

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS
“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PUENTE LOS BAÑOS DEL
DISTRITO LAS YARAS, TACNA 2021”

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. BRYAN URIEL MAQUERA HUAMAN

BACH. CRISTHIAN CARRASCO PALOMINO

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

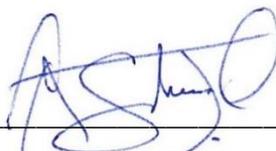
**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PUENTE LOS BAÑOS DEL
DISTRITO LAS YARAS, TACNA 2021”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Tesis sustentada y aprobada el 10 de abril de 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



Mtro. Ing. Rolando Gonzalo Salazar Calderón Juárez

SECRETARIO:



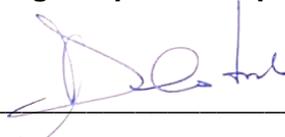
Mtro. Ing. Wilber Percy Mendoza Ramirez

VOCAL:



Mtro. Ing. Edgar Hipólito Chaparro Quispe

ASESOR:



Mtro. Ing. Dina Marlene Cotrado Flores

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Cristhian Carrasco Palomino** en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 76157274.

Yo, **Bryan Uriel Maquera Huaman** en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 76032961.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:

“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PUENTE LOS BAÑOS DEL DISTRITO LAS YARAS, TACNA 2021.

La misma que presentamos para optar el:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se derive, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Lugar y fecha : Tacna, 28 de febrero del 2021



.....
BACH. CARRASCO PALOMINO, CRISTHIAN
DNI 76157274



.....
BACH. MAQUERA HUAMAN, BRYAN URIEL
DNI 76032961

DEDICATORIA

DEDICATORIA A Dios, por ser nuestra guía y fortaleza en cada paso que hemos dado. A nuestros padres, por ser las personas que hicieron todo en esta vida para que nosotros logremos nuestros sueños, por siempre motivarnos a seguir adelante a pesar de los obstáculos que se presentan a lo largo de la carrera, a ustedes que nunca dudaron les dedicamos cada página que nos costó mucho esfuerzo, tiempo y dedicación.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de antemano a Dios por estar siempre a nuestro lado, guiándonos y darnos la fortaleza, perseverancia e inteligencia necesaria para lograr esta etapa de nuestras vidas.

A nuestro familiares, padres y hermanos, que siempre estuvieron brindándonos confianza para alcanzar esta meta.

A nuestra asesora Ingeniera Mtro. Dina Cotrado Flores, por su apoyo en el desarrollo del trabajo de investigación.

A nuestro profesores universitarios y catedráticos de la facultad de Ingeniería de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Universidad, quienes en el tiempo de estudios universitarios nos brindaron y compartieron sus conocimientos académicos, y nos inculcaron seguir el camino de la investigación académica

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Formulación del Problema	2
1.3. Justificación e Importancia	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Hipótesis	4
1.5.1. Hipótesis General	4
1.5.2. Hipótesis Específicas	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes del Estudio	5
2.2. Bases Teóricas	6
2.2.1. Definición de puente (Rodríguez, 2016)	6
2.2.2. Partes de un puente (Apaza, 2000)	7
2.2.3. Clasificación de puentes (Manual de puentes MTC 2016).....	7
2.2.4. Cargas en el puente (Rodríguez, 2016).....	8
2.2.5. Puentes Losa (Apaza, 2000).....	9
2.2.6. Socavación en puentes (Rocha, 2008).....	16
2.3. Definición de Términos	17

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	19
3.1. Tipo y Nivel de la investigación	19
3.1.1. Tipo de la investigación	19
3.1.2. Nivel de la investigación	19
3.2. Población y/o Muestra de Estudio	19
3.3. Operacionalización de variables	19
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	20
3.4.1. Técnicas:	20
3.4.2. Instrumentos:	20
3.5. Procesamiento y análisis de datos	21
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	22
4.1. Evaluación preliminar del puente los baños	22
4.1.1. Ubicación	22
4.1.2. Descripción actual de la Estructura	23
4.1.3. Recolección de datos (mediciones)	26
4.1.4. Ensayos de resistencia del concreto	27
4.1.5. Ensayo No Destructivo – Ensayo con esclerómetro.	27
4.2. Descripción del puente Los Baños	29
4.3. Resultados del ensayo con esclerómetro.	31
4.4. Análisis estructural del puente	32
4.4.1. Elaboración de Modelo en CSI Bridge	32
4.4.2. Resultados obtenidos del modelado del Puente.	48
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	52
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pesos unitarios.....	9
Tabla 2: Matriz de operacionalización de variables.....	19
Tabla 3: Tabla para almacenamiento de datos.	21
Tabla 4: Resumen de resultados de ensayo con esclerómetro.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Luz efectiva y luz libre.....	10
Figura 2: Acero de temperatura.	11
Figura 3: Ancho efectivo (E).....	12
Figura 4: Ancho efectivo (E).....	13
Figura 5: Esquema sobre tipos de socavación.....	17
Figura 6: Puente Los baños.	22
Figura 7: Ubicación del puente Los Baños.	23
Figura 8: Desfase en Estribos.	23
Figura 9: Grietas en Estribos.	24
Figura 10: Inclinación de Estribo.....	24
Figura 11: Junta de la Superestructura y estribo.....	25
Figura 12: Fisuras en la superestructura del puente.	25
Figura 13: Desfase de apoyos intermedios.	26
Figura 14: Medición ancho de carril.	27
Figura 15: Vista del puente previa realización del Ensayo de Esclerómetro.	28
Figura 16: Prueba de rebote con esclerómetro en la viga.	28
Figura 17: Prueba de rebote con esclerómetro en la losa.	29
Figura 18: Vista en planta del puente Los Baños.	29
Figura 19: Vista de elevación del puente Los Baños.	30
Figura 20: Vista de sección transversal del puente Los Baños.	30
Figura 21: Definición de propiedades del material en CSI BRIDGE.	32
Figura 22: Datos de la sección para los estribos.....	33
Figura 23: Datos de la sección para las pilas.	34
Figura 24: Datos de la sección de la superestructura.	35
Figura 25: Camiones de Diseño.....	36
Figura 26: Carga vehicular AML.	36
Figura 27: Carga vehicular HSn-44.....	37
Figura 28: Carga vehicular HL-93M.....	37
Figura 29: Carga vehicular HL-93K.....	38
Figura 30: Carga vehicular HL-93S.....	38
Figura 31: Carga Uniforme del vehículo HL-93K.....	39
Figura 32: Carga de baranda izquierda.	40

Figura 33: Carga de baranda derecha.....	40
Figura 34: Carga peatonal a la izquierda.....	41
Figura 35: Carga peatonal a la derecha.	42
Figura 36: : Carga del asfalto.....	43
Figura 37: Definición de tramos del puente.	44
Figura 38: Asignación de Diafragmas en medio de los tramos.....	44
Figura 39: Puente modelado.....	45
Figura 40: Carga en movimiento de camiones.	46
Figura 41: Casos de carga.....	46
Figura 42: Combinación de Carga método LRFD.	47
Figura 43: Generación de todas las combinaciones de carga.	48
Figura 44: Desplazamiento máximo actuante.	49
Figura 45: Cortante máximo actuante.....	50
Figura 46: Momento máximo actuante.	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia	50
Anexo 02: Plano del Puente Los Baños.	51

RESUMEN

En la presente tesis “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PUENTE LOS BAÑOS DEL DISTRITO LAS YARAS, TACNA 2021” tiene como objetivo evaluar estructuralmente el Puente los Baños del Distrito las Yaras en la ciudad de Tacna mediante el método LRFD. La investigación es descriptiva y explicativo, ya que la problemática puede afectar a la sociedad al momento de transitar.

Se hizo una evaluación visual para determinar el estado actual del Puente los Baños para determinar el estado actual.

Nuestra investigación es de nivel aprehensiva ya que su objetivo es analizar y aprehensiva porque su objetivo es evaluar el puente.

Para ello se ha evaluado estructuralmente el Puente los Baños, específicamente los elementos viga, losa, estribo y apoyos. En el cual se hizo el ensayo de esclerómetro para determinar la uniformidad del concreto en los elementos.

Así mismo se ha usado el software csi bridge para determinar el comportamiento estructural del puente por consecuente se ha obtenido resultados que nos ayudará a determinar el comportamiento de dicha estructura.

Con la información obtenida permitió obtener los resultados de cortante, momento y desplazamiento y así poder definir el estado estructural del Puente los Baños.

PALABRA CLAVE:

Comportamiento estructural

ABSTRACT

In this thesis "STRUCTURAL EVALUATION OF THE LOS BAÑOS BRIDGE OF THE LAS YARAS DISTRICT, TACNA 2021" aims to structurally evaluate the Los Baños Bridge of the Las Yaras District in the city of Tacna using the LRFD method. The research is descriptive and explanatory, since the problem can affect society at the time of transit.

A visual evaluation was made to determine the current state of Puente los Baños to determine the current state.

Our research is apprehensive since its objective is to analyze and apprehensive because its objective is to evaluate the bridge.

For this, the Puente los Baños has been structurally evaluated, specifically the beam, slab, abutment and supports elements. In which the sclerometer test was made to determine the uniformity of the concrete in the elements.

Likewise, the csi bridge software has been used to determine the structural behavior of the bridge; consequently, results have been obtained that will help us determine the behavior of said structure.

With the information obtained, it was possible to obtain the results of shear, moment and displacement and thus be able to define the structural state of Puente los Baños.

KEYWORD:

Structural behavior

INTRODUCCIÓN

Los puentes son aquellas estructuras u obras que nos permiten cruzar un obstáculo como por ejemplo un río, un valle, un acantilado, u otra vía. Los puentes son usados en forma cotidiana y nos permiten llegar a lugares inaccesibles. En la ciudad de Tacna existen varios tipos de puentes, sin embargo, muchos de ellos fueron afectados por el sismo del 21 de junio del 2001 y en otros casos debido al problema de precipitaciones presentadas en los meses de verano del 2019. Esto conlleva a la necesidad de hacer una evaluación estructural completa de los puentes que existen en nuestra ciudad, con la finalidad de determinar su estado actual, capacidad sismorresistente y poder prevenir acontecimientos sísmicos.

Un punto importante es el silencio sísmico que presenta la ciudad de Tacna, ya que está catalogada como zona de alta sismicidad, y por ello se debe prevenir daños de gran magnitud.

Por prevención y con la finalidad de aportar a esta línea de investigación, se llevó a cabo la Evaluación Estructural del Puente Los Baños en la Ciudad de Tacna, con el objetivo principal de determinar el estado actual de la estructura. Este trabajo está compuesto en 5 capítulos:

En el Capítulo I se detallan los problemas, los objetivos e hipótesis como primera parte de nuestra investigación.

En el Capítulo II se muestran trabajos de investigación que se encuentran relacionados a nuestra tesis, las bases teóricas y definición de términos.

En el Capítulo III presentamos el tipo y diseños de nuestra investigación, otro punto importante nuestra población y/o muestra de estudio, así como los instrumentos y herramientas usados.

En el Capítulo IV presentación de los resultados obtenidos después de hacer la evaluación.

En el Capítulo V mostramos el desarrollo y discusión de resultados de las hipótesis planteadas. Y finalmente explicamos las conclusiones y recomendaciones planteadas.

También se adjunta las referencias bibliográficas, anexos y matriz de consistencia que se desarrolló en todo el transcurso de la investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Los puentes son y serán los componentes más endebles del sistema nacional de carreteras, repetidamente son los elementos que influyen en que la continuidad del servicio de transporte se efectúe en forma constante y fija, asistiendo en general un apropiado funcionamiento del Sistema Nacional de Carreteras del Perú.

Por otro lado, la ciudad de Tacna se encuentra en una zona de alta probabilidad sísmica. Tal es así que desde el año 1968 no ha ocurrido un sismo de gran intensidad, salvo el que se presentó en el año 2001 en la ciudad de Arequipa, el cual causó grandes daños y pérdidas materiales.

El puente Los baños, situado en la entrada del centro poblado Boca de río, fue uno de los puentes que presentó daños estructurales después de ocurrido el sismo del 2001. Sin embargo, este aún viene siendo utilizado, por lo que es necesario conocer cuál es su comportamiento sísmico estructural.

