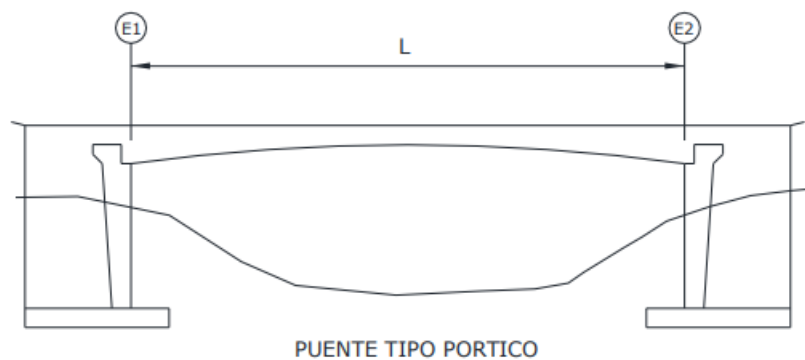
Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 5
Pórtico de columnas inclinadas



Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 6
Puente tipo pórtico

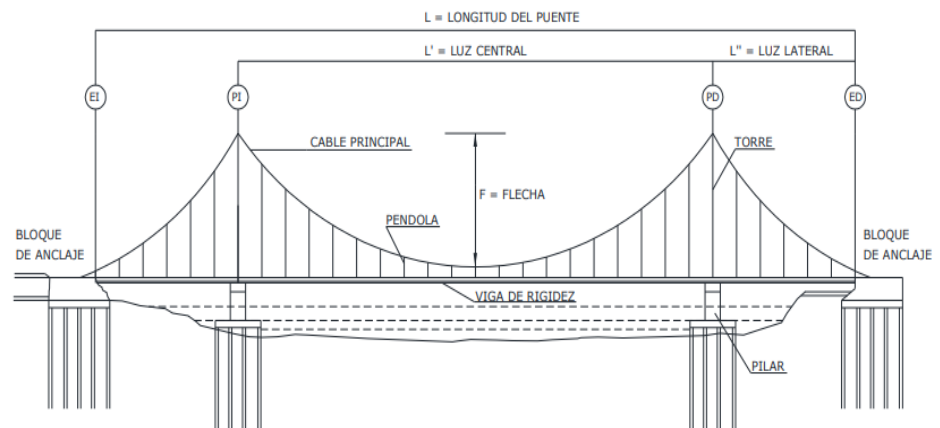


Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Los puentes colgantes, un diseño famoso en ingeniería civil, también suelen denominarse puentes colgantes, los dos métodos básicos para diseñar y construir estos puentes son la suspensión y

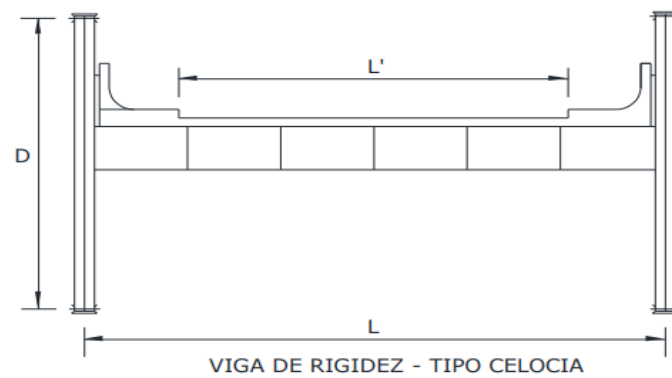
el atirantado aunque también pueden utilizarse técnicas híbridas que combinan ambos métodos, estas técnicas afectan a la belleza, eficacia y viabilidad técnica de estas asombrosas hazañas de la ingeniería, además de a la forma en que se distribuyen las cargas y fuerzas (MTC, 2018).

Figura 7
Puente suspendido



Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 8
Sección transversal de viga de rigidez tipo celosía

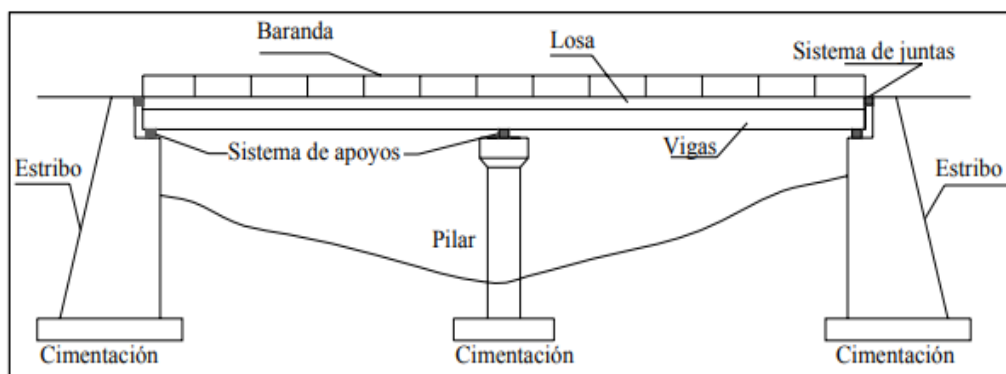


Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

2.2.3. PUENTE TIPO VIGA LOSA

En el contexto de este trabajo, estos puentes se convierten en el principal foco y área de investigación.

Figura 9
Elementos principales de un puente viga

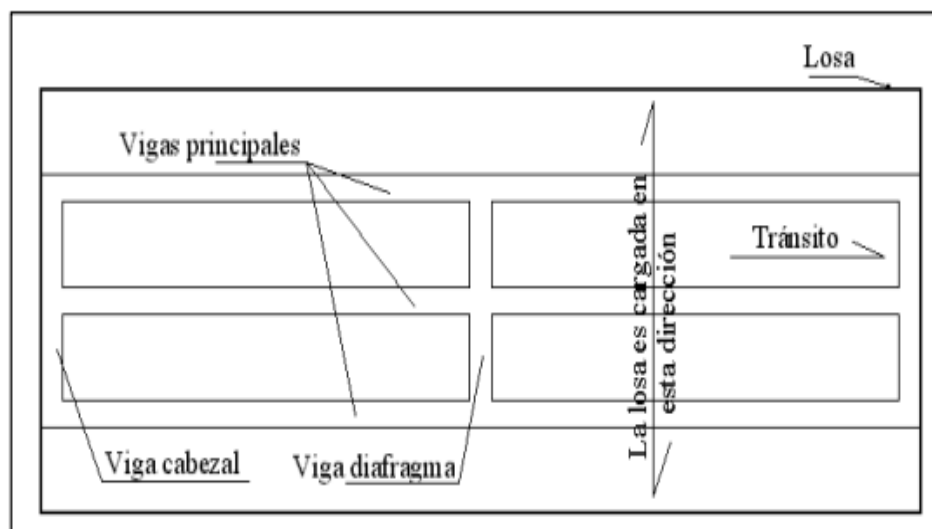


Nota. Adaptada de Guía para el diseño de puentes con vigas y losas, Seminario, E. 2004, Universidad de Piura. p27

2.2.3.1. LOSA

Una plataforma o losa cumple la función de soportar tanto el transporte peatonal como el autónomo debido a su condición de componente esencial de la estructura para aumentar la estabilidad y durabilidad del puente durante este proceso, transfiere el peso necesario hacia la viga losa, en algunas situaciones la losa suele aceptar cargas que pretenden bloquear el flujo de tráfico, además si la distancia entre apoyos es superior a cinco metros, puede ser posible emplear estrategias de coartada para la losa, esto es posible añadiendo bloques de arcilla o ladrillo además de viguetas colocadas a intervalos de 0,53 metros, esta técnica ayuda a levantar la carga sin comprometer la capacidad de carga de la losa (Seminario, 2004).

Figura 10
Elementos de una losa



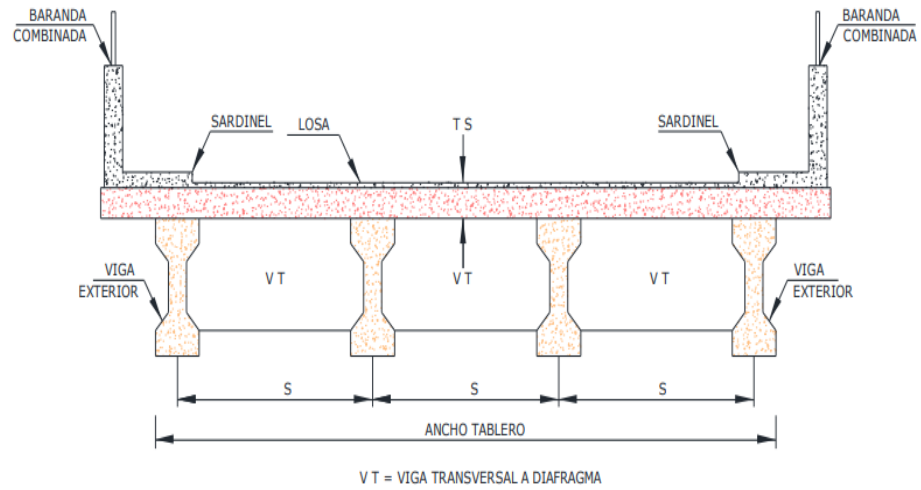
Nota. Adaptada de Guía para el diseño de puentes con vigas y losas, Seminario, E. 2004, Universidad de Piura. p27

2.2.3.2. VIGAS

Las vigas son esenciales para la construcción porque proporcionan el armazón del tablero, hoy en día existen muchos tipos diferentes de vigas y cada uno de ellos es importante en la construcción de puentes, las secciones transversales de estas vigas que determinan sus múltiples opciones de configuración incluyen vigas rectangulares, en T, en I, cajón y otras formas, las vigas más típicas son de acero, hormigón o madera y la elección del material viene determinada por las necesidades del proyecto y el entorno (Seminario, 2004).

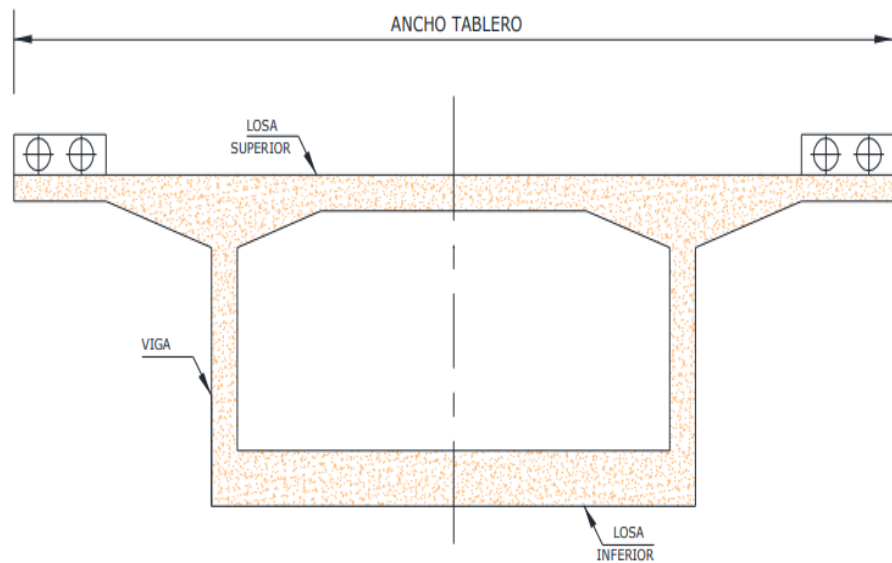
En el contexto del concreto existen otras variantes, como las vigas armadas, pretensadas y postensadas, cada una de las cuales ofrece una respuesta particular a las necesidades estructurales y de diseño. En función de las condiciones y objetivos del proyecto, estas variantes de vigas permiten a los ingenieros maximizar la resistencia, durabilidad y eficacia de los puentes.

Figura 11
Sección transversal Tablero con Viga I



Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

Figura 12
Sección transversal Viga cajón



Nota. Adaptada del Manual de Puentes (2018).

2.2.3.3. SUBESTRUCTURA

Los estribos y pilotes, componentes esenciales de las subestructuras, están ahí por una razón, su principal cometido es proporcionar a las losas y vigas que conforman la superestructura del puente el apoyo que necesitan la cimentación se encarga de dispersar adecuadamente las cargas de los estribos y las pilas por

el terreno circundante después de recibirlas de ambos a la vez los estribos y las pilas sirven como lugares de transferencia de peso durante este procedimiento manteniendo la estabilidad y la resistencia general de la construcción del puente (Rodríguez, 2016).

2.2.4. DISEÑO VIGA LOSA

Un enfoque integrado y sinérgico de la ingeniería estructural se materializa en el paradigma de diseño viga losa, en el que vigas y losas trabajan al unísono para resistir y distribuir las tensiones aplicadas, al trabajar juntos los forjados y las vigas distribuyen uniformemente las cargas a las vigas circundantes, mientras que las vigas se encargan de transmitir las cargas a los pilares, este enfoque aumenta el rendimiento estructural, la eficiencia del sistema y la seguridad en toda una serie de circunstancias de carga (Duan y Chen, 2019).

2.2.4.1. NÚMERO DE VIGAS

El cálculo del número de vigas de una estructura es una elección importante que se realiza en la intersección de varias variables, entre ellas se encuentran la distribución de la carga, la forma de la losa y las especificaciones de diseño, al reducir la necesidad de vigas más grandes, la selección cuidadosa del número de vigas no sólo controla la capacidad de carga, sino también la eficiencia global del sistema (Zhao y Tonias, 2019).

2.2.4.2. SEPARACIÓN ENTRE VIGAS

La separación entre vigas, a veces denominada separación entre viguetas, surge como un factor de control clave en el diseño de sistemas vigalosa, esta medida afecta a la flexibilidad y la capacidad de carga de la losa al evitar la sobrecarga de las vigas y maximizar la distribución de la carga en la losa, una separación adecuada mejora la resistencia global del sistema y reduce las tensiones innecesarias (Zhao y Tonias, 2019).

2.2.4.3. ESPESOR DE LOSA

Un proceso ponderado de estudio y diseño condujo al espesor intrínseco de la losa, que se considera una dimensión básica, este espesor muestra la capacidad intrínseca de la losa para soportar momentos y esfuerzos cortantes, así como su resistencia de reserva a las cargas previstas, la capacidad de soportar las cargas y deformaciones presentes en su entorno operativo es el resultado de una elección meditada del espesor de la losa, manteniendo la integridad estructural (Nilson et. al, 2009).

2.2.4.4. ANCHO DE FRANJA

En el diseño de vigas y losas, la noción de anchura de banda surge como una idea trascendental, con esta anchura se identifica el área de la losa que es soportada directamente por una viga, la capacidad de carga de la viga y la losa se ven directamente afectadas por la distribución de la carga a lo largo de esta luz, para evitar el estiramiento excesivo de las vigas y garantizar una distribución uniforme de la carga en todo el sistema estructural, es fundamental calibrar correctamente la anchura del vano (Nilson et. al, 2009).

2.2.4.5. CARGAS VEHICULARES

Las cargas de los vehículos constituyen una amplia categoría de fuerzas que una estructura debe ser capaz de soportar debido a la actividad automovilística, tanto el peso del vehículo como las cargas dinámicas producidas por su movimiento se incluyen en este fenómeno para garantizar que el edificio pueda soportar con seguridad y fiabilidad las presiones variables que ejercen los coches, el diseño integral tiene en cuenta estas cargas (Nilson et. al, 2009).

2.2.4.6. VIGAS DIAFRAGMA

Los componentes estructurales horizontales conocidos como vigas diafragma son esenciales para la estabilidad lateral del

conjunto del edificio, estas vigas que conectan fuertemente las vigas verticales también dirigen las fuerzas horizontales como las provocadas por el viento o los terremotos hacia los sistemas de soporte verticales, su función es preservar la integridad y cohesión del sistema frente a esfuerzos laterales significativos (Nilson et. al, 2009).

2.2.4.7. VIGAS LONGITUDINALES

La función principal de las vigas longitudinales es soportar las cargas verticales y transferirlas a los componentes de soporte, que suelen ser pilares se colocan en paralelo a la longitud principal de la estructura, estas vigas que forman parte integral de la estabilidad y resistencia del sistema son cruciales para la absorción y transmisión de cargas a lo largo del edificio o estructura afectada (Rodríguez, 2016).

