



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de Estructura y Propuesta de Reforzamiento del Puente Peatonal
Shamboycu, Picota – San Martín, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Salas Saavedra, Renato Marcelo (ORCID: 0000-0003-4662-4882)

ASESOR:

Dr. Ing. Soplopucó Quiroga, Serbando (ORCID: 0000-0002-0629-3532)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TARAPOTO – PERÚ

2019

Dedicatoria

A nuestro Dios Todopoderoso, por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante, a mi mamá y papá por el apoyo incondicional del día a día y gracias a ellos he logrado culminar esta etapa de mi vida.

Agradecimiento

A Dios por brindarme fuerzas espiritual y físicamente para seguir a adelante.

A mis padres Glendy y Geysler por el apoyo moral y económico en todos estos años que estuvieron conmigo para poder culminar satisfactoriamente mi carrera profesional y lograr cada meta propuesta a lo largo de mi vida.

A mis familiares por siempre estar presente en cada momento que necesite de ellos. A mi enamorada Mabell Llontop quien estuvo brindándome su apoyo incondicional en las buenas y las malas.

A mi alma mater, Universidad Cesar Vallejo y la escuela de Ingeniería Civil por brindarme docentes de alta calidad y con experiencia en todo aspecto, a mis promociones de estudios que siempre estuvieron con el apoyo en el transcurso de mi vida universitaria.

Página del Jurado

	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
 (a) REWATO MARCELO SALAS SAAVEDRA
 cuyo título es: "EVALUACION DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTIN, 2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14, CATORCE.

Tarapoto...10 de JULIO... del 2019


 ING. LUIS ALBERTO PAREDES ROJAS
 DOCTOR EN PLANIFICACION Y GESTION
 SUNEDU/ANR A 01453272
 CIP: 24653

PRESIDENTE


 Miguel Angel Lopez Lozano
 INGENIERO CIVIL
 CAP N° 30804

SECRETARIO


 Dr. Ing. Serbando Soplopaco Quiroga
 DOCTOR EN PLANIFICACION Y GESTION
 CIP: 301871 DNI: 19475524

VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

Declaratoria de autenticidad

Yo, **RENATO MARCELO SALAS SAAVEDRA**, identificado con DNI N° 70989881, estudiante de la escuela académico profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad Cesar Vallejo, con la tesis titulada: “Evaluación de Estructura y Propuesta de Reforzamiento del Puente Peatonal Shamboyacu, Picota – San Martín, 2018”

Declaro bajo juramento que:

La tesis es de mi autoría.

He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título de profesión.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en las tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse algún fraude, plagio, autoplagio, piratería o falsificación, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Tarapoto, 14 de junio del 2019



Renato Marcelo Salas Saavedra

DNI N° 70989881

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	29
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	29
2.2. Operalización de variables.....	29
2.3. Población muestral.....	32
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	32
2.5. Método de análisis de datos.....	33
2.6. Aspectos éticos.....	35
III. RESULTADOS.....	36
IV. DISCUSIÓN.....	51
V. CONCLUSIONES.....	56
VI. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS.....	61
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	62
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	63
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	107
Captura de Pantalla de Turnitin.....	108
Autorización de publicación de tesis.....	109
Autorización final del trabajo de investigación.....	110

Índice de tablas

Tabla 1. Combinaciones de carga y factores de carga.	15
Tabla 2. <i>Factores de carga para cargas permanentes, γ_p</i>	16
Tabla 3. Valores V_0 y Z_0 condiciones de superficie contra el viento.	17
Tabla 4. Presiones básicas, PB, correspondientes a $V_B=160$ km/h	18
Tabla 5. Cuento de peatones, motos y trimoviles en el puente peatonal en hora punta: 7:30am –8:30 am y 11:45am – 12:45pm.	36
Tabla 6. Población beneficiada directa en el puente peatonal.....	37
Tabla 7. Ensayo de esclerometría	37
Tabla 8. Ensayo de ultrasonido	38
Tabla 9. Puntos de intersección entre los ensayos de esclerometría y ultrasonido.....	39
Tabla 10. Determinación de valores de ecuación lineal.....	40
Tabla 11. Elementos estructurales	41
Tabla 12. Estado actual de los elementos estructurales evaluados.....	43
Tabla 13. Modelamiento de simulación.....	45
Tabla 14. Modos propios.....	46
Tabla 15. Presupuesto del costo estimado de la intervención	50
Tabla 16. Intervención hacia la superestructura de madera	55

Índice de figuras

Figura 1. Puente colgante	10
Figura 2. Esclerómetro	20
Figura 3. Curvas de resistencia por ensayo en cada prueba	39
Figura 4. Correlación de esclerómetro y ultrasonido	40
Figura 5. Perfil longitudinal del puente, 2 torres y curvatura del cable tipo BOA	42
Figura 6. Corte transversal de la superestructura de madera.....	42
Figura 7. Modelo general del software ROBOT STRUCTURAL.....	44
Figura 8. Vista isométrica del modelo general	44
Figura 9. Desplazamiento vertical	47
Figura 10. Desplazamiento vertical	48
Figura 11. Desplazamiento horizontal.....	48
Figura 12. Desplazamiento máximo	49
Figura 13. Carga peatonal	73
Figura 14. Carga de barlovento y sotavento por el lado izquierdo (Y+)	74
Figura 15. Carga de sotavento y barlovento por el lado derecho (Y-)	75
Figura 16. Carga por resistencia I.....	75
Figura 17. Carga por servicio I.....	76
Figura 18. Diagrama de fuerza axial por resistencia I	77
Figura 19. Diagrama de fuerza axial por servicio I.....	77
Figura 20. Deflexión máxima del puente colgante	79

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo general evaluar la estructura y dar una propuesta de reforzamiento para el puente peatonal Shamboyacu, que se encuentra en el departamento de San Martín, Provincia de Picota y Distrito de Shamboyacu. El puente tiene una luz de 90 metros y 2 metros de ancho, es un puente de mucha demanda al ser transitado por la población ya que une a diferentes comunidades del dicho distrito. Como objetivos específicos se tuvo que evaluar la estructura mediante observación y los ensayos no destructivos, estos datos y resultados nos sirven para realizar el procesamiento en el software robot structural, esto ayudo a analizar los elementos estructurales del puente peatonal para poder contrastar con el manual de puentes de MTC. También se efectuó el costo y presupuesto de la intervención a nivel de reforzamiento para el puente peatonal Shamboyacu.

El tipo de investigación es preexperimental, porque mantiene una relación de causa y efecto, por otro lado, la población muestral está definida, porque tiene parámetros y características de un solo objeto a investigar, entonces se desarrolló por medio, los instrumentos de recolección de datos como certificados de los estudios esclerometría y ultrasonido.

Mediante la simulación se evaluó los elementos estructurales como cable principal, péndolas, superestructura. Estos elementos cumplen con la norma puesto que el puente tiene 20 años de ejecución y que los pobladores no solamente lo utilizan como puente peatonal sino como vehicular de categoría II-B. La deflexión máxima del puente es 7.61cm esto indica que cumple con el manual de puentes del MTC, También indica que la frecuencia y periodo natural cumplen, por lo tanto, se aumentará el diámetro de las péndolas a 5/8” para tener una mejor rigidez al momento de trasladarse sobre el puente.

Palabras claves: Evaluación estructural, Puente colgante, Manual de puentes, Propuesta de reforzamiento.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the structure and give a reinforcement proposal for the Shamboyacu pedestrian bridge, which is located in the department of San Martin, Province of Picota and District of Shamboyacu. The bridge has a light of 90 meters and 2 meters wide, is a bridge of high demand to be traveled by the population as it joins different communities of the district. As specific objectives we had to evaluate the structure through observation and non-destructive tests, these data and results helped us to perform the processing in the structural robot software, this helped to analyze the structural elements of the pedestrian bridge to be able to contrast with the manual of bridges The cost and budget of the reinforcement intervention for the Shamboyacu pedestrian bridge was also made.

The type of research is pre-experimental, because it maintains a relationship of cause and effect, on the other hand, the sample population is defined, because it has parameters and characteristics of a single object to be investigated, then it was developed by means of collection instruments. data such as certificates of sclerometry and ultrasound studies.

Through the simulation the structural elements were evaluated as main cable, hangers, superstructure. These elements comply with the norm since the bridge has 20 years of execution and the residents not only use it as a pedestrian bridge but as a Category II-B vehicle. The maximum deflection of the bridge is 7.61cm, which indicates that it complies with the bridge manual of the MTC. It also indicates that the frequency and natural period comply, therefore, the diameter of the pendulums will be increased to 5/8 "to have a better rigidity when moving over the bridge.

Keywords: Structural evaluation, suspension bridge, bridges manual, reinforcement of proposal.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Construir puentes peatonales tiene gran importancia para el desarrollo de pequeños centros poblados incluyendo de una ciudad, teniendo en cuenta su población y la necesidad de transitar de las personas e inclusive para el flujo indebido de vehículos de categoría II-B. Esto permite mayor seguridad para las personas y vehículos menores que transitan sobre este tipo de puentes peatonales. Se han convertido en una necesidad principal dentro del desarrollo de una ciudad, en la medida que, en línea con la construcción de vías para el desplazamiento de vehículos motorizados, se debe construir espacios que faciliten y otorguen seguridad al desplazamiento de los habitantes que se desplazan a pie (peatones), siendo un claro ejemplo de ellos los puentes peatonales.

Un claro ejemplo de la necesidad de contar con puentes peatonales se aprecia en la ciudad de México, en efecto, de acuerdo a HIDALGO, (2010), menciona que, en México, específicamente en Distrito Federal, que es el lugar de investigación se han construido 617 puentes peatonales. De todos ellos se realizó 9 categorías para clasificarlos. Algunas categorías son aquellos ubicados en ejes viales y lo constituyen aproximadamente el 33.5%. Otra categoría tiene que ver con vías anulares que corresponde al 28.4%. Las vías radiales es otra categoría con un 12.8% de puentes construidos. También se puede mencionar categorías como sobre el viaducto, vialidad principal, y otros más.

La presencia de acciones dinámicas es una de las causas del deterioro de los puentes peatonales, esto debido a la vibración causado por caminar, saltar, correr de los peatones o por lo que algunos vehículos transitan sin permiso alguno. Estos problemas causados por dichas cargas dinámicas son cada vez más frecuentes y se relacionan con la capacidad de servicio que con el problema de la seguridad estructural.

En tal sentido en el Perú se ve la necesidad de conocer o profundizar más el estudio en el área de infraestructura vial, ya que los puentes peatonales están expuestos a tener fallas en la estructura cuando pasa el tiempo y esto genera

problemas para la población, pues los transeúntes tienen el temor de tener accidentes por la falta de mantenimiento y reforzamiento, Así, por el mal uso del puente esto generará la necesidad que nos permitirán identificar problemas, fallas, y estudios necesarios que estos puentes necesiten. Más aun permitiría una mejor comprensión y entendimiento de cargas dinámicas que actúan en los puentes y actúan como causas reductoras de su vida útil, lo que implica como requerimiento una evaluación a tiempo de la estructura.

En el distrito de Shamboyacu, en donde se encuentra ubicado el puente peatonal, se ha tomado como referencia al mismo para poder realizar el proyecto de investigación estructural debido a que se encuentra en malas condiciones tales como áreas que presentan fisuras, humedad excesiva, defectos en el concreto del anclaje que sujeta los cables principales y demás materiales que componen esta estructura. Exceso de vibración causado por peatones y vehículos menores que transitan por dicho puente siendo este la única conexión a las comunidades aledañas, adicionalmente hacen que la vida de los transeúntes esté en riesgo al cruzar por este puente.

En el puente peatonal de Shamboyacu tipo colgante a simple vista se evidencia también la falta de mantenimiento, debido al mal uso dado y/o desastres naturales que han impactado, y que lo han afectado por varios años. Producto de este descuido se ve lo notable gran deterioro: debilidades estructurales, diversas oxidaciones de los cables y pendolones que sujetan el puente, el estado de la madera, etc. Por otro lado, el crecimiento poblacional hace aún más necesario la necesidad de dicho puente. Según el censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del año 2000-2015 el distrito de Shamboyacu cuenta con una población de 11449, este distrito mediante el puente peatonal conecta diversas comunidades tales como Simón Bolívar, Chambira, Vista Alegre, Alto Ponaza, Alto Jorge Chavez, Santa Rosa, Valle la Unión, entre otros y permite el traslado de los escolares que asisten a sus instituciones educativas; además pobladores transportan sus mercaderías. Todo ello, con el fin de generar una mejor transitabilidad, seguridad vial y bienestar en los pobladores. En consecuencia, la presente investigación es de gran importancia puesto que

permite que el puente peatonal Shamboyacu sufre vibraciones continuas y frecuentes fenómenos naturales.

1.2. Trabajos previos

A nivel internacional

CAMPOS, Sergio; VELASQUEZ, Salvador. (2016): *Plan de gestión de proyectos de puentes de El Salvador*. (Tesis de pregrado) Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. Concluyeron que:

- El plan de gestión del proyecto de puente, ha de integrar una metodología bien estructurada a seguir en las etapas del proyecto, así como lo propone este trabajo de graduación conteniendo la alternativa de solución conceptual al problema de conectividad vehicular y peatonal basada en el diagnóstico realizado y condiciones encontradas en la visita técnica al emplazamiento; pre dimensiona con esos resultados. Con esta, se sistematiza la elaboración o ejecución de un proyecto de puente, relacionando la ejecución del proyecto con sus fases de formulación, administración y ejecución de proyectos; realizando inversiones en infraestructura vial y puentista eficientes.
- La conectividad vial en áreas urbanas y suburbanas es incongruente con el aumento de vehículos que transitan en vías principales y secundarias, esto no da lugar a mejorar la movilidad de las comunidades, donde hay cortes de camino, ríos, quebradas o cualquier corte de paso vehicular y peatonal. Este es el caso de la colonia Lorena sobre la quebrada Las Lajas, municipio Mejicanos.

CARCHI, Alvaro; ORELLANA, Pablo. (2015): *Análisis dinámico de Vibraciones bajo cargas Peatonales para una pasarela en base de modelos matemáticos* (Tesis de pregrado) Universidad de Cuenca, Ecuador. Concluyó que:

- Se realizó un exhaustivo análisis con respecto a las frecuencias críticas, manteniendo las propiedades geométricas, los materiales y todas las condiciones; optando por una longitud de 35 metros. Se optó por una longitud de 35 metros. Todo ello, con el propósito de demostrar la validez de los

modelos propuestos. La frecuencia que se manejó a nivel vertical fue de 2.298 Hz y a horizontal se empleó la frecuencia de 1.465 Hz

- Se demostró que el modelo más adecuado es el de carga periódica para los modelos de pasarela que se emplean por lo general en nuestro medio. A no existir otros estudios de cargas peatonales no se han usado modelos estadísticos.
- La mayoría de normas emplea modelos similares al análisis de carga periódica, por considerarlo el más parecido a la fuerza peatonal.
- Los resultados obtenidos del análisis de carga periódica muestran un nivel de servicio y también de confort en cuanto al desplazamiento y aceleración.

VEGA, David. (2017): *Análisis integral del puente peatonal de acceso frontal a la Universidad de las Fuerzas Armadas aplicando la NEC 2015, con fines de reforzamiento* (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador. Concluyó que:

- Las dificultades en la etapa de construcción del puente, así como sus años de funcionamiento obligan a la universidad a generar un análisis del puente, en donde podamos obtener resultados que obliguen a realizar mantenimiento y reforzamiento de los afectados.
- El estudio de la geometría del puente utilizando equipos de última tecnología representa una base fundamental dentro del análisis, debido a que se necesita obtener un modelo más cercano a la realidad para poder conseguir resultados reales que nos ayuden a dar solución a problemas estructurales

A nivel nacional

AMPUERO, Everth. (2012): *Consideraciones estructurales en el análisis y diseño de puentes colgantes* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Concluyó que:

- Luego de comparar las propuestas del puente colgante de George Wollmann, establecen que existen fuerzas rígidas en cable y viga. Esto proporciona un entendimiento cualitativo de los resultados.
- En cambio, AASHTO LRFD emplea componentes de carga y además resistencia por separado, generando un diseño estructural más confiable por

el método empleado. ASD emplea cargas no factoradas de servicio, estas las utiliza con el factor de resistencia. Dado que la carga viva tiene mayores factores de impredecibilidad y variabilidad en contraposición con la carga muerta, no se ha detectado confiabilidad.

ARTEAGA, Willians. (2016): *Criterios de diseño y cálculo estructural de puentes colgantes* (Tesis de pregrado) Universidad Peruana de los Andes, Huancayo, Perú. Concluyó que:

- El diseño llamado por resistencia es producto del diseño del cable principal. Este diseño de resistencia se obtiene gracias a la fuerza del viento, además del empleo de 4 cables con un diámetro 3 ¾", a los que se les ha unido con abrazaderas en cada péndola, ubicadas a una longitud de 410 m. en la cima de una torre, además del anclaje de una cámara.
- Para este puente colgante se debió hacer una cimentación debe ser mayor a 8.714 kg/cm². Si la carga sin mayorar es 558.68t/m, debe poseer una cimentación 12.80m de largo. También debe cumplir con el peso sin mayorar en todo el estribo de 7,151.10 toneladas y mayorada debe ser de unas 749.85t/m; dando como valor de 9,598.08 toneladas en todo el estribo.

CCASO, Noel. (2017): *Evaluación analítica de vibraciones en puentes peatonales debido a carga peatonal, caso puentes de la Panamericana Norte km19+000- km25+500 Lima* (Tesis de pregrado) Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2017. Concluyo que:

- Las frecuencias de vibración de los puentes peatonales seleccionados para la evaluación ubicados en la panamericana norte entre los km 19+000 y el km 25+500 en lima, la (tabla 3.3) nos muestra en la vibración ambiental en el puente peatonal independencia la frecuencia es menor a 3.0 Hz. Además, se hizo ensayos dinámicos que tampoco cumple con los valores límites, Por lo tanto, se puede afirmar que el puente peatonal Independencia tiene problemas de vibración y no satisface los requisitos límites de las normas, en cambio la frecuencia lateral es mayor a 1.5 Hz. Que si satisface los valores establecidos según normas ya mencionadas en la primera parte de la conclusión.

- La solución al problema de vibración vertical del puente peatonal independencia que está en el km 19+869 del panamericana norte, es colocar o instalar una columna intermedia de 60x60 cm. Con una altura de $h=5.10$ m. para rigidizar la losa o pasarela (figura 3.41); y lo que se busca es que la frecuencia sea mayor a 3.0 Hz en la vibración vertical sin carga peatonal según (AASHTO, 1994, p. 9). Por lo tanto se hizo un modelamiento proponiendo dicha solución al problema de vibración vertical para evitar la molestia o temor a los usuarios.

A nivel local

MUNIBEZ, Sandro. (2017): *Análisis estructural y diseño de un puente colgante asimétrico sobre el río mayo en el sector Churuyacu - Lamas, con la aplicación del programa sap 2000* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. Concluyó que:

- En el estudio del Puente Peatonal Churuyacu se llevó a cabo varios Análisis de la estructura para establecer los efectos de segundo orden en el aspecto final del puente y en la distribución de los esfuerzos en sus elementos. El análisis del efecto de las no-linealidades no solo se limitó al caso de cargas estáticas, sino también al campo de las cargas móviles y cargas dinámicas, mostrándose el cambio en los períodos y modos de vibración del puente por efecto de la inclusión de las componentes no-lineales en las correspondientes matrices de rigidez de los elementos de la estructura.
- En lo referente a la evaluación de la estructura para el caso de la carga viva peatonal de 350 kg/m², se ha determinado que el esquema de construcción propuesto es adecuado por cuanto se cumplen con los objetivos del sistema adoptado. En la etapa de diseño estructural, se ha podido comparar los esfuerzos generados por las cargas actuantes en la estructura final adoptada, con las correspondientes fuerzas y momentos resistentes de la estructura.

REATEGUI, Chachita. (2014): *Análisis y Diseño Estructural del Puente Colgante Peatonal Churuyacu Sobre el Rio Mayo – Distrito de Lamas, Provincia de Lamas, Región de San Martín*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martín, Morales, Perú. Concluyo que:

- Las dimensiones de cada uno de los elementos estructurales asumidos cumplen estrictamente con los parámetros de diseño y especificaciones técnicas, garantizando de esta manera la seguridad y funcionabilidad de la estructura durante su vida útil.
- Teniendo en cuenta lo planteado en nuestra propuesta se logró verificar que, de acuerdo al análisis y diseño estructural de un puente colgante peatonal, aplicado y sustentado de acuerdo a los principios, nos permite obtener una estructura resistente frente a las cargas actuantes, factores extremos y simultáneamente bidireccional, los mismos que están ligados a los parámetros de seguridad, funcionalidad y economía.

SANCHEZ, Zuleika. (2015): *Propuesta de una Metodología para la Evaluación de las Estructuras y Determinación del tipo de Mantenimiento de Puentes Colgantes en la Región San Martín*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. Concluyo que:

- Las fallas más comunes que se presentan en los puentes son a nivel estructural y su descomposición se debe principalmente a las cargas y terraplenes asentados. También se presentan problemas en la junta de dilatación a causa de la infiltración, el impacto y también en estructura.
- Las pilas de los puentes muestran fallas producidas por la erosión y socavación. Los apoyos sufren fallas por ausencia de dispositivos en las juntas de dilatación que no permiten controlar mejor el agua. Las losas también sufren daños dado que por tener drenes muy cortos presentan con el tiempo infiltración.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Evaluación de estructura

Evaluar mediante inspecciones visuales permanentes es básico para lograr la conservación de los puentes. De hacerlo así, se realiza un mejor cuidado, control, reforzamiento; asegurando así la durabilidad de la estructura, evitando pronto deterioro; además de prevenir posibles accidentes que lamentar a nivel usuarios. (MUÑOZ et.al. 2015, p.09)

1.3.2. Puente

Es una estructura necesaria para cruzar un determinado obstáculo, generado por un accidente geográfico, natural o artificial y que posee luz libre mayor o igual a 6.00 m (20 ft). (MANUAL DE PUENTES, 2018, p.41)

Toda construcción de un puente permite sortear obstáculos a nivel de carretera y brindar continuidad a la vía obstaculizada. No solamente se presenta a nivel terrestre, también permite continuar una vía a nivel de tuberías o distribución de energía. Cuando un puente sirve de soporte a conductos de agua, se llaman acueductos. Si el puente fue construido sobre terreno o valle, se llama viaductos. Si el puente es construido sobre autopistas y vías de tren, reciben el nombre de pasos elevados. (RODRIGUEZ, 2012, p.1)

1.3.3. Generalidades de los puentes peatonales

Según el MANUAL DE PUENTES, (2018,) menciona las siguientes generalidades:

1.3.3.1. Accesos:

Todo puente debe estar diseñado bajo las normas arquitectónicas en función al Reglamento nacional de edificaciones. No solamente ello, también debe responder a la legislación vigente. Los accesos a los puentes deben estar en función de los peatones normales y especiales, llámese personas con discapacidad.

1.3.3.2.Cargas:

En cuanto a las cargas de los puentes, éstos no deben superar los 90 psf.

1.3.3.3. El diseño estructural

Para el diseño de un puente, se deberá seguir de cerca todo lo establecido en el Manuel de puentes y la guía de puentes peatonales.

1.3.3.4. El diseño geométrico

El diseño geométrico de un puente debe seguir lo dispuesto en la sección 403 del Manuel de Carreteras y el Reglamento Nacional de edificaciones.

