

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DEL PUENTE PASAMAYITO ANTE MÁXIMAS AVENIDAS

Caballero Talledo Rubén Darío¹

Sotomayor Nunura Gioconda del Socorro²

Resumen

En el Perú, el transporte de mercancías, productos y personas, usan el transporte terrestre como principal medio de comunicación, la infraestructura vial por ende tiene gran influencia en el desarrollo económico y social de las comunidades. Las instituciones que administran este tipo de infraestructuras, tienen bajo su responsabilidad el mantenimiento, rehabilitación y conservación de los diferentes elementos que hacen parte de la red vial del país. Otro factor que influye mucho en el sector Transportes, es el Fenómeno del Niño como lo fue en el año 1982-1983, donde el 80% de los daños se localizó en la zona norte, donde las pérdidas ascendían a más de \$100 millones, se dañaron 2600 kilómetros de carreteras, y colapsaron cerca de 47 puentes en el norte del Perú. En esta investigación, se ha aplicado la metodología basada por desplazamientos, para evaluar la parte estructural modelando la estructura en un software, verificar momentos y flecha máxima; asimismo, se ha evaluado la estructura la socavación local y general en lo que respecta a Hidráulica.

Palabras clave: Máximas Avenidas, Desempeño hidráulico y estructural.

Abstract

In Peru, the transport of goods, products and people use land transport as the main means of communication, road infrastructure therefore has great influence on the economic and social development of communities. The institutions that manage this type of infrastructures, have under their responsibility the maintenance, rehabilitation and conservation of the different elements that are part of the road network of the country. Another factor that greatly influences the Transport sector is the El Niño phenomenon as it was in the year 1982-1983, where 80% of the damages were located in the northern zone, where the losses amounted to more than \$ 100 million. damaged 2600 kilometers of roads, and collapsed near 47 bridge in the north of Peru.

It is for this reason that this research was treated on the Evaluation for Hydraulic and Structural Performance of the Pasamayito Bridge; therefore, the following methodology based on displacements has been applied, to evaluate the structural part by modeling the structure in software, verify moments and maximum arrow; Likewise, the structure of local and general scouring has been evaluated in relation to Hydraulics. **Keyword:** máximum avenues,

¹Ingeniero Civil. Universidad Señor de Sipán. OrcidN° N° de Colegiatura del Colegio de Ingenieros 234937

²Docente Universidad Señor de Sipán, <https://orcid.Org/0000-0001-6082-0893>. Reg.CPPe-R. Lamb.N°0194843

I. Introducción

El puente Pasamayito está ubicado en el panamericano norte entre Sullana y Talara cercano al sector de Santa Sofía de Sullana, el puente fue construido cuando se dieron las lluvias por el fenómeno del Niño en el año 2017.



Figura1: Puente Pasamayito

Fuente: Fotografía Propia

Es necesario mencionar que la alta densidad vehicular que se da entre Sullana, Talara, Tumbes e incluso comunicación binación con el Ecuador, obliga a tener una infraestructura adecuada, las que en época de lluvias de 1982-1983 y 1997 la estructura fallo.

