



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Mantenimiento periódico para la conservación del Puente Capelo en  
el Distrito San Luis de Shuaro – Chanchamayo – Junín -2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Teófilo Michael Tirado Díaz

**ASESOR:**

Ing. Susy Giovana Ramos Gallegos

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**Lima – Perú**

**2018**

## Página del jurado



### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO DE LIMA

#### DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 269-2018-2 UCV-LIMA NORTE/ING

El Presidente y los miembros del Jurado Evaluador de Tesis designado con **RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1551/EP/ING.CIVIL.UCV LIMA N** de la Escuela de Ing. Civil, dictaminan:

#### PRIMERO.

Aprobar por sobresaliente (Pasará a publicación)	: 18 - 20 puntos	( )
Aprobar por unanimidad	: 14 - 17 puntos	(+)
Aprobar por mayoría	: 11 - 13 puntos	( )
Desaprobar	: 0 - 10 puntos	( )

La Tesis denominada " **MANTENIMIENTO PERIODICO PARA LA CONSERVACIÓN DEL PUENTE CAPELO EN EL DISTRITO SAN LUIS DE SHUARO-CHANCHAMAYO-JUNIN-2018** "presentado por el (la) estudiante **TIRADO DIAZ, TEOFILO MICHAEL**.

SEGUNDO. Que la calificación obtenida en la sustentación de la Tesis por el (la) estudiante es como corresponde:

Apellidos y Nombres	Calificación en números	Calificación en letras
<b>TIRADO DIAZ, TEOFILO MICHAEL</b>	<b>13</b>	<b>trece</b>

Los Olivos, 17 de diciembre del 2018

Presidente(a): **MAG. LUIS VARGAS CHACALTANA**  
Nombre Completo

Secretario(a): **MAG. LUCAS LUDEÑA GUTIERREZ**  
Nombre Completo

Vocal: **MAG. SUSY GIOVANA RAMOS GALLEGOS**  
Nombre Completo

  
Firma  
Firma  
Firma



## **Dedicatoria**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente. A mi hijo, Wander Michael Tirado Díaz, por ser mi fuente de inspiración, eres mi orgullo y mi gran motivación, me impulsas cada día a superarme de ofrecerte siempre lo mejor. No es fácil, eso lo sé, pero tal vez si no te tuviera, no habría logrado tantas grandes cosas, tal vez mi vida sería un desastre sin ti. A mis padres, Teófilo Tirado Mendoza y Luz Elena Díaz Pérez, por darme la vida, por su apoyo para lograr este objetivo. A mis hermanos, Fanny Elena, Wander Joel, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho. A mi tío, Felipe Roberto Tirado Mendoza, por creer en mí, porque siempre me apoyaste y comprensión en esta larga y hermosa carrera, la Ingeniería Civil. A mi novia, Victoria del Carmen Calvo Zulen, por siempre creer en mi servir de motivación para lograr mis metas gracias por tu apoyo moral en todo este tiempo.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por permitirme ser testigo del milagro que es la vida, así como poder desarrollarme como persona y profesional. Agradezco de igual manera a la Universidad Cesar vallejo, con el programa SUBE y en especial a la Facultad de Ingeniería Civil por permitirme ser parte de esta noble Institución, que conjuntamente con todos mis profesores me han sabido guiar en la vida personal y profesional.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Teófilo Michael Tirado Díaz, identificado con DNI N° 09571112 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que se adjunta son fidedignos.

Asimismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En el caso que hubiera falta, omisión o falsedad asumo los correspondientes procesos investigatorios y sanciones de acuerdo a las normas internas de la universidad.

En concordancia, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, con las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 05 de diciembre del 2018



---

Teófilo Michael Tirado Díaz  
DNI N° 09571112

## **Presentación**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Mantenimiento periódico para la conservación del Puente Capelo en el Distrito San Luis de Shuaro – Chanchamayo – Junín -2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Civil.

## Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Declaración de autenticidad	v
Presentación	vi
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática.	2
1.2. Trabajos previos	3
1.2.1. Antecedentes nacionales	3
1.2.2. Antecedentes internacionales	4
1.3. Teorías relacionadas con el tema.	6
1.4. Formulación del problema.	19
1.4.1. Problema general	19
1.4.2. Problemas específicos.	20
1.5. Justificación del estudio.	20
1.6. Hipótesis.	21
1.6.1. Hipótesis general	21
1.6.2. Hipótesis específicas.	21
1.7. Objetivos.	22
1.7.1. Objetivo general	22
1.7.2. Objetivo específico.	22
<b>II. METODOLOGÍA</b>	<b>23</b>
2.1. Tipo de investigación	24
2.2. Nivel de investigación	24
2.3. Diseño de investigación	24
2.4. Variables, Operacionalización	25
2.4.1. Variables.	25
2.4.2. Operacionalización de variables	25

2.5.	Población	28
2.6.	Muestra.	28
2.7.	Muestreo.	28
2.8.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	29
2.8.1.	Técnicas	29
2.8.2.	Instrumentos	29
2.8.3.	Validez	30
2.8.4.	Confiabilidad.	31
2.9.	Métodos de análisis de datos.	31
2.10.	Aspectos éticos	32
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS:</b>	<b>33</b>
<b>IV.</b>	<b>Discusión</b>	<b>49</b>
<b>V.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>52</b>
<b>VI.</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>54</b>
<b>VII.</b>	<b>Referencias</b>	<b>56</b>
<b>VIII.</b>	<b>Anexos</b>	<b>59</b>