1.3.3.5. Frecuencia de vibración

Todo puente peatonal debe cumplir requisitos, en este caso en cuanto a la frecuencia de vibración debe ser frecuencia vertical sin carga viva mayor a 3 Hz.

1.3.4. Puentes suspendidos

En este aspecto los puentes suspendidos pueden ser: colgantes, atirantados e inclusive podría tener una combinación de ambos; siempre que responda a las especificaciones requeridas. (MANUAL DE PUENTES, 2018, p.58)

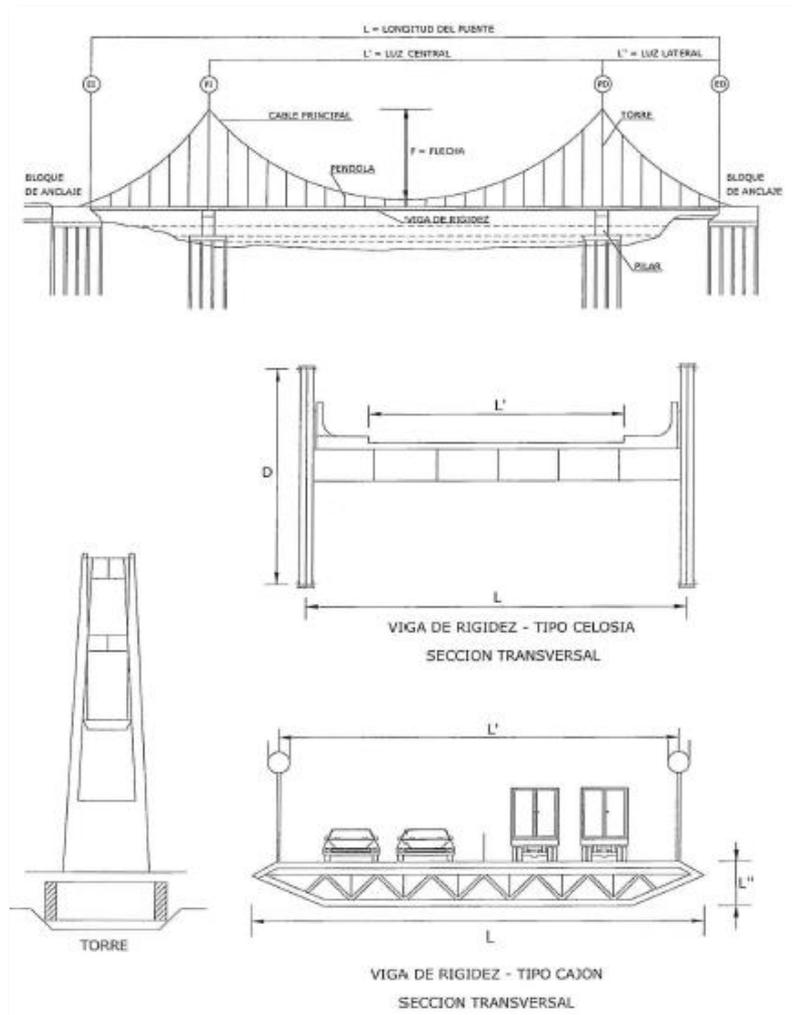


Figura 1. Puente colgante

Fuente: Manual de Puentes (Figura 1.10-c p.63)

1.3.5. Mitigación de colisiones

Según el MANUAL DE PUENTES (2018) un puente peatonal debe tener un galibo de 1.0 ft más alto que los galibos previstos para los puentes de las carreteras. Este requisito tiene una finalidad específica de mitigar alguna colisión provocada por algún vehículo.

Si la empresa contratante desea aumentar la mitigación deberá seguir las indicaciones siguientes:

- Incrementar el galibo vertical haciendo que sea superior a 1.0 ft.
- Brindando continuidad a la estructura, en los vanos o en la misma estructura.

- Aumentando la masa superestructural.
- Incrementado la resistencia de la superestructura a nivel lateral.

1.3.6. Cargas

1.3.6.1.Carga peatonal (PL)

Todo puesto es diseñado en función a la carga peatonal máxima y que debe ser uniforme a 90 psf.

1.3.6.2.Carga de viento (WS)

Los puentes peatonales al momento de diseñarse deberán tener en cuenta también las cargas de viento, tal como lo contempla AASHTO. Se tendrá en cuenta también la decisión del propietario de la obra.

Para la consideración de la carga de viento deberá tomarse en cuenta el factor 1.15. Esto incluye la elevación frontal y recintos.

La carga vertical de levantamiento está especificada en el art. 3.8.2. del AASHTO, más la fuerza que genera la presión of 0.020 ksf sobre el tablero estructural del puente.

1.3.6.3. Carga de fatiga (LL)

Para determinar la carga de fatiga y fractura que debe usarse se siguen las especificaciones establecidas eb AASHTO sings, sección 11. En el art. 11.7.3. y 11.7.4. se establecen las consideraciones a tener para el viento natural, además de la ráfaga inducida por el camión. (MANUAL DE PUENTES, 2018, p.614)

1.3.6.4. Aplicación de cargas

Establecida cuánto será la carga peatonal se maximiza la carga del puente, para ello se tiene en cuenta que a menor dimensión mayo será igual o mayor que 2.0 ft. (MANUAL DE PUENTES, 2018, p. 614)

1.3.6.5. Combinación de cargas

Para los diseños de puentes con combinaciones de carga deberán seguirse las especificaciones dispuestas en la norma según art. 3.4.1. además, de cumplir las siguientes excepciones:

- No deben considerarse las combinaciones de resistencia II, IV y V.
- Sólo se considera para la combinación de carga el factor 1 más no la combinación de fatiga II.

Por otro lado, forman parte de este sistema los portadores de carga por gravedad que son parte del sistema llamado barandilla, tal como lo especifica Art. 13.8.2 AASHTO LRFD. (MANUAL DE PUENTES, 2018, p.614)

1.3.7. Fatiga

1.3.7.1. Resistencia

En el art. 6.6.1.2.5 AASHTO LRFD se encuentran especificados las condiciones de resistencia a la fatiga a tenerse en cuenta al hacer las combinaciones de cargas por fatiga I. En cuanto a componentes HSS redondos y especificaciones que no están mencionados en AASHTO LRFD, podrán guiarse de lo establecido en 11.3 of AASHTO Signs. En cuanto a especificaciones HSS cuadrados y rectangulares, la información de resistencia será tomada según lo dispuesto Guía de Diseño 8 (CIDECT).

En el art. 5.5.3 del AASHTO LRFD están contemplados los detalles para resistencia a la fatiga de aceros con estructuras realizadas en concreto. (MANUAL DE PUENTES, 2018, p.614)

1.3.7.2. Fractura

Los puentes peatonales de acero en cuanto a los detalles de tenacidad, fractura Charpy V-muesca, miembro crítico de fractura; seguirán condiciones expresadas en Art. 6.6.2 AASHTO LRFD. Sin embargo, para diseños tubulares seguirán norma 8.2. (MANUAL DE PUENTES, 2018, p.614)

1.3.8. Deflexiones

Para el estudio de las deflexiones se emplearán las combinaciones de cargas establecidas en 3.4.1.1 del AASHTO LRFD. Sólo los tramos en donde la no factorizada, es decir carga viva peatonal se empleará un $1/360$ de la longitud, sin excederse.

Los voladizos tendrán una deflexión no mayor a $1/220$ de la longitud. En cuanto a los horizontales su deflexión no debe sobrepasar $1/360$ de la longitud, por en cuanto tienen cargas de viento no factorizadas. (MANUAL DE PUENTES, 2018, p.614)

1.3.9. Vibraciones

Las vibraciones deberán responder empleando la combinación de cargas del Servicio I según 3.4.1.1AASHTO LRFD. Esta vibración no deberá ocasionar ninguna incomodidad a los clientes o usuarios. La frecuencia del puente peatonal de manera vertical sin carga viva no debe exceder a 3.0 Hertz (Hz). Al lado lateral esa frecuencia no debe exceder a 1.3 Hertz. Si existe alguna limitación o preocupación en la segunda armónica, deberá realizarse un análisis del comportamiento dinámico del puente. Para dicho análisis se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La frecuencia y magnitud de las cargas de futbol de peatones.
- La fase de carga múltiples peatones en el puente al mismo tiempo. Incluyendo el fenómeno de bloque (block-in).
- Apropia estimación de la amortiguación de la estructura.
- Límites de dependientes de la frecuencia de aceleración y/o velocidad.

En lugar de tal análisis en dirección vertical, podrían establecerse algunos de los siguientes criterios:

$$f \sim 2.86 \ln (180/W)$$

o

$$W \sim 180e^{(-0.35f)}$$

Donde:

W = El peso de la estructura soportada, incluyendo solamente la carga muerta (kips).

F = La frecuencia fundamental en la dirección vertical (Hz).

1.3.10. Factores de Carga y Combinaciones de Carga

Para ello se tomará en cuenta la siguiente fórmula:

$$Q = \sum \eta_i \gamma_i Q_i$$

Donde:

η_i = modificador de las cargas

γ_i = solicitaciones de las cargas aquí especificadas

Q_i = Factores de carga

Para las solicitaciones extremas mayoradas son:

- Resistencia I.- Establece la combinación del puente con tránsito vehicular sin viento.
- Resistencia II.- Responde a la utilización del puente con cargas de vehículos especiales, vehículos de tránsito restringido, también sin viento.
- Resistencia III.- Es cuando el puente será expuesto a viento más tránsito con velocidades superiores a 90km/h.
- Resistencia IV.- Es la resistencia que demostrará el puente cuando soporta cargas permanentes y sobre cargas.
- Evento extremo I.- Además de las cargas combinadas, también resistente a sismos.
- Servicio I.- Cuando las cargas que soportará el puente se encuentran entre lo normal establecido y vientos de 90 km/h. Incluye también los estudios de los revestimientos, estructuras metálicas, tuberías, hormigón, además de los taludes a emplear. (MANUAL DE PUENTES, 2018, p.131)

Tabla 1

Combinaciones de carga y factores de carga.

Combinación de cargas Estado Limite	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	EQ	BL	IC	CT	CV
RESISTENCIA I A menos que se especifique lo contrario	γ_ρ	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
RESISTENCIA II	γ_ρ	1.35	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
RESISTENCIA III	γ_ρ	-	1.00	1.40	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
RESISTENCIA IV	γ_ρ	-	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	-	-	-	-	-	-	-
RESISTENCIA V	γ_ρ	1.35	1.00	0.40	1.00	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
EVENTO EXTREMO I	1.0	γ_{EQ}	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-
EVENTO EXTREMO II	γ_ρ	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00
SERVICIO I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
SERVICIO II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	-	-	-	-	-	-	-
SERVICIO III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
SERVICIO IV	1.00	-	1.00	0.70	-	1.00	1.00/1.20	-	1.00	-	-	-	-	-
FATIGA I Solamente LL, IM & CE	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FATIGA II. Solamente LL, IM & CE	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Manual de Puentes (2018, p.133)

Tabla 2*Factores de carga para cargas permanentes, γ_p*

Tipo de Carga. Tipo de Fundaciones, y Métodos Usados para Fuerza de Arrastre Hacia Abajo (Downdrag)	Factor de Carga	
	Máximo	Mínimo
DC: Componentes y auxiliares	1.25	0.90
DC: Resistencia IV Solamente	1.50	0.90
DD: Downrag Pilotes, a Método de Tomlinson	1.40	0.25
Pilotes, a Método	1.05	0.30
Pilotes Perforados (Drilled Shaft) Metodo de O'Neil and Reese (1999)	1.25	0.35
DW: Superficie de rodadura y accesorios	1.50	0.65
EH: Presion Horizontal de la tierra		
• Activa	1.50	0.90
• En reposo	1.35	0.90
• AEP Para paredes ancladas	1.35	N/A
EL: Esfuerzos Rosiduales acumulados resultantes del proceso constructivo, (Locket – in construcción Stresses)	1.00	1.00
EV: Presión vertical de la tierra		
• Estabilidad global	1.00	N/A
• Muros y estribos de retención	1.35	1.00
• Estructura rígida enterrada	1.30	0.90
• Pórticos rígidos	1.35	0.90
• Estructuras flexibles enterradas		
○ Alcantarillas cajón metálicas, placas estructurales con corrugaciones y alcantarillas de fibras de vidrio.	1.50	0.90
○ Alcantarillas termoplásticas	1.30	0.90
○ Entre otros	1.95	0.90
ES: Carga superficial (Sobrecarga) en el terreno	1.50	0.75

Fuente: Manual de Puentes (2018, p.134)

1.3.11. Cargas de viento: WS

1.3.11.1. Presión horizontal del viento

1.3.11.1.1. Condiciones generales

Todas las precisiones están en función a viento de, VB , de 160 km/h. Por ello, se debe tener en cuenta la distribución del área del puente de acuerdo a la velocidad del viento, uniformemente distribuido. Para calcular el área se tendrá en cuenta además todos los aspectos tales como piso, vistas tanto de elevación como las perpendiculares, barandas. Todo ellos se deberán considerar para atender a las solicitudes extremas que existen para la construcción de puentes.

Debe tenerse en cuenta que para puentes que estén por encima de los 10.000 mm ya sea sobre terreno firme o agua, cumplirá estrictamente el diseño V_{dz} , así:

$$V_Z = 2.5 V_0 \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right) \text{--- --- --- --- --- (1.1)}$$

Donde:

V_Z = velocidad de viento de diseño a la altura de diseño, Z (km/h)

V_{10} = velocidad del viento a 10.000 mm sobre el nivel del terreno o sobre el nivel de agua de diseño (km/h)

V_B = velocidad básica del viento igual a 160 km/h a una altura de 10.000 mm, con la cual se obtiene las presiones de diseño especificadas en los Artículos 3.8.1.12 y 3.8.2

Z = altura de la estructura en la cual se están calculando las cargas de viento, medida desde la superficie del terreno o del nivel del agua, > 10.000 mm

V_0 = velocidad friccional, característica meteorológica del viento tomada como especifica en la tabla 1 para diferentes características de la superficie contra el viento (km/h)

Z_0 = longitud de fricción de fetch o campo de viento aguas arriba

Tabla 3

Valores V_0 y Z_0 condiciones de superficie contra el viento.

CONDICION	TERRENO ABIERTO	AREA SUBURBANA	AREA URBANA
V_0 (km/h)	13.2	17.6	19.3
Z_0 (mm)	70	1000	2500

Fuente: AASHTO LRFD (Tabla 3.8.1.1-1)

1.3.11.2. Presión del viento sobre las estructuras: WS

1.3.11.2.1. Condiciones generales

Dependiendo de las condiciones naturales constantes en la zona del proyecto se puede justificar estandarizar las velocidades más frecuentes del viento, asumiendo que se manifiesta por lo general direcciones horizontales del viento. Sin embargo, es necesario analizar lo que dispone el art. 3.8.3 De no tenerse nada preciso deberá medirse la presión del viento según el diseño MPa, determinándolo así:

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 = P_B \frac{V_{DZ}^2}{25.600} \text{ ----- (1.2)}$$

P_B = presión básica del viento

Tabla 4

Presiones básicas, P_B , correspondientes a $V_B=160$ km/h

COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA	CARGA A BARLOVENTO MPa	CARGA A SOTAVENTO MPa
Reticulados, columnas y arcos	0,0024	0,0012
Vigas	0,0024	NA
Grandes superficies planas	0,0019	NA

Fuente: AASHTO LRFD (Tabla 3.8.1.2.1-1)

Para tomar la carga del viento deberá tomarse superior a La carga 4,4 N/mm en el plano de un cordón a barlovento ni 2,2 N/mm en el plano de un cordón a sotavento de un componente reticulado o en arco. Además, también debe ser superior a 4,4 N/mm tanto en vigas o vigas cajón.

1.3.11.3. Presión vertical del viento

Es necesario tomar en cuenta la presión vertical del viento que debe ser superior a $9,6 \times 10^{-4}$ MPa por el ancho del tablero, que incluye los parapetos además de las aceras asumiéndolas como carga lineal longitudinal. Se recomienda verificar lo que establece el Art. 3.8.3.

La fuerza evaluada líneas arriba deberá aplicarse a los estados límites excluyendo a vientos sobre la sobrecarga; sólo teniendo en cuenta los viento perpendiculares al puente.

1.3.12. Ensayo de esclerometría

AMAYA (2011), plantea que este método permite determinar el número de rebote en el concreto, para ello se emplea un martillo elaborado con acero y que es impulsado por un resorte.

Importación y ejecución:

Permite analizar cuan uniforme es el concreto en la zona del proyecto, permitiendo determinar mejor la calidad de la estructura y establecer la calidad de resistencia en el lugar.

Equipos a emplear

Martillo de Rebote: Este martillo es de acero y que es impulsado por un resorte, golpeando así el émbolo al impacto con la superficie de la estructura. La velocidad con la que se impulsa el martillo debe ser constante y se mide mediante una escala lineal.

Este material debe ser revisado anualmente o cuando sea necesario según el nivel de su funcionamiento.

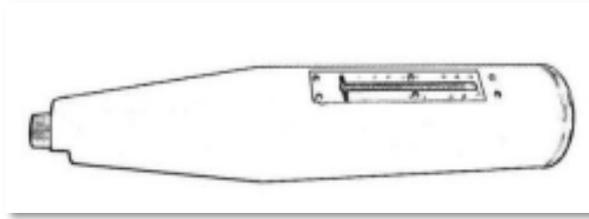


Figura 2. Esclerómetro

Fuente: Amaya, Diaz (2011, p.302)

Procedimiento:

1. Seleccione la superficie a ensayar.
2. Emplee la piedra para pulir la zona de ensayo, el diámetro recomendado debe ser de 150 mm (6 pulg). Tenga en cuenta de no pulir superficies lisas, no es necesario.
3. Es necesario que la superficie no tenga humedad, de lo contrario deberá removerlo.
4. Ubique el martillo en la superficie de ensayo.
5. Verifique que el émbolo se encuentre perpendicular a la superficie.
6. Ejercer presión ligera en el instrumento hacia el martillo para asegurar el impacto.
7. Luego del impacto presione el instrumento, de ser indispensable podrá presionar el botón lateral y asegurar el bloque del émbolo.
8. Asegúrese que el número del rebote se ubique en la escala cercana al número entero.
9. Anote la ubicación de rebote.
10. Vuelva a realizar el ensayo hasta 9 veces y realizar 10 lecturas. Los puntos deben guardar distancia de 25mm aproximadamente,
11. Reitere el procedimiento previo para cada una de las zonas de ensayo.

Para el cálculo debe:

- Estimar el resultado promedio de 10 lecturas.
- Descarte las lecturas diferentes del promedio de 10 lecturas obtenidas en más de 6 unidades.
- Establecer el promedio restante.

Si del cálculo realizado se obtiene 2 lecturas diferente del promedio por 6 unidades, se descartan las lecturas y establezca un número para ver el rebote de 10 ubicaciones nuevas. (p.301-303)

1.3.13. Ensayo ultrasonido

Según la revista **NDT JAMES INSTRUMENTS INC.** Menciona que:

Aplicaciones:

- **Hormigón.** – Es un material comúnmente empleado debido a su calidad en las obras de concreto. Permite establecer la velocidad, resistencia y todo ello bajo parámetros establecidos convencionalmente, asegurando un análisis no destructivo.
- **Madera.** – Es empleado para el análisis no destructivo. Mediante una evaluación ultrasónica se puede detectar, también grietas u otros problemas que por lo general tiene la madera.

Técnicas:

El V-Meter Mark III consta un transductor emisor, uno receptor y un reloj electrónico de alta velocidad muy preciso. En el transductor emisor se genera un pulso eléctrico el cual es transformado en vibración mecánica. Esta vibración se transmite al hormigón. En otra ubicación del hormigón, el transductor receptor se coloca en contacto con el hormigón para recibir la onda de ultrasonido. Cada pulso ultrasónico es registrado al llegar al receptor y el tiempo de vuelo se muestra en la pantalla. El procedimiento es a la inversa de lo que ocurre en el emisor, el receptor procesa la energía y la convierte en señal eléctrica que hace detener el reloj de alta velocidad. El tiempo transcurrido desde que el pulso sale del emisor hasta que llega al receptor es mostrado en la pantalla de cristal líquido, la precisión del reloj es de 0.1 microsegundos.

1.3.14. Evaluación de estructura

1.3.14.1. Demanda de servicio

Lo constituye toda combinación de cargas y que pueden ser controladas a nivel de estructura y conexiones, que resultan de la

transitabilidad vehicular. (MANUAL DE PUENTES, 2016, p.99)

1.3.14.2. Fisuras del concreto en los elementos estructurales

AASHTO LRFD, (2014) establece que podrían formarse fisuras tan grandes que podrían ocasionar que ingrese el agua, aumentando así los daños y cargas gravitacionales. (p.233)

1.3.14.3. Capacidad de carga de servicio

AASHTO LRFD, (2014), es la consecuencia producto de una aceleración de la gravedad que tra como resultado una deformación a nivel de volumen.

1.3.14.4. Resistencia de los elementos estructurales

AASHTO LRFD (2014) establece que la resistencia de los componentes solicitados son el resultado de satisfacer las condiciones básicas de compatibilidad además del equilibrio a las deformaciones. Para ello debe determinarse las tensiones que lo forman y sus relaciones, inclusive de manera empírica. (p.69)

1.3.15. Propuesta de reforzamiento

Según CEPREDENAC, (2011) Con la finalidad de mejorar las estructuras y hacerlas más resistentes, es necesario elementos de refuerzos que se ajusten a las técnicas sofisticadas de ingeniería. De esta manera se les dará mayor rigidez y seguridad ante posibles sismos. (p.07)

1.3.16. Reforzamiento estructural

MOLINS, SERRA, (2004), sostienen que se necesita distinguir ciertamente un refuerzo y una rehabilitación. Parecían iguales, sin embargo, la diferencia radica en el objetivo que persiguen además del tiempo en que se aplican. (p.40)

1.3.17. Estabilidad del puente

Todo diseño estructural debe estar preparado para resistir cargas, movimientos, deslizamientos. Para ello, es importante realizar

análisis adecuados, considerando los efectos de las cargas y los pandeos que presenta un material durante su transporte, fabricación, etc. (AASHTO LRFD SECCION 5, 2014, p.31).

1.3.18. Propuesta de reforzamiento

1.3.18.1. Comportamiento dinámico

AASHTO LRFD SECCION 4, (2014), establece que para determinar el comportamiento dinámico que presente un puente deberá analizarse varios componentes como: características, rigidez, volumen, nivel de amortiguamiento, etc. (p.75)

1.3.18.2. Modelamiento de simulación

Según la teoría registrada, al hablar de modelamiento seguimos un proceso que permita el diseño de todo un sistema dinámico y real que permita conocer y aprender las diversas estrategias de su funcionamiento.

1.3.18.3. Software a utilizar

1.3.18.3.1. Robot structural análisis

Desde la aparición de este programa Robot Estructural Analysis Professional la ingeniería tiene la gran facilidad de comprender mejor y realizar análisis eficientes sobre la variedad de las construcciones.

Robot structural análisis se ha convertido en un valioso aliado, dado que permite la simulación de las diferentes edificaciones y su comportamiento de una manera más efectiva. Permite a los ingenieros obtener información más avanzada de análisis.

Otro gran beneficio es que a través del programa podemos determinar los posibles fallos a presentarse en el proyecto y establecer a tiempo correctivos. (NIETO, 2015, p. 41)

1.3.18.3.2. Modelo analítico

Para un modelado analítico se realiza a través de 3D, de manera muy simplificada permite tener una simulación física del proyecto. El modelo analítico permite viabilizar todos los componentes que constituirán el sistema, tales como geometría, materiales y sus propiedades, etc.