2.2.4.8. VIGA INTERIOR Y EXTERIOR

La distinción entre vigas portantes y funcionales subraya el contraste entre vigas exteriores e interiores, la responsabilidad de soportar las cargas del entorno exterior recae en las vigas exteriores que se colocan a lo largo del perímetro de la estructura, las vigas interiores que se limitan al interior de la región estructural absorben y transfieren las cargas que se generan internamente la planificación estratégica y el diseño de las vigas con respecto a las cargas del entorno se guían por este diferencial (Rodríguez, 2016).

2.2.4.9. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN DE MOMENTOS

En el diseño de las vigas de un puente, los factores de distribución se utilizan como coeficientes para determinar cómo se distribuyen de forma realista las cargas dentro de una estructura, estas variables tienen en cuenta las condiciones 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 longitud de la viga dependiendo de la estructura de la misma (Duan y Chen, 2019).

La resistencia y la capacidad de carga de la viga en aplicaciones prácticas se determinan mediante factores de distribución que son coeficientes utilizados en el diseño de vigas de puentes para modificar las cargas aplicadas a fin de tener en cuenta la distribución de las cargas a lo largo de la viga (Barker y Pucket, 2021).

2.2.4.10.DISEÑO A FLEXIÓN Y CORTANTE

El dimensionamiento de los momentos flectores que provocan deformaciones curvas en la estructura, se aborda en el diseño de la flexión de vigas, las vigas deben dimensionarse para que esta técnica proporcione integridad estructural y resistencia a estos momentos; por otro lado, el diseño a cortante se centra en evitar el deslizamiento relativo de las capas de una viga provocado por las presiones cortantes que se aplican perpendicularmente a la longitud de la viga, la capacidad de las vigas para resistir las presiones cortantes y los momentos flectores con un alto grado de seguridad se garantiza mediante determinados procedimientos de diseño (Rodríguez, 2016).

2.2.5. MÉTODOS LRFD

En el Manual de Puentes, publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), se presenta un enfoque de diseño basado en la técnica de Diseño por Factores de Carga y Resistencia (LRFD), en esta estrategia que se puso en práctica por primera vez en junio de 1994, se utilizan factores de resistencia y de carga para elaborar diseños de puentes, en este método de diseño basado en probabilidades se utiliza el análisis elastoplástico para hallar las partes estructurales teniendo en cuenta las restricciones de resistencia y su interacción con otros eventos críticos, para ahorrar

costes de construcción, esta táctica pretende hacer el material más dúctil, esto se consigue aumentando las cargas aplicadas mediante un factor de modificación de la carga y disminuyendo la resistencia mediante un factor de reducción de la resistencia, para garantizar un alto grado de seguridad de forma continua, los factores de carga empleados en los proyectos actuales de diseño de puentes se han modificado mediante pruebas de diseño, el resultado es un método que busca construir puentes fuertes y fiables, equilibrando al mismo tiempo la eficacia estructural y la seguridad (MTC, 2018).

2.2.6. ESTADOS LÍMITE

A excepción de los pilares y estribos de hormigón, cada componente y junta de un puente debe satisfacer la ecuación $\sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq \phi R_n = R_r$, para cualquier condición límite, la zona sísmica se tiene en cuenta al aplicar las leyes de la práctica actual, y todos los estados límite reciben la misma ponderación, la ductilidad, la redundancia y la importancia operativa de un puente influyen considerablemente en su seguridad; la ductilidad y la redundancia están directamente relacionadas con la capacidad de resistencia física, mientras que la importancia operativa define las repercusiones de la indisponibilidad de un puente (AASHTO, 2017).

2.2.6.1. DUCTILIDAD

En el contexto del diseño de puentes, la capacidad de una estructura para soportar deformaciones plásticas antes de colapsar se denomina ductilidad, dado que los materiales y estructuras dúctiles tienen la capacidad de liberar energía cuando se doblan, los ingenieros pueden crear puentes capaces de soportar deformaciones considerables antes del colapso, este proceso produce una señal visible como manifestación tangible, los edificios situados en zonas sísmicas deben ser capaces de absorber la energía generada durante un terremoto para evitar daños catastróficos y aumentar la seguridad estructural (Pastor, 2000).

2.2.6.2. REDUNDANCIA

La redundancia en el diseño de puentes se refiere a la incorporación de elementos estructurales adicionales que pueden asumir cargas en caso de que otros elementos estructurales funcionen mal, al evitar la propagación del colapso en caso de fallo de una pieza, la redundancia aumenta la capacidad de una estructura para soportar tensiones graves o circunstancias imprevistas, también aumenta la seguridad y fiabilidad de un puente al incluir vías adicionales de carga y resistencia (Seminario, 2004).

2.2.6.3. IMPORTANCIA OPERATIVA

La relevancia operativa en el diseño de puentes se refiere a las consecuencias de un mal funcionamiento del edificio, los ingenieros pueden priorizar el diseño y el mantenimiento de los puentes en función de su impacto en la red de transporte y en la sociedad en general, sin perder de vista la relevancia operativa, se refiere a cómo las operaciones diarias, el comercio y la movilidad en el vecindario pueden verse afectados por el fallo o cierre de un puente (Rodríguez, 2016).

2.2.7. CARGAS

2.2.7.1. CARGAS PERMANENTES

Las cargas permanentes, a menudo denominadas cargas muertas, son aportadas por los elementos estructurales y las partes que componen el propio edificio y son constantes a lo largo del tiempo, en estas cargas se incluye el peso propio de componentes como pilares, vigas, forjados y muros, así como el peso de materiales de construcción como el hormigón, el acero y otros, además, los componentes no estructurales pero cruciales, como los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, las instalaciones eléctricas y los acabados interiores se incluyen en las cargas permanentes, los pesos de todos estos componentes y

cómo se distribuyen por la estructura se tienen muy en cuenta al desarrollar la teoría de las cargas permanentes (Duan y Chen, 2019).

La distribución de los pesos de los elementos por toda la estructura puede afectar al diseño y a la distribución de las tensiones en los componentes. La carga permanente total se calcula sumando los pesos de todas las partes. La importancia de las cargas permanentes radica en que representan una carga continua que debe soportarse a lo largo de la vida útil de la estructura, por lo que es esencial evaluarlas correctamente para garantizar la seguridad y la solidez (Rodríguez, 2016).

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	0.145
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).

2.2.7.2. CARGAS VARIABLES

Las cargas variables son aquellas cuyo tamaño, ubicación o propiedades pueden cambiar con el tiempo, las cargas vivas (cargas de personas, mobiliario y equipos), el viento, la nieve, las

cargas de almacenamiento temporal y otras fuerzas irregulares son ejemplos de este tipo de cargas, la idea de cargas variables se basa en tener en cuenta las posibilidades plausibles de cómo estas cargas alteran e impactan en la estructura en diversas circunstancias (Pastor, 2000).

Los ingenieros deben tener en cuenta una serie de aspectos, como la posición de las piezas pesadas y la distribución de las cargas por toda la estructura, para diseñar adecuadamente las cargas variables, además dado que las cargas variables cambian constantemente y pueden ser impredecibles, se les aplican mayores factores de seguridad los códigos y normas de diseño proporcionan directrices para estimar estas cargas y su impacto en la estructura (Barket y Pucket, 2021).

- **CARGAS VIVIS DE VEHÍCULOS**

Hacer frente a las cargas vivas producidas por los vehículos en movimiento es uno de los retos más difíciles en el diseño de puentes, estas cargas implican presiones variables y dinámicas provocadas por el movimiento de los vehículos, donde elementos como el tipo de vehículo su peso como se distribuyen sus cargas y la velocidad a la que atraviesa el puente son importantes para producir estas fuerzas variables (Seminario, 2004).

La variedad de vehículos añade complejidad al proceso de diseño ya que cada uno tiene propiedades distintas que afectan a su interacción con la estructura, todos los tipos de vehículos desde los más pequeños, como los coches hasta los más grandes como camiones y autobuses, imponen distintas exigencias al puente, el diseño debe tener en cuenta una amplia variedad de vehículos potenciales para garantizar que la estructura pueda resistir estas cargas sin sufrir deformaciones o daños graves (Duan y Chen, 2019).

- **NÚMEROS DE CARRILES**

La capacidad y utilidad de un puente están estrechamente relacionadas con el número de carriles que tiene, determinar el número de carriles necesarios para gestionar el volumen de tráfico previsto es crucial durante todo el proceso de diseño, cada carril debe ser lo suficientemente ancho para que quepan coches de distintos tamaños, y la configuración de los carriles debe proporcionar un flujo de tráfico constante y seguro (Duan y Chen, 2019).

La necesidad de distribuir adecuadamente las cargas en movimiento en función del número de carriles disponibles se ve acentuada por la necesidad de que la estructura del puente mantenga su integridad en diversas condiciones de tráfico, de este modo se garantiza que las fuerzas y la distribución del peso provocadas por los coches en movimiento estén equilibradas y no sobrecarguen determinadas secciones del puente.

Tabla 3
Pesos específicos de algunos materiales

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).

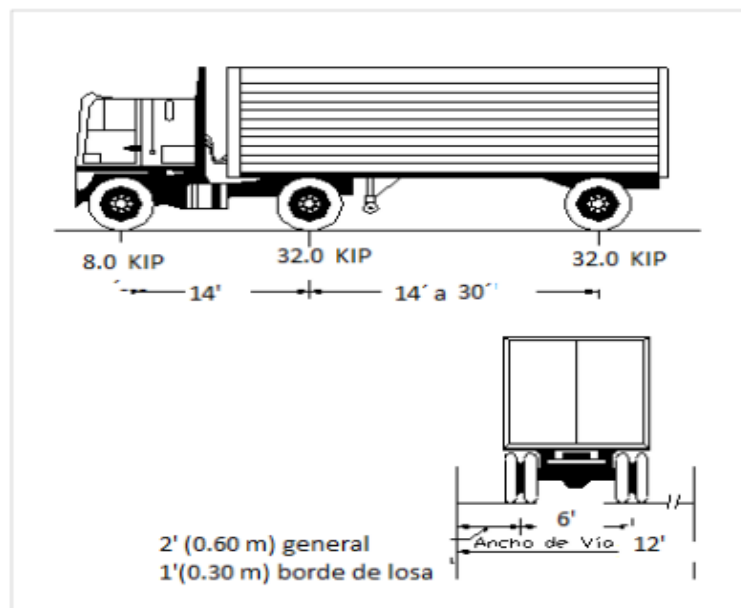
- **CAMION DE DISEÑO**

El camión de diseño es un vehículo típico utilizado para evaluar la capacidad de carga de un puente con el fin de determinar si puede soportar un peso determinado; el peso, el tamaño y la configuración de los ejes de este vehículo específico se han tenido muy en cuenta para garantizar una representación exacta de la carga viva más importante que puede soportar el puente, para que

el camión diseñado pueda pasar con seguridad por el edificio, es esencial que respete ciertas limitaciones de resistencia y flexión (Duan y Chen, 2019).

La imagen muestra visualmente el peso que soporta cada eje y la separación entre ellos, como resultado de las restricciones de 4,27 m (14 pies) y 9,14 m (30 pies), la separación máxima entre ejes es de 32,0 kips, o 14,55 toneladas, los efectos dinámicos que incluyen las fuerzas adicionales producidas por la aceleración, desaceleración y vibración a medida que el vehículo atraviesa el puente, también deben tenerse en cuenta al planificar la carga del vehículo (AASHTO, 2017).

Figura 13
Características del camión de diseño



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

• TÁNDEM DE DISEÑO

La idea del diseño en tándem se basa en un conjunto de ejes creados para imitar el efecto que tendrían las ruedas de un vehículo enorme sobre un puente, el objetivo de este método es proporcionar a determinadas partes de la estructura la mayor carga, la posición específica del tándem de diseño y el modo en

que esta carga concentrada influye en la respuesta global de la estructura deben tenerse muy en cuenta durante la fase de diseño, es habitual mezclar esta carga concentrada con otras cargas móviles para evaluar cómo responderá el puente a diversos escenarios de tráfico (Zhao y Tonias, 2017).

Dos ejes, cada uno con una capacidad de carga de 25 kip (11,4 toneladas), conforman el diseño en tándem, hay 1,2 metros (4 pies) entre las ruedas de cada uno de estos ejes y 1,8 metros (5 pies) entre ellas, esta configuración se seleccionó cuidadosamente para reflejar con exactitud cómo las ruedas de un vehículo enorme pueden colisionar con el puente en situaciones reales, al tener en cuenta el diseño en tándem, queremos evaluar cómo gestionará el puente las cargas concentradas en zonas cruciales, lo que permitirá un diseño estructural más preciso y seguro para diferentes circunstancias de tráfico (AASHTO, 2017).

- **CARRIL DE DISEÑO**

El carril de diseño se refiere a la sección del puente por la que circulan los coches, cada uno de estos carriles es capaz de soportar los pesos y fuerzas producidos por los vehículos que circulan, para establecer cómo se distribuyen estas cargas por el carril, el proceso de diseño debe tener en cuenta tanto la geometría del puente como la ubicación de las cargas, se lleva a cabo un examen detallado del carril de diseño para garantizar que la estructura pueda gestionar con seguridad las fluctuaciones de carga en diversos lugares del puente (Duan y Chen, 2019).

Una carga adicional de 954 kgf/m en dirección longitudinal, distribuida uniformemente, debe colocarse en aquellas partes del puente en las que se haya observado un impacto perjudicial, este peso adicional debe dispersarse por igual en una región de 3 metros de ancho, en las proximidades del camión o tándem de diseño, será necesario el mismo peso adicional, sin embargo en

esta situación no será necesario tener en cuenta los impactos dinámicos (AASHTO, 2017).

2.2.7.3. CARGAS EXCEPCIONALES

Sucesos inusuales pero probables como terremotos, explosiones, colisiones de vehículos y circunstancias de emergencia pueden dar lugar a cargas excepcionales, el principal objetivo de la teoría de las cargas excepcionales es evaluar la capacidad de la estructura para soportar estos sucesos poco comunes y potencialmente desastrosos, los ingenieros utilizan factores de seguridad considerablemente mayores y tienen en cuenta posibilidades graves en sus cálculos debido a la complejidad y gravedad de estas cargas (Barket y Pucket, 2021).

Entender cómo afectarán estas presiones al edificio, tener en cuenta la resistencia del material en circunstancias difíciles y en determinadas situaciones, poner en marcha mecanismos de mitigación adecuados como sistemas de absorción de energía o diseño sísmico forman parte del diseño para cargas extraordinarias, el principio de las cargas excepcionales es fundamental para garantizar que las estructuras puedan soportar circunstancias anormales y salvaguardar tanto a las personas como a los bienes (Duan y Chen, 2019).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. LOSA

La parte superior de un puente o plataforma elevada está formada por superficies planas horizontales, representadas por losas, las presiones producidas por los coches y las personas que cruzan el puente son mantenidas y soportadas de forma crucial por estas losas, la función principal de las losas como componentes estructurales primarios de la construcción es posible gracias a su capacidad de carga y resistencia (Pastor, 2000).

2.3.2. VIGAS

Como componentes longitudinales que confieren estabilidad y resistencia al conjunto de la estructura, las vigas de los puentes desempeñan una función crucial, estas vigas también se encargan de dispersar uniformemente las presiones provocadas por el tráfico y otros factores a lo largo del puente, para que la estructura pueda conservar su integridad y soportar las fuerzas a las que está expuesta, esta función de dispersión de las tensiones es esencial (Rodríguez, 2016).

2.3.3. CALZADA DEL PUENTE

La zona de un puente utilizada por vehículos, personas a pie y otras formas de transporte se denomina autopista, al ser el punto más alto del puente, está diseñado específicamente para soportar pesos y ofrecer una superficie lisa y segura para los vehículos (Zhao y Tonias, 2017).

2.3.4. ANCHO DE FRANJA

Cuando se habla de análisis de cargas y distribución de fuerzas, el término anchura de la franja. Se refiere al área de una estructura, como una viga o una losa, que se tiene en cuenta para facilitar los cálculos y tener en cuenta la distribución de las cargas a lo largo de cada franja, la estructura se divide en secciones o franjas finas para el análisis estructural, la anchura de la franja puede variar en función de la forma de la estructura y de lo complicada que sea la carga (Seminario, 2004).