## Índice de tablas

Tabla 1	Matriz de operacionalización de la variable Mantenimiento periódico	26
Tabla 2	Matriz de operacionalización de la variable Conservación del puente	27
Tabla 3	Rango y magnitud de validez	30
Tabla 4	Coficiente de validez por juicio de expertos	30
Tabla 5	Validadores de los instrumentos	31
Tabla 6	rango y magnitud de confiabilidad	31
Tabla 7	Ficha técnica inspección de estructura	35
Tabla 8	Informe técnico SSPC de la limpieza previa y arenado	37
Tabla 9	Ficha técnica proceso de pintado	37
Tabla 10	Ficha de recolección de datos: Mantenimiento periódico	42
Tabla 11	Ficha técnica inspección de estructura 2018	45
Tabla 12	Ficha de recolección de datos: conservación del puente	48

## Índice de figuras

Figura 1	Elementos de un puente	11
Figura 2	Arenado en estructura metálica	12
Figura 3	Manejo de la tolva	13
Figura 4	Manguera de alta presión	14
Figura 5	Motocompresor de aire	14
Figura 6	Casco y protección presurizado con aire filtrado	15
Figura 7	Pintado de estructura metálica con pistola	16
Figura 8	Grados de susceptibilidad a fenómenos de geodinámica externa	34
Figura 9	En entrega de terreno por el Alcalde de San Luis de Shuaro	36
Figura 10	Certificado de calidad Inter Paints	38
Figura 11	Pernos en regular estado de conservación en puente reticulado de 80.00m	39
Figura 12	Pernos estructurales DIN 6914	39
Figura 13	Certificado de calidad perno estructural DIN 6914	40
Figura 14	Arandela estructural DIN 6916	40
Figura 15	Certificado de calidad arandela estructural	41
Figura 16	Obra entregada Vista de Puente de 02 tramos desde estribo izquierdo.	43
Figura 17	Pintado con INTERPOXY FINISH 680 AL	44
Figura 18	Medidor de espesor de pintura con ELCOMETER	44
Figura 19	Pernos deteriorados en el Reticulado metálico de 50.00m	46
Figura 20	Pernos. Proceso de galvanizado en caliente	46
Figura 21	Conexión ajustada	47
Figura 22	Marcado de correspondencia	47
Figura 23	Puente capelo vista tramo en la actualidad (2018)	48

## Resumen

La presente investigación, titulada Mantenimiento periódico para la conservación del Puente Capelo en el Distrito San Luis de Shuaro – Chanchamayo – Junín -2018, tuvo como objetivo determinar que el mantenimiento periódico mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro. Respecto a la metodología de investigación, esta fue de tipo básico, con nivel no experimental y explicativo. El diseño de la tesis fue correlacionales-causal, ya que se buscaba establecer relaciones entre variable mantenimiento periódico con la conservación del puente Capelo. La población y la muestra estuvieron conformadas por los dos tramos del puente, 50m. y 80m., respectivamente. El trabajo tuvo como instrumentos a la ficha técnica de mantenimiento periódico y recolección de datos.

En base a los resultados, se concluye que el mantenimiento periódico mejoró la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro. Esto se debe a que se eliminó del óxido o pintura preexistente debido a la corrosión por el paso del tiempo. Para la debida limpieza, se realizó el proceso del arenado y aplicación del pintado en las estructuras necesarias. Para ello, se recurrió a solventes según las normas SSPC. En la aplicación de la pintura, esta se desarrolló en tres capas y cada una de ellas contuvo el espeso mínimo requerido (9 mils). Se procedió al cambio de pernos y tuercas para el reforzamiento de las estructuras metálicas en deterioro. Estos cumplen con las características mecánicas de los pernos según norma DIN ISO 898-1. Además, se cuenta con el certificado de calidad de los pernos de alta resistencia (7/8" y 1") así como el certificado de calidad de la tuerca estructural DIN 6915.

**Palabras claves:** mantenimiento periódico, conservación, puente, arenado, pintura, pernos

## Abstract

The objective of this research, entitled Periodic Maintenance for the Conservation of the Capelo Bridge in the District of San Luis de Shuaro - Chanchamayo - Junín -2018, was to determine that periodic maintenance improves the conservation of the Capelo Bridge in the district of San Luis de Shuaro. Regarding the research methodology, this was basic, with no experimental and explanatory level. The design of the thesis was correlational-causal, since the aim was to establish relations between the periodic maintenance variable and the conservation of the Capelo bridge. The population and the sample were formed by the two sections of the bridge, 50m. and 80m., respectively. The work had as instruments the technical data sheet for periodic maintenance and data collection.

Based on the results, it is concluded that the periodic maintenance improved the conservation of the Capelo bridge in the district of San Luis de Shuaro. This is because it was removed from pre-existing rust or paint due to corrosion over time. For the proper cleaning, the sandblasting process was carried out and the painting was applied in the necessary structures. For this, solvents were used according to SSPC standards. In the application of the painting, it was developed in three layers and each of them contained the required minimum thickness (9 mils). The change of bolts and nuts for the reinforcement of the deteriorating metallic structures was proceeded. These comply with the mechanical characteristics of the bolts according to DIN ISO 898-1. In addition, it has the certificate of quality of the bolts of high resistance (7/8 "and 1") as well as the quality certificate of the structural nut DIN 6915.