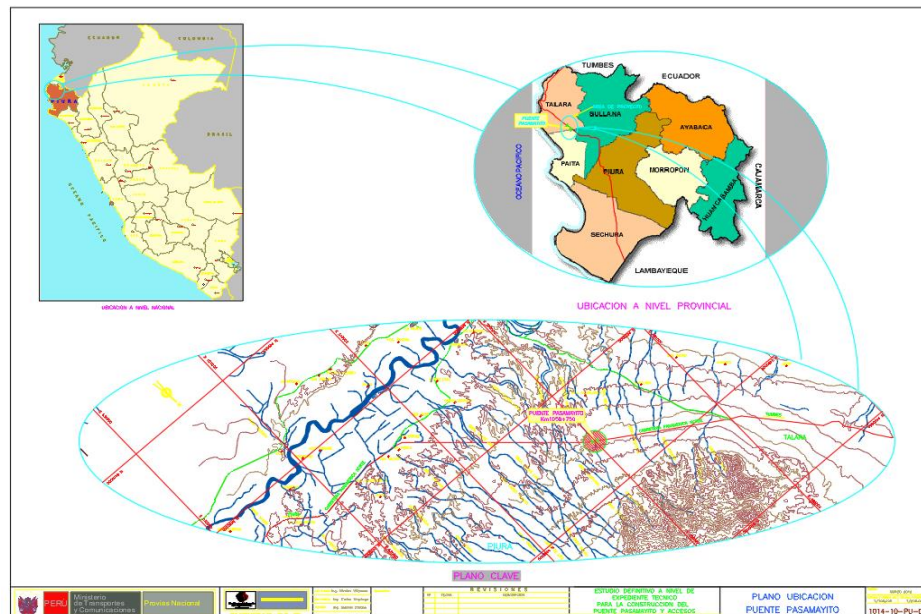


Figura 2: Ubicación del Puente Pasamayito

Fuente: Provias Nacional, Ministerio de transportes y comunicaciones

No se ha hecho una evaluación por desempeño en el Perú ante las cargas actuales que soportan los puentes, por las que fueron proyectadas en el diseño.

En el Perú el autor Umpire Portocarrero.J.A. (2015) en la tesis “Evaluación Estructural del Puente Nochoz en el Tramo II-Villa Rica-Puerto Bermúdez, Oxapampa” realizó estudios y se trazó como objetivo general la evaluación estructural del puente Nochoz.. Aplicó la metodología como base un ejemplo del Manual for Bridge Evaluation la cual contempla una serie de pasos que van desde calcular las propiedades geométricas, las solicitaciones que aporta cada material, solicitaciones por carga muerta y carga viva. Hasta llegar finalmente a la ecuación general de carga para poder indicar por cada elemento mediante valores confiables si la estructura se encuentra en buen estado o no. Así como también la metodología de AASHTO-LRFD. La población que se tomó en cuenta abarca los trabajos de mejoramiento y rehabilitación de la carretera en el tramo II-Villa Rica-Puerto Bermúdez en la provincia de Oxapampa del departamento de Cerro de Pasco, la cual se toma como muestra el Puente Nochoz. Las conclusiones que se dieron fue que para la evaluación de un puente existente lo recomendable es tener a la mano los planos de construcción ya que en ellos se ve reflejado varios detalles estructurales la cual se utilizaran para hallar las solicitaciones de carga.

Esta tesis nos permite seguir el procedimiento de evaluación del “Manual for Bridge Evaluation” aplicando la metodología AASHTO-LRFD, para calcular las propiedades geométricas, las solicitaciones de cada material del puente y las solicitaciones por carga muerta y viva.

El crecimiento constante de las poblaciones, ha forjado al incremento del desarrollo constructivo de nuevas obras para el beneficio de la misma sociedad, lo cual ha ocasionado a través del tiempo estragos importantes e irremediables pérdidas económicas por el mal diseño y el mal proceso constructivo es por eso que se hace este estudio para evitar pérdidas económicas y pérdidas humanas en un futuro. (Borja Suarez. M. 2012).

Es necesaria la evaluación estructural, hidráulica y del Puente Pasamayito, ya que no sabemos si las actividades en el proceso constructivo fueron realizadas de lo más óptimo posible ya que fue construido en la época de lluvias del año 2017, así como el permanente tránsito vehicular de carga pesada y el pésimo estado de las carreteras. (Borja Suarez. M. 2012).

El objetivo fue Realizar un análisis del desempeño hidráulico y estructural del puente Pasamayito ante máximas avenidas para plantear propuestas de prevención.

II. MATERIALES Y MÉTODO

La presente Investigación es de Tipo Cuantitativa ya que se plantea una forma confiable para conocer la realidad a través de recolección y análisis de datos. (Borja Suarez. M. 2012)

El diseño de Investigación es Cuasi-Experimental ya que según Valderrama Mendoza. S. (2007): Los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una o más variables dependientes.

La variable independiente es la variable que produce el efecto o es la causa de la variable dependiente, se escogió Puente Pasamayito

La variable dependiente es el resultado o efecto producido por la acción de la variable independiente, se escogió, Evaluación por desempeño hidráulico y estructural.

Se ha considerado los siguientes métodos:

Método Empírico, Según Hernández Meléndez (2006), no dice que esta investigación busca la obtención y elaboración de datos empíricos para el conocimiento de la realidad en la evaluación del Puente Pasamayito ante un fenómeno que es una máxima Avenida.

Método Descriptivo, Según Rodríguez Arinaga. (2011), Da a entender que esta investigación es de tipo descriptiva ya que se trata de hacer un estudio o análisis de un fenómeno en una variable, en este caso es la evaluación del Puente Pasamayito ante una máxima avenida.