La elaboración de un modelo analítico permite obtener además modelos estructurales como son: armazón, pilares, muros, cimentación, etc.

Todo modelo analítico contiene:

- Lineamientos del ejemplar.
- Componentes y características del material físico.
- Un modelo muy parecido al modelo estructural a ejecutar.
- Una relativa posición o ubicación para visualizar a través de un plano de proyección. (EDILIZIA DESARROLLOS CONSTRUCTIVOS, 2012)

1.3.18.4. Costo y presupuesto

1.3.18.4.1. Costo

Lo constituye toda la inversión económica que demandará la ejecución de un proyecto. Es la proyección en término de dinero, procesos, mano de obra, administración, logística, etc. de un proyecto en general. (p.28)

1.3.18.4.2. Presupuesto

GARDER, (2001), define al presupuesto como el estudio a través del cual se establece el costo de un proyecto, además de establecer el tiempo que tomará ejecutar el mismo. (p.9)

1.3.18.4.3. Costo unitario

Es determinar el costo unitario entre el precio por volumen, ya sea de un material, producción, insumos, etc. El costo unitario permite también calcular los márgenes de utilidad. (TUTORIAL PARA ASIGNATURA COSTOS Y PRESUPUESTO, 2003, P. 29)

1.3.18.4.4. Partida

Según Costos y presupuesto en edificación, se llama partida a cada uno de los rubros en los que está dividido la obra y que cada uno tiene un monto económico asignado. La partida permite la inversión en todos los componentes y/o materiales proyectados para la obra; además permite el pago de la mano de obra. (p.10)

1.3.18.4.5. Metrado

Es la información que se obtuvo luego de la lectura ordenada y a través de escalas establecidas. El metrado permite calcular la extensión de la obra multiplicado por su respectivo costo unitario para determinar el nivel de rentabilidad y costo del proyecto. (COSTOS Y PRESUPUESTO EN EDIFICACION, 2003, P. 10)

1.4. Formulación de problema

1.4.1. Problema General:

- ¿Cuál es la Evaluación de Estructura y Propuesta de Reforzamiento del Puente Peatonal Shamboyacu, Picota - San Martin, 2018?

1.4.2. Problemas Específicos:

- ¿Cómo influye la demanda de servicio en el Puente Peatonal Shamboyacu, Picota - San Martin, 2018?
- ¿Como se evaluará la resistencia de los elementos estructurales del Puente Peatonal Shamboyacu, Picota - San Martin, 2018?
- ¿Cómo determinar el reforzamiento de los componentes estructurales del Puente Peatonal Shamboyacu, Picota - San Martin, 2018?

- ¿Cómo evaluar la rigidez, masa y periodo fundamental de vibración a partir del análisis del comportamiento dinámico ante cargas inerciales como sismo y viento de un modelo matemático representativo del Puente Peatonal Shamboyacu, Picota - San Martín, 2018?
- ¿Cómo cuantificar el costo de la intervención a nivel de reforzamiento estructural del puente peatonal Shamboyacu, Picota - San Martín, 2018?

1.5. Justificación del estudio

Justificación teórica

En la actualidad, la ingeniería civil ha extendido considerablemente sus ramas de especialización, siendo una de ellas, el diseño sísmico y estructural, abarcando el tema de los puentes peatonales los cuales son un factor de desarrollo y conectividad, para ello se tendrá como fuente teórica al Manual de Diseño de Puentes (2018) del MTC y AASHTO LRFD (8 edición, 2017) que es fundamental en este campo.

Justificación práctica

Es importante resaltar que la población de Shamboyacu hace uso frecuente de dicho puente peatonal, puesto que es su principal acceso de conexión a diversas comunidades aledañas, por ello la presente investigación trata de mencionar los diversos aspectos que serán evaluados e identificar los tipos de ensayos que se realizarán a la estructura para generar propuesta alguna de reforzamiento, además es replicable ya que se puede efectuar en otros lugares con la finalidad de recuperar la capacidad operativa del puente peatonal.

Justificación por conveniencia

El presente trabajo de investigación tiene como función realizar una evaluación y analizar los factores que influyen en este proceso, esto nos servirá para identificar la viabilidad de la propuesta de reforzamiento que se planteará. Esto permitirá fortalecer el conocimiento adquirido en el desarrollo curricular.

Justificación social

Muchos pobladores que transitan son perjudicados por la presencia de fallas, falta de mantenimiento y reforzamiento en puentes peatonales, es por ello la realización de este estudio para que nos permita establecer criterios de evaluación y plan de reforzamiento en dichas construcciones, no simplemente

enfocarse en tener en cuenta sobre los diversos componentes que se presentan con respecto a las cargas vivas, sino también en evaluar las frecuencias naturales mínimas que puedan repercutir, de tal manera que se pueda generar confort y seguridad en la transitabilidad de la población.

Justificación metodológica

Los resultados que se obtengan de la presente investigación sobre la evaluación de estructura del puente peatonal Shamboyacu de la provincia de Picota, podrán ser utilizados como base teórica para proyectos futuros y existentes que tengan como objetivo elaborar una propuesta de reforzamiento o realizar ensayos para evaluar la funcionalidad de la estructura.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

- Al realizar la evaluación de estructura podremos elaborar la propuesta de reforzamiento del puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.

1.6.2. Hipótesis Específicos

- La demanda peatonales o vehiculares tienen una influencia puntual para la evaluación de estructura del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.
- Mediante ensayos no destructivos como ultrasonido y esclerometría se podrá determinar la resistencia del concreto que conforman los elementos estructurales del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.
- Se realizará el modelamiento de simulación con el software robot structural analysis para elaborar propuesta de reforzamiento del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.
- El análisis dinámico modal de un modelo matemático representativo, permitirá evaluar la rigidez, masa y periodos fundamentales de vibración ante cargas inerciales como sismo y viento del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.
- El análisis de costos unitarios de las actividades de reforzamiento permitirá evaluar el costo estimado de la intervención a nivel de reforzamiento estructural del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.

1.7.Objetivos

1.7.1. Objetivo general

- **Evaluar la estructura** y formular la **propuesta de reforzamiento** del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.

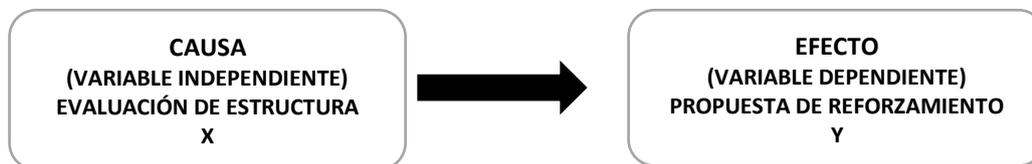
1.7.2. Objetivos específicos

- Identificar la demanda y población beneficiada directa en el Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.
- Evaluar y determinar la resistencia del concreto que conforman los elementos estructurales mediante ensayos no destructivos como ultrasonido y esclerometría en el Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.
- Realizar modelamiento de simulación con el software robot structural analysis del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.
- Evaluar la rigidez y periodos de vibración natural mediante el análisis dinámico ante cargas inerciales como sismo y viento de un modelo matemático del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.
- Determinar los análisis de costos unitarios y el costo estimado de la intervención a nivel de reforzamiento estructural del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

El diseño del presente trabajo de investigación es PRE-EXPERIMENTAL, por que mantiene una relación causa – efecto.



Relación de variables independiente y dependiente: **R**



2.2. Operalización de variables

2.2.1. Variables

Variable independiente: Evaluación de la Estructura (causa)

Variable dependiente: Propuesta de Reforzamiento (efecto)

2.2.2. Operalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Evaluación de estructura (Variable Independiente)	Según MUÑOZ, 2015. Es procedimiento basado en una observación visual que permite determinar indicadores de calidad en la estructura de los puentes. De esta manera se asegura la integridad y detectar a tiempo las posibles fallas.	En la evaluación de estructura se tendrá en cuenta la demanda de servicio, fisuras de concreto en los elementos estructurales, capacidad de carga de servicio y resistencia de los elementos.	Demanda y Población	Peatonales	Intervalo
			Resistencia de los elementos estructurales	Resistencia a la comprensión	Intervalo
				Resistencia al flexo compresión	
				Resistencia al flexo tracción	

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Propuesta de reforzamiento (Variable Dependiente)	Según CEPREDENAC, (2011) es proceso a través del cual las edificaciones son sometidas a la aplicación de técnicas propias de la ingeniería permitiendo así el reforzamiento a la estructura realizada, brindando rigidez y solidez antisísmica. (p.07)	Elaborar un modelamiento matemático empleando para ello, el simulador robot structural analysis de autodesk y para así demostrar el comportamiento dinámico del puente peatonal y plantear el reforzamiento estructural donde sea requerido.	Comportamiento dinámico	Distribución de masa Distribución de rigidez Periodo fundamental de vibración	Intervalo
		Elaborar los costos unitarios y la cuantificación del presupuesto de intervención a nivel de reforzamiento estructural.	Costos y presupuesto	Presupuesto de manteamiento y reforzamiento	Intervalo

2.3.Población muestral

La propuesta de trabajo de investigación, pretende la evaluación y la manipulación de parámetros y características de un solo objeto, según el problema específico establecido, se pretende la **Evaluación de Estructura y Propuesta de Reforzamiento del Puente Peatonal Shamboyacu** teniendo como longitud del puente 90 metros de largo y 2 metros de ancho, por lo que la población y muestra serán las mismas ya que se trata de una muestra dirigida. Esto debido a la naturaleza del estudio ya que se realizará el cuidadoso análisis de características estructurales del puente, objeto de investigación.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

- **Ensayos de campo**

Para la evaluación de la estructura del puente peatonal se determinó los ensayos no destructivos porque implica un daño no visible a la estructura, además, estos tipos de pruebas, como el ensayo de esclerometría y ultrasonido, los cuáles son importantes, nos permitió determinar los parámetros de calidad del concreto, la resistencia a la compresión de los cuales está constituido las torres del puente colgante existente.

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

2.4.1.1. Ensayos de resistencia de concreto

Se aplicó el ensayo a las torres del puente colgante existente, obteniendo resultados para determinar los parámetros y así analizar y evaluar el estado del puente colgante.

2.4.1.2. Demanda y población beneficiada

Se realizó un control de la demanda y población beneficiada que hacen uso directamente del puente peatonal para conectarse viceversa con diferentes centros poblados, como, Santa Rosa, Nuevo Amazonas, Alfonso Ugarte, Chambira, Vista Alegre, Valle la Unión, entre otros, de esta manera se pudo obtener los datos de peatones y vehículos de categoría II-B como motos y trimoviles, que transitan

por el puente. Entonces se pudo llevar un control respectivo sobre los tipos de cargas que influyen en el puente, teniendo en cuenta que este puente no puede sobrepasar los límites de carga.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para los ensayos que se realizarán en el campo, los instrumentos utilizados serán los certificados de ensayos para la adquisición de datos, estos certificados sirven para el cálculo de la resistencia de los elementos estructurales. Para este proyecto de investigación se aplicarán los ensayos no destructivos tales como esclerometría y ultrasonido. Los equipos a utilizar son el esclerómetro y ultrasonido.

2.4.3. Validez del instrumento

La validación del proyecto no se hará por que los formatos de recolección de datos ya están estandarizados y con normas vigentes.

2.4.4. Confiabilidad

Para el desarrollo del presente proyecto se tendrá como confiabilidad los certificados de calibración y que estén en perfecto estado, para que esto nos ayude con datos más precisos en la evaluación y propuesta.

2.5. Método de análisis de datos

2.5.1. Demanda y población beneficiada

Se recolectó los datos mediante observación y conteo en campo, puesto que se captó los hechos de acuerdo a los sucesos presentados en el lugar donde los peatones estudiados viven o se encuentran usualmente. Para ello se tuvo como referencia el formato de MTC (Ministerio de Transportes y comunicaciones) que sirvió como guía para la elaboración de la tabla N° 5 adaptándola según los datos recolectados que se encuentra en el ítem RESULTADOS. Lo cual nos sirvió para identificar la influencia de peatones y vehículos de categoría II-B. Por otro lado, se recolectó información del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) para el desarrollo de la demanda y población beneficiada

directamente, contando con el número de pobladores según los caseríos que conecta el puente peatonal; todos estos datos están plasmados y se encuentra en la tabla N° 6 y para respaldar la información se adjunta en los ANEXOS N° 02 y 03.

2.5.2. Ensayos no destructivos: Esclerometro y Ultrasonido

2.5.2.1. Esclerometría

Se realizó los ensayos de esclerometría según la NTP 339.181 que consta de 16 lecturas en diferentes puntos de las torres del puente. Cada punto deberá estar separado cada 25mm (1pulg.), esto nos permitió evaluar la uniformidad y delimitar las regiones del concreto deteriorado. Como se muestra en tabla N° 7 y en el ANEXO N° 04.

2.5.2.2. Ultrasonido

El ensayo de ultrasonido nos ayudó a determinar la calidad del concreto, estos ensayos tienen como finalidad obtener resultados que nos permitan identificar la resistencia de concreto, y así mediante estos comprobar si las torres del puente cumplen con la resistencia adecuada según las normas establecidas indicados en la Tabla N° 8 en el ítem RESULTADOS respaldando la información en el ANEXO N° 05.

2.5.3. Modelamiento de simulación: Robot Structural

Mediante el modelamiento de simulación en el programa Robot Structural Analysis, creada por la compañía AUTODESK, se realizó el procesamiento de los datos obtenidos, teniendo en cuenta los componentes estructurales del puente peatonal, previamente insertando los tipos de cargas que se va someter al puente como se indica en la tabla N° 11 y el anexo N° 06. De esta manera se pudo comprobar las diferentes combinaciones de cargas y la deflexión máxima del puente colgante, para esto se tuvo que tomar medidas en campo que se muestra en la tabla N° 09 y teniendo conocimiento de la situación actual como se indica en la tabla N° 10.

2.5.4. Evaluación de rigidez y periodos de vibración natural

Mediante el modelamiento de simulación, se realizó la evaluación de la rigidez en diferentes partes de la estructura, también se llevó a cabo las diferentes cargas dinámicas tales como sismo y viento para poder determinar el comportamiento ante la vibración natural del puente. Por lo tanto, se muestra los tipos de modos propio en la tabla N° 12 y los tipos de desplazamientos como se muestra en las figuras N° 7, 8, 9, 10.

2.5.5. Análisis de costos unitarios y el costo estimado de la intervención a nivel de reforzamiento estructural del Puente peatonal

Se realizó el análisis de costos unitarios de la propuesta de reforzamiento de la estructura del puente peatonal Shamboyacu, para la determinación del costo estimado, como se muestra en la tabla N° 13 y el anexo N° 09. Teniendo en cuenta la normativa de CAPECO lo cual permitió que la investigación tenga un respaldo.

2.6. Aspectos éticos

Se tendrá en cuenta la información y resultados de la investigación del autor avalado por la norma internacional ISO 690. Esta información será manipulada por el propio autor y guardado en el repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.

III. RESULTADOS

3.1. DEMANDA Y POBLACIÓN BENEFICIADA

Tabla 5

Conteo de peatones, motos y trimoviles en el puente peatonal en hora punta:
7:30am – 8:30 am y 11:45am – 12:45pm.

Dia	Fecha	Clasificación			
		Peatones (niños jóvenes y adultos)		Vehículos categoría II-B (motos y trimoviles)	
		7:30- 8:30	11:45- 12:45	7:30- 8:30	11:45- 12:45
Lunes	22-04-19	182	273	87	73
Martes	23-04-19	143	254	89	54
Miércoles	24-04-19	149	238	82	63
Jueves	25-04-19	161	245	64	61
Viernes	26-04-19	165	198	86	71
Sábado	27-04-19	115	203	56	62
Domingo	28-04-19	137	186	91	57
TOTAL		1052	1597	555	441
PROMEDIO		150.29	228.14	79.26	63

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se muestra los datos obtenidos que en la hora que hay más demanda del puente es de 11:45 – 12:45 teniendo como resultado 1597 personas que transitan el puente y 555 vehículos de categoría II-B que transitan de 7:30 – 8:30.

Tabla 6*Población beneficiada directa en el puente peatonal.*

DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN				
CODIGO	CENTROS POBLADOS	POBLACIÓN CENSADA		
		TOTAL	HOMBRE	MUJER
220708	DISTRITO SHAMBOYACU	3668	1908	1760
0001	SHAMBOYACU	1914	995	919
0002	SANTA ROSA	344	182	162
0008	ALFONSO UGARTE	783	415	368
0027	VISTA ALEGRE	367	182	185
0047	VALLE LA UNION	260	134	126

Fuente: Elaboración Propia**Interpretación:**

Se muestra en la tabla los centros poblados beneficiados directamente, teniendo un total de 1908 hombres y 1760 mujeres que dan uso del puente peatonal, teniendo un total de los centros poblados más cercanos de 3668 personas entre hombres y mujeres.

3.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS: ESCLEROMETRIA Y ULTRASONIDO**3.2.1. Esclerómetro****Tabla 7***Ensayo de esclerometría*

ESTRUCTURA	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Prueba 1 Torre 1- Izquierdo	221
Prueba 2 Torre 1- Izquierdo	224
Prueba 3 Torre 1- Derecha	222
Prueba 4 Torre 1- Derecha	212
Prueba 5 Torre 2- Derecha	206
Prueba 6 Torre 2- Izquierda	204

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En la tabla se muestra la resistencia de las torres del puente mediante golpes del esclerómetro, esto se dio a cada margen del río obteniendo resistencias de la torre 1 por el lado derecho $222(\text{kg}/\text{cm}^2)$ e izquierdo $224(\text{kg}/\text{cm}^2)$, también de la torre 2 por el lado derecho $206(\text{kg}/\text{cm}^2)$ e izquierdo $204(\text{kg}/\text{cm}^2)$.

3.2.2. Ultrasonido

Tabla 8

Ensayo de ultrasonido

Estructura	Promedio m/seg	Promedio km/seg	Resistencia kg/cm^2
Prueba 1 izquierdo de la torre 1	2272	2.27	217
Prueba 2 izquierdo de la torre 1	2304	2.30	221
Prueba 3 derecho de la torre 1	2281	2.28	218
Prueba 4 derecho de la torre 1	2194	2.19	207
Prueba 5 derecho de la torre 2	2169	2.17	204
Prueba 6 izquierdo de la torre 2	2196	2.20	207

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el ensayo de ultrasonido se identificó diferentes tipos de resistencias en las torres del puente peatonal, teniendo en la torre 1 del margen derecho $218(\text{kg}/\text{cm}^2)$ e izquierdo $221(\text{kg}/\text{cm}^2)$, también de la torre 2 en el margen derecho $204(\text{kg}/\text{cm}^2)$ e izquierdo $207(\text{kg}/\text{cm}^2)$. Se puede observar las diferentes resistencias del concreto puesto que es una resistencia acercada a los $210 \text{ kg}/\text{cm}^2$, entonces esto es una resistencia que se aproxima y conveniente para el modelamiento del proyecto de investigación.

3.2.3. Correlación de ensayos no destructivos

Tabla 9

Puntos de intersección entre los ensayos de esclerometría y ultrasonido

Numero de prueba	Estructura	Resistencia por ensayo en kg/cm^2	
		Esclerometro	Ultrasonido
1	Torre 1 – lado izquierdo	221	217
2	Torre 1 – lado izquierdo	224	221
3	Torre 1 – lado derecho	222	218
4	Torre 1 – lado derecho	212	207
5	Torre 2 – lado derecho	206	204
6	Torre 2 – lado izquierdo	204	207

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se muestra en la tabla, los datos obtenidos de los estudios realizados en campo, para así ordenar la intersección de los ensayos de Esclerometro y ultrasonido, para poder ejecutar la correlación de los ensayos no destructivos de la estructura del puente Shamboyacu

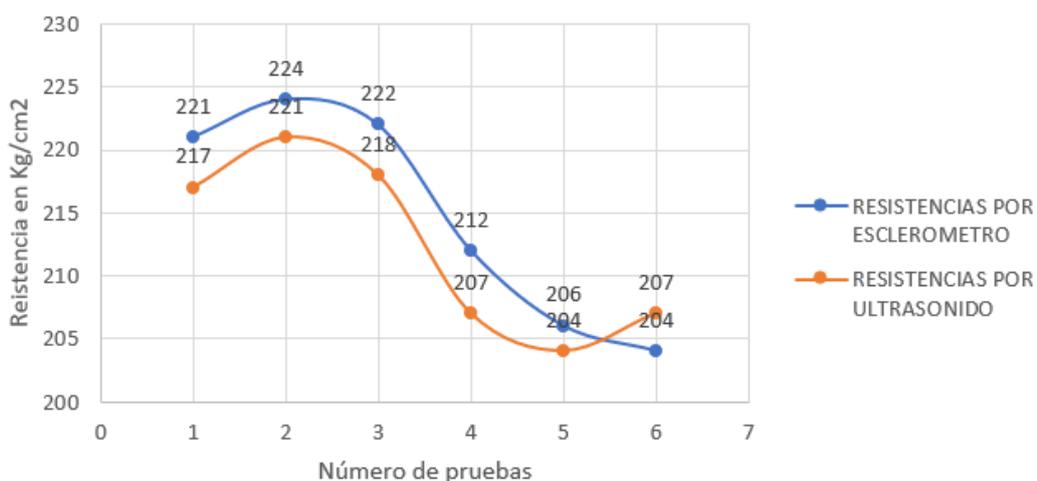


Figura 3. Curvas de resistencia por ensayo en cada prueba

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se muestra en la imagen los numero de pruebas con su resistencia correspondiente de cada uno, por cada ensayo de esclerometría y ultrasonido, el grafico ayudara a realizar la correlación respectiva de ambos ensayos no

destructivos y así determinar la prueba con los valores de resistencia que se realizara la investigación para el modelamiento de simulación.

Tabla 10

Determinación de valores de ecuación lineal

X	Puntos	Y	XY	X ²
221	5	217	47957	48841
224	8	221	49504	50176
222	3	218	48396	49284
212	5	207	43884	44944
206	7	204	42024	42436
204	6	207	42228	41616
Σ	1289	34	1274	273993

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se muestra en la tabla, lo valores de la ecuación lineal para poder calcular los coeficientes de la ecuación a y b, donde b representa la pendiente y a el coeficiente independiente, que se muestra en la ecuación de la figura N° 04.

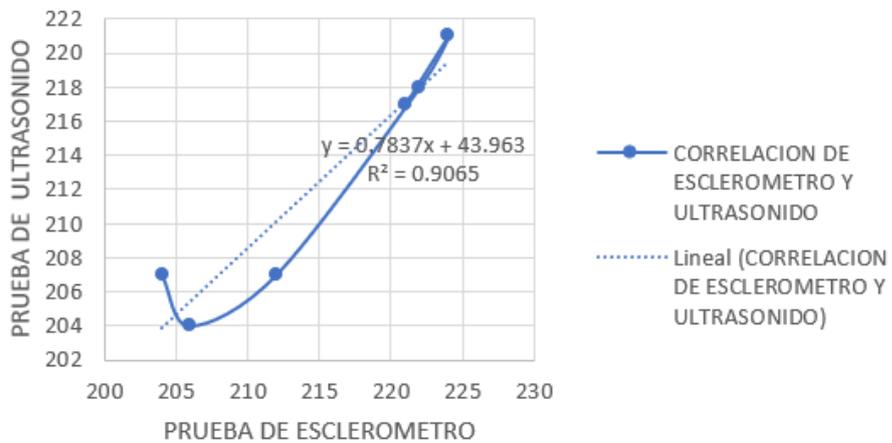


Figura 4. Correlación de esclerometro y ultrasonido

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El grafico nos ayuda a tomar como referencia a la resistencia de 210 kg/cm² ya que esta aproximado con la línea de tendencia, la cual resume los puntos de dispersión del gráfico. Además, que la estructura fue diseñada con resistencia aproximada a la elegida de la correlación, por tal motivo se procesó con esta resistencia en programa a modelar.