**Keywords:** periodic maintenance, conservation, bridge, sandblasting, painting, bolts

## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad problemática

La necesidad de una sociedad, grupo o familia es siempre estar intercomunicado geográficamente con las demás zonas, ya sea por aspectos económicos, políticos o culturales. Es por ello que los puentes, por cientos de años, han simbolizado los más grandes sueños u objetivos del ser humano.

Los puentes representan en todo el mundo el instrumento para eliminar las barreras de comunicación entre comunidades y naciones para convertirlos en “vecinos”, en sociedades con las mismas dificultades pero que gracias a los puentes hay más oportunidad para el intercambio económico, político y cultural. Las distancias se acortan, se facilita el comercio así como se acelera el transporte; estas y muchos más son los principales beneficios que trae consigo el puente. Un gran ejemplo de ello es la guerra, cuando se quiere menguar las fuerzas de una nación, como parte de la estrategia, se desploman los puentes que rodean a la ciudad para que no tengan alianzas de otros grupos.

A pesar de todos los argumentos, sobre todo en zonas rurales, no se les ha dado la importancia debida a estas obras vitales para el desarrollo de toda sociedad. Es más, son específicamente las zonas rurales las que dependen más de los puentes, a comparación de las urbanas. Es por ello que el puente, al ser considerado un ícono de la ingeniería civil, es responsabilidad de este profesional en el de encontrar los sistemas o acciones necesarias para su mantenimiento y funcionalidad.

En el caso peruano, la realidad no es tan distinta y hasta se encontraría en peores situaciones debido a los diversos casos de puentes en zonas urbanas que no han colmado las expectativas de la población. "En los temas de hidráulica lo que normalmente falla son los problemas de erosión, y es a eso lo que se debe de atender", según el Ing. César Aramis en una entrevista a RPP. El mismo ingeniero señaló que el río Rímac posee una turbulencia significativa la cual provoca erosiones considerables a los estribos del puente; ante ello, se asume que si fallan los estribos, falla también toda la estructura (RPP, 2017, párr. 4).

Por el mismo punto, el arquitecto Augusto Ortiz de Zevallos indicó que las cuerdas, cuya función era la de sostener el puente Talavera, no cumplían la tarea correspondiente.

Él mismo señala que la pita estaba de adorno y que el puente se sostenía donde no le correspondía (RPP, 2017, párr. 4-5).

De todos los casos de la situación crítica de los puentes en el Perú, el presente trabajo de investigación está enfocado a las actividades planificadas para el mejoramiento del puente Capelo- Junín a través del mantenimiento periódico. Este proyecto no solo encierra la refacción o mera reparación de un puente, sino la de brindar un acceso social, económico y cultural a una zona compuesta por 17 poblados o sectores sociales que dependen de esta. Es ahí donde radica la importancia de este estudio para los futuros ingenieros y para el conocimiento del debido mantenimiento a otros puentes que se encuentran en la misma condición.

## **1.2 Trabajos previos o antecedentes**

### **1.2.1 Ámbito internacional**

MARTÍNEZ Javier (2016) presentó su trabajo titulado “Sistema de Gestión de puentes optimización de estrategias de mantenimiento implementación de redes locales de carretera” para obtener el grado de doctor en la Universidad Politécnica de Madrid de España. Este tuvo como objetivo general la de desarrollar un sistema de gestión aplicado a puentes a partir de un conglomerado de estructuras de una red vial viaria. Además, esta tenía que ser capaz de evaluar tanto su deterioro como su evolución.

Como conclusiones, se obtuvo lo siguiente:

- A partir del estado del arte, donde se logró la identificación, análisis y definición pormenorizada de las diferentes herramientas de gestión de puentes existentes, se extrajo una idea clara del estado actual, los avances conseguidos por la ciencia y la acotación de las tareas pendientes dentro de la materia de los sistemas de gestión de puentes.
- Debido a la planificación y formato de inspección de puentes específico y adaptable a las particularidades de la red gestionada, que de manera homogénea y sistematizada, se estableció el inventariado y determinación

del estado de cada una de las estructuras de manera relativa al conjunto de la red, mediante la realización de inspecciones.

- Se desarrolló un modelo de predicción de evolución del deterioro, conocido el estado de condición de cada puente, justificando el óptimo ajuste mediante un método envolvente combinado de modelos empírico -deterministas y modelos markovianos, como una buena herramienta para la determinación de la evolución del deterioro.

ISLAS Juan (2016), en su tesis titulada “Manual de procedimientos para la inspección y mantenimiento de puentes” en el Instituto Politécnico Nacional de Tecamachalco, México, tuvo como objetivo describir los pasos para elaborar un manual de procedimientos con el fin de inspeccionar correctamente los puentes. Además, este manual explicará los tipos de estructura que existen, así como la clasificación de inspecciones (rutinarias, especiales y especiales).

A partir de los resultados, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Con la creación del texto o manual donde menciona los procedimientos en la inspección y mantenimiento de puentes, se contará con un mecanismo que guíe paso a paso las inspecciones de puentes.
- Con el manual, se podrá determinar el estado actual de las estructuras y poder determinar si se cumplen con las condiciones para poder dar el servicio adecuado a la comunidad.
- Será de mucha pertinencia que esta investigación se promueva y difunda en las principales empresas que brindan tal servicio o acción.