Se estimó como población todos los puentes del departamento de Piura en la provincia de Talara. Se trabajó con una muestra no probabilística de 01 Puente, que es el Puente Pasamayito. (Hernández Sampieri.R.2014)

Entre las técnicas e instrumentos de recolección de datos tenemos la Observación, es el registro visual de lo que ocurre ante una eventualidad, clasificando los acontecimientos pertinentes de acuerdo a un esquema previsto o según el problema que se estudia. . (Borja Suarez. M. 2012)

Para el análisis de documentos, se consultó material bibliográfico (libros, papers, tesis, etc., como también normas técnicas el cual rige la evaluación por desempeño de un Puente. (Borja Suarez. M. 2012).

Entre los aspectos éticos, en esta investigación se consideró la Beneficencia y no maleficencia, pues, esta investigación asegura el bienestar de las personas que participaron en el desarrollo de

la investigación, en ese sentido, la conducta del investigador debe responder a no causar dan, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios. (Osorio Hoyos. J. 2000)

La integridad científica del investigador resulta relevante cuando, en función de las normas de su profesión, se evalúan y declaran daños, riesgos y beneficios potenciales que puedan afectar a quienes participan en esta investigación (Osorio Hoyos. J. 2000)

En los criterios de rigor científico está la validez, que consiste en la adecuada interpretación de los resultados, variables, dimensiones y preguntas donde se convierte en soporte fundamental de la investigación cualitativa. (Noreña et al. 2012). Y la fiabilidad y validez como eje del rigor , se relaciona con la medición del error aleatorio y requiere un tamaño de muestra eficiente. La medición ha de tener precisión lo suficiente. (Noreña et al. 2012).

III. RESULTADOS

Evaluación hidrológica e hidráulica para la sección del puente, asociados con los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años.

Caudal de Máximas Avenidas

Se ha recolectado información del SENAMHI de la estación Mallares.

A continuación se muestra el cuadro de prueba de bondad de ajuste demostrando que cumple para un delta crítico del 95% de probabilidad.

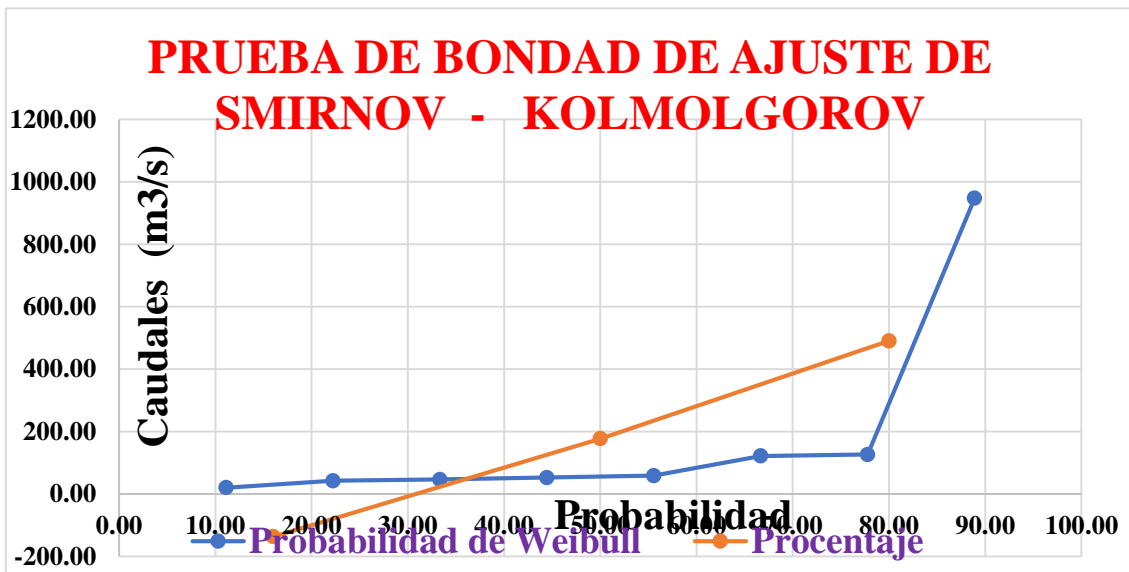


Figura 3: Probabilidad de Ajuste de Caudales

Fuente Propia

Se escoge la de Smirnov-Komolgorov ya que es la que más se usa y representa datos confiables. Mediante el programa Hidroesta se obtienen los caudales para diferentes periodos de retorno usando métodos estadísticos:

Tabla 1:
Caudales de Máximas Avenidas de retorno

Tr (años)	D. Normal	D. Log. Normal 2P	D. Log. Normal 3P	Gamma 2P	Gamma 3P	Log Pearson Tipo III	Gumbel	Log Gumbel
2	176.61	80.04	62.12	107.4	57.46	61.05	125.08	66.13
5	440.55	212.74	201.08	289.39	323.95	179.93	402.28	184.62
10	578.65	354.81	404.04	435.26	558.34	377.27	585.81	364.34
25	725.87	612.07	873.44	633.16	889.21	957.74	817.7	860.03
50	820.95	870.44	1448.22	785.13	1149.14	1894.77	989.73	1626.42
100	906.45	1194.75	2288.72	938.25	1414.32	3696.11	1160.49	3061.31
200	1017	1500.00	3404.40	1081.0	1688.50	7101.00	1330.63	5748.85
300	1079.51	2208.04	5805.84	1294.25	2059.51	16035.81	1555.09	13202.05

Fuente: SENAMHI

Con los datos obtenidos señalados anteriormente se ha realizado el análisis por socavación para un lecho móvil utilizando un diámetro de la partícula de 2mm, un ancho verdadero del cauce de 350 m y un caudal de diseño de 5805.34 m³/s se ha obtenido socavación general en el lecho de 2.15 m de altura.

Con los datos obtenidos señalados anteriormente se ha realizado el análisis por socavación local para las pilas de sección circular del Puente Pasamayito, utilizando un diámetro de la partícula de 2mm, un ancho verdadero del cauce de 350 m y un caudal de diseño de 5805.34 m³/s, además de calcular la velocidad real para un cauce de material granular no cohesivo, se ha obtenido socavación local en el lecho de 0.50 m de altura

Al analizar la respuesta sísmica de un puente regular se tiene los siguientes resultados:

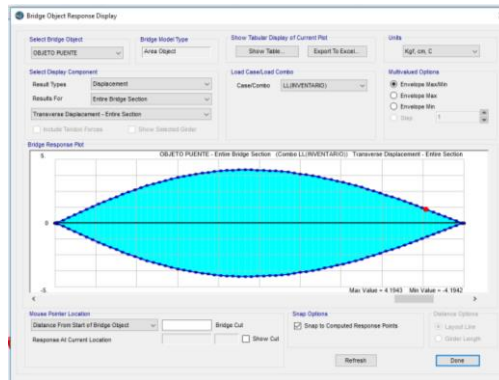


Figura N° 4.a- Modelación de Puente Pasamayito
Fuente: Fuente Propia

Donde se observa para la combinación de carga un momento positivo máximo de 22447.48 Txm
y un momento mínimo positivo de 79.21 Txm.

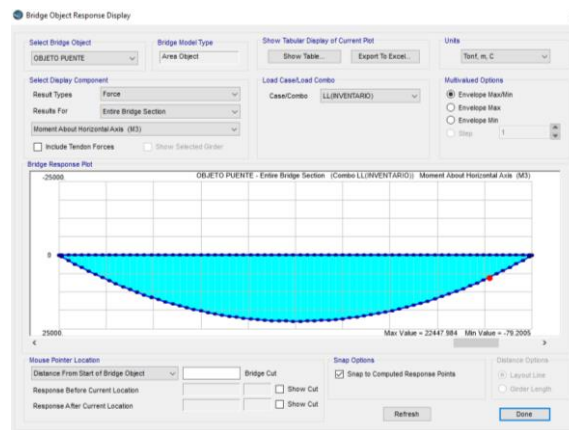


Figura N° 5- b.- Modelación de Puente Pasamayito
Fuente: Fuente Propia

Donde se observa una flecha máximo vertical de 0.0282 mm.

