

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA



Evaluación de la post inversión y optimización del diseño
estructural en la vida útil del puente carrozable San Francisco -
Satipo

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

AUTORA

Rosa María Mercedes Roca Coronel

ASESOR

Alcibíades Bances Meza

Tarma, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos del autor**

Nombres	ROSA MARIA MERCEDES
Apellidos	ROCA CORONEL
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	70241054
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	ALCIBIADES
Apellidos	BANCES MEZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	44127737
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0003-0158-3407

Datos del Jurado**Datos del presidente del jurado**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	punte carrozable, diseño estructural, evaluación, post inversión, eficiencia, análisis.
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: enlace	732016

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 036-2024-UCSS-FI/TPICIV

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Los Olivos, 29 de febrero de 2024

Siendo el día 29 de febrero de 2024, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

Evaluación de la post inversión y optimización del diseño estructural en la vida útil del puente carrozable San Francisco – Satipo

Presentado por la bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil de la Filial Tarma:

ROCA CORONEL, ROSA MARIA MERCEDES

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

LAURENCIO LUNA, MANUEL ISMAEL
CANTA HONORES, JORGE LUIS

Luego de haber realizado las evaluaciones y calificaciones correspondientes la comisión lo declara:

APROBADO

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue a la Bachiller ROCA CORONEL, ROSA MARIA MERCEDES el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

En señal de conformidad firmamos,



MSc. LAURENCIO LUNA, MANUEL ISMAEL
Evaluador especialista 1



Mg. CANTA HONORES, JORGE LUIS
Evaluador especialista 2

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Los Olivos, 28 de enero de 2024

Señor

Manuel Ismael Laurencio Luna

Coordinador del Programa de Estudios de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

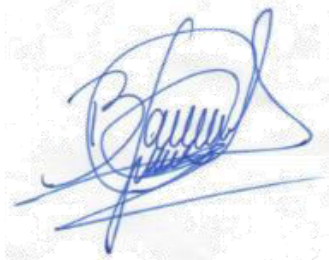
Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que el informe de trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: **“Evaluación de la post inversión y optimización del diseño estructural en la vida útil del puente carrozable San Francisco - Satipo”**, presentado por ROCA CORONEL, ROSA MARIA MERCEDES con código 2016100365 y DNI: 70241054 para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser evaluado y calificado por la comisión evaluadora de especialistas.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 2 %** * Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



ALCIBIADES BANCES MEZA

DNI N°: 44127737

ORCID: 0000-0003-0158-3407

Facultad de Ingeniería - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

Resumen

El presente trabajo se enfoca en la evaluación del puente carrozable San Francisco - Satipo, con el propósito de identificar las deficiencias post inversión mediante un análisis detallado de los resultados y ejecución del proyecto, con especial énfasis en plazos, costos y metas físicas, para ello se realiza un análisis del diseño estructural del puente a fin de evaluar su solidez, esto se realiza en base a los lineamientos de evaluación ex post de proyectos de inversión pública brindado por el ministerio de economía y finanzas, del mismo modo el análisis estructural del puente se basa en el manual de puentes adaptado por el ministerio de transportes y comunicaciones. Tras evaluar la ejecución del puente en términos de plazos, costos y metas físicas, se concluye que fue ineficiente, el análisis del diseño reveló deficiencias en el predimensionamiento, especialmente en el peralte de la viga principal y viga diafragma, por ello se propone un rediseño del puente. Asimismo, para mejorar la vida útil, se recomienda reforzar la viga principal y viga diafragma con fibras de carbono. Este enfoque busca fortalecer la estructura para una mayor durabilidad y seguridad.

Palabras clave: puente carrozable, diseño estructural, evaluación, post inversión, eficiencia, análisis.

Abstract

The present work focuses on the evaluation of the San Francisco - Satipo wheeled bridge, with the purpose of identifying the post-investment deficiencies through a detailed analysis of the results and execution of the project, with special emphasis on deadlines, costs and physical goals, for this purpose an analysis of the structural design of the bridge is carried out in order to evaluate its solidity, this is done based on the guidelines of ex post evaluation of public investment projects provided by the ministry of economy and finance, in the same way the structural analysis of the bridge is based on the manual of bridges adapted by the ministry of transport and communications. After evaluating the execution of the bridge in terms of deadlines, costs and physical targets, it is concluded that it was inefficient, the design analysis revealed deficiencies in the pre-dimensioning, especially in the cant of the main girder and diaphragm girder, therefore a redesign of the bridge is proposed. Also, to improve the service life, it is recommended to reinforce the main girder and diaphragm girder with carbon fibres. This approach aims to strengthen the structure for greater durability and safety.

Keywords: vehicular bridge, structural design, evaluation, post-investment, efficiency, analysis.

Índice

Resumen.....	2
Índice.....	4
Índice de Tablas	8
Índice de Figuras.....	10
Introducción	12
Trayectoria del Autor	14
Descripción de la Empresa.....	14
Organigrama de la Empresa.....	15
Áreas y Funciones Desempeñadas.....	15
Experiencia Profesional Realizado en la Organización	17
Problemática	21
Planteamiento del Problema	21
Definición del Problema	23
Problema General.....	24
Problemas Específicos	24
Objetivo General.....	24
Objetivos Específicos.....	24
Justificación	24
Justificación Teórica	24

Justificación Práctica	25
Justificación Social	25
Importancia	26
Alcance Y Limitaciones.....	26
Marco Teórico.....	28
Antecedentes	28
Antecedentes Nacionales	28
Antecedentes Internacionales.....	30
Bases Teóricas	32
Proyecto de Inversión Pública	32
Definición del Puente.....	33
Métodos de Solución.....	37
Definición de Términos Básicos.....	39
Propuesta de Solución.....	42
Metodología de la Solución	42
Desarrollo de la Solución.....	43
Ubicación del Proyecto	44
Planificación de Actividades.....	45
Recolección de Documentación.....	46
Procesamiento de Datos	51

Análisis del Diseño Estructural del Puente Carrozable San Francisco	60
Diseño del Puente Viga Losa	79
Comparación del Puente Ejecutado y Diseño Realizado	83
Alternativa de Solución Para Optimizar el Diseño Estructural	85
Factibilidad Técnica – Operativa	86
Factibilidad Técnica	86
Factibilidad Operativa	88
Inversión	89
Inversión Diseño Propuesto	89
Inversión De Operación y Mantenimiento del Puente	90
Inversión Del Desarrollo del Trabajo	91
Análisis de Resultados	93
Deficiencias de Post Inversión en el Puente Carrozable San Francisco – Satipo.	93
Análisis del Diseño Estructural del Puente Carrozable San Francisco – Satipo.....	95
Alternativa de Solución Para la Optimización del Diseño Estructural	98
Análisis de Costo – Beneficio	100
Beneficios de la Implementación	103
Aportes más Destacables a la Institución.....	105
Conclusiones	107
Recomendaciones	110

Referencias.....	112
Anexos	114

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de desarrollo de solución.....	43
Tabla 2 Coordenadas de la ubicación del puente carrozable "San Francisco"	45
Tabla 3 Componentes y productos asociados del proyecto puente carrozable "San Francisco" .	48
Tabla 4 Presupuesto según expediente técnico aprobado	48
Tabla 5 Resumen de valorizaciones mensuales del contrato principal.....	49
Tabla 6 Valorizaciones mensuales del adicional de obra N° 01	50
Tabla 7 Datos técnicos del puente "San Francisco".....	50
Tabla 8 Resumen de valorizaciones mensuales del contrato principal.....	56
Tabla 9 Resumen de valorizaciones mensuales del adicional de obra.....	56
Tabla 10 Resumen de valorizaciones mensuales de mayores metrados	57
Tabla 11 Evaluación para los resultados de la eficiencia global	58
Tabla 12 Predimensionamiento de la viga principal.....	61
Tabla 13 Predimensionamiento de losa	61
Tabla 14 Predimensionamiento de la viga diafragma.....	62
Tabla 15 Metrado de cargas del voladizo	64
Tabla 16 Metrado de cargas del voladizo, viga y diafragma	66
Tabla 17 Dimensiones del estribo del puente	73
Tabla 18 Acero de refuerzo vertical en cara interior de la pantalla	75
Tabla 19 Acero de refuerzo vertical en cara exterior de la pantalla	76
Tabla 20 Acero de refuerzo horizontal en cara interior de la pantalla.....	77
Tabla 21 Comparación de las dimensiones de la superestructura.....	84
Tabla 22 Análisis de factibilidad técnica	87

Tabla 23 Análisis de factibilidad operativa	88
Tabla 24 Comparación de costos del puente respecto al expediente técnico y diseño propuesto	89
Tabla 25 Inversión para operación y mantenimiento del puente	90
Tabla 26 Inversión para implementación del trabajo.....	92
Tabla 27 Evaluación para los resultados de la eficiencia global	94
Tabla 28 Cálculo del valor actual neto	101

Índice de figuras

Figura 1 Organigrama de la Gerencia de Desarrollo Urbano e Infraestructura de la Municipalidad Provincial de Satipo.....	15
Figura 2 Modelo de puente viga losa.....	35
Figura 3 Apoyos de la supestructura.....	36
Figura 4 Ubicación del puente carrozable "San Francisco".....	45
Figura 5 Planificación de actividades	46
Figura 6 Nivel de ejecución de componentes	52
Figura 7 Documento de aprobación del expediente técnico del puente carrozable	53
Figura 8 Contrato de ejecución de obra del puente carrozable "San Francisco"	54
Figura 9 Eficiencia en el tiempo de ejecución	55
Figura 10 Eficiencia en el costo del proyecto.....	57
Figura 11 Eficiencia global del proyecto.....	58
Figura 13 Resultado de la eficiencia global del puente "San Francisco".....	59
Figura 14 Vista de la viga diafragma.....	63
Figura 15 Vista de las vigas principales	63
Figura 16 Sección transversal del puente.....	65
Figura 17 Detalle de voladizo, diafragma y losa	65
Figura 18 Momento por peso propio M_{DC}	67
Figura 19 Momento por carga muerta (asfalto) M_{DW}	67
Figura 20 Ubicación del camión en el eje de la luz del puente.....	68
Figura 21 Momento por carga distribuida	69
Figura 22 Cuantía de acero en la viga principal	70

Figura 23	Cuantía de acero en la losa maciza.....	70
Figura 24	Cuantía de acero en el diafragma	71
Figura 25	Resumen de cuantía de acero en la superestructura del puente.....	71
Figura 26	Predimensionamiento del estribo	72
Figura 27	Distribución de acero en el estribo del puente.....	75
Figura 28	Predimensionamiento de las alas del puente	78
Figura 29	Diseño del ala del puente.....	79
Figura 30	Detalle de distribución de armadura en losa del puente	80
Figura 31	Distribución de armadura en la viga principal del puente	80
Figura 32	Distribución de armadura en la viga diafragma del puente	81
Figura 33	Distribución de armadura en el estribo del puente	82
Figura 34	Distribución de armadura en el estribo del puente	83
Figura 35	Eficiencia global del puente "San Francisco".....	93
Figura 36	Evaluación de la eficiencia en plazo y costo	94
Figura 37	Resultado de la eficiencia global del puente "San Francisco".....	95
Figura 38	Detalle de distribución de armadura en losa del puente	96
Figura 39	Detalle de distribución de armadura en la viga principal del puente	96
Figura 40	Detalle de distribución de armadura en la viga diafragma del puente	97
Figura 41	Detalle de distribución de armadura en el estribo del puente.....	97
Figura 42	Detalle de distribución de armadura en el ala del puente	98

Introducción

En el Perú, la infraestructura vial desempeña un rol fundamental en el desarrollo y la conectividad de las diversas regiones del país. Sin embargo, a pesar de su importancia, muchas infraestructuras de transporte, especialmente carreteras y puentes, aún enfrentan desafíos importantes debido al deterioro estructural o la falta de mantenimiento adecuado. Esta situación no solo representa un peligro para la seguridad de quienes utilizan estas infraestructuras viales, sino que también restringe el flujo eficiente del transporte de bienes y personas, limitando el crecimiento económico y social en las zonas afectadas.

La provincia de Satipo, ubicada en la región Junín, está experimentando un notable crecimiento poblacional, lo que ha generado una paulatina necesidad de conectar sus diversos centros poblados y distritos. En respuesta a esta demanda, la Municipalidad Provincial de Satipo ha puesto en marcha proyectos de infraestructura vial de gran envergadura, en especial la construcción de puentes. Sin embargo, a pesar de la inversión significativa en la ejecución de estos proyectos, actualmente no se ha llevado a cabo una evaluación post ejecución para determinar si a nivel estructural cumplen con los parámetros mínimos que rigen en las normativas vigentes del Perú, además cabe precisar que la contraloría general de la república del Perú mediante informes de hitos de control advirtió en varias ocasiones a la entidad, el incumplimiento de la evaluación post ejecución de proyectos como puentes, y en razón a ello, resulta necesario realizar dichos análisis a los proyectos que se encuentran ya concluidos, a fin que se analice y optimice la vida útil para garantizar la seguridad de transitar en los puentes que son a beneficio de los involucrados del proyecto.

Es por ello que, el presente trabajo está enfocado a la evaluación post inversión y la optimización del diseño estructural del puente “San Francisco”, para ello se recolectará

información y se realizará el análisis al diseño planteado en el expediente técnico, a fin de verificar que el diseño del puente viga losa cumpla los parámetros mínimos acorde a las normativas vigentes, posterior a ello, se realizará el previo análisis del proceso constructivo durante la ejecución de la obra con apoyo del panel fotográfico obtenido, de igual forma, se tomará datos de campo referente a las características del puente viga losa ejecutado, en referencia a la información obtenida, se procederá a realizar la evaluación al diseño del puente y a partir de los resultados obtenidos se brindarán mejoras al proyecto en cuanto al diseño estructural a fin de mejorar la vida útil del proyecto en beneficio de la población.

De ese modo, realizar la evaluación post inversión del puente carrozable “San Francisco” resulta indispensable, por motivo que con ello se conocerá el estado situacional del proyecto en referencia, ya sea en cuanto al cumplimiento de las metas programadas, plazo programado, inversión programada, asimismo, llevar a cabo la evaluación del diseño estructural del puente carrozable resulta necesario para identificar sus posibles deficiencias y tomar las medidas adecuadas de manera oportuna, con el fin de mejorar y extender su vida útil. En este sentido, determinar los factores que influyeron en el éxito o fracaso del proyecto es esencial para optimizar la toma de decisiones en la planificación y ejecución de proyectos similares.

Trayectoria del Autor

Descripción de la Empresa

La Municipalidad Provincial de Satipo identificada con RUC N° 2014667440 es una entidad pública del gobierno local, que se encuentra ubicada en el Jr. Colonos Fundadores N° 312 en el distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, por lo cual, dicha entidad, tiene como misión ser una entidad mediadora, optimizando la intercomunicación entre los habitantes satipeños tanto rural como urbano, de forma que atienda a las diversas necesidades de la población, por último, aspira fomentar un desarrollo integral y sostenible, administrando de manera eficiente los recursos disponibles. De ese modo, esta entidad tiene como visión ser la principal zona agroecológica y turística de la selva central.

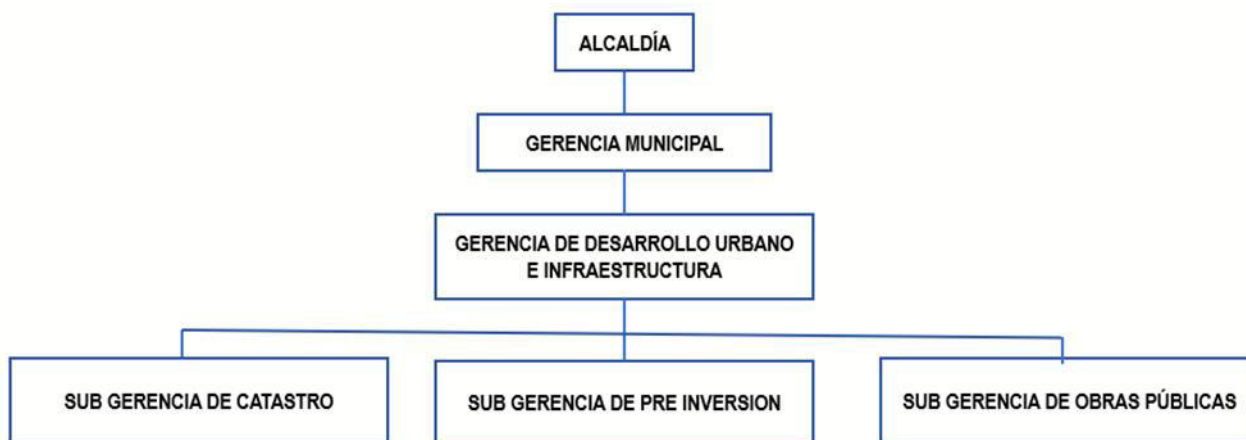
Asimismo, la Municipalidad Provincial de Satipo recibe ingresos de diversas fuentes ya sea como: impuestos (impuesto a la alcabala e impuesto predial), tasas por la prestación de servicios públicos (agua potable, alcantarillado y transporte público), además recibe dos tipos de canon, ya sea el canon minero que proviene de la explotación de la mina de oro de Callococha ubicada en el distrito de Pangoa, también se tiene el canon forestal que proviene de la explotación de los bosques de la provincia, y por último, recibe ingresos por la transferencia del gobierno central. De ese modo, la Municipalidad Provincial de Satipo los recursos obtenidos lo emplean para financiar proyectos de desarrollo en la provincia y distritos, como la construcción de infraestructura para sistema de saneamiento, obras viales (carreteras, puentes, u otros), de igual manera, su función principal es optimizar el crecimiento económico y el bienestar social de la población en Satipo.

Organigrama de la Empresa

La Municipalidad Provincial de Satipo, cuenta con un organigrama que define la jerarquía de dicha entidad, por lo cual consta por el área de alcaldía, gerencia municipal, en cuanto a ello cabe indicar que, posee distintas gerencias según corresponde, sin embargo, en la siguiente figura se muestra el detalle del Organigrama que hace referencia al área que me desempeñé, por lo cual, la experiencia que adquirí en esta institución se debe a mi trabajo en la sub gerencia de obras públicas.

Figura 1

Organigrama de la Gerencia de Desarrollo Urbano e Infraestructura de la Municipalidad Provincial de Satipo



Nota. Elaboración propia. El organigrama se refiere a la función desempeñada profesionalmente.

Áreas y funciones desempeñadas

En la Municipalidad Provincial de Satipo, me desempeñe en el cargo de Analista Administrativo para la Sub Gerencia de Obras Publicas desde el 04 de octubre de 2021 al 31 de marzo de 2022. Durante el periodo laborado, las funciones efectuadas estuvieron relacionadas a la elaboración de informes detallados sobre el estado de avance de proyectos de obras públicas en

ejecución durante el año fiscal, estos proyectos abarcaban áreas como la construcción y mejoras de puentes, carreteras y sistemas de saneamiento; además brinde apoyo en la elaboración de informes técnicos para proyectos sujetos a evaluación y seguimiento por parte del Órgano de Control Interno, también efectué el seguimiento y control de la subsanación de observaciones efectuadas por parte de las empresas ejecutoras así como de parte de la supervisión de obra, sobretodo fue asegurar que se cumplieran las pautas y/o recomendaciones dadas según los informes de la Contraloría.

De ese modo, posteriormente, ocupé el cargo de Asistente Técnico en Monitoreo de Proyectos para la Sub Gerencia de Obras Públicas de la Municipalidad Provincial de Satipo, desde el 11 de abril de 2022 hasta el 01 de enero de 2023, durante ese periodo, la función principal desarrollada fue, el seguimiento continuo de los proyectos en ejecución dentro del año fiscal, esto implicó llevar a cabo inspecciones de campo y proporcionar asistencia técnica a fin de garantizar que los proyectos de inversión pública que abarcan puente, carreteras, saneamiento, se desarrollaran de acuerdo a las recomendaciones basadas a la normativa de corresponder según mención en cada informe detallado por la Contraloría.

Ambos cargos implicaron una estrecha colaboración con las empresas ejecutoras y supervisión de obra, con el objetivo de obtener un desarrollo exitoso de los proyectos de inversión pública.

Experiencia profesional realizado en la organización

En la Municipalidad Provincial de Satipo, cuando desempeñé el cargo de analista administrativo para la sub gerencia de obras públicas comprendido en el periodo de 04 de octubre de 2021 al 31 de marzo de 2022, obtuve la siguiente experiencia.

En este cargo me designaron realizar el monitoreo y control del proyecto de inversión pública “Mejoramiento y rehabilitación de la carretera tramo Santo Domingo – Chamiriari, distrito de Rio Negro, provincia de Satipo – Junín”, por motivo que el proyecto contaba con informe de control concurrente emitido por el órgano de control institucional de la entidad en mención y en ello, se argumentaba la situación adversa advertida por la contraloría general de la república del Perú, que refería a que la entidad no ejecutó la fase de mantenimiento del ciclo de inversión vulnerando lo establecido en la directiva invierte.pe y generando que, la falta de mantenimiento al proyecto destinado a brindar servicios a los usuarios de manera adecuada, no asegure su sostenibilidad, uso y vida útil, entonces en el trayecto de mi cargo obtuve conocimientos de cómo realizar un plan de acción para superar la situación adversa dada, asimismo, en compañía de ingenieros monitores de la Municipalidad Provincial de Satipo realizamos inspecciones a obra, por lo cual, con apoyo de los planos del expediente técnico del proyecto y con los planos de post ejecución empezamos a realizar la comparación en lo que respecta a la geometría tanto de la subestructura y superestructura del puente, por lo tanto, por la experiencia que tenían cada ingeniero aprendí mucho más sobre cómo realizar un análisis estructural de un puente tipo viga losa con apoyo del manual de puentes, ya que realizamos el respectivo predimensionamiento y modelamiento del puente en el software CSIBridge; por lo cual a primera instancia detectamos que el peralte mínimo de la viga principal según el predimensionamiento debió ser 1,50 m; sin embargo en el expediente técnico consideraron el

peralte de viga de 1,40 m y conforme a esa dimensión ejecutaron la obra, asimismo, cabe indicar que al realizar la inspección de campo se identificó que el puente 01 de luz de 25 m y el puente 02 de luz de 21 m contenían fisuras de 0,8 cm aproximadamente en la viga principal, en razón a ello, efectuamos la extracción de testigos de diamantina de concreto en las vigas principales de ambos puentes ya que presentaban fallas por flexión y corte, siendo la falla de corte más crítico; por lo tanto después de haber realizado una evaluación exhaustiva y análisis estructural conjuntamente con los ingenieros monitores, concluimos que la falla en las vigas principales del puente se debe a un desencofrado antes del tiempo establecidos para elementos que trabajan a flexión, que también probablemente hubo un mal curado de concreto, y es por ello que los puentes ejecutados tienen una capacidad menor a lo establecido en el expediente técnico generando que los componentes de la estructura sean susceptibles a no cumplir con su funcionalidad del diseño, entonces en cuanto a ello, recomendamos que se debe reforzar el puente mediante fibra de carbono, sin embargo como requería de inversión para realizar el mejoramiento de la vida útil del puente, era necesario contratar a un perito de obra y posterior a ello, destinar fondos necesarios para la optimización de la vida útil de ambos puentes, por lo que hasta el año 2022 no se efectuó dicho procedimiento, y se espera que en el presente año (2023) la municipalidad adopte las acciones correspondientes, ya que como lección aprendida es que en todo proyecto se debe realizar una evaluación post ejecución para adoptar las acciones correspondientes en el momento oportuno.

Posterior a ello, ocupé el cargo de asistente técnico en monitoreo de proyectos para la subgerencia de obras públicas de la Municipalidad Provincial de Satipo, comprendido en el periodo del 11 de abril de 2022 hasta el 01 de enero de 2023, en el trayecto de mi cargo obtuve nuevos conocimientos, en el sentido que, el Órgano de Control Institucional de la Municipalidad

Provincial de Satipo invitaba al sub gerente de obras públicas acompañar a las visitas de campo a los distintos proyectos, que en realidad comprendían un total de 10 proyectos de techos duros desmontables, ubicados en los distritos de Mazamari, Pangoa, Puerto Ocopa y Coviriali, como mi persona era encargada de realizar el monitoreo, seguimiento y control de los proyectos en mención, entonces el Sub Gerente de Obras Publicas me designaba realizar dichas visitas a campo conjuntamente con los funcionarios de la Contraloría General de la República, en resumen todos los proyectos que visite presentaba deficiencias puesto que muchas de ellas, los materiales instalados en obra no eran concordantes con las especificaciones técnicas del expediente técnico, además que las dimensiones requeridas no cumplían a lo que estipulaba en los planos, entonces se evidenciaba que hubo cambio de materiales durante la ejecución, y no siguieron el debido procedimiento ocasionando un perjuicio económico y sobre todo, que la finalidad publica del proyecto no sería idónea, mi experiencia resaltante fue que mi persona en cumplimiento de mi cargo y en apoyo del Sub Gerente de Obras Públicas, realizaba el análisis y calculo estructural de los techos parabólicos y posterior a ello, efectuaba la comparación con el expediente técnico, cuaderno de obra, y planos post ejecución, para posterior a ello, fui partícipe de una conciliación de la obra de dos techos duros, por lo cual, fue extraordinario, en el sentido que comprendí que todo proyecto ejecutado debe ser evaluado posteriormente, a fin de verificar el cumplimiento de la meta física del proyecto y que sobre todo sea funcional y seguro.