3.3. MODELAMIENTO DE SIMULACIÓN

3.3.1. Características geométricas de los elementos estructurales

Tabla 11

Elementos estructurales

Ítem	Descripción	Características
01	Tipo	Colgante tipo peatonal
02	Número de tramos	1 tramo
03	luz	90.00 metros
04	Ancho de Calzada	2.00 metros
05	Diámetro de Cables (tipo boa)	Diámetro de 1½" por banda
06	Diámetro de las Péndolas	Diámetro de ½"
07	Espaciamiento de las Péndolas	2.00 metros
08	Sub Estructura	Margen Izquierda: Torres de concreto armado de 10.90 metros de altura y cámara de anclaje. Margen Derecha: Torres de concreto armado de 10.90 metros de altura y cámara de anclaje.
09	Concreto de torres	Columna; viga y zapata

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En la tabla se muestra las diferentes características de los elementos estructurales del puente peatonal Shamboyacu que fueron corroborados en campo. Se tiene en cuenta los principales elementos estructurales ya que se trata de una evaluación de la estructura para poder realizar la propuesta del mejoramiento del tablero del puente peatonal.

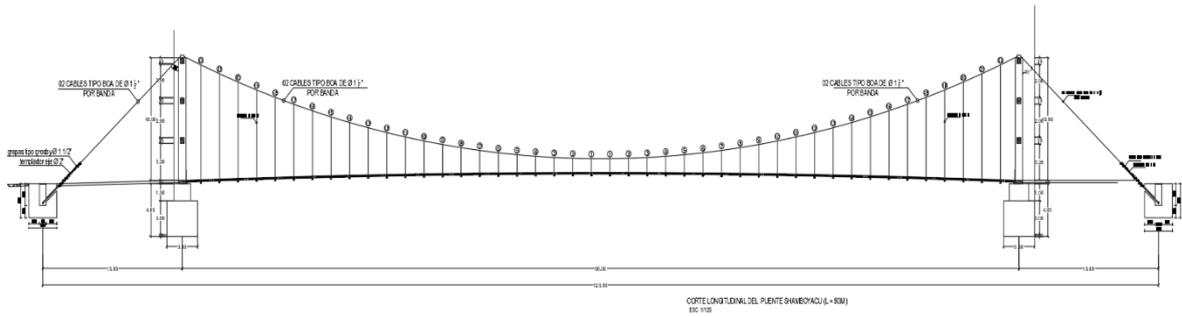


Figura 5. Perfil longitudinal del puente, 2 torres y curvatura del cable tipo BOA
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se puede identificar las partes del puente peatonal, cabe mencionar las siguientes: 2 torres a cada margen del rio, 2 cámaras de anclaje; cable principal de 1 ½” (tipo BOA), péndolas ½”, superestructura de madera y subestructura. Estos elementos estructurales son importantes ya que nos permite evaluar a la estructura y ver las fallas que tiene el puente peatonal ante las diferentes cargas que se somete la superestructura de madera.

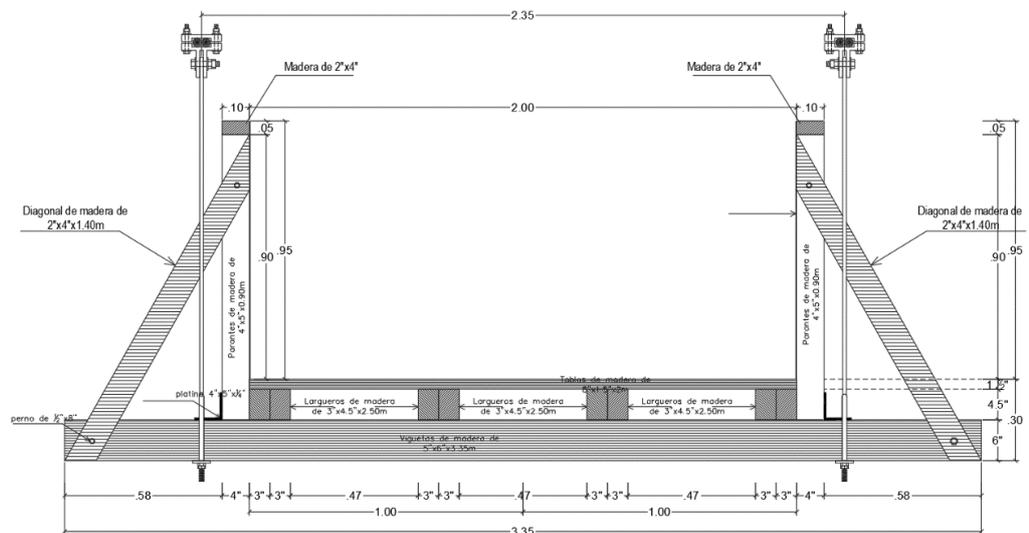


Figura 6. Corte transversal de la superestructura de madera
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se muestra en la imagen los detalles de la superestructura, tales como; pasamanos, viguetas de madera (5” x 6” x 3.35m), largueros (3” x 4.5” x 2.50m), entablado, diagonal de madera (2” x 4” x 1.40m) y pernos (1/2” x 8”).

Estas dimensiones son las que tiene el tablero, puesto que se observó y se tomó en consideración para la evaluación y modelamiento de puente peatonal.

Tabla 12

Estado actual de los elementos estructurales evaluados

Item	Elemento estructural	Situación actual	Evaluación visual
01	Cable principal tipo boa 6x19 1 ½’’	Deteriorado	Se encuentran oxidados los cables existentes.
02	Péndolas ½’’	Deteriorado	Algunos de las péndolas no están sujetos con el tablero existente.
03	Viguetas	Deteriorado	Se encuentran rotas y sueltas del tablero
04	Largueros	Deteriorado	Algunos están rotos y no sostienen al tablero
05	Vías de acceso	Bueno	Se encuentran en buenas condiciones de acceso vehicular
06	Tablero	Deteriorado	En algunas partes están sueltas las tablas y están rotas.
07	Barandas	Deteriorado	Se encuentran rotas a un 30%.
08	Pernos	Deteriorado	Se encuentran oxidados y algunos no están sujetos a las barandas.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se muestra en la tabla el estado de cómo se encuentra los elementos estructurales por las demasiadas cargas que está sometido el puente peatonal, esto hace que las partes del puente peatonal se encuentren en un mal estado y que la superestructura y subestructura estén debilitándose interiormente. Puestos a estas intervenciones se requiere un cambio urgente de los elementos estructurales para una mejor calidad de transporte de las personas de las comunidades más aledañas al puente peatonal Shamboyacu.

3.3.2. Elaboración del modelamiento de simulación: Robot Structural

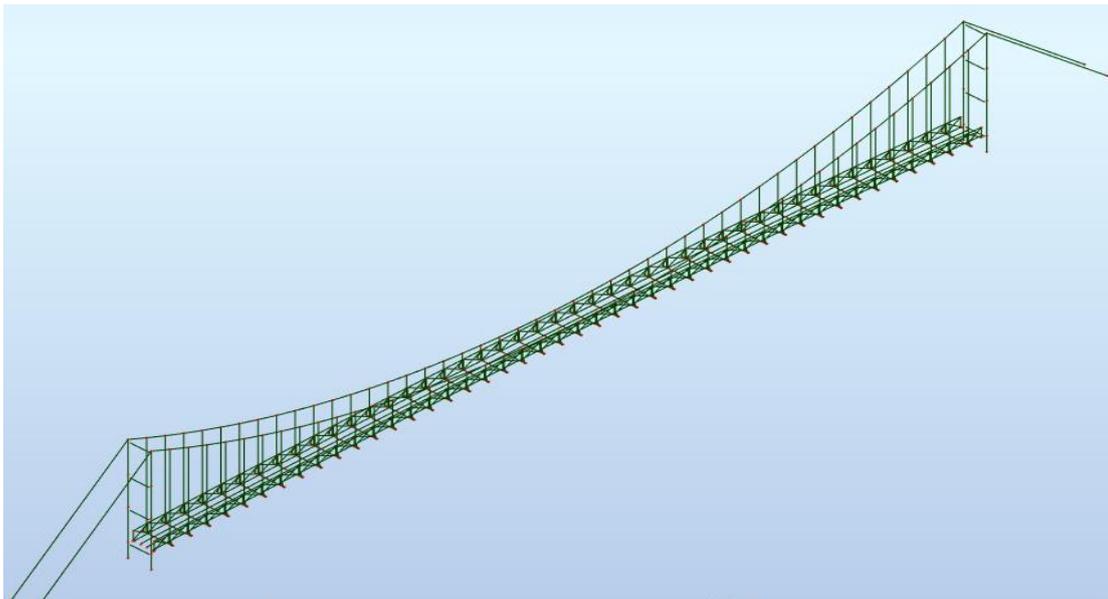


Figura 7. Modelo general del software ROBOT STRUCTURAL

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El programa Robot Structural procesó los datos y características del puente, así mismo nos ayudó analizar y comprobar en que parte está fallando los elementos estructurales. También se ilustra la parte general del modelamiento teniendo en cuenta el levantamiento de observaciones de los elementos estructurales, puesto que ha sido fundamental para el desarrollo de la simulación. Esto ayudó realizar las diferentes combinaciones de cargas según el manual de puentes y de mano la normativa AASHTO LRFD, para poder evaluar la estructura y los demás elementos que componen el puente peatonal.

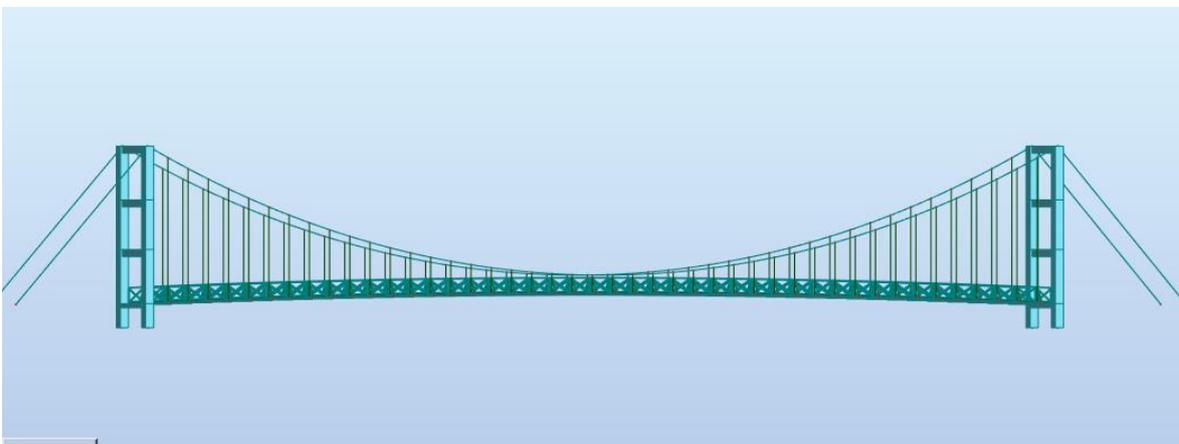


Figura 8. Vista isométrica del modelo general

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se muestra una vista del puente peatonal procesado en el software robot Structural, teniendo en cuenta las diferentes secciones y elementos principales que intervienen en la subestructura, superestructura, cables principales y péndolas, esto es una parte fundamental para empezar con la evaluación de la estructura, para determinar las zonas de probables fallas que tiene el puente peatonal de Shamboyacu.

Tabla 13

Modelamiento de simulación

Item	Cargas que intervienen Tipos de cargas	Valor
1	Carga viva peatonal	440 kg/m ²
2	Carga de viento:	
2.1	Barlovento	446 kg/m ²
2.2.	Sotavento	223 kg/m ²
3	Combinaciones de carga:	
3.1.	Resistencia I	770 kg/m ²
3.2.	Servicio I:	
3.2.1.	PZ	500 kg/m
3.2.2.	PY	130 kg/m ²
4	Evaluación de estructura	
4.1.	Fuerza axial por resistencia I	107.87 tn/m
4.2.	Fuerza axial por servicio I	58.95 tn/m
5	Deflexión	7.61 cm

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se observa los resultados de las cargas que se tiene que tener en cuenta para el modelamiento del puente peatonal como, carga viva peatonal, cargas de viento y las combinaciones de carga según indica el manual de puentes MTC cuando es para puente peatonal tipo colgante. Entonces teniendo estos resultados se evaluó la estructura y se demuestra la combinación por resistencia I ya que esto se relaciona el uso vehicular normal como indica en manual de puente pues en este caso solo transitan vehículos de categoría II-

B y la combinación por servicio I puesto que el uso operativo del puente es normal teniendo en cuenta que esta combinación nos ayuda a verificar la estabilidad del puente. También se obtiene el resultado de deflexiones para poder comparar con el manual y sacar las conclusiones respectivas. Por otro lado, la combinación por carga de fatiga no es aplicada para puentes peatonales para su verificación, como indica el manual de puentes MTC en la tabla 2.4.5.3.1-1 combinaciones de carga y factores de carga(3.4.1-1 AASHTO), ya que solamente es aplicable para un simple camión de diseño que tiene la separación de ejes, entonces la combinación de carga por fatiga se puede realizar en puentes vehiculares como indica en dicha tabla, que para fatiga I solamente se aplica la carga viva vehicular(LL), incremento de la carga viva por efectos dinámicos(IM) y fuerza centrífuga vehicular(CE).

3.4. EVALUACIÓN DE RIGIDEZ Y PERIODOS DE VIBRACIÓN NATURAL

Tabla 14

Modos propios

Caso/modo	Frecuencia (Hz)	Periodo (sec)	. UX (%)	. UY (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)
5/1	0.0376	26.5640	0.0000	40.8532	0.0000	40.8532
5/2	0.0784	12.7592	0.0000	40.8536	0.0000	0.0004
5/3	0.1188	8.4201	0.0000	45.6147	0.0000	4.7611
5/4	0.1270	7.8767	48.5027	45.6147	48.5027	0.0000
5/5	0.1624	6.1586	48.5027	45.6150	0.0000	0.0003
5/6	0.1934	5.1712	48.5027	45.6698	0.0000	0.0548
5/7	0.1945	5.1414	48.5027	45.6698	0.0000	0.0000
5/8	0.2074	4.8221	48.5027	47.0908	0.0000	1.4211
5/9	0.2319	4.3131	48.5027	47.0908	0.0000	0.0000
5/10	0.2331	4.2902	48.5027	47.4108	0.0000	0.3199
5/11	0.2581	3.8742	48.5027	47.4145	0.0000	0.0038
5/12	0.3046	3.2835	48.5027	48.1787	0.0000	0.7641
5/13	0.3603	2.7753	48.5027	48.1894	0.0000	0.0107

5/14	0.3685	2.7134	48.5027	48.1894	0.0000	0.0000
5/15	0.3685	2.7134	48.5027	48.1894	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

La siguiente tabla muestra los diferentes casos y modos a que se somete el puente mediante la carga de sismo y viento. Por lo tanto, se puede observar que en el caso 5 y modo 1 tiene una masa en el eje Y 40.8532 % con una frecuencia y periodo permitido. Por otro lado, en el caso 5 modo 4 tiene una masa en el X de 48.5027 % con una frecuencia y periodo permitido por el manual de puentes. Esto indica que el puente peatonal cumple con los periodos de vibración ante cargas sísmicas como viento y sismo. Por otro lado, tiene una rigidez deteriorada por la transitabilidad de los vehículos de categoría II-B, puesto que el puente no está diseñado para esta clase de vehículos.

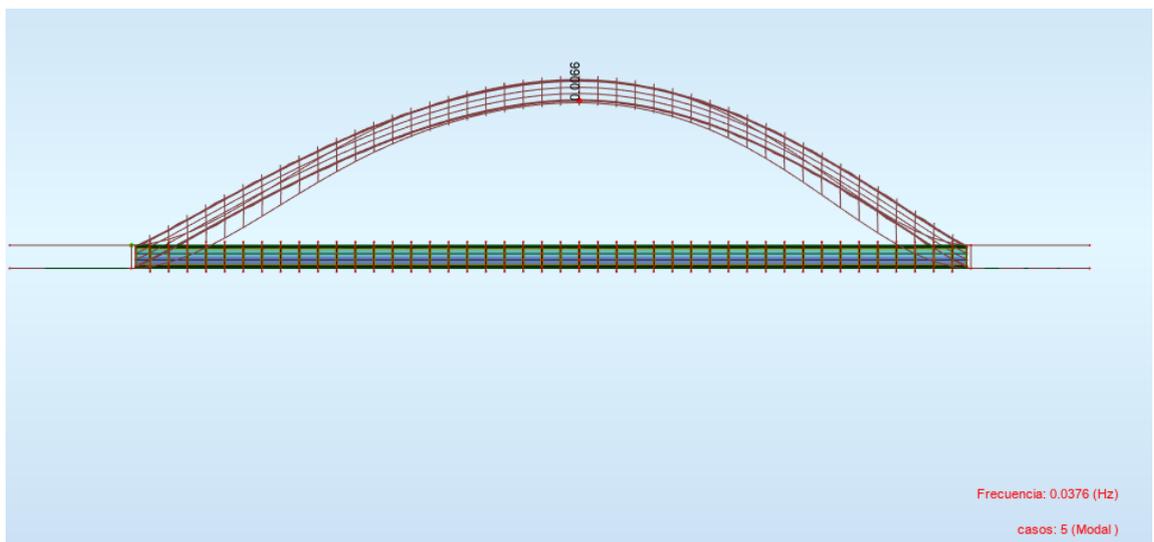


Figura 9. Desplazamiento vertical

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se observa el desplazamiento de la estructura del puente en el caso 5 modo 1 con una masa en el eje Y de 40.8532 %, cumpliendo con la frecuencia y periodos de vibración según el manual de puentes. La figura muestra que en la parte media de la estructura tiene una masa y es por ello que el desplazamiento es mayor en los extremos de la estructura.

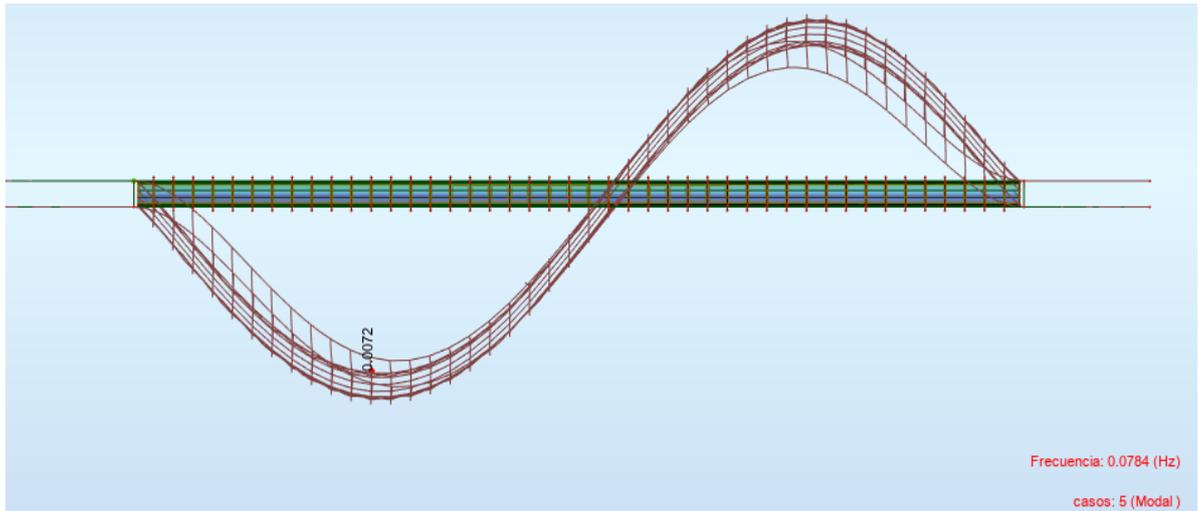


Figura 10. Desplazamiento vertical

Interpretación:

Se muestra el desplazamiento vertical que tiene una deflexión de 0.0072 ya que en tabla de modo propio no afecta con demasiada carga sobre el puente peatonal.

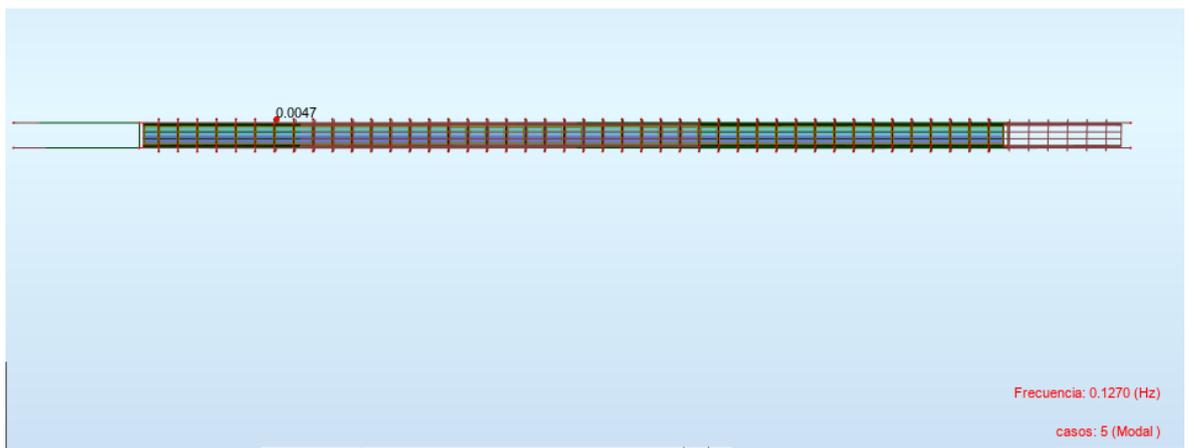


Figura 11. Desplazamiento horizontal

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se observa el desplazamiento horizontal con masa 48.57% participativa como indica en la tabla de modo propio en el eje X, que tiene una relación con la frecuencia y periodos de vibración hacia el puente ante las cargas de viento y sismo. Esto ayuda tener un conocimiento de cómo el puente se comporta ante las diferentes cargas inerciales y combinaciones de cargas

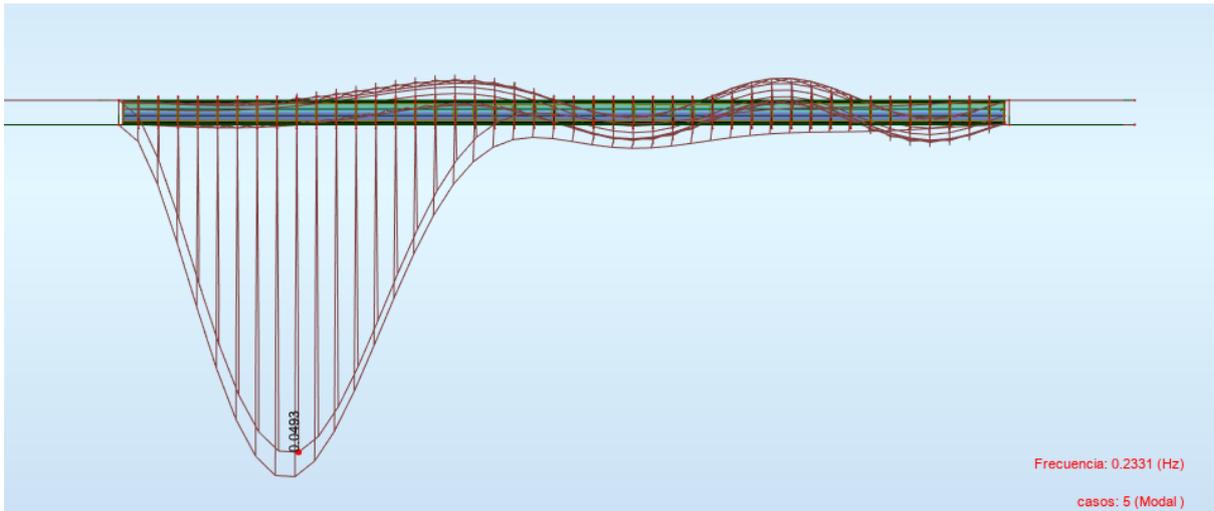


Figura 12. Desplazamiento máximo

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Se ilustra la participación del modo 10 hacia el puente teniendo un resultado de cómo actúa el puente frente a esta carga de sismo y viento, teniendo una frecuencia 0.2331 que está de más a lo que indica el manual de puentes.