En ese sentido, se propone el presente proyecto de investigación titulado “EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PUENTE LOS BAÑOS DEL DISTRITO LAS YARAS, TACNA 2021”, el mismo que se desarrollará en base a las normativas peruanas e internacionales.

1.2. Formulación del Problema

De lo mencionado anteriormente, se formula el problema general de la siguiente manera:

- ✓ ¿Cuál es la evaluación estructural de la superestructura del Puente los Baños del Distrito las Yaras?

Para dar respuesta a la pregunta anterior, se formularon las siguientes interrogantes como problemas específicos:

- ✓ ¿Cuál es el estado actual del puente los Baños del Distrito las Yaras en la ciudad de Tacna?
- ✓ ¿Cuáles son las principales características ingenieriles del puente los Baños del Distrito las Yaras?
- ✓ ¿Cuáles son las fuerzas actuantes en la superestructura del puente los Baños mediante el método LRFD?

1.3. Justificación e Importancia

Existen varias razones por las cuales se debería realizar este proyecto investigación, entre las que se tiene:

- Desde el punto de vista de zonificación sísmica, según el mapa de zonificación sísmica, el Distrito de Sama las Yaras se encuentra ubicado en la zona 4, es decir en la zona de mayor sismicidad, en donde se espera una aceleración $Z=0.45g$.
- Desde el punto de vista normativo, porque en el Perú no existe una normativa que indique cual es el procedimiento para realizar un estudio de evaluación estructural de puentes.
- Desde el punto de vista de social, pues la importancia de los puentes en el desarrollo de las relaciones humanas es y ha sido objetivo principal del impulso para el conocimiento de la construcción y el mantenimiento de dichas estructuras.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- ✓ Evaluar estructuralmente la superestructura del Puente los Baños del Distrito las Yaras en la ciudad de Tacna.

1.4.2. Objetivos Especificos

- ✓ Evaluar el estado actual del puente los Baños del Distrito las Yaras en la ciudad de Tacna
- ✓ Identificar las principales características ingenieriles del puente los Baños del Distrito las Yaras
- ✓ Determinar las fuerzas actuantes en la superestructura del puente los Baños mediante el método LRFD.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Con la evaluación estructural del Puente Los Baños, ubicado en el Distrito las Yaras se podrá determinar el grado de seguridad estructural.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- ✓ Debido al sismo ocurrido en el año 2001, la estructura presenta daños en sus elementos estructurales.
- ✓ Identificando las características ingenieriles como es su geometría, ubicación y propiedades mecánicas de los materiales se podrá realizar el análisis estructural del puente los Baños.
- ✓ Empleando el método LRFD, se puede determinar las fuerzas a las que está sometida la superestructura del puente los Baños.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

A continuación, se describen algunos trabajos relacionados a la evaluación estructural de puentes.

Reyes, Uriel (2013), en su tesis “Evaluación de la capacidad de carga de la superestructura de puentes tipo.”, realiza una comparativa de los efectos que generan las condiciones de carga viva actuales en la superestructura de puentes, con respecto a los que generan las condiciones de carga utilizadas en el diseño original de los mismos, así como una comparación de la capacidad de carga en ambos estados. Asimismo, concluyen que a pesar de ser estructuras de edad aproximada de 50 años, poseen capacidad para soportar cargas móviles que se han ido incrementando con el paso del tiempo. Eso les indica que los puentes se encuentran sobre diseñados, o que han sido reforzados. También concluyen que es importante realizar trabajos de inspección y mantenimiento en los periodos establecidos, esto con la finalidad de detectar problemas en edades tempranas y tomar acciones preventivas y evitar de esta forma las acciones correctivas, las cuales llegan a ser más caras, laboriosas y que implican el cierre de vialidades al realizar los trabajos.

Aronés & Cortés (2018), en su tesis “Evaluación estructural del puente Huaracane con las Especificaciones de Diseño de Puentes AASHTO LRFD 2012 y Norma Técnica Peruana Sismorresistente E.030 2016.”, evalúan un puente de concreto armado con las normas y guías pertinentes actuales del 2018 y contrastan el diseño resultante con el obtenido en el análisis del puente con las normas vigentes en la época en que se construyó. Asimismo, concluyen que una característica que influye considerablemente en el comportamiento estructural y sísmico de un puente es su grado de regularidad. Esta característica considera que el elemento sea simple (ayuda a que las fuerzas aplicadas al puente se transfieran al suelo de forma directa), simétrico (la simetría de la estructura colabora a controlar los esfuerzos debido a torsión) e íntegro (la

integridad de un puente contribuye a que sus componentes se mantengan unidos luego de un terremoto).

Rodriguez, Marialia (2019), en su tesis “Diseño de un puente tipo losa y un puente viga losa hasta 20m de luz, en el distrito de Chilca-2017.”, desarrolla el procedimiento idóneo de cálculo, según el manual de diseño de puentes del MTC de un puente hasta 20m de luz. Asimismo, concluye que la metodología conveniente del análisis y diseño del puente losa consiste en realizar el desarrollo de forma detallada aplicando las normativas actuales, empezando con el diseño de la superestructura seguido de la subestructura. El proceso que se desarrolló en la presente investigación consta de las siguientes fases: 1) Pre dimensionamiento del tablero, 2) análisis estructural del tablero y la vereda y 3) diseño del tablero y la vereda.

Macedo, Katerin (2018), en su tesis “Evaluación Estructural Mediante el Método LRFR en Puentes de Concreto y Reforzamiento en el Puente Chancay” tiene como objetivo principal la evaluación estructural y reforzamiento del Puente Chancay mediante el método LRFR, Con teorías relacionadas de inspección de campos, levantamiento patológico, ensayos y pruebas y reforzamiento del puente chancay. y como conclusión que el ensayo de esclerómetro, influyó para el modelamiento ya que se obtuvieron resultados en el factor de resistencia bajos. El ensayo de suelo no influyó en la evaluación, porque el modelamiento solo se realizó en la superestructura.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Definición de puente (Rodríguez, 2016)

Un puente es aquella obra que se construye para salvar un obstáculo para dar continuidad a una vía. A veces suelen sustentar un camino, una carretera o una vía férrea, como también puede transportar tuberías y líneas de distribución de energía.

Aquellos puentes que soportan un canal o conductos de agua se llaman acueductos. Aquellos construidos sobre terreno seco o en un valle, viaductos. Los que cruzan autopistas y vías de tren se llaman pasos elevados.

2.2.2. Partes de un puente (Apaza, 2000)

A) Superestructura: Está conformada por:

- El tablero: Conformado por la losa de concreto. Es el elemento sobre el cual se aplica directamente las cargas móviles de los vehículos, siendo sus efectos son transmitidos a la estructura portante.
- La estructura portante: Es el elemento resistente sobre el cual aplica el efecto de las cargas móviles, el tablero. Es a través de este componente que se transmiten las cargas de subestructura.

B) Subestructura: Compuesta por los elementos sobre los cuales se aplican cargas procedentes de la superestructura, para estas transmitidas a la cimentación. Está conformado por:

- Estribos: Son aquellos apoyos extremos del puente, transmiten las cargas del apoyo a la cimentación, sirviendo además para sostener el relleno.
- Pilares: Son los apoyos intermedios, reciben las reacciones de dos tramos de puente transmitiendo a la cimentación.

C) Cimentación

- Superficial: Mediante zapatas se transmiten las cargas hacia el terreno. Se emplea este tipo de cimentación cuando mediante excavación sea posible llegar a niveles con suficiente capacidad portante.
- Profundas: Cuando el estrato resistente se encuentra a niveles muy profundos de la superficie, se emplea este tipo de cimentación. Puede ser: Pilotes, compuestas, Cajones de cimentación.

2.2.3. Clasificación de puentes (Manual de puentes MTC 2016)

A los puentes podemos clasificarlos de diferentes maneras:

a. Según su función:

- Puentes para carretera
- Puentes para ferrocarril

- Puentes para trenes eléctricos de pasajeros
 - Puentes para acueductos
 - Puentes para aviones existentes en los aeropuertos
- b. Por los materiales de construcción:
- Puentes de piedra
 - Puentes de madera
 - Puentes de sogas
 - Puentes de hierro
 - Puentes de acero
 - Puentes de concreto armado
 - Puentes de concreto preesforzado
 - Puentes de materiales compuestos: fibras de vidrio, fibras de carbón, etc.
- c. Por el sistema estructural:
- Puentes tipo viga
 - Puentes en arco
 - Puentes suspendidos
- d. Por su geometría en planta:
- Puentes rectos
 - Puentes esviados
 - Puentes curvos
- e. Según el tiempo de vida:
- Puentes definitivos: Tienen una vida en servicio de 75 años.
 - Puentes temporales: Se usa por un tiempo limitado, no mayor a 5 años.

2.2.4. Cargas en el puente (Rodríguez, 2016)

Cargas permanentes (DC, DW y EV)

- DC: Peso propio de los componentes estructurales y accesorios no estructurales

- DW: Peso propio de las superficies de rodamiento e instalaciones para servicios públicos.
- EV: Presión vertical del peso propio del suelo de relleno

Tabla 1:*Pesos unitarios*

Material	Peso Unitario (kg/m3)
Acero	7850
Agua fresca	1000
Agua salada	1020
Albañilería de piedra	2700
Aleaciones de aluminio	2800
Arcilla blanda	1600
Arena, limo o grava no compactados	1600
Arena, limo o arcilla compactados	1900
Concreto Simple	
Liviano	1760
De arena liviana	1920
Peso normal con $f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	2320
Peso normal con $350 \leq f'c \leq 1050 \text{ kg/cm}^2$	$2240 + 0.23 * f'c$
Concreto armado (C3.5.1 AASHTO)	Peso Concreto Simple + 80 Kg/m ³
Grava, macadam, o balasto compactados	2240
Hierro fundido	7200
Madera dura	960
Madera Blanda	800
Relleno de ceniza	960
Superficie d rodamiento bituminosas	2240
Material	Peso por unidad de longitud (kg/m)
Rieles de tránsito, durmientes, fijadores de vía	300

Nota. Fuente: Rodríguez, 2016

2.2.5. Puentes Losa (Apaza, 2000)

- Clasificación

Los puentes tipo losa pueden clasificarse en:

1. De losas simples, compuestos por uno o más tramos de losa simplemente apoyados sobre sus estribos o pilares.
2. De losa continua, extendiéndose sobre tres o más de sus apoyos sin solidarizarse con ellos; pueden ser de espesor uniforme o variable.

3. De losa en pórtico, compuesto por una losa continua y solidaria con sus apoyos; su espesor es variable, excepto el caso que los tramos tengan luces menores a los 6 metros.

- Características

Los puentes tipo losa suelen requerir una mayor cantidad de acero y concreto que los del tipo losa con viga, teniendo como ventaja frente a estas la facilidad para realizar su encofrado.

A medida que se incrementa la luz la diferencia en las cantidades de material entre estos tipos de puente va incrementándose, no así el de los costos de encofrado.

De este modo, existe un límite para el empleo del puente tipo losa. En nuestro país, por nuestras condiciones económicas, hasta 10 metros resulta recomendable el uso de este tipo de puente.

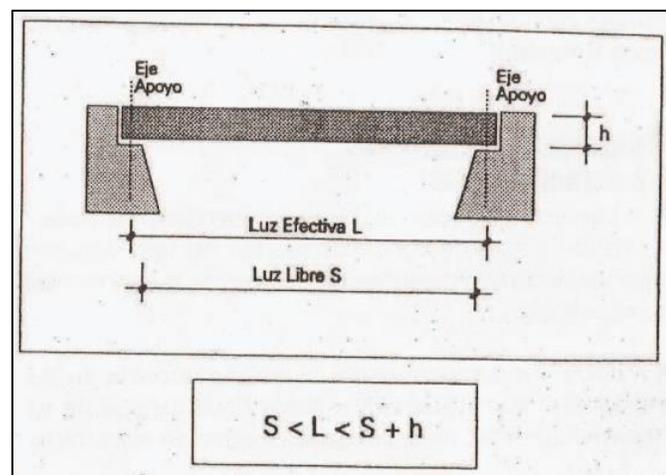
La luz efectiva L del puente tipo losa se determinará bajo los siguientes criterios:

A. Para losas simplemente apoyadas, será igual a la distancia entre apoyos. El valor resultante deberá ser mayor que la luz libre pero menor que la suma de la luz libre y el espesor de la losa.