Por otro lado, en mi rol como asistente técnico de monitoreo de obras, participé activamente en la ejecución del puente carrozable "San Francisco". Durante este proceso, me familiaricé con el manual de puentes del ministerio de transportes y comunicaciones, empleándolo para verificar el predimensionamiento de la subestructura y superestructura del puente. Sin embargo, surgieron incongruencias entre el predimensionamiento y el expediente

técnico, y aunque se sugirieron mejoras, algunas no fueron consideradas debido a restricciones presupuestarias. La ejecución se llevó a cabo según lo indicado en el expediente, a pesar de que se identificaron incompatibilidades con el terreno durante la obra. Además, se descubrieron complicaciones durante la excavación para las zapatas del estribo y alas, ya que se encontraron tuberías de desagüe que no estaban visibles, resultando en gastos adicionales asumidos por la empresa ejecutora. Además, en el trayecto de la ejecución de la obra, supervisé rigurosamente la calidad de los materiales y proporcioné opiniones técnicas para mejorar la distribución del acero en cada componente del puente. Es relevante señalar que el expediente técnico no se ajustaba completamente al terreno disponible, y se necesitaron ajustes y la adquisición de una porción adicional de terreno asumido como gasto por parte de la empresa ejecutora para evitar retrasos. Finalmente, esta experiencia no solo mejoró mi capacidad para abordar desafíos en proyectos similares en el futuro, sino que también me permitió ofrecer soluciones técnicas más eficientes, garantizando la funcionalidad y durabilidad de los proyectos.

Problemática

Planteamiento del Problema

A nivel mundial, la infraestructura de puentes carrozables desempeña un papel fundamental en la conectividad y el transporte de personas y mercancías. Sin embargo, muchos de estos puentes enfrentan desafíos críticos relacionados con la seguridad, durabilidad y eficiencia. La evaluación post inversión y la optimización del diseño estructural son aspectos esenciales para garantizar la vida útil de la infraestructura. A nivel global, se observa una falta de enfoque sistemático en la evaluación posterior a la inversión y la optimización de puentes carrozables, lo que resulta en problemas como la degradación prematura, riesgos para la seguridad pública, costos significativos de mantenimiento y reparación. La falta de una metodología estandarizada y la insuficiente atención a la optimización estructural limitan la capacidad de prolongar la vida útil de puentes en todo el mundo. Este problema es aún más apremiante en regiones con recursos limitados, donde la inversión en infraestructura debe ser utilizada de manera eficiente y sostenible.

En el Perú, se dispone de un Manual de Puentes que detalla las directrices esenciales para planificar, analizar y diseñar puentes; por lo que, estas pautas establecen los requisitos mínimos para cada caso, permitiendo al ingeniero estructural emplear límites más rigurosos para complementar las especificaciones según sea necesario. Sin embargo, en la elaboración de expedientes técnicos, suelen existir fallos y/o errores en el diseño estructural. Esto conlleva a que, durante la ejecución del proyecto, se realicen modificaciones por parte de los ingenieros a cargo, quienes a veces no se adhieren plenamente a las regulaciones vigentes, ya sea por restricciones presupuestarias u otras razones. Una falta común, es que las entidades públicas no

realizan la evaluación post ejecución de los proyectos finalizados y/o concluidos, y esto conlleva a que no garanticen la vida útil en su totalidad del proyecto ejecutado.

La provincia de Satipo, está ubicada en la región Junín, para ser más específico forma parte de la selva central del país, y tiene una altitud de 628 msnm, asimismo, la provincia de Satipo se encuentra rodeado de ríos, principalmente por el río Tambo, Perene y Ene, entonces para dirigirse a los distintos centros poblados y distritos se requieren de la ejecución de puentes, es por ello que, la Municipalidad Provincial de Satipo, continuamente ejecuta proyectos como tal, sin embargo, una vez finalizado la ejecución de los proyectos no realizan la evaluación post ejecución pese a que la contraloría general de la república del Perú advirtió a la entidad mediante informe de orientación de oficio, entonces, para ello es indispensable que el área usuaria realice el análisis y evaluación ex post de los proyectos de inversión pública en general.

Es por ello que, para la evaluación ex post del proyecto de inversión pública puente carrozable “San Francisco”, es necesario tener información idónea y que como base se debe considerar el manual de puentes aprobado según Resolución Directoral N° 19-2018-MTC/14 de fecha 20 de diciembre de 2018, así como la Guía para Inspección de Puentes aprobado según Resolución Directoral N° 12-2006-MTC/14 y de igual forma, se empleará los lineamientos metodológicos generales de la evaluación ex post de las inversiones del año 2021, publicado por el ministerio de economía y finanzas.

En ese sentido, esta investigación permite identificar si el proyecto a analizar, logró alcanzar el objetivo central que está ligado a la satisfacción de una necesidad, así como el cumplimiento de las metas planteadas según el expediente técnico, y a la vez, se identificará que mejoras se aportará para la planificación de los proyectos de inversión pública futuras.

Definición del Problema

Existe poco interés en la evaluación post inversión de la vida útil del puente carrozable San Francisco – Satipo. La ausencia del seguimiento de la ejecución del proyecto, genera problemas como la degradación prematura, riesgos para la seguridad pública, costos significativos de mantenimiento y reparación.

Es por ello que, la evaluación post ejecución se ha convertido en una herramienta fundamental para medir el impacto y eficacia de proyectos financiados con recursos públicos. El puente carrozable "San Francisco" es un proyecto de inversión pública de gran envergadura que busca mejorar la conectividad en la provincia de Satipo. Sin embargo, a pesar de las expectativas iniciales de desarrollo y progreso que impulsaron su ejecución, es necesario abordar una serie de interrogantes relacionados con su impacto real y el análisis del diseño estructural en referencia al cumplimiento de los parámetros mínimos respecto a las normativas vigentes del Perú.

En relación a ello, el conocimiento adquirido a través de una evaluación post ejecución del diseño estructural del puente carrozable San Francisco adecuada puede proporcionar valiosas lecciones para futuros proyectos de inversión pública.

Además, que se debe determinar los factores que contribuyeron al éxito o al fracaso del proyecto puesto que resulta esencial para mejorar la toma de decisiones en la planificación y ejecución de proyectos similares.

Por lo tanto, se espera que el aporte del presente trabajo, sea importante para las entidades públicas que ejecutan proyectos de inversión pública similares, en razón a ello, se plantea la siguiente pregunta:

Problema General

¿Cómo evaluar la post inversión y optimización del diseño estructural para mejorar la vida útil del puente carrozable San Francisco – Satipo?

Problemas Específicos

¿Dónde identificar las deficiencias de post inversión en el puente carrozable San Francisco – Satipo?

¿Cómo analizar el diseño estructural del puente carrozable San Francisco – Satipo?

¿Cómo proponer una alternativa de solución para la optimización del diseño estructural que mejore la vida útil del puente carrozable San Francisco – Satipo?

Objetivo General

Evaluar la post inversión y optimización del diseño estructural para mejorar la vida útil del puente carrozable San Francisco – Satipo.

Objetivos Específicos

Identificar las deficiencias de post inversión en el puente carrozable San Francisco – Satipo.

Analizar el diseño estructural del puente carrozable San Francisco – Satipo.

Proponer una alternativa de solución para la optimización del diseño estructural que mejore la vida útil del puente carrozable San Francisco – Satipo.

Justificación

Justificación teórica

Este trabajo tiene como objetivo principal ofrecer un enfoque detallado sobre la evaluación posterior a la inversión y la optimización del diseño estructural, centrándose en mejorar la durabilidad del puente carrozable San Francisco - Satipo. Los resultados obtenidos no solo servirán como guía para futuras evaluaciones y optimizaciones de proyectos similares, sino

que también proporcionarán un beneficio significativo a todas las partes involucradas en este proyecto. El propósito último es brindar información valiosa que contribuya a una mejor planificación y control en proyectos de esta naturaleza, asegurando una mayor eficiencia y durabilidad en las estructuras viales, en especial de puentes.

Justificación práctica

Los resultados permitirán identificar las deficiencias de la post inversión del puente carrozable “San Francisco” que puede ser propenso a su colapso total ya sea por factores climatológicos, sismos y así poder promover la concientización de las entidades públicas sobre la importancia de la evaluación post inversión con el objetivo de conocer el estado situacional del proyecto y en razón a ello, optimizar su vida útil, minimizando costos en la etapa de operación y mantenimiento ante la ocurrencia de eventualidades, bajo el cumplimiento de las normas técnicas requeridas.

Justificación social

Este trabajo de suficiencia profesional es de gran aporte puesto que permitirá garantizar la seguridad de la comunidad mediante la preservación de una infraestructura vital. Esta iniciativa asegura la conexión continua entre comunidades, mejorando la accesibilidad a servicios básicos, fomentando el intercambio económico local y regional, al mismo tiempo promueve la sostenibilidad al reducir la necesidad de constantes mejoras, reparaciones y mantenimiento. Además, la optimización del puente no solo agiliza el transporte, sino que incide directamente en la calidad de vida de las personas al proporcionar mayor seguridad, eficiencia en los desplazamientos y acceso a oportunidades, cimentando así un entorno social más próspero y equitativo.

Importancia

La importancia de la investigación surge por el motivo que la Municipalidad Provincial de Satipo pese al haber sido notificado en varias ocasiones por la Contraloría General de la Republica del Perú referente al incumplimiento de la evaluación post inversión no adopta acciones correspondiente y al igual existen más entidades que no realizan la post inversión de los proyectos ejecutados, entonces los proyectos no garantizan la estabilidad de la estructura, ni la integridad de las personas que transitan por el puente carrozable “San Francisco” frente a un evento sísmico de gran magnitud, lo que causaría terribles daños tanto económicamente y lo que podría ser fatídico las pérdidas humanas.

El presente trabajo es de gran aporte, puesto que a partir del presente estudio las entidades públicas podrán guiarse de cómo realizar una evaluación post inversión y la optimización del diseño estructural de puentes tipo viga losa para mejorar la vida útil, para así priorizar su seguridad al transitar por esta estructura, asimismo, ayudará en emitir juicios valorativos y plantear alternativas de solución para el reforzamiento de los puentes.

Alcance y limitaciones

El alcance del presente trabajo, refiere a la evaluación post inversión del proyecto puente carrozable San Francisco, esto implica el análisis de los resultados respecto a los costos, plazos, metas y sobre todo el diseño estructural del proyecto como tal, entonces para ello se considera, la influencia en la toma de decisiones, por lo que debe explorarse cómo los resultados de la evaluación ex post influyen en la toma de decisiones relacionadas con proyectos de inversión pública similares y en la gestión de los componentes del puente a lo largo del tiempo, asimismo se tendrá en cuenta las lecciones aprendidas y buenas prácticas para la planificación, ejecución y seguimiento de proyectos de inversión pública; de igual forma se tiene en cuenta, el impacto en

la comunidad local, considerando cómo el puente ha afectado a la comunidad local, incluyendo aspectos económicos, sociales y de calidad de vida.

Sin embargo, las limitaciones inherentes a este proyecto incluyen restricciones geográficas y temporales, ya que su enfoque se mantiene en la evaluación post inversión y optimización de un puente de tipología viga losa, por lo que, este trabajo no se ampliará a otras áreas geográficas a menos que se respalde con justificaciones sólidas. Asimismo, como otra limitación, se debe considerar a la disponibilidad y accesibilidad de datos, ya que la falta de datos suficientes o actualizados podría limitar la amplitud de la evaluación.

Marco Teórico

Antecedentes

Antecedentes nacionales

Flores (2020) planteó un método innovador para evaluar la operatividad de puentes en condiciones de servicio. Este enfoque combina la ingeniería inversa y el modelamiento numérico, integrando la inspección visual para detectar posibles daños en dos puentes de tipo viga losa. Además, el autor empleó la medición de flechas verticales bajo la carga vehicular HL-93, pruebas de carga estática y se apoyó del software Sofistik para llevar a cabo el modelamiento. Los resultados principales de este estudio indican que el procedimiento propuesto es aplicable a una variedad de tipos de puentes, lo que lo convierte en una herramienta versátil para evaluar de manera precisa el estado actual de las estructuras, superando las limitaciones de los métodos tradicionales centrados únicamente en la inspección visual, este enfoque no solo mejora la seguridad de los usuarios del puente, al identificar riesgos de manera más efectiva, sino que también es fundamental para reducir los costos relacionados al mantenimiento de puentes existentes. En conclusión, el enfoque del autor representa un avance significativo en la evaluación de puentes al combinar técnicas modernas de ingeniería y modelamiento, lo que beneficia tanto a la seguridad de los usuarios como a la eficiencia en la gestión de infraestructuras de puentes.

Arcos (2020) con el propósito de determinar el grado de eficiencia y sostenibilidad, llevó a cabo una evaluación ex post sobre la ejecución de la inversión pública destinada al puente Domingo Savio, por lo cual, esta evaluación abarcó una revisión detallada de componentes, plazos, costos y una serie de interrogantes clave, con el objetivo de lograr una comprensión integral del nivel de sostenibilidad alcanzado. Los resultados clave revelaron un cumplimiento

superior de las metas ejecutadas en comparación con las metas programadas, reflejando un nivel de 1,19. No obstante, la evaluación de la eficiencia en términos de tiempo obtuvo una calificación de 0,56, indicando retrasos durante la ejecución debido a la extensión de los plazos para la aprobación de los adicionales y deductivos de obras; en cambio, en cuanto a la evaluación de la eficiencia en costos, alcanzó un valor de 1,45, de ese modo, la evaluación global de eficiencia obtuvo un puntaje medio de 1,45, mientras que el análisis de sostenibilidad alcanzó una puntuación de 7.5, reflejando un nivel medio de sostenibilidad.

Meyheuey (2018) llevó a cabo una evaluación de las patologías presentes en el puente Primavera, un tipo de estructura viga losa con una luz de 12,40 m ubicada en Ancash. Para llevar a cabo esta investigación, se apoyó en la recopilación de datos, observación detallada, seguimiento minucioso y la implementación de una ficha de inspección; por lo cual, durante la visita de campo, detectó fisuras que, según la evaluación, presentaban un nivel preocupante, además que identificaron grietas y socavación de considerable importancia, revelando deficiencias significativas durante la construcción del puente, atribuibles a la baja calidad de los materiales empleados, incluyendo posibles fallos en la selección de agregados y deficiencias en el proceso de curado, además que, la ausencia de un mantenimiento preventivo y correctivo también contribuyó a esta situación; en virtud a ello, el autor recomienda que las autoridades pertinentes intervengan en este proyecto dado, así como, la reparación de las fisuras y grietas utilizando resina epoxi de baja viscosidad, y si es necesario, emplear grapas dentadas de acero inoxidable. En conclusión, evidencia que existe una falta de cumplimiento en cuanto a la evaluación ex post y el mantenimiento de la infraestructura, lo que incide directamente en la vida útil de esta estructura.

Antecedentes internacionales

Benavides y Díaz (2020) realizaron la evaluación estructural del puente sobre el río Mocora mediante un análisis teórico de capacidad de carga propuesto por “The Manual For Bridge Evaluation (AASHTO)”. El objetivo de la investigación fue evaluar un puente existente que es de tipo viga-losa que compone de tres tableros continuos, que tiene una longitud de 39,2 m y presenta una sección transversal de 10,00 m en su superestructura, en lo que respecta a la subestructura, está configurada con estribos abiertos y pilas tipo muro, el procedimiento del análisis inició desde la inspección visual, por lo cual a un inicio observó un nivel de deterioro aceptable en los elementos del puente, lo cual es congruente con el desgaste natural experimentado a lo largo de su vida útil., para ello realizó el cálculo de las solicitaciones sujeta a la estructura, considerando efectos estáticos - dinámicos, y con apoyo del Software Bridge realizó un modelo considerando las normativas vigentes. El análisis realizado reveló un comportamiento altamente favorable en la subestructura del puente, especialmente en las pilas tipo muro, gracias a su configuración. Sin embargo, se identificó la necesidad de intervenir en el estribo, cuya capacidad nominal está por debajo de los niveles requeridos. En cuanto a la superestructura, se sugiere un reforzamiento urgente, ya que su capacidad nominal actual limita su eficiencia. La implementación de acciones correctivas en estos aspectos es crucial para garantizar la integridad estructural y el rendimiento óptimo del puente.

Almedia y Armas (2019) diseñaron la superestructura de un puente de luz de 30 m considerando variables como losa con vigas de hormigón postensado y viga losa cajón, para desarrollar la investigación se basó en la norma de American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) en principal, y posteriormente realizó el modelado por el software CSIBridge, por lo tanto, obtuvo resultados que el puente viga losa cajón supera al costo

del puente losa sobre vigas en un 36,57 % debido a que este primer tipo de puente requiere de mayor cuantía de acero de refuerzo transversalmente, es por ello que recomienda la ejecución de puente viga losa porque durante la ejecución es más eficiente realizar este tipo de diseño.

Finalmente, el autor recomienda que en la etapa de mantenimiento se debe cumplir los plazos programados para así mantener la vida útil de la estructura, a fin que no se ocasionen gastos excesivos a lo que cuesta la construcción del mismo, además precisa que el mantenimiento del puente viga losa es más fácil a diferencia de un puente viga losa cajón.

Garrido (2018) llevó a cabo una evaluación referente al estado de conservación y la capacidad resistente del puente Pedro de Valdivia, cuya extensión abarca una luz de 69 m, por lo cual el estudio se basó principalmente en el manual de evaluación de puentes, utilizando diversos métodos, es por ello que, el autor destacó especialmente la evaluación de la capacidad estructural bajo cargas de diseño, incluyendo el HL-93, así como el camión tándem de dos ejes con una carga de 110 kN, contemplando tanto la carga legal como la carga nominal y también empleó ensayos no destructivos. Posteriormente, empleó el software Sofistik para determinar las áreas más vulnerables en términos de momento flector y esfuerzos cortantes. Los resultados principales revelaron que, a raíz de ensayos no destructivos, se detectó una carbonatación excesiva que ha alcanzado la armadura, señalando la necesidad de una intervención inmediata para prolongar la vida útil de la estructura. Finalmente, el autor concluye que la mayoría de los daños identificados durante la inspección ocular se atribuyen a una falta de mantenimiento, lo que ha generado un nivel de conservación inferior al óptimo esperado para la infraestructura del puente.

Bases Teóricas

Proyecto de inversión pública

Los proyectos de inversión pública representan iniciativas temporales respaldadas, total o parcialmente, por fondos públicos. Su finalidad es la creación, expansión, mejora o recuperación de la capacidad de producción de bienes y servicios que el estado tiene la responsabilidad de proporcionar o garantizar. Estos proyectos constituyen una herramienta estratégica para fortalecer la infraestructura y promover el desarrollo sostenible, contribuyendo así al bienestar de la sociedad. (Narváez, 2009).

Por lo tanto, como ejemplo de estos proyectos incluye la construcción de un colegio, saneamiento, construcción de puentes, así como carreteras u otros.

Ciclo de inversión Es el proceso que guía un proyecto desde su concepción hasta la generación de beneficios, contribuyendo a la prestación efectiva de servicios y al desarrollo infraestructural del país. (Ministerio de economía y finanzas, 2021)

Por ende, el ciclo de inversión abarca diversas fases, comenzando con la programación multianual de inversiones, donde surge la concepción de un proyecto. A continuación, se procede con la formulación y evaluación, que incluye la elaboración de la ficha técnica del proyecto. Posteriormente, se entra en la fase de ejecución, que implica la creación del expediente técnico y la implementación del proyecto en sí. La última etapa es la de funcionamiento, que engloba la operación y mantenimiento, junto con la evaluación ex post del proyecto. Este proceso integral garantiza una gestión completa y efectiva de las inversiones, desde su concepción hasta su evaluación a largo plazo.

Evaluación ex post. La evaluación post inversión desempeña un papel importante al analizar los resultados y el logro de objetivos una vez concluido el proyecto. Su función esencial

radica en proporcionar una retroalimentación valiosa que no solo informa sobre el rendimiento del proyecto, sino que también orienta la optimización de metodologías y parámetros. Este proceso se revela como un mecanismo indispensable para extraer lecciones aprendidas, permitiendo una mejora continua en la planificación. ejecución de futuros proyectos. (Ministerio de economía y finanzas, 2021)

Definición del puente

Un puente es una estructura diseñada y construida para permitir el paso seguro de personas, vehículos u otros medios de transporte sobre un obstáculo físico, como un río, un valle, una carretera, una vía férrea u otro tipo de barrera. (Manual de puentes, 2018)

Los puentes están diseñados para soportar cargas específicas y resistir fuerzas tales como la gravedad, las cargas del viento y las cargas dinámicas generadas por el tráfico. Los ingenieros estructurales consideran factores como la topografía, el tipo de suelo, las condiciones climáticas y los requisitos de diseño para garantizar la estabilidad y durabilidad de la estructura. Los puentes pueden adoptar diversas formas y estilos, desde simples pasarelas hasta complejas obras maestras de ingeniería.

Componentes de un Puente. La estructura de un puente se divide generalmente en dos componentes principales: la subestructura y la superestructura.

- **Subestructura: Estribos:** Son estructuras de apoyo en los extremos del puente que transfieren las cargas de la superestructura al suelo. Los estribos ayudan a resistir las fuerzas laterales y proporcionan estabilidad.

Pilas: Son elementos verticales que soportan la carga de la superestructura y la transmiten al suelo. Pueden tener diversas formas, como pilas en forma de muro, pilas cilíndricas, entre otras, dependiendo del diseño del puente.

- **Superestructura: Tablero:** Es la parte del puente por la que transitan vehículos, peatones u otros medios de transporte. Puede ser construido con diversos materiales, como hormigón, acero o madera, y puede adoptar diferentes formas y diseños.

Vigas: Son elementos horizontales que soportan el tablero y transfieren las cargas a las pilas y estribos. Pueden ser vigas simples, continuas o en voladizo, dependiendo del diseño del puente.

Losas: Son superficies planas y horizontales que conforman el tablero del puente y proporcionan la plataforma para el tráfico. Pueden ser de diferentes materiales, como hormigón prefabricado o colado in situ.

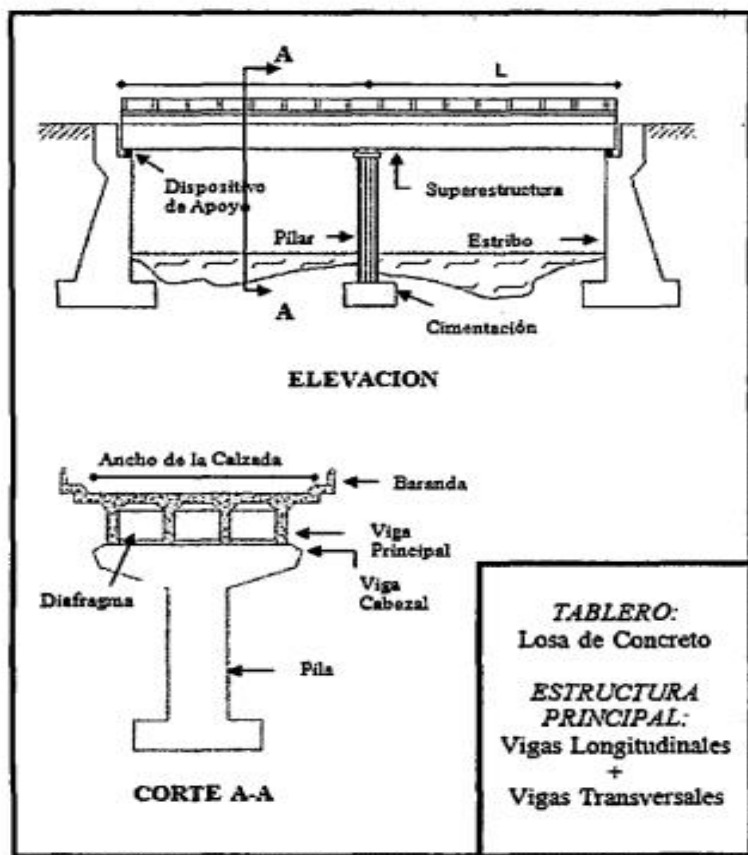
Apoyos: Son dispositivos que permiten la expansión y contracción de la superestructura debido a cambios térmicos, evitando daños por restricciones de movimiento.

Estos componentes trabajan en conjunto para garantizar la estabilidad, resistencia y funcionalidad del puente. El diseño específico puede variar según el tipo de puente, como puentes colgantes, puentes arco, puentes en viga, entre otros. (Rodríguez, 2019).

Para nuestro trabajo se busca evaluar el puente viga losa según se muestra en la figura 2.

Figura 2

Modelo de puente viga losa



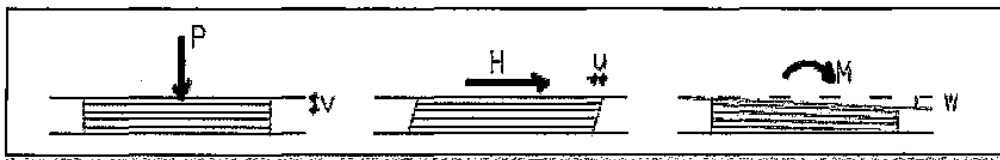
Nota. Elaboración propia

Los dispositivos de apoyo se clasifican como fijos y móviles: los fijos permiten rotaciones, pero restringen movimientos traslacionales, mientras que los móviles permiten tanto movimientos traslacionales como rotacionales. Estos dispositivos, fabricados con caucho natural o sintético (neopreno), posibilitan traslaciones y rotaciones, eliminando la necesidad de complejos dispositivos tradicionales como rótulas y péndulos de concreto armado o metálicos. Su diseño debe adaptarse a las cargas aplicadas y puede incluir refuerzos con acero o fibra de vidrio según las necesidades específicas de resistencia y flexibilidad.

En la siguiente figura se muestran los dispositivos de apoyo de la superestructura:

Figura 3

Apoyos de la superestructura



Nota. Elaboración propia

Clasificación de Puentes. Según el Manual de puentes (2018), la clasificación por sistema estructural se divide en tres categorías: puentes tipo viga, puentes tipo arco y puentes suspendidos, por lo tanto, a continuación, se brindará detalle de ello:

Puente Tipo Viga. Los puentes tipo viga pueden adoptar diversas configuraciones, como tramos simplemente apoyados, tramos isostáticos tipo Gerber o cantiléver, así como tramos hiperestáticos o continuos. En este diseño, el elemento portante principal experimenta principalmente esfuerzos de flexión y cortante. Es importante señalar que los puentes losa, aunque clasificados como puentes tipo viga, presentan un comportamiento estructural distinto al de una viga tradicional o un conjunto de vigas, debido a sus propias características y modos de carga.