3.5. COSTO ESTIMADO DE LA INTERVENCIÓN A NIVEL DE REFORZAMIENTO.

Tabla 15

Presupuesto del costo estimado de la intervención

Descripción	Und	Metrado	Precio unitario	Mano de obra	Material	Equipo	Parcial
SUPER ESTRUCTURA				22,421.26	45,558.20	1,121.39	69,102.63
Vigueta de madera tornillo	ml	147.40	40.29	2,559.46	3,251.40	127.94	5,938.75
Largueros de madera tornillo	ml	360.00	33.12	5,000.83	6,674.40	250.02	11,923.20
Tablero de madera tornillo	ml	704.00	25.85	6,664.92	11,193.60	333.70	18,198.40
Cable ag de 6x19	ml	240.00	39.83	2,567.52	6,866.40	128.28	9,559.20
Péndolas de fiero liso redondo	ml	221.40	20.55	2,223.29	2,212.40	111.17	4,546.48
Accesorios varios del puente	glb	1	9,690.0		9,690.0		9,690.00
Baranda de malla olímpica	ml	180.00	51.37	3,405.24	5,670.00	170.28	9,246.00
PINTURAS				953.80	832.66		1,786.53
En péndolas, base y esmalte	m2	9.24	10.23	53.89	40.66		94.53
Barandas metálicas esmalte	m2	180.00	9.40	899.91	792.00		1,692.00
Costo directo							70,889.16

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

El siguiente cuadro nos expresa el costo que tendrá el reforzamiento del puente peatonal, se consideró lo que se va intervenir propia de la superestructura y el pintado de los elementos estructurales, conservando las torres y las cámaras de anclaje, puesto que la subestructura se encuentra en buenas condiciones del uso de la estructura. Por otro lado, la rigidez del puente no está apta ya que abarca la superestructura por donde se transita con mucha demanda hacia el puente peatonal Shamboyacu.

IV. DISCUSIÓN

Con respecto a la influencia de la demanda de servicio de la población beneficiada directa en el puente peatonal Shamboyacu, contrastamos con los autores CAMPOS, Sergio; VELAZQUES, Salvador; que en su trabajo de investigación titulado: *Plan de gestión de proyectos de puentes de el Salvador*, concluyen que la conectividad vial en áreas urbanas y suburbanas es incongruente con el aumento de vehículos que transitan en vías principales y secundarias, esto no da lugar a mejorar la movilidad de las comunidades, donde hay cortes de camino, ríos, quebradas o cualquier corte de paso vehicular y peatonal. Este es el caso de la colonia Lorena sobre la quebrada Las Lajas, municipio Mejicano. Cabe mencionar que los resultados obtenidos en la tabla N° 5 se identificó el uso frecuente, el cual implica una influencia puntual para la evaluación puesto que a través de estos resultados se evaluó la importancia de la transitabilidad y uso del puente que conecta con comunidades aledañas, además se puede deducir que mediante el número de personas que transitan por dicho puente es mayor a lo estimado, aunque no se tiene un recuento preciso para poder definir un porcentaje del máximo de personas que se movilizan a diario por dicho puente en transcurso del año. En la tabla N° 6 se corrobora la cantidad total de personas, entre hombres y mujeres de algunos de las principales comunidades que hacen uso frecuentemente del puente peatonal para trasladarse de un lugar u otro a diario. Entonces, mediante la identificación y análisis de influencia de la demanda de servicio en el puente peatonal. Se indica en la tabla N° 5 que el tránsito de los peatones y vehículos categoría II-B durante las horas establecidas de 7:30 am – 8:30am y 11:45am – 12:45pm en un periodo consecutivo de 7 días, fueron necesarios para la elaboración y justificación de la propuesta de reforzamiento del puente peatonal Shamboyacu. El tránsito de vehículos de categoría II-B en la que se identificó que el día lunes se cuenta con un mayor índice de transitabilidad mientras que el día jueves es uno de los días con menor concurrencia pero que no desciende de manera abrupta, lo cual según lo estimado no se esperaba, ya que, por ser la única vía de acceso a diversos lugares, los pobladores optan por este puente mediante un vehículo. Por lo tanto, se valida la hipótesis ya que la influencia de la demanda peatonal por ser frecuente, es fundamental para la evaluación de la estructura del puente.

En la presente tesis se empleó el uso del esclerómetro validado y calibrado para la obtención de datos que nos presenta la tabla N° 7, mostrándonos los resultados obtenidos de los ensayos no destructivos de esclerometría de cargas uniaxiales realizados en los elementos estructurales para la determinación de las regiones deterioradas y la uniformidad del concreto. Se puede observar que en la torre 1 que se encuentra en el margen izquierdo del río muestra como dato en la prueba 1 la resistencia de 221 kg/cm^2 y en la prueba 2 se tiene 224 kg/cm^2 . En la torre 1 ubicada al margen derecho del río se muestra como dato la Prueba 3 con una resistencia de 222 kg/cm^2 , en la prueba 4 se tiene 212 kg/cm^2 , en la torre 2 prueba 5 una resistencia de 206 kg/cm^2 y en la prueba 6 del margen izquierdo 204 kg/cm^2 . Estos resultados se asemejan a los límites de los valores del concreto 210 kg/cm^2 , por lo que se puede determinar que los valores que resultaron de estas pruebas son casi uniformes ya que no varían. En la presente tesis se empleó el uso de instrumentos validados y calibrados para la obtención de datos que nos presenta la tabla N° 8, en la que nos indican los valores obtenidos mediante el ensayo no destructivo de ultra sonido con el cual se determinó la resistencia y durabilidad del concreto mediante pulsos ultrasónicos que permitieron obtener los datos promedio (m/s) (km/s) y de resistencia en (kg/cm^2) tales como en el lado izquierdo del río La Torre 1 en la prueba 1 un valor de 2272 m/s , 2.27 km/s y una resistencia de 217 kg/cm^2 ; en la prueba 2 un valor de 2304 m/s , 2.30 km/s y una resistencia de 221 kg/cm^2 ; en la prueba 3 un valore de 2281 m/s , 2.28 km/s y una resistencia de 218 kg/cm^2 ; en la prueba 4 un valor de 2194 m/s , 2.19 km/s y una resistencia de 204 kg/cm^2 ; En la torre 2 la prueba 5 muestra un valor de 2169 m/s , 2.17 km/s y una resistencia de 204 kg/cm^2 ; la prueba 6 indica un valor 2196 m/s , 2.20 km/s y una resistencia de 207 kg/cm^2 . Por lo tanto, se valida la hipótesis, que mediante los ensayos no destructivos se determinó la resistencia de concreto que conforman los elementos estructurales del puente peatonal.

Según Robot structural análisis indica; la posibilidad de efectuar análisis estructurales complejos de multitud de tipos de construcciones. Es un potente programa de simulación y análisis que puede correr gran variedad de análisis, integra un gran catálogo de materiales y perfiles metálicos y contiene distintas normativas de verificación para según el caso. Facilita a los ingenieros y proyectistas funciones

avanzadas de análisis y simulación de edificaciones en un entorno de flujo de trabajo dinámico. Se corrobora en la figura N° 5, puesto que es una herramienta de procesamiento de gran ayuda para poder modelar estructuras y simular cargas dinámicas como sismo y viento, así pronosticar algunas fallas, evitar accidente y verificar con la normativa vigente según el caso que se encuentra en el modelamiento, Por lo tanto, se valida la hipótesis según los resultados obtenidos en la investigación para elaborar la propuesta de reforzamiento del puente Shamboyacu.

Según el manual de puentes (2018), indica en la parte de vibraciones; serán investigadas en el Estado Límite de Servicio usando la combinación de cargas del Servicio I en la tabla 3.4.1.1 del AASHTO LRFD. La vibración de la estructura no debe producir incomodidades o preocupación de los usuarios de un puente peatonal. Excepto como se especifica aquí, la frecuencia fundamental de manera vertical del puente peatonal sin carga viva será mayor que 3.0 Hertz (Hz) para evitar la primera armónica. En la dirección lateral la frecuencia fundamental del puente peatonal será mayor que 1.3 Hertz. Si la frecuencia fundamental no puede satisfacer estas limitaciones o si la segunda armónica es una preocupación, se deberá realizar una evaluación del comportamiento dinámico. En la tabla 10 se muestra que la frecuencia y el periodo fundamental están dentro del rango establecido por el manual de puentes, como indica en la figura N° 16 se tiene una mayor masa participativa de 40.8532 en el eje y con una frecuencia de 0.0376 hz esto hace que el puente no tenga demasiada rigidez. En la figura N°15 muestra la deflexión máxima de 7.61cm con la carga peatonal y que es menor a lo que indica el manual de puentes que dice que entre dos apoyos se tiene que evaluar la longitud del puente entre 360 para poder obtener la deflexión que indica el manual de puentes, en este caso la deflexión cumple con el manual de puentes MTC.

4.1. Contratación de hipótesis

Habiendo realizado a lo largo del desarrollo de la investigación la evaluación de estructura del puente peatonal mediante la identificación de la demanda de peatones y vehículos de categoría II-B, se obtuvieron resultados elevados de un total de 1597 peatones en hora punta de 11:45 a 12:45 y vehículos de categoría II-B de un total de 555 motos y trimoviles en hora punta de 7:30 a 8:30 a lo que refiere la transitabilidad, esto nos afirma la influencia puntual sobre el puente peatonal. Ensayos no destructivos; haciendo uso del esclerómetro con resistencia de 326 kg/cm² y el equipo de ultra sonido con 210 kg/cm², para evidenciar la resistencia del concreto que conforman los elementos estructurales, estos fueron recopilados y procesados en el software robot structural analysis, que nos ayudó a identificar la evaluación de la rigidez y periodos de vibración natural ante cargas de viento y sismo que afecta hacia el puente peatonal, así mismo se efectuó el análisis de costo unitario y presupuesto a nivel de reforzamiento del puente peatonal tan solo interviniendo la parte de la superestructura ya que se encuentra afectada por la carga puntual de los peatones y vehículos de categoría II-B. Siendo esto lo que permitió elaborar la propuesta de reforzamiento del mencionado puente peatonal Shamboyacu.

Por lo tanto, en consecuencia, de lo investigado y evaluado de la estructura, así demostrar la propuesta de reforzamiento del puente peatonal Shamboyacu, da lugar a inferir que la hipótesis se está validando.

4.2. Propuesta

Los estudios efectuados durante el desarrollo de la investigación del puente peatonal Shamboyacu, permitieron identificar la demanda directa que tiene el puente peatonal, la evaluación de la estructura mediante los ensayos no destructivos, y así mismo determinar la rigidez y periodo de vibración natural ante cargas dinámicas con el software robot structural, desarrollando la importancia para mejorar la calidad estructural del puente peatonal. Teniendo como finalidad se propone que el estado a través de los sustentos involucrados debe tener acciones para que se efectúe el reforzamiento integral de dicho puente peatonal. En lo cual comprende el cambio de la superestructura con madera nueva y duradera, además se propone la pintura de anticorrosiva para el pintado de los

cables, cuya intervención se demuestra en la siguiente tabla mencionando los trabajos a realizar:

Tabla 16

Intervención hacia la superestructura de madera

N°	TRABAJOS A REALIZAR
1	Retiro de elementos de madera
1.1	viguetas 5'' x 6'' x 3.35m
1.2	largueros 3'' x 4.5'' x 2.50m
1.3	tablero 8'' x 1.5'' x 2.00m
2	Colocación de elementos de madera
2.1	Se colocará viguetas 5'' x 6'' x 3.35m de madera paliperro
2.2	Se colocará largueros 3'' x 4.5'' x 2.50m de madera paliperro
2.3	Se colocará el tablero 8'' x 1.5'' x 2.00m de madera paliperro
3	Arenado de los cables
3.1	Eliminación de los óxidos del cable AG 6x19 de 1 ½''
3.2	Eliminación de los óxidos de las péndolas de ½'' de fierro liso
3.3	Eliminación de los accesorios del puente Shamboyacu
4	Pintura
4.1	Pintado de a las péndolas con base sicromato y acabado con esmalte
4.2	Acabado con esmalte para las barandas

V. CONCLUSIONES

- 5.1.** Se concluyo que mediante la identificación de la demanda y población beneficiada directa en el puente peatonal Shamboyacu, el puente peatonal tiene influencia fundamental tanto como peatones y vehículos de categoría II-B esto permite propiciar la evaluación de estructura y poder realizar una propuesta para el puente peatonal.
- 5.2.** Se concluyo que los ensayos no destructivos como esclerómetro y ultrasonido, sirvió para adquirir datos de resistencia del concreto existente en las torres, para determinar los valores necesarios y realizar la evaluación de la estructura y dar a conocer la propuesta de reforzamiento teniendo en consideración los datos verídicos.
- 5.3.** Se concluyo que el software robot structural, replanteo los datos obtenidos in-situ, además, ayudó a procesar dichos valores y dimensiones, cumpliendo con el modelamiento de simulación requerido para la evaluación de la estructura y a su vez dar inicio a la propuesta de reforzamiento.
- 5.4.** Se concluyo que puente peatonal Shamboyacu cumple con la rigidez y periodos de vibración natural, puesto que el puente peatonal no excede a los 3.00 Hz y esto hace que no pueda entrar en la condición de resonancia debido a las cargas que soporta el puente peatonal.
- 5.5.** Se concluyo que mediante los análisis de costos unitarios se determinó el costo de intervención a nivel de reforzamiento de superestructura, para un mantenimiento efectivo y eficaz para así contribuir con la población beneficiada, determinando un costo de S/. 70,889.19 nuevos soles.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1.** Se recomienda a futuras investigaciones trabajar e identificar la demanda y población beneficiada en el puente, para poder tener referencias de la incidencia de la transitabilidad de los peatones y vehículos que utilizan y a su vez la influencia que tiene en la evaluación de una estructura para poder realizar alguna propuesta de reforzamiento.
- 6.2.** Se recomienda considerar los ensayos no destructivos para no alterar la estructura existente, que permite obtener datos necesarios para la formulación de propuesta de reforzamiento y contar con equipos certificados y validados por un laboratorio especializado.
- 6.3.** Se recomienda el uso del software robot structural para un modelamiento a futuras investigaciones que tengan como tema principal puentes, puesto que los datos y gráficos obtenidos mediante la simulación son verídicos y ayudan a prevenir posibles fallas y/o errores que se puedan dar en la estructura.
- 6.4.** Se recomienda realizar las pruebas de evaluación de rigidez y periodos de vibración natural ante cargas inerciales a los diferentes puentes peatonal que existen. Ya que el manual de puentes MTC nos indica los parámetros para poder realizar una evaluación estructural y así dar respuesta a diferentes problemas que tiene un puente.
- 6.5.** Realizar a futuras investigaciones el costo de intervención ya que tiene una importancia para el reforzamiento y mantenimiento de un puente peatonal, ya que con esto se estará conociendo los elementos principales y el costo que tendrá cada uno para el plan de reforzamiento de un puente peatonal.

VII. REFERENCIAS

- AMAYA, Mauricio; DIAZ, Carlos. *Manual De Guías De Laboratorio Enfocadas Al Control De Calidad De Materiales Para Las Asignaturas: “Ingeniería De Materiales” Y “Tecnología Del Concreto”* (Tesis pregrado) Universidad de el Salvador, San Salvador, 2011
- American Association of State Highway and Transportation Officials. “LRFD Bridge Design Specifications”. Second Edition. Washington D.C. USA. 1998.
- AMPUERO, Everth. *Consideraciones estructurales en el análisis y diseño de puentes colgantes* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2012.
- ARTEAGA, Willians. *Criterios de diseño y cálculo estructural de puentes colgantes* (Tesis de pregrado) Universidad Peruana de los Andes, Huancayo, Perú, 2016.
- CAPECO, 2003, Costos y Presupuesto en Edificación, 1era, Lima – Perú.
- CCASO, Noel. *Evaluación analítica de vibraciones en puentes peatonales debido a carga peatonal, caso puentes de la Panamericana Norte km19+000-km25+500 lima* (Tesis de pregrado) Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2017.
- CAMPOS, Sergio; VELASQUEZ, Salvador. *Plan de gestión de proyectos de puentes de el salvador* (Tesis de pregrado) Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. 2016.
- CARCHI, Alvaro; ORELLANA, Pablo. *Análisis dinámico de vibraciones bajo cargas peatonales para una pasarela en base de modelos matemáticos* (Tesis de pregrado) Universidad de Cuenca, Ecuador, 2015.

HIDALGO Elisa y et al. *Motivos de Uso y no Uso de Puentes Peatonal en la ciudad de México: las perspectivas de los peatones*. (Artículo Científico) Salud pública Méx, 2010: 52(6) ISSN: 0036-3634. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342010000600004&lng=es&nrm=iso

FLORES, Renzo; DIAZ, Juan. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis estructural comparativo de la superestructura del Puente Santa Rosa – San Juan de Cumbaza distrito de Tarapoto – San Martin* (Tesis pregrado) Universidad Nacional de San Martin, Tarapoto, Perú, 2014.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, Manual de Puentes, Perú – Lima.

MUNIBEZ, Sandro. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis estructural y diseño de un puente colgante asimétrico sobre el rio mayo en el sector Churuyacu-Lamas, con la aplicación del programa sap2000* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martin, Tarapoto, Perú, 2017.

REATEGUI, Chachita. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis y Diseño Estructural del Puente Colgante Peatonal Churuyacu Sobre el Rio Mayo – Distrito de Lamas, Provincia de Lamas, Región de San Martin*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martin, Morales, Perú, 2014.
Concluyo que:

SANCHEZ, Zuleika. En su trabajo de investigación titulado: *Propuesta de una Metodología para la Evaluación de las Estructuras y Determinación del tipo de Mantenimiento de Puentes Colgantes en la Región San Martin*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martin, Tarapoto, Perú, 2015.

Universidad Nacional Autónoma de México, 2003, Tutorial Para la Asignatura Costos y Presupuesto, 1er edición, Editorial FCA, México.

VEGA, David. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis integral del puente peatonal de acceso frontal a la Universidad de las Fuerzas Armadas aplicando la NEC 2015, con fines de reforzamiento* (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolqui, Ecuador. 2017.

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU; PICOTA – SAN MARTIN: 2018”

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos								
<p>Problema genera:</p> <p>¿Cuál es la Evaluación de Estructura y Propuesta de Reforzamiento del Puente Peatonal Shamboyacu, Picota - San Martin, 2018?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo influye la demanda de servicio en el Puente Peatonal Shamboyacu, Picota - San Martin, 2018? • ¿Como se evaluará la resistencia de los elementos estructurales del Puente Peatonal Shamboyacu, Picota - San Martin, 2018? • ¿Como determinar el reforzamiento de los componentes estructurales del Puente Peatonal Shamboyacu, Picota - San Martin, 2018? • ¿Como evaluar la rigidez, masa y periodo fundamental de vibración a partir del análisis del comportamiento dinámico ante cargas inerciales como sismo y viento de un modelo matemático representativo del Puente Peatonal Shamboyacu, Picota - San Martin, 2018? • ¿Cómo cuantificar el costo de la intervención a nivel de reforzamiento estructural del puente peatonal Shamboyacu, Picota - San Martin, 2018? 	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar la estructura y formular la propuesta de reforzamiento del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar la demanda y población beneficiada directa en el Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018. • Evaluar y determinar la resistencia del concreto que conforman los elementos estructurales mediante ensayos no destructivos como ultrasonido y esclerometría en el Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018. • Realizar modelamiento de simulación con el software robot structural analysis del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018. • Evaluar la rigidez y periodos de vibración natural mediante el análisis dinámico ante cargas inerciales como sismo y viento de un modelo matemático del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018. • Determinar los análisis de costos unitarios y el costo estimado de la intervención a nivel de reforzamiento estructural del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018. 	<p>Hipótesis general</p> <p>Al realizar la evaluación de estructura podremos elaborar la propuesta de reforzamiento del puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • La demanda peatonales y vehiculares tienen una influencia puntual para la evaluación de estructura del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018. • Mediante ensayos no destructivos como ultrasonido y esclerometría se podrá determinar la resistencia del concreto que conforman los elementos estructurales del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018. • Se realizará el modelamiento de simulación con el software robot structural analysis para elaborar propuesta de reforzamiento del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018. • El análisis dinámico modal de un modelo matemático representativo, permitirá evaluar la rigidez, masa y periodos fundamentales de vibración ante cargas inerciales como sismo y viento del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018. • El análisis de costos unitarios de las actividades de reforzamiento permitirá evaluar el costo estimado de la intervención a nivel de reforzamiento estructural del Puente peatonal Shamboyacu, Picota – San Martin, 2018. 	<p>Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de concreto. Ensayo de Esclerometro y ultrasonido • Demanda y población beneficiada • Modelamiento simulación. <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formatos de los ensayos no destructivos • Equipo Esclerometro y ultrasonido • Software robot structural 								
Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones									
<p>El diseño del presente trabajo de investigación es PRE-EXPERIMENTAL, por que mantiene una relación causa – efecto.</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <pre> graph LR A[EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA (SUPUESTA CAUSA)] -- INFLUYE EN --> B[PROPUESTA DE REFORZAMIENTO (SUPUESTO EFECTO)] </pre> </div>	<p>Población Muestral</p> <p>La propuesta de trabajo de investigación, pretende la evaluación y la manipulación de parámetros y características de un solo objeto, según el problema específico establecido, se pretende la Evaluación de Estructura y Propuesta de Reforzamiento del Puente Peatonal Shamboyacu teniendo como longitud del puente 90 metros de largo y 2 metros de ancho, por lo que la población y muestra serán las mismas ya que se trata de una muestra dirigida. Esto debido a la naturaleza del estudio ya que se realizará el cuidadoso análisis de características estructurales del puente, objeto de investigación.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Variables</th> <th style="width: 50%;">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Evaluación de estructura (Variable Independiente)</td> <td style="text-align: center;">Demanda y población</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Resistencia de los elementos estructurales</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Propuesta de reforzamiento (Variable Dependiente)</td> <td style="text-align: center;">Comportamiento dinámico</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Costos y Presupuesto</td> </tr> </tbody> </table>		Variables	Dimensiones	Evaluación de estructura (Variable Independiente)	Demanda y población	Resistencia de los elementos estructurales	Propuesta de reforzamiento (Variable Dependiente)	Comportamiento dinámico	Costos y Presupuesto
Variables	Dimensiones										
Evaluación de estructura (Variable Independiente)	Demanda y población										
	Resistencia de los elementos estructurales										
Propuesta de reforzamiento (Variable Dependiente)	Comportamiento dinámico										
	Costos y Presupuesto										

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**ANEXO N° 02: LISTA DE CONTEO
PEATONAL Y VEHICULAR
CATEGORÍA II-B.**

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA – SAN MARTIN, 2018”

AUTOR: Est. Renato Marcelo Salas Saavedra

FECHA: lunes 22 de abril del 2018

CLASIFICACIÓN	HORA PUNTA	
	7:30 – 8:30 hrs	11:45 – 12:45 hrs
Peatones (Niños, Jóvenes y Adultos)	 = 182	 = 273
Vehículos de categoría II-B	 = 87	 = 73

FECHA: martes 23 de abril del 2018

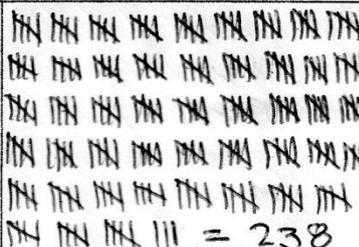
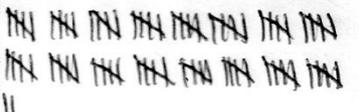
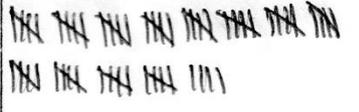
CLASIFICACIÓN	HORA PUNTA	
	7:30 – 8:30 hrs	11:45 – 12:45 hrs
Peatones (Niños, Jóvenes y Adultos)	 = 143	 = 254
Vehículos de categoría II-B	 = 89	 = 54

Fuente: Elaboración Propia.