### **1.2.2 En el ámbito nacional**

APOLINARIO Juan Manuel (2013), en su tesis titulada “*Planeamiento, proceso constructivo y control de obra: Mantenimiento periódico de la Panamericana Sur: Tramo Puente Santa Rosa - puente Montalvo*” con el fin de obtener el título de ingeniero civil por la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería), propone como objetivo principal proponer un proyecto a partir de la Guía del PMBOK como estándar de gestión que permita a las empresas ser más competitivas.

Como conclusiones, se obtuvo lo siguiente:

- El uso eficiente de herramientas de gestión y la guía PMBOK para el control del proyecto y el Lean Construction para el control de producción, serán primordial para la toma de decisiones que permitirán obtener una mayor productividad y productos de calidad.
- El llevar el control de los costos en la ejecución de un proyecto es importante, ya que permite tomar decisiones y principalmente permite saber cómo estamos económicamente (ganando o perdiendo).
- Con la técnica sencilla del Valor Ganado podemos hacer el seguimiento de nuestras obras integrando los conceptos de costos y tiempos, inclusive haciendo proyecciones de los recursos que realmente necesitaremos para concluir nuestro proyecto.

ORTIZ Pither (2013), en su tesis titulada “*Evaluación del comportamiento vibratorio de puentes peatonales bajo carga peatonal*” en la Universidad Nacional de Ingeniería, propone como fin de esbozar la estructura (puente peatonal) tomando en consideración las cargas así como los peatones que transitan; estos elementos producen una fuerza o movimientos dinámicos en diversas direcciones (lateral, vertical y longitudinal). Ello servirá de base para las futuras acciones de mantenimiento y larga vida de la estructura.

A partir de los resultados, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se concluye que la evaluación del comportamiento vibratorio, luego de calcular las frecuencias verticales, longitudinales, laterales y sus aceleraciones, el comportamiento del puente peatonal tendrá una funcionalidad más perdurable.
- Sobre las frecuencias calculados con el SAP2000 (CSI, 2008), se concluye que los valores obtenido en su resonancia indican un mínimo riesgo. Esta conclusión tiene su sustento en la norma EUROCODE sobre vibraciones vertical y lateral.

- El análisis y diseño de la losa de concreto se llevó a cabo con una malla de elementos finitos, cuyos elementos poco a poco fueron divididos cada vez más pequeños hasta lograr la convergencia de los resultados.

De igual forma, los valores de resonancia reflejan un riesgo mínimo.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

#### 1.3.1 Descripción del tipo de puente

El puente Capelo se encuentra ubicado sobre el río Paucartambo en el km. 27+100 de la carretera La Merced – Villa Rica en el distrito de San Luis de Shuaro, provincia de Chanchamayo, región Junín. Con respecto a sus características, los datos son los siguientes:

Ubigeo	: 120304
Latitud Sur	: 10° 51' 58.6" S (-10.86628095000)
Longitud Oeste	: 75° 16' 25.7" W (-75.27380209000)
Altitud	: 766 msnm
Huso horario	: UTC-5
Latitud	: -10.8664
Longitud	: -75.2719
Clasificación	: Rural
Categoría	: Anexo
Viviendas Aprox.	: 134

Con respecto a su estructura, el puente Capelo está compuesto por dos tramos de estructura metálica reticulada que hacen una longitud total de 130.85 m (50m y 80m respectivamente). La estructura metálica de cada tramo está cimentada por dos estribos y un pilar central, siendo estos de concreto armado.

#### Superestructura

Longitud de cada tramo	: 50m y 80m
Tipo	: Reticulado metálico de dos tramos

Números de vías	: 02 vías
Alineamiento	: Recto
Ancho de vía	: 7.20m.
Veredas	: 0.50m.
Peralte de losa	: 0.25m.
Sobrecarga de diseño	: C-30 (60 Ton)

### **Subestructura**

Barandas	: concreto armado y tuberías galvanizadas $\varnothing=2.5''$
Dispositivos de apoyo	: metálico deslizante
Juntas	: perfiles metálicos de acero A-36
Drenaje	: tuberías metálicas galvanizada con rejilla
Señalización	: No tiene

### **1.3.2 Estado situacional del puente Capelo 2014**

El Diario Correo, en una publicación de 22 de octubre de 2014, informó sobre las condiciones preocupantes en que se encontraba el puente Capelo. Este puente rotulado del distrito de San Luis de Shuaro se encontraba en peligro por el alto grado de colapsamiento. Ello se reflejaba debido a la falta de mantenimiento y en la pintura deteriorada por el clima severo (DIARIO CORREO, 2014).

El puente Capelo fue inaugurado en 1998, en medio de la algarabía de cientos de agricultores de la zona, "desde entonces han transcurrido 16 años, pero ante la indiferencia de los funcionarios del MTC y Provias nunca recibió el mantenimiento adecuado", indicó Omer Socualaya Aliaga alcalde del centro poblado Sanchirio Palomar. El Informe indicó que la pintura del puente se encuentra corroída, en los puntos de ensamblaje se utilizaron más de 8 mil pernos de los cuales el 50% deben cambiarse, las placas de ensamblaje de fierro se encuentran debilitadas, tuercas y placas están oxidadas (DIARIO CORREO, 2014).

Ante tal situación, Provias Descentralizado asumió la responsabilidad de realizar el mantenimiento del puente después de 16 años. La funcionalidad del puente es de gran relevancia para la sociedad y comuna del distrito, ya que en esta vía transitan los agricultores de 17 centros poblados de la margen izquierda del río Paucartambo zona productora de café, plátanos, papaya y yuca, por lo que el debido mantenimiento es prioridad.