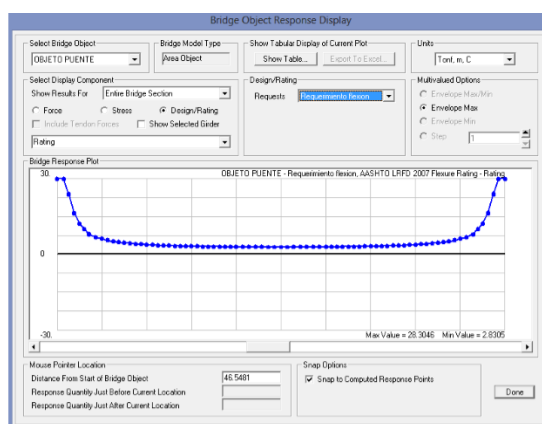


Figura 6- c.- Modelación de Puente Pasamayito
Fuente: Fuente Propia

Se da un resultado de una flecha transversal de 4cm como máximo. Una flecha máxima longitudinal de 20 cm.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El resultado de la socavación general en el lecho coincide en el procedimiento y análisis para la interpretación con el (Manual de diseño de Puentes. 2016) y con el Manual de Hidráulica e Hidrología del Ministerio de transportes y Comunicaciones para los diferentes métodos da un resultado de 2.15 m de altura.

El resultado de la socavación local para las pilas de sección circular del Puente Pasamayito coincide en el procedimiento y análisis para la interpretación con el (Manual de diseño de Puentes. 2016) y con el Manual de Hidráulica e Hidrología del Ministerio de transportes y Comunicaciones para los diferentes métodos da un resultado 0.50 m de altura.

Al analizar la respuesta sísmica de un puente regular el resultado que se observa fue analizado bajo el procedimiento y el análisis del autor (Pinto Rodríguez. 2012) en su tesis “Diseño de Puentes basado por desplazamiento” para la combinación de carga un momento positivo máximo de 22442.02 Txm y un momento mínimo positivo de 79.21 Txm. Lo cual es un resultado aceptable y sin error ya que en el momento negativo es nulo.

El resultado que se observa una flecha máxima de 20.30 cm y una flecha mínima de 2.83 cm coinciden con el procedimiento y análisis realizado por el autor (Pinto Rodríguez. 2012) y (Umpire Portocarrero. 2012) donde la flecha máxima está dentro de los aportes que propone el (Manual y diseño de Puentes del Perú. 2018).

V. CONCLUSION

El resultado de la socavación general para los diferentes caudales asociados a los periodos de retorno de 5, 20, 50, 100 y 500 años con un caudal máximo de 5805.34 m³/s para 500 años da un resultado de 2.15 m de altura. Lo cual se considera un buen resultado ya que la altura de los pilares es de 14 metros y el nivel real del lecho del rio está por encima de los 2.00m de altura.

El resultado de la socavación local para las pilas de sección circular del Puente en los diferentes caudales asociados a los periodos de retorno de 5, 20, 50, 100 y 500 años con un caudal máximo de 5805.34 m³/s para 500 años da un resultado da un resultado 0.50 m de altura. Se da por conclusión que el resultado es aceptable ya que la altura de los pilares es de 14 metros y es mucho mayor que la socavación local.

El resultado que se observa para la combinación de carga un momento positivo máximo de 5191.02 Txm y un momento mínimo positivo de 453.21 Txm. Lo cual es un resultado aceptable y sin error ya que en el momento negativo es nulo.

El resultado que se observa un flecha máxima de 20.30 cm y una flecha mínima de 2.83 cm coinciden con el procedimiento y análisis realizado por el autor (Pinto Rodríguez. 2012) y (Umpire Portocarrero. 2012) donde la flecha máxima está dentro de los aportes que propone el (Manuel y diseño de Puentes del Perú. 2018) y ASTHO LDRF diseño de puentes.

REFERENCIAS

- Borja. Suarez. M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo-Perú.
- COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU. *Informe del Fenómeno del Niño 1997-1998*. Consejo Nacional. Lima.
- Hernández. Melendrez. E. (2006). *Metodología de la Investigación*. Lima-Perú. Escuela Nacional de Salud Pública.
- Rocha.F. (2013) *Introduccion a la Hidráulica de las Obras Viales*. (3ª edición). Peru: .Fondo Editorial ICG. Lima – Perú. Fondo Editorial.
- Rodríguez. Arinaga. W. 2011. *Guía de Investigación Científica*.
- Santiago. Casanova. M. E. (2007). *Socavación en Investigación, Puentes y Carreteras*. (Tesis de licenciatura). Instituto Politécnico Nacional. México
- Umpire Portocarrero.J.A. (2015). *Evaluación Estructural del Puente Nochoz en el Tramo II-Villa Rica-Puerto Bermúdez, Oxapampa*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Ingeniería.Lima-Peru