2.3.5. APLICACIÓN DE CARGAS

El proceso de estimar y distribuir los pesos y fuerzas que actúan sobre una estructura como un puente o un rascacielos se conoce como aplicación de cargas, para analizar la capacidad de carga de una estructura y garantizar su estabilidad y seguridad, es necesario tener en cuenta varios tipos de cargas como; las cargas permanentes, las cargas variables y las cargas excepcionales (Rodríguez, 2016).

2.3.6. LUZ DE CÁLCULO

La luz de diseño de un puente es la distancia entre dos puntos de apoyo o la región a través de la cual se aplican cargas para determinar las tensiones y deformaciones internas de la estructura (Zhao y Tonias, 2017).

2.3.7. VEREDA

Una vereda es un paso elevado o sendero peatonal que discurre junto a una carretera, un puente u otro tipo de vía, las veredas ofrecen una zona segura y designada para que las personas se desplacen manteniéndolas alejadas de los coches (Rodríguez, 2016).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H_i : La propuesta del diseño de un puente viga losa contribuye en un mejor comportamiento estructural a lo largo del tiempo, Santa María del Valle – Huánuco-2023.

H_0 : La propuesta del diseño de un puente viga losa no contribuye en un mejor comportamiento estructural a lo largo del tiempo, Santa María del Valle – Huánuco-2023.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

H_{i1} : La distribución de cargas es uniforme y eficiente en el puente tipo viga losa en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco - 2023.

H_{i1} : La distribución de cargas presenta variaciones significativas y/o ineficiencias en el puente tipo viga losa en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco - 2023.

H_{i2} : El diseño del puente viga losa mejora la durabilidad del puente frente a condiciones ambientales extremas como lluvias intensas y cambios de temperatura.

H₁₂: No hay diferencia en la durabilidad del puente ante condiciones ambientales extremas entre el diseño del puente viga losa y diseños convencionales.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Comportamiento estructural

Indicadores:

- Carga máxima admisible
- Carga última
- Deformación vertical
- Deformación lateral
- Comportamiento a diferentes tipos de carga

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Diseño de puente viga losa

Indicadores:

- Peralte de viga
- Ancho de losa
- Longitud del puente
- Tipo de concreto
- Propiedades mecánicas de acero
- Distribución de refuerzo de acero
- Configuración de conexiones entre elementos
- Cargas de tráfico
- Cargas muertas

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIONES CONCEPTUALES	DEFINICIONES OPERACIONALES	DIMENSIONES	INDICADORES
V. independiente Diseño de puente viga losa	Una construcción vial crucial que consiste en una viga continua que soporta una losa en toda su longitud y está pensada para sortear obstáculos geográficos y ofrecer una vía fiable tanto al tráfico rodado como al peatonal, para garantizar la estabilidad estructural y la seguridad del tráfico, su diseño se ha modificado para soportar tensiones tanto estáticas como dinámicas (Locke y Locke, 2011).	Determinada disposición geométrica, incluida la anchura de las losas, la longitud de los vanos y la altura de las vigas, materiales de construcción con sus cualidades mecánicas, incluidos el acero y el hormigón, diseño estructural completo, incluida la distribución y colocación de la armadura, en los puntos de anclaje y los cimientos, las cualidades de apoyo y soporte garantizan la estabilidad.	Geometría	Peralte de viga Ancho de losa Longitud del puente
			Materiales	Tipo de concreto Propiedades mecánicas de acero
			Diseño estructural	Distribución de refuerzo de acero Configuración de conexiones entre elementos
			Cargas	Cargas de tráfico Cargas muertas
V. dependientes Comportamiento estructural	La respuesta inherente de la estructura del puente a diversas cargas y exigencias incluye su capacidad para soportar cargas sin colapsarse, su grado de deformación en condiciones normales y extremas, su capacidad para mantener la	Carga máxima que puede soportar una estructura sin poner en peligro su integridad, deflexiones máximas permitidas bajo diversas formas de cargas, estabilidad estructural bajo muchos tipos de cargas, como el análisis de cargas sísmicas, capacidad del edificio para	Capacidad de carga	Carga máxima admisible Carga última
			Deformaciones	Deformación vertical Deformación lateral
			Estabilidad	Comportamiento a diferentes tipos de carga

estabilidad y su
resistencia a
fuerzas sísmicas
y otros factores
perturbadores
(Locke y Locke,
2011).

soportar
circunstancias
adversas y
mantener su
integridad.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

La estrategia cuantitativa se basa en un concepto con una descripción clara a partir de la evaluación bibliográfica se desarrollan los objetivos y las preguntas de la investigación y se elige un marco teórico o punto de vista, las preguntas se utilizan para desarrollar hipótesis, se elabora un plan para probar las variables importantes tras seleccionar las variables adecuadas, de este modo se garantiza el seguimiento de los resultados y la medición de las variables en un contexto específico (Hernández et. al, 2014).

El estudio presenta un enfoque cuantitativo, debido al requisito de recopilar datos cuantitativos y cuantificables sobre el comportamiento estructural de los puentes de vigas de losa bajo cargas de tráfico, esto permitió detectar tendencias, crear correlaciones estadísticas y obtener datos precisos que ayuden a desarrollar una comprensión exhaustiva y universal de cómo reaccionan los puentes ante diversas circunstancias de carga.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El estudio presenta un alcance o nivel descriptivo, debido a que se está concentrando en describir y evaluar en profundidad el comportamiento estructural de los puentes de diseño de vigas de losa bajo cargas de tráfico en circunstancias prácticas, utilizando este método se puede aprender mucho sobre el funcionamiento de los puentes sin influir directamente en las variables o manipulaciones experimentales, al elegir una estrategia descriptiva, se podrá registrar información relevante y patrones que se observaron realmente en el mundo real, esto es crucial para crear una comprensión sólida de cómo reaccionan los puentes a

las cargas vehiculares y cómo cambian las tensiones, deformaciones y otros parámetros a lo largo de la estructura.

3.1.3. DISEÑO

La investigación presenta un diseño no experimental dado que se observa e informa sobre el comportamiento real de los puentes bajo las cargas vehiculares en circunstancias del mundo real sin modificar deliberadamente las variables o condiciones, esto le permite retratar con mayor precisión y variabilidad más precisa y ética.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Según Arias (2012) indica que es un rasgo del conocimiento científico, y como se trata de llegar a conclusiones de buena manera, la investigación exige una colección de componentes, temas e incluso materiales relacionados con la investigación.

Se tomará como población el puente existente en el distrito de Santa María del Valle.

3.2.2. MUESTRA

La muestra será representada por el puente existente de 20m de longitud y 5m de ancho el cual tiene 1 solo carril ubicada en el distrito de Santa María del Valle, en la provincia y departamento de Huánuco.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

El estudio se llevó a cabo en varias etapas, con la recogida de datos en primer lugar y el tratamiento y la interpretación de los datos en último lugar.

En la fase preliminar se visitó la región investigada para determinar las posibles zonas urbanas.

Entre los diversos instrumentos de medición y aparatos especializados utilizados en este proceso destacan los siguientes:

- Hojas de cálculo en Excel.
- Planos de localización y posición precisa.
- Manual de puentes.
- Una laptop
- Un disco duro destinado a almacenar la información recopilada.
- Guías de uso para el software CSIBridge.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

En el marco del estudio, se realizó una visita detallada a la región investigada en el distrito de Santa María del Valle. Decidimos utilizar plantillas de Excel diseñadas específicamente para asegurarnos de que los datos se presentaban de forma sistemática y eran fáciles de comprender. Estas plantillas fueron cruciales para crear un marco y un diseño eficientes para los datos recopilados, lo que permitió una

presentación clara y correcta de los resultados de 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=		

Tabla 8
Factores de distribución combinaciones de carga

	Viga interior momento	Viga interior corte	Viga exterior momento	Viga exterior corte
Factores de distribución				
FD				
Amplificado				

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Tanto las organizaciones institucionales a nivel estatal como las organizaciones privadas proporcionaron información. La obtención de un registro histórico de los incidentes pluviométricos fue el objetivo de esta recopilación que prestó especial atención a las estaciones meteorológicas adyacentes. El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) proporcionó esta importante información.

A partir de esta información se diseñó la geometría específica del puente de vigas de losa, que luego se utilizó para el modelado posterior. A lo largo de todo el procedimiento se siguieron estrictamente las normas establecidas en el Manual de Puentes.

Para garantizar el mejor rendimiento estructural, se llevó a cabo una investigación exhaustiva. Utilizando herramientas como el programa Excel y ateniéndose estrictamente a los criterios normativos del estándar LRFD, se completó un cálculo exhaustivo. En esta técnica, se adoptó una metodología secuencial para abordar inicialmente el diseño de la losa antes de concentrarse en la viga.

Además, se utilizó el software CSI Bridge, que facilitó la incorporación de las cargas vehiculares y la elaboración de un estudio más exhaustivo y profundo. Como resultado de mi trabajo, pudimos proporcionar un diseño totalmente adecuado y optimizado para garantizar un comportamiento estructural excepcional y un fantástico nivel de seguridad en el comportamiento del puente

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La situación geográfica del proyecto, ubicada a 15.1 kilómetros de la Plaza de Armas de Huánuco, se ve complementada por la presencia de una trocha carrozable que caracteriza la carretera en la zona de interés. Además de la superficie afirmada y el perfil prácticamente plano es importante destacar la idoneidad de estas condiciones para favorecer la accesibilidad y movilidad en el área. La topografía suave y la infraestructura vial existente contribuyen a crear un entorno propicio para el desarrollo del proyecto, facilitando tanto el transporte de materiales como el acceso de personal a la ubicación.

Figura 14
Vista en planta



Nota. En la figura se muestra la vista en planta y la topografía del área del proyecto.

4.1.2. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE

4.1.2.1. DATOS

- **Geometría del puente**

$l = 17.00$ m: longitud del puente

$w = 7.50$ m: ancho del puente

$bc = 6.00$ m: ancho calzada + bermas

$bv = 0.60$ m: ancho de vereda

$bb = 0.15$ m: ancho de baranda

$nl = 2$: número de carriles

$ta = 0.075$ m: espesor de la carpeta asfáltica

w baranda = 0.200 tonf/m: peso de la baranda por metro lineal

w baranda + sardinel = 0.272 tonf/m: peso de la baranda + peso de sardinel por metro lineal

t vereda = 0.20 m: espesor de la vereda

- **Características del puente**

$nD = 1.00$: ductilidad reglamentaria

$nR = 1.00$: redundancia

$nl = 0.95$: importancia operativa

- **Especificaciones del concreto**

$F'C = 280$ kgf/cm²: resistencia a la compresión especificada del concreto

$\alpha = 1.080E-05$ °C⁻¹: coeficiente de expansión térmica

WC = 2.5Tonf/m³: peso volumétrico del concreto

WC = 2.4Tonf/m⁴: peso volumétrico del concreto (vereda)

$\mu = 0.20$: RELACIÓN DE POISSON

EC = 2,844,183Tnf/m²: módulo de elasticidad del concreto

- **Especificaciones del acero**

$f_y = 4200\text{kgf/cm}^2$: esfuerzo de fluencia del acero

$E_s = 20,389,019\text{Tnf/m}^2$: módulo de elasticidad del acero,
Asumido en CSI BRIDGE

$\alpha = 1.170\text{E-}05^\circ\text{C-}1$: coeficiente de dilatación térmica

4.1.2.2. PREDIMENSIONAMIENTO

- **Predimensionamiento de losa**

S = 1,850mm: distancia entre ejes de apoyos

$t_{\min} = 162\text{mm}$: espesor Calculado

t = 180mm: espesor Asumido

S_{libre} = 1,350mm: luz libre (separación libre entre caras de vigas)

- **Predimensionamiento de vigas**

L = 17.00m: distancia entre ejes de apoyos

h = 1.20m: peralte de vigas principales

b = 0.50m: ancho de la base de vigas principales

- **Número y Disposición de Vigas Principales**

W = 7.50m: ancho del puente

NV = 4: número de vigas principales Asumido

$b = 0.50\text{m}$: ancho base de vigas principales

$S = 1.88\text{m}$: separación entre ejes inicial

$S_{\text{mín}} = 1.73\text{m}$: separación mínima entre ejes de vigas

$S = 1.85\text{m}$: separación entre ejes de vigas sumido

$\text{Voladizo} = 0.725\text{m}$: ancho del voladizo del borde a la cara de la viga principal

$V_0.975\text{m}$: ancho del voladizo del borde al eje de la viga principal

- **Número y Disposición de Vigas Diafragma**

$NVD = 4$: número de vigas diafragma

$h = 1.20\text{m}$: peralte de las vigas principales

$t = 0.18\text{m}$: espesor de la losa

$bVD = 0.30$: ancho de base de viga diafragma interior

$h' = 0.72\text{m}$: peralte de viga diafragma

$bVD-e = 0.30$: ancho de base de viga diafragma exterior

$h' = 1.50\text{m}$: peralte de viga diafragma

4.1.2.3. ANÁLISIS DE LA LOSA

$V = 0.98\text{m}$: ancho del voladizo del borde al eje de la viga principal

$bb = 0.15\text{m}$: ancho de la baranda

$X = 0.53\text{m}$: ubicación de la rueda con respecto al eje de la viga exterior

$t = 0.18\text{m}$: espesor de la losa

$S=1.85\text{m}$: distancia entre ejes de vigas

$X=0.53\text{m}$: ubicación de la rueda con respecto al eje de la viga exterior

- **Ancho de franja equivalente voladizo:**

$$EV = 1.577\text{m}$$

- **Ancho de franja equivalente claro:**

$$EC = 1.678\text{m}$$

- **Ancho de franja equivalente apoyo:**

$$EA = 1.683\text{m}$$

- **Análisis Estructural de Faja Equivalente**

$PP= 2000\text{Tnf/m}$: peso propio estructura principal, todos los elementos indispensables

- **Peso del asfalto por 1 m de ancho de franja equivalente**

$t_a = 0.075\text{m}$: espesor de la carpeta asfáltica

$P_{ua} = 2.2\text{Tnf/m}^3$: peso unitario del asfalto (2.2 Tnf/m^3)

$PA = 0.1650\text{Tnf/m}$: peso de la carpeta asfáltica

- **Peso la losa por 1 m de ancho de franja equivalente**

$t = 0.18\text{m}$: espesor de la losa

$w_c = 2.5\text{Tnf/m}^3$: peso volumétrico del concreto

$W_L = 0.4500\text{Tnf/m}$: peso de la losa

- **Peso la losa del voladizo por 1 m de ancho de franja equivalente**

$t_{LV}0.18\text{m}$: espesor de la losa del voladizo

$w_c2.5\text{Tnf/m}^3$: peso volumétrico del concreto

$W_{LV}0.4500\text{Tnf/m}$: peso de la losa del voladizo

- **Peso la vereda por 1 m de ancho de franja equivalente**

$t_{vereda} = 0.20\text{m}$: espesor de la vereda

$b_v = 0.600\text{m}$: ancho total de la vereda

$w_c = 2.4\text{Tonf/m}^3$: peso volumétrico del concreto

$PV = 0.2880\text{Tonf}$: peso de la vereda aplicada en su centroide

- **Peso la baranda por 1 m de ancho de franja equivalente**

$w_{baranda} = 0.272\text{Tonf/m}$: peso de la baranda por metro lineal

$PB = 0.2720\text{Tonf}$: peso de la baranda aplicada en su centroide

- **Sobrecarga Peatonal (SCP) por 1 de ancho de franja equivalente**

$b_{v-peatones} = 0.600\text{m}$: ancho de vereda por donde pueden caminar los peatones

$SCP = 0.367\text{Tonf/m}^2$: sobrecarga peatonal por metro cuadrado

$W_{SCP} = 0.2202\text{Tonf}$: peso de la sobrecarga peatonal aplicada a la mitad de la vereda

- **Cargas Vehiculares Diseño de la Losa en Puentes Tipo Viga Losa**

$CE = 14.55\text{Tonf}$: carga por eje camión de diseño 32 kip

$CR = 7.28\text{Tonf}$: carga por rueda camión de diseño 16 kip

$EV = 1.577\text{m}$: ancho de franja equivalente - voladizo

$EC = 1.678\text{m}$: ancho de franja equivalente - claro

$EA = 1.683\text{m}$: ancho de franja equivalente - apoyo

$CVV = 4.61\text{Tonf}$: carga de rueda para el voladizo

$CVC = 4.34\text{Tonf}$: carga de rueda para el claro

CVA = 4.32Tonf: carga de rueda para el apoyo

- **Aplicación de Cargas**

V = 0.98m: ancho del voladizo del borde al eje de la viga principal

S = 1.85m: distancia entre ejes de vigas

X = 0.53m: ubicación de la rueda con respecto al eje de la viga exterior

- **Combinaciones de Cargas**

Resistencia I: voladizo

PP = 1.25: peso propio

PA = 1.5: peso del asfalto

PV = 1.5: peso de la vereda

PB = 1.5: peso de la baranda

S/C = 1.75: sobrecarga peatonal

CVV = 2.793: Carga vehicular en la vereda

Resistencia I: claro

PP = 1.25: peso propio

PA = 1.5: peso del asfalto

CVC = 2.793: Carga vehicular en el claro

- **Resistencia I: apoyo**

PP = 1.25: peso propio

PA= 1.5: peso del asfalto

CVA = 2.793: Carga vehicular en el apoyo

4.1.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN CSI BRIDGE DE LA LOSA

Figura 15
Propiedades de material

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: fc=280kg/cm2

Material Type: Concrete

Material Grade: fc 4000 psi

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, U: 0.2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1.080E-05

Shear Modulus, G: 1185076.3

Other Properties For Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 2800

Expected Concrete Compressive Strength: 2800

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Nota. Propiedades del concreto de $f'c=280$ kg/cm²

Figura 16
Peralte la losa

Rectangular Section

Section Name: L18

Display Color:

Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions

Depth (t3): 0.18

Width (t2): 1

Section

Properties

Section Properties...