### **1.3.3 Superestructuras Metálicas**

Las superestructuras metálicas pueden ser de vigas de alma llena o de celosías. Es una tipología utilizada más frecuentemente en épocas pasadas en puentes de ferrocarril de luces medias.

Los de celosía responden a un comportamiento estructural en que todos sus elementos están sometidos a esfuerzos axiales, lo que optimiza el uso de los materiales y por tanto su costo, mientras que la solución de vigas de alma llena es en ese sentido menos eficaz y relativamente más cara.

Ambas soluciones se completan con la disposición de una losa superior que generalmente se construye en concreto armado, pero en algunos casos se resuelve con un entramado metálico y chapas para conformar la superficie de rodadura o de soporte para la superestructura de vía. El rango de utilización de este tipo de soluciones es de hasta 300 metros para vigas metálicas de alma llena y se extiende hasta superar los 500 en el caso de los de celosía.

#### ***Puentes***

Se denominan puentes a las obras de paso a los elementos singulares que permiten el paso de una circulación (carretera, ferrocarril, peatones, etc.) sobre un obstáculo natural (río, barranco, vado, etc.) o artificial (carretera, ferrocarril o camino).

Existen diversas clasificaciones de los puentes de acuerdo con diferentes criterios. Las más importantes son las siguientes:

1. Por su función.
2. Por su esquema estructural.
3. Por sus materiales.
4. Por su luz libre de claro.

***Clasificación por función:***

Para ISLAS (2016, p. 13), un primer criterio sería el clasificar en función del tipo de circulación que permite la obra:

- Tráfico rodado (autopistas, carreteras, caminos, etc.): puentes de carretera.
- Ferrocarril: puentes de ferrocarril.
- Peatones: puentes peatonales.
- Fluidos: acueductos.
- Otros (ganado, fauna, etc.): paso de fauna.

Otro criterio sería realizar la clasificación en función del tipo de obstáculo que permite salvar la obra:

- Tráfico rodado (autopista, carretera o camino).
- Ferrocarril.
- Cauces naturales (ríos, arroyos, etc.) o artificiales (embalses, canales, etc.).
- Irregularidades del terreno (barrancos, vados, etc.).

El último de estos criterios sería clasificarlos dependiendo de la continuidad de su función:

- Circulación permanente.
- Circulación interrumpida (levadizos, giratorios, etc.).
- Circulación provisional (obras para dar servicio a desvíos temporales).

***Clasificación por su esquema estructural:***

Para poder clasificar los puentes según el esquema estructural, se tuvo en cuenta el funcionamiento estructural. Estas se dividen en dos categorías: estructuras isostáticas como estructuras hiperestáticas.

Las isostáticas se refieren a las estructuras en que su condición de equilibrio está determinada por los esfuerzos. Estas pueden tener uno o varios claros isostáticos. En cambio, las hiperestáticas son aquellas que los esfuerzos provienen no solo del equilibrio, sino también de las ecuaciones de compatibilidad. Estas estructuras le dan mayor seguridad al puente, puesto que cuando falla una sección no se produce el clásico derrumbe; también posee dos o más claros. A pesar que las hiperestáticas poseen gran ventaja para el tráfico, son más susceptibles a los asentamientos de sus apoyos (ISLAS, 2016, pp. 13, 14).

***Clasificación por sus materiales:***

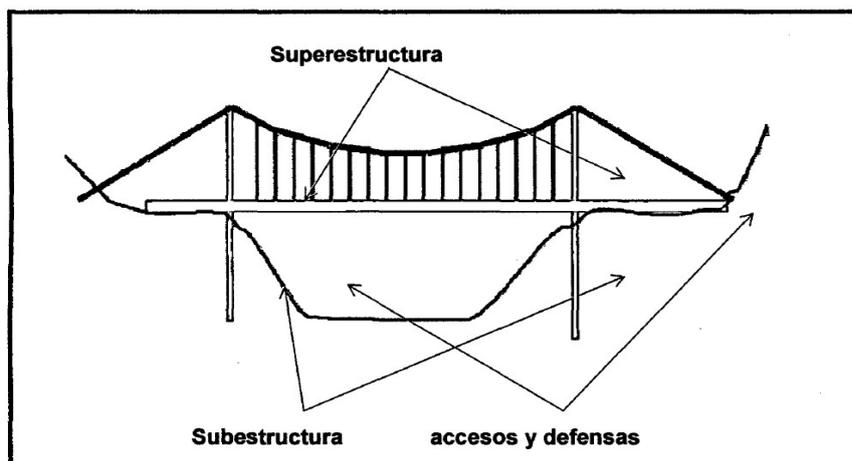
La clasificación por sus materiales se refiere en general al de las superestructuras, por lo que habitualmente responde a lo siguiente:

- Puentes de concreto armado.
- Puentes de concreto pretensado.
- Puentes metálicos.
- Puentes mixtos.
- Puentes de mampostería.
- Puentes de sillería.
- Puentes de madera.

***Por su luz libre de claro:***

Se denomina luz a la distancia horizontal entre dos apoyos consecutivos de una obra de paso, por lo tanto la clasificación según este criterio es la siguiente:

- Tajeas: con una luz menor o igual a un metro.
- Alcantarillas: con una luz entre uno y tres metros.
- Pontones: con una luz entre tres y diez metros.
- Puentes: con luces mayores de seis metros.