B. Para losas continuas, la luz efectiva será igual a la luz libre del tramo.

Figura 1:

Luz efectiva y luz libre.



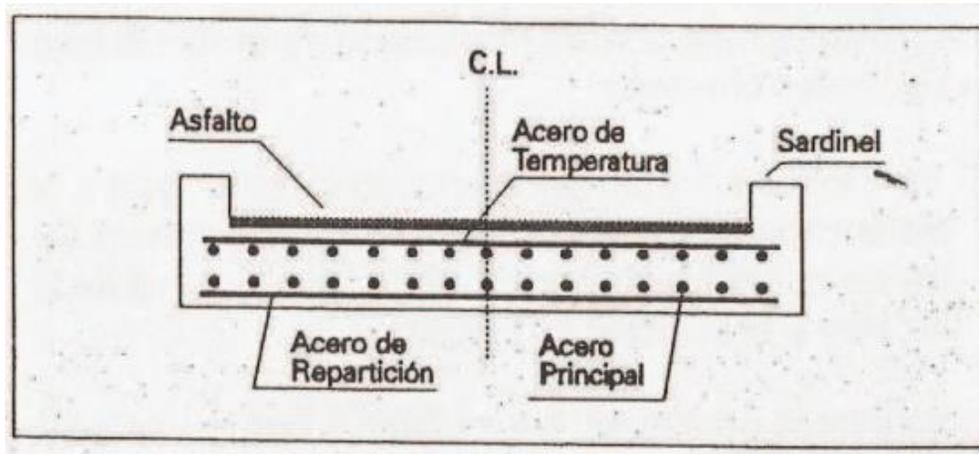
Nota. La figura muestra la proporcionalidad entre la luz efectiva y la luz libre.

Tomado de Apaza, 2000.

La armadura principal es paralela al tráfico. En las losas, en la cara expuesta, cuando no sea requerido por diseño del acero, llevarán una malla de acero de temperatura.

Figura 2:

Acero de temperatura.



Nota. La figura muestra la la distribución del acero de temperatura en el puente. Tomado de Apaza, 2000.

Sobre la cara superior de la losa se colocará una capa de asfalto de 2 pulgadas de espesor para que sirva de superficie de rodadura. Con el fin de evitar la acumulación de aguas sobre su superficie, esta capa de asfalto se dispondrá con una pequeña pendiente del 2% del centro de la losa a sus extremos.

En los apoyos, uno será móvil y el otro fijo. En el caso del dispositivo móvil, este se colocará entre la losa y el apoyo sirviendo de aislante entre ellos.

Para el apoyo fijo en cambio, la losa se ancla al estribo o pilar mediante varillas de acero (Dowells) colocadas paralelamente al estribo. Mediante estas varillas se impedirá el movimiento horizontal de la losa, pero no transmitirá momentos.

- **Predimensionamiento**

Para un puente tipo losa simplemente apoyado, el espesor h de la losa se estimará así:

a. Longitud $> 6\text{m}$ $h = \text{Luz}/15$

b. Longitud < 6m $h=Luz/12$

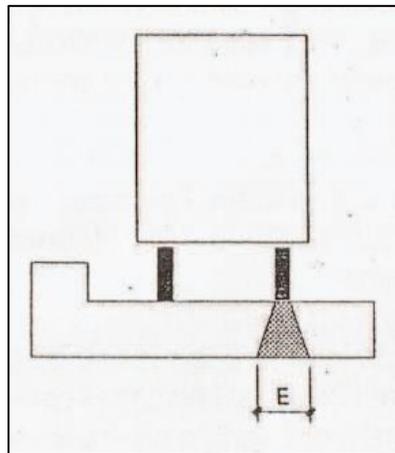
- Diseño de losa

Ancho efectivo (E): Es el ancho de losa sobre el cual actúa la carga de una rueda del camión o semitrailer.

$$E = 1,219 + 0,06L \quad [1]$$

Figura 3:

Ancho Efectivo (E).



Nota. Tomado de Apaza, 2000.

En donde L es la luz efectiva del puente y E es el ancho efectivo, el cual es una función de la rigidez de la losa.

Este valor debe ser siempre no mayor a 2,13m

$$E \leq 2,13m$$

En el caso de la losa simplemente apoyada, el máximo momento en la losa estará dado por:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{PL}{4E} \quad [2]$$

En donde P es el peso de la rueda más pesada.

- Diseño de Viga de Borde

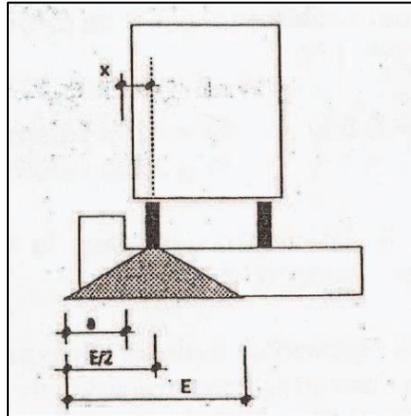
La viga de borde toma parte del momento que no es absorbido por la losa cuando la rueda se encuentra cercana al borde de la losa.

$$a = 0,5E - x \quad [3]$$

X= acercamiento permitido de la rueda al sardinel

Figura 4:

Ancho Efectivo 2 (E).



Nota. Tomado de Apaza, 2000.

$$P' = P(0,5E - x)/E \quad [4]$$

P'=carga de diseño de la viga de borde.

P=carga de la rueda más pesada.

- Diseño en Concreto

A. Diseño por Servicio:

F'c: Resistencia especificada a la compresión para el concreto, expresado en kg/cm²

Fy: Resistencia mínima especificada a la fluencia o límite de fluencia para el acero, expresado en kg/cm²

Fc: Esfuerzo de compresión en el concreto. Su valor es cuatro décimos de la resistencia a compresión del concreto.

$$f_c = 0,4f'_c \quad [5]$$

Fs: Esfuerzo permisible en el acero de refuerzo. Su valor está indicado por:

$$f_s = 0,5F_y \quad F_y < \frac{4200\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad [6]$$

$$f_s = 0,4F_y \quad F_y \geq \frac{4200\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad [7]$$

Es: Módulo de Elasticidad del acero de Refuerzo. Su valor es de 2100000 kg/cm²
 Ec: Módulo de Elasticidad del concreto expresado en kg/cm². Para concretos con agregados de peso normal (w=2,4 Ton/m³) podemos considerar:

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} \quad [8]$$

n: Relación del módulo de elasticidad del acero al del concreto. Su valor se obtiene del cociente indicado como el número entero más próximo, pero no menor que seis

$$n = E_s/E_c \quad [9]$$

r: Relación entre las tensiones del acero y del concreto.

$$r = \frac{f_y}{f_c} \quad [10]$$

k: Factor adimensional

$$k = n/(n + r) \quad [11]$$

j: Factor adimensional

$$j = 1 - k/3 \quad [12]$$

b: Ancho de la cara de compresión de un elemento e flexión.

M: Momento flector. Se obtiene como la suma del momento por peso propio, el correspondiente a la sobrecarga y el de impacto.

$$M = M_d + M_l + M_i \quad [13]$$

d: Peralte mínimo. Distancia de la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tracción.

$$d = \sqrt{\frac{2M}{f_c.k.j.b}} \quad [14]$$

As: Área del refuerzo de tracción expresado en centímetros cuadrados.

$$A_s = \frac{M}{f_s.j.d} \quad [15]$$

B: Diseño a la Rotura:

Mu: Momento resistente a la rotura. Para el caso de la superestructura en puentes de concreto podemos emplear:

$$M_u = 1,3 (M_d + 1,67(M_l + M_i)) \quad [16]$$

En donde Md es el momento por peso propio, Ml es el debido a la sobrecarga y Mi es el de impacto.

Φ=factor de reducción de capacidad. En el caso del diseño de elementos a flexión se considerará:

$$\Phi = 0.9$$

As: Área del refuerzo de tracción, expresado en centímetros cuadrados. Su valor se calcula resolviendo la ecuación:

$$Mu = f \cdot As \cdot fy \left(d - \frac{As \cdot fy}{1,70 \cdot f'c \cdot b} \right) \quad [17]$$

- Requisitos de Diseño

1. Acero de repartición: Es el acero que va colocado en el fondo de la losa, perpendicular al acero principal. Se pone en todos los casos salvo en puentes y alcantarillas que tienen rellenos mayores de 2 pulgadas. Esto se debe a que el efecto de relleno reparte la carga.

Para losas armadas que están paralelas al tráfico, el área de acero será:

$$\%Asr = 55/\sqrt{L} \quad [18]$$

En donde L es la luz efectiva del puente. El valor resultante debe ser como máximo el 50% del acero principal.

Al distribuir el acero, procure colocar la mitad en la zona central y el resto repartido en partes iguales entre ambos extremos.

Cuando el acero principal esté de forma perpendicular al tráfico, la cantidad de acero de reparto estará dado por:

$$\%Asr = 121/\sqrt{L} \quad [19]$$

En donde L es la luz efectiva. El valor resultante de la expresión indicada no será mayor al 67% del acero principal.

2. Acero de Temperatura: Siempre que no exista otro refuerzo, la cantidad total de acero por temperatura será:

$$Ast = 0,0018bh \quad [20]$$

Donde b y h son las dimensiones de la losa, el valor para el acero por temperatura deberá ser como mínimo de 2, 64cm². Y para el espaciamiento entre barras, deberá ser menor a tres veces el espesor de la losa o 45cm, lo que primero ocurra.

3. Longitud de desarrollo del Refuerzo

A. Para el caso de apoyo simple, por lo menos la tercera parte del acero principal debe pasar al apoyo y el resto se puede doblar.

B. En el caso del apoyo continuo, por lo menos la cuarta parte del acero principal pasa al apoyo, siendo posible doblar el resto.

4. Recubrimiento

Para el caso de losas en puentes, las especificaciones para recubrimientos del acero serán:

-Refuerzo superior: 5cm

-Refuerzo inferior: 3cm

-Espaciamiento del refuerzo principal no mayor a 1,5 veces el espesor de la losa, ni a 45cm.

2.2.6. Socavación en puentes (Rocha, 2008)

Se estima que alrededor del 60% de todos los fallos de puentes tienen una causa relacionada con la hidráulica. Entre ellas, la socavación es el principal motivo, constituyendo en términos globales una de las tres causas principales de fallo de los puentes a nivel global.

La socavación se puede definir como el transporte y excavación del material tanto del lecho como de las orillas de un río como consecuencia de la acción erosiva del propio flujo de agua.

La socavación total es en general el resultado de tres componentes diferentes: la degradación en el largo plazo del lecho del río (lo que muchos expertos denominan socavación natural), la socavación por contracción en el puente y la socavación local en los pilares o estribos.

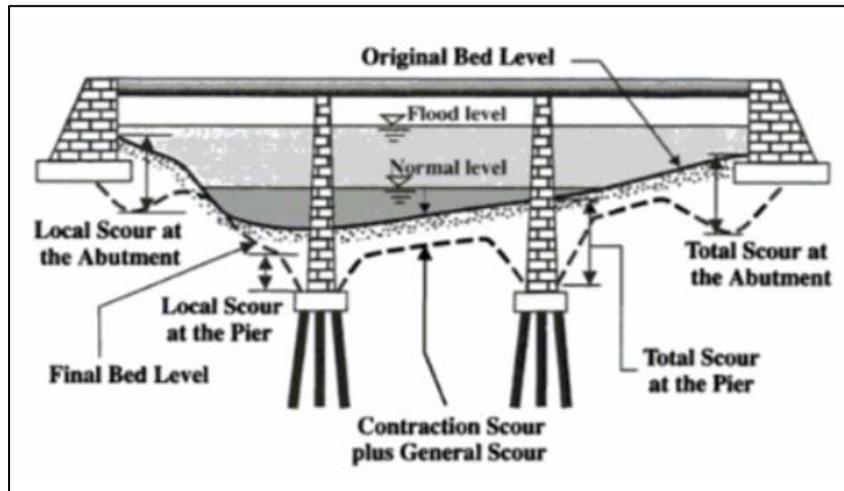
- La socavación natural son variaciones en la elevación del cauce del río que tienen lugar a largo plazo debido normalmente a causas naturales y que puede afectar el tramo del río en el que está el puente. Los procesos que se dan se llaman agradación y degradación. Mientras que la agradación es la deposición de material erosionado del cauce o de la cuenca, la degradación es el descenso o el arrastre del cauce en tramos largos por un déficit en el suministro de sedimentos de aguas arriba, contribuyendo a la socavación total del lecho del río.
- La socavación por contracción son declives del lecho en las proximidades del puente. Estos declives pueden ser uniformes o no uniformes, por lo que la socavación puede ser más honda en algunas partes de la sección transversal.