Time Dependent Properties...

Material: fc=280kg/cm2

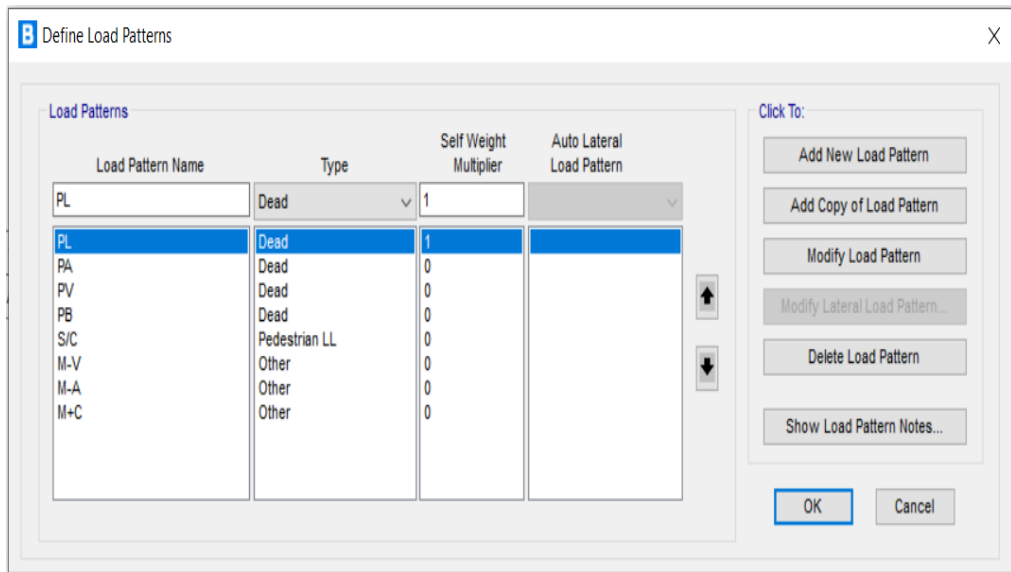
Property Modifiers: Set Modifiers...

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

Nota. Se presenta en la figura la asignación del peralte de la losa del puente de 18 cm.

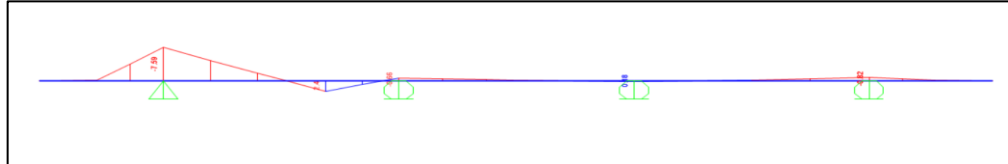
Figura 17
Patrones de carga



Nota. Se observa en la figura todas las cargas actuantes en la losa, el cual se le aplica a distancias que fueron calculadas con anterioridad.

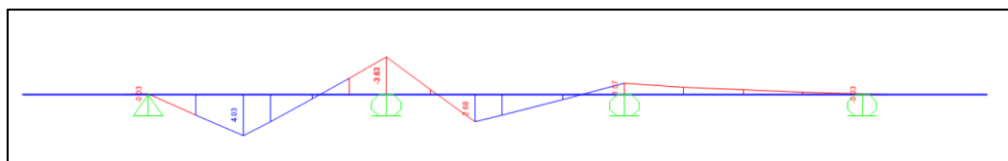
Diagrama de Fuerzas Internas DMF

Figura 18
Resistencia I: voladizo



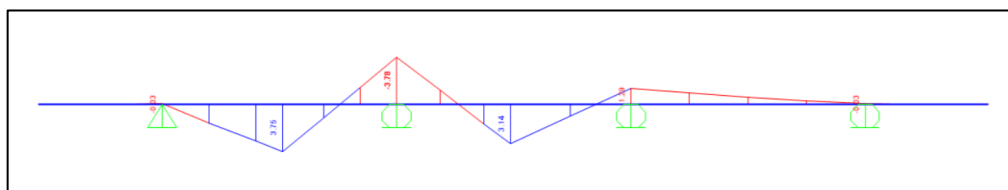
Nota. Se presenta en la figura el diagrama de momentos para el voladizo.

Figura 19
Resistencia I: claro



Nota. Se presenta en la figura el diagrama de momentos para el claro.

Figura 20
Resistencia I: apoyo



Nota. Se presenta en la figura el diagrama de momentos para el apoyo.

4.1.4. DISEÑO DEL VOLADIZO

- **Cálculo del $\Sigma n_i y_i Q_i$**

$n_i = 1.00$: Factor de modificación de cargas

$\Sigma y_i Q_i = 7.59 \text{Tnf.m}$: Momento flector amplificado - CSI BRIDGE

$\Sigma n_i y_i Q_i = 7.57 \text{Tnf.m}$: Momento último de diseño

- **Refuerzo por Flexión**

$f'_c = 280 \text{kgf/cm}^2$: resistencia a la compresión especificada del concreto

$f_y = 4200 \text{kgf/cm}^2$: esfuerzo de fluencia del acero

$\phi_f = 0.90$: factor de reducción de resistencia por flexión

$h = 18.00 \text{cm}$: espesor de la losa

$r = 4.50 \text{cm}$: recubrimiento al centroide del acero de refuerzo

$d = 13.50 \text{cm}$: peralte efectivo del acero en tensión, $d = h - r$

$b = 100.00 \text{cm}$: ancho de losa (se emplea el valor de 100 cm)

$M_u = 7.57 \text{Tnf.m}$: momento último de diseño

$M_u = 757102.5 \text{kgf.cm}$

$M_n = 8.41 \text{Tnf.m}$: momento nominal

$M_n = 841225.0 \text{kgf.cm}$

- **Parámetros de cálculo:**

$a = 2.94 \text{cm}$: profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos

$A_s = 16.65 \text{cm}^2$: área de acero en flexión

$\rho = 0.012332$: cuantía de acero A_s/bd

$\rho_b = 0.028330$: cuantía balanceada de acero

$\rho/\rho_b = 0.44$

Verificación de falla dúctil: (si $\rho/\rho_b < 0.5$: falla dúctil)

$\beta_1 = 0.85$: valor de β_1 para $f'_c=280$ kg/cm²

$0.42\beta_1d = 4.82$ cm

Verificación de falla dúctil: (si $a < 0.42\beta_1d$: falla dúctil)

- **Refuerzo Mínimo:**

$f'_c = 3.98$ ksi

$f_r = 33.67$ kgf/cm²: Módulo de rotura

$b = 100.00$ cm: ancho de losa (se emplea el valor de 100 cm)

$h = 18.00$ cm: espesor de la losa

$S_c = 5400.00$ cm³: módulo de sección (S)

$\gamma_1 = 1.60$: Estructuras de concreto reforzado

$\gamma_3 = 0.67$: Acero A615, refuerzo grado 60

$M_{cr} = 194934.8$ kg*cm: momento de agrietamiento

$A_s = 16.65$ cm²: área de acero en flexión

$\phi_f = 0.90$

$d = 13.50$ cm

$a = 6.61$ cm: profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos

$A_{sm} = 5.06$ cm²: área de acero en flexión mínimo

Verificación: ($A_{sm} \leq A_s$)

- **Refuerzo por Temperatura y Acortamiento de Fragua**

$b = 100.00\text{cm}$: ancho de losa (se emplea el valor de 100 cm)

$b = 39.37\text{in}$

$h = 18.00\text{cm}$: espesor de la losa

$h = 7.09\text{in}$

$f_y = 60.00\text{ksi}$: esfuerzo de fluencia del acero

$A_{stf} = 0.07\text{in}^2/\text{ft}$

$A_{stf} = 0.11\text{in}^2/\text{ft}$: valor corregido ($0.11 \leq A_{stf} \leq 0.60$)

Verificación: ($0.11 \leq A_{stf} \leq 0.60$)

Tabla 9

Detalle de reforzamiento tramo: voladizo

Astf = 2.33cm ² /m: área de acero por temperatura y acortamiento de fraguaAcero	db (in)	Área_{db}	$S_{calc.}(cm)$	$S_{asum.}(cm)$
A_s	5/8	1.98	11.9	11.0
A_{stf}	3/8	0.71	30.6	30.5

Nota. Se observa en la tabla el detalle del acero de reforzamiento para el tramo del voladizo.

- **Diseño del Claro**

Cálculo del $\Sigma n_i y_i Q_i$

$n_i = 0.95$: Factor de modificación de cargas

$\Sigma y_i Q_i = 4.03\text{Tnf.m}$: Momento flector amplificado - CSI BRIDGE

$\Sigma n_i y_i Q_i = 3.83\text{Tnf.m}$: momento último de diseño

Refuerzo por Flexión

$f'c = 280\text{kgf/cm}^2$: resistencia a la compresión especificada del concreto

$f_y = 4200\text{kgf/cm}^2$: esfuerzo de fluencia del acero

$\phi_f = 0.90$: factor de reducción de resistencia por flexión

$h = 18.00\text{cm}$: espesor de la losa

$r = 4.50\text{cm}$: recubrimiento al centroide del acero de refuerzo

$d = 13.50\text{cm}$: peralte efectivo del acero en tensión, $d = h - r$

$b = 100.00\text{cm}$: ancho de losa (se emplea el valor de 100 cm)

$M_u = 3.83\text{Tonf.m}$: momento último de diseño

$M_u = 382850.0\text{kgf*cm}$

$M_n = 4.25\text{Tonf.m}$: momento nominal

$M_n = 425388.9\text{kgf*cm}$

- **Parámetros de cálculo**

$a = 1.40\text{cm}$: profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos

$A_s = 7.91\text{cm}^2$: área de acero en flexión

$\rho = 0.005860$: cuantía de acero A_s/bd

$\rho_b = 0.028330$: cuantía balanceada de acero

$\rho/\rho_b = 0.21$

Verificación de falla dúctil: (si $\rho/\rho_b < 0.5$: falla dúctil)

$\beta_1 = 0.85$: valor de β_1 para $f'c=280\text{ kg/cm}^2$

$0.42\beta_1d = 4.82\text{cm}$

Verificación de falla dúctil: (si $a < 0.42\beta_1d$: falla dúctil)

- **Refuerzo Mínimo**

$f'_c = 280\text{kgf/cm}^2$: resistencia a la compresión especificada del concreto

$$f'_c = 3.98\text{ksi}$$

$$f_r = 33.67\text{kgf/cm}^2 \text{ Módulo de rotura}$$

$$b = 100.00\text{cm: ancho de losa (se emplea el valor de 100 cm)}$$

$$h = 18.00\text{cm: espesor de la losa}$$

$$S_c = 5400.00\text{cm}^3: \text{módulo de sección (S)}$$

$$\gamma_1 = 1.60: \text{Estructuras de concreto reforzado}$$

$$\gamma_3 = 0.67: \text{Acero A615, refuerzo grado 60}$$

$$M_{cr} = \gamma_3 \cdot \gamma_1 \cdot f_r \cdot S_c = 1.072 f_r \cdot S_c$$

$$M_{cr} = 194934.8\text{kg}\cdot\text{cm: momento de agrietamiento}$$

$$A_s = 7.91\text{cm}^2: \text{área de acero en flexión}$$

$$\phi_f = 0.90$$

$$d_1 = 3.50\text{cm}$$

$a = 6.61\text{cm: profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos}$

$$A_{sm} = 5.06\text{cm}^2: \text{área de acero en flexión mínimo}$$

Verificación: ($A_{sm} \leq A_s$)

- **Refuerzo Transversal de Distribución**

$$S = 1850.00\text{mm: longitud del tramo}$$

$$S = 6.07\text{ft}$$

$\%A_{sd} = 67.00\%$: porcentaje de área de acero transversal de distribución

$$A_s = 7.91\text{cm}^2: \text{área de acero en flexión}$$

$$A_{sd} = 5.30\text{cm}^2: \text{área de acero transversal de distribución}$$

- **Refuerzo por Temperatura y Acortamiento de Fragua**

$$b = 100.00\text{cm}: \text{ancho de losa (se emplea el valor de 100 cm)}$$

$$b = 39.37\text{in}$$

$$h = 18.00\text{cm}: \text{espesor de la losa}$$

$$h = 7.09\text{in}$$

$$f_y = 60.00\text{ksi}: \text{esfuerzo de fluencia del acero}$$

$$A_{stf} = 0.07\text{in}^2/\text{ft}$$

$$A_{stf} = 0.11\text{in}^2/\text{ft}: \text{valor corregido } (0.11 \leq A_{stf} \leq 0.60)$$

$$\text{Verificación: } (0.11 \leq A_{stf} \leq 0.60)$$

$A_{stf} = 2.33\text{cm}^2/\text{m}$: área de acero por temperatura y acortamiento de fragua

Tabla 10
Detalle de reforzamiento tramo claro

<i>Acero</i>	<i>db (in)</i>	<i>Área_{db}</i>	<i>S_{calc.}(cm)</i>	<i>S_{asum.}(cm)</i>
A_s	5/8	1.98	25.0	25.0
A_{sd}	3/8	0.71	13.4	13.0
A_{stf}	3/8	0.71	30.6	30.5

Nota. Se observa en la tabla el detalle del acero de reforzamiento para el tramo del claro.