*Figura 1.* Elementos de un puente  
Fuente: Moreno Artidoro, 2009

### 1.3.4 Variable mantenimiento periódico

Nadie duda de la relevancia para toda nación o estado el de mantener en condiciones óptimas sus medios de intercomunicación social como las carreteras puentes, etc. Es por ello que las acciones de mantenimiento periódico han sido una de las prioridades en muchos países de la región y Perú no es la excepción. Sin embargo, es menester conocer exactamente qué es un mantenimiento periódico.

Para la Agencia Nacional de Infraestructura de Colombia, el mantenimiento periódico, desde el criterio de la ingeniería civil, es la “secuencia de acciones que se han de ejecutar a infraestructuras y mecanismos, con el propósito de remediar o prevenir yerros, buscando que continúen facilitando la asistencia para el cual fueron programados” (ANI, 2018, párr.1).

Asimismo, el MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2006) plantea una definición más detallada: “es el cúmulo de actividades que se realizan en fases, por lo general, oscilan alrededor de un año y cuyo fin es impedir la presentación o el recrudecimiento de mayores desperfectos, de conservar las particularidades superficiales, de preservar intacta la estructura de la vía y de subsanar ciertos desperfectos específicos mayores. Muestras de este mantenimiento son la reestructuración de la plataforma existente y las restauraciones de los diversos componentes concretos de la ruta. En el sistema de contratación de terceros del mantenimiento vial, también se desarrollan trabajos

socioambientales, de atención a situaciones de urgencia viales menores y de resguardo y control de la vía” (p. 8).

#### 1.3.4.1 Teoría del arenado y limpieza manual en estructuras metálicas

Uno de los primeros trabajos realizados en el Puente Capelo consistió en limpiar toda la estructura metálica de cualquier tipo de corrosión, sarro y de las pinturas de mal estado para lo cual se utilizaron 2 métodos.

- Arenado tipo comercial.
- Limpieza de forma manual.

El arenado consiste en dar un golpe o impacto de arena a gran velocidad sobre un lugar o superficie. Esta técnica tiene como finalidad la de eliminar óxidos, corrosión o pintura en mal estado. Para que la arena llegué a gran velocidad, se recurre a la presión de aire. Como se sabe, la arena es un silicato de costo accesible. Luego de dos proyecciones o tratados, la arena debe ser reemplaza, ya que puede convertirse en polvo o talco (FINLES, 2013, p. 20).



*Figura 2. Arenado en estructura metálica*

Fuente: Recuperado de <http://www.scadi.com.pe/>

En base a lo anterior, se recomienda que la arena esté bien seca para que exista fluidez en la tolva de gravedad (máquina de depósito) la cual es imprescindible para impulsar la arena; de no llegarse a realizar tal acción, puede causar obstrucción.

### ***Tipos de Arenado***

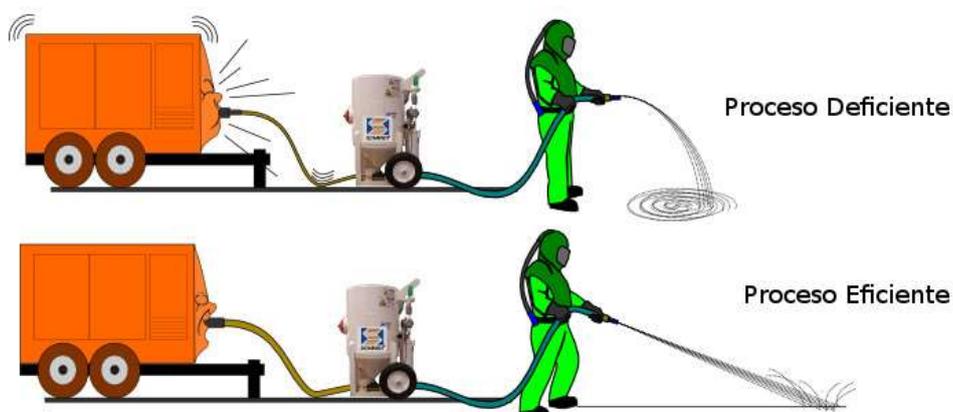
Existen cuatro tipos de arenados los cuales son:

- Metal Blanco: Todo óxido evidente, sedimentos de pintura y partículas raras son retirados del área.
- Próximo al Blanco: El 95% del espacio convenido estará pulcro y sin residuos de óxidos o impudicias.
- Calidad Comercial: El 66% del área tratada se encontrará liberada de residuos de óxidos o impurezas.
- Barrido: La área base tiene un aspecto donde se mantienen pegados fuertemente escamas o partículas de laminación, óxido, o restos de pintura casualmente dispuestas en sectores o parches como máculas claras de diversa gama.

### ***Máquinas y Herramientas para el arenado***

FINLEZ (2009), en su investigación, propone los siguientes recursos más utilizados para la limpieza de las estructuras metálicas.

- Una tolva o también conocida como columna para la arena el cual era el depósito de arena que se encontraba con el proceso de secado y con la granulometría correspondiente lista, donde por inercia y deslice de absorción por efecto Venturi, la arena se traslada hasta la tobera.



*Figura 3. Manejo de la tolva*

Fuente: Recuperado de [http://blastingexperts.com/Web\\_final/asistencia2.php](http://blastingexperts.com/Web_final/asistencia2.php)

- Mangueras para elevada presión y apropiada amplitud para suministrar el trabajo desde el lugar más alejado al compresor, además se utilizaron picos de toberas de distintos tamaños para proyectar la arena, los cuales son de elementos de cerámica o de amalgamas de muy alta firmeza para soportar la fricción que el deslizamiento de la arena le ocasiona a las toberas.