Puente tipo arco. Los puentes tipo arco pueden presentar una variedad de formas, incluyendo diseños de tablero superior, intermedio e inferior, así como estructuras con tímpano ligero, tímpano relleno o con configuración tipo bóveda. Los puentes pórtico se pueden considerar como un caso específico de los puentes tipo arco, y pueden tener columnas verticales o inclinadas para soportar el arco. Este rango de configuraciones ofrece flexibilidad en el diseño, permitiendo adaptarse a distintas condiciones geográficas y requerimientos estéticos y estructurales.

Puentes suspendidos. Estos puentes pueden adoptar configuraciones colgantes, atirantados o incluso una combinación de ambos sistemas, lo que proporciona flexibilidad en el diseño para adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto.

Métodos de Solución

Para realizar la evaluación de la post inversión y optimización del diseño estructural en la vida útil del puente carrozable San Francisco – Satipo, se debe tener en cuenta los métodos o formas de brindar solución a fin de alcanzar los objetivos planteados, por lo tanto, se considera lo siguiente:

Métodos Cuantitativos. Para evaluar la inversión de un proyecto, se pueden emplear métodos cuantitativos basados en datos numéricos, como el análisis de costo-beneficio, eficiencia, eficacia e impacto. Tras revisar diversas perspectivas, se recomienda el análisis de eficiencia, que mide la utilización efectiva de recursos en términos de tiempo, costo y logro de metas, todo ello bajo los lineamientos de evaluación post inversión brindado por el ministerio de economía y finanzas (2021). Este enfoque proporciona una visión detallada, ofreciendo lecciones aprendidas valiosas para la toma de decisiones informadas en futuros proyectos similares.

Métodos Cualitativos. La evaluación post inversión de un proyecto puede realizarse mediante el método cualitativo, que se basa en la recopilación y análisis de datos no numéricos, como entrevistas, encuestas y observaciones. Aunque brinda una comprensión detallada del desempeño y captura aspectos cualitativos relevantes, estos resultados pueden necesitar complementarse con datos cuantitativos para obtener una visión más completa y precisa.

Manual de puentes MTC. Para evaluar y optimizar el diseño estructural del puente "San Francisco" con el propósito de prolongar su vida útil, se pueden seguir las pautas establecidas en el manual de puentes (2018). Este proceso implica la identificación del tipo de puente, lo que

permite aplicar las fórmulas correspondientes para verificar el predimensionamiento, analizar las cargas y distribuir los refuerzos de acero en cada elemento. El objetivo es determinar si el puente puede resistir las cargas máximas según lo especificado en el expediente técnico. En caso de detectar anomalías o defectos, se proponen soluciones técnicas de refuerzo para cada elemento, como la posible implementación de fibras de carbono, y se plantea un rediseño que cumpla con los parámetros mínimos de la normativa actual para futuros proyectos similares. Este enfoque se centra en la mejora estructural para garantizar la seguridad y durabilidad del puente "San Francisco".

Software Especializado. Para evaluar y mejorar el diseño estructural del puente "San Francisco" con el objetivo de extender su vida útil, se puede llevar a cabo la modelación correspondiente utilizando software especializado con los datos recopilados en campo. Además, es posible realizar ensayos no destructivos, como pruebas de diamantina y ensayos mediante esclerómetro, para obtener información adicional sobre la integridad de la estructura. Sin embargo, es importante destacar que la realización de estos ensayos requiere la intervención de profesionales capacitados y conlleva una inversión adicional significativa.

Aspectos legales

Normas. El Manual de Puentes, aprobado mediante la Resolución Directoral N° 19-2018-MTC/14 de fecha 20 de diciembre de 2018, ha sido objeto de actualizaciones bajo la supervisión del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, entidad líder a nivel nacional en el ámbito del transporte y tránsito terrestre. Este manual se posiciona como la referencia normativa, con el objetivo de establecer los requisitos, parámetros y procedimientos esenciales para lograr un diseño óptimo de los elementos estructurales de un puente. Su aprobación y actualización constante reflejan el

compromiso continuo con la excelencia y la seguridad en el diseño de infraestructuras de puentes a nivel nacional.

La norma técnica E.060 "Concreto Armado", aprobada por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción mediante la Resolución Ministerial N.º 010-2009-VIVIENDA en julio de 2009, ha experimentado una actualización a cargo de la Comisión Permanente de Actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones. Este marco normativo establece los requisitos y exigencias mínimas para el análisis estructural, diseño, materiales, construcción, control de calidad y supervisión de estructuras de concreto armado. Su aprobación y las revisiones continuas demuestran el compromiso constante con los estándares de calidad y seguridad en el ámbito del concreto armado, desempeñando un papel esencial en la guía y regulación de prácticas constructivas en el sector.

Definición de términos básicos

Proyecto de inversión pública: Es una propuesta planificada y evaluada por entidades gubernamentales para utilizar recursos públicos en iniciativas que buscan generar beneficios sociales y económicos. Estos proyectos deben tener objetivos claros, pasar por análisis de viabilidad, evaluación de costos y beneficios, y considerar impactos sociales y ambientales

Evaluación post inversión: La evaluación post inversión es un análisis retrospectivo de un proyecto de inversión después de su implementación. Examina el logro de objetivos, eficiencia en el uso de recursos, impacto social y económico, y proporciona lecciones aprendidas para mejorar la toma de decisiones en proyectos futuros, siendo esencial para la gestión eficaz de recursos públicos.

Eficiencia: Se refiere a la capacidad de lograr sus objetivos con la mejor utilización posible de recursos, minimizando costos y maximizando resultados. Se evalúa mediante la comparación entre los recursos empleados y los resultados obtenidos durante la implementación del proyecto.

Costo: Se refiere a la cantidad de recursos financieros, materiales y humanos necesarios para llevar a cabo la planificación, ejecución y finalización de una iniciativa. Evaluar y gestionar eficientemente los costos es fundamental para el éxito y la viabilidad económica del proyecto.

Tiempo: Es la duración necesaria para completar las distintas fases y actividades planificadas. La gestión eficaz del tiempo es esencial para cumplir con plazos, evitar retrasos y garantizar la entrega oportuna de resultados.

Metas físicas: Se refieren a los resultados cuantificables que se pretenden lograr, como la construcción de infraestructuras, la producción de bienes específicos o la implementación de servicios concretos. Estas metas proporcionan indicadores medibles del progreso y éxito del proyecto.

Puente: Es una construcción diseñada para permitir el paso seguro de personas, vehículos o trenes sobre obstáculos como ríos o carreteras. Su estructura proporciona un enlace físico esencial, facilitando la movilidad y la conectividad.

Puente viga losa: Es un tipo de construcción que utiliza vigas horizontales sostenidas por pilares para soportar una losa de concreto, creando así una plataforma de paso. Este diseño común en puentes ofrece estabilidad y capacidad para el tráfico vehicular

Capacidad portante: Se refiere a la carga máxima que una estructura, suelo o material puede soportar sin sufrir deformaciones inaceptables o fallas. Es un parámetro indispensable en ingeniería para garantizar la seguridad y estabilidad de las construcciones.

Ciclo de inversión: Es el proceso completo de planificación, financiamiento, implementación y evaluación de un proyecto o iniciativa de inversión. Incluye fases como la identificación de oportunidades, la toma de decisiones, la ejecución y el análisis post inversión.

Superestructura: Comprende la parte visible y funcional de la estructura, como la calzada y las barandas. Es la porción encima de los soportes que permite el paso seguro de vehículos y peatones.

Subestructura: Constituye la parte oculta y de apoyo, incluyendo los cimientos y pilares. Proporciona estabilidad estructural y transmite las cargas hacia el suelo, asegurando la resistencia y durabilidad del puente.

Tándem: Se refiere a la disposición en línea de dos elementos o vehículos, como bicicletas o ejes de un camión, trabajando juntos de manera coordinada. En el contexto de vehículos, un tándem indica dos ejes colocados consecutivamente para distribuir la carga de manera equitativa.

Propuesta de Solución

La propuesta de solución del presente trabajo, consiste en realizar la evaluación post inversión y analizar el diseño estructural del puente carrozable San Francisco, con ello se conocerá las deficiencias que existen en la etapa de post inversión y, por último, se propondrá una alternativa de solución para la optimización del diseño estructural que mejore la vida útil del puente carrozable San Francisco ubicado en la provincia de Satipo.

Metodología de la Solución

La metodología adoptada en esta investigación es de enfoque aplicado, ya que su objetivo es generar conocimientos para ofrecer soluciones a los problemas específicos que se presentan. En este contexto, se dirige hacia desafíos prácticos en el ámbito de la ingeniería de puentes. Es importante destacar que la metodología aplicada se adhiere a normativas y estándares prácticos en ingeniería civil, garantizando así la calidad y la relevancia de los resultados obtenidos. Las recomendaciones resultantes de este enfoque metodológico tienen consecuencias tangibles y aplicables a futuros proyectos de infraestructura, consolidando así la utilidad práctica de la investigación.

De ese modo, para desarrollar los objetivos en el presente informe, las fases a considerar son:

- La primera fase consiste en realizar la visita a campo, con el fin de recolectar los datos e información idónea, es decir, se tomará datos como las dimensiones de la subestructura y superestructura del puente carrozable, asimismo, tras la inspección visual se identificará si existen posibles daños a la estructura a la actualidad.
- Seguidamente con los datos obtenidos tras la inspección de campo, se procederá a realizar la comparación con la información que refiere al expediente técnico, en virtud a ello, se

realizará la comparación de costos programados y costos ejecutados, asimismo se evaluará el plazo programado y plazo ejecutado, de igual forma se verificarán las metas programadas y metas ejecutadas; de ese modo, respecto a la evaluación estructural del puente tipo viga losa se evaluará respecto a los parámetros mínimos que brinda el Manual de Puentes (2018) y para la evaluación post inversión se considerará los “Lineamiento para evaluación ex post de corto plazo” planteado por el Ministerio de Economía y Finanzas (2021).

- Asimismo, se consideró la fase de resultados que surge a partir de la información precedente, con ello, se conocerá a fondo el estado actual del puente carrozable San Francisco, y a partir de ello, se planteará una solución alterna para mejorar y optimizar la vida útil del proyecto ejecutado.

Desarrollo de la Solución

Para efectuar el desarrollo de la propuesta de solución del presente trabajo, a continuación, se realiza un detalle de las actividades a realizar:

Tabla 1

Matriz de desarrollo de solución

N°	Proceso Secuencial	Descripción	Entregables
1	Inicio	Planificación de actividades Ordenamiento de documentos relevantes respecto a la ejecución del puente	Esquema detallado de las actividades a realizar
2	Recolección de datos	carrozable “San Francisco”, como expediente técnico, valorizaciones, en especial el panel fotográfico, liquidación de obra.	Detallar en resumen los datos relevantes del proyecto puente carrozable “San Francisco”

3	Inspección de campo	Visita al lugar del puente viga losa ejecutado	Resumen del predimensionamiento de la superestructura y subestructura del puente carrozable “San Francisco”
4	Comparación	Comparación del diseño estructural ejecutado y el expediente técnico. Verificación del cumplimiento de metas, plazo y costos programado.	Características relevantes del puente carrozable “San Francisco”
5	Evaluación	Evaluación del puente ejecutado respecto al cumplimiento de parámetros mínimos estipulado en el Manual de Puentes (2018).	Resultados del cumplimiento de parámetros del puente carrozable
6	Planteamiento de una solución alterna	Planteamiento de una solución técnica alternativa para optimizar el diseño estructural del puente viga losa	Resultado final del diseño alternativo
7	Resultado Final	Resultado final de la evaluación expost y diseño estructural del puente ejecutado	Datos finales de la evaluación expost y diseño estructural del puente carrozable “San Francisco”

Nota. Elaboración propia

El presente trabajo, está enfatizado en la evaluación de la post inversión y optimización del diseño estructural para mejorar la vida útil del puente carrozable San Francisco, de ese modo, se inicia en detallar la ubicación de la zona del proyecto según se indica a continuación:

Ubicación del proyecto

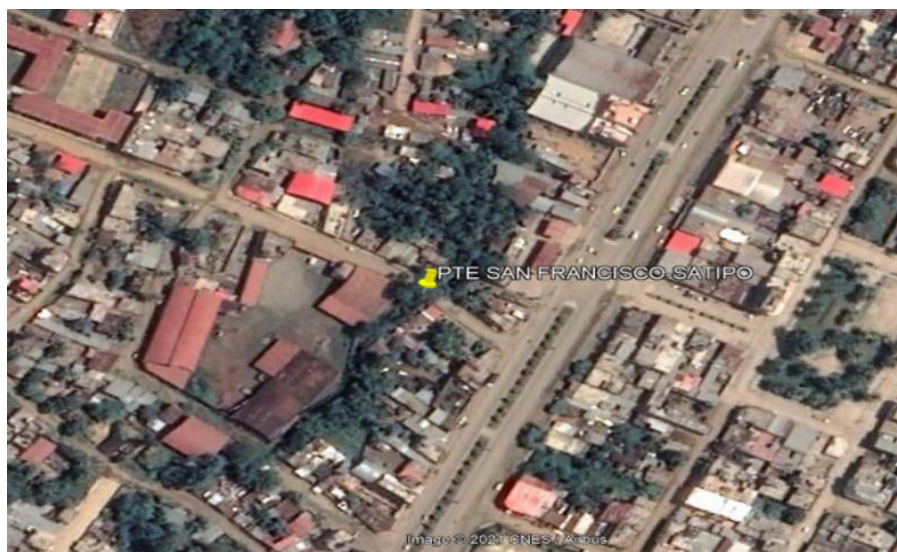
El puente carrozable San Francisco se encuentra ubicado en el distrito de Satipo, por lo cual interconecta las Av. Perú y Av. Antonio Raymondi. A continuación, hago detalle referente a las coordenadas que contiene el puente carrozable.

Tabla 2*Coordenadas de la ubicación del puente carrozable "San Francisco"*

Ubicación	Progresiva	Coordenada		Altura (m)
Inicio de puente	0+000	539,594.4953	8'756771.9596	627.70
Fin de puente	0+015	539,586.7942	8'759,767.302	627.00

Nota. Elaboración propia

De ese modo, en la siguiente figura se localizó el puente carrozable “San Francisco” con apoyo del Google Earth

Figura 4*Ubicación del puente carrozable "San Francisco"**Nota.* Obtenido del Google Earth

De ese modo, una vez identificado la zona del estudio, se inicia con la aplicación de la metodología de solución, a fin de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados, por lo cual se hace énfasis en lo siguiente:

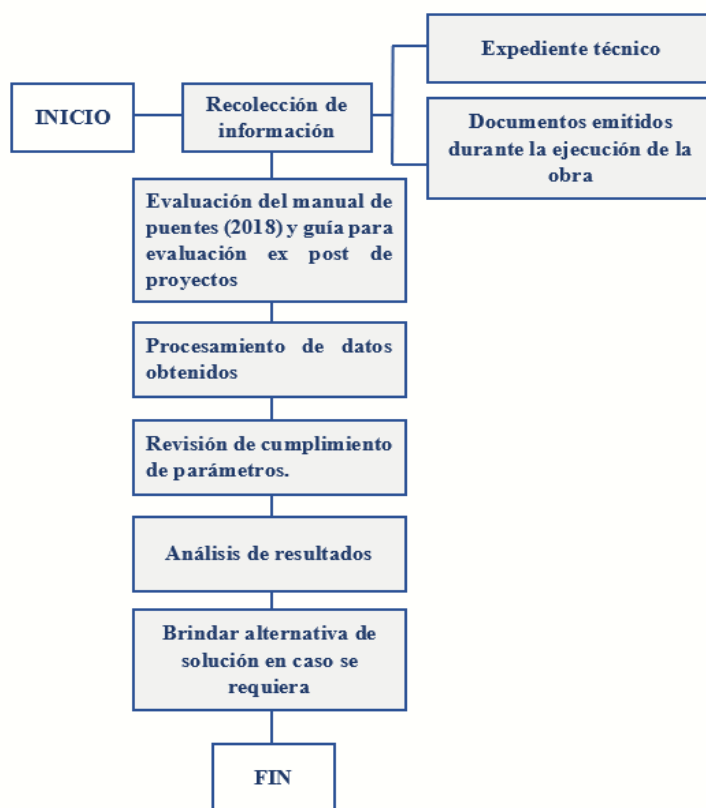
Planificación de actividades

A continuación, se detalla el alcance del presente trabajo de suficiencia profesional, por lo cual, detalla que se iniciará por la recolección de información en lo cual se analizará la documentación del expediente técnico, así como, documentos durante la ejecución de la obra

hasta su culminación, del mismo modo, se procederá a revisar el Manual de Puentes, así como la Guía para evaluación ex post de proyectos, a fin de procesar los datos y verificar el cumplimiento de los parámetros mínimos que refiere al diseño de puente viga losa, así como los niveles de eficiencia del proyecto, y por último se analizarán los datos obtenidos, de acuerdo a ello, se plantearán alternativas de solución de resultar necesario.

Figura 5

Planificación de actividades



Nota. Elaboración propia

Recolección de Documentación

Se recolectó datos referentes al expediente técnico del proyecto del puente carrozable “San Francisco”, así como la documentación dada durante el proceso de ejecución, sobretodo el panel fotográfico del proyecto, de igual forma, tras la inspección de campo se tomaron datos

como las dimensiones de la superestructura y subestructura del puente, y cabe indicar que el puente no presenta fisuras, agrietamiento u otras fallas estructurales.

El Expediente Técnico del Puente Carrozable “San Francisco”, se encuentra aprobado mediante Resolución Gerencial N° 00281-2021-GDUI/MPS, por lo cual, se obtuvo la siguiente información:

- Memoria de cálculo. La memoria de cálculo es indispensable, porque es el punto de partida que contiene el expediente técnico del puente carrozable “San Francisco” para la evaluación que compone el presente trabajo de suficiencia profesional.
- Planos. Los planos del expediente técnico son necesarios para constatar si de acuerdo a ello, han sido realmente ejecutados tanto la subestructura y superestructura del puente.
- Componentes del proyecto. La tabla 3 muestra los componentes de puente carrozable “San Francisco”:
- Plazo del proyecto según expediente técnico. El proyecto puente carrozable “San Francisco” según el expediente técnico tiene un plazo de 90 días calendarios.
- Presupuesto del proyecto según expediente técnico. El proyecto puente carrozable “San Francisco” de acuerdo al expediente técnico tiene el siguiente presupuesto según se muestra en la siguiente tabla, que fue aprobado mediante Resolución Gerencial N° 00281-2021-GDUI/MPS.

Tabla 3

Componentes y productos asociados del proyecto puente carrozable "San Francisco"

Ítem	Descripción
01	Puente carrozable
01.01	Obras provisionales
01.02	Trabajos preliminares
01.03	Movimiento de tierras
01.04	Obras de concreto simple
01.05	Obras de concreto armado
01.05.01	Estribos de puente
01.05.02	Alas de puente
01.05.03	Viga losa
01.05.04	Losa de aproximación
01.06	Dispositivos de apoyo
01.07	Juntas de dilatación
01.08	Drenaje
01.09	Varios
02	Acceso al puente
02.01	Trabajos preliminares
03	Plan de manejo ambiental
03.01	Medidas de prevención y mitigación
03.02	Señales informativas ambientales
03.03	Programa de manejo de residuos
03.04	Programa de monitoreo ambiental
03.05	Plan de contingencias
04	Capacitaciones
05	Seguridad y salud en obra
05.01	Plan de seguridad y salud en el trabajo
05.02	Capacitaciones en seguridad y salud en el trabajo
05.03	Charlas de seguridad y salud en el trabajo
05.04	Equipos de protección
05.05	Señalización temporal de seguridad
05.06	Recursos para respuestas ante emergencias en seguridad y salud en el trabajo
06	Actividades de prevención

Nota. Elaboración propia

Tabla 4*Presupuesto según expediente técnico aprobado*

Presupuesto de obra del puente carrozable "San Francisco"		
001	Puente carrozable	400,628.54
002	Acceso al puente	5,856.55
003	Plan de manejo ambiental	10,357.96
004	Capacitaciones	2,000.00
005	Seguridad y salud en obra	8,007.34
006	Actividades de prevención del COVID - 19	19,331.00
	Costo directo	446,181.39
	Gastos generales 8%	35,694.51
	Utilidades 7%	31,232.70
	Subtotal	513,108.60
	IGV 18%	92,359.55
		0.00
	Presupuesto de ejecución de obra	605,468.15

Nota. Elaboración propia

Documentación de la Ejecución del Proyecto. De ello, se verificaron las valorizaciones, a fin de evaluar posteriormente las metas físicas alcanzadas, costo y/o inversión ejecutada, plazos alcanzados y sobre todo el panel fotográfico del proyecto ejecutado, es por ello que a continuación hago énfasis en cuanto a la información relevante:

- Tras haber revisado la documentación referente a las valorizaciones del contrato principal se tiene lo siguiente:

Tabla 5*Resumen de valorizaciones mensuales del contrato principal*

Descripción	Monto contratado	Tiempo de ejecución			
		1° valorización	2° valorización	3° valorización	4° valorización
		marzo (2022)	mayo (2022)	junio (2022)	julio (2022)
Costo directo s/.	389,587.65	40,300.78	218,127.75	104,633.22	26,525.90
Gastos generales	8.00% 31,167.01	3,224.06	17,450.22	8,370.66	2,122.07
Utilidades	7.00% 27,271.14	2,821.05	15,268.94	7,324.33	1,856.82
Sub total S/.	448,025.80	46,345.89	250,846.91	120,328.21	30,504.79
IGV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo valorizado por mes sin/igv		46,345.89	250,846.91	120,328.21	30,504.79
Presupuesto total de obra s/.	448,025.80		448,025.80		
% Avance de obra ejecutado		10.3444690%	55.989389%	26.8574287%	6.8087128%
% De avance ejecutado de la obra = 100.00%					

Nota. Elaboración propia

- Asimismo, se revisó la valorización que corresponde al adicional de obra N° 01, por lo cual se tiene lo siguiente:

Tabla 6*Valorizaciones mensuales del adicional de obra N° 01*

Descripción	Monto contratado	Tiempo de ejecución	
		1° valorización	2° valorización
		mayo (2022)	junio (2022)
Costo directo s/.	117,620.96	113,784.56	3,836.40
Gastos generales	8.00% 9,409.68	9,102.76	306.92
Utilidades	7.00% 8,233.47	7,964.92	268.55
Sub total S/.	135,264.11	130,852.24	4,411.87
IGV	0.00% 0.00	0.00	0.00
Costo valorizado por mes sin/igv		130,852.24	4,411.87
Presupuesto total de obra s/.	135,264.11		
% Avance de obra ejecutado		96.7383292%	3.2616708%
% de avance ejecutado de la obra = 100.00%			

Nota. Elaboración propia

- Por lo tanto, en la siguiente tabla se detallan los datos técnicos que refieren a la inversión y/o costo empleado para la ejecución de la obra, así como el plazo real de la ejecución de la obra.

Tabla 7*Datos técnicos del puente "San Francisco"*

Datos generales	
Presupuesto base (expediente técnico)	S/. 605,468.15 soles (inc. IGV).
Monto ofertado	S/. 512,993.60 soles (sin IGV).
Monto de contrato	S/. 512,993.60 soles (sin IGV).
Presupuesto adicional de obra	S/. 135,264.11 soles (sin IGV).
Presupuestos mayores metrados	S/. 6,545.17 soles (sin IGV).
Monto final de ejecución de obra	S/. 589,835.08 soles (sin IGV)
Fecha de entrega de terreno	9 de marzo de 2022

Fecha contractual de inicio de obra	10 de marzo de 2022
Plazo contractual de ejecución	90 días calendario
Termino programado de obra	7 De junio De 2022.
Suspensión de plazo N° 01	24 De marzo De 2022.
Reinicio de obra	14 de mayo de 2022
Fecha de culminación real	28 de julio de 2022

Nota. Elaboración propia

- De igual se procedió a revisar el panel fotográfico de acuerdo a los avances dados en la ejecución de la obra, por lo tanto, para mayor detalle se adjunta en el anexo del presente trabajo.

Procesamiento de datos

Evaluación Post Inversión del Puente. Para realizar la evaluación post inversión, se llevará a cabo una comparación detallada entre lo planificado y lo ejecutado, abordando diversos aspectos. Esto implica analizar, tanto a nivel de tiempo como de costos, así como evaluar el cumplimiento de las metas físicas establecidas inicialmente. En este contexto, se busca entender las discrepancias entre las proyecciones iniciales y los resultados reales, proporcionando una visión completa de la efectividad y eficiencia del proyecto, para ello se efectuará lo siguiente:

Evaluación de la Eficiencia en el Nivel de Ejecución de Componentes del Proyecto. Se iniciará con la evaluación de la eficiencia en la ejecución de las metas físicas y los componentes específicos del puente carrozable San Francisco. Esto implica analizar de manera minuciosa cómo se llevaron a cabo las etapas planificadas, revisar el grado de cumplimiento de cada componente del puente y comparar estos resultados con los hitos establecidos en la fase inicial del proyecto. Esta evaluación detallada proporcionará una base sólida para entender el rendimiento real del proyecto en términos de ejecución física y permitirá identificar posibles

desviaciones o áreas de mejora. Entonces para ello en la siguiente figura, se describe la fórmula empleada a fin de calcular el nivel de ejecución de componentes.

El puente carrozable “San Francisco” se ejecutó como estaba previsto en el expediente técnico, sin embargo, realizó una deducción en cuanto a partidas de concreto, encofrado - desencofrado, acero tanto en el estribo y alas del puente; asimismo dedujeron la partida de baranda, todo ello debido a un cambio de diseño, es por ello, que de acuerdo al análisis dado se evidencia que el nivel de ejecución de componentes del proyecto es inferior a la unidad, por lo cual tiene un valor de 0,89 que indica no haber sido eficiente.