- **Diseño del Apoyo Interior**

Cálculo del $\Sigma n_i y_i Q_i$

$n_i = 0.95$: Factor de modificación de cargas

$\Sigma y_i Q_i = 3.78 \text{Tnf.m}$: Momento flector amplificado - CSI BRIDGE

$\Sigma n_i y_i Q_i = 3.59 \text{Tnf.m}$: momento último de diseño

Refuerzo por Flexión

$f'_c = 280 \text{kgf/cm}^2$: resistencia a la compresión especificada del concreto

$f_y = 4200 \text{kgf/cm}^2$: esfuerzo de fluencia del acero

$\phi_f = 0.90$: factor de reducción de resistencia por flexión

$h = 18.00 \text{cm}$: espesor de la losa

$r = 4.50 \text{cm}$: recubrimiento al centroide del acero de refuerzo

$d = 13.50 \text{cm}$: peralte efectivo del acero en tensión, $d = h - r$

$b = 100.00 \text{cm}$: ancho de losa (se emplea el valor de 100 cm)

$M_u = 3.59 \text{Tonf}^* \text{m}$: momento último de diseño

$M_u = 359100.0 \text{kgf}^* \text{cm}$

$M_n = 3.99 \text{Tonf.m}$: momento nominal

$M_n = 399000.0 \text{kgf}^* \text{cm}$

Parámetros de cálculo

$a = 1.30 \text{cm}$: profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos

$A_s = 7.39 \text{cm}^2$: área de acero en flexión

$\rho = 0.005477$: cuantía de acero A_s/bd

$\rho_b = 0.028330$: cuantía balanceada de acero

$\rho/\rho_b = 0.19$

Verificación de falla dúctil: (si $\rho/\rho_b < 0.5$: falla dúctil)

$\beta_1 = 0.85$: valor de β_1 para $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

$0.42\beta_1d = 4.82 \text{ cm}$

Verificación de falla dúctil: (si $a < 0.42\beta_1d$: falla dúctil)

Refuerzo Mínimo

$f'_c = 3.98 \text{ ksi}$

$f_r = 33.67 \text{ kgf/cm}^2$ Módulo de rotura

$b = 100.00 \text{ cm}$: ancho de losa (se emplea el valor de 100 cm)

$h = 18.00 \text{ cm}$: espesor de la losa

$Sc = 5400.00 \text{ cm}^3$: módulo de sección (S)

$\gamma_1 = 1.60$: Estructuras de concreto reforzado

$\gamma_3 = 0.67$: Acero A615, refuerzo grado 60

$M_{cr} = \gamma_3 \cdot \gamma_1 \cdot f_r \cdot Sc = 1.072 \text{ fr} \cdot Sc$

$M_{cr} = 194934.8 \text{ kg} \cdot \text{cm}$: momento de agrietamiento

$A_s = 7.39 \text{ cm}^2$: área de acero en flexión

$\phi_f = 0.90$

$d = 13.50 \text{ cm}$

$a = 6.61 \text{ cm}$: profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos

$A_{sm} = 5.06 \text{ cm}^2$: área de acero en flexión mínimo

Verificación: ($A_{sm} \leq A_s$)

- **Refuerzo por Temperatura y Acortamiento de Fragua**

$b = 100.00\text{cm}$: ancho de losa (se emplea el valor de 100 cm)

$b = 39.37\text{in}$

$h = 18.00\text{cm}$: espesor de la losa

$h = 7.09\text{in}$

$f_y = 60.00\text{ksi}$: esfuerzo de fluencia del acero

$A_{stf} = 0.07\text{in}^2/\text{ft}$

$A_{stf} = 0.11\text{in}^2/\text{ft}$: valor corregido ($0.11 \leq A_{stf} \leq 0.60$)

Verificación: ($0.11 \leq A_{stf} \leq 0.60$)

$A_{stf} = 2.33\text{cm}^2/\text{m}$: área de acero por temperatura y acortamiento de fragua

Tabla 11
Detalle de reforzamiento tramo: apoyo

Acero	db (in)	Área _{db}	$S_{calc.}(cm)$	$S_{asum.}(cm)$
A_s	5/8	1.98	26.8	26.5
A_{stf}	3/8	0.71	30.6	30.5

Nota. Se observa en la tabla el detalle del acero de reforzamiento para el tramo del apoyo.

4.1.4.1. ANÁLISIS DE VIGAS

- **Factores de Distribución**

Factor de Distribución de Momento Viga Interior

$L = 17.00\text{m}$: longitud de cálculo del puente

$L = 55.77\text{ft}$

$S = 1.85\text{m}$: distancia entre ejes de vigas

$S = 6.07\text{ft}$

$t_s = 0.18\text{m}$: espesor de la losa

$t_s = 7.09\text{in}$

$e = 1.05$

$FDMVI = 0.4464$: 01 carril cargado

$1.2FDMVI = 0.5357$

$FDMVI = 0.5900$: dos o más carriles cargados

$FDMVI=\text{máx}$: 0.5900: mayor valor

- **Factor de Distribución de Momento Viga Exterior**

$FDMVI = 0.5900$: dos o más carriles cargados

$S = 1.85\text{m}$: distancia entre ejes de vigas

$X = 0.53\text{m}$: ubicación de la rueda con respecto al eje de la viga exterior

$L = 12.08\text{m}$: brazo de palanca de la rueda más alejada de la rótula

$L = 20.28\text{m}$: brazo de palanca de la rueda más cercana de la rótula

$d_e = 0.2250\text{m}$

$d_e = 0.74\text{ft}$: distancia del eje de la viga hasta la vereda o sardinel

$FDMVE = 0.6351$: un carril cargado

$1.2FDMVE = 0.7622$

$e = 0.85$

FDMVE = 0.5021: 02 o más carriles cargados

FDMVE máx = 0.7622-: mayor valor

- **Factor de Distribución de Corte Viga Interior**

S = 1.85m: separación de vigas a ejes

S = 6.07ft

FDVVI = 0.6028: 01 carril cargado

1.2FDVVI = 0.7233

FDVVI = 0.6757: 02 o más carriles cargados

FDVVI máx = 0.7233: mayor valor

- **Factor de Distribución de Corte Viga Exterior**

FDMVE = 0.64: 01 carril cargado

de = 0.23m

de = 0.74ft

FDVVI = 0.6757: 02 o más carriles cargados

FDVVE = 0.6351: 01 carril cargado

1.2FDVVE = 0.7622

e = 0.67

FDVVE = 0.4553: 02 o más carriles cargados

FDVVE máx = 0.7622: mayor valor

- **Metrado de Cargas y Análisis con CSI BRIDGE**

- Ancho Efectivo del Ala Viga Interior**

- h = 1.20m: peralte de vigas principales

- t = 0.18m: espesor de la losa

$L = 17.00\text{m}$: longitud efectiva del tramo

$b = 0.50\text{m}$: ancho de la base de la viga

$S = 1.85\text{m}$: espaciamiento entre vigas principales

$bf\text{-m}\acute{a}x = 4.25\text{m} (\leq L/4)$

$bf\text{-m}\acute{a}x = 2.66\text{m} (\leq 12t + bw)$

$bf\text{-m}\acute{a}x = 1.85\text{m} (\leq S$: espaciamiento promedio entre vigas adyacentes)

$bf\text{-i} = 1.85\text{m}$: ancho efectivo del ala de la viga interior

$A = 0.843\text{m}^2$: \u00e1rea de la secci\u00f3n transversal

- **Ancho Efectivo del Ala Viga Exterior**

$h = 1.20\text{m}$: peralte de vigas principales

$bf\text{-i} = 1.85\text{m}$: ancho efectivo del ala de la viga interior

$t = 0.18\text{m}$: espesor de la losa

$V = 0.98\text{m}$: longitud del voladizo

$L = 17.00\text{m}$: longitud efectiva del tramo

$b = 0.50\text{m}$: ancho de la base de la viga

$S = 1.85\text{m}$: espaciamiento entre vigas principales

$bf\text{-m}\acute{a}x = 3.05\text{m}$

$bf\text{-m}\acute{a}x = 2.26\text{m}$

$bf\text{-m}\acute{a}x = 1.90\text{m}$

$bf\text{-e} = 1.90\text{m}$: ancho efectivo del ala de la viga exterior

$A = 0.852\text{m}^2$: \u00e1rea de la secci\u00f3n transversal

- **Metrado de Cargas Viga Interior**

- **Peso Propio: PP (DC)**

- $A = 0.843\text{m}^2$: área de la sección transversal

- $w_c = 2.5\text{Tnf/m}^3$: peso volumétrico del concreto

- $PP = 2.1075\text{Tnf/m}$: peso propio de la viga principal

- **Peso Asfalto: PA (DW)**

- $t_a = 0.075\text{m}$: espesor de la carpeta asfáltica

- $b_{f-i} = 1.85\text{m}$: ancho efectivo del ala de la viga interior

- $P_{ua} = 2.2\text{Tnf/m}^3$: peso unitario del asfalto (2.2Tnf/m^3)

- $PA = 0.3053\text{Tnf/m}$: peso de la carpeta asfáltica

- **Peso Viga Diafragma Interior (PVD)**

- $h' = 0.72\text{m}$: peralte de viga diafragma Asumido

- $b_{VD-i} = 0.30\text{m}$: ancho de base de viga diafragma interior

- $t = 0.18\text{m}$: espesor de la losa

- $S = 1.85\text{m}$: espaciamiento entre vigas principales

- $b = 0.50\text{m}$: ancho de la base de la viga

- $h'' = 0.54\text{m}$: peralte de la viga diafragma sin la losa ($h'' = h' - t$)

- $l = 1.35\text{m}$: longitud de viga diafragma entre vigas principales
($l = S - b$)

- $w_c = 2.5\text{Tnf/m}^3$: peso volumétrico del concreto

- $PVD = 0.5468\text{Tnf}$: peso de viga diafragma interior

- **Metrado de Cargas - Viga Exterior**

Peso Propio: PP (DC)

$A = 0.852\text{m}^2$: área de la sección transversal

$w_c = 2.5\text{Tnf/m}^3$: peso volumétrico del concreto

$PP = 2.1300\text{Tnf/m}$: peso propio de la viga principal

Peso Asfalto: PA (DW)

$t_a = 0.075\text{m}$: espesor de la carpeta asfáltica

$S = 1.85\text{m}$: espaciamiento entre vigas principales

$bf-i = 1.85\text{m}$: ancho efectivo del ala de la viga interior

$bf-e = 1.90\text{m}$: ancho efectivo del ala de la viga exterior

$l = 0.2250\text{m}$: distancia del eje de viga al sardinel

Ancho = 1.1500m : ancho de asfalto sobre la viga exterior

$P_{ua} = 2.2\text{Tnf/m}^3$: peso unitario del asfalto (2.2Tnf/m^3)

$PA = 0.1898\text{Tnf/m}$: peso de la carpeta asfáltica

Peso Vereda

$t_{\text{vereda}} = 0.20\text{m}$: espesor de la vereda

$w_c = 2.4\text{Tnf/m}^3$: peso volumétrico del concreto no estructural

$b_v = 0.600\text{m}$: ancho total de la vereda

$PV = 0.2880\text{Tnf/m}$: peso de la vereda por metro lineal

Peso Baranda

$W_{\text{baranda}} = 0.272\text{Tnf/m}$: peso de la baranda por metro lineal

$PB = 0.2720\text{Tnf/m}$

SC peatonal

Bv peatones= 0.600m: ancho de vereda por donde pueden caminar los peatones

SCP = 0.367Tonf/m²: sobrecarga peatonal por metro cuadrado

SCP = 0.2202Tonf/m: peso de la sobrecarga peatonal por metro lineal

Peso Viga Diafragma Interior (PVD)

h' = 0.72m: peralte de viga diafragma - Asumido

bVD-i = 0.30m: ancho de base de viga diafragma interior

t = 0.18m: espesor de la losa

bf-e = 1.90m: ancho efectivo del ala de la viga exterior

b = 0.50m: ancho de la base de la viga

h" = 0.54m: peralte de la viga diafragma sin la losa (h" = h' - t)

l = 0.68m: longitud de viga diafragma entre vigas principales
(l = b_{fe}/2 - b/2 + distancia)

wc = 2.5Tonf/m³: peso volumétrico del concreto

PVD = 0.2734Tonf: peso de viga diafragma interior

• Combinaciones de Cargas - Viga Interior

Resistencia I - M

FDMVI-máx 0.5900-: mayor valor

PP1.25 peso propio

PA1.5 peso del asfalto

PVD1.25 peso de viga diafragma

VEHIC1.0325Carga vehicular

Resistencia I - V

FDVVI-máx = 0.7233: mayor valor

PP = 1.25 peso propio

PA = 1.5 peso del asfalto

PVD = 1.25 peso de viga diafragma

VEHIC = 1.2658 Carga vehicular

- **Combinaciones de Cargas - Viga Exterior**

Resistencia I - M

FDMVE-máx = 0.7622-: mayor valor

PP = 1.25 peso propio

PA = 1.5 peso del asfalto

PVD = 1.25 peso de viga diafragma

VEHIC = 1.3338Carga vehicular

Resistencia I - V

FDVVE-máx = 0.7622-: mayor valor

PP = 1.25 peso propio

PA = 1.5 peso del asfalto

PVD = 1.25 peso de viga diafragma

VEHIC = 1.3338 Carga vehicular

- **Modelado de la viga interior en CSI BRIDGE**

Figura 21
Propiedades de material

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: fc=280 kg/cm2

Material Type: Concrete

Material Grade: fc 4000 psi

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, U: 0.2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1.080E-05

Shear Modulus, G: 1185076.3

Other Properties For Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, Fc: 2800.

Expected Concrete Compressive Strength: 2800.

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Nota. Propiedades del concreto de $f'c=280$ kg/cm².

Figura 22
Sección de viga interior

Tee Section

Section Name: VI

Display Color:

Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions

Outside stem (t3): 1.2

Outside flange (t2): 1.85

Flange thickness (tf): 0.18

Stem thickness (tw): 0.5

Fillet Radius: 0.

Section

Properties

Section Properties...

Time Dependent Properties...

Material

fc=280 kg/cm2

Property Modifiers

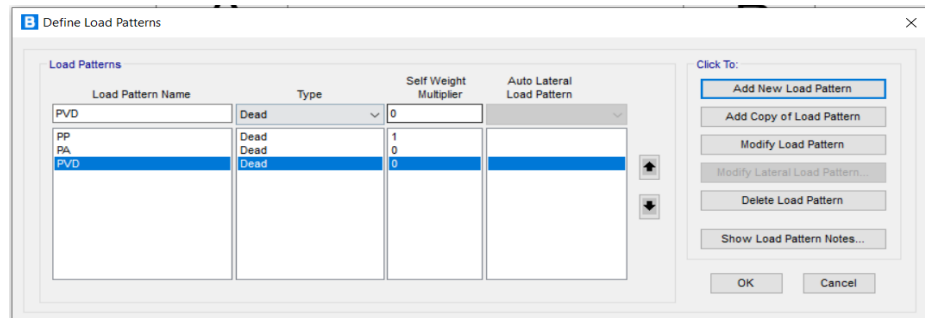
Set Modifiers...

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

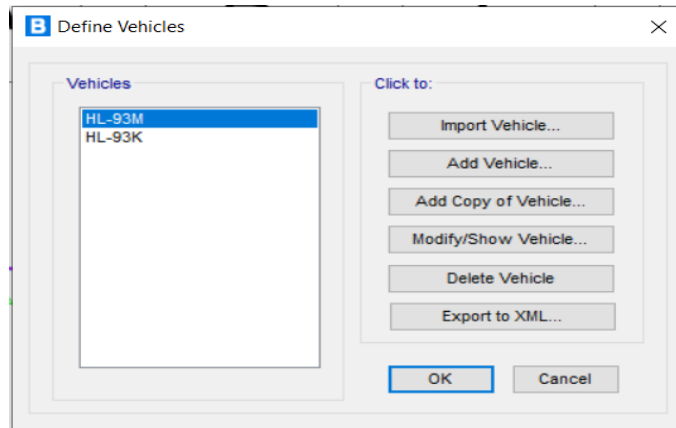
Nota. Modelado de la viga Tee en el CSI BRIDGE.

Figura 23
Patrones de carga



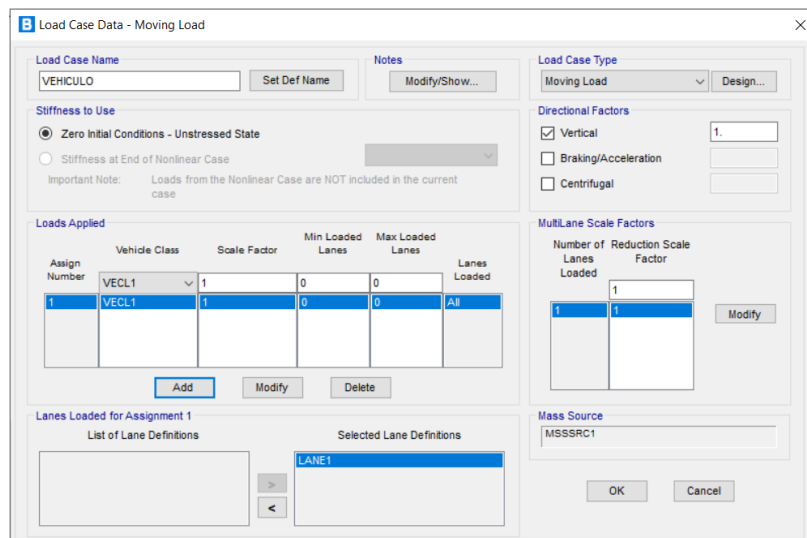
Nota. Patrones de carga necesarios para el diseño de la viga interior.