La socavación por contracción ocurre como resultado de la disminución del área de la sección transversal del canal debido a la construcción de estructuras como pilares y estribos de puentes. La reducción del área de la sección transversal del canal en la ubicación de un puente ocasiona un incremento de la velocidad del flujo por la contracción (o constricción) a la que se ve sometido, lo que ocasiona la aparición de esfuerzos cortantes sobre el lecho. El aumento de los esfuerzos de corte puede superar el esfuerzo de corte umbral del lecho del canal y movilizar los sedimentos en toda (o casi toda) la anchura del canal.

- La socavación local es un fenómeno tridimensional complejo que se produce como resultado del choque del flujo de agua con los pilares y estribos del puente. En el caso de las pilas, se produce una aceleración de un flujo descendente en la cara frontal de las pilas, de forma que se produce un gradiente de presiones. Este gradiente produce una corriente vertical hacia el fondo del cauce, la cual impacta con el lecho, creando una erosión muy localizada (agujero) en el contorno de la estructura que pueden causar que se hundan o giren.

Figura 5:

Esquema sobre tipos de socavación.



Nota. Tomado de Mellville, 2000.

2.3. Definición de Términos

A. Puente tipo losa. Es un elemento estructural cuyos espesores es menor que sus otras dimensiones y sobre la cual, las cargas actuantes en la losa, incluido su peso propio, son perpendiculares a su plano medio (Godínez, 2010)

Sus propiedades mecánicas se dividen en:

- a. Losas isotrópicas: son aquellas que tienen propiedades mecánicas similares en todas sus direcciones.
- b. Losas ortotrópicas: tienen propiedades mecánicas distintas en dos direcciones ortogonales.
- c. Losas anisotrópicas: tienen diferentes propiedades mecánicas en todas sus direcciones.

B. Losas de tablero: Las losas de tablero a veces se encuentran entre vigas longitudinales y en otros casos se encuentran entre vigas longitudinales y transversales (diafragmas) (Godínez, 2010)

C. Puentes tipo vigas: Está conformado por vigas longitudinales, vigas transversales y la losa de tablero que colocada sobre las vigas conforma la superficie de rodadura de la vía (Godínez, 2010)

D. Estribos: Los estribos serán dimensionados considerando la función de servir como transición entre el puente y la vía de tránsito principal, además de servir como apoyos de los extremos de la superestructura y como elementos de contención y estabilización de los terraplenes de acceso (Manual de diseño de puentes, 2010)

E. Pilares. Son elementos de apoyos intermedios los cuales conducen los esfuerzos de la superestructura hacia las fundaciones están diseñados para resistir presiones hidráulicas (Manual de diseño de puentes, 2010)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel de la investigación

3.1.1. Tipo de la investigación

La presente investigación por su finalidad es de tipo descriptiva y explicativa, descriptiva porque se observará y describirá situaciones sin influir sobre estas de ninguna manera, explicativa porque se explicará el comportamiento del puente en función de su antigüedad, sistema estructural, etc.

3.1.2. Nivel de la investigación

La presente investigación es de nivel aprehensiva e integrativa, aprehensiva porque su objetivo es analizar el puente e integrativa porque su objetivo es evaluar el puente.

3.2. Población y/o Muestra de Estudio

Población: La población objeto del estudio, estará compuesto por los puentes de la ciudad de Tacna.

Muestra de Estudio: La muestra está conformada por el puente los baños en el Distrito las Yaras.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 2:

Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Indicadores	Definición Operacional	Unidad de Medición
Variable Dependiente:	Desplazamientos	Indica el máximo desplazamiento del puente.	1.mm
Evaluación Estructural	Momento máximo	Indica el Momento máximo actuante para el puente.	1. Kg-m o Ton-m
	Fuerza de corte	Indica la fuerza cortante máxima actuante	1. Kg o Ton
Variable independiente: Puente los Baños	Ubicación	Indica el lugar donde está ubicado el puente.	1. Adimensional
	Antigüedad	Indica el tiempo de construido que tiene el puente.	1. Años
	Tipo de Puente	Indica el tipo de puente	Nominal: 1. Viga-Losa 2. Colgante 3. Armadura 4. Arco
	Geometría	Indica largo, ancho, alto	1. m

Nota. Fuente: Elaboración Propia

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1. Técnicas:

Para la recolección de datos se hará uso de las técnicas siguientes:

- **Observación:** Se inspeccionará la estructura del puente Los Baños, para reconocer su ubicación, dimensiones, características y patologías.
- **Registro de información:** Se obtendrá la información mediante el método de medición con wincha, para poder plantear en un plano las dimensiones y desfases de la estructura del puente. Mediante el uso del ensayo de esclerómetro para registrar la resistencia del concreto y así poder evaluar el puente.

3.4.2. Instrumentos:

Los instrumentos que se han utilizado para recolectar datos son los siguientes:

- **Planos:** Durante la inspección se procederá a tomar las medidas de la estructura con la finalidad de obtener planos en planta y elevación, estos serán primordiales para establecer las dimensiones del Puente Los Baños en nuestro modelado estructural.
- **Visualización de documentos:** Se obtendrá factores importantes para el desarrollo de nuestra evaluación estructural, obteniendo de distintas fuentes confiables que tomaremos como referencia, tales como los datos de los materiales como concreto y acero de refuerzo.
- **Ficha de almacenamiento de datos:** Para recopilar los datos que arroje el ensayo de esclerometría se va a emplear una ficha de almacenamiento de datos para anotar las lecturas de las muestras tomadas para hallar la resistencia a la compresión total.

Ficha de almacenamiento de datos para ensayo de esclerómetro.

Tabla 3:

Tabla para Almacenamiento de Datos.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	LECTURAS TOMADAS												Prom. U	μ	U- μ	
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12				
1	LOSA																
2	VIGA																
3	ESTRIBO 1																
4	ESTRIBO 2																

Valor Promedio:

Por Tabla:

Valor F'c (kg/cm2)=

Nota. Formato de tabla para almacenar datos de ensayo esclerométrico. Fuente: Elaboración Propia,

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para la realización de esta tesis se evaluará el puente haciendo uso de la norma MTC 2016, así como el software CSI BRIDGE v22 en el cual primero haremos:

En primer lugar, se hizo el reconocimiento de campo para posteriormente tomar las medidas correspondientes de los elementos estructurales del puente para así hacer el respectivo levantamiento del plano de la estructura

En segundo lugar, se hizo el ensayo de esclerómetro para obtener la calidad de concreto de los distintos elementos estructurales del puente.

Y por último se hizo el modelado estructural y el cálculo manual para hacer la evaluación del puente.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Evaluación preliminar del puente los baños

4.1.1. Ubicación

El puente los baños se encuentran ubicado en la carretera costanera en el distrito las Yaras y departamento Tacna. Geográficamente se ubica a 18°9'32" Latitud Sur y 70°40'11" Longitud Oeste, el predio de la investigación se localiza:

Región : Tacna

Provincia : Tacna

Distrito : Las Yaras

Figura 2:

Puente Los baños.



Nota.Elaboración Propia.

Figura 3:

Ubicación del puente Los Baños.



Nota. Tomada de Google Earth.

4.1.2. Descripción actual de la Estructura

El puente los baños es un sistema estructural tipo viga el cual se hizo un análisis visual.

- Se ha observado que la estructura presenta un desfase en la parte de los estribos el cual viene a ser de 12cm.

Figura 4:

Desfase en Estribos.



Nota. Elaboración Propia.

- Se observa que tanto la viga como los estribos presenta grietas a causa del sismo ocurrido en el 2001.

Figura 5:

Grietas en Estribos.



Nota. Elaboración propia

- Presenta una inclinación muy notable el estribo en consecuencia su junta presenta 4cm de abertura.

Figura 6:

Inclinación de Estribo.



Nota. Elaboración propia

Figura 7:

Junta de la Superestructura y estribo.



Nota. Elaboración propia

- Se observa fisuras a lo ancho de la viga en la superestructura lo cual está pintado de color blanco.

Figura 8:

Fisuras en la superestructura del puente.



Nota. Elaboración propia

- Por parte de los apoyos de la superestructura se puede visualizar que hay un desfase de 5cm.

Figura 9:

Desfase de apoyos intermedios.



Nota. Elaboración propia

4.1.3. Recolección de datos (mediciones).

Realizando las inspecciones visuales de las patologías que presenta tanto como la superestructura y la subestructura se logró captar algunos problemas que presenta.

Se procedió hacer las medidas correspondientes a la estructura para posteriormente simular en el software CSI BRIDGE para así poder analizar la estructura.

Figura 10:

Medición ancho de carril.



Nota. Elaboración propia

4.1.4. Ensayos de resistencia del concreto

El ensayo del concreto al no poder contar con un plano de la estructura (Puente), se tomó las medidas para la elaboración del plano. Posteriormente se realizó el ensayo de esclerómetro para poder saber la resistencia aproximada del concreto.

4.1.5. Ensayo No Destructivo – Ensayo con esclerómetro.

El ensayo se realiza apretando el percutor contra la base del elemento a examinar hasta el martillo el cual tiene un impulso con un resorte para que esta puede descargar sobre el percutor.

Para el desarrollo del ensayo se Esclerómetro el día 13 de enero del 2021 a las 10:15 am se visitó el puente los baños previamente para poder verificar el estado en que se encontraba y determinar si era necesario llevar algún equipo adicional al esclerómetro para así poder realizar sin ninguna dificultad el ensayo.

Se tomaron muestras en viga, estribos y losa. Con un total de 9 puntos.

Figura 11:

Vista del puente previa realización del Ensayo de Esclerómetro.



Nota. Elaboración propia

Se muestra en diferentes puntos la aplicación del ensayo con esclerómetro en los diferentes elementos estructurales de concreto armado del puente.

Figura 12:

Prueba de rebote con esclerómetro en la viga.



Nota. Elaboración propia

Figura 13:

Prueba de rebote con esclerómetro en la losa.

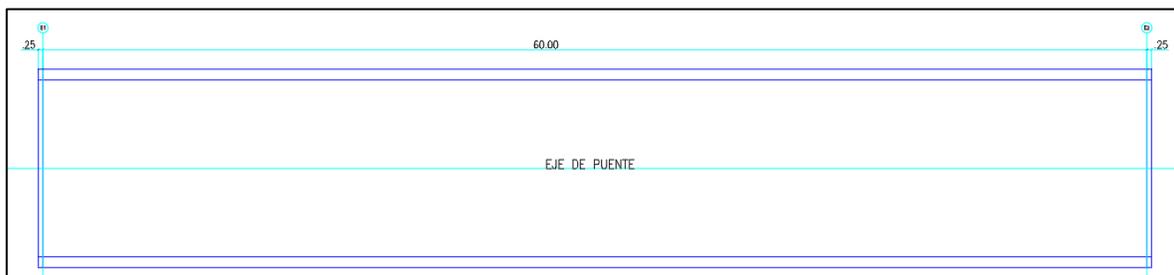


Nota. Elaboración propia

4.2. Descripción del puente Los Baños

Figura 14:

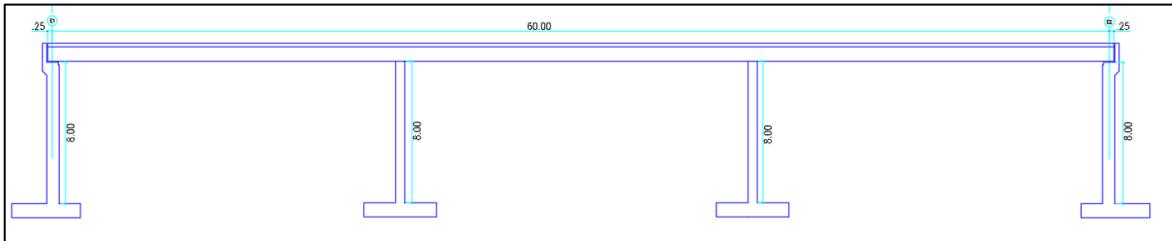
Vista en planta del puente Los Baños.