Figura 6

Nivel de ejecución de componentes

Nivel de ejecución de componentes =	Componentes ejecutados (indicador)	=	28,683.41
	Componentes planificados (indicador)	=	32,255.37
Nivel de ejecución de componentes		=	0.89

Nota. Elaboración propia

Evaluación de la Eficiencia en el Tiempo de Ejecución. Asimismo, se procede a calcular la eficiencia en el tiempo de ejecución del puente carrozable “San Francisco”, para ello se tiene en cuenta que el expediente técnico del proyecto fue aprobado mediante Resolución Gerencial N° 00281-2021-GDUI/MPS de fecha 30 de setiembre de 2021, por lo que estimaron que el plazo de ejecución corresponde a treinta días calendarios según se muestra en la figura 7.

Sin embargo, evaluando el Contrato de ejecución de obra N° 002-2022-MPS/GM de fecha 16 de febrero de 2022, indica que el plazo de ejecución pactado entre la Municipalidad

Provincial de Satipo y la empresa ejecutora corresponde a noventa días calendarios, según se muestra en la figura 8.

Figura 7

Documento de aprobación del expediente técnico del puente carrozable



Nota. Adaptado de la liquidación técnica financiera del contrato de obra del puente carrozable “San Francisco.”

En este caso, como el plazo previsto para ejecutar se considerará los noventa días calendarios, sin embargo de acuerdo a los documentos técnicos obtenidos según el acta de término de obra, se tiene que la ejecución de obra fue por noventa días calendarios, sin embargo, no considera los tiempos divagados para las consultas realizadas al proyectista, entonces para el análisis se considera todo el plazo total, teniendo en cuenta la suspensión de plazo, siendo así, acumula un total de 141 días calendarios que se emplearon para ejecutar el proyecto.

De acuerdo a los datos obtenidos, para calcular la eficiencia en el tiempo de ejecución se requiere de datos como: nivel de ejecución de componentes (determinado líneas arriba) por lo cual corresponde al valor de 0,89; asimismo, el período planeado es de 90 días calendarios y el período real corresponde a 141 días calendarios, siendo así, se reemplaza en la fórmula según se muestra en la figura 9.

Figura 8

Contrato de ejecución de obra del puente carrozable "San Francisco"

CONTRATO DE EJECUCIÓN DE OBRA N° 602-2022-MPS/IGM
ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 032-2021-C5/MPS
 (Primera Convocatoria)

Conjuntamente con el presente documento, el Contrato de Bienestar, que celebra de una parte la MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SATIPO, en adelante LA ENTIDAD, con RUC N° 2014957403, con domicilio legal en el Jr. Colóns Fundaciones N° 312 - Satipo - Junín, representado por su Gerente Municipal Ato. EVER JESUS DE LA CRUZ CANO de Nacionalidad Peruana, identificado con DNI N° 42322679, encargada mediante Resolución de Alcaldía N° 440-2021-AMPS de Fecha 20 de agosto del 2021 y con las facultades delegadas para suscribir el presente contrato mediante Decreto de Alcaldía N° 02-2019-AMPS de fecha 04 de marzo del 2019, y de otra parte la empresa ALESANN CONTRATISTAS GENERALES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA, con RUC N° 2080990016, con domicilio legal en el Jr. Francisco Pizarro Hwy. 021 Urb. Satipo (A 30 Mts. de Jr. Rubén Callejón - Junín - Satipo - Satipo, inscrito en el Asiento N° A00011 de la Planilla Electrónica N° 13071914 del Registro de Personas Jurídicas de la Ciudad de Satipo, docudamente representado por su TITULAR - Gerente el Sr. Maximiliano Escudero Nava Sandoval, identificación DNI N° 40011305, según poder inscrito en el Asiento N° A00011 de la Planilla Electrónica N° 11001314 del Registro de Personas Jurídicas de la Ciudad de Satipo, a quien en adelante se le llamará EL CONTRATISTA, en los términos y condiciones siguientes:

CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES

- MEDIO DE OBRA N° 60372 de fecha [22/11/2021], suscrito por los funcionarios responsables de la Sub Gerencia de Obras Públicas y de la Gerencia de Desarrollo Urbano e Infraestructura en el cual se requiere la CONTRATACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA: "CREACION DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO SAN FRANCISCO DEL BARRIO SAN FRANCISCO DEL DISTRITO DE SATIPO, PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN", con Código Único N° 2493794, conforme al Requerimiento Técnico Mixto y expediente técnico.
- Con fecha [27/01/2022] el Comité de Selección mediante ACTA N° 016-2022-C5/MPS otorga la buena pro del procedimiento de selección ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 032-2021-C5/MPS (Primera Convocatoria) tipo digital de la convocatoria a la CONTRATACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA: "CREACION DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RIO SAN FRANCISCO DEL BARRIO SAN FRANCISCO DEL DISTRITO DE SATIPO, PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN" con Código Único N° 2493794, al pactor ALESANN CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.
- Consecuentemente, con fecha [04/02/2022] se otorgó la buena pro en el SEACE del procedimiento de selección en referencia.
- Mediante CARTA N° 062-2022-DIGC/AG-MENS, registrada a través de la Unidad de Trámite Documentario con Exp. N° 02030 - 2022 de fecha [04/02/2022], el pactor adjudicatario ALESANN CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., estando dentro del plazo para la presentación de requisitos para suscribir el contrato, presenta los requisitos solicitados.
- Mediante INFORME N° 06238-2022-MPS/IGM de fecha [09/02/2022], suscrito por el representante del Órgano Encargado de las Contrataciones, el mismo que se encuentra digitalizado y respaldado por la Sub Gerencia de Obras Públicas con fecha [10/02/2022].

Página 1 de 12

CLÁUSULA QUINTA: DEL PLAZO DE LA EJECUCIÓN DE LA PRESTACIÓN

El plazo de ejecución de obra es de NOVENTA (90) días calendarios, el mismo que se contabilizará desde el día siguiente de cumplidas las condiciones previstas en el Artículo 176° del RLCE, siendo las siguientes:

- a) Que la Entidad notifique al contratista quien es el inspector o el supervisor, según corresponda.
- b) Que la Entidad haya hecho entrega total o parcial del terreno o lugar donde se ejecuta la obra, según corresponda.
- c) Que la Entidad provea el calendario de entrega de los materiales e insumos que, de acuerdo a las bases, hubiera asumido como obligación.
- d) Que la Entidad haya hecho entrega del expediente técnico de obra completo, en caso

Página 5 de 12

Nota. Adaptado de la liquidación técnica financiera del contrato de obra del puente carrozable "San Francisco"

Figura 9*Eficiencia en el tiempo de ejecución*

Cálculo de la eficiencia en el tiempo de ejecución			
Datos			
- Nivel de ejecución del componente	0.89		
- Período planeado	90	días calendarios	
- Período real	141	días calendarios	
Eficiencia en el tiempo de ejecución	= $\frac{\text{(Nivel de ejecución de componentes x Período planeado)}}{\text{Período real}}$		=
			80.03
			141.00
	Eficiencia en el tiempo de ejecución		= 0.57

Nota. Elaboración propia

Evaluación de la Eficiencia en el Costo del Proyecto. Para ello se debe tener en claro el costo planificado, en este caso se considera al costo pactado en el Contrato de ejecución de obra N° 002-2022-MPS/GM de fecha 16 de febrero de 2022, que corresponde a la suma de S/ 512,993.60 (sin IGV), del mismo modo se considera el costo realmente ejecutado, por lo cual corresponde a la suma de adicionales de obra, mayores metrados y deductivos de obra, por lo tanto, en este caso corresponde a la suma de S/ 589,835.08; para mayor detalle se presentan las siguientes tablas que hacen referencia a la ejecución del contrato principal, adicional de obra y mayores metrados:

En la siguiente tabla se detallan las valorizaciones mensuales del contrato principal, durante ello se tuvo un total de 04 valorizaciones según se muestra:

Tabla 8*Resumen de valorizaciones mensuales del contrato principal*

Descripción	Monto contratado	Tiempo de ejecución			
		1° valorización marzo (2022)	2° valorización mayo (2022)	3° valorización junio (2022)	4° Valorización julio (2022)
Costo directo s/.	389,587.65	40,300.78	218,127.75	104,633.22	26,525.90
Gastos generales	8.00% 31,167.01	3,224.06	17,450.22	8,370.66	2,122.07
Utilidades	7.00% 27,271.14	2,821.05	15,268.94	7,324.33	1,856.82
Sub total s/.	448,025.80	46,345.89	250,846.91	120,328.21	30,504.79
IGV	0.00% 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo valorizado por mes		46,345.89	250,846.91	120,328.21	30,504.79
Presupuesto total de obra S/.	448,025.80				448,025.80

Nota. Elaboración propia

En la siguiente tabla se detallan las valorizaciones mensuales del adicional de obra, durante ello se tuvo un total de 02 valorizaciones según se muestra:

Tabla 9*Resumen de valorizaciones mensuales del adicional de obra*

Descripción	Monto contratado	Tiempo de ejecución	
		1° valorización mayo (2022)	2° valorización junio (2022)
Costo directo s/.	117,620.96	113,784.56	3,836.40
Gastos generales	8.00% 9,409.68	9,102.76	306.92
Utilidades	7.00% 8,233.47	7,964.92	268.55
Sub total s/.	135,264.11	130,852.24	4,411.87
IGV	0.00% 0.00	0.00	0.00
Costo valorizado por mes		130,852.24	4,411.87
Presupuesto total de obra s/.	135,264.11		135,264.11

Nota. Elaboración propia

En la siguiente tabla se detalla la valorización mensual del mayor metrado, en este caso solo corresponde a 01 valorización del mes de julio de 2022, según se muestra:

Tabla 10

Resumen de valorizaciones mensuales de mayores metrados

Descripción	Monto contratado	Tiempo de ejecución 1° valorización julio (2022)
Costo directo s/.	5,691.45	5,691.45
Gastos generales 8.00%	455.32	455.32
Utilidades 7.00%	398.40	398.40
Sub total s/.	6,545.17	6,545.17
IGV 0.00%	0.00	0.00
Costo valorizado por mes		6,545.17
Presupuesto total de obra S/.	6,545.17	6,545.17

Nota. Elaboración propia

Entonces, teniendo ya claro los datos a emplear para realizar el cálculo y evaluación de la eficiencia en el costo del proyecto se tiene lo siguiente:

Figura 10

Eficiencia en el costo del proyecto

Cálculo de la eficiencia en el costo del proyecto			
Datos			
- Nivel de ejecución del componente	0.89		
- Costo planeado	512,993.60	soles	
- Costo real	589,835.08	soles	
Eficiencia en el costo del proyecto	= $\frac{\text{(Nivel de ejecución de componentes x Período planeado)}}{\text{Período real}}$		= 456,184.68
			589,835.08
	Eficiencia en el costo del proyecto		= 0.77

Nota. Elaboración propia

Evaluación de la Eficiencia Global del Proyecto. Para calcular y evaluar la eficiencia global del proyecto, se tendrán en cuenta los datos recopilados relacionados con el avance en la ejecución de componentes, la eficiencia en el tiempo de construcción y la eficiencia en los costos

del proyecto. En este contexto, se aplicará este enfoque para evaluar el puente carrozable "San Francisco".

Figura 11

Eficiencia global del proyecto

Cálculo de la eficiencia global del proyecto			
Datos			
- Nivel de ejecución del componente		0.89	
- Eficiencia en el tiempo de ejecución		0.57	
- Eficiencia en el costo del proyecto		0.77	
Eficiencia global	=	Nivel de ejecución por componentes x Eficiencia en el tiempo de ejecución x Eficiencia en el costo del proyecto	= 0.39
		Eficiencia global	= 0.39

Nota. Elaboración propia

Entonces el resultado obtenido tras calcular la eficiencia global se tiene el valor de 0,39 y para poder calificar que nivel de eficiencia tiene se utilizara la siguiente tabla:

Tabla 11

Evaluación para los resultados de la eficiencia global

Puntaje	Resultado
Igual o mayor que 1.00	Alta
Entre 0.50 y menor que 1	Media
Entre que 0.00 y menor que 0.50	Baja
No se puede calcular	Inconsistente

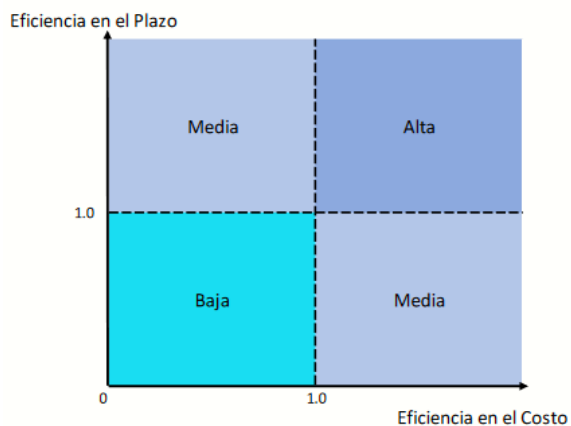
Nota. Adaptado del lineamiento para evaluación ex post – MEF (2021)

De ese modo, visualizando la tabla se evidencia que el valor de 0,39 se encuentra en un nivel bajo. De igual forma, en concordancia de los Lineamiento para evaluación ex post de

proyectos de inversión pública (2021) dada por el ministerio economía y finanzas se tiene lo siguiente:

Figura 12

Eficiencia global del proyecto

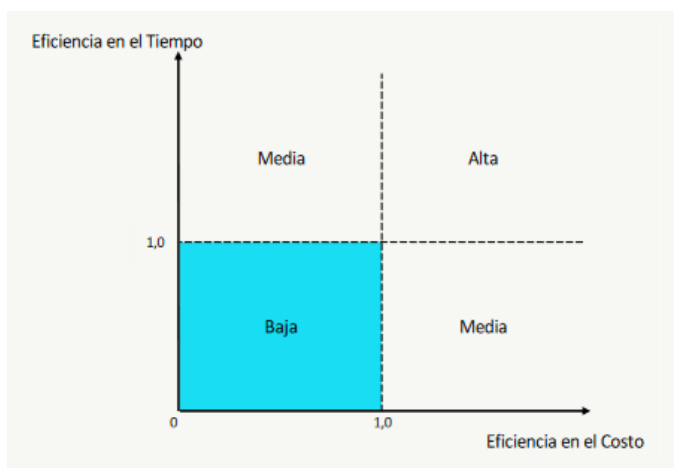


Nota. Adaptado del lineamiento para evaluación ex post – MEF (2021)

De acuerdo a ello, se evidencia que la eficiencia en el plazo tiene un valor de 0.57 y la eficiencia en el costo tiene un valor de 0.77, por lo tanto, analizando de acuerdo al gráfico se concluye que el puente carrozable “San Francisco” tiene una eficiencia global baja.

Figura 12

Resultado de la eficiencia global del puente "San Francisco"



Nota. Elaboración propia

Análisis del diseño estructural del puente carrozable San Francisco

Para el análisis del diseño estructural se realizó la inspección de campo conjuntamente con la documentación que refiere al expediente técnico del puente carrozable “San Francisco”, de ese modo, para efectuar el análisis al diseño del puente estará basado al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y al Manual de Puentes, por lo cual, para ello se considerará la geometría, materiales, diseño de la subestructura, diseño de la superestructura, y metrado de cargas:

1. Consideraciones para el diseño del puente viga losa

A continuación, se brinda las características del puente viga losa:

- Luz del puente (L) : 15,00 m
- Sobrecarga vehicular : HL-93 (8,00 Tn)
- N° de carril : 1
- Ancho de vereda : 1.00 m
- Resistencia del concreto ($f'c$): 280 kg. /cm²
- Fluencia del acero : 4200 kg. /cm²
- Carpeta asfáltica : 0.05m
- Densidad del concreto : 2400 kg. /cm³ o 2.4 Tn/m³
- Densidad del asfalto : 200 kg. /cm³ o 2 Tn/m³

a. Predimensionamiento de la superestructura del puente viga losa

El predimensionamiento de la superestructura de un puente implica estimar de manera preliminar las dimensiones y características de los elementos estructurales, como vigas y losas, antes de realizar un diseño detallado. De ese modo, se iniciará por el predimensionamiento de la viga principal:

Tabla 12

Predimensionamiento de la viga principal

Predimensionamiento de la viga principal	
Descripción de la fórmula	Resultados
<p>Peralte de viga (h)</p> $h_1 = 0.07x l$ $h_2 = l/15$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ $h_1 = 0.07x 15m = 1.05 m$ ▪ $h_2 = 15/15 = 1.00 m$ <p>En este caso, para satisfacer las verificaciones de servicio se recomienda emplear $h = 1.20m$ puesto que al valor mayor se está redondeando al entero mayor.</p>
<p>Ancho de viga</p> <p>El ancho de viga se estima considerando un cierto número de varillas por capa, y un espacio libre entre varillas.</p>	<p>Se considera ancho de viga $b = 0,50 m$</p>

Nota. Elaboración propia

Después de haber obtenido el predimensionamiento del peralte y ancho de la viga principal del puente carrozable “San Francisco”, se procede a predimensionar la losa, es por ello que, en la siguiente tabla se hace detalle del cálculo:

Tabla 13

Predimensionamiento de losa

Predimensionamiento de la losa	
Descripción de la fórmula	Resultados
<p>a. Peralte de la losa</p> $d = \frac{s + 3.05}{30}$ <p>Donde (s) es la separación de viga entre eje, siendo 2.00 m</p>	<p>Usar $d = 0.168m$</p> <p>Considerando un espesor de $r = 0.015m$</p> <p>De ese modo:</p> $d = \frac{2.00+3.05}{30} = 0.168m$

Finalmente se tiene que $e_{losa} = 0.20m$

Nota. Elaboración propia

De igual manera, se procederá a predimensionar la viga diafragma, por lo tanto, en la siguiente tabla se detalla el cálculo realizado:

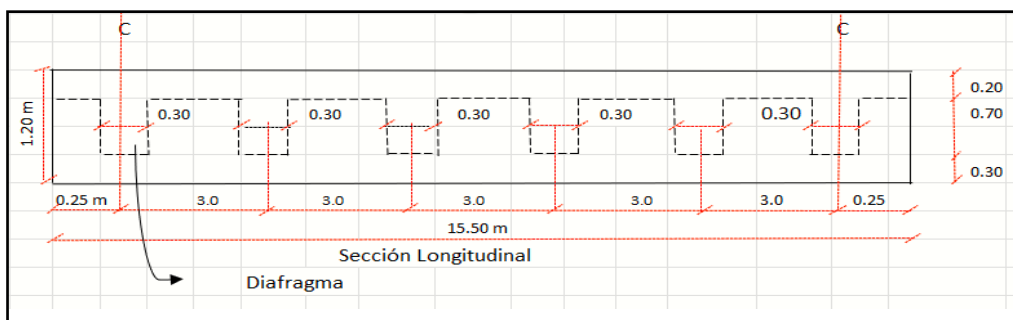
Tabla 14

Predimensionamiento de la viga diafragma

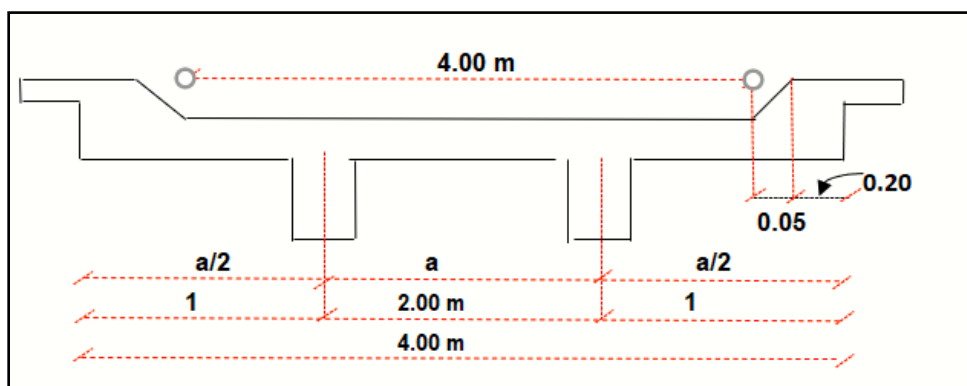
Predimensionamiento de la viga diafragma	
Descripción de la fórmula	Resultados
<p>a. Número de diafragmas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se colocarán diafragmas a cada a cada $l/5$. ▪ Número de diafragmas a cada $\frac{luz}{separación} + 1$ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se colocarán diafragmas a cada: $\frac{15}{5} = 3.00 m \text{ de separación}$ ▪ Número de diafragmas a cada $\frac{15}{3} + 1 = 6 \text{ diafragmas}$
<p>b. Ancho de la viga diafragma</p> <p>Normalmente se considera un ancho de diafragma de 0.20 m a 0.30m</p>	<p>En este caso se considerará $b = 0.30m$</p> <p>De acuerdo a la fórmula, se reemplaza los valores, por lo cual, se obtiene que el peralte del diafragma es de 0.90 m</p>
<p>c. Peralte del diafragma</p> <p>Para ello se empleará la siguiente formula:</p> $hd = hviga \text{ principal} - 0.30$	$hd = 1.20 - 0.30$ $hd = 0.90 m$

Nota. Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenido en los extremos de la luz se considerará una longitud adicional de 0.25 m, considerado desde el eje de la viga diafragma según se muestra:

Figura 13*Vista de la viga diafragma**Nota.* Elaboración propia

De igual forma, a continuación, se muestra el número y separación de vigas del puente carrozable “San Francisco”

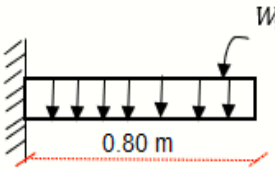
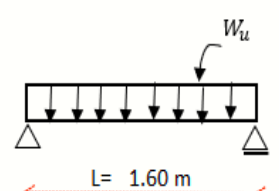
Figura 14*Vista de las vigas principales**Nota.* Elaboración propia

b. Medrado de cargas de la superestructura del puente viga losa

Con los datos obtenidos anteriormente se procede a realizar el medrado de cargas, por lo tanto, se iniciará en hacer el medrado de cargas del voladizo:

Tabla 15

Metrado de cargas del voladizo

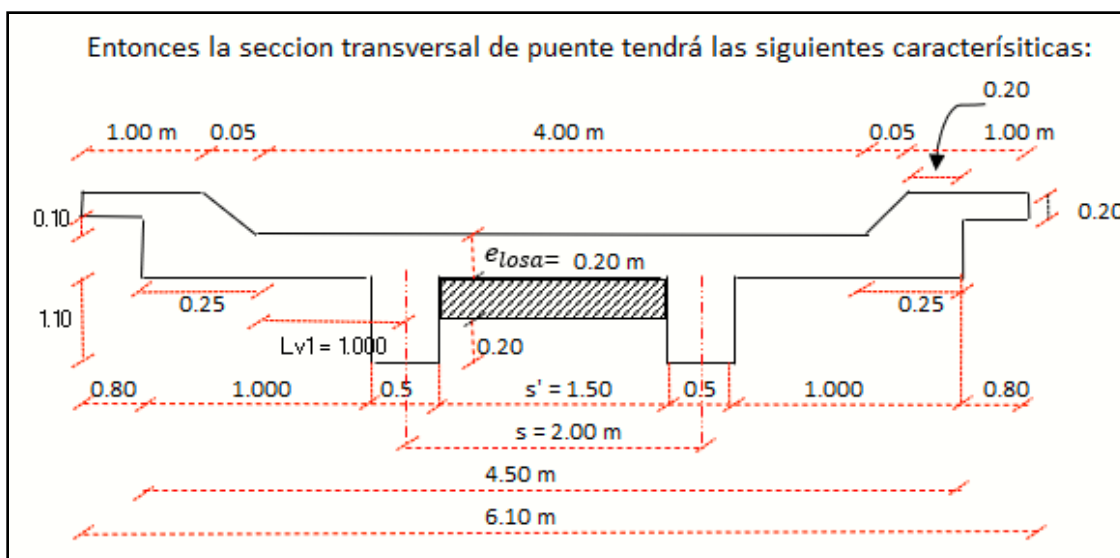
Metrado de cargas del voladizo	
Fórmula	Resultados
Metrado de cargas	Metrado de cargas
<ul style="list-style-type: none"> Carga muerta (Cm) $P_{propio} = espesor * 1m * 2400 \text{ kg/m}^3$ Carga viva (Cv) $Sobrecarga = 1m * 400 \text{ kg/m}^2$ Carga última (Wu) $W_u = 1.4 * Cm + 1.7 * Cv$ 	<ul style="list-style-type: none"> Carga muerta (Cm) $P_{propio} = 0.20 * 1m * 2400 \text{ kg/m}^3$ $P_{propio} = 480 \text{ kg/m}$ Carga viva (Cv) $Sobrecarga = 400 \text{ kg}$ Carga última (Wu) $W_u = 1352 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 0.1352 \text{ kg/cm}^2$
Cálculo de peralte de volado	Cálculo de peralte de volado
 	$h_{volado} = 1.40 * \frac{L}{\sqrt{W_u}}$ $h_{volado} = 0.206 \text{ m}$
$h = \frac{L}{\sqrt{W_u}}$	Por lo tanto, el $h_{volado} = 0.20 \text{ m}$

Nota. Elaboración propia

De acuerdo al metrado de cargas, y al cálculo para el predimensionamiento de la altura de la vereda se tiene lo siguiente:

Figura 15

Sección transversal del puente

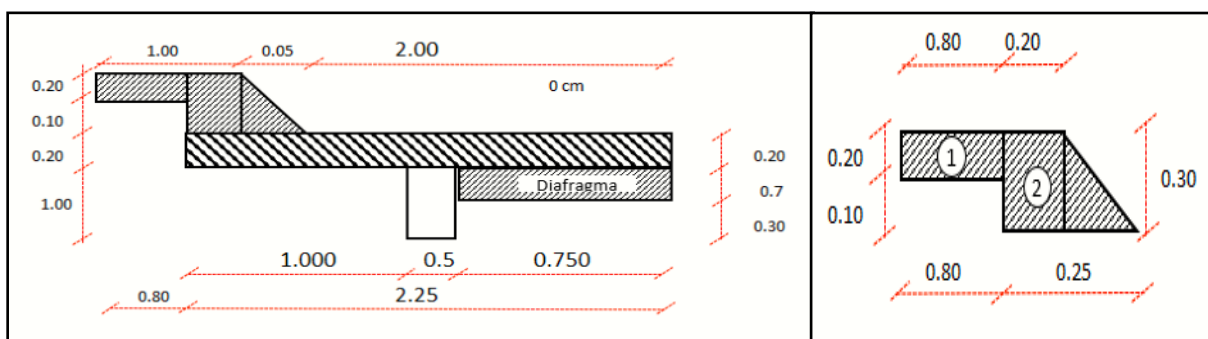


Nota. Elaboración propia

Siendo así, se continúa con el metrado de cargas considerando el peso propio de la losa, así como de la viga, voladizo y la baranda; en la siguiente figura se muestra el detalle de las medidas de cada componente señalado a fin de efectuar el metrado de cargas:

Figura 16

Detalle de voladizo, diafragma y losa



Nota. Elaboración propia

Con los datos que se muestra en la figura anterior se procede a realizar el metrado de cargas tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16

Metrado de cargas del voladizo, viga y diafragma

Metrado de cargas del voladizo, viga y diafragma	
Fórmula	Resultados
<p>a. Por carga muerta</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Peso propio de la losa $P_{plosa} = 2.25 * 0.20 * 2.4 \text{ t/m}^3$ ▪ Peso propio de la viga diafragma $P_{pviga} = 0.50 * 1.00 * 2.4 \text{ t/m}^3$ ▪ Peso propio de la baranda ① : $0.80 * 0.20 * 2.4 \text{ t/m}^3 = 0.384 \text{ T/m}$ ② : $\frac{0.20+0.25}{2} * 0.30 * 2.4 \text{ t/m}^3 = 0.162 \text{ T/m}$ 	<p>Por carga muerta</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Peso propio de la losa $P_{plosa} = 1.080 \text{ Tn/m}$ ▪ Peso propio de la viga $P_{pviga} = 0.162 \text{ Tn/m}$ ▪ Peso propio de la baranda $P_{pbaranda} = 0.15 \text{ Tn/m}$ ▪ Peso total <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> $\sum = w_{oc} = 2.976 \text{ t/m/viga}$ <p>Separacion de diafragmas = 3.0 m Numero de difragmas = 6 Considerando un espesor de diafragma $E_{Diaf} = 0.30 \text{ m}$ El peso propio por diafragma será: $P_{pDiaf} = E_{Diaf} * h_{Diaf} * L_D * 2.4 * 1 \text{ m}^3$ $P_{pDiaf} = 0.378 \text{ Tn/Diaf}$</p>
<p>b. Por muero de rodamiento (asfalto) $P_{DW} = 2.00 * 0.05 * 2.2 \text{ tn/m}^3$</p>	<p>$P_{DW} = 0.002 \text{ Tn. m/viga}$</p>

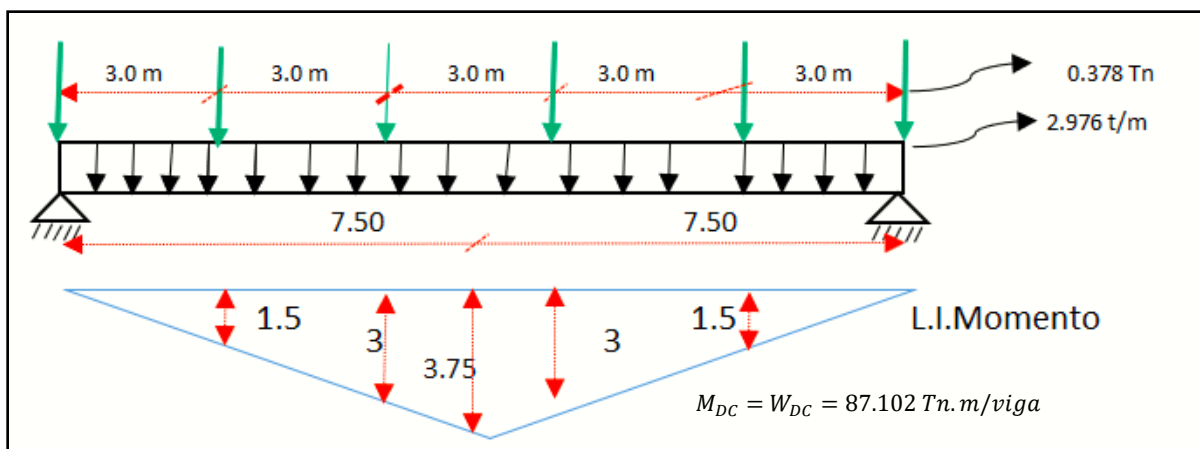
Nota. Elaboración propia

c. Análisis estructural del puente viga losa

Para proceder con el análisis estructural, se calcula el momento por peso propio por lo cual se obtiene un valor de 87.10 Tn.m/viga; según se muestra en la siguiente figura:

Figura 17

Momento por peso propio M_{DC}

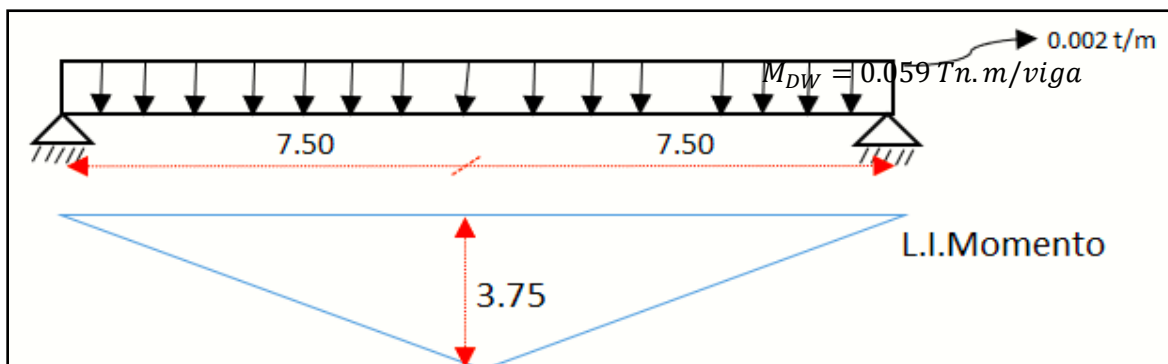


Nota. Elaboración propia

De la misma forma, se realiza el cálculo de momento por carga muerta (asfalto) M_{DW} , por lo cual, se obtiene un valor de 0.059 Tn.m/viga, para mayor énfasis se muestra la siguiente figura:

Figura 18

Momento por carga muerta (asfalto) M_{DW}



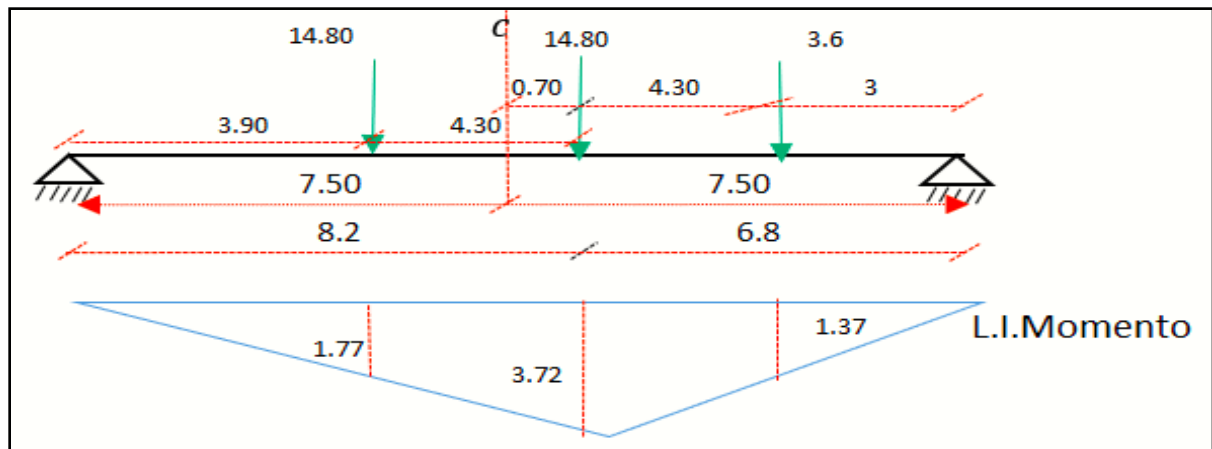
Nota. Elaboración propia

Asimismo, se efectúa las solicitaciones por carga viva, para ello se determinará los momentos por la sobrecarga (s/c), por lo cual, se ubicará el camión en la sección más

despreciables, en este caso al eje del total de la luz del puente, tal como se muestra en la figura representado por la letra “c”:

Figura 19

Ubicación del camión en el eje de la luz del puente



Nota. Elaboración propia

Entonces para el cálculo del momento por sobrecarga del camión se calcula de la siguiente manera:

$$M_{LL} = 14.8 \cdot 1.77 + 14.8 \cdot 3.72 + 3.6 \cdot 1.37$$

$$M_{LL} = 86.22 \text{ Tn. m/viga}$$

Para ello se debe calcular e identificar cual es el momento máximo, en este caso corresponde a 86.11 Tn.m/viga; de la misma forma se debe calcular el momento por efecto dinámico, considerando que $I = 0.33$

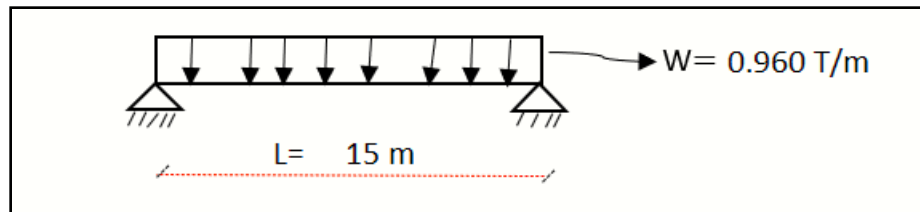
$$M_I = I \cdot M_{max} = 0.33 \cdot 86.11$$

$$M_I = 28.42 \text{ Tn. m/viga}$$

De tal manera, se continua con el cálculo de momento por carga distribuida, para mayor detalle se detalla en la siguiente figura:

Figura 20

Momento por carga distribuida



Nota. Elaboración propia

Del cálculo de momento por carga distribuida se obtiene un valor de 27.00 Tn/m

$$M_W = M_{DW} = \frac{0.96 \cdot 15^2}{8} = 27.00 \text{ Tn/m}$$

De ese modo, el momento final por sobrecarga (s/c) corresponde a la sumatoria del momento por camión, distribuida, y efecto dinámico, según se muestra en la siguiente formula, obteniendo un valor de 141.53 Tn.m/viga

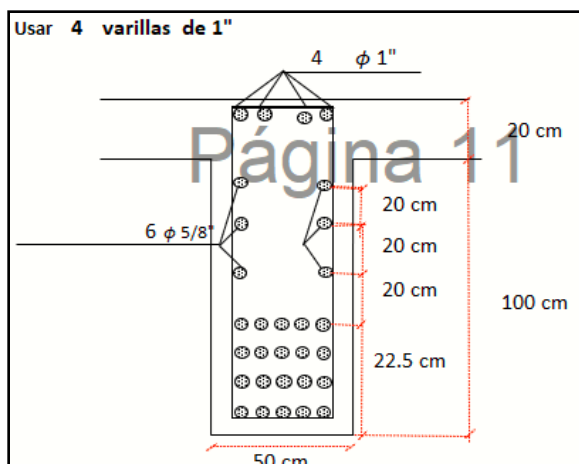
$$M_{S/C} = (M_{LL} + M_W + M_I) = 141.53 \text{ Tn.m/viga}$$

d. Resumen del análisis estructural del puente carrozable “San Francisco”

Después de haber realizado el predimensionamiento, así como el metrado de cargas y análisis estructural de acuerdo a las cargas interactuadas, se obtuvo también la cuantía de acero que debe tener cada componente ya sea de las vigas principales, diafragma, losa y voladizo. A continuación, se muestra en resumen lo obtenido:

Figura 21

Cuantía de acero en la viga principal

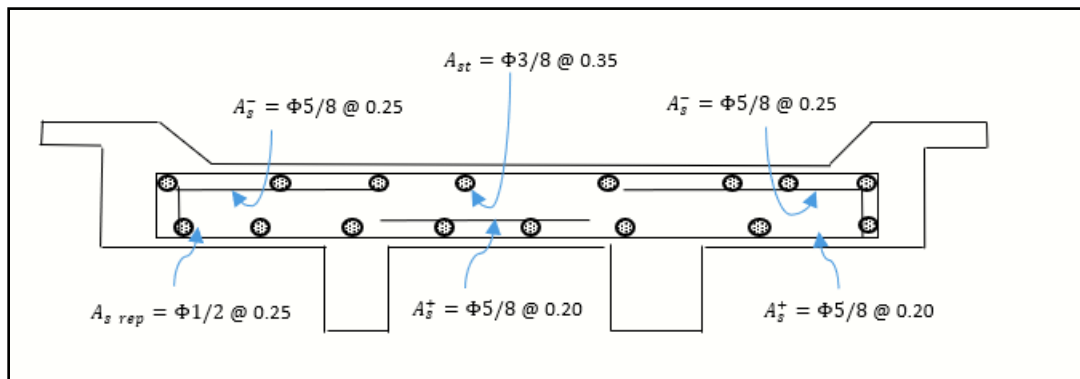


Nota. Elaboración propia

De la misma forma, a continuación, se muestra el diseño final de la losa maciza del puente:

Figura 22

Cuantía de acero en la losa maciza

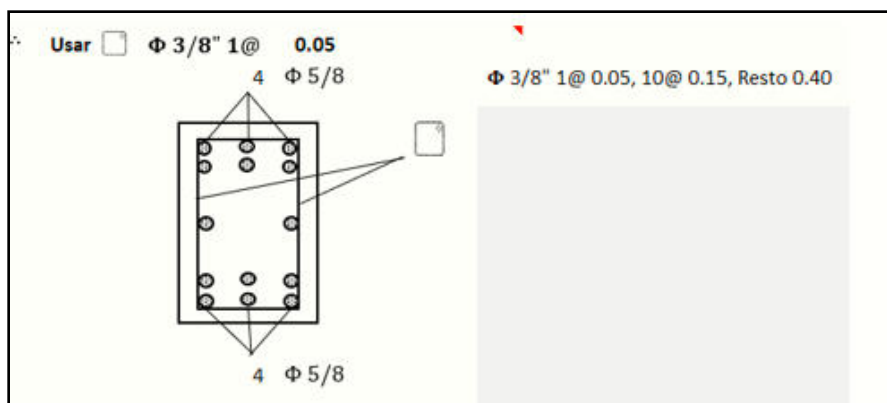


Nota. Elaboración propia

Asimismo, las vigas diafragmas debe contener las siguientes cuantías de acero:

Figura 23

Cuantía de acero en el diafragma



Nota. Elaboración propia

Finalmente, de forma resumida se adjunta la siguiente figura, que hace énfasis al detalle de cuantía distribución de acero de cada componente de la superestructura.

Figura 24

Resumen de cuantía de acero en la superestructura del puente

a) Acero en las vigas principales			
A^+ principal =	18	$\phi 1"$	
A_S lateral =	3	$\phi 5/8"$	en cada cara
A_S parte superior =	3	$\phi 1"$	
b) Acero en losa			
A^+ =	$\phi 5/8"@$	0.30	
A^- =	$\phi 5/8"@$	0.15	
A_S temp =	$\phi 1/2"@$	0.25	
A_S repar =	$\phi 3/8"@$	0.35	
c) Acero en voladizo			
A^- =	$\phi 3/8"@$	0.40	(Acero principal)
A_S transversal y temp =	$\phi 3/8"@$	0.20	
d) Acero en vigas diafragmas			
A^+ =	4	$\phi 5/8"$	
A_S (parte superior) =	4	$\phi 5/8"$	
A_S lateral =	1	$\phi 1/2"$	en cada cara

Nota. Elaboración propia

De ese modo, en la siguiente tabla se muestran los datos de la geometría que contiene el estribo del puente carrozable “San Francisco”:

Tabla 17

Dimensiones del estribo del puente

Dimensión	Calculado	Redondeado	Observación
H	5.90 m	5.90 m	valor obtenido
h	1.50 m	2.50 m	valor obtenido
B=0.6H	3.54 m	7.50 m	criterio
D=0.1H	0.59 m	0.80 m	criterio
tsup	0.40 m	0.40 m	valor mínimo
tinf=0.1H	0.59 m	1.00 m	criterio
L=B/3	2.50 m	2.50 m	criterio
elosa	0.20 m	0.20 m	valor obtenido
hvigas	1.20 m	1.20 m	valor obtenido
eneopreno	0.03 m	0.03 m	valor obtenido
hparapeto	1.43 m	1.43 m	elosa+hvigas+eneopreno
bparapeto	0.20 m	0.20 m	valor adoptado
e1	0.25 m	0.25 m	valor adoptado
e2	0.40 m	0.40 m	valor adoptado
b1	0.20 m	0.20 m	valor adoptado
b2	0.20 m	0.20 m	valor adoptado
s°	11.81°	11.81°	calculado
			según manual de
N mínimo	0.23 m	--	puentes
N	0.60 m	0.60 m	valor obtenido
ha	1.45 m	2.48 m	valor obtenido
tha	0.13 m	0.13 m	valor obtenido
Hpant	5.10 m	5.10 m	valor obtenido

Nota. Elaboración propia

b. Diseño del estribo típico

Después de completar el predimensionamiento del estribo en voladizo del puente, se procedió a realizar el metrado y evaluación de las cargas, considerando la carga muerta, la carga viva de la superestructura, la presión estática del suelo, la carga de impacto, la fuerza de frenado-aceleración, la sobrecarga peatonal proveniente de la superestructura, la sobrecarga superficial y de tráfico, la subpresión de agua y la fuerza sísmica. Posteriormente, se llevó a cabo la combinación de estas diversas cargas.

En este sentido, utilizando los datos proporcionados, como el factor de seguridad de deslizamiento, el factor de seguridad por volteo, el coeficiente de fricción entre el estribo y el suelo, y la capacidad portante del suelo según los estudios geotécnicos encontrados en el expediente técnico, se realizaron verificaciones en relación con la estabilidad al deslizamiento, la estabilidad al volteo y las presiones sobre el suelo. El objetivo principal de estas verificaciones fue asegurar que no existieran posibles fallas en el futuro, garantizando así la integridad estructural y la seguridad del puente.

El proceso incluyó un análisis detallado de cada factor, considerando las condiciones específicas del sitio y las cargas aplicadas, con el fin de obtener resultados confiables y asegurar que el diseño cumpliera con los estándares de seguridad y durabilidad requeridos para su funcionamiento a largo plazo. Este enfoque garantiza realizar una verificación idónea del diseño del puente carrozable ejecutado.

En ese sentido, a continuación, se muestra el diseño del estribo del puente carrozable “San Francisco”:

As	11.56 cm ²
r	0.0012
r _{min}	0.0015
∅ 1"	5.07 cm ²
N° Aceros	2.81
s (Calculado)	35.58 cm
s (Redond.)	18 cm
Asvint	∅ 1" @20
Ld	0.72 m
Lcorte (calc)	1.53 m
Lcorte (redond)	2.85 m
Asvint/2	∅ 1" @36

Nota. Elaboración propia

De ese modo, se realizó el respectivo calculo para la cuantificación del acero vertical en la parte exterior, para mayor énfasis en la siguiente tabla se muestra:

Tabla 19

Acero de refuerzo vertical en cara exterior de la pantalla

Descripción	Valor
∅ 5/8"	1.98 cm ²
Asmin	14.25 cm ²
N.º Aceros	7.20
s (Calculado)	13.89 cm
s (Redond.)	13 cm
Asvext	∅ 5/8" @15

Nota. Elaboración propia

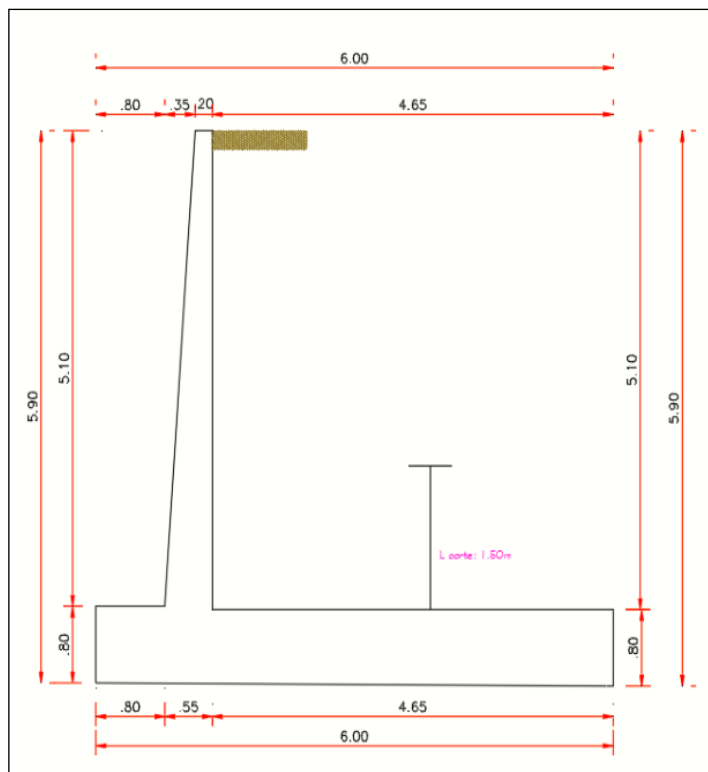
De igual forma, a continuación, se hace énfasis el respectivo calculo para la cuantificación del acero horizontal en la parte interior de la pantalla, para mayor énfasis en la siguiente tabla se muestra:

Tabla 20*Acero de refuerzo horizontal en cara interior de la pantalla*

Descripción	Valor
∅ 3/8"	0.71 cm ²
r	0.0020
ash	19.00 cm ²
ash/3	6.33 cm ²
N.º aceros	8.92
s (calculado)	11.21 cm
s (redond.)	10 cm
Ash int	∅ 3/8" @ 10
∅ 1/2"	1.27 cm ²
2*ash/3	12.67 cm ²
N.º aceros	9.97
s (calculado)	10.03 cm
s (redond.)	10 cm
ashext	∅ 3/8" @ 10

Nota. Elaboración propia

- Diseño del parapeto. La cuantía de acero horizontal y vertical en el parapeto del estribo del puente se usará de ∅ 3/8" @ 0.15m.
- Diseño del talón de la zapata. La cuantía de acero longitudinal y transversal en el talón de la zapata del estribo del puente se usará de ∅ 5/8" @ 0.15m.
- Diseño de la planta de la zapata. La cuantía de acero longitudinal en la punta de la zapata del estribo del puente se usará de ∅ 1" @ 0.20m y el acero transversal se empleará de ∅ 5/8" @ 0.15m.