Figura 24
Cargas vehiculares



Nota. En la figura se muestra las cargas vehiculares según AASHTO.

Figura 25
Caso de carga



Nota. La imagen ilustra la situación de carga aplicada al vehículo diseñado, específicamente bajo la categoría de Carga en movimiento.

Figura 26
Combinaciones de carga Resistencia I – M

Load Combination Name (User-Generated): RESISTENCIA - I - M

Notes: Modify/Show Notes...

Load Combination Type: Linear Add

Options: Convert to User Load Combo, Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
VEHICULO	Moving Load		1.0325
PP	Linear Static		1.25
PVD	Linear Static		1.25
PVD	Linear Static		1.5
VEHICULO	Moving Load		1.0325

Buttons: Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Nota. La figura exhibe las combinaciones de carga para el diseño a flexión de la viga interna, las cuales se han multiplicado por los factores de escala indicados en el Manual de Puentes.

Figura 27
Combinaciones de carga Resistencia I - V

Load Combination Name (User-Generated): Resistencia I - V

Notes: Modify/Show Notes...

Load Combination Type: Linear Add

Options: Convert to User Load Combo, Create Nonlinear Load Case from Load Combo

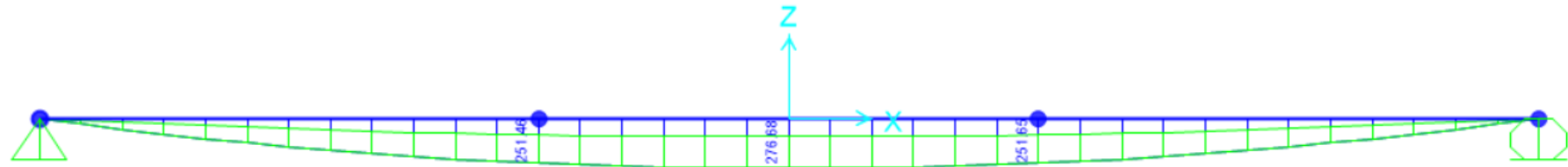
Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
VEHICULO	Moving Load		1.2658
PP	Linear Static		1.25
PVD	Linear Static		1.25
PA	Linear Static		1.5
VEHICULO	Moving Load		1.2658

Buttons: Add, Modify, Delete, OK, Cancel

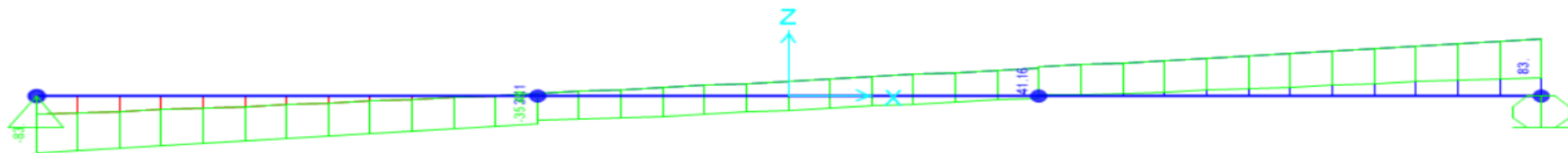
Nota. La figura presenta las combinaciones de carga destinadas al diseño a cortante de la viga interna, multiplicadas por los factores de escala especificados en el Manual de Puentes.

Figura 28
Diagrama de momentos para la viga interior



Nota. Diagrama de momentos para el diseño de la viga interior

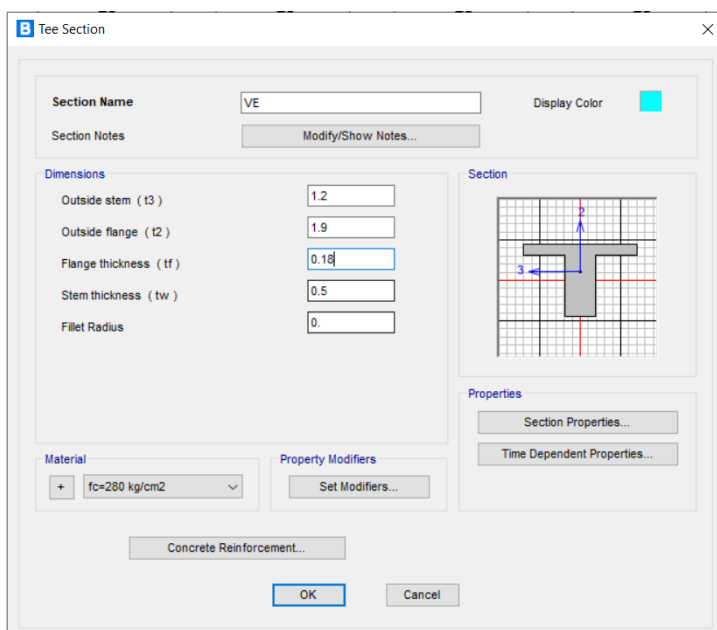
Figura 29
Diagrama de cortante para la viga interior



Nota. Diagrama de cortantes para el diseño a corte de la viga interior

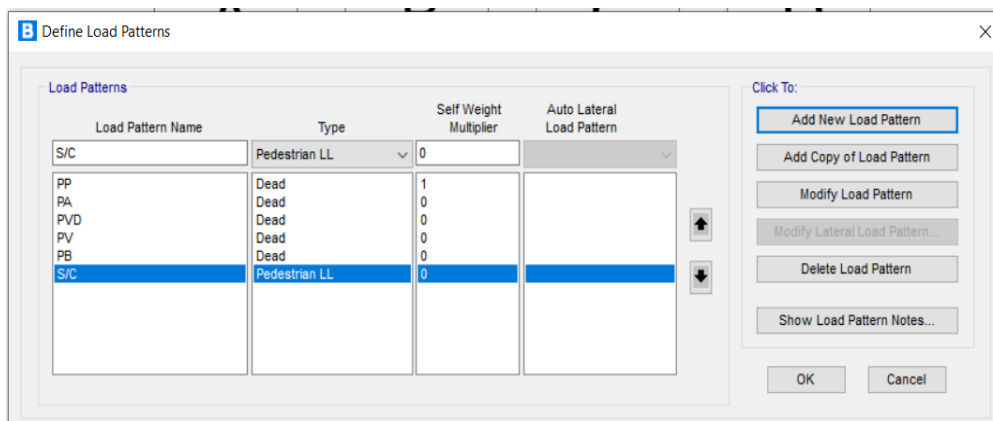
4.1.5. MODELADO DE LA VIGA EXTERIOR EN CSI BRIDGE

Figura 30
Sección de viga exterior



Nota. En la representación gráfica se detallan las dimensiones correspondientes a la viga externa utilizadas en el cálculo estructural.

Figura 31
Patrones de carga



Nota. En la representación gráfica se exhiben los modelos de carga necesarios para llevar a cabo el diseño de la viga exterior.

Figura 32
Combinaciones de carga Resistencia I - M

The dialog box 'Load Combination Data' shows the following configuration:

- Load Combination Name:** (User-Generated) RESISTENCIA - I - M
- Notes:** Modify/Show Notes...
- Load Combination Type:** Linear Add
- Options:** Convert to User Load Combo, Create Nonlinear Load Case from Load Combo
- Define Combination of Load Case Results:**

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
S/C	Linear Static		1.75
PP	Linear Static		1.25
PVD	Linear Static		1.25
PVD	Linear Static		1.5
VEHICULO	Moving Load		1.3338
PB	Linear Static		1.5
PV	Linear Static		1.5
S/C	Linear Static		1.75

Nota. En la representación gráfica se presentan las combinaciones de carga destinadas al diseño a flexión de la viga exterior, multiplicadas por los factores de escala mencionados en el Manual de Puentes.

Figura 33
Combinaciones de carga Resistencia I - V

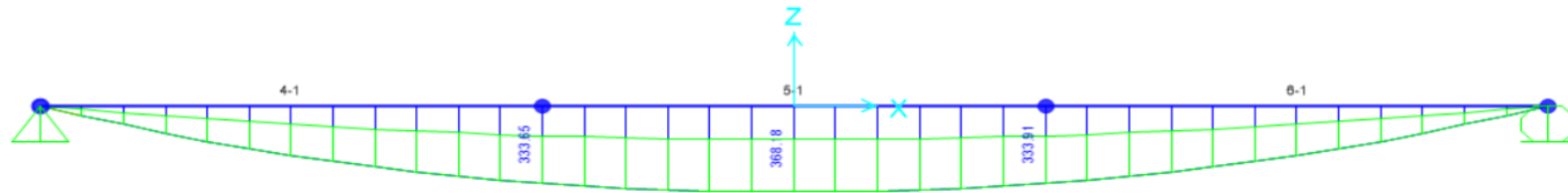
The dialog box 'Load Combination Data' shows the following configuration:

- Load Combination Name:** (User-Generated) Resistencia I - V
- Notes:** Modify/Show Notes...
- Load Combination Type:** Linear Add
- Options:** Convert to User Load Combo, Create Nonlinear Load Case from Load Combo
- Define Combination of Load Case Results:**

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
S/C	Linear Static		1.75
PP	Linear Static		1.25
PVD	Linear Static		1.25
PA	Linear Static		1.5
VEHICULO	Moving Load		1.3338
PB	Linear Static		1.5
PV	Linear Static		1.5
S/C	Linear Static		1.75

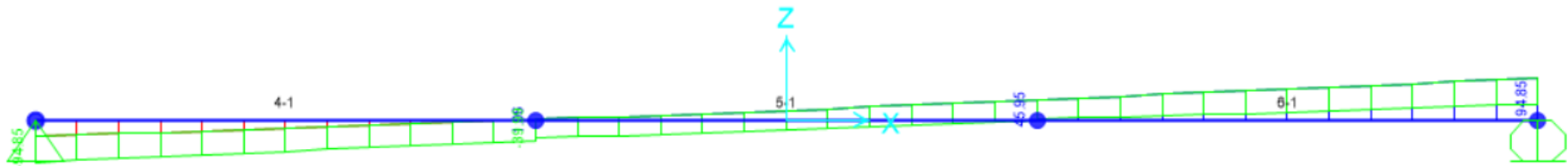
Nota. En la representación gráfica se exhiben las combinaciones de carga utilizadas en el diseño a cortante de la viga exterior, multiplicadas por los factores de escala indicados en el Manual de Puentes.

Figura 34
Diagrama de momentos para la viga exterior



Nota. En la representación gráfica se presenta el diagrama de momentos utilizado para el diseño a flexión de la viga exterior.

Figura 35
Diagrama de cortante para la viga exterior



Nota. En la representación gráfica se observa el diagrama de cortantes empleados para el diseño a corte de la viga exterior.

- **Diseño de Viga Interior a Flexión**

Estados Límite

Cálculo del $\Sigma ni\gamma_i Q_i$

$n_i = 0.95$: Factor de modificación de cargas

$\Sigma \gamma_i Q_i = 276.68 \text{Tnf.m}$ Momento flector amplificado - SAP2000

$\Sigma ni\gamma_i Q_i = 262.85 \text{Tnf.m}$ Momento flector de diseño

Refuerzo por Flexión

$f'_c = 280 \text{kg/cm}^2$: resistencia a la compresión especificada del concreto

$f_y = 4200 \text{kg/cm}^2$: esfuerzo de fluencia del acero

$\phi_f = 0.90$: factor de reducción de resistencia por flexión

$h = 120.00 \text{cm}$: peralte de viga principal

$d = 108.00 \text{cm}$: peralte efectivo $d = 0.9h$

$b_w = 50.00 \text{cm}$: ancho del alma

$b_f = 185.00 \text{cm}$: ancho del patín

$t_f = 18.00 \text{cm}$: espesor del patín

$M_u = 262.85 \text{Tnf.m}$: momento flector de diseño

$M_u = 26284600 \text{kg.cm}$

- **Parámetros de cálculo: Diseño como Sección Rectangular**

$a = 6.33 \text{cm} \leq t_f$: se diseña como viga rectangular

Verificación de análisis de sección rectangular

$A_s = 66.33 \text{cm}^2$: área de acero en flexión

$\rho = 0.0033$: cuantía de acero A_s/bd

$\rho_b = 0.0283$ Cuantía balanceada. ($f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$)

$\rho/\rho_b = 0.12$ -(si $\rho/\rho_b < 0.5$: falla dúctil)

Verificación de falla dúctil

$\beta_1 = 0.85$: valor de β_1 para $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

$0.42\beta_1d = 38.56 \text{ cm}$ (si $a < 0.42\beta_1d$: falla dúctil)

$\emptyset = 1 \frac{3}{8} \text{ in}$: diámetro de la varilla

$A_b = 10.06 \text{ cm}^2$: área de la varilla

$\#b = 8$: número de varillas

$A_{sd} = 80.48 \text{ cm}^2$: Área de acero en flexión dispuesta

- **Detalle del acero de refuerzo y distribución:**

Refuerzo por Flexión:

$A_s = 8 \phi 1 \frac{3}{8} \text{ pulg.}$

- **Diseño de Viga Interior a Corte**

Cálculo del $\Sigma n_i Q_i$

$n_i = 0.95$ Factor de modificación de cargas

$\Sigma y_i Q_i = 83.00 \text{ Tnf}$ Cortante amplificado - SAP2000

$\Sigma n_i y_i Q_i = 78.85 \text{ Tnf}$ Cortante de diseño

- **Refuerzo por Corte Diseño como Sección Rectangular**

$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$: resistencia a la compresión especificada del concreto

$f'_c = 27.46 \text{ Mpa}$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$: esfuerzo de fluencia del acero

$f_y = 411.89 \text{ Mpa}$

$\phi_c = 0.90$: factor de reducción de resistencia por corte

$h = 120.00 \text{ cm}$: peralte de viga principal

$d = 108.00 \text{ cm}$: peralte efectivo $d = 0.9h$

$b_w = 50.00 \text{ cm}$: ancho del alma

$b_v = 500.00 \text{ mm}$: ancho efectivo del alma

$a = 6.33 \text{ cm} \leq t_f$: se diseña como viga rectangular

$d_v = 1048.37 \text{ mm}$: profundidad efectiva de corte

$0.9d_v = 943.53 \text{ mm}$ Valor mínimo de d_v

$0.72h = 864.00 \text{ mm}$ Valor mínimo de d_v

$\phi_b = 1/2 \text{ in}$: diámetro de la varilla a corte (estribo)

$A_b = 1.29 \text{ cm}^2$: área de la varilla

$A_v = 2.58 \text{ cm}^2$: área de acero dispuesta a corte

$\beta = 2$: Factor del concreto fisurado recomendado

$\theta = 45^\circ$: ángulo de inclinación de los esfuerzos

$\alpha = 90^\circ$: ángulo de inclinación del refuerzo

$V_u = 78850 \text{ kgf}$: Cortante último

$V_c = 46496 \text{ kgf}$: Resistencia a corte del concreto

$$V_c = 0.083\beta(f'_c)^{0.5}b_vd_v$$

$V_s = 41115 \text{ kgf}$ Resistencia a corte del acero $V_s = V_u/\phi - V_c$

$s = 27 \text{ cm}$: separación del refuerzo - Asumido

$S_{m\acute{a}x} = 60.00\text{cm}$: separaci3n máxima

$A_{vm} = 1.426\text{cm}^2$: Refuerzo mínimo $A_{vm}=0.083(f'c^{0.5})bvs/fy$

- **Detalle del acero de refuerzo y distribuci3n:**

Refuerzo por Corte:

As 1/2 pulg.@ 150 mm

- **Diseño de Viga Exterior a Flexi3n**

Cculo del $\Sigma niyQi$

$n_i = 0.95$ Factor de modificaci3n de cargas

$\Sigma y_i Q_i = 366.18\text{Tnf.m}$ Momento flector amplificado - SAP2000

$\Sigma niy_i Q_i = 347.87\text{Tnf.m}$ Momento flector de diseño

Refuerzo por Flexi3n

$f'c = 280\text{kg/cm}^2$: resistencia a la compresi3n especificada del concreto

$f_y = 4200\text{kg/cm}^2$: esfuerzo de fluencia del acero

$\phi_f = 0.90$: factor de reducci3n de resistencia por flexi3n

$h = 120.00\text{cm}$: peralte de viga principal

$d = 108.00\text{cm}$: peralte efectivo $d = 0.9h$

$b_w = 50.00\text{cm}$: ancho del alma

$b_f = 190.00\text{cm}$: ancho del patín

$t_f = 18.00\text{cm}$: espesor del patín

$M_u = 347.87\text{Tnf.m}$: momento flector de diseño

$M_u = 34787100\text{kg.cm}$

- **Parámetros de cálculo: Diseño como Sección Rectangular**

$a = 8.23\text{cm} \leq t_f$: se diseña como viga rectangular

$A_s = 88.59\text{cm}^2$: área de acero en flexión

$\rho = 0.0043$: cuantía de acero A_s/bd

$\rho_b = 0.0283$ Cuantía balanceada. ($f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ y $f_y=4200\text{kg/cm}^2$)

$\rho/\rho_b = 0.15$ -(si $\rho/\rho_b < 0.5$: falla dúctil)

$\beta_1 = 0.85$: valor de β_1 para $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$

$0.42\beta_1d = 38.56\text{cm}$ (si $a < 0.42\beta_1d$: falla dúctil)

$\emptyset_b = 1 \frac{3}{8}\text{in}$: diámetro de la varilla

$A_b = 10.06\text{cm}^2$: área de la varilla

$\emptyset_b = 5/8\text{in}$: diámetro de la varilla

$A_b = 2.00\text{cm}^2$: área de la varilla

$\#b = 10$: número de varillas

$A_{sd} = 100.60\text{cm}^2$: Área de acero en flexión dispuesta

Detalle del acero de refuerzo y distribución:

Refuerzo por Flexión:

$A_s \phi 1 \frac{3}{8}$ pulg.