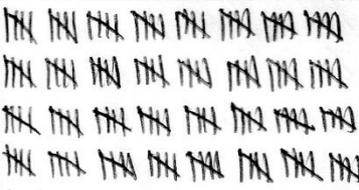
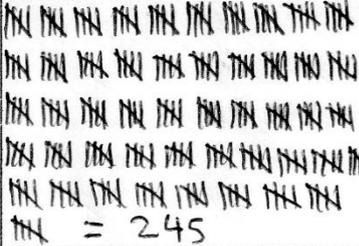
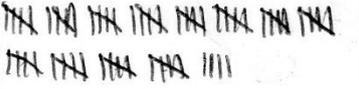
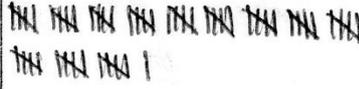
TÍTULO: “EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA – SAN MARTIN, 2018”

AUTOR: Est. Renato Marcelo Salas Saavedra

FECHA: miércoles 24 de abril del 2018

CLASIFICACIÓN	HORA PUNTA	
	7:30 – 8:30 hrs	11:45 – 12:45 hrs
Peatones (Niños, Jóvenes y Adultos)	 = 149	 = 238
Vehículos de categoría II-B	 = 82	 = 63

FECHA: jueves 25 de abril del 2018

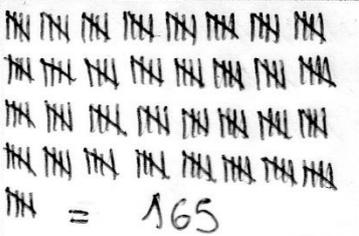
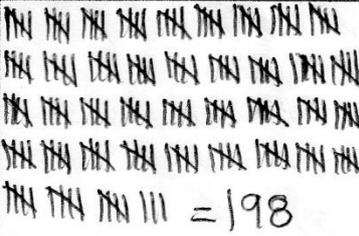
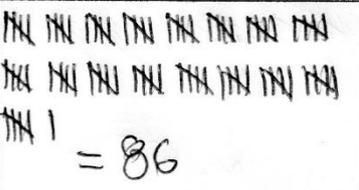
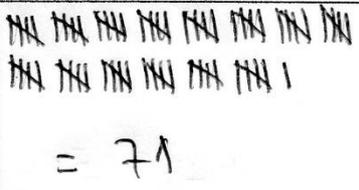
CLASIFICACIÓN	HORA PUNTA	
	7:30 – 8:30 hrs	11:45 – 12:45 hrs
Peatones (Niños, Jóvenes y Adultos)	 = 161	 = 245
Vehículos de categoría II-B	 = 64	 = 61

Fuente: Elaboración Propia

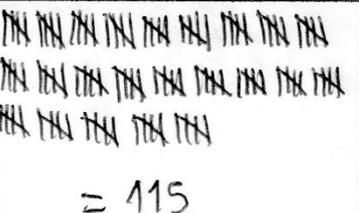
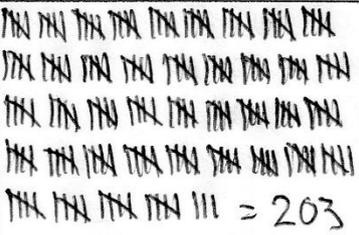
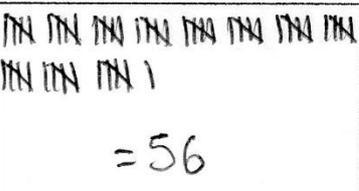
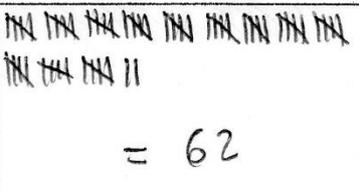
TÍTULO: “EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA – SAN MARTIN, 2018”

AUTOR: Est. Renato Marcelo Salas Saavedra

FECHA: viernes 26 de abril del 2018

CLASIFICACIÓN	HORA PUNTA	
	7:30 – 8:30 hrs	11:45 – 12:45 hrs
Peatones (Niños, Jóvenes y Adultos)	 = 165	 = 198
Vehículos de categoría II-B	 = 86	 = 71

FECHA: sábado 27 de abril del 2018

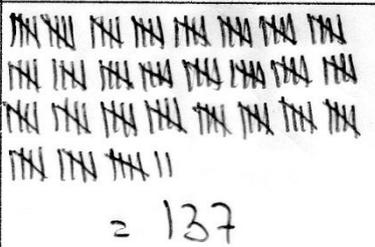
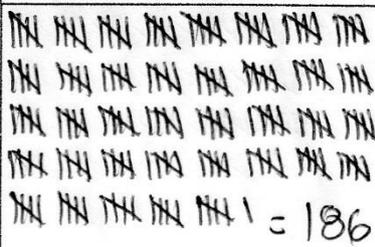
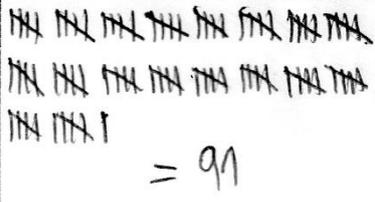
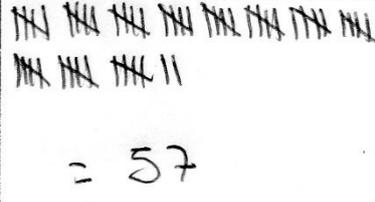
CLASIFICACIÓN	HORA PUNTA	
	7:30 – 8:30 hrs	11:45 – 12:45 hrs
Peatones (Niños, Jóvenes y Adultos)	 = 115	 = 203
Vehículos de categoría II-B	 = 56	 = 62

Fuente: Elaboración Propia

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA – SAN MARTIN, 2018”

AUTOR: Est. Renato Marcelo Salas Saavedra

FECHA: domingo 28 de abril del 2018

CLASIFICACIÓN	HORA PUNTA	
	7:30 – 8:30 hrs	11:45 – 12:45 hrs
Peatones (Niños, Jóvenes y Adultos)	 = 137	 = 186
Vehículos de categoría II-B	 = 91	 = 57

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 03: DATOS DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE SHAMBOYACU.

CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocu- padas
220708	DISTRITO SHAMBOYACU			8 554	4 497	4 057	2 472	2 399	73
0001	SHAMBOYACU	Omagua	289	1 914	995	919	552	537	15
0002	SANTA ROSA	Rupa Rupa	482	344	182	162	83	83	-
0003	NUEVO AMAZONAS	Rupa Rupa	893	268	147	121	73	73	-
0008	ALFONSO UGARTE	Omagua	275	783	415	368	263	253	10
0016	MACEDAYCO	Rupa Rupa	771	43	25	18	10	10	-
0017	SAN JUAN	Omagua	280	13	8	5	6	6	-
0023	SIMON BOLIVAR	Omagua	349	375	200	175	92	92	-
0024	CHAMBIRA	Omagua	366	272	137	135	66	66	-
0025	LA ESPERANZA DE OJECILLO	Rupa Rupa	724	269	134	135	76	76	-
0027	VISTA ALEGRE	Omagua	345	367	182	185	102	101	1
0033	MARAICO 2	Rupa Rupa	430	4	2	2	8	8	-
0036	PARAISO	Rupa Rupa	550	300	156	144	72	72	-
0038	FLOR DE CAFE	Rupa Rupa	973	226	102	124	50	50	-
0045	ALTO JORGE CHAVEZ	Rupa Rupa	763	118	69	49	45	45	-
0047	VALLE LA UNION	Rupa Rupa	763	260	134	126	89	80	9
0048	ALTO PONAZA	Rupa Rupa	514	524	284	240	110	109	1
0049	NUEVO MIRAFLORES	Rupa Rupa	883	128	77	51	33	33	-
0050	LEJIA	Rupa Rupa	727	211	109	102	60	59	1
0051	CHObAICO	Rupa Rupa	592	43	24	19	19	19	-
0052	NUEVO PIURA	Rupa Rupa	754	164	83	81	85	83	2
0053	NUEVO ALIANZA	Rupa Rupa	838	150	83	67	42	42	-
0054	CONTAMANA	Rupa Rupa	951	122	61	61	37	37	-
0055	PROGRESO	Rupa Rupa	890	182	99	83	48	48	-
0056	PORVENIR	Rupa Rupa	948	150	76	74	38	38	-
0057	LIBANO	Rupa Rupa	1 043	340	190	150	129	106	23
0060	NUEVO JAEN	Rupa Rupa	965	97	47	50	27	27	-
0061	LOS ANGELES	Rupa Rupa	853	85	45	40	23	23	-
0062	PLAYA HERMOSA	Rupa Rupa	873	164	86	78	50	42	8
0063	EL DORADO	Rupa Rupa	839	140	75	65	50	47	3
0064	LA PALMA	Rupa Rupa	880	91	53	38	25	25	-
0065	ALTO SHAMBOYACU	Rupa Rupa	712	59	28	31	13	13	-
0066	ALTO PERU	Rupa Rupa	780	33	20	13	17	17	-
0067	ALTO PARAISO	Rupa Rupa	781	109	54	55	24	24	-
0068	ALTO LEJIA	Rupa Rupa	794	38	20	18	14	14	-
0069	FORTALEZA	Rupa Rupa	1 085	55	31	24	12	12	-
0070	MARGINAL	Rupa Rupa	1 183	108	60	48	26	26	-
0071	CRUCE ALTO	Rupa Rupa	524	5	4	1	3	3	-

Fuente: INEI-Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017

ANEXO N° 04: ENSAYO DE ESCLEROMETRIA



RESISTENCIA DE CARGA UNIAXIAL

ESCLEROMETRIA N.T.P. 339.181:2001 - ASTM C-805

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

PROYECTO : " EVALUACION DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTÍN 2018"

UBICACIÓN : DISTRITO DE SHAMBOYACU PROVINCIA DE PICOTA DEPARTAMENTO SAN MARTÍN

SOLITANTE : Bach. Ing. RENATO MARCELO SALAS SAAVEDRA

METODO : Esclerometria MEC.

ESTRUCTURA: TORRES DEL PUENTE

RESISTENCIA PROYECTO: 210 kg/cm²

FECHA: Mayo del 2019

RESISTENCIA IN SITU : Varias kg/cm²

ESTRUCTURA	ANGULO	Valores Obtenidos (Ir)										Ir medio	Resistencia (Kg/cm ²)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Media
PRUEBA N° 01 -LADO IZQUIERDO DE LA TORRE-1	0°	30	29	29.3	29.1	29.1	29.2	29.2	28.9	28.9	28.2	29.09	221
PRUEBA N° 02 -LADO IZQUIERDO DE LA TORRE-1	0°	29	28.9	28.6	29.2	29	28.9	30	31	30.2	29.8	29.46	224
PRUEBA N° 03 -LADO DERECHA DE LA TORRE-1	0°	28.9	29.2	29.2	29	29	29	29.1	29.4	29.4	29	29.12	222
PRUEBA N° 04 -LADO DERECHO DE LA TORRE-1	0°	28.2	28.2	29.2	28.9	28.2	29.2	28.2	28.4	28.9	28.8	28.62	212
PRUEBA N° 05 -LADO DERECHA DE LA TORRE-2	0°	27.9	28	28.2	28.3	29	28.9	28.4	28.2	28.4	27.9	28.32	206
PRUEBA N° 06 -LADO IZQUIERDA DE LA TORRE-2	0°	28	27.5	28.2	28	27.8	28	27.9	29.7	28.8	28.9	28.28	204

OBSERVACIONES:

Es preciso mencionar que las pruebas realizadas en las Torres de Concreto Armado donde se habia profundizado se encontraba no muy lisa, es por ello que las lecturas poseen distorsiones muy elevadas, siendo motivo de que las mismas no se han tomadas en cuenta ya que no cumple con el requerimiento de tener superficie lisa según norma ASTM C-805.

Manuel Flores Celi.
INGENIERO CIVIL
CIP 148129



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos.

ANEXO N° 05: ENSAYO DE ULTRASONIDO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Tel.: (042) 582200 Anx: 3118 - Correo: dfernandezf@ucv.edu.pe
 CAMPUS UNIVERSITARIO CACATACHI - TARAPOTO - PERÚ

TESIS : "EVALUACION DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTÍN 2018"
 UBICACION : DISTRITO DE SHAMBOYACU PROVINCIA DE PICOTA DEPARTAMENTO SAN MARTÍN FECHA: 1/05/2019 T° Y Hr : 35.20° HR 7
 SOLICITANTE : Bach. Ing. RENATO MARCELO SALAS SAAVEDRA METODO : PULSOS ULTRASONICOS
 ESTRUCTURA : TORRES DEL PUENTE SUPERFICIE : SEMI - LISA

RESISTENCIA DEL CONCRETO A PARTIR DE PULSOS ULTRASONICOS ULTRASONIDO ASTM C-597

RESISTENCIA PROYECTO :		210 Kg/cm ²		TEST: N° 0 AL 60		TIPO DE EQUIPO :		V - METER MK IV						
ESTRUCTURA	PULSOS	VELOCIDADES OBTENIDAS EN M/SEG										Vel promedio m/seg	Vel promedio Km/seg	Resistencia Kg/cm ²
		1 pul	2 pul	3 pul	4 pul	5 pul	6 pul	7 pul	8 pul	9 pul	10 pul			
PRUEBA N° 01 -LADO IZQUIERDO DE LA TORRE-1	1p/02seg/10 p	2274	2288	2278	2269	2270	2268	2272	2274	2266	2280	2272	2.27	217
PRUEBA N° 02 -LADO IZQUIERDO DE LA TORRE-1	1p/02seg/10 p	2324	2328	2325	2329	2326	2320	2322	2220	2224	2326	2304	2.30	221
PRUEBA N° 03 -LADO DERECHA DE LA TORRE-1	1p/02seg/10 p	2090	2328	2325	2329	2326	2320	2322	2220	2224	2326	2281	2.28	218
PRUEBA N° 04 -LADO DERECHO DE LA TORRE-1	1p/02seg/10 p	2090	2092	2096	2090	2095	2092	2097	2093	2595	2597	2194	2.19	207
PRUEBA N° 05 -LADO DERECHA DE LA TORRE-2	1p/02seg/10 p	2164	2168	2170	2169	2174	2171	2168	2170	2169	2164	2169	2.17	204
PRUEBA N° 06 -LADO IZQUIERDA DE LA TORRE-2	1p/02seg/10 p	2195	2199	2197	2193	2199	2192	2193	2194	2196	2198	2196	2.20	207

Ubicación Utilizada para la Determinación de la resistencia del Concreto:

Quando se tiene los datos del diseño de Mezclas:

$$f_c = 6364,74 + 15089,27 (Vel.)^{0,016} - 221,05 (cem)^{0,068} - 0,065 (Arena)^{1,75} - 0,815 \cdot 10^{0,7} (Ag.gr)^{3,5} - 0,95 \cdot 10^{0,90} (Agua)^5$$

Quando no se tiene los datos del diseño de Mezclas:

$$f_c = 18.75(Vel.)^2 + 45.90(Vel) + 16.10$$

- Donde:
- Velocidad : m/seg
 - Cemento : Kg/m³
 - Arena : Kg/m³
 - Agrega Grueso : Kg/m³
 - Agua : Litros/m³

OBSERVACIONES:

Las superficies de las estructuras donde se han realizado las pruebas han sido lo suficientemente lisas para ejecutar el ensayo.
 El ensayo se ha realizado en las siguientes condiciones: Clima Cálido, con T° del concreto a 35°C, con Humedad relativa del 75%
 Transductores calibrados a 0.00 μ de acuerdo a la norma establecida para estos ensayos.



Ing. Cesar Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos

**ANEXO N° 06: PROCESO DEL
MODELAMIENTO DE SIMULACIÓN**

1. Cargas

Para la evaluación de la estructura, se debe tener en cuenta los diferentes tipos de cargas para el análisis del puente peatonal, puesto que se estará simulando en el software robot structural, ya que nos ayudará a procesar los datos obtenidos previamente al introducir los datos.

2. Carga viva peatonal

Según el manual de puentes indica que se debe diseñar con una carga uniforme de 90psf o 440 kgf/m². Esta carga debe estar simulada para poder efectuar la carga máxima del puente peatonal.

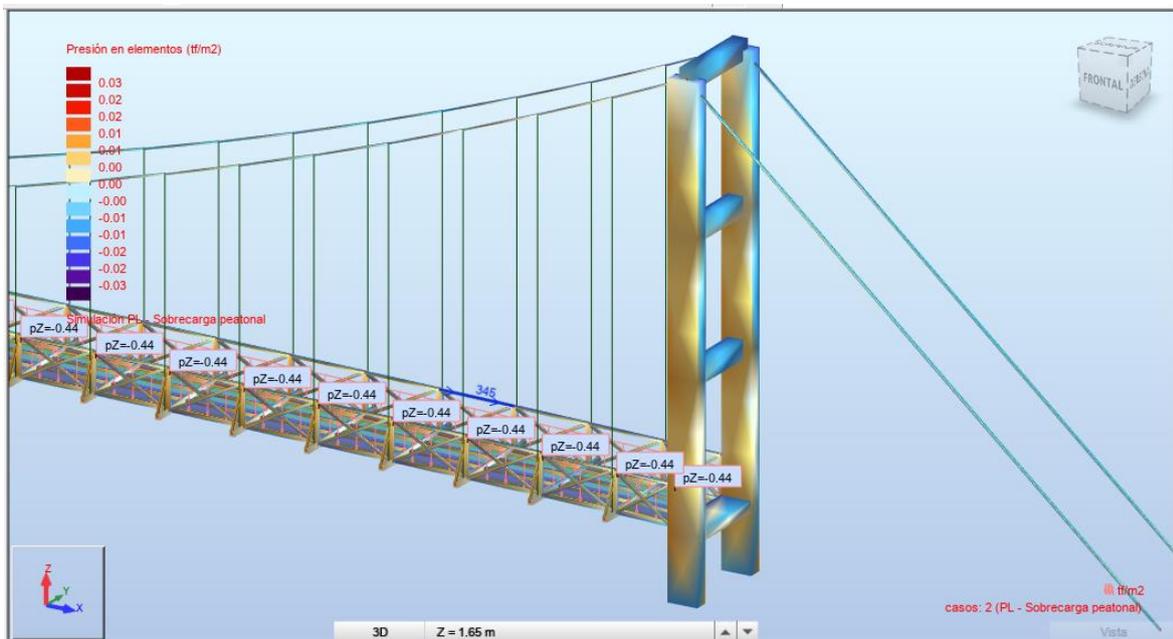


Figura 13. Carga peatonal

Fuente: elaboración propia

3. Carga de viento

3.1. Barlovento y sotavento

La carga de 446 kgf/m de barlovento y 223 kgf/m de sotavento por el lado izquierdo, indicando la fuerza de viento que soporta el puente. Esto nos servirá para poder hacer las combinaciones de cargas respectivas para la evaluación y el análisis del puente peatonal y tener en cuenta los resultados que el programa nos brinda para realizar la propuesta para el mejoramiento del puente peatonal Shamboyacu.

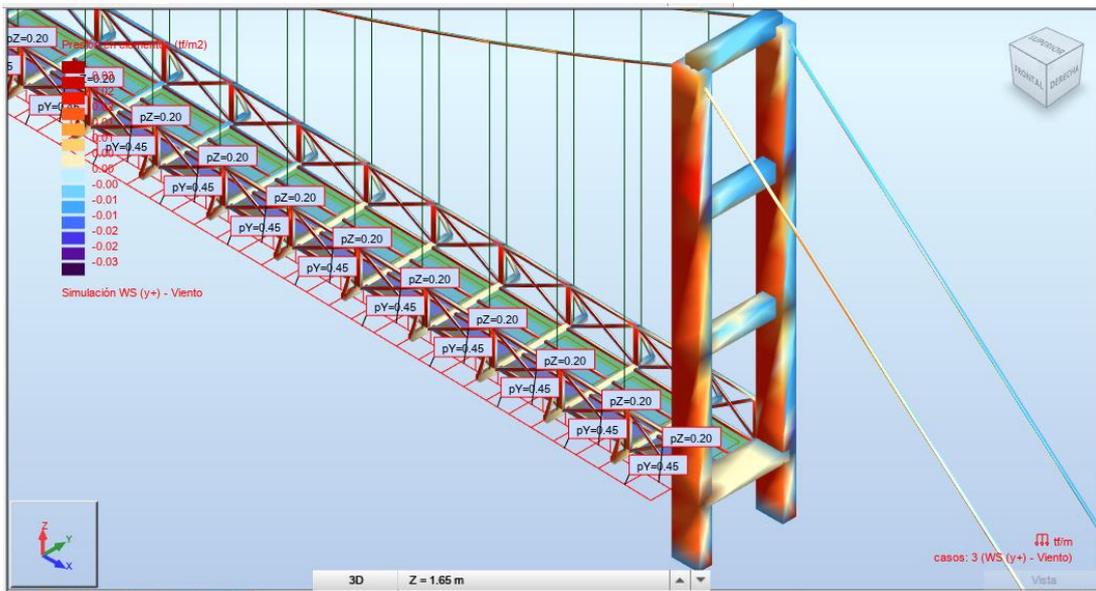


Figura 14. Carga de barlovento y sotavento por el lado izquierdo (Y+)

Fuente: Elaboración propia

3.2. Sotavento y barlovento

La carga de 223 kgf/m de sotavento y 446 kgf/m de barlovento por el lado derecho, indicando la fuerza de viento que soporta el puente. Esto nos servirá para poder hacer las combinaciones de cargas respectivas para la evaluación y el análisis del puente peatonal y tener en cuenta los resultados que el programa nos brinda para realizar la propuesta para el mejoramiento del puente peatonal Shamboyacu.