Nota. Elaboración Propia de AutoCAD.

Figura 15:

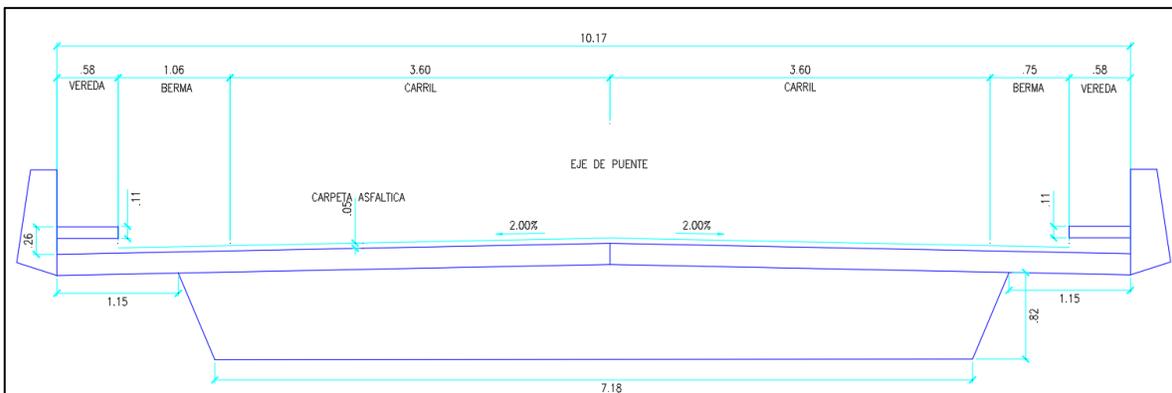
Vista de elevación del puente Los Baños.



Nota. Elaboración Propia de AutoCAD

Figura 16:

Vista de sección transversal del puente Los Baños.



Nota. Elaboración Propia de AutoCAD

- Longitud de la superestructura : 60m (3 tramos; 20, 20, 20)
- Ancho de la calzada : 10.17m
- Espesor de la losa de concreto : 0.20m
- Espesor de la viga de concreto : 0.82m
- Ancho de la viga de concreto : 7.20m
- Espesor del asfalto : 0.05m

DATOS DE CARGA

DC = Peso de componente estructurales

Dw = Peso de la superficie de desgaste (Asfalto)

LL = Sobrecarga vehicular

PL = Sobrecarga peatonal

FACTORES DE CARGA Y COMBINACIONES

DC = 1.25

Dw = 1.50

LL = 1.75

4.3. Resultados del ensayo con esclerómetro.

El ensayo de esclerómetro se realizó tomando como referencia la norma ASTM-C805-13.

Si más del 20% de todas las lecturas varía en 6 se descarta totalmente la lectura en dicha zona.

Resultados del ensayo con esclerómetro en vigas, losa y estribos. Cabe mencionar que según la Norma ASTM C805 indica que el número de rebote no debe variar en más de 6 en cada punto. Como se observa en los resultados, se concluye que el concreto es uniforme.

Tabla 4:

Resumen de resultados de ensayo con esclerómetro.

TIPO	RESISTENCIA DE CADA GOLPE												Promedio	
losa 01	58	58	55	55	55	55	58	45	54	55	55	55	55	55
losa 02	52	54	55	58	55	54	58	58	56	56	58	55	55	56
losa 03	58	58	54	54	54	54	55	55	54	56	58	55	55	55
Estribo 01	45	45	5	47	45	45	40	42	42	44	52	40	40	41
Estribo 02	50	50	51	44	45	43	42	45	44	42	42	56	46	46
Estribo 03	59	52	58	55	48	48	49	54	42	42	45	48	50	50
Viga 01	45	44	48	55	55	55	54	54	60	48	44	44	51	51
Viga 02	58	45	53	45	45	45	44	45	45	44	43	44	46	46
Viga 03	52	55	56	48	48	55	54	48	52	54	55	50	52	52
Apoyo 01	55	54	58	56	48	34	52	55	54	50	58	54	52	52
Apoyo 02	55	52	55	52	55	54	50	49	55	55	52	55	53	53
Apoyo 03	58	58	53	52	60	44	55	55	56	62	55	50	55	55
												Min	41	
												Max	56	

Nota. Elaboración propia

4.4. Análisis estructural del puente

4.4.1. Elaboración de Modelo en CSI Bridge

Un modelo es una representación gráfica de un sistema. A este modelo se le puede atribuir sus características y propiedades, así como las cargas físicas que actúan sobre él, que tienen a cargo manifestar la respuesta más parecida a la que el sistema real efectuaría ante los esfuerzos a los que está siendo sometido. Para llevar a cabo el modelamiento, se deberá tener en cuenta la geometría del puente y del mismo modo, las propiedades que se asignará a cada elemento que lo conforme.

- **Materiales:**

Tanto los estribos como la superestructura se consideran hechos del mismo material: concreto armado. Las propiedades se definen en la sección “Componentes” del programa, de la siguiente manera (las unidades están en Kgf; m; °C)

Figura 17:

Definición de propiedades del material en CSI BRIDGE.

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

Elementos:

El puente cuenta con tres tramos, cuya longitud será tomada entre ejes de los apoyos.

El puente es simétrico, y por lo tanto se asume que los tramos son idénticos.

La longitud de los tramos serán las siguientes:

- T1=20.0m
- T2=20.0m
- T3=20.0m

El puente tiene pendiente = 0.00%

El puente tiene dos carriles de 3.60m cada uno.

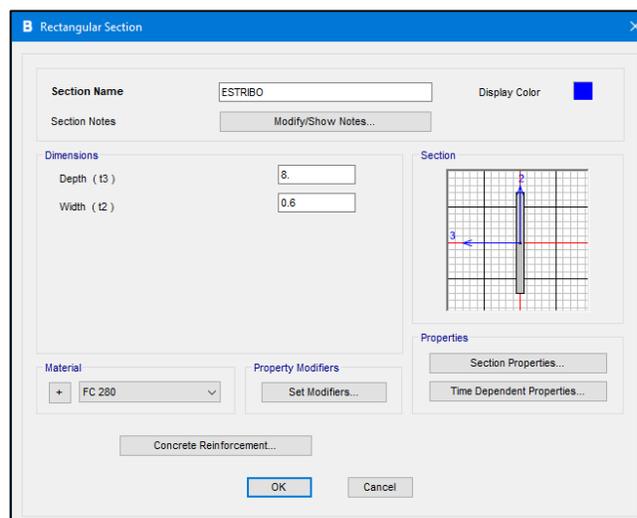
Las secciones de los elementos se definen en la sección “Componentes” del programa, de la siguiente manera (las unidades están en Kgf; m; °C)

Se determinan las secciones para cada elemento del puente:

- **Estribo:** Ambos estribos extremos son iguales. Tienen una altura exterior de 8 metros y su espesor es de 60 centímetros.

Figura 18:

Datos de la sección para los estribos.



Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

- **Pila:** Las pilas son los apoyos intermedios, los cuales tienen una sección variable detallada en la figura posterior.

Figura 19:

Datos de la sección para las pilas.

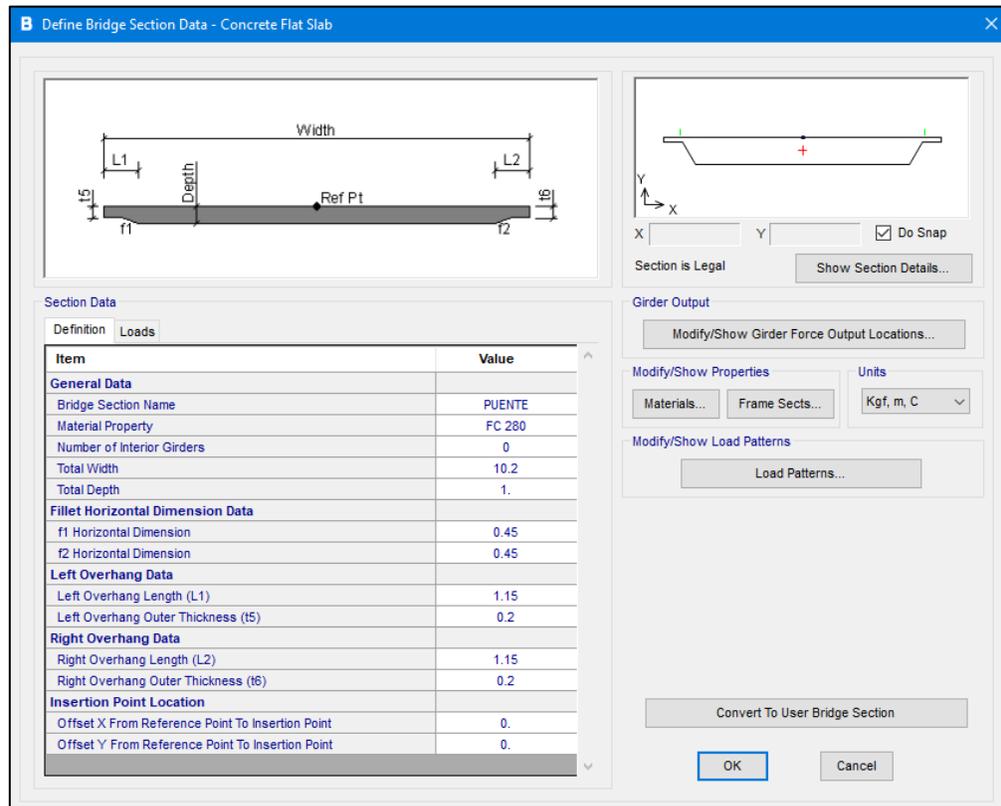
Start Section	End Section	Length	Length Type	EI33 Variation	EI22 Variation
PILA BASE	PILA BASE	1.	Absolute	Cubic	Cubic
PILA BASE	PILA SUPERIOR	7.	Absolute	Cubic	Cubic

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

- **Superestructura:** La sección del puente viga-losa es variable la cual se detalla en la imagen tomada de la vista de la sección transversal del puente puesta anteriormente.
La losa tiene un ancho de 10.20m y la viga tiene un ancho de 7.20m, la viga está por debajo de la losa como una sección trapezoidal.

Figura 20:

Datos de la sección de la superestructura.



Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

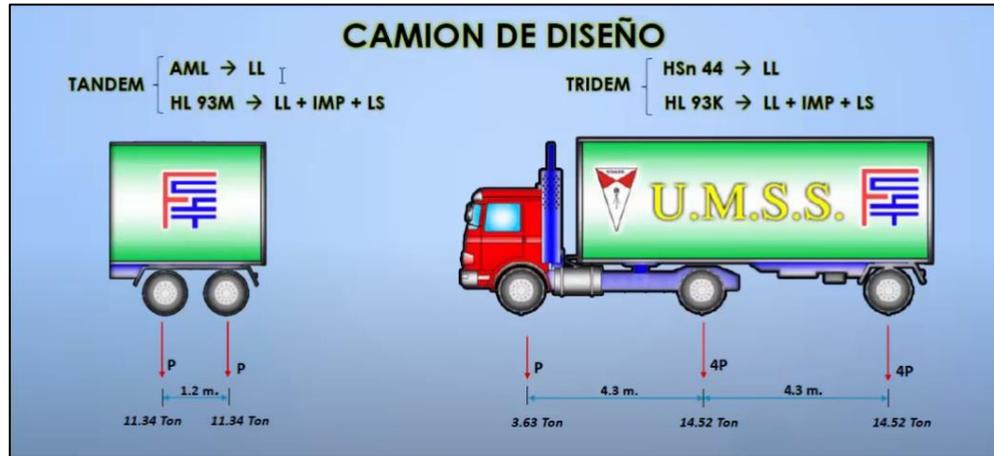
- **Cargas**

Las cargas se definen en la sección "Loads" del programa, de la siguiente manera (las unidades están en Kgf; m; °C)

- **Cargas Vehiculares:** Para la colocación de cargas vehiculares se tuvo en cuenta los vehículos tándem y trídem propuestos por la MTC 2016. Los vehículos más relevantes de estos son el HSn 44 y el HL 93K los cuales se detallan a continuación:

Figura 21:

Camiones de Diseño.



Nota. Tomada de Mellville, 2000.