*Figura 4. Manguera de alta presión*

Fuente: Recuperado de <http://www.scadi.com.pe/>

- Otros de los equipos más importantes fueron los motocompresores de aire, los cuales tenían que ser de gran capacidad o volumen de reposición y alta presión (810 Kgs/cm<sup>2</sup> aproximado). Estos se emplean para el proceso de arenado y pintura.



*Figura 5. Motocompresor de aire*

Fuente: Recuperado de <https://www.interempresas.net/Agricola/FeriaVirtual/Producto-Motocompresores-de-aire-de-ruedas-traccionados-Campagnola-MC-820-1200-52032.html>

- Elementos de protección personal como casco de protección presurizado con abastecimiento de aire filtrado y presión efectiva en su interior para impedir la aspiración del polvo de arena, que podría deteriorar los pulmones, por parte del operario. Así mismo, la utilización de ropa de trabajo con protección idónea. La arena descargada a presión puede generar heridas en la piel con facilidad.



*Figura 6.* Casco y protección presurizado con aire filtrado

Fuente: Recuperado de <http://www.corrblast.com.ar/Productos/Equipos-de-protecci%C3%B3n-y-seguridad>

Se diseñan pantallas y carpas de seguridad para sectorizar el área de trabajo e impedir la disipación en la zona del polvo de arena residual. Normalmente, el proceso del arenado se realiza con tres operarios, uno de los operarios se encarga de la parte del arenado, otro es el que provee de arena a la tolva y un tercero para permutar su ciclo en el arenado y cuidado del compresor.

El segundo método utilizado para la limpieza de la estructura metálica de un puente es el que se ejecuta para la limpieza de péndolas y los cables de acero, lo cual se desarrolla de forma manual. La limpieza de las péndolas se desarrolla mediante un esmeril angular también conocida como galletera, la cual posee un accesorio denominado “chascón”.

La limpieza de los cables de aceros y los interiores de las torres de acceso se realizan mediante hidrolavadoras; no pueden ser arenadas porque los lugares comúnmente son muy estrechos y además, podría ser muy riesgoso para la persona que está desarrollando esta labor.

### 1.3.4.2 Teoría del pintado en las estructuras metálicas

El proceso de pintado anticorrosivo se inicia cuando están limpias las superficies arenadas como así también sopletear con aire a presión limpio y seco en toda la sección donde se requería pintar, asegurando así la total remoción del polvo existente producto del proceso realizado anteriormente.

Las pinturas se aplican exclusivamente en espacio totalmente secos, siempre y cuando las siguientes condiciones estén cumplidas:

- La temperatura ambiente debe ser de 10°C como mínima y 37.8°C como máxima.
- La temperatura de la superficie debe ser 4°C como mínima y 37.8°C como máxima.
- La humedad ambiente debe ser de 85% de HR como máxima (FINLEZ, 2009).

Además, las pinturas no deberían ser aplicadas cuando el área de pintura fresca pueda ser deteriorada por aguacero, niebla o polvo. Las superficies que se encuentren lo suficientemente calientes, no pueden ser pintadas, ya que puede provocar ampollas, una película porosa o que distorsione los matices de la pintura.



*Figura 7.* Pintado de estructura metálica con pistola

Fuente: Recuperado de <http://www.dysedificaciones.com/soluciones/pintura-en-general/mantenimiento-de-estructuras-metalicas/>

Las pinturas se aplican mediante pistola o brocha, o también una combinación de ambos sistemas, si la pintura aplicada así lo requiriera. Las hebras de las brochas deben poseer una idónea forma, consistencia y longitud para aplicar y prolongar la pintura uniformemente. Antes de la aplicación de las pinturas, estas deben estar diluidas en mezcladores mecánicos el lapso adecuado para que los pigmentos y el solvente empleados se acoplen en su totalidad, puesto que los elementos de la pintura deben mantenerse aunados durante el procedimiento de aplicación.

#### **1.3.4.3 Teoría del empernado**

Los componentes de contención roscados se emplean en la industria para encajar artículos que van desde tuberías hasta equipamiento pesado de desplazamiento de tierras, desde grúas hasta puentes, y mucho más. Su fin primordial es plasmar una fuerza de sujeción en la unificación de manera que esta soporte las disposiciones de trabajo sin debilitarse.

Los pernos apretados adecuadamente utilizan sus cualidades flexibles, y para obrar de una forma conveniente deben cumplir la función de resortes. Cuando se emplea carga, el perno se dilata e pretende retornar a su amplitud original. Esto genera una fuerza de tensión en todos los segmentos de la fusión.

Cuando un perno es sometido a fuerzas que sobrepasan su carga de prueba (la carga superior sobre la cual un perno actuará de manera elástica), la extensión elástica se modifica a distorsión plástica y la deformación ya no estará en proporción al esfuerzo.

En la distorsión plástica una sección del alargamiento persistirá después de quitar la carga. A la zona donde sucede esta extensión consistente se le denomina límite elástico. Si se continúa utilizando carga llega un punto en el cual el perno empieza a estropearse y establece su punto de aguante máximo. Si es que ahí se aplica fuerza adicional al perno, este seguirá extendiéndose hasta que se llegue a romper. A este instante se le denomina punto de fractura (Enerpac, 2018).

Debe proporcionarse consideración al grado del perno empleado porque estos cambian en el área elástica.