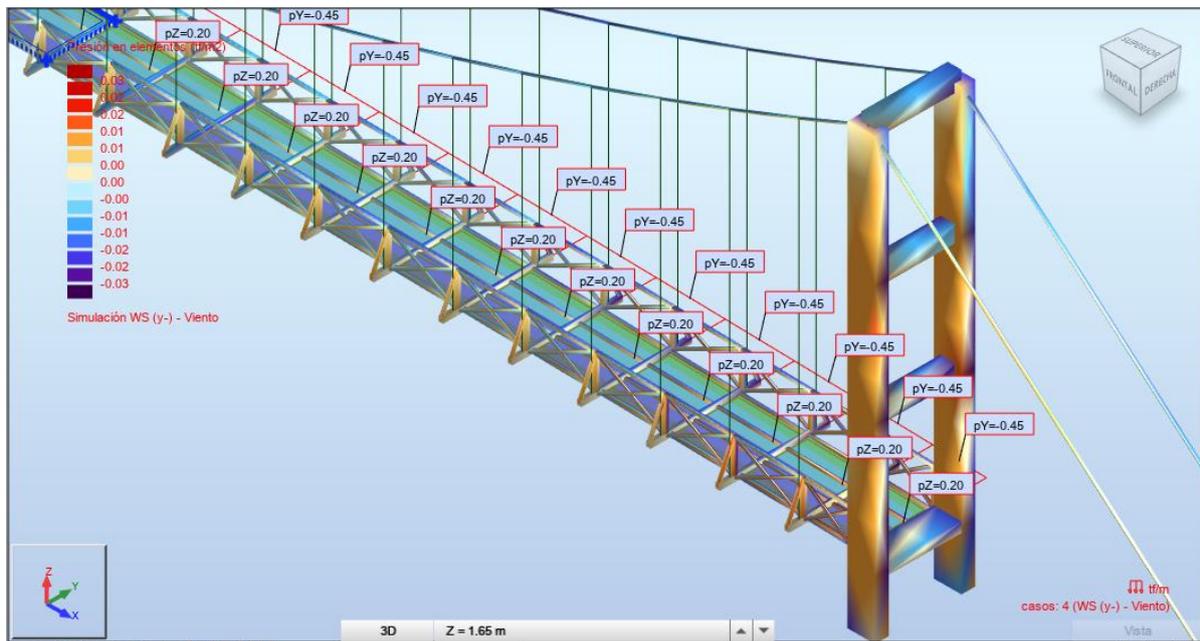


Figura 15. Carga de sotavento y barlovento por el lado derecho (Y-)

Fuente: Elaboración propia

4. Combinaciones de carga

4.1. Resistencia I

Carga por Resistencia I como indica la normativa aashto que se tiene que combinar con 1.75 a la carga peatonal que tiene el puente peatonal. Entonces esto hace que el puente pueda tener las diferentes cargas a resistir y ver las deflexiones máximas de la estructura en general.

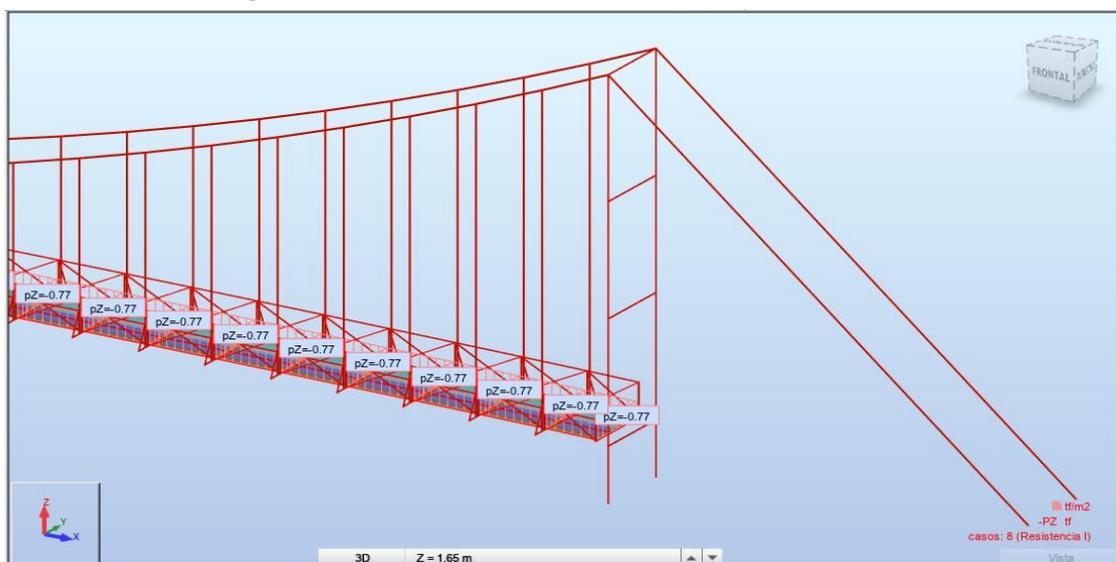


Figura 16. Carga por resistencia I

Fuente: Elaboración propia

4.2. Servicio I

La carga de servicio representa a todas las cargas sobre el puente peatonal teniendo diferentes reacciones antes las máximas cargas en las partes estructurales. Las cargas están sometidas verticalmente y horizontalmente para tener una mejor evaluación y tener una visualización de cómo se comporta el puente peatonal Shamboyacu.

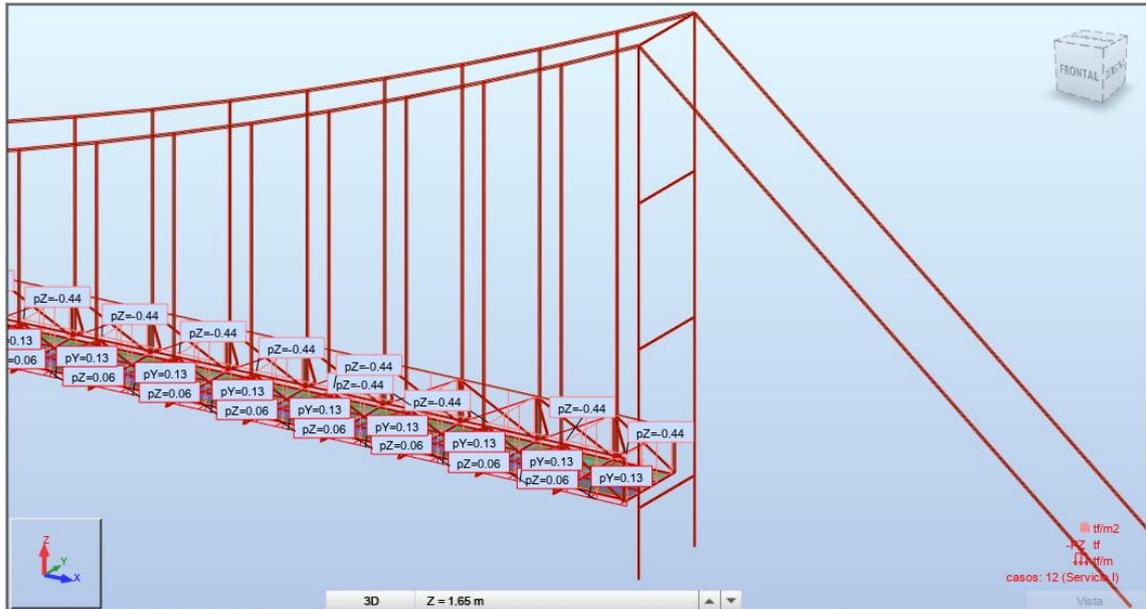


Figura 17. Carga por servicio I

Fuente: Elaboración propia

5. Evaluación de la estructura

5.1. Fuerza axial por resistencia I

Teniendo todas las cargas actuantes y las combinaciones respectivas se empieza a analizar y ver cómo se comporta cada elemento de la estructura puente peatonal, teniendo en cuenta que se va de mano con el manual de puentes 2018. El esfuerzo en X teniendo una carga de 107.87 tn/m en cuenta la combinación de carga por resistencia I, esto hace que la estructura se comporte a lo máximo ante una carga, entonces el dato nos sirve para hacer el cálculo de los cables principales del puente peatonal.

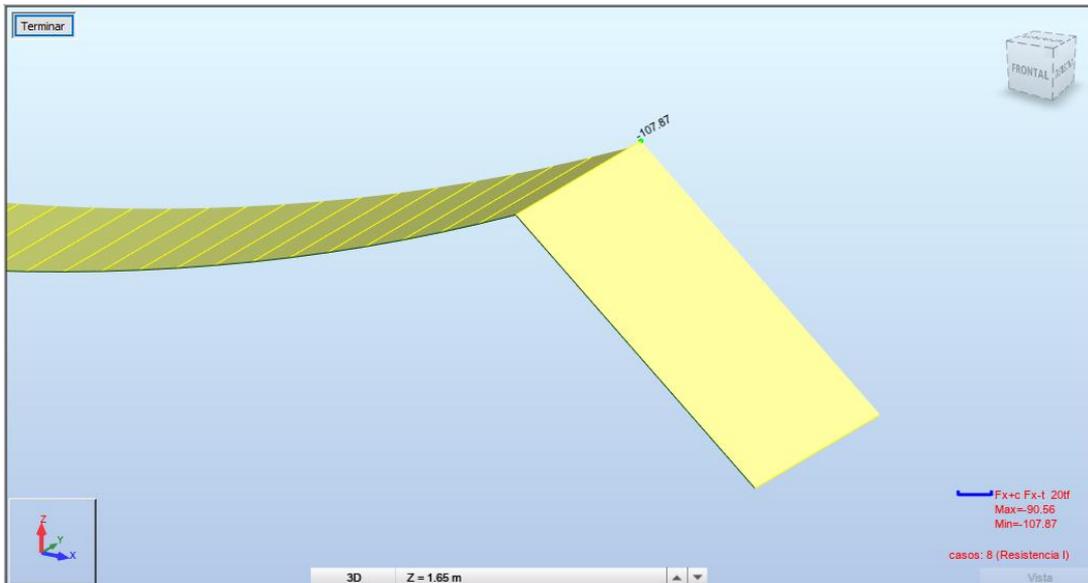


Figura 18. Diagrama de fuerza axial por resistencia I

Fuente: Elaboración propia

5.2. Fuerza axial por servicio I

La carga de servicio I con un valor de 58.94 tn/m hacia el puente, este dato nos sirve para hacer cálculos referentes al cable principal teniendo en cuenta el diámetro a utilizar y el módulo de rotura que se asigna a cada uno de los tipos de diámetros de los cables se va utilizar en el puente.

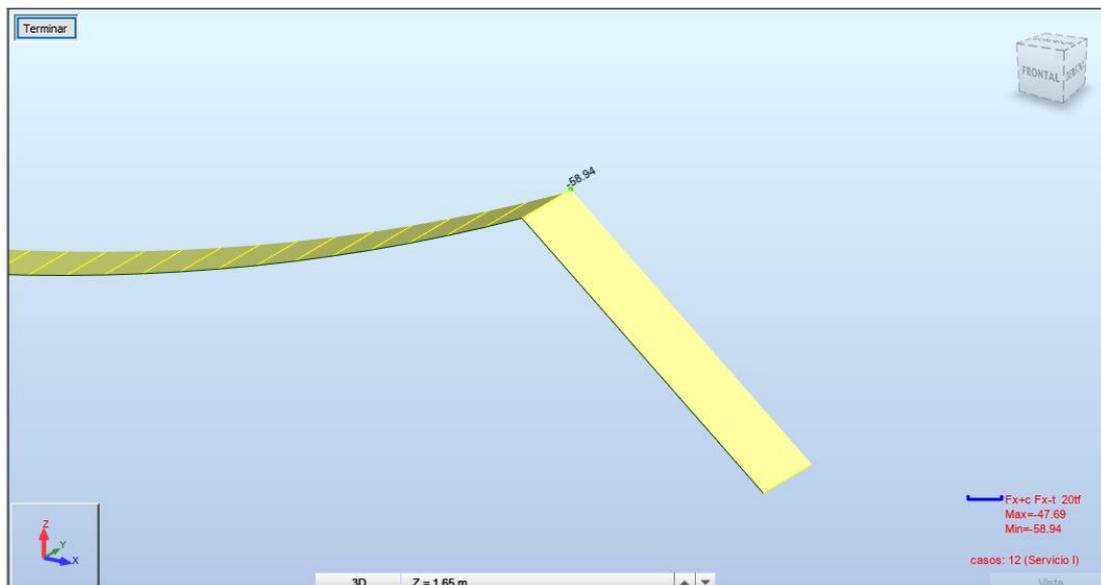


Figura 19. Diagrama de fuerza axial por servicio I

Fuente: Elaboración propia

6. Cálculos de parámetros de los cables tipo boa 6x19

En las imágenes se muestra el desarrollo de los cables por resistencia I y servicio I teniendo en cuenta el número de cables y el factor de seguridad según la aplicación del cable a usar. Entonces se muestra las tensiones máximas de cada combinación de carga en kgf/m para determinar los valores de los cables principales sobre el puente colgante.

Cable principal $\phi_{cp} := 1.5 \text{ in}$

Datos comerciales Cable

Diámetro (in)	Diámetro (cm)	Peso (kgf/m)	Resistencia (Garantizada) (kgf)	Resistencia (Frecuente) (kgf)
1/2"	1.2700	0.704	12030	13560
5/8"	1.5875	1.088	18650	20900
3/4"	1.9050	1.54	26710	29870
7/8"	2.2225	2.08	36090	40470
1"	2.5400	2.775	46890	53620
1 1/4"	3.1750	4.31	70540	71460
1 3/8"	3.4925	5.068	87050	95010
1 1/2"	3.8100	6.19	102960	103990
1 5/8"	4.1275	7.262	119270	120460

Parámetro mecánicos $f_{yc} = 12974.923 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ $\rho_c = 5428.396 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ $E_c := 600000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Resistencia garantizada $T_{cp} = 102960 \text{ kgf}$ $T_{cs} = 119270 \text{ kgf}$

Factor de seguridad

Aplicación	Factor
Tirantes de cable o torones (trabajo estático)	3 a 4
Cables principales para puentes colgantes	3 a 3.5
Cables de suspensión (péndulo para puentes colgantes)	3.5 a 4
Cables de tracción para teleféricos y andariveles	5 a 6
Cada cable de operación de una grúa almeja	4 a 5
Palas mecánicas - excavadoras	5
Cable de arrastre en minas	4 a 5
Cables de izaje en minas (vertical e inclinado)	7 a 8
Grúas teclas y polipastos industriales	6 (mínimo)
Ascensores - elevadores - para personal	12 a 15
Ascensores - elevadores - para material y equipos	7 a 10
Grúas con crisoles calientes de fundición	8 (mínimo)

Tensión admisible:

$$F_s := 1.0 \quad T_{adm_cp} := \frac{T_{cp}}{F_s} \quad T_{adm_cp} = 102960 \text{ kgf}$$

Número de cables por Resistencia I

Tensión máxima: $T_{Resistencia_I} := 107870 \text{ kgf}$ Número de cables $N_c := 2$

Número de cables: $r := \frac{T_{Resistencia_I}}{T_{adm_cp} \cdot N_c} = 0.524 < 1.00$

Número de cables por Servicio I

$$F_s := 3.0 \quad T_{adm_cp} := \frac{T_{cp}}{F_s} \quad T_{adm_cp} = 34320 \text{ kgf} \quad \text{Número de cables} \quad N_c := 2$$

Tensión máxima: $T_{Servicio\ I} := 58940 \text{ kgf}$

Número de cables: $r := \frac{T_{Servicio\ I}}{T_{adm_cp} \cdot N_c} = 0.859 < 1.00$

7. Deflexiones

Según el manual de puentes, para la verificación de las deflexiones tiene que ser con la carga peatonal no factorizada que no debe exceder de 1/360 de la longitud del tramo a analizar.

1/360:

$$90/360 = 0.25\text{m} = 25\text{cm}$$

La localización de la máxima deflexión, se parte de aplicar la carga peatonal como indica el manual de puentes, teniendo en el modelamiento solamente la parte de la superestructura porque se analiza sin las torres, para tener mejor idealización de la deflexión del puente que tiene una deflexión de 0.0761 m.

Deflexión: 0.0761m = 7.61cm < 25cm. Si cumple

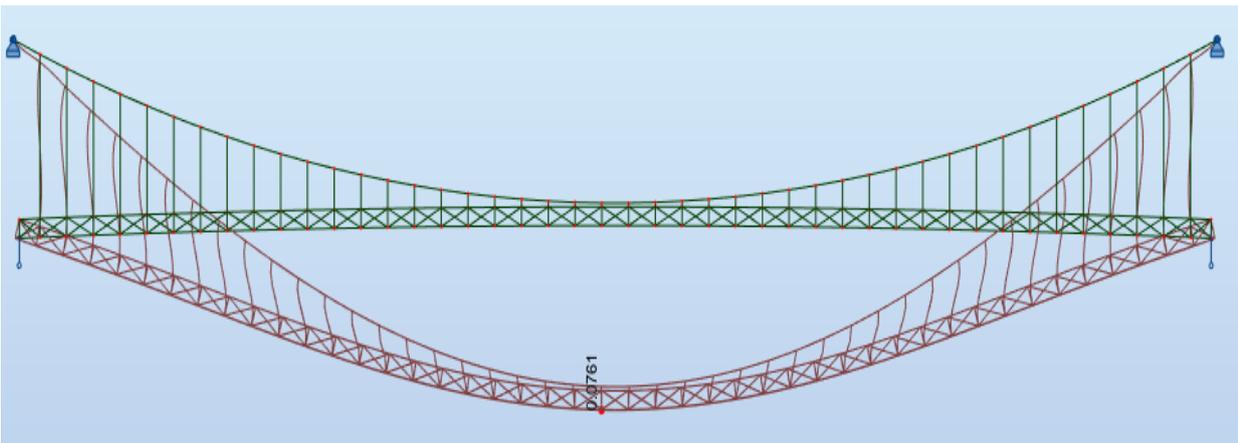


Figura 20. Deflexión máxima del puente colgante

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 07: CÁLCULO DE CARGA DE VIENTO

ANÁLISIS DE CARGA DE VIENTO

Cargas debido al viento:

Velocidad del viento

$$V_{30} := 75 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

Altura promedio del puente

$$Z := 13.0 \text{ m}$$

Velocidad básica del viento

$$V_B := 100 \text{ mph}$$

Condición	Terreno abierto Área Suburbana	Área Suburbana	Área urbana
V_o	8.20 mph	10.90 mph	12.00 mph
Z_o	0.23 ft	3.28 ft	8.20 ft

$$V_o := 8.20 \text{ mph} \quad Z_o := 0.23 \text{ ft}$$

$$V_{DZ} := \max \left(2.5 \cdot V_o \cdot \left(\frac{V_{30}}{V_B} \right) \cdot \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right), V_{30} \right)$$

$$V_{DZ} = 80.299 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

Presiones del viento sobre estructuras (WS)

Presión básica correspondiente a una velocidad de $V_B = 100 \text{ mph}$

Componente Estructural	Presión por Barlovento	Presión por Sotavento
Reticulados, Columnas y Arcos	0.050 ksf	0.025 ksf
Vigas	0.050 ksf	NA
Superficies de pisos largos	0.040 ksf	NA

$$P_D = P_B \cdot \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2$$

$$P_{Bb} := 0.05 \text{ ksf} \quad P_{Bs} := 0.025 \text{ ksf}$$

La carga de viento no se deberá tomar menor que 0.30 klf en el plano de un cordón a barlovento, ni 0.15 klf en el plano de un cordón a sotavento, de un componente reticulado o en arco, ni se deberá tomar menor que 0.30 klf en componentes de vigas o vigas cajón.

Presión básica a barlovento

$$P_{Db} := P_{Bb} \cdot \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2$$

$$P_{Db} = 61 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Fuerza en el cable : $\phi_c := 1.5 \text{ in}$

$$W_{s_{\phi c}} := \max (P_{Db} \cdot \phi_c, 0.30 \text{ klf})$$

$$W_{s_{\phi c}} = 446 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerza en las péndolas: $\phi_p := 0.5 \text{ in}$

$$W_{s_{\phi p}} := \max (P_{Db} \cdot \phi_p, 0.30 \text{ klf})$$

$$W_{s_{\phi p}} = 446 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerza en cordones superiores baranda: $h_{cs} := 5 \text{ cm}$

$$W_{s_{cs}} := \max (P_{Db} \cdot h_{cs}, 0.30 \text{ klf})$$

$$W_{s_{cs}} = 446 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerza en cordones inferiores: $h_{ci} := 6.0 \text{ in}$

$$W_{s_{ci}} := \max (P_{Db} \cdot h_{ci}, 0.30 \text{ klf})$$

$$W_{s_{ci}} = 446 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerza en diagonales: $h_d := 3.0 \text{ in}$

$$W_{s_d} := \max (P_{Db} \cdot h_d, 0.30 \text{ klf})$$

$$W_{s_d} = 446 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerza en diagonales: $h_m := 4.0 \text{ in}$

$$W_{s_m} := \max (P_{Db} \cdot h_m, 0.30 \text{ klf})$$

$$W_{s_m} = 446 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Presión básica a sotavento

Presión básica correspondiente a una velocidad de $V_B = 100 \text{ mph}$

$$P_{Ds} := P_{Bs} \cdot \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 \qquad P_{Ds} = 30 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Fuerza en el cable : $\phi_c := 1.5 \text{ in}$

$$W_{s_{\phi c}} := \max(P_{Db} \cdot \phi_c, 0.15 \text{ klf}) \qquad W_{s_{\phi c}} = 223 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerza en las péndolas: $\phi_p := 0.5 \text{ in}$

$$W_{s_{\phi p}} := \max(P_{Db} \cdot \phi_p, 0.15 \text{ klf}) \qquad W_{s_{\phi p}} = 223 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerza en cordones superiores baranda: $h_{cs} := 5 \text{ cm}$

$$W_{s_{cs}} := \max(P_{Db} \cdot h_{cs}, 0.15 \text{ klf}) \qquad W_{s_{cs}} = 223 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerza en cordones inferiores: $h_{ci} := 6.0 \text{ in}$

$$W_{s_{ci}} := \max(P_{Db} \cdot h_{ci}, 0.15 \text{ klf}) \qquad W_{s_{ci}} = 223 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerza en diagonales: $h_d := 3.0 \text{ in}$

$$W_{s_d} := \max(P_{Db} \cdot h_d, 0.15 \text{ klf}) \qquad W_{s_d} = 223 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerza en diagonales: $h_m := 4.0 \text{ in}$

$$W_{s_m} := \max(P_{Db} \cdot h_m, 0.15 \text{ klf}) \qquad W_{s_m} = 223 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Presión vertical por viento. (Estados Límites de Resistencia III y Servicio IV)

Ancho del tablero $A_t := 2.00 \text{ m}$

$$P_v := 0.020 \text{ ksf} \qquad W_{s_v} := P_v \cdot A_t \qquad W_{s_v} = 195 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Esta fuerza lineal se aplicará en el punto correspondiente a un cuarto del ancho del tablero a barlovento.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 08: EVALUACIÓN DE RIGIDEZ Y PERIODOS DE VIBRACION NATURAL