El software CSI BRIDGE tiene los vehículos listos para su importación, lo cual hace el trabajo más ágil, a comparación del SAP 2000.

Figura 22:

Carga vehicular AML.

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

Figura 23:
Carga vehicular HSn-44.

The screenshot shows the 'Vehicle Data' dialog box for the HSn-44 load. The 'Vehicle Name' is 'AML', 'Design Type' is 'Vehicle Live', and 'Units' are 'Kgf, m, C'. The 'Source' is 'AASHTO.xml'. The 'Length Effects' are set to 'None' for both 'Axle' and 'Uniform'. The 'Vehicle Location in Lane' options are unchecked. The 'Usage' options are checked: 'Lane Negative Moments at Supports', 'Interior Vertical Support Forces', and 'All other Responses'. The 'Min Dist Allowed From Axle Load' is 0.3048 for the exterior edge and 0.6096 for the interior edge. The 'Center of Gravity' height is 0 for both 'Axle Loads' and 'Uniform Loads'. The 'Load Plan' and 'Load Elevation' diagrams show two vertical arrows representing the load positions.

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

Figura 24:
Carga vehicular HL-93M.

The screenshot shows the 'Vehicle Data' dialog box for the HL-93M load. The 'Vehicle Name' is 'HL-93M', 'Design Type' is 'Vehicle Live', and 'Units' are 'Kgf, m, C'. The 'Source' is 'AASHTO.xml'. The 'Length Effects' are set to 'None' for both 'Axle' and 'Uniform'. The 'Vehicle Location in Lane' options are unchecked. The 'Usage' options are checked: 'Lane Negative Moments at Supports', 'Interior Vertical Support Forces', and 'All other Responses'. The 'Min Dist Allowed From Axle Load' is 0.3048 for the exterior edge and 0.6096 for the interior edge. The 'Center of Gravity' height is 0 for both 'Axle Loads' and 'Uniform Loads'. The 'Load Plan' and 'Load Elevation' diagrams show two vertical arrows representing the load positions.

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

Figura 25:*Carga vehicular HL-93K.*

B Vehicle Data

Vehicle Name: HL-93K Design Type: Vehicle Live Units: Kg, m, C

Source: AASHTO.xml Convert to User Defined Notes: Notes...

Length Effects
 Axle: None Modify/Show...
 Uniform: None Modify/Show...

Vehicle Location in Lane
 Vehicle Applies To Straddle (Adjacent) Lanes Only
 Straddle Reduction Factor:
 Vehicle Remains Fully In Lane (In Lane Longitudinal Direction)

Usage
 Lane Negative Moments at Supports
 Interior Vertical Support Forces
 All other Responses

Min Dist Allowed From Axle Load
 Lane Exterior Edge: 0.3048
 Lane Interior Edge: 0.6096

Center of Gravity
 Height - Axle Loads: 0.
 Height - Uniform Loads: 0.

Load Plan
 Load Elevation

Modify/Show Loads
 Vertical Loading... Horizontal Loading...

OK Cancel

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

Figura 26:*Carga vehicular HL-93S.*

B Vehicle Data

Vehicle Name: HL-93S Design Type: Vehicle Live Units: Kg, m, C

Source: AASHTO.xml Convert to User Defined Notes: Notes...

Length Effects
 Axle: None Modify/Show...
 Uniform: None Modify/Show...

Vehicle Location in Lane
 Vehicle Applies To Straddle (Adjacent) Lanes Only
 Straddle Reduction Factor:
 Vehicle Remains Fully In Lane (In Lane Longitudinal Direction)

Usage
 Lane Negative Moments at Supports
 Interior Vertical Support Forces
 All other Responses

Min Dist Allowed From Axle Load
 Lane Exterior Edge: 0.3048
 Lane Interior Edge: 0.6096

Center of Gravity
 Height - Axle Loads: 0.
 Height - Uniform Loads: 0.

Load Plan
 Load Elevation

Modify/Show Loads
 Vertical Loading... Horizontal Loading...

OK Cancel

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

Para el método LRFD se considera la carga uniforme de 952.43, el vehículo HL-93K por eso es considerado para el diseño según la MTC 2016.

Figura 27:

Carga Uniforme del vehículo HL-93K.

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

- **Carga de barandas:** La carga de la baranda se considera como una carga lineal en los extremos, esta se calculó por cada metro lineal, ya que la baranda del puente Los Baños es de concreto. La carga será de 590kgf/m.

Figura 28:

Carga de baranda izquierda.

The screenshot shows the 'Bridge Line Load Distribution Definition Data' dialog box. The 'Load Name' field contains '<PUENTE>BL1'. The 'Units' dropdown is set to 'Kgf, m, C'. Under 'Load Direction', 'Load Type' is 'Force', 'Coordinate System' is 'GLOBAL', and 'Direction' is 'Gravity'. The 'Load Value' field contains '590'. Under 'Load Transverse Location', 'Reference Location' is 'Left Edge of Deck' and 'Load Distance from Reference Location' is '0.'. The 'Load Vertical Location' section is expanded, showing 'Top Slab is Loaded at Midheight of its Thinnest Portion'. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

Figura 29:

Carga de baranda derecha.

The screenshot shows the 'Bridge Line Load Distribution Definition Data' dialog box. The 'Load Name' field contains '<PUENTE>BL2'. The 'Units' dropdown is set to 'Kgf, m, C'. Under 'Load Direction', 'Load Type' is 'Force', 'Coordinate System' is 'GLOBAL', and 'Direction' is 'Gravity'. The 'Load Value' field contains '590.'. Under 'Load Transverse Location', 'Reference Location' is 'Right Edge of Deck' and 'Load Distance from Reference Location' is '0.'. The 'Load Vertical Location' section is expanded, showing 'Top Slab is Loaded at Midheight of its Thinnest Portion'. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

- **Cargas peatonales:** Las cargas peatonales son cargas de área a los extremos transversales del puente, este se consideró como 415 kgf/m² por el ancho de la vereda.

Figura 30:

Carga peatonal a la izquierda.

B Bridge Area Load Distribution Definition Data

Load Name: PEAT IZQ Units: Kgf, m, C

Load Direction

Load Type: Force

Coordinate System: GLOBAL

Direction: Gravity

Load Value

Left Edge Value: 415.

Right Edge Value: 415.

Load Transverse Location

Left Reference Location: Left Edge of Deck

Left Load Distance from Left Ref. Location: 0.

Right Reference Location: Left Edge of Deck

Right Load Distance from Right Ref. Location: 0.6

Load Vertical Location

Top Slab is Loaded at Midheight of its Thinnest Portion

OK Cancel

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

Figura 31:

Carga peatonal a la derecha.

B Bridge Area Load Distribution Definition Data

Load Name: PEAT DER Units: Kgf, m, C

Load Direction

Load Type: Force

Coordinate System: GLOBAL

Direction: Gravity

Load Value

Left Edge Value: 415.

Right Edge Value: 415.

Load Transverse Location

Left Reference Location: Right Edge of Deck

Left Load Distance from Left Ref. Location: 0.6

Right Reference Location: Right Edge of Deck

Right Load Distance from Right Ref. Location: 0.

Load Vertical Location

Top Slab is Loaded at Midheight of its Thinnest Portion

OK Cancel

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

- **Carga asfáltica:** El asfalto al tener un espesor de 5cm, se calculó y se obtuvo como 110kg/m², este va en toda la planta del puente, exceptuando la vereda y barandas.

Figura 32:

Carga del asfalto.

B Bridge Area Load Distribution Definition Data

Load Name: <PUENTE>Sp1_DW1 Units: Kgf, m, C

Load Direction

Load Type: Force

Coordinate System: GLOBAL

Direction: Gravity

Load Value

Left Edge Value: 110.

Right Edge Value: 110.

Load Transverse Location

Left Reference Location: Left Edge of Deck

Left Load Distance from Left Ref. Location: 0.6

Right Reference Location: Right Edge of Deck

Right Load Distance from Right Ref. Location: 0.6

Load Vertical Location

Top Slab is Loaded at Midheight of its Thinnest Portion

OK Cancel

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

- **Tramos del puente**

La sección longitudinal del puente se define en la sección “Bridge” del programa, de la siguiente manera (las unidades están en Kgf; m; °C)

Figura 33:
Definición de tramos del puente.

Bridge Object Data

Bridge Object Name: VIGA
Layout Line Name: LINEA DE REFERENCIA
Coordinate System: GLOBAL
Units: Kg, m, C

Define Bridge Spans

Span Label	Start Station m	Length m	End Station m	Start Support	End Support
TRAMO1	0.	20.	20.	ESTRIBO	PILA
TRAMO2	20.	20.	40.	PILA	PILA
TRAMO3	40.	20.	60.	PILA	ESTRIBO

Note: 1. Bridge object location is based on bridge section insertion point following specified layout line.

Bridge Object Plan View (X-Y Projection)

Modify/Show Assignments:

- Spans
- User Discretization Points
- Abutments
- Bents
- In-Span Hinges (Expansion Jts)
- In-Span Cross Diaphragms
- In-Span Splices
- Superelevation
- Prestress Tendons
- Girder Rebar
- Staged Construction Groups
- Point Load Assigns

OK Cancel

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

Figura 34:
Asignación de Diafragmas en medio de los tramos.

Bridge Object In-Span Cross-Diaphragm Assignments

Bridge Object Name: VIGA
Units: Kg, m, C

In-Span Cross-Diaphragm Definition

Span	Diaphragm Property	Location	Bearing	Distance	Ref Line
TRAMO1	DIAFRAGMA	All Spaces	Default	10.	Layout Line
TRAMO2	DIAFRAGMA	All Spaces	Default	10.	Layout Line
TRAMO3	DIAFRAGMA	All Spaces	Default	10.	Layout Line

OK Cancel

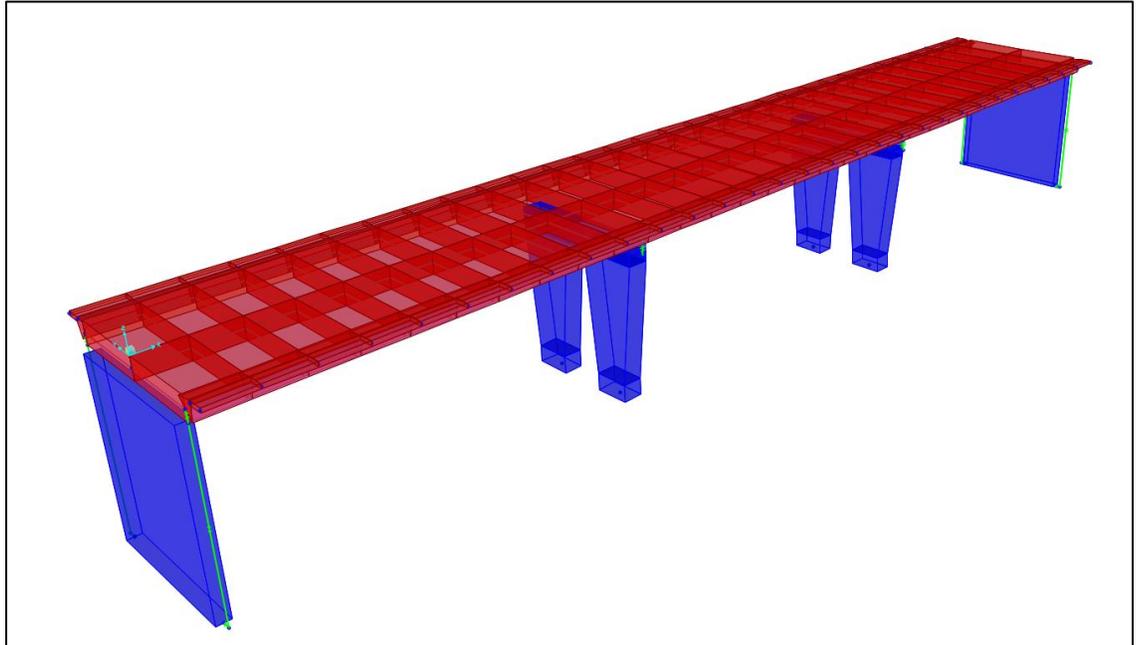
Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

- **Puente modelado**

El puente fue modelado satisfactoriamente.

Figura 35:

Puente modelado.



Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

- **Combinación de Cargas**

- **Cargas por impacto de los camiones:** Los camiones al moverse generan una carga en movimiento, la cual fue añadida a las cargas:

Figura 36:

Carga en movimiento de camiones.

B Load Case Data - Moving Load

Load Case Name: CARGA EN MOVIMIENTO [Set Def Name] [Modify/Show...]

Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Moving Load [Design...]

Stiffness to Use: Zero Initial Conditions - Unstressed State
 Stiffness at End of Nonlinear Case

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

Directional Factors: Vertical (1.0), Braking/Acceleration, Centrifugal

Assign Number	Vehicle Class	Scale Factor	Min Loaded Lanes	Max Loaded Lanes	Lanes Loaded
1	HL 93	1.0	0	0	All

MultiLane Scale Factors:

Number of Lanes Loaded	Reduction Scale Factor
1	1.0
2	1.4

Mass Source: MSSSRC1

OK Cancel

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

- **Casos de carga creados:** Se crearon los casos de carga siguientes, para luego realizar las combinaciones de carga.

Figura 37:

Casos de carga.

B Define Load Cases

Load Case Name	Load Case Type
DEAD	Linear Static
LL	Linear Multi-step Static
CARGA EN MOVIMIENTO	Moving Load
BARANDA	Linear Static
ASFALTO	Linear Static
PEATONAL	Linear Static

Click to: [Add New Load Case...], [Add Copy of Load Case...], [Modify/Show Load Case...], [Delete Load Case]

Display Load Cases: [Show Load Case Tree...]

OK Cancel

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

Para la combinación de carga se usó el método LRFD, el cual da como fórmula:

$$M_u = 1.25DC + 1.5DW + 1.75(1.33LL + LS)$$

Donde:

DC: Peso propio

DW: Peso Asfalto

LL: (Carga Viva Vehicular, Carga Impacto, Sobrecarga de Carril)

Figura 38:

Combinación de Carga método LRFD.

B Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
DEAD	Linear Static		1.25
DEAD	Linear Static		1.25
BARANDA	Linear Static		1.25
ASFALTO	Linear Static		1.5
CARGA EN MOVIMIENTO	Moving Load		1.75
PEATONAL	Linear Static		1.75

Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

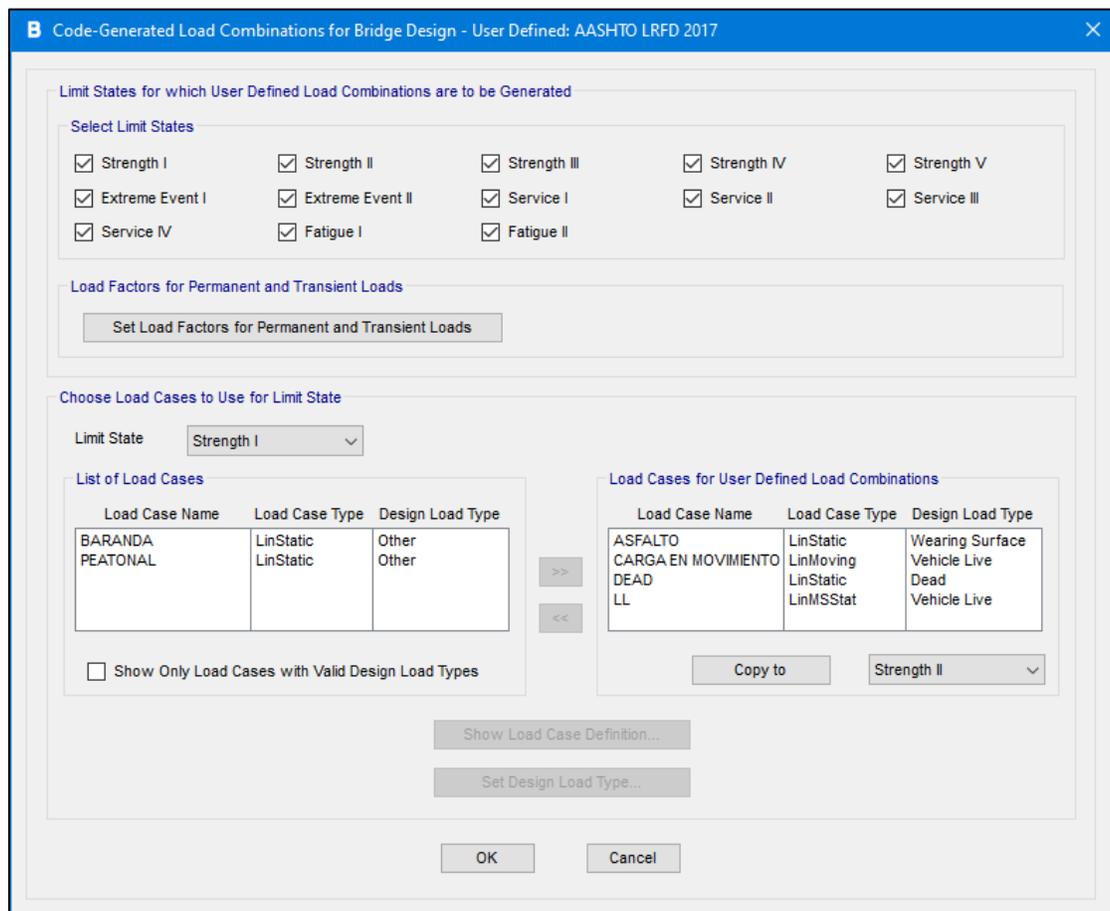
La norma americana propone un gran número de casos de carga, como lo son las combinaciones de esfuerzo, fatiga, etc. Todas estas el programa CSI

BRIDGE ya las tiene por defecto, por lo tanto, se procedió a generarlas automáticamente.

Se sabe que la combinación más crítica es la de Resistencia 1 (Strength I) que es igual a la del método LRFD.

Figura 39:

Generación de todas las combinaciones de carga.



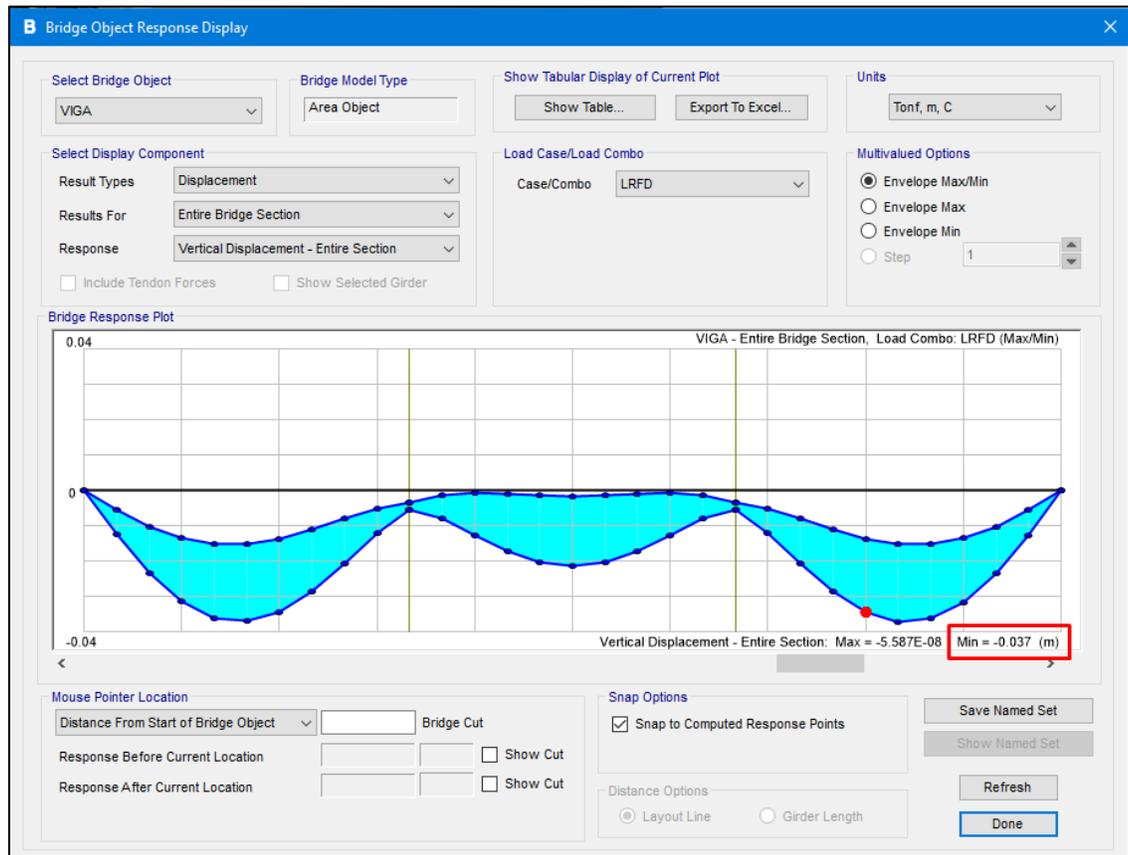
Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

4.4.2. Resultados obtenidos del modelado del Puente.

- **Desplazamiento máximo actuante:** Este fue obtenido por el programa CSI BRIDGE, el cual da como resultado 37mm.

Figura 40:

Desplazamiento máximo actuante.



Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

- **Desplazamiento máximo permitido:** Para calcular el desplazamiento máximo resistente se aplica el criterio de la norma:

$$Des. Máx. Resist. = Tramo \text{ más largo} / 1000 \quad [21]$$

Calculando:

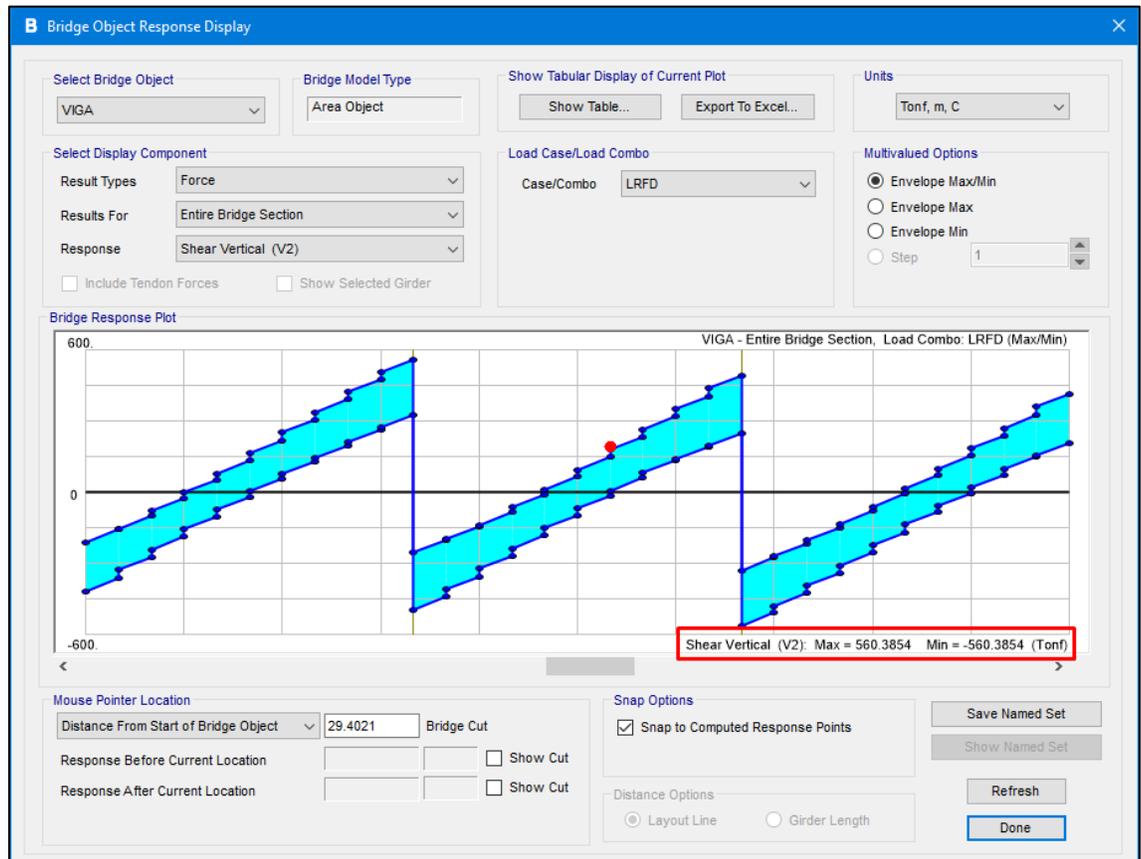
$$Des. Máx. perm. = 20 / 1000$$

$$Des. Máx. perm. = 20mm$$

- **Cortante máximo actuante:** Este fue obtenido por el programa CSI BRIDGE, el cual da como resultado 560.385 tonf.