$A_s \phi 5/8$ pulg.

- **Diseño de Viga Exterior a Corte**

Cálculo del $\Sigma n_i y_i Q_i$

$n_i = 0.95$ -Factor de modificación de cargas

$\Sigma y_i Q_i = 94.85 \text{Tnf}$ Cortante amplificado - SAP2000

$\Sigma n_i y_i Q_i = 90.11 \text{Tnf}$ Cortante de diseño

- **Refuerzo por Corte Diseño como Sección Rectangular**

$f'_c = 280 \text{kg/cm}^2$: resistencia a la compresión especificada del concreto

$f'_c = 27.46 \text{Mpa}$

$f_y = 4200 \text{kg/cm}^2$: esfuerzo de fluencia del acero

$f_y = 411.89 \text{Mpa}$

$\phi_c = 0.90$: factor de reducción de resistencia por corte

$h = 120.00 \text{cm}$: peralte de viga principal

$d = 108.00 \text{cm}$: peralte efectivo $d = 0.9h$

$b_w = 50.00 \text{cm}$: ancho del alma

$b_v = 500.00 \text{mm}$: ancho efectivo del alma

$a = 8.23 \text{cm} \leq t_f$: se diseña como viga rectangular

$d_v = 1038.86 \text{mm}$: profundidad efectiva de corte

$0.9d_v = 934.97 \text{mm}$: Valor mínimo de d_v

$0.72h = 864.00 \text{mm}$: Valor mínimo de d_v

$\emptyset_b 1/2 \text{in}$: diámetro de la varilla a corte (estribo)

$A_b = 1.29 \text{cm}^2$: área de la varilla

$A_v = 2.58 \text{cm}^2$: área de acero dispuesta a corte

β_2 = Factor del concreto fisurado recomendado

$\theta = 45^\circ$: ángulo de inclinación de los esfuerzos

$\alpha = 90^\circ$: ángulo de inclinación del refuerzo

$V_u = 90108 \text{ kgf}$ Cortante último

$V_c = 46075 \text{ kgf}$ Resistencia a corte del concreto

$$V_c = 0.083\beta(f'c^{0.5})bvdv$$

$V_s = 54045 \text{ kgf}$ Resistencia a corte del acero $V_s = V_u / \phi - V_c$

$s = 20.83 \text{ cm}$: separación de los estribos $s = A_v f_y d_v / V_s$

$s = 18 \text{ cm}$: separación del refuerzo

$S_{\text{máx}} = 60.00 \text{ cm}$: separación máxima

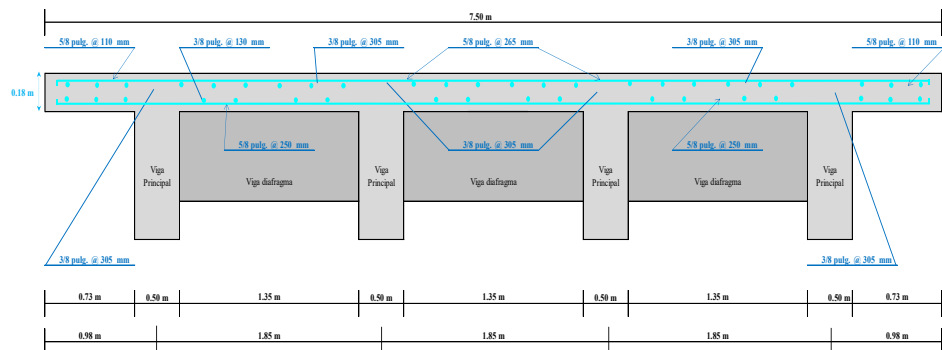
$A_{v\text{m}} = 0.950 \text{ cm}^2$ Refuerzo mínimo $A_{v\text{m}} = 0.083(f'c^{0.5})b_v s / f_y$

- **Detalle del acero de refuerzo y distribución**

Refuerzo por Corte:

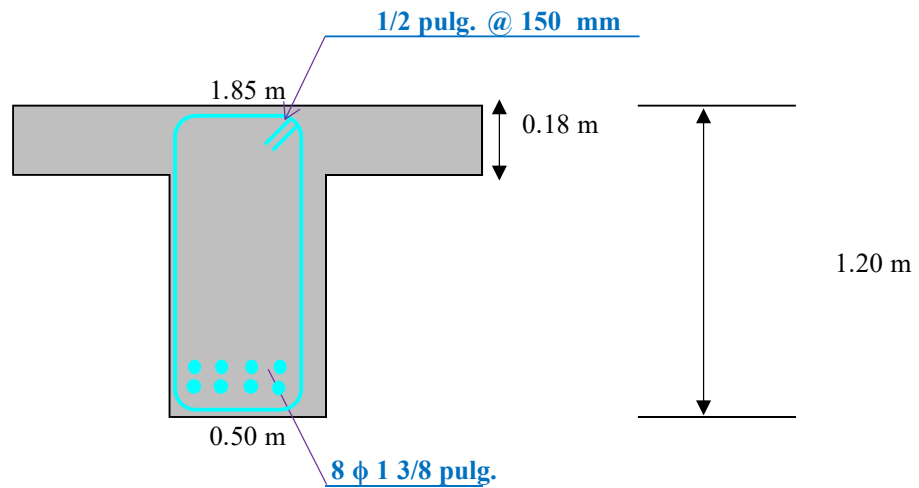
As 1/2 pulg. @ 180 mm

Figura 36
Vista transversal del puente



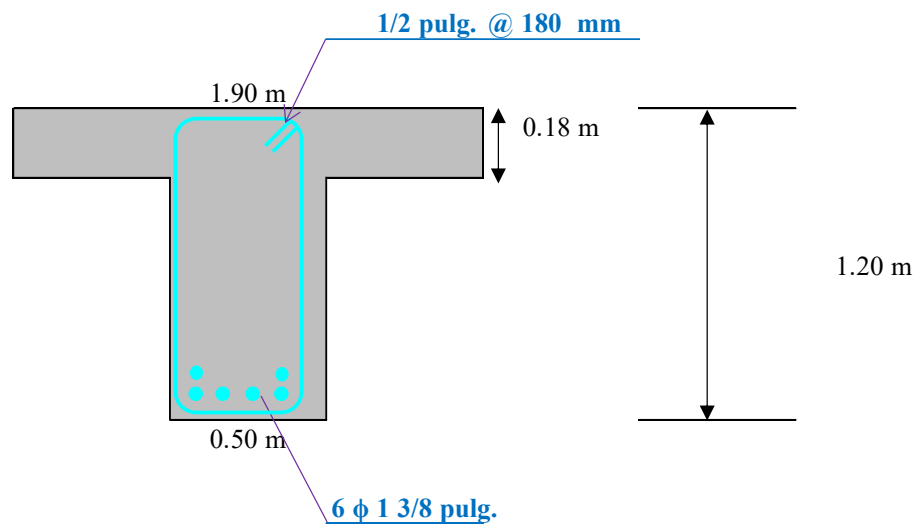
Nota. Se observa en la figura la vista transversal del puente donde tenemos las 4 vigas principales y las vigas diafragma que proporcionan estabilidad estructural y funcionalidad al puente, asegurando que puedan soportar eficientemente las cargas aplicadas y resistir fuerzas laterales que podrían afectar su integridad y el acero de refuerzo el cual su presencia es esencial para garantizar la resistencia y la integridad estructural del puente a lo largo del tiempo y bajo diversas condiciones de carga.

Figura 37
Viga Interior



Nota. Se observa en la figura las dimensiones de la viga interior y el acero de refuerzo necesario para soportar las cargas.

Figura 38
Viga Exterior



Nota. Se observa en la figura las dimensiones de la viga exterior y el acero de refuerzo necesario para soportar las cargas.

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Con base en el análisis detallado de los datos recopilados, los resultados obtenidos brindan evidencia significativa para aceptar la hipótesis general y, en consecuencia, rechazar la hipótesis nula propuesta en este estudio.

Los datos revelan que el diseño propuesto de un puente viga losa demuestra un impacto positivo y significativo en el comportamiento estructural a lo largo del tiempo en Santa María del Valle – Huánuco-2023. Este hallazgo respalda la idea de que la implementación de dicho diseño contribuye de manera efectiva a mejorar la capacidad del puente para soportar cargas y reducir deformaciones máximas bajo diferentes condiciones.

Estos resultados no solo refuerzan la relevancia de la propuesta de diseño en términos de su aplicabilidad práctica, sino que también proporcionan una base sólida para futuras consideraciones y desarrollos en el ámbito de la ingeniería estructural.

Este estudio, al aceptar la hipótesis general y rechazar la hipótesis nula, contribuye al conocimiento existente al demostrar la eficacia del diseño de un puente viga losa como una mejora significativa en el comportamiento estructural en el contexto específico de Santa María del Valle – Huánuco-2023.

Dado que los resultados obtenidos brindan evidencia significativa para aceptar la hipótesis general (que respalda la efectividad del diseño propuesto del puente viga losa), esto sugiere que la distribución de cargas es uniforme y eficiente, lo que respalda la hipótesis específica H_{i1} y rechaza la hipótesis nula H_{01} .

Al aceptar la hipótesis general, se concluye que el diseño del puente viga losa mejora el comportamiento estructural a lo largo del tiempo, lo que incluye su durabilidad frente a condiciones ambientales extremas. Esto respalda la hipótesis específica H_{i2} y rechaza la hipótesis nula H_{02} .

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio proporcionó una evaluación detallada del impacto del diseño de un puente viga losa en el comportamiento estructural a lo largo del tiempo en Santa María del Valle – Huánuco-2023. La contrastación de las hipótesis revela resultados que respaldan la efectividad de la propuesta de diseño en la mejora sustancial del rendimiento estructural.

Espinoza (2018) menciona en su tesis que debido a las inundaciones provocadas por tormentas obstruyen las comunicaciones e interrumpen el transporte, este problema repercute negativamente en el comercio y limita los recursos accesibles a los pequeños empresarios, una vez concluida la fase de cálculo estructural, se elaboraron los diseños detallados del puente, también se han establecido los mejores tamaños para cada parte de la superestructura y la subestructura del puente.

Al analizar las deformaciones máximas bajo distintas cargas, se observó una reducción significativa en comparación con otros diseños de puentes. Este resultado respalda la hipótesis general, indicando que el ancho del puente, según el diseño de viga losa propuesto, influye positivamente en la capacidad del puente para resistir deformaciones máximas, consolidando así su robustez estructural.

Almirón (2021) menciona dado que el puente de Kitamayo es curvo, se diseñó siguiendo la forma de la carretera para que la transición no fuera brusca y no ocupara superficies mayores para su ubicación, dado que se siguió el procedimiento del método LRFD, se concluye que su diseño es adecuado, el puente Kitamayo está ubicado en el km 5+510 de la carretera Písaq, se determinaron, pre dimensionaron y diseñaron sus cargas permanentes, según la norma AASHTO, el diseño aceptable de este tipo de estructuras tiene un ciclo de vida de 75 años

Adicionalmente, la evaluación del peralte de las vigas reveló que dicho parámetro afecta positivamente la capacidad del puente para soportar cargas. Los resultados indican que el diseño de viga losa, al considerar adecuadamente el peralte de las vigas, contribuye a una mayor capacidad estructural frente a cargas aplicadas.

En cuanto a la distribución del refuerzo de acero, los hallazgos respaldan la hipótesis general al demostrar que una distribución precisa del refuerzo contribuye de manera significativa a la capacidad de carga del puente. Esto subraya la importancia de un diseño detallado y específico del refuerzo estructural para mejorar la resistencia del puente a lo largo del tiempo.

CONCLUSIONES

El diseño del puente presenta las siguientes dimensiones, una longitud de 17m, un ancho de puente de 7.50 m, con 2 veredas con un ancho de 0.6 m cada una, se presentan 2 carriles y un espesor de carpeta asfáltica de 0.075 m, como características del puente se tiene una ductilidad reglamentaria de 1.00, una redundancia de 1.00 y una importancia operativa de 0.95.

La evaluación del impacto del ancho puente demuestra una clara asociación entre las deflexiones máximas bajo diversas cargas. Los resultados ponen de relieve la necesidad de abordar cuidadosamente este parámetro en el diseño de puentes de vigas de losa con el fin de lograr una mayor resistencia estructural. Este resultado subraya la importancia de modificar adecuadamente la anchura para obtener un rendimiento óptimo del puente.

El análisis de la influencia del peralte de las vigas demuestra su papel crucial en la capacidad del puente para soportar cargas. La relación positiva entre el peralte de las vigas y la resistencia estructural sugiere que un diseño que considere adecuadamente este factor contribuye significativamente a mejorar la capacidad del puente para soportar diversas condiciones de carga.

La evaluación de la distribución precisa del refuerzo de acero muestra su impacto directo en la capacidad de carga del puente. Un diseño que garantice una distribución adecuada del refuerzo de acero demuestra ser fundamental para potenciar la resistencia estructural del puente. Estos hallazgos resaltan la importancia de la planificación detallada y la implementación precisa del refuerzo estructural en proyectos de puentes viga losa.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios adicionales para afinar y optimizar el ancho del puente, considerando variables como el tráfico esperado, las condiciones geográficas y las normativas locales. Esto permitirá maximizar la eficiencia estructural y garantizar la seguridad y funcionalidad del puente.

Se recomienda profundizar en investigaciones que exploren detalladamente la relación entre el peralte de las vigas y la capacidad del puente para soportar cargas específicas. Estos estudios podrían proporcionar pautas más precisas para el diseño estructural, teniendo en cuenta factores ambientales y requisitos específicos de carga.

Se recomienda la elaboración de guías específicas que aborden la distribución precisa del refuerzo de acero en puentes viga losa. Estas guías pueden proporcionar a los ingenieros y diseñadores una referencia clara para optimizar la resistencia estructural, considerando factores como la distribución de carga y las condiciones geotécnicas locales.

Se recomienda fomentar la colaboración entre ingenieros estructurales, geotécnicos y diseñadores para abordar de manera integral los desafíos específicos de los puentes viga losa en la región. Una aproximación interdisciplinaria puede enriquecer el proceso de diseño y mejorar la adaptabilidad de las estructuras a diversas condiciones.