Caso/Modo	Frecuencia (Hz)	Periodo (sec)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	Total masas UX (kg)	Total masas UY (kg)	Total masas UZ (kg)
5/ 1	0.0376	26.5640	0.0000	40.8532	0.0000	0.0000	40.8532	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 2	0.0784	12.7592	0.0000	40.8536	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 3	0.1188	8.4201	0.0000	45.6147	0.0000	0.0000	4.7611	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 4	0.1270	7.8767	48.5027	45.6147	0.0000	48.5027	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 5	0.1624	6.1586	48.5027	45.6150	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 6	0.1934	5.1712	48.5027	45.6698	0.0000	0.0000	0.0548	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 7	0.1945	5.1414	48.5027	45.6698	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 8	0.2074	4.8221	48.5027	47.0908	0.0000	0.0000	1.4211	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 9	0.2319	4.3131	48.5027	47.0908	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 10	0.2331	4.2902	48.5027	47.4108	0.0000	0.0000	0.3199	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 11	0.2581	3.8742	48.5027	47.4145	0.0000	0.0000	0.0038	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 12	0.3046	3.2835	48.5027	48.1787	0.0000	0.0000	0.7641	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 13	0.3603	2.7753	48.5027	48.1894	0.0000	0.0000	0.0107	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 14	0.3685	2.7134	48.5027	48.1894	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 15	0.3685	2.7134	48.5027	48.1894	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 16	0.3938	2.5391	48.5027	48.1894	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 17	0.3945	2.5349	48.5028	48.3310	0.0000	0.0000	0.1417	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 18	0.4142	2.4140	48.5028	48.7806	0.0000	0.0000	0.4496	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 19	0.4678	2.1377	48.5028	48.7935	0.0000	0.0000	0.0129	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 20	0.4701	2.1272	48.5028	48.7935	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 21	0.4767	2.0977	48.5028	48.8077	0.0000	0.0000	0.0142	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 22	0.5354	1.8678	48.5028	49.1506	0.0000	0.0000	0.3429	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 23	0.5861	1.7063	48.5028	49.1506	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 24	0.5861	1.7063	48.5028	49.1506	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 25	0.6016	1.6622	48.5028	49.1511	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 26	0.6161	1.6231	48.5029	49.1988	0.0000	0.0001	0.0477	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 27	0.6170	1.6207	48.5029	49.1988	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 28	0.6171	1.6206	48.5029	49.1988	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 29	0.6171	1.6206	48.5029	49.1988	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 30	0.6695	1.4936	48.5029	49.4365	0.0000	0.0000	0.2377	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 31	0.6886	1.4522	48.5237	49.4373	0.0000	0.0208	0.0008	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 32	0.6974	1.4338	48.5238	49.4439	0.0000	0.0001	0.0066	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 33	0.7411	1.3494	48.5238	49.4439	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 34	0.7421	1.3476	48.5238	49.4454	0.0000	0.0000	0.0015	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 35	0.7533	1.3276	48.5242	49.4465	0.0000	0.0004	0.0011	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 36	0.8169	1.2241	48.5242	49.6196	0.0000	0.0000	0.1731	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 37	0.8737	1.1446	48.5242	49.6196	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 38	0.8773	1.1398	48.5242	49.6777	0.0000	0.0000	0.0581	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 39	0.8960	1.1161	48.5242	49.6798	0.0000	0.0000	0.0022	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 40	0.9773	1.0233	48.5242	49.8153	0.0000	0.0000	0.1354	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 41	0.9776	1.0227	48.5242	49.8153	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 42	0.9778	1.0227	48.5242	49.8153	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 43	1.0610	0.9425	48.5242	49.8153	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 44	1.0618	0.9418	48.5242	49.8166	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 45	1.0643	0.9396	48.5242	49.8168	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 46	1.1497	0.8698	48.5242	49.9281	0.0000	0.0000	0.1113	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 47	1.2381	0.8077	48.5242	49.9303	0.0000	0.0000	0.0021	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 48	1.2432	0.8044	48.5242	49.9303	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 49	1.2457	0.8028	48.5242	49.9758	0.0000	0.0000	0.0455	0.0000	93284.76	92499.98	53972.31
5/ 50	1.2764	0.7834	48.5242	49.9758	1.8574	0.0000	0.0000	1.8573	93284.76	92499.98	53972.31

**ANEXO N° 09: COSTO Y
PRESUPUESTO DE LA
INTERVENCIÓN A NIVEL DE
REFORZAMIENTO**

TESIS: "EVALUACION DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTIN, 2018"

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN, PROVINCIA DE PICOTA, DISTRITO DE SHAMBOYACU

FECHA: JUEVES 12 DE JUNIO DEL 2019

ITEM	DESCRIPCION	METRADOS			DIMENSIONES			METRADO	
		UND	No.Und	No. VEC	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL
1.00 SUPERESTRUCTURA 90ML									
0.01	Madera de tornillo seleccionado y tratado	ml							1211.4
	Viguetas 5"x 6" x 3.35m	ml		44	3.35			147.4	
	Largueros 3"x 4.5"x 2.50 m	ml		4	90			360	
	Tablero 8" x 1.5" x 2.00m	ml		352	2			704	
0.02	Cable A "G" Alma de Fibra Tipo Cobra Y 1 1/2"	ml		2	120			240	240
0.03	Pendolas de Fe. Liso redondo Y 5/8"	ml							221.24
	Y1	ml		2	1.26			2.52	
	Y2	ml		2	1.3			2.6	
	Y3	ml		2	1.37			2.74	
	Y4	ml		2	1.49			2.98	
	Y5	ml		2	1.64			3.28	
	Y6	ml		2	1.82			3.64	
	Y7	ml		2	2.05			4.1	
	Y8	ml		2	2.31			4.62	
	Y9	ml		2	2.61			5.22	
	Y10	ml		2	2.95			5.9	
	Y11	ml		2	3.33			6.66	
	Y12	ml		2	3.75			7.5	
	Y13	ml		2	4.2			8.4	
	Y14	ml		2	4.7			9.4	
	Y15	ml		2	5.24			10.48	
	Y16	ml		2	5.82			11.64	
	Y17	ml		2	6.43			12.86	
	Y18	ml		2	7.09			14.18	
	Y19	ml		2	7.8			15.6	
	Y20	ml		2	8.55			17.1	
	Y21	ml		2	9.34			18.68	
	Y22	ml		2	10.17			20.34	
	Doblado sup. e inf. en cada pendola	ml	4	22	0.35			30.8	
0.04	Accesorios del Puente colgante	und.							615
	Abrazadera sup.pendola,platina	und.		44				44	
	Pernos para unión entre abrazadera y pendolas 1/2"	und.		44				44	
	Topes para abrazadera	und.		44				44	
	Barra de ojo 1/2"	und.		44				44	
	Arandela de plancha, e=1/2"	und.		44				44	
	Guardacabo para anclaje sobre riel	und.		4				4	
	Guardacabo para templadores	und.		4				4	
	carros de dilatación	und.		4				4	
	Pernos para anclaje de carros de dilatación	und.	4	4				16	
	Tuercas para unión barras de ojo y vigas 1/2" x 8'	und.	2	44				88	
	arandelas planas	und.	12	22				264	
	Grasa de protección de cable principal	kg		15				15	
0.05	Baranda de malla olímpica (1m de altura)	m2		2	90	1		180	180
	Accesorios: Abrazadera de platina de 3"x1"x1/8"	m2		22	0.25			5.5	5.5
	Fe angular de 1"x1"x3/16"	ml		2	90			180	180
	Pernos 5/16"x1/2"	und.	4	22				88	88
	Fe liso de 1/2" de 6 mts, rosca en extremos	ml		2	90			180	180
	Unión universal F°G° de 1/2"	und.	2	7				14	14
2 PINTURAS									
0.01	De pendolas, base sincromato y acabado con esmalte	m2		44	A circ=	0.21		9.24	9.24
0.02	Baranda con esmalte	m2		2	90			180	180

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001** EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTIN, 2018
 Subpresupuesto **001** EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTIN, 2018 Fecha presupuesto **13/06/2019**

Partida **Vigueta de madera de tornillo 5"x6"**
 Rendimiento **m/DIA** MO. **40.0000** EQ. **40.0000** Costo unitario directo por : m **40.29**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2000	21.87	4.37
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2000	17.52	3.50
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.6000	15.81	9.49
17.36						
Materiales						
0204120004	CLAVOS	kg		0.0200	3.00	0.06
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		6.5620	3.20	21.00
0290230060	PRESERVANTE DE MADERA	gal		0.0250	40.00	1.00
22.06						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	17.36	0.87
0.87						

Partida **Largueros de madera tornillo 3"x 4.5"**
 Rendimiento **m/DIA** MO. **50.0000** EQ. **50.0000** Costo unitario directo por : m **33.12**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	21.87	3.50
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.52	2.80
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.4800	15.81	7.59
13.89						
Materiales						
0204120004	CLAVOS	kg		0.0200	3.00	0.06
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.4500	3.20	17.44
0290230060	PRESERVANTE DE MADERA	gal		0.0260	40.00	1.04
18.54						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	13.89	0.69
0.69						

Partida **tablero de madera tornillo 8" x 1.5"**
 Rendimiento **m/DIA** MO. **60.0000** EQ. **60.0000** Costo unitario directo por : m **25.85**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	21.87	2.92
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	17.52	2.34
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.2667	15.81	4.22
9.48						
Materiales						
0204120004	CLAVOS	kg		0.3000	3.00	0.90
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.3750	3.20	14.00
0290230060	PRESERVANTE DE MADERA	gal		0.0250	40.00	1.00
15.90						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	9.48	0.47
0.47						

Partida **Cable AG de 1 1/2", 6x19**
 Rendimiento **m/DIA** MO. **40.0000** EQ. **40.0000** Costo unitario directo por : m **39.83**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2000	21.87	4.37
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.4000	15.81	6.32
10.69						
Materiales						
0270150002	CABLE ACERO, COBRA, 6X19, 1 1/2"	m		1.0000	28.61	28.61
28.61						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	10.69	0.53
0.53						

Fecha : 14/06/2019 02:03:35a.m.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001** EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTIN, 2018
 Subpresupuesto **001** EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTIN, 2018 Fecha presupuesto **13/06/2019**

Partida **Pendulas de Fierro liso redondo de 5/8"**
 Rendimiento **m/DIA** MO. **30.0000** EQ. **30.0000** Costo unitario directo por : m **20.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	21.87	5.83
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	15.81	4.22
10.05						
Materiales						
0270150003	PENDOLAS DE ACERO LISO, 5/8"	m		1.0000	10.00	10.00
10.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	10.05	0.50
0.50						

Partida **Accesorios varios del puente**
 Rendimiento **glb/DIA** MO. EQ. Costo unitario directo por : glb **9,690.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales						
0270170002	ABRAZADERA SUP.PENDOLA PLATINA	und		44.0000	20.00	880.00
0270170003	PERNOS UNION ABRAZADERA PENDOLAS DE 1/2"	und		44.0000	3.50	154.00
0270170004	TOPE PARA ABRAZADERAS	und		44.0000	5.00	220.00
0270170005	GUARDACABOS PARA ANCLAJE	und		4.0000	40.00	160.00
0270170006	CARRO DE DILATACION	und		4.0000	1,200.00	4,800.00
0270170007	PERNOS DE ANCLAJE, CARRO DE DILATACION	und		16.0000	5.00	80.00
0270170008	ARANDELAS PLANAS	und		264.0000	5.00	1,320.00
0270170009	BARRA DE OJO 5/8" X 12,25"	und		44.0000	15.00	660.00
0270170010	ARANDELA DE PLANCHA	und		44.0000	5.00	220.00
0270170011	TUERCAS, UNION BARRA DE OJO-VIGAS	und		88.0000	2.00	176.00
0270170012	GRAPAS CROSBY SUJECCION CABLE	und		40.0000	22.50	900.00
0270170013	GRASA, PROTECCION CABLE PRINCIPAL	und		15.0000	8.00	120.00
9,690.00						

Partida **Baranda de malla olimpica**
 Rendimiento **m/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m **51.37**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	21.87	8.75
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	17.52	7.01
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2000	15.81	3.16
18.92						
Materiales						
02010500050004	MALLA DE ALAMBRE GALVANIZADO #12	m2		0.9000	15.00	13.50
02030100060005	PERFILES FIERRO ANGULAR 1" X 1" X 3/16"	m		2.0000	5.00	10.00
0246040002	ACCESORIOS DIVERSOS	und		1.0000	8.00	8.00
31.50						
Equipos						
0301010043	DESAGASTE DE HERRAMIENTAS	%mo		5.0000	18.92	0.95
0.95						

Partida **En pendolas, base sin cromato y esmalte**
 Rendimiento **m2/DIA** MO. **30.0000** EQ. **30.0000** Costo unitario directo por : m2 **10.23**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	21.87	5.83
5.83						
Materiales						
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0500	48.00	2.40
0240050010	BASE SINCROMATO	gal		0.0500	40.00	2.00
4.40						

Fecha : 14/06/2019 02:03:35a.m.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203001** EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTIN, 2018
 Subpresupuesto **001** EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTIN, 2018 Fecha presupuesto **13/06/2019**

Partida		En barandas metálicas con esmalte		Costo unitario directo por : m2			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 35.0000	EQ. 35.0000				9.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2286	21.87	5.00	5.00
	Materiales						
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0500	48.00	2.40	
0240050010	BASE SINCROMATO	gal		0.0500	40.00	2.00	4.40

Presupuesto

Presupuesto 0203001 EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTIN, 2018
 Subpresupuesto 001 EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTIN, 2018
 Cliente SALAS SAAVEDRA, RENATO MARCELO
 Lugar SAN MARTIN - PICOTA - SHAMBOYACU

Costo al 13/06/2018

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Mano de Obra	Material	Equipo	Subcontrato	Parcial \$/.
	SUPER-ESTRUCTURA				22,421.26	45,558.20	1,121.28		69,102.63
	Viguetas de madera de tornillo 5'x6"	m	147.40	40.29	2,559.46	3,251.40	127.84		5,938.75
	Largueros de madera tornillo 3'x 4.5"	m	360.00	33.12	5,000.83	6,674.40	250.02		11,923.20
	tablero de madera tornillo 8' x 1.5"	m	704.00	25.85	6,664.82	11,193.60	333.70		18,189.40
	Cable AG de 1 1/2", 6x19	m	240.00	39.83	2,567.52	6,866.40	128.28		9,559.20
	Pendulas de Hierro liso redondo de 5/8"	m	221.24	20.55	2,223.29	2,212.40	111.17		4,546.48
	Accesorios varios del puente	gdo	1.00	9,690.00		9,690.00			9,690.00
	Baranda de malla olimpica	m	180.00	51.37	3,405.24	5,670.00	170.28		9,246.60
	PINTURAS				853.80	832.66			1,786.53
	En pendulas, base sin cromado y esmalte	m2	9.24	10.23	53.89	40.66			94.53
	En barandas metálicas con esmalte	m2	180.00	9.40	899.91	792.00			1,691.90
	Costo Directo								70,889.16

SOM : SETENTA MIL OCHOCIENTOS OCHENTINUEVE Y 16/100 NUEVOS SOLES

Fecha : 14/06/2018 01:53:52a.m.

ANEXO N° 10:
PANEL FOTOGRAFICO



Foto N° 01: Toma de apuntes para recolectar la demanda de población directa del puente.



Foto N° 02: Demanda peatonal y vehicular de categoría II-B.



Foto N° 03: Calibrando el equipo de ultrasonido para la evaluación de las torres



Foto N° 04: Evaluando mediante pulsaciones de la columna de 40x75 cm del margen Izquierdo del rio ponaza.



Foto N° 05: Evaluando mediante pulsaciones de la columna de 40x75 cm del margen derecho del rio ponaza.



Foto N° 06: Mostrando el equipo que se utilizó para la evaluación de la estructura.



Foto N° 07: Cuadro donde se aplicó el Esclerómetro obteniendo 16 resultados.



Foto N° 08: Aplicando el ensayo de Esclerometro en el margen derecho del rio ponaza.



Foto N° 09: verificación de los elementos del puente peatonal



Foto N° 10: Se visualiza el estado de deterioro de los elementos estructurales que conforman la subestructura y superestructura del puente peatonal Shamboyacu.



Foto N° 11: Se puede apreciar en la fotografía tomando medida de la péndola, siendo este un dato importante para el modelamiento.



Figura N° 12: Se puede apreciar tomando medida de la altura de las barandas que presenta el puente peatonal Shamboyacu.

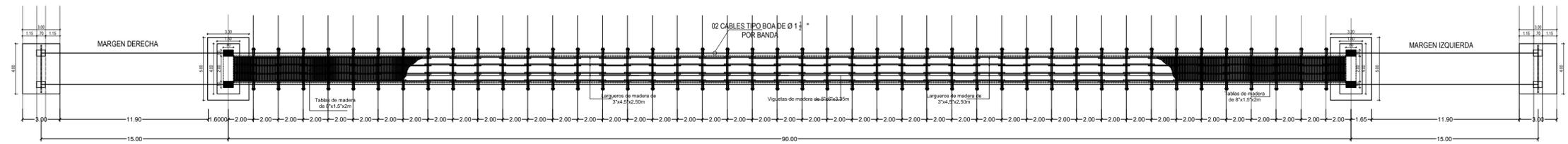


Figura N° 13: Se apreciar en la fotografía las partes de los elementos estructurales del puente peatonal.

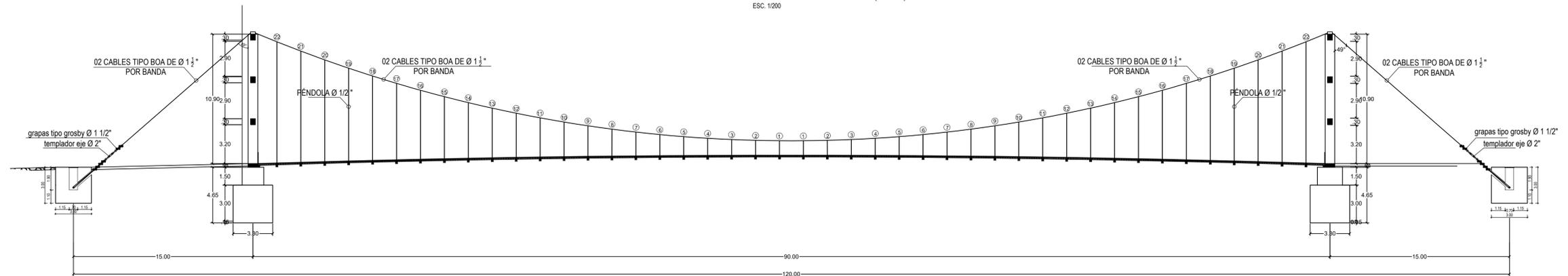


Figura N° 14: se ilustra en la siguiente fotografía la parte del tablero que se encuentra en un estado deteriorado por causa del mal uso y los efectos climatológicos.

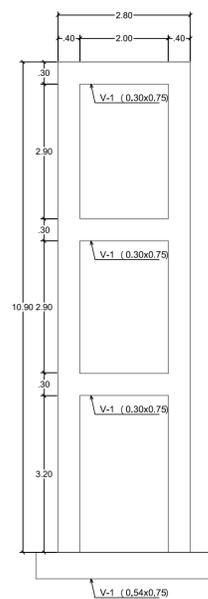
ANEXO N° 11:
PLANO



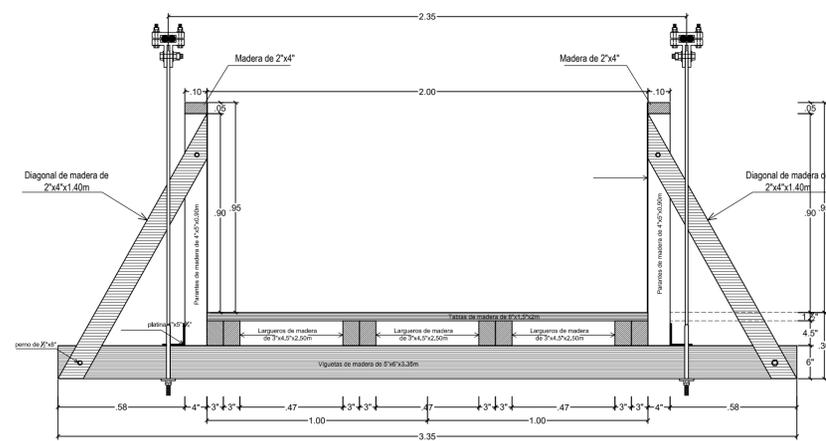
PLANTA DEL PUENTE SHAMBOYACU (L = 90M)
ESC. 1/200



CORTE LONGITUDINAL DEL PUENTE SHAMBOYACU (L = 90M)
ESC. 1/200



PORTICO DERECHO E IZQUIERDO
ESC. 1/75



DETALLE DE ESTRUCTURA DE MADERA
ESC. 1/20

Número de Pendola (P)	Ubic. Centro de Luz como Origen (0,00,0,00)		Longitud de Pendola (Lp)
	Lado Izquierdo (-m)	Lado Derecho (+m)	
Pend. N° 1	-1 m	1 m	1.26 m
Pend. N° 2	-3 m	3 m	1.30 m
Pend. N° 3	-5 m	5 m	1.37 m
Pend. N° 4	-7 m	7 m	1.49 m
Pend. N° 5	-9 m	9 m	1.64 m
Pend. N° 6	-11 m	11 m	1.82 m
Pend. N° 7	-13 m	13 m	2.05 m
Pend. N° 8	-15 m	15 m	2.31 m
Pend. N° 9	-17 m	17 m	2.61 m
Pend. N° 10	-19 m	19 m	2.95 m
Pend. N° 11	-21 m	21 m	3.33 m
Pend. N° 12	-23 m	23 m	3.75 m
Pend. N° 13	-25 m	25 m	4.20 m
Pend. N° 14	-27 m	27 m	4.70 m
Pend. N° 15	-29 m	29 m	5.24 m
Pend. N° 16	-31 m	31 m	5.82 m
Pend. N° 17	-33 m	33 m	6.43 m
Pend. N° 18	-35 m	35 m	7.09 m
Pend. N° 19	-37 m	37 m	7.80 m
Pend. N° 20	-39 m	39 m	8.55 m
Pend. N° 21	-41 m	41 m	9.34 m
Pend. N° 22	-43 m	43 m	10.17 m



"EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA - SAN MARTIN, 2018"

ALUMNO: RENATO MARCELO SALAS SAAVEDRA

LAMINA N°:

UBICACION:
Distrito : Shamboyacu
Provincia : Picota
Departamento : San Martín

PLANO:
DETALLE DEL LEVANTAMIENTO DE MEDIDAS
DEL PUENTE PEATONAL

E-01

DISEÑO: R.M.S.S

REV:

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2019

Acta de aprobación de originalidad de tesis

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Tania Arévalo Lazo, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, Filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYACU, PICOTA – SAN MARTIN, 2018", del (de la) estudiante Renato Marcelo Salas Saavedra, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 22 de noviembre del 2019

Firma

Mg. Tania Arévalo Lazo

DNI: 44086934.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Captura de Pantalla de Turnitin

ig=es&o=1220141158&ro=1038&s=1&u=1090235249

TESIS SSR 2

46 de 48

Resumen de coincidencias

18 %

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	7 %
2	transparencia.mtc.gob... Fuente de Internet	3 %
3	documents.tips Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	e-archivo.uc3m.es Fuente de Internet	<1 %
6	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
7	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
8	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
9	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
12	www.inti.gov.ar Fuente de Internet	<1 %

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“Evaluación de Estructura y Propuesta de Reforzamiento del Puente Peatonal Shamboyacu, Picota – San Martín, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Renato Marcelo Salas Saavedra

Autorización de publicación de tesis

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo RENATO MARCELO SAYAS SAAVEDRA....., identificado con DNI N° 70989881....., egresado de la Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL..... de la Universidad César Vallejo, autorizo , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "EVALUACIÓN DE ESTRUCTURA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL PUENTE PEATONAL SHAMBOYAW, PISCOTA - SAN MARTEN, 2018....."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 70989881.....

FECHA: TARAPOTO 26 de NOVIEMBRE del 2019.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Autorización final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA LA COORDINADORA DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL:

Mg. Ing. Tania Arévalo Lazo
Coordinadora de la escuela profesional de ingeniería civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Renato Marcelo Salas Saavedra

INFORME TÍTULADO:

“Evaluación de Estructura y Propuesta de Reforzamiento del Puente Peatonal Shamboyacu, Picota – San Martín, 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 10 de julio 2019

NOTA O MENCIÓN: 14