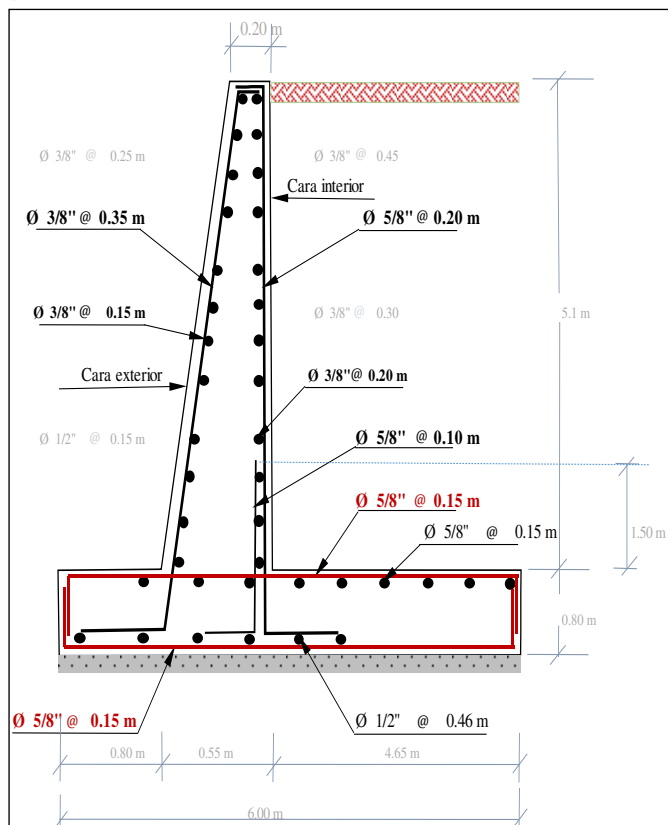
Figura 27*Predimensionamiento de las alas del puente**Nota.* Elaboración propia

Consideraciones Para el Diseño de las Alas del Puente Carrozable. En el desarrollo del diseño de las alas del puente carrozable, se llevaron a cabo una serie de fases esenciales para garantizar la solidez estructural y la seguridad. Inicialmente, se realizó el predimensionamiento de la pantalla, seguido de la verificación por corte. Asimismo, se efectuó el predimensionamiento de la zapata, considerando la estabilidad al deslizamiento y por volteo, de igual forma, se realizó el control de las presiones ejercidas sobre el terreno circundante. La culminación de estas etapas permitió adentrarse en el diseño específico de la pantalla de las alas del puente, así como de la zapata, incorporando cuantías de acero que garantizan la resistencia estructural necesaria. En resumen, este enfoque detallado ha resultado en un diseño robusto y seguro para las alas del puente, respaldado por las correspondientes cuantificaciones de acero que cumplen con los

estándares requeridos para una infraestructura duradera y confiable. De ese modo, en la figura 29 se muestra el diseño de las alas del puente carrozable, así como la distribución de acero:

Figura 28

Diseño del ala del puente



Nota. Elaboración propia

Diseño del puente viga losa

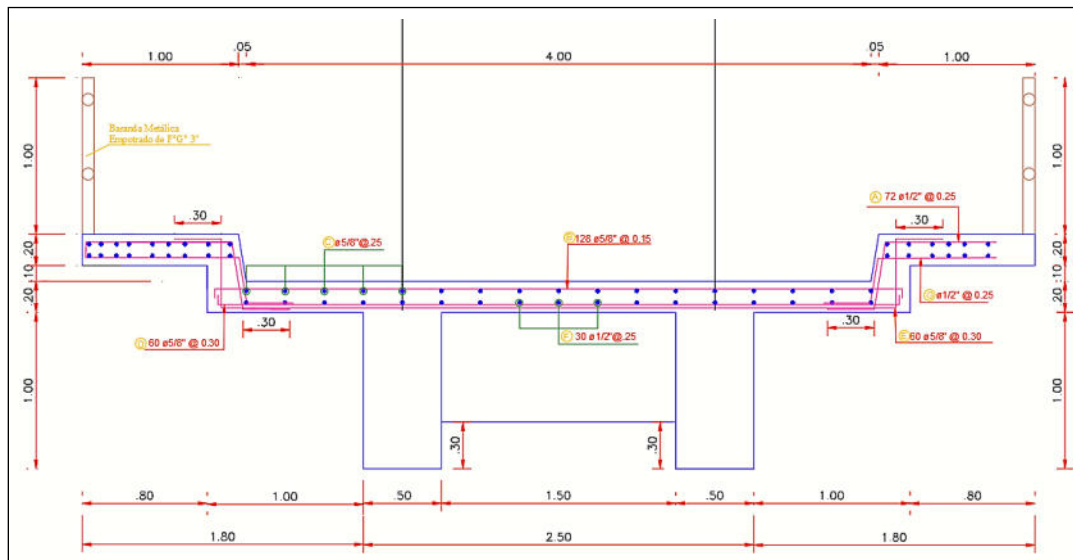
Tras llevar a cabo el predimensionamiento y el metrado de cargas, en cumplimiento con la normativa vigente, se presenta a continuación el diseño de la superestructura del puente:

- **Losa**

En la siguiente figura se muestra la distribución de acero en la losa del puente “San Francisco” de acuerdo al diseño efectuado:

Figura 29

Detalle de distribución de armadura en losa del puente



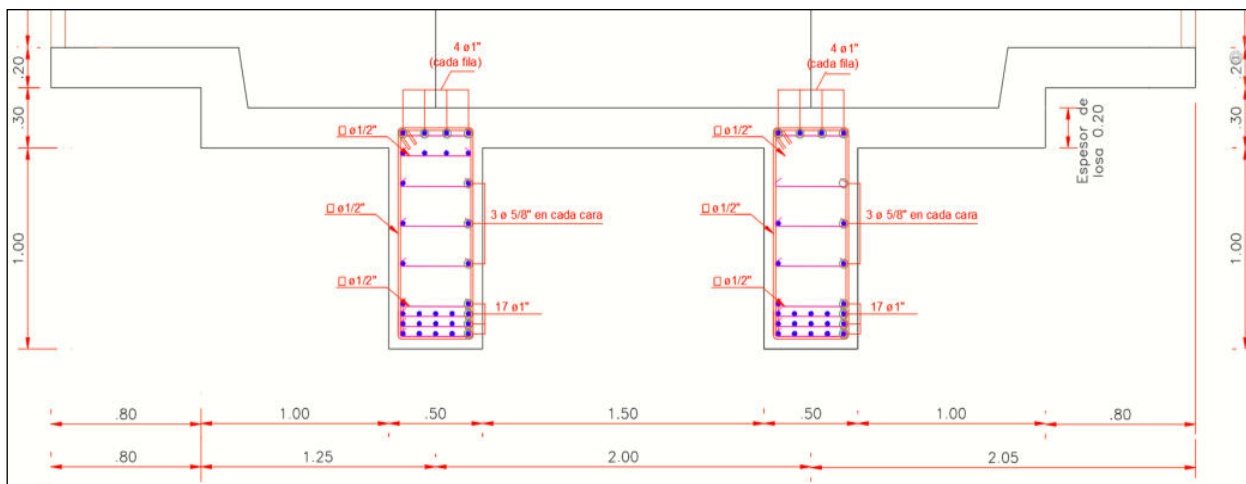
Nota. Elaboración propia

▪ **Viga principal**

En la siguiente figura se muestra la distribución de acero en la viga principal del puente “San Francisco” de acuerdo al diseño efectuado:

Figura 30

Distribución de armadura en la viga principal del puente



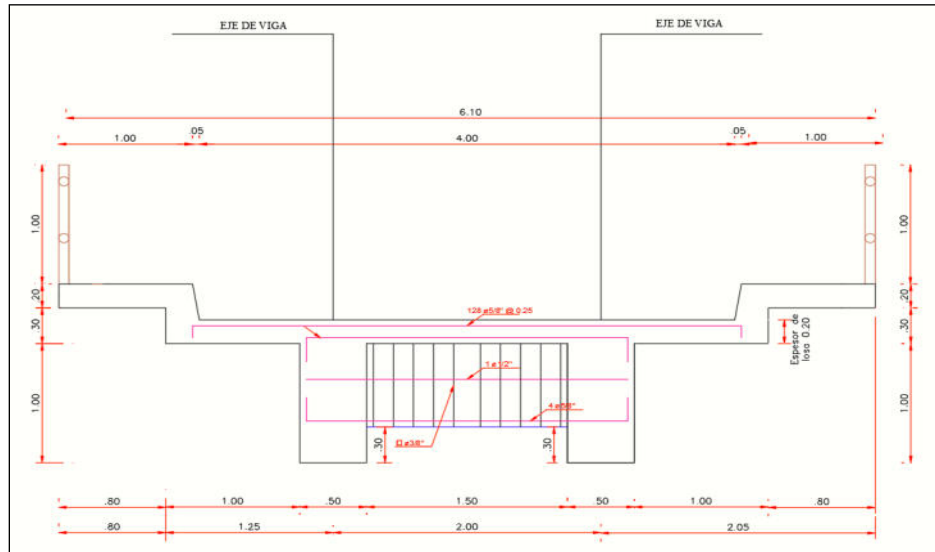
Nota. Elaboración propia

- **Viga diafragma**

En la siguiente figura se muestra la distribución de acero en la viga diafragma del puente “San Francisco” de acuerdo al diseño efectuado:

Figura 31

Distribución de armadura en la viga diafragma del puente

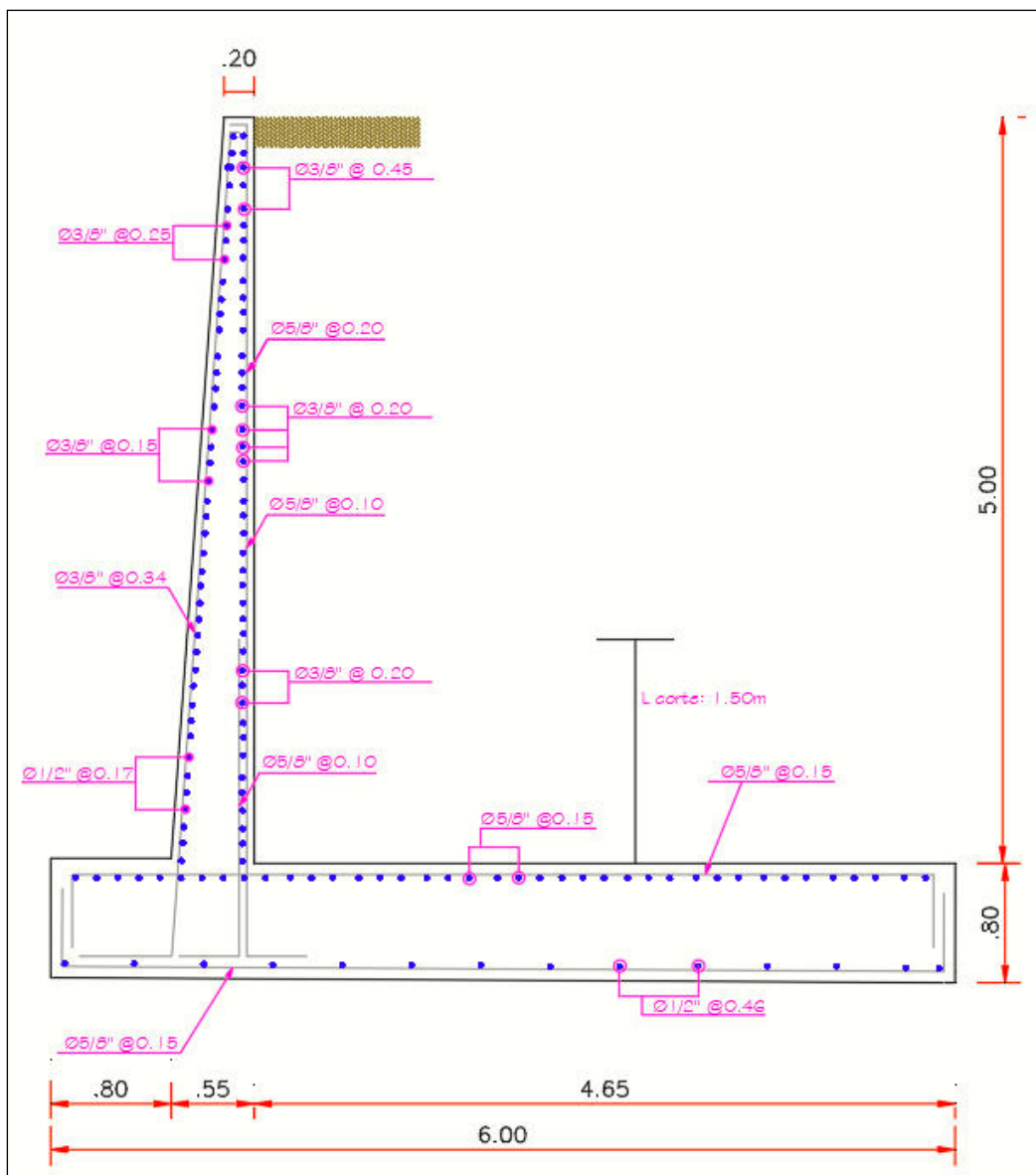


Nota. Elaboración propia

Asimismo, tras llevar a cabo el predimensionamiento y el metrado de cargas, en cumplimiento con la normativa vigente, se presenta a continuación el diseño de la subestructura del puente:

- **Estribo derecho e izquierdo**

En la siguiente figura se muestra la distribución de acero en el estribo derecho e izquierdo del puente “San Francisco” de acuerdo al diseño efectuado:

Figura 33*Distribución de armadura en el estribo del puente**Nota.* Elaboración propia***Comparación del puente ejecutado y diseño realizado***

El puente 'San Francisco' cuenta con una luz de 15 metros, es de un solo carril y presenta un ancho de carril de 4,00 metros; además posee de veredas a ambos lado de 1,00 m cada uno, en consideración de esos datos se efectuó el predimensionamiento en concordancia al American

Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y al Manual de Puentes, con los datos obtenidos de los elementos que compone la superestructura del puente se realiza la comparación respecto a los datos obtenidos tras la inspección de campo del puente ejecutado, para mayor detalle se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 21

Comparación de las dimensiones de la superestructura

Elementos del puente	Puente ejecutado	Diseño efectuado de acuerdo al Manual de puentes
Peralte de la viga principal	0,90 m	1,20 m
Ancho de la viga principal	0,40 m	0,50 m
N° de vigas principales	02 vigas principales	02 vigas principales
Peralte de losa del puente	0,20 m	0,20 m
N° de diafragmas	6 vigas diafragma	6 vigas diafragma
Peralte de la viga diafragma	0,65 m	0,90 m
Ancho de la viga diafragma	0,25 m	0,30 m

Nota. Elaboración propia

De acuerdo a la tabla dada, se evidencia que al haber efectuado la comparación entre el predimensionamiento del puente ejecutado y el predimensionamiento de la superestructura de acuerdo a la normativa vigente se tiene que:

- El peralte de la viga principal según lo ejecutado es 0,90 m y según el diseño realizado es 1,20 m por lo cual refleja que hay una diferencia de 0;30 m.
- El ancho de la viga principal según lo ejecutado es 0,40 m y según el diseño realizado es 0,50 m por lo cual refleja que hay una diferencia de 0,10 m.

- En cuanto a la cantidad de vigas principales, si coincide puesto que en ambos son 02; al igual que el peralte de la losa del puente.
- El peralte de la viga diafragma según lo ejecutado corresponde a 0,65 m, sin embargo, de acuerdo al diseño efectuado corresponde a 0,90 m, por lo cual, refleja que hay una diferencia de 0,25 m.
- El ancho de la viga diafragma según lo ejecutado corresponde a 0,25 m, sin embargo, de acuerdo al diseño efectuado corresponde a 0,30 m, por lo cual ello, refleja que hay una diferencia de 0,05 m.

Alternativa de solución para optimizar el diseño estructural

Tras haber efectuado el análisis al diseño del puente carrozable “San Francisco” se identificó que presenta deficiencia en cuanto al predimensionamiento, pero pese a ello, en cuanto a la cuantía de acero empleada para la superestructura y subestructura es concordante con el diseño propuesto, no obstante, a futuro cuando existan sobrecargas excesivas que interactúan en el puente sus componentes pueden fallar, es por ello que como solución alterna se debe realizar lo siguiente:

- Implementación de soluciones temporales: En caso los beneficiarios del proyecto detecten que el tránsito del puente es muy fluido por vehículos pesados, para implementar soluciones temporales es que se debe realizar una restricción de peso para que así la infraestructura no se vea dañada a futuro.
- Refuerzo estructural: Implementar técnicas de refuerzo estructural para mejorar la capacidad de carga del puente. Esto podría incluir la adición de refuerzos de acero, fibra

de carbono u otros materiales para fortalecer la estructura existente, ya sea en las vigas principales del puente.

- Estudios de ingeniería adicionales: Realizar estudios de ingeniería adicionales para comprender completamente las posibles causas subyacentes que puedan provocar anomalías en el puente y adoptar las acciones correspondientes con apoyo de la entidad que en este caso corresponde a la Municipalidad Provincial de Satipo.
- Monitoreo continuo: Establecer un sistema de monitoreo continuo para evaluar la evolución de la estructura a lo largo del tiempo y detectar posibles problemas antes de que se agraven, y constantemente estén realizando su operación y mantenimiento de la infraestructura.
- Operación y mantenimiento: Garantizar que se efectúe la operación y mantenimiento de la infraestructura, y de ser el caso identificar si algún componente requiere intervención inmediata a fin de su mejoramiento.

Factibilidad técnica – operativa

Factibilidad técnica

La factibilidad técnica del proyecto "Evaluación de la post inversión y optimización del diseño estructural en la vida útil del puente carrozable San Francisco - Satipo" se respalda en el acceso a información relevante sobre el puente y en la disponibilidad de recursos técnicos adecuados. Además, se asegura el cumplimiento de normativas y estándares en ingeniería civil, considerando restricciones normativas potenciales.

A continuación, se detallan los recursos para el análisis de la factibilidad técnica que fueron empleados para la elaboración del presente trabajo:

Tabla 22*Análisis de factibilidad técnica*

Recurso	Descripción	Análisis
Personal	Formación académica	Se poseen los conocimientos, habilidades y experiencia pertinentes al tema de estudio.
Recolección de información de la obra	Acceso a la zona de estudio	Se dispone de acceso al área de estudio, así como de la documentación necesaria de la obra proporcionada. Además, se mantiene una comunicación efectiva con la población beneficiaria del proyecto.
	Acceso a todos los documentos que cuenta el expediente técnico del puente carrozable “San Francisco”	
Acceso a normativas	Acceso a la valorización y liquidación del puente carrozable “San Francisco”	Se cuenta con acceso sin restricciones a la normativa vigente, lo cual resulta fundamental para llevar a cabo la evaluación del análisis estructural y la evaluación post inversión del puente.
	Manual de puentes publicado por el ministerio de transportes y comunicaciones (2018)	
Desarrollo de instrumentos	Lineamiento para la evaluación ex post brindado por el ministerio de economía y finanzas	Se dispone de los instrumentos necesarios para llevar a cabo el presente trabajo de manera efectiva.
	Formatos para la evaluación post inversión	
	Parámetro de evaluación de la post inversión del proyecto	
	Diseño efectuado del puente tipo viga losa de acuerdo a la normativa vigente	

Nota. Elaboración propia

Factibilidad operativa

La factibilidad operativa para el desarrollo de la “Evaluación de la post inversión y optimización del diseño estructural en la vida útil del puente carrozable San Francisco – Satipo”, se basó en los siguientes recursos:

Tabla 23*Análisis de factibilidad operativa*

Recurso	Descripción	Análisis
Tecnológico	Cámara	Sirven de herramientas esencial para la toma de datos y procesamiento de información
	Laptop Core i7	Se disponen de procesos de ordenamiento y estructuración de la información recopilada, los cuales serán empleados en el desarrollo del presente trabajo.
Estructuración de información	Trabajo de gabinete	Sirve para la redacción de la información necesaria del presente trabajo.
	Programa de Microsoft Word	Sirve para la creación de tablas destinadas al análisis de datos, así como la aplicación de fórmulas necesarias para llevar a cabo la evaluación post inversión y el análisis del diseño estructural del puente
Procesamiento de información	Programa de Microsoft Excel	

AutoCAD

El software AutoCAD se utilizará para conceptualizar el diseño del puente viga losa, conforme al cálculo realizado según la normativa peruana actual.

Nota. Elaboración propia

Inversión

Inversión diseño propuesto

Después de completar el diseño del puente tipo viga losa, el siguiente paso consistió en llevar a cabo el cálculo del metrado y la elaboración del presupuesto correspondiente. Este proceso se llevó a cabo con el objetivo de comparar los costos resultantes con los estimados originalmente en el expediente técnico. Es por ello que en la siguiente tabla se muestra la comparación del costo del puente tipo viga losa según expediente técnico y el costo del puente de acuerdo al diseño propuesto en el presente trabajo:

Tabla 24

Comparación de costos del puente respecto al expediente técnico y diseño propuesto

Ítem	Descripción	Costo (S/.) según expediente técnico	Costo (S/.) según diseño propuesto
01	Puente Carrozable	400,628.54	450,775.67
02	Acceso al puente	5,856.55	5,856.63
03	Plan de manejo ambiental	10,357.96	10,357.96
04	Capacitaciones	2,000.00	2,000.00
05	Seguridad y salud en obra	8,007.34	8,007.34

06	Actividades de prevención del covid-19	19,331.00	19,331.00
	Costo directo	446,181.39	496,328.60

Nota. Elaboración propia. Los costos empleados en el análisis de precios unitarios fueron en concordancia al expediente técnico.

Según la información presentada en la tabla anterior, se observa una variación de costos que asciende a la suma de S/ 68,049.76 (sesenta y ocho mil cuarenta y nueve con 76/100 soles). Esta discrepancia revela que el costo de la obra, de acuerdo al diseño propuesto en este trabajo de suficiencia profesional, supera la estimación original del expediente técnico. Es importante destacar que, a pesar de esta diferencia económica, el diseño planteado en este trabajo cumple con los parámetros mínimos establecidos por la normativa vigente en el Perú.

Inversión de operación y mantenimiento del puente

Para llevar a cabo la operación y mantenimiento del puente durante la etapa de funcionamiento, la responsabilidad recae en la junta vecinal del barrio San Francisco. A continuación, se presenta en la tabla el desglose anual de los costos asociados a esta actividad:

Tabla 25

Inversión para operación y mantenimiento del puente

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	P. Unitario (S/)	Parcial (S/)
1	Limpieza y reparaciones de estribos	und	2.00	25.00	50.00
2	Subestructura Resanar agrietamientos en estribos, pantallas	und	2.00	30.00	60.00
3	Reparación de juntas	und	2.00	30.00	60.00

4		Reparación de vigas principales	und	2.00	30.00	60.00
5	Superestructura	Reparación de viga diafragma	und	6.00	30.00	180.00
6	a	Reconformación de losas	glb	1.00	30.00	30.00
7		Limpieza y mantenimiento de veredas	glb	1.00	15.00	15.00
8	Losa de aproximación	Preparación y pintado de protección superficial de puentes de concreto	glb	1.00	30.00	30.00
9		Reparación de accesos al puente	glb	1.00	30.00	30.00
10		Limpieza de tuberías	glb	1.00	10.00	10.00
11	Drenaje	Cambio de tuberías de drenaje	glb	1.00	15.00	15.00
12	Baranda	Reparación de barandas de puentes	glb	1.00	35.00	35.00
13		Pintado en barandas metálicas	glb	1.00	25.00	25.00
14	Señalización	Pintado de pedestal de señal informativa	glb	1	15.00	15.00
Costo total mensual (S/)						S/ 615.00
Costo total anual (S/)						S/ 7,380.00

Nota. Elaboración propia

Inversión del desarrollo del trabajo

Para el desarrollo e implementación del presente trabajo se requiere de la siguiente inversión que se detalla en la tabla dada:

Tabla 26*Inversión para implementación del trabajo*

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	P. Unitario (S/)	Parcial (S/)
1	Movilización al lugar del proyecto ejecutado	glb	1.00	100.00	100.00
2	Inspección visual del puente y recolección de información	glb	1.00	200.00	200.00
3	Evaluación post inversión (plazo, costo, metas)	glb	1.00	350.00	350.00
4	Análisis estructural en base a la normativa vigente	glb	1.00	500.00	500.00
5	Elaboración de planos según diseño propuesto	glb	1.00	50.00	50.00
6	Elaboración de presupuesto según el diseño propuesto	glb	1.00	50.00	50.00
7	Elaboración de presupuesto para la operación y mantenimiento del puente	glb	1.00	50.00	50.00
8	Reporte final	glb	1.00	200.00	200.00
Costo total (S/)					1,500.00

Nota. Elaboración propia

Análisis de resultados

A continuación, se presentarán los resultados principales del presente trabajo, detallando el grado de cumplimiento alcanzado para cada objetivo establecido.

Deficiencias de post inversión en el puente carrozable San Francisco – Satipo.

La evaluación post inversión del puente carrozable "San Francisco" se llevó a cabo para comparar los resultados programados con lo ejecutado en términos de plazos, costos y metas físicas. Sin embargo, los resultados indican que el nivel de ejecución del componente no fue eficiente, con un valor de 0.89, y la eficiencia en el tiempo de ejecución y el costo del proyecto obtuvieron valores de 0.57 y 0.77, respectivamente. La eficiencia global del proyecto fue baja, con un valor de 0.39, señalando que no se cumplieron las metas físicas establecidas en el expediente técnico inicial. Esta discrepancia revela deficiencias en el documento técnico, generando mayores metrados y requerimientos de inversión. Además, consultas al proyectista revelaron tiempos no bien definidos y un aumento en el costo planificado durante la ejecución del proyecto.

Figura 34

Eficiencia global del puente "San Francisco"

Cálculo de la eficiencia global del proyecto			
Datos			
- Nivel de ejecución del componente		0.89	
- Eficiencia en el tiempo de ejecución		0.57	
- Eficiencia en el costo del proyecto		0.77	
Eficiencia global	=	Nivel de ejecución por componentes x Eficiencia en el tiempo de ejecución x Eficiencia en el costo del proyecto	= 0.39
		Eficiencia global	= 0.39

Nota. Elaboración propia

Entonces el resultado obtenido tras calcular la eficiencia global se tiene el valor de 0,39 y para poder calificar que nivel de eficiencia tiene se utilizara la siguiente tabla:

Tabla 27

Evaluación para los resultados de la eficiencia global

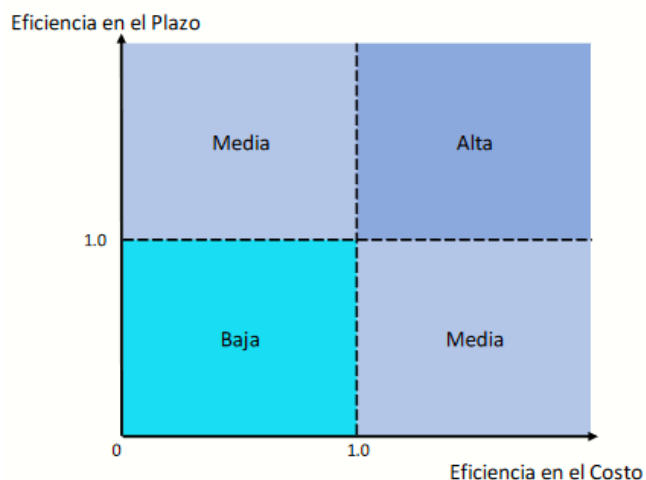
Puntaje	Resultado
Igual o mayor que 1.00	Alta
Entre 0.50 y menor que 1	Media
Entre que 0.00 y menor que 0.50	Baja
No se puede calcular	Inconsistente

Nota. Adaptado del lineamiento para evaluación ex post – MEF (2021)

De ese modo, visualizando la tabla se evidencia que el valor de 0,39 se encuentra en un nivel bajo, por lo que en concordancia de los “Lineamiento para evaluación ex post de proyectos de inversión pública”, publicada en el año 2021 por el Ministerio de Economía y Finanzas se tiene lo siguiente:

Figura 35

Evaluación de la eficiencia en plazo y costo

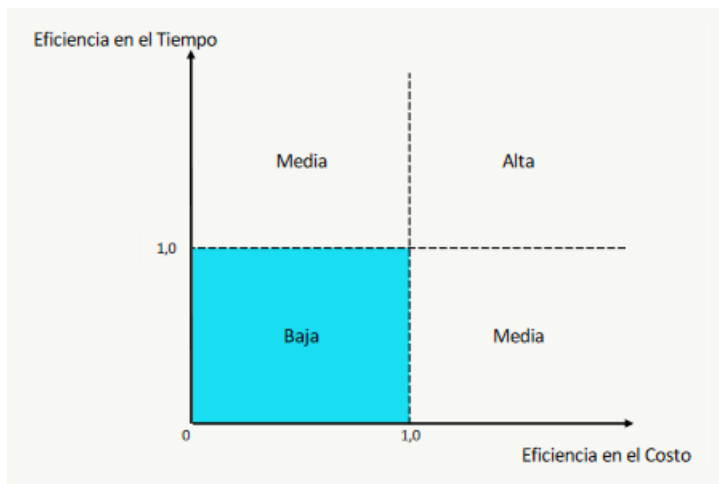


Nota. Adaptado del lineamiento para evaluación ex post – MEF (2021)

De acuerdo a ello, se evidencia que la eficiencia en el plazo tiene un valor de 0.57 y la eficiencia en el costo tiene un valor de 0.77, por lo tanto, analizando de acuerdo al gráfico se concluye que el puente carrozable “San Francisco” tiene una eficiencia global baja.