Se recomienda mantenerse al tanto de las actualizaciones en las normativas y estándares de diseño estructural. La incorporación de las últimas prácticas y tecnologías garantizará que los puentes diseñados cumplan con los requisitos de seguridad y sostenibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almirón Panti, L. (2021). *Propuesta de diseño bajo el método AASHTO LRFD del puente Kitamayo en el km 5+510 de la carretera Písaq Cusco, 2021*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Episteme.
- Aronés Villavicencio, Á. P., & Cortés Anderson, C. V. (2018). *Evaluación estructural del puente Huaracane con las Especificaciones de Diseño de Puentes AASHTO LRFD*. Moquegua: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- 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.
- Borja Suárez, M. (2016). *Metodología de la Investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- 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 tránsito 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.
- 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 CCP14*. 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 CCP14*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- RNE. (2019). *NORMA E.020*. Obtenido de NORMA E.020: <https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>
- RNE. (2019). *NORMA E.030*. Obtenido de NORMA E.030: <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.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.

Zhao, J., & Tonias, D. (2017). *Bridge Engineering: Rehabilitation, and Maintenance of Modern Highway Bridges*. New York: McGraw Hill.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Sabino García, F. (2024). *Mejora del comportamiento estructural con el diseño de un puente viga losa en el distrito de Santa María Del Valle – Huánuco - 2023*, [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

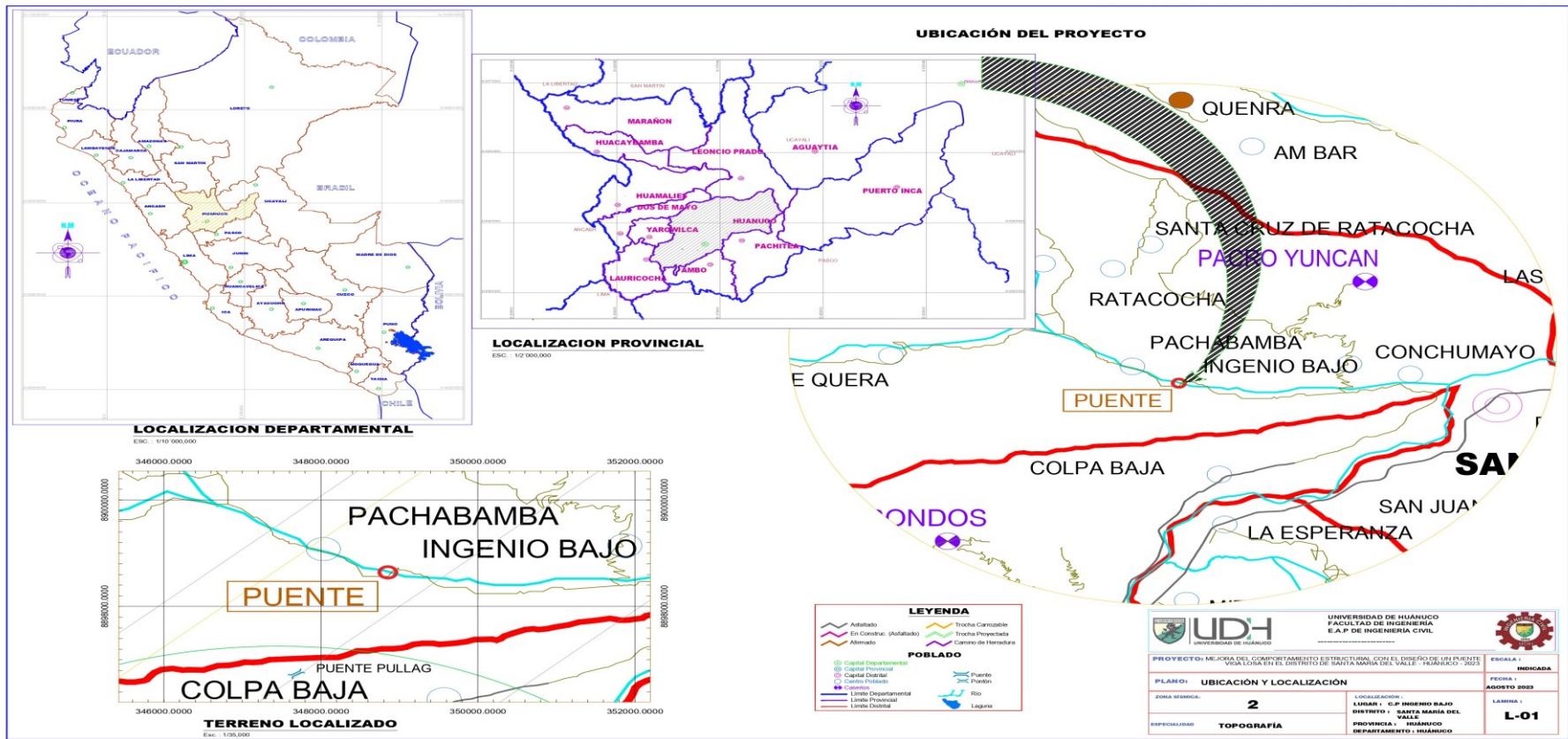
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “Mejora del comportamiento estructural con el diseño de un puente viga losa en el distrito de Santa María Del Valle - Huánuco”,

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
<p>Problema general: ¿Cómo afecta la propuesta del diseño de un puente viga losa que contribuya en un mejor comportamiento estructural a lo largo del tiempo, Santa María del Valle – Huánuco - 2023?</p> <p>Problema específico: ¿Cómo afecta el ancho del puente a las deformaciones máximas bajo distintas cargas, Santa María del Valle – Huánuco-2023? ¿Cómo afectan el peralte de las vigas a la capacidad del puente para soportar cargas, Santa María del Valle – Huánuco-2023? ¿Cómo afecta la distribución precisa del refuerzo de acero en la capacidad de carga del puente, Santa María del Valle – Huánuco-2023?</p>	<p>Objetivo General Proponer el diseño de un puente viga losa que contribuya en un comportamiento estructural a lo largo del tiempo, Santa María del Valle – Huánuco – 2023.</p> <p>Objetivos específicos Evaluar la influencia del ancho del puente a las deformaciones máximas bajo distintas cargas, Santa María del Valle – Huánuco-2023. Evaluar la influencia del peralte de las vigas a la capacidad del puente para soportar cargas, Santa María del Valle – Huánuco-2023. Calcular la influencia de la distribución precisa del refuerzo de acero en la capacidad de carga del puente, Santa María del Valle – Huánuco-2023.</p>	<p>Hipótesis General Hi: La propuesta del diseño de un puente viga losa contribuye en un mejor comportamiento estructural a lo largo del tiempo, Santa María del Valle – Huánuco-2023.</p> <p>H0: La propuesta del diseño de un puente viga losa no contribuye en un mejor comportamiento estructural a lo largo del tiempo, Santa María del Valle – Huánuco-2023.</p>	<p>Variable dependiente: Comportamiento estructural</p> <p>Variable independiente: Diseño de puente viga losa</p>	<p>Enfoque Será cuantitativo.</p> <p>Alcance o nivel El alcance del proyecto es descriptivo.</p> <p>Diseño Es no experimental.</p>	<p>Población Se tomará como población el puente existente en el distrito de Santa María del Valle.</p> <p>Muestra La muestra será representada por el puente existente de 20m de longitud y 5m de ancho el cual tiene 1 solo carril ubicada en el distrito de Santa María del Valle, en la provincia y departamento de Huánuco.</p>

ANEXO 2

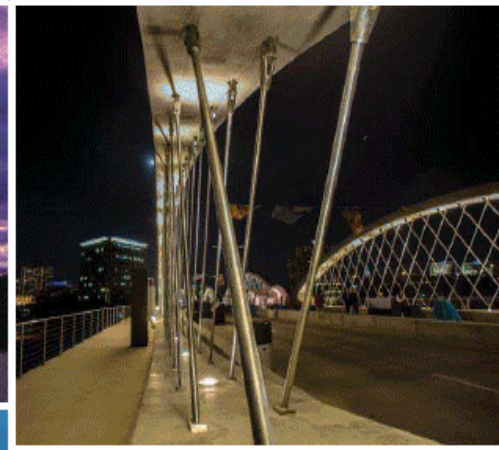
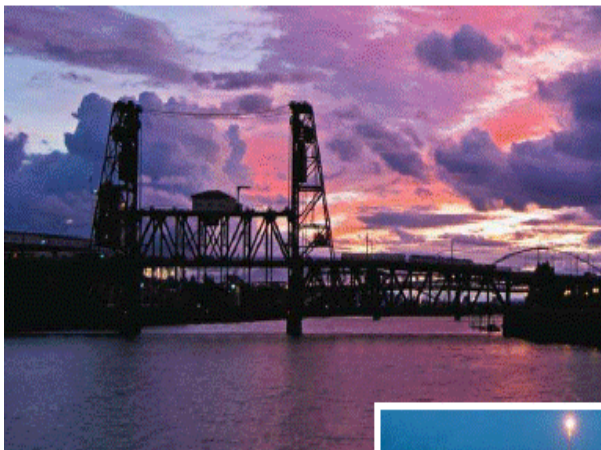
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



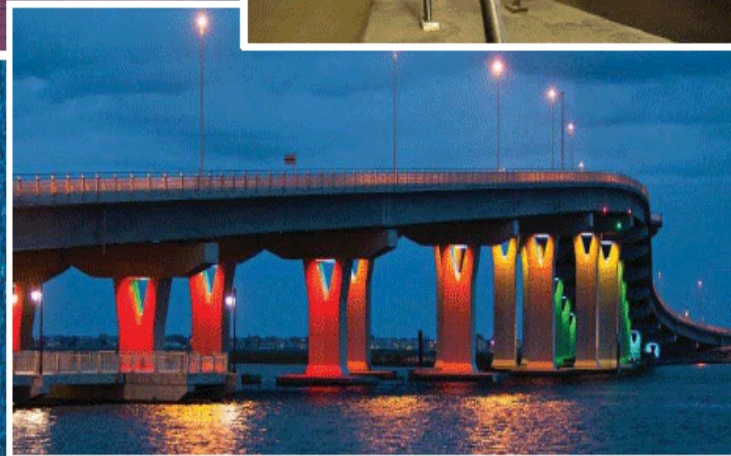
ANEXO 3
NORMA AASHTO LRFD

AMERICAN ASSOCIATION
OF STATE HIGHWAY AND
TRANSPORTATION OFFICIALS
AASHTO

AASHTO LRFD
Bridge Design
Specifications



8th Edition
September 2017



Publication Code: LRFD-8 • ISBN: 978-1-56051-654-5

ANEXO 4
MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

MANUAL DE PUENTES



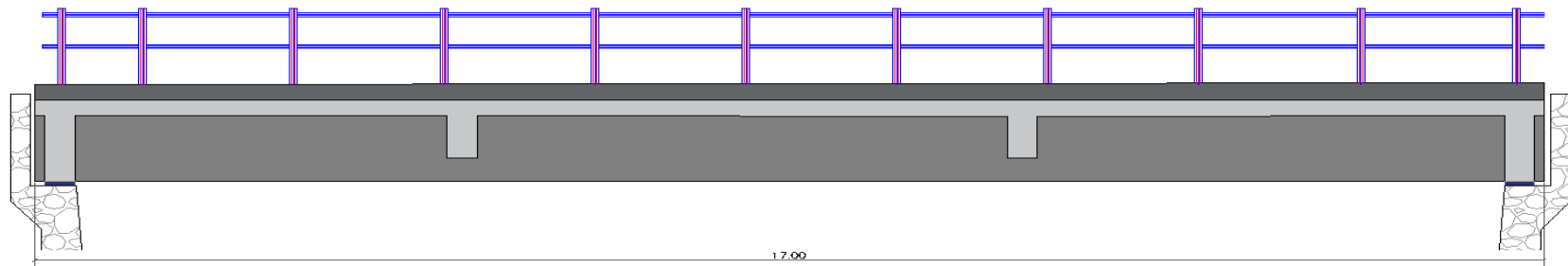
Pte. Pachitea – Huánuco

Diciembre de 2018

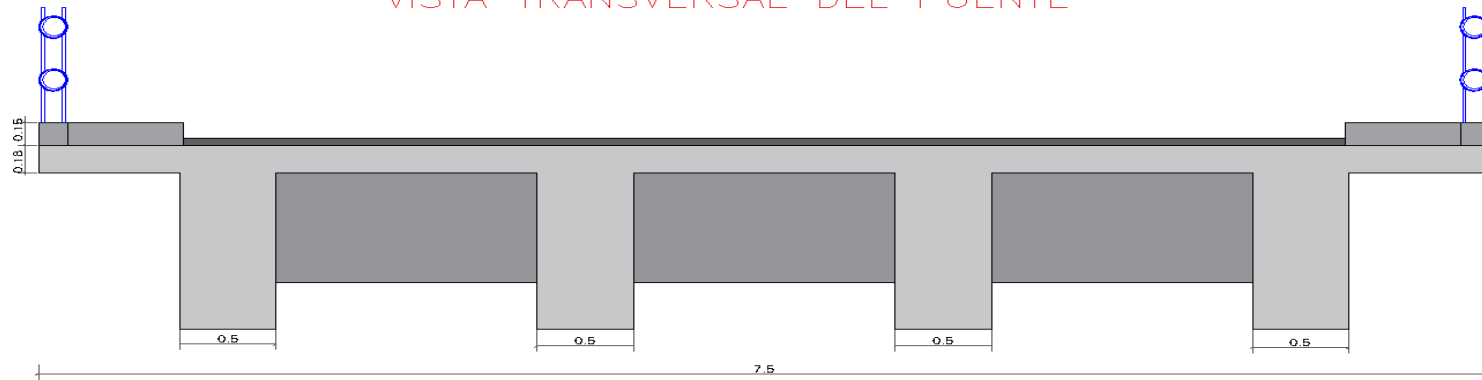
ANEXO 5

VISTA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE PUENTE

VISTA LONGITUDINAL DEL PUENTE

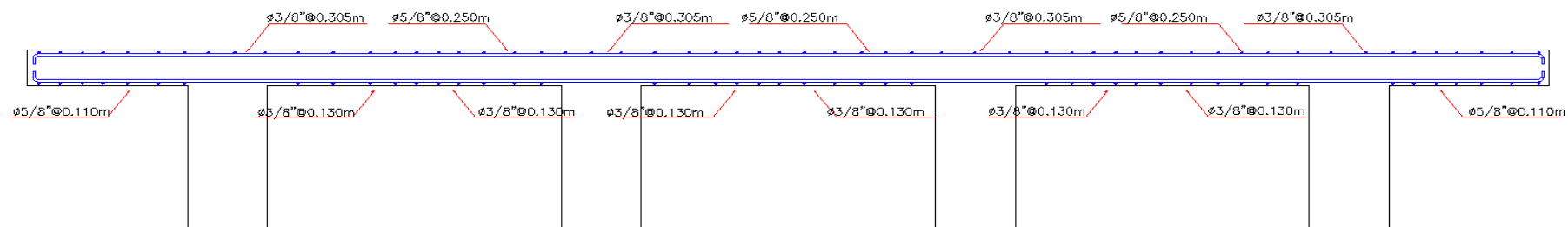


VISTA TRANSVERSAL DEL PUENTE

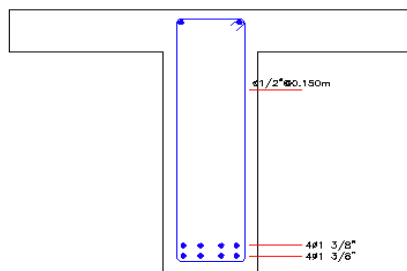


ANEXO 6 PLANO DE REFUERZO

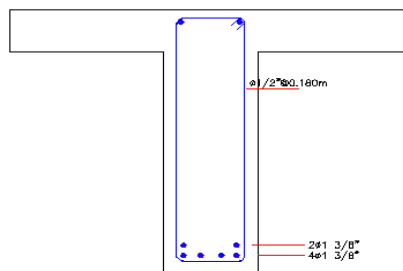
REFUERZO DE PUENTE VIGA LOSA



VIGA INTERIOR



VIGA EXTERIOR



		UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERÍA E.A.P DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO: MEJORA DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL CON EL DISEÑO DE UN PUNTE VIGA LOSA EN EL C.P DE INGENIO BAJO, SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO - 2023			ESCALA: INDICADA
PLANO: DISTRIBUCIÓN DE REFUERZO DE ACERO			FECHA: ENERO 2024
UBICACIÓN: CC.PP INGENIO BAJO		LOCALIZACIÓN: DISTRITO: SANTA MARÍA DEL VALLE PROVINCIA: HUÁNUCO DEPARTAMENTO: HUÁNUCO	LAMINA: L-01