Figura 41:

Cortante máxima actuante.



Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

- **Cortante máximo resistente:** Para calcular el cortante máximo resistente se aplica la fórmula de cortante máximo:

$$\phi V_c = \phi(0.53)(\sqrt{f'_c})(b)(d) \quad [22]$$

Donde:

$$\phi = 0.85$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 720 \text{ cm}$$

$$d = 100 \text{ cm}$$

Calculando:

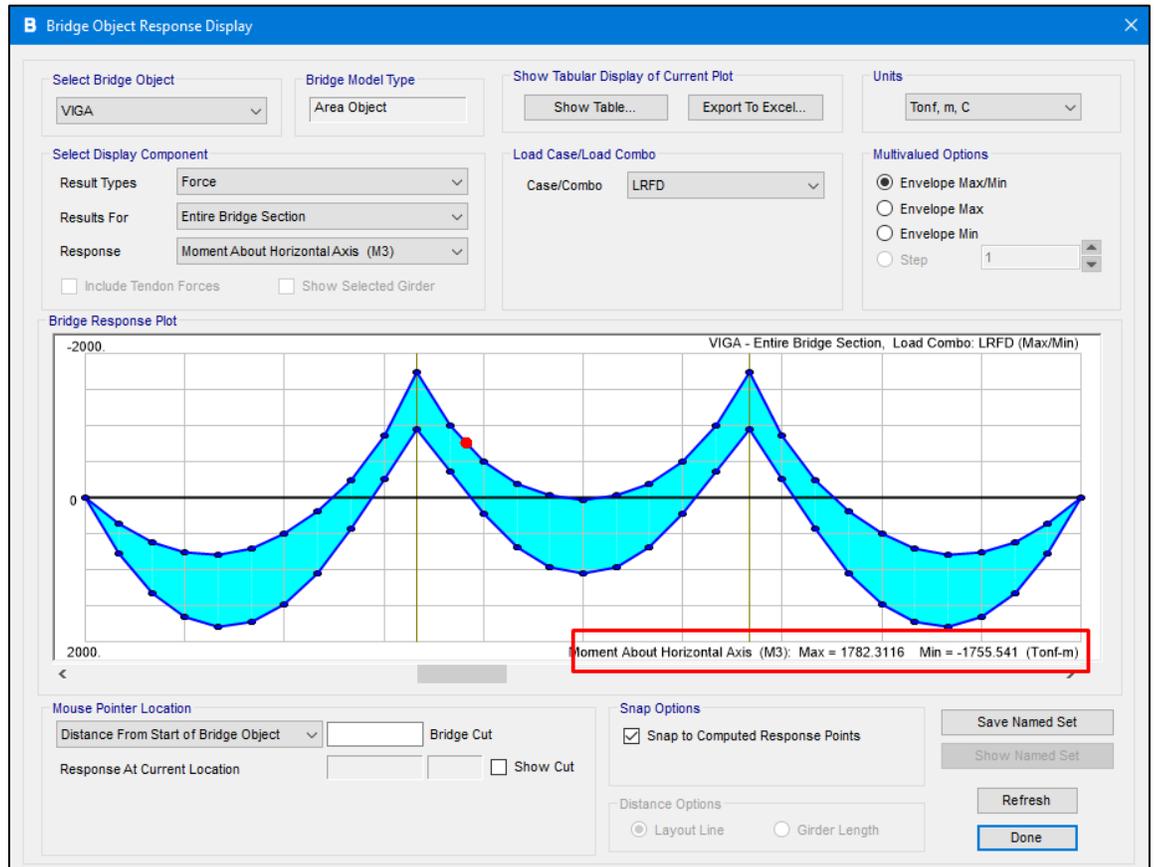
$$\phi V_c = 0.85(0.53)(\sqrt{280})(720)(100)$$

$$\phi V_c = 542.76 \text{ tonf}$$

- **Momento máximo actuante:** Este fue obtenido por el programa CSI BRIDGE, el cual da como resultado 1782.32 tonf.

Figura 42:

Momento máximo actuante.



Nota. Elaboración Propia en CSI BRIDGE.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Hipótesis Especifica General:

Con la evaluación estructural del Puente Los Baños, ubicado en el Distrito las Yaras se podrá determinar el grado de seguridad estructural

Respuesta a la hipótesis General:

Se determinó que el Puente Los Baños estructuralmente presenta un desplazamiento de 38mm y la norma permite solo 20mm como también presenta una cortante de 560.385 tonf y una cortante resistente de 542.76 tonf por tal motivo estructuralmente presenta un deficiente comportamiento sísmico en el Puente Los Baños.

Hipótesis Especifica Nro. 01

Debido al sismo ocurrido en el año 2001, la estructura presenta daños en sus elementos estructurales.

Respuesta a la hipótesis Nro. 01

Se determinó que en los elementos estructurales (Viga, Estribo y Pilares) presentan Fisuras a lo largo de la viga y también desplazamientos laterales de 12cm en los Estribos y fisuras en toda su estructura y en los pilares el desplazamiento es 5cm por lo cual se concluye que el sismo del 2001 si afecto debido a que dichos desplazamientos están fuera de la norma.

Hipótesis Especifica Nro. 02

Identificando las características ingenieriles como es su geometría, ubicación y propiedades mecánicas de los materiales se podrá realizar el análisis estructural del puente los Baños.

Respuesta a la hipótesis Nro. 02

Se pudo realizar en análisis estructural satisfactoriamente debido a que las características ingenieriles que mencionamos fueron suficiente para realizar el modelado mediante el software CSI brigde.

Hipótesis Especifica Nro. 03

Empleando el método LRFD, se puede determinar las fuerzas a las que está sometida la superestructura del puente los Baños.

Respuesta a la hipótesis Nro. 03

Mediante el método LRFD si se pudo determinar las fuerzas con la que está sometida dado por el peso de la superestructura, subestructura y las cargas vivas móviles que actúan debido al paso vehicular.

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas de la presente tesis se exponen en concordancia con los objetivos específicos y objetivo general:

Durante la inspección ocular, se ha podido observar que la estructura del puente Los Baños ha sufrido a causa del sismo del año 2001 un gran desfase en sus estribos extremos. Asimismo, se observa que los apoyos centrales están totalmente desconectados de la superestructura.

Mediante un levantamiento topográfico de campo se ha determinado que el puente presenta una luz de 60m dividido en tres tramos; la sección transversal es de 7.2m y el peralte de la superestructura es de 1m. Mediante los ensayos con esclerómetro se ha podido determinar que el concreto es uniforme.

Del análisis estructural del puente Los Baños empleando el método LRFD se ha obtenido que la superestructura presenta un momento máximo de 1782.32 ton.m y una fuerza de corte actuante de 560.39ton.

Se evaluó la superestructura del Puente los Baños del Distrito las Yaras usando el software CSI BRIDGE, obteniendo como resultado que el puente no cumple con la deformación máxima admitida según el Manual de puentes MTC2016, ya que el desplazamiento máximo admitido es de 20mm, sin embargo, los resultados arrojan un valor de 38mm.

RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones planteadas, se proponen las siguientes recomendaciones:

Se recomienda al MTC realizar el proyecto de reforzamiento estructural para evitar futuras fallas en los estribos y pilares del Puente los Baños debido a un movimiento sísmico de gran magnitud como es el que se espera en la ciudad de Tacna.

Se recomienda al MTC complementar la información mediante estudio de diamantina, ya que en la presente tesis debido a estado de emergencia declarado en nuestro país no se pudo realizar dichos ensayos.

Se recomienda a futuros tesisistas realizar una evaluación a nivel de detalle, de tal manera que se haga un mejoramiento de la estructura del puente.

Se recomienda a futuros tesisistas complementar esta información mediante el estudio de socavación en las pilas y estribos, ya que por motivos del estado de emergencia declarado en nuestro país no se pudo conseguir el expediente original de la M.P.T ni los estudios de caudales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez E. (2010)** *“Ayudas de diseño para Puentes de losa. (Monografía de Puentes de losa)”*
<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6003/C10060.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Apaza P. (2000).** *“Introducción al diseño de Puentes en Concreto”*
- Aronés A. & Cortés C. (2018).** *“Evaluación estructural del puente Huaracane con las Especificaciones de Diseño de Puentes AASHTO LRFD 2012 y Norma Técnica Peruana Sismorresistente E.030 2016.”*
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623526/Arones_VA.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Customary U.S. Units (2012).** *“AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS”*
- De la torre C. (2013).** *“Evaluación del puente “El Quilo” ubicado en el KM 17+200 de la vía Puyo – Baños por el método AASHTO-LRFD y su incidencia en la seguridad Estructural Vial”*.
- Gago G. & Limache J. (2019)** *“Análisis comparativo del comportamiento estructural entre un puente extradado y un puente atirantado de 220 metros de luz”*
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2672/CIV_T030_45619866_T%20%20%20LIMACHE%20FLORES%20JOS%C3%89%20NAZARIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Godinez G. (2010).** *“Diseño y Construcción de Puentes”*.
- MTC (2016).** *“Manual de Puentes”*.
- Peralta F. (2018)** *“Diseño estructural de puentes peatonales sobre la autopista pimentelchiclayo”*
<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4570/Peralta%20Peralta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodriguez A. (2016).** *“PUENTES Con AASHTO-LRFD 2014 (7th Edition)”*
- Rojas E. (2016)** *“Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo viga-losa, en el río pongora, distrito de pacaycasa, provincia de huamanga, región ayacucho, marzo – 2016”*
<https://es.slideshare.net/EfrnAnda/tesis-evaluacin-de-concreto-en-el-puente>
- Universidad Privada de Tacna (2018).** *“Reglamento de títulos y grados FAING”*
- Universidad Privada de Tacna (2017).** *“Manual de Investigación FAING”*

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Interrogante del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Independiente	Desplazamientos Distorsiones Área de concreto requerido Área de acero requerido	1.- Tipo y nivel de investigación A) Como Tipo de Investigación será: Descriptivo y Explicativo B) Como Nivel de Investigación será: Aprehensivo e Integrativo
¿Cuál es la evaluación estructural de la superestructura del Puente los Baños del Distrito las Yaras?	Evaluar estructuralmente la superestructura del Puente los Baños del Distrito las Yaras en la ciudad de Tacna.	Con la evaluación estructural del Puente Los Baños, ubicado en el Distrito las Yaras se podrá determinar el grado de seguridad estructural.	Evaluación Estructural		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	Dependiente	Ubicación Antigüedad Tipo de Puente Sistema estructural	2.- Acciones y Actividades a) Recolección de Datos b) Análisis de Datos c) Desarrollo de Tesis y Planos d) Informe final e) Sustentación de Tesis 3.- Población: La población objeto del estudio, estará compuesto por los puentes de la ciudad de Tacna. 4.- Muestra: La muestra está conformada por el puente los baños en el Distrito las Yaras 5.- Técnicas: --- 6.- Instrumentos: ---
¿Cuál es el estado actual del puente los Baños del Distrito las Yaras en la ciudad de Tacna?	Evaluar el estado actual del puente los Baños del Distrito las Yaras en la ciudad de Tacna	Debido al sismo ocurrido en el año 2001, la estructura presenta daños en sus elementos estructurales.	Puente los Baños		
¿Cuáles son las principales características ingenieriles del puente los Baños del Distrito las Yaras?	Identificar las principales características ingenieriles del puente los Baños del Distrito las Yaras	Identificando las características ingenieriles como es su geometría, ubicación y propiedades mecánicas de los materiales se podrá realizar el análisis estructural del puente los Baños.			
¿Cuáles son las fuerzas actuantes en la superestructura del puente los Baños mediante el método LRFD?	Determinar las fuerzas actuantes en la superestructura del puente los Baños mediante el método LRFD.	Empleando el método LRFD, se puede determinar las fuerzas a las que está sometida la superestructura del puente los Baños.			

ANEXO 2
PLANOS DEL PUENTE LOS BAÑOS