Figura 36

Resultado de la eficiencia global del puente "San Francisco"



Nota. Elaboración propia

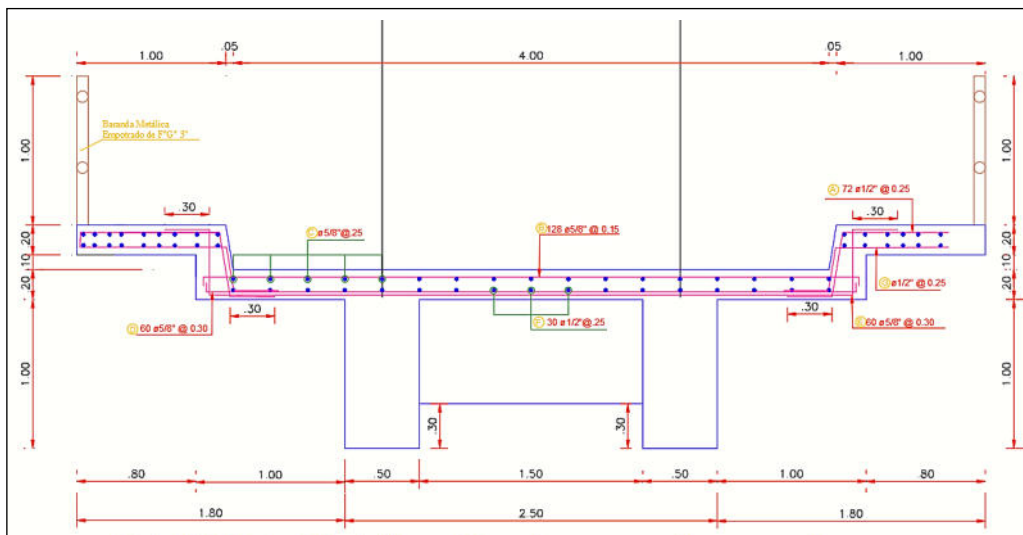
Análisis del diseño estructural del puente carrozable San Francisco – Satipo.

El puente carrozable “San Francisco” presenta deficiencia en el predimensionamiento, puesto que, al realizar mis propios cálculos en base a la normativa vigente, existieron datos incongruentes al diseño planteado en el expediente técnico, por lo que, lo suscitado a futuro será perjudicial por motivo que cuando existan sobrecargas que interactúan en el puente, sus componentes pueden fallar ya sea en la subestructura y superestructura. Para una mayor síntesis a continuación detallo el predimensionamiento obtenido, así como la cuantía y distribución de acero por cada elemento:

De ese modo en la siguiente figura se muestra el detalle de distribución de acero en la losa del puente:

Figura 37

Detalle de distribución de armadura en losa del puente

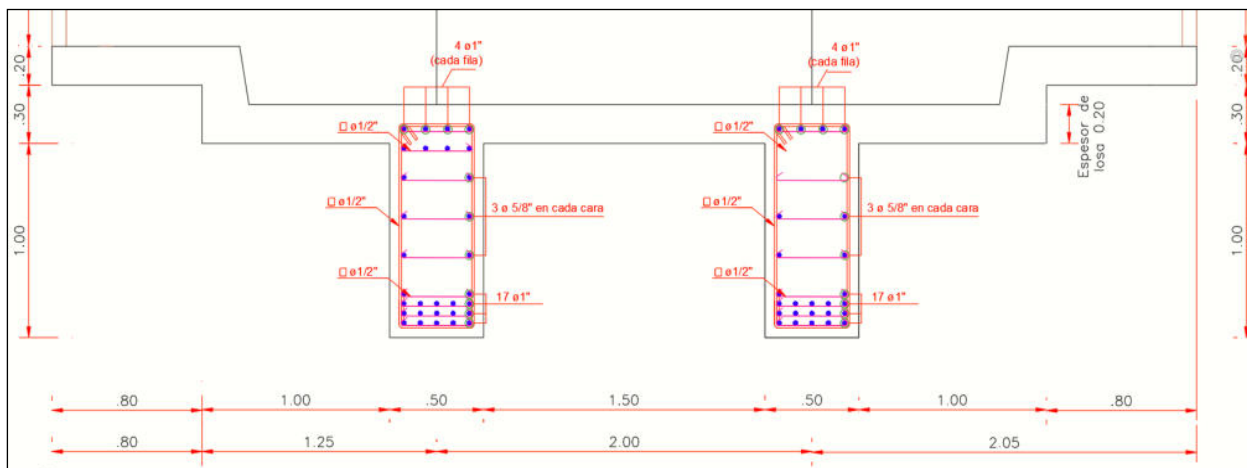


Nota. Elaboración propia

Asimismo, en la siguiente figura se muestra el detalle de distribución de acero en las dos vigas principales del puente:

Figura 38

Detalle de distribución de armadura en la viga principal del puente

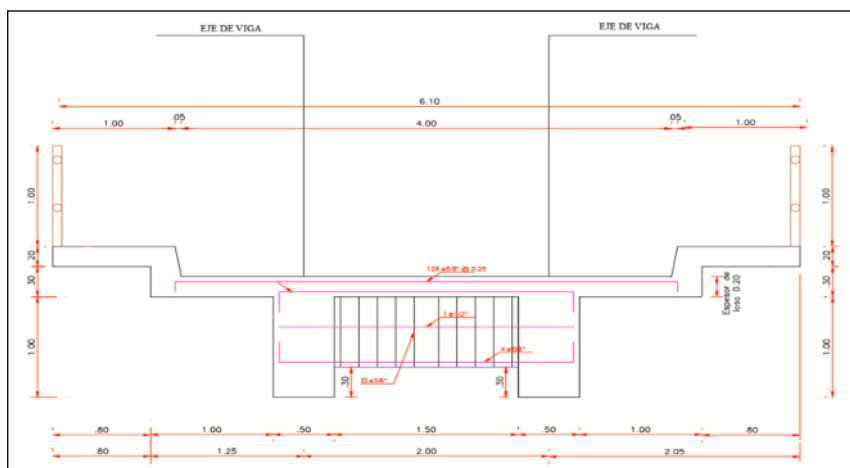


Nota. Elaboración propia

De igual manera, en la siguiente figura se muestra el detalle de distribución de acero en la viga diafragma:

Figura 39

Detalle de distribución de armadura en la viga diafragma del puente

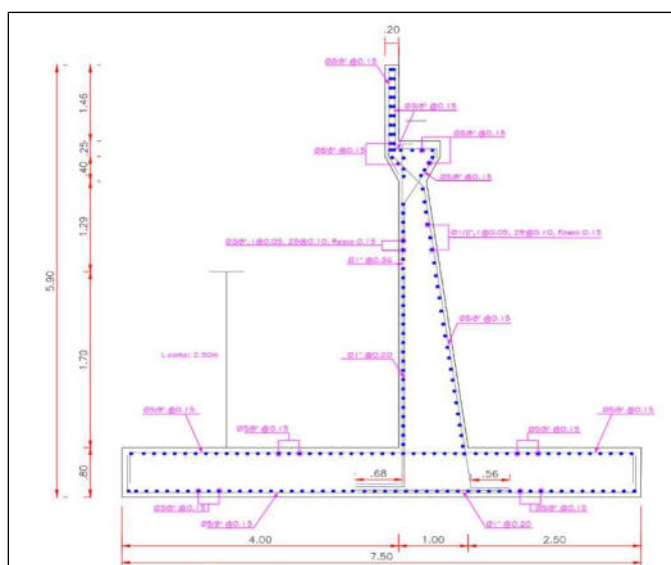


Nota. Elaboración propia

Ahora respecto a la subestructura del puente en la siguiente figura se muestra el predimensionamiento y cuantía de acero del estribo del puente:

Figura 40

Detalle de distribución de armadura en el estribo del puente



Nota. Elaboración propia

pueden variar según la naturaleza y gravedad de la situación, por lo cual, a continuación, se detalla:

- Implementación de soluciones temporales: En caso los beneficiarios del proyecto detecten que el tránsito del puente es muy fluido por vehículos pesados, para implementar soluciones temporales es que se debe realizar una restricción de peso para que así la infraestructura no se vea dañada a futuro.
- Refuerzo estructural: Implementar técnicas de refuerzo estructural para mejorar la capacidad de carga del puente. Esto podría incluir la adición de refuerzos de acero, fibra de carbono u otros materiales para fortalecer la estructura existente.
- Estudios de ingeniería adicionales: Realizar estudios de ingeniería adicionales para comprender completamente las posibles causas subyacentes que puedan provocar anomalías en el puente y adoptar las acciones correspondientes con apoyo de la entidad que en este caso corresponde a la Municipalidad Provincial de Satipo.
- Monitoreo continuo: Establecer un sistema de monitoreo continuo para evaluar la evolución de la estructura a lo largo del tiempo y detectar posibles problemas antes de que se agraven, y constantemente estén realizando su operación y mantenimiento de la infraestructura.
- Participación de expertos: Involucrar a expertos en ingeniería estructural para realizar evaluaciones detalladas y proponer soluciones especializadas.
- Comunicación y planificación: Mantener una comunicación clara con la comunidad afectada y planificar cuidadosamente cualquier intervención para minimizar las molestias y garantizar la seguridad pública.

- Operación y mantenimiento: Garantizar que se efectúe la operación y mantenimiento de la infraestructura, y de ser el caso identificar si algún componente requiere intervención inmediata a fin de su mejoramiento.

Análisis de costo – beneficio

Huerta (2018) afirma que el costo beneficio es una herramienta de análisis que permite evaluar la rentabilidad de una inversión; y que se calcula comparando los costos y beneficios de la inversión, y se interpreta de la siguiente manera:

- B/C mayor que 1: La inversión es rentable.
- B/C igual a 1: La inversión no es rentable ni no rentable.
- B/C menor que 1: La inversión no es rentable.

Para llevar a cabo este análisis, se requiere la utilización de indicadores financieros clave, entre ellos el valor actual neto (VAN) y el valor actual de costos (VAC), a continuación, se detalla la fórmula a emplear:

$$B/C = \frac{VAN}{VAC + Inversión}$$

De ese modo, para el valor actual neto (VAN) se empleará la siguiente formula:

$$VAN = -I + \sum_{t=0}^n \frac{FC}{(1+i)^n}$$

Donde:

- FC: flujo de caja, diferencia entre los costos de ingreso y egresos.
- i: tasa de descuento, se considera 12%, tasa promedio en proyectos de inversión

- I: inversión inicial del proyecto, se considera el costo total de la obra.

En este caso, se considera la inversión correspondiente al diseño propuesto que corresponde a la suma de S/ 496,328.60 por lo cual, para mayor detalle del presupuesto del diseño propuesto se muestra en la tabla 24 del presente trabajo.

- n: vida útil del proyecto.

En este caso, se considera la vida útil de 10 años.

Considerando la fórmula mencionada, procedemos a sustituir los valores de acuerdo con la siguiente tabla. Al reemplazar los costos netos y la tasa de descuento en la fórmula, se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de 568,286.42. Este resultado refleja la evaluación presente de los beneficios netos y los costos asociados con el proyecto a lo largo de los períodos designados, tomando en cuenta la tasa de descuento aplicada para ajustar los valores futuros a su equivalente en términos de valor presente.

Es relevante destacar que la contribución financiera de la Municipalidad Provincial de Satipo y la recaudación de fondos de la junta vecinal del Barrio San Francisco se han considerado como ingresos de la población beneficiaria. Esta información adicional añade un contexto importante a la evaluación financiera del proyecto, mostrando la diversidad de fuentes de financiamiento y su impacto en la sostenibilidad a largo plazo del mismo.

Tabla 28

Cálculo del valor actual neto

Vida útil del proyecto (años) n	Inversión	Ingresos (beneficios)	Egresos (manteni miento)	Flujo de caja FC	i%	$\frac{FC}{(1+i)^n}$	$VAN = -I + \sum_{t=0}^n \frac{FC}{(1+i)^n}$
0	-496,328.60						

1	195,800.00	7,380.00	188,420.00	12%	168,232.14	
2	195,800.00	7,380.00	188,420.00	12%	150,207.27	VAN = -496,328.60 + 1,064,615.02
3	195,800.00	7,380.00	188,420.00	12%	134,113.63	
4	195,800.00	7,380.00	188,420.00	12%	119,744.32	
5	195,800.00	7,380.00	188,420.00	12%	106,914.57	
6	195,800.00	7,380.00	188,420.00	12%	95,459.44	
7	195,800.00	7,380.00	188,420.00	12%	85,231.64	
8	195,800.00	7,380.00	188,420.00	12%	76,099.68	
9	195,800.00	7,380.00	188,420.00	12%	67,946.14	
10	195,800.00	7,380.00	188,420.00	12%	60,666.20	
	Total					
			$\sum_{t=0}^n \frac{FC}{(1+i)^t}$		1,064,615.02	VAN = 568,286.42

Nota. Elaboración propia

De igual manera, para el valor actual de costos (VAC) se empleará la siguiente fórmula:

$$VAC = \sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+i)^n}$$

Donde:

- Ct: costos incurridos durante el periodo
- i: tasa de descuento, se considera 12%, tasa promedio en proyectos de inversión
- n: vida útil del proyecto.

En este caso, se considera la vida útil de 10 años.

Del mismo modo, considerando la fórmula mencionada, se procederá a sustituir los valores pertinentes para calcular el Valor Actual de Costos (VAC). Al reemplazar los costos netos y la tasa de descuento en la fórmula, se obtiene un VAC de 41,698.65. Este resultado representa la evaluación presente de los costos asociados con el proyecto a lo largo de los períodos designados, teniendo en cuenta la tasa de descuento aplicada para ajustar los valores futuros a su equivalente en términos de valor presente.

Finamente se procede a calcular el costo beneficio (B/C) del presente trabajo:

$$B/C = \frac{568,286.42}{41,698.65 + 496,328.60}$$

$$B/C = 1.06$$

Por lo tanto, se evidencia que el valor de B/C es mayor que la unidad, eso quiere decir que el proyecto es rentable.

Beneficios de la implementación

La implementación de la "Evaluación de la post inversión y optimización del diseño estructural en la vida útil del puente carrozable San Francisco – Satipo" conlleva una serie de beneficios sustanciales. En primer lugar, la identificación y corrección de posibles debilidades estructurales mediante esta evaluación contribuyen directamente a la prolongación de la vida útil del puente, asegurando su seguridad y funcionalidad a lo largo del tiempo. Además, la mejora en la eficiencia del diseño estructural no solo optimiza el uso de recursos, potencialmente reduciendo costos a largo plazo, sino que también respalda la gestión sostenible de la infraestructura.

La implementación de medidas correctivas resultantes de esta evaluación no solo mejora la seguridad de los usuarios, sino que también contribuye a la eficiencia operativa general, garantizando el cumplimiento de las normativas y estándares vigentes. Este enfoque integral no solo busca la sostenibilidad y resiliencia del puente, sino que también promueve la eficiencia en la gestión financiera, evitando gastos innecesarios y maximizando el valor de la inversión realizada.

A nivel regional, la mejora de la conectividad y la garantía de un puente funcional y seguro facilitan el flujo eficiente de bienes y personas, respaldando el desarrollo económico y social. En resumen, la implementación de esta evaluación no solo tiene un impacto positivo a corto plazo en la integridad estructural y seguridad del puente, sino que también establece las bases para un funcionamiento eficiente y sostenible a largo plazo, generando beneficios significativos en múltiples aspectos a favor de los involucrados del proyecto, además que en el presente trabajo se brinda un diseño de puente de 15 m en concordancia al manual de puentes y un modelo de evaluación post inversión que será útil para proyectos similares.

Aportes más Destacables a la Institución

La implementación del proyecto "Evaluación de la post inversión y optimización del diseño estructural para mejorar la vida útil del puente carrozable San Francisco - Satipo" aportaría varios beneficios destacables a la institución responsable de la infraestructura y a la comunidad en general:

- Optimización de recursos financieros: La evaluación y optimización del diseño estructural permiten identificar áreas que requieren mejoras y asignar recursos de manera más eficiente. Esto contribuye a evitar gastos innecesarios y a utilizar los recursos financieros de manera estratégica, por lo que, el presente análisis del puente tipo viga losa servirá como modelo para proyectos a futuro ya sea desde la etapa de planificación y evaluación post inversión.
- Gestión efectiva del proyecto: El diseño propuesto en el presente trabajo brinda un modelo del puente con su respectivo presupuesto, por lo cual sirve de ejemplo para futuros proyectos similares, con el fin que no se obtengan deficiencias durante la ejecución del proyecto y no se dilaten tiempos y así puedan alcanzar el objetivo principal planteado garantizado funcionalidad, estabilidad y seguridad.
- Cumplimiento de estándares y normativas: La optimización del diseño estructural garantiza que el puente cumpla con los estándares y normativas vigentes. Este cumplimiento es esencial para evitar posibles sanciones y para demostrar el compromiso de la institución con la seguridad y la calidad de la infraestructura.
- Mejora de la imagen institucional: La inversión en la mejora de la infraestructura y la preocupación por la seguridad y eficiencia del puente contribuyen a mejorar la imagen de la institución ante la comunidad, usuarios y otras partes interesadas.

- **Facilitación de desarrollo regional:** Al mejorar la infraestructura de transporte, el proyecto facilita el desarrollo regional al promover una mayor conectividad y facilitar el transporte de bienes y personas. Esto puede tener un impacto positivo en el desarrollo económico y social de la zona.
- **Resiliencia ante desastres y cambios climáticos:** La optimización del diseño puede incluir medidas para hacer que el puente sea más resistente a desastres naturales y cambios climáticos, lo que aumenta la resiliencia de la infraestructura ante eventos imprevistos.
- **Contribución a la seguridad vial:** Al mejorar la seguridad estructural del puente, la institución contribuye directamente a la seguridad vial de la región. Reducir los riesgos de accidentes en el puente tiene un impacto positivo en la comunidad y en la percepción de la seguridad vial.

En conjunto, estos aportes destacables no solo mejoran la infraestructura del puente en sí, sino que también fortalecen la posición y la relación de la institución responsable, en este caso a la Municipalidad Provincial de Satipo con la comunidad y demás partes interesadas.

Conclusiones

La evaluación post inversión del puente "San Francisco" reveló ineficiencias significativas en varios aspectos clave. En cuanto a los plazos, el proyecto se extendió a 141 días, superando el período programado de 90 días, con una puntuación de eficiencia de 0,57. En términos de costos, la ejecución fue ineficiente, con un valor de 0.77, indicando que el gasto superó lo programado. Además, el cumplimiento de componentes fue deficiente, con una puntuación de 0.89, evidenciando modificaciones no programadas en el proceso constructivo. Estos hallazgos subrayan la necesidad de mejorar la gestión y planificación para optimizar futuros proyectos de inversión.

En el presente trabajo de suficiencia profesional, se llevó a cabo la evaluación post inversión del puente "San Francisco" ubicado en la provincia de Satipo, por lo cual se procedió a comparar la planificación inicial con la ejecución real en términos de plazos, costos y metas físicas. Este análisis se basó en los lineamientos de evaluación ex post de proyectos de inversión (2021) proporcionados por el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, por lo cual, los resultados revelaron que, en términos de eficiencia global del proyecto, que incluye datos de plazos, costos y metas físicas, se obtuvo un valor de 0,39 y este valor resulta ser inferior a la unidad, lo que indica que el proyecto fue ineficiente en su conjunto.

Tras analizar el diseño estructural del puente carrozable "San Francisco" siguiendo los parámetros de diseño establecido en el manual de puentes (2018) proporcionado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se observó que el diseño ejecutado no cumple con la normativa vigente, puesto que el predimensionamiento reveló variaciones significativas en el peralte de la viga principal y el peralte de la viga diafragma; aunque la subestructura, que incluye el estribo y las alas del puente, coinciden con el diseño propuesto, además cabe precisar que tras

la inspección ocular efectuada al puente no se presenciaron fisuras o agrietamiento. Por otro lado, cabe precisar que como el puente ejecutado posee un predimensionamiento erróneo, existe la posibilidad de que presente anomalías o fallas al ser sometidas a cargas máximas excesivas en el futuro. Este hallazgo subraya la importancia de una revisión exhaustiva y ajustes necesarios para garantizar la integridad estructural del puente.

El análisis del diseño estructural del puente San Francisco - Satipo destaca la importancia de considerar las cargas actuales y futuras que soporta la estructura. Además, se observa la necesidad de ajustar ciertos elementos de diseño como las vigas principales, para adaptarse a las demandas cambiantes del tráfico y garantizar la seguridad. Este análisis proporciona una base sólida para las etapas posteriores del proyecto, enfocándose en mejoras específicas que fortalezcan la capacidad estructural del puente.

La alternativa de solución temporal propuesta para la optimización del diseño estructural del puente, es que la población beneficiaria restrinja el pase de vehículos pesados como tráileres, camiones, por motivo que estos vehículos son concurrentes al transitar por el puente “San Francisco”, ya que trasladan sus mercancías de la zona, del mismo modo, esta solución temporal deberá ser hasta que consigan financiamiento para el reforzamiento de la viga principal y vigas diafragmas que contiene el puente, por lo cual, se deberá reforzar con fibras de carbono, además cabe precisar que, Bueno (2018), afirma que el empleo de un tira de fibra de carbono de medidas de 0.50 m x 8.00 m mejora la capacidad a flexión de los elementos estructurales del puente en un índice de 1.03 resultando ser optima dicho procedimiento para reforzamiento estructural de puentes, consiguiendo que se optimice la vida útil del proyecto.

La propuesta de solución temporal para mejorar el diseño estructural del puente implica que la población beneficiaria restrinja el paso de vehículos pesados, como tráileres y camiones, que frecuentemente se desplazan por el puente "San Francisco" para el transporte de mercancías propios de la zona. Esta medida se implementaría hasta que se obtenga financiamiento para reforzar la viga principal y las vigas diafragmas del puente mediante el uso de fibras de carbono. Además, cabe resaltar que el autor Mamani (2019), afirma que la aplicación de una tira de fibra de carbono de dimensiones 0.50 m x 8.00 m puede mejorar la capacidad a flexión de los elementos estructurales del puente en un índice de 1.03, lo que se considera un procedimiento óptimo para el refuerzo estructural de puentes. Esta estrategia busca optimizar la vida útil del proyecto, asegurando la seguridad y funcionalidad del puente.

Recomendaciones

Se recomienda que la Municipalidad Provincial de Satipo, al elaborar o evaluar expedientes técnicos de proyectos como puentes, realice una verificación exhaustiva para asegurar que los diseños del puente, de acuerdo con su tipología, cumplan con los parámetros mínimos establecidos en el manual de puentes (2018). Este enfoque busca prevenir retrasos e inconvenientes durante la fase de ejecución, garantizando la eficacia y eficiencia de los proyectos. Además, se propone llevar a cabo una evaluación post inversión una vez que la obra esté finalizada, con el objetivo de identificar posibles correcciones necesarias. Estas medidas buscan asegurar la durabilidad y, sobre todo, la funcionalidad durante toda la vida útil establecida del puente, contribuyendo a la reducción de tiempos y costos asociados.

Se sugiere que la Municipalidad Provincial de Satipo utilice tecnologías avanzadas, como pruebas no destructivas y sensores, para llevar a cabo una evaluación de la resistencia del concreto presente en el puente. Esta medida permitirá la detección temprana de posibles anomalías y facilitará la implementación de las acciones necesarias. La aplicación de estas tecnologías garantizará una evaluación precisa del estado estructural del puente, posibilitando así un reforzamiento adecuado de sus elementos. Este enfoque proactivo asegurará la integridad y durabilidad del puente, mitigando potenciales riesgos y contribuyendo a su mantenimiento a largo plazo.

Se recomienda que la entidad responsable lleve a cabo la transferencia de la administración de la obra a la población beneficiaria, permitiendo así que el comité de seguimiento de proyectos del barrio San Francisco asuma de inmediato las responsabilidades de operación y mantenimiento del puente. Además, se sugiere que la población beneficiaria gestione financiamiento de la entidad correspondiente para llevar a cabo el reforzamiento estructural

mediante fibras de carbono en las vigas principales y vigas diafragmas del puente.

Paralelamente, se recomienda que se establezca un plan de mantenimiento constante para la infraestructura. Estas medidas están diseñadas para preservar la durabilidad y sostenibilidad del puente, optimizando su vida útil a largo plazo y fomentando la participación activa de la comunidad en la preservación y cuidado de la infraestructura.

Referencias

- Almedia Hernández, J. y Armas Herrera, A. (2019). *Diseño y comparación económica de la superestructura de un puente de 30 metros de luz considerando variantes de losa con vigas de hormigón postensado y vigas-losa-cajón* [Escuela Politécnica Nacional].
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20424>
- Arcos Castillo, L. P. (2020). *Evaluación ex post en la ejecución de la inversión pública del puente Domingo Savio*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6698>
- Benavides Osorio, J. y Díaz Iza, J. (2020). *Evaluación estructural del puente sobre el río Mocora mediante el análisis teórico de capacidad de carga planteado por The Manual for Bridge Evaluation (AASHTO)* [Escuela Politécnica Nacional].
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20924>
- Bueno Okuhama, R. (2018). *Reforzamiento de puentes de arco de tablero superior con fibras de carbono: caso puente Ricardo Palma, KM 38+800 carretera central Lima*. Universidad Ricardo Palma.
- Flores Arévalo, R. R. (2020). *Procedimiento de evaluación de operatividad para puentes incorporando el modelamiento numérico por medio de prueba de carga estática y dinámica* [Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/178612>
- Garrido Padilla, A. (2018). *Evaluación del Estado de Conservación y de la Capacidad Resistente del Puente Pedro de Valdivia* [Universidad de Cantabria].
<https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/16119>
- Huerta Torre, A. (2018). *Análisis costo beneficio en recuperación de puentes y pilares en labor asignada CIA minera poderosa*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Manual de puentes. (2018). *Manual de puentes* (1st ed., Vol. 1). Ministerio de transportes y comunicaciones.

Meyheuey Mejía, J. (2018). Determinación y Evaluación de las Patologías del concreto armado del Puente Primavera tipo viga losa, en el río Casca, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash – 2018. *Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote*.
<https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/11936>

Ministerio de economía y finanzas. (2021). *Lineamiento para la evaluación ex post* (1st ed., Vol. 1). Dirección general de programación multianual de inversiones - DGPMI

Narváez Martínez, O. E. (2009). *Formulación y evaluación de proyectos* (1st ed., Vol. 1). Escuela superior de administración pública.

Anexos

Anexo 1: Vista panorámica del armado de acero en la zapata del estribo



Anexo 2: Vista panorámica del vaciado de concreto en la zapata de los estribos



Anexo 3: Vista panorámica del encofrado del estribo que compone el puente



Anexo 4: Vista de la armadura de acero de la viga principal



Anexo 5: Vista panorámica de la habilitación de acero en la losa



Anexo 6: Vista panorámica del vaciado de concreto en la losa del puente



Anexo 7: Vista panorámica del puente carrozable "San Francisco"



Anexo 8: Componentes programados y ejecutados del puente carrozable San Francisco

Ítem	Descripción	Unidad de medida	Meta programada (expediente técnico)	Meta ejecutada (realmente ejecutado)
01	Puente carrozable			
01.01	Obras provisionales			
01.01.01	Cartel de identificación de la obra de 3.60x2.40m	und	1.00	1.00
01.01.02	Almacén/campamento en obra	glb	1.00	1.00
01.02	Trabajos preliminares			
01.02.01	Demolición de estructuras existentes	m3	92.09	92.09
01.02.02	Movilización y desmovilización de equipo	glb	1.00	1.00
01.02.03	Limpieza y desforestación, manual	m2	758.90	758.90
01.02.04	Trazo y replanteo de eje	m2	758.90	758.90
01.03	Movimiento de tierras			
01.03.01	Excavación masiva a máquina en terreno semirocoso bajo agua	m3	20.62	20.62
01.03.02	Refine, nivelación y compactación	m2	200.00	200.00

01.03.03	Relleno con material seleccionado	m3	60.46	60.46
01.03.04	Eliminación (transporte) volquete de 10m3 d=5 km	m3	79.18	79.18
01.04	Obras de concreto simple			
01.04.01	Solado para cimentación - e=4"	m2	153.83	153.83
01.05	Obras de concreto armado			
01.05.01	Estribos de puente			
01.05.01.01	Concreto f'c= 210 kg/cm2. - estribos	m3	158.11	115.99
01.05.01.02	Encofrado y desencofrado - estribos	m2	273.14	247.22
01.05.01.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - estribo	kg	8,848.75	7448.53
01.05.02	Alas de puente			
01.05.02.01	Concreto f'c= 210 kg/cm2. - alas	m3	113.12	82.02
01.05.02.02	Encofrado y desencofrado - alas	m2	161.92	138.25
01.05.02.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - alas	kg	9,046.55	7025.46
01.05.03	Viga losa			
01.05.03.01	Concreto f'c= 280 kg/cm2 - viga losa	m3	33.43	33.43
01.05.03.02	Encofrado y desencofrado de viga losa	m2	180.63	180.63
01.05.03.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - viga losa	kg	8,759.80	8759.80
01.05.04	Losa de aproximación			
01.05.04.01	Concreto f'c= 210 kg/cm2. - losa de aproximación	m3	5.48	5.48
01.05.04.02	Encofrado y desencofrado en losa de aproximación	m2	7.20	7.20
01.05.04.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - losa de aproximación	kg	282.69	282.69
01.06	Dispositivos de apoyo			
01.06.01	Apoyos de neopreno	und	8.00	8.00
01.07	Juntas de dilatación			
01.07.01	Junta asfáltica e=1"	m	12.00	12.00
01.07.02	Junta de dilatación c/planchas de fierro s/diseño	m	12.00	12.00
01.08	Drenaje			
01.08.01	Tubería PVC SAL 3" - drenaje losa	m	4.00	4.00
01.08.02	Tubería PVC SAL 2" - drenaje estribos	m	12.00	12.00
01.09	Carpintería metálica			
01.09.01	Baranda de tubería fºgº de 2" según diseño	m	27.84	0.00
01.10	Varios			
01.10.01	Diseño de mezcla	und	2.00	2.00
01.10.02	Ensayo - rotura testigos de probetas	und	12.00	12.00

01.10.03	Pavimento asfaltico e=2"	m2	60.00	60.00
01.10.04	Falso puente	m2	60.00	60.00
02	Acceso al puente			
02.01	Trabajos preliminares			
02.01.01	Limpieza y desforestación, manual	m2	720.00	720.00
02.01.02	Trazo y replanteo de eje	m2	720.00	720.00
02.02	Movimiento de tierras			
02.02.01	Excavación masiva a máquina en terreno semirocoso	m3	10.31	10.31
02.02.02	Relleno c/afirmado niv. Y apisonado c/maq. liviana e=0.20 m.	m2	30.23	30.23
02.02.03	Eliminación (transporte) volquete de 10m3 rend. =160 m3/día d=5km	m3	24.74	24.74
03	Plan de manejo ambiental			
03.01	Medidas de prevención y mitigación			
03.01.01	Revisión de los equipos y maquinarias	mes	1.00	1.00
03.01.02	Riesgo de vías y canteras	m2	500.00	500.00
03.02	Señales informativas ambientales			
03.02.01	Excavación manual	m3	1.00	1.00
03.02.02	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	1.00	1.00
03.02.03	Encofrado y desencofrado	m2	2.25	2.25
03.02.04	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	34.20	34.20
03.02.05	Fabricación de señales informativas rendimiento=40 und/día	und	2.00	2.00
03.02.06	Estructura de soporte de señales tipo e-1	und	1.00	1.00
03.03	Programa de manejo de residuos			
03.03.01	Implementación de contenedores	und	6.00	6.00
03.03.02	Disposición de residuos	und	1.00	1.00
03.04	Programa de monitoreo ambiental			
03.04.01	Monitoreo de la calidad del agua	pto	1.00	1.00
03.04.02	Monitoreo de la calidad de aire	pto	1.00	1.00
03.04.03	Monitoreo de ruidos	pto	1.00	1.00
03.05	Plan de contingencias			
03.05.01	Responsable de manejo ambiental	mes	1.00	1.00
04	Capacitaciones			

04.01	Capacitaciones y sensibilización en mantenimiento vial	mes	1.00	1.00
05	Seguridad y salud en obra			
05.01	Plan de seguridad y salud en el trabajo			
05.01.01	Elaboración de plan de seguridad y salud en le trabajo	glb	1.00	1.00
05.02	Capacitaciones en seguridad y salud en el trabajo			
05.02.01	Capacitaciones correctivas	und	3.00	3.00
05.02.02	Capacitaciones preventivas	und	3.00	3.00
05.03	Charlas de seguridad y salud en el trabajo			
05.03.01	Charlas de inicio de jornada (10 minutos)	und	3.00	3.00
05.03.02	Charlas de inducción	und	3.00	3.00
05.04	Equipos de protección			
05.04.01	Equipos de protección individual	glb	1.00	1.00
05.04.02	Equipos de protección colectiva	glb	1.00	1.00
05.05	Señalización temporal de seguridad			
05.05.01	Letrero de señales de uso obligatorio	und	1.00	1.00
05.06	Recursos para respuestas ante emergencias en seguridad y salud en el trabajo			
05.06.01	Instalación de recursos para emergencia	und	1.00	1.00
05.06.02	Capacitación de primeros auxilios	glb	3.00	3.00
05.06.03	Creación de comité de seguridad y salud en el trabajo	und	1.00	1.00
05.06.04	Programa de inspecciones y auditoria	und	3.00	3.00
06	Actividades de prevención del COVID - 19			
06.01	Elaboración del plan para la vigilancia, prevención y control del covid-19.	und	1.00	1.00
06.02	Evaluación de la condición de salud del trabajador	und	15.00	15.00
06.03	Sensibilización de la prevención del contagio covid-19 en obra	und	12.00	12.00
06.04	Equipo de protección colectiva covid-19	und	1.00	1.00
06.05	Equipo de protección individual covid-19	und	1.00	1.00
06.06	Identificación de sintomatología covid-19 al ingreso de obra	und	15.00	15.00
06.07	Vigilancia de la salud del trabajador en el contexto del covid-19	und	15.00	15.00

06.08	Equipamiento para la vigilancia de la salud colectiva covid-19	und	1.00	1.00
06.09	Equipamiento del profesional de seguridad y salud covid-19	und	1.00	1.00

Anexo 9: Presupuesto del puente viga losa de acuerdo al expediente técnico

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio (S/)	Parcial (S/)
01	Puente carrozable				
01.01	Obras provisionales				
01.01.01	Cartel de identificación de la obra de 3.60x2.40m	und	1.00	954.75	954.75
01.01.02	Almacén/campamento en obra	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
01.02	Trabajos preliminares				-
01.02.01	Demolición de estructuras existentes	m3	92.09	31.11	2,864.92
01.02.02	Movilización y desmovilización de equipo	glb	1.00	4,000.00	4,000.00
01.02.03	Limpieza y desforestación, manual	m2	758.90	2.35	1,783.42
01.02.04	Trazo y replanteo de eje	m2	758.90	3.52	2,671.33
01.03	Movimiento de tierras				-
01.03.01	Excavación masiva a máquina en terreno semirocoso bajo agua	m3	20.62	48.64	1,002.96
01.03.02	Refine, nivelación y compactación	m2	200.00	5.51	1,102.00
01.03.03	Relleno con material seleccionado	m3	60.46	58.16	3,516.35
01.03.04	Eliminación (transporte) volquete de 10m3 rend. =160 m3/día d=5 km	m3	79.18	21.23	1,680.99
01.04	Obras de concreto simple				-
01.04.01	Solado para cimentación - e=4"	m2	153.83	35.80	5,507.11
01.05	Obras de concreto armado				-
01.05.01	Estribos de puente				-
01.05.01.01	Concreto f'c= 210 kg/cm2. - estribos	m3	158.11	393.04	62,143.55
01.05.01.02	Encofrado y desencofrado - estribos	m2	273.14	79.31	21,662.73
01.05.01.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - estribo	kg	8,848.75	5.82	51,499.73
01.05.02	Alas de puente				-

01.05.02.01	Concreto f'c= 210 kg/cm2. - alas	m3	113.12	393.04	44,460.68
01.05.02.02	Encofrado y desencofrado - alas	m2	161.92	79.31	12,841.88
01.05.02.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - alas	kg	9,046.65	5.82	52,651.50
01.05.03	Viga losa				-
01.05.03.01	Concreto f'c= 280 kg/cm2 - viga losa	m3	33.43	452.97	15,142.79
01.05.03.02	Encofrado y desencofrado de viga losa	m2	180.63	104.49	18,874.03
01.05.03.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - viga losa	kg	8,759.80	5.43	47,565.71
01.05.04	Losa de aproximación				-
01.05.04.01	Concreto f'c= 210 kg/cm2. - losa de aproximación	m3	5.48	384.04	2,104.54
01.05.04.02	Encofrado y desencofrado en losa de aproximación	m2	7.20	46.17	332.42
01.05.04.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - losa de aproximación	kg	282.69	5.44	1,537.83
01.06	Dispositivos de apoyo				-
01.06.01	Apoyos de neopreno	und	8.00	583.84	4,670.72
01.07	Juntas de dilatación				-
01.07.01	Junta asfáltica e=1"	m	12.00	18.31	219.72
01.07.02	Junta de dilatación c/planchas de fierro s/diseño	m	12.00	283.64	3,403.68
01.08	Drenaje				-
01.08.01	Tubería pvc sal 3" - drenaje losa	m	4.00	21.31	85.24
01.08.02	Tubería pvc sal 2" - drenaje estribos	m	12.00	14.60	175.20
01.09	Carpintería metálica				-
01.09.01	Baranda de tubería fº gº de 2" según diseño	m	27.84	139.00	3,869.76
01.10	Varios				-
01.10.01	Diseño de mezcla	und	2.00	450.00	900.00
01.10.02	Ensayo - rotura testigos de probetas	und	12.00	50.00	600.00
01.10.03	Pavimento asfáltico e=2"	m2	60.00	319.04	19,142.40
01.10.04	Falso puente	m2	60.00	161.01	9,660.60
02	Acceso al puente				-
02.01	Trabajos preliminares				-
02.01.01	Limpieza y desforestación, manual	m2	720.00	2.35	1,692.00
02.01.02	Trazo y replanteo de eje	m2	720.00	3.52	2,534.40

02.02	Movimiento de tierras				-
02.02.01	Excavación masiva a máquina en terreno semirocoso	m3	10.31	8.30	85.57
02.02.02	Relleno c/afirmado niv. Y apisonado c/maq. Liviana e=0.20 m.	m2	30.23	34.26	1,035.68
02.02.03	Eliminación (transporte) volquete de 10m3 rend. =160 m3/día d=5 km	m3	24.74	20.57	508.90
03	Plan de manejo ambiental				-
03.01	Medidas de prevención y mitigación				-
03.01.01	Revisión de los equipos y maquinarias	mes	1.00	500.00	500.00
03.01.02	Riesgo de vías y canteras	m2	500.00	0.13	65.00
03.02	Señales informativas ambientales				-
03.02.01	Excavación manual	m3	1.00	32.09	32.09
03.02.02	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	1.00	286.56	286.56
03.02.03	Encofrado y desencofrado	m2	2.25	44.08	99.18
03.02.04	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	34.20	5.43	185.71
03.02.05	Fabricación de señales informativas rendimiento=40 und/día	und	2.00	395.40	790.80
03.02.06	Estructura de soporte de señales tipo e-1	und	1.00	796.52	796.52
03.03	Programa de manejo de residuos				-
03.03.01	Implementación de contenedores	und	6.00	125.35	752.10
03.03.02	Disposición de residuos	und	1.00	850.00	850.00
03.04	Programa de monitoreo ambiental				-
03.04.01	Monitoreo de la calidad del agua	pto	1.00	1,000.00	1,000.00
03.04.02	Monitoreo de la calidad de aire	pto	1.00	1,000.00	1,000.00
03.04.03	Monitoreo de ruidos	pto	1.00	500.00	500.00
03.05	Plan de contingencias				-
03.05.01	Responsable de manejo ambiental	mes	1.00	3,500.00	3,500.00
04	Capacitaciones				-
04.01	Capacitaciones y sensibilización en mantenimiento vial	mes	1.00	2,000.00	2,000.00
05	Seguridad y salud en obra				-
05.01	Plan de seguridad y salud en el trabajo				-

05.01.01	Elaboración de plan de seguridad y salud en el trabajo	glb	1.00	847.46	847.46
05.02	Capacitaciones en seguridad y salud en el trabajo				-
05.02.01	Capacitaciones correctivas	und	3.00	180.39	541.17
05.02.02	Capacitaciones preventivas	und	3.00	180.39	541.17
05.03	Charlas de seguridad y salud en el trabajo				-
05.03.01	Charlas de inicio de jornada (10 minutos)	und	3.00	36.30	108.90
05.03.02	Charlas de inducción	und	3.00	6.39	19.17
05.04	Equipos de protección				-
05.04.01	Equipos de protección individual	glb	1.00	3,635.00	3,635.00
05.04.02	Equipos de protección colectiva	glb	1.00	444.72	444.72
05.05	Señalización temporal de seguridad				-
05.05.01	Letrero de señales de uso obligatorio	und	1.00	350.00	350.00
05.06	Recursos para respuestas ante emergencias en seguridad y salud en el trabajo				-
05.06.01	Instalación de recursos para emergencia	und	1.00	357.35	357.35
05.06.02	Capacitación de primeros auxilios	glb	3.00	300.00	900.00
05.06.03	Creación de comité de seguridad y salud en el trabajo	und	1.00	225.50	225.50
05.06.04	Programa de inspecciones y auditoria	und	3.00	12.30	36.90
06	Actividades de prevención del covid - 19				-
06.01	Elaboración del plan para la vigilancia, prevención y control del covid-19.	und	1.00	1,500.00	1,500.00
06.02	Evaluación de la condición de salud del trabajador	und	15.00	120.00	1,800.00
06.03	Sensibilización de la prevención del contagio covid-19 en obra	und	12.00	200.00	2,400.00
06.04	Equipo de protección colectiva covid-19	und	1.00	1,930.00	1,930.00
06.05	Equipo de protección individual covid-19	und	1.00	8,150.00	8,150.00
06.06	Identificación de sintomatología covid-19 al ingreso de obra	und	15.00	57.90	868.50
06.07	Vigilancia de la salud del trabajador en el contexto del covid-19	und	15.00	5.50	82.50

06.08	Equipamiento para la vigilancia de la salud colectiva covid-19	und	1.00	1,500.00	1,500.00
06.09	Equipamiento del profesional de seguridad y salud covid-19	und	1.00	1,100.00	1,100.00
Costo directo					446,181.39

Anexo 10: Presupuesto del puente viga losa de acuerdo al diseño propuesto

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio (S/)	Parcial (S/)
01	Puente carrozable				
01.01	Obras provisionales				
01.01.01	Cartel de identificación de la obra de 3.60x2.40m	und	1.00	954.75	954.75
01.01.02	Almacén/campamento en obra	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
01.02	Trabajos preliminares				
01.02.01	Demolición de estructuras existentes	m3	92.09	31.11	2,865.04
01.02.02	Movilización y desmovilización de equipo	glb	1.00	4,000.00	4,000.00
01.02.03	Limpieza y desforestación, manual	m2	758.90	2.35	1,783.42
01.02.04	Trazo y replanteo de eje	m2	758.90	3.52	2,671.33
01.03	Movimiento de tierras				
01.03.01	Excavación masiva a máquina en terreno semirocoso bajo agua	m3	20.62	48.64	1,002.96
01.03.02	Refine, nivelación y compactación	m2	200.00	5.51	1,102.00
01.03.03	Relleno con material seleccionado	m3	60.46	58.16	3,516.35
01.03.04	Eliminación (transporte) volquete de 10m3 rend. =160 m3/día d=5 km	m3	79.18	21.23	1,680.91
01.04	Obras de concreto simple				
01.04.01	Solado para cimentación - e=4"	m2	304.06	35.80	10,885.35
01.05	Obras de concreto armado				
01.05.01	Estribos de puente				
01.05.01.01	Concreto f'c= 210 kg/cm2. - estribos	m3	118.59	393.04	46,611.13
01.05.01.02	Encofrado y desencofrado - estribos	m2	205.25	79.31	16,278.38

01.05.01.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - estribo	kg	15,253.25	5.82	88,773.92
01.05.02	Alas de puente				
01.05.02.01	Concreto f'c= 210 kg/cm2. - alas	m3	151.20	393.04	59,427.65
01.05.02.02	Encofrado y desencofrado - alas	m2	292.80	79.31	23,221.97
01.05.02.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - alas	kg	7,321.40	5.82	42,610.55
01.05.03	Viga losa				
01.05.03.01	Concreto f'c= 280 kg/cm2 - viga losa	m3	41.26	452.97	18,689.54
01.05.03.02	Encofrado y desencofrado de viga losa	m2	273.80	104.49	28,609.36
01.05.03.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - viga losa	kg	8,713.97	5.43	47,316.86
01.05.04	Losa de aproximación				
01.05.04.01	Concreto f'c= 210 kg/cm2. - losa de aproximación	m3	4.52	384.04	1,737.40
01.05.04.02	Encofrado y desencofrado en losa de aproximación	m2	7.20	46.17	332.42
01.05.04.03	Acero fy= 4200 kg/cm2 - losa de aproximación	kg	282.69	5.44	1,537.82
01.06	Dispositivos de apoyo				
01.06.01	Apoyos de neopreno	und	8.00	583.84	4,670.72
01.07	Juntas de dilatación				
01.07.01	Junta asfáltica e=1"	m	12.00	18.31	219.72
01.07.02	Junta de dilatación c/planchas de fierros/diseño	m	12.00	283.64	3,403.68
01.08	Drenaje				
01.08.01	Tubería pvc sal 3" - drenaje losa	m	4.00	21.31	85.24
01.08.02	Tubería pvc sal 2" - drenaje estribos	m	12.00	14.60	175.20
01.09	Carpintería metálica				
01.09.01	Baranda de tubería f'g° de 2" según diseño	m	31.00	139.00	4,309.00
01.10	Varios				
01.10.01	Diseño de mezcla	und	2.00	450.00	900.00
01.10.02	Ensayo - rotura testigos de probetas	und	12.00	50.00	600.00
01.10.03	Pavimento asfáltico e=2"	m2	60.00	319.04	19,142.40
01.10.04	Falso puente	m2	60.00	161.01	9,660.60
02	Acceso al puente				
02.01	Trabajos preliminares				

02.01.01	Limpieza y deforestación, manual	m2	720.00	2.35	1,692.00
02.01.02	Trazo y replanteo de eje	m2	720.00	3.52	2,534.40
02.02	Movimiento de tierras				
02.02.01	Excavación masiva a máquina en terreno semirocoso	m3	10.31	8.30	85.57
02.02.02	Relleno c/afirmado niv. Y apisonado c/maquina liviana e=0.20 m.	m2	30.23	34.26	1,035.68
02.02.03	Eliminación (transporte) volquete de 10m3 rend. =160 m3/día d=5 km	m3	24.74	20.57	508.98
03	Plan de manejo ambiental				
03.01	Medidas de prevención y mitigación				
03.01.01	Revisión de los equipos y maquinarias	mes	1.00	500.00	500.00
03.01.02	Riesgo de vías y canteras	m2	500.00	0.13	65.00
03.02	Señales informativas ambientales				
03.02.01	Excavación manual	m3	1.00	32.09	32.09
03.02.02	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	1.00	286.56	286.56
03.02.03	Encofrado y desencofrado	m2	2.25	44.08	99.18
03.02.04	Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	kg	34.20	5.43	185.71
03.02.05	Fabricación de señales informativas rendimiento=40 und/día	und	2.00	395.40	790.80
03.02.06	Estructura de soporte de señales tipo e-1	und	1.00	796.52	796.52
03.03	Programa de manejo de residuos				
03.03.01	Implementación de contenedores	und	6.00	125.35	752.10
03.03.02	Disposición de residuos	und	1.00	850.00	850.00
03.04	Programa de monitoreo ambiental				
03.04.01	Monitoreo de la calidad del agua	pto	1.00	1,000.00	1,000.00
03.04.02	Monitoreo de la calidad de aire	pto	1.00	1,000.00	1,000.00
03.04.03	Monitoreo de ruidos	pto	1.00	500.00	500.00
03.05	Plan de contingencias				
03.05.01	Responsable de manejo ambiental	mes	1.00	3,500.00	3,500.00
04	Capacitaciones				
04.01	Capacitaciones y sensibilización en mantenimiento vial	mes	1.00	2,000.00	2,000.00
05	Seguridad y salud en obra				

05.01	Plan de seguridad y salud en el trabajo				
05.01.01	Elaboración de plan de seguridad y salud en el trabajo	glb	1.00	847.46	847.46
05.02	Capacitaciones en seguridad y salud en el trabajo				
05.02.01	Capacitaciones correctivas	und	3.00	180.39	541.17
05.02.02	Capacitaciones preventivas	und	3.00	180.39	541.17
05.03	Charlas de seguridad y salud en el trabajo				
05.03.01	Charlas de inicio de jornada (10 minutos)	und	3.00	36.30	108.90
05.03.02	Charlas de inducción	und	3.00	6.39	19.17
05.04	Equipos de protección				
05.04.01	Equipos de protección individual	glb	1.00	3,635.00	3,635.00
05.04.02	Equipos de protección colectiva	glb	1.00	444.72	444.72
05.05	Señalización temporal de seguridad				-
05.05.01	Letrero de señales de uso obligatorio	und	1.00	350.00	350.00
05.06	Recursos para respuestas ante emergencias en seguridad y salud en el trabajo				-
05.06.01	Instalación de recursos para emergencia	und	1.00	357.35	357.35
05.06.02	Capacitación de primeros auxilios	glb	3.00	300.00	900.00
05.06.03	Creación de comité de seguridad y salud en el trabajo	und	1.00	225.50	225.50
05.06.04	Programa de inspecciones y auditoria	und	3.00	12.30	36.90
06	Actividades de prevención del covid - 19				-
06.01	Elaboración del plan para la vigilancia, prevención y control del covid-19.	und	1.00	1,500.00	1,500.00
06.02	Evaluación de la condición de salud del trabajador	und	15.00	120.00	1,800.00
06.03	Sensibilización de la prevención del contagio covid-19 en obra	und	12.00	200.00	2,400.00
06.04	Equipo de protección colectiva covid-19	und	1.00	1,930.00	1,930.00
06.05	Equipo de protección individual covid-19	und	1.00	8,150.00	8,150.00
06.06	Identificación de sintomatología covid-19 al ingreso de obra	und	15.00	57.90	868.50

06.07	Vigilancia de la salud del trabajador en el contexto del covid-19	und	15.00	5.50	82.50
06.08	Equipamiento para la vigilancia de la salud colectiva covid-19	und	1.00	1,500.00	1,500.00
06.09	Equipamiento del profesional de seguridad y salud covid-19	und	1.00	1,100.00	1,100.00
	Costo directo				496,328.60