### **1.3.3 Variable conservación de un puente**

A partir de la propuesta de Terán, la preservación se refiere a la puesta en práctica de los procesos técnicos cuyo objetivo es el de interrumpir los elementos de modificación u obstaculizar la aparición de nuevas averías en una edificación histórica. Su finalidad es avalar la conservación de dicha propiedad arquitectónica.

Así mismo, la carta de Cracovia manifiesta que: la preservación es el conjunto de conductas de una colectividad orientadas a realizar acciones que permitan la perpetuación del patrimonio y sus monumentos. Esta acción se realiza en función a la acepción de la afinidad de la construcción y de su valoración.

Además, la Carta Europea del Patrimonio Arquitectónico 1975 indica: El mantenimiento del patrimonio arquitectónico está determinado por su importancia en la vida de los habitantes y de su deferencia en los procedimientos de organización del espacio y urbanismo.

#### **1.3.3.1. Eliminación del deterioro metálico**

Para la debida conservación de todo puente, uno de los primeros pasos es la eliminación de cualquier agente que provoque el deterioro de la estructura. En el caso del acero estructural, la corrosión es la causa más importante de la merma en sus propiedades y, consecuentemente, de las de la estructura.

El acero expuesto en la zona del distrito de San Luis de Shuaro, provincia de Chanchamayo, debe ser limpiado hasta dejar el metal blanco y liso para la aplicación del esmalte. Este proceso se debe desarrollar con las siguientes acciones:

- Limpiar los sistemas de drenaje existentes para eliminar los residuos acumulados
- Garantizar que el agua no filtre al interior del puente, también se pueden instalar mallas metálicas en las aberturas para reducir la penetración de suciedades.

- Remover todo tipo de elementos residuales que obstaculicen el cauce normal del río, evitando la existencia de turbulencias que afecte la estabilidad de los pilares.

### **1.3.3.2. Métodos de apriete**

Este método fue desarrollado en la década de los 50 en un intento de desarrollar un método de control de deformación que acabara con la falta de fiabilidad que suponía la apreciación del par de apriete. Para ser ejecutado adecuadamente, las chapas de la unión tienen que estar primeramente en contacto firme antes de aplicar ninguna tensión inicial a cada tornillo. Esto se describe en algunas publicaciones como “condición de ajustado”, y algunos códigos establecen que esta puede ser alcanzada con “el máximo esfuerzo de un hombre empleando una llave inglesa convencional” (TURNA SURE LLC, 2014, párr. 1).

Hay dos modos fundamentales de apriete: "No controlado" y "Controlado".

#### ***Apriete no controlado***

Usa mecanismos y/o procesos que no pueden medirse. La precarga se utiliza en el acoplamiento de perno y tuerca empleando martillo y llave inglesa u otras clases de instrumentos de impacto.

#### ***Apriete controlado***

Utiliza equipamiento graduado y que faculta la medición, sigue procesos establecidos y es operado por personal capacitado. Existen dos métodos principales: Apriete con torque y tensionado de pernos.

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema general**

¿De qué manera el mantenimiento periódico mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro?

#### **1.4.2 Problemas específicos**

¿De qué manera el arenado y pintado mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro?

¿De qué manera el cambio de pernos mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro?

#### **1.5 Justificación**

##### ***Aporte teórico.***

Según BERNAL (2010), “en la investigación hay una sustentación teórica cuando la finalidad del análisis es producir abstracción y discusión académica sobre el conocimiento evidente, comprobar una teoría, contraponer conclusiones o realizar epistemología del conocimiento existente” (p. 106). Ello refiere que toda indagación certifica o demuestra su teoría porque contribuirá a la sociedad académica a identificar a cabalidad el tema propuesto, así como asimilar datos no conocidos.

Referente a lo mencionado, la presente investigación desde el punto de vista teórico, va a escrutar sobre los puntos teóricos acerca de los procedimientos referentes al sostenimiento habitual de los diferentes puentes del Perú, los cuales son primordiales para el progreso económico, social y cultural de las colectividades que dependen de la funcionalidad de estas construcciones. Asimismo, sus resultados y conclusiones cumplirán la función de base teórica a los próximos ingenieros civiles que aspiran especializarse en la edificación y sostenimiento de soportes metálicos como lo son los puentes.

##### ***Aporte práctico.***

Según BERNAL (2010), “Se sostiene que una investigación tiene fundamentación práctica cuando su puesta en práctica colabora en la resolución de un problema o, por lo menos, plantea prácticas que al desarrollarlas contribuirían a resolverlo” (p. 106). Por lo dispuesto anteriormente, toda indagación tiene una fundamentación práctica a partir del aporte de recursos, herramientas, técnicas o estrategias que ayudarán a proponer una alternativa de solución al problema ubicado en su entorno.

En relación a lo dispuesto, la investigación realizada, desde el punto de vista de la praxis, pretende proponer un supuesto eficaz y eficiente para la mejora y el funcionamiento perenne de los puentes. La coyuntura social peruana manifiesta la deplorable figura que se tiene sobre el aguante y perdurabilidad de los puentes últimamente levantados. Por ello, este trabajo será una pauta práctica para que los venideros ingenieros dispongan de la secuencia para el sostenimiento o compostura de puentes metálicos.

### ***Metodológica.***

Según BERNAL (2010), “En la investigación científica, el fundamento metodológico del análisis se da cuando el proyecto que se va a ejecutar presenta un nuevo procedimiento o estrategia para producir conocimiento” (p. 107). En otros términos, toda investigación se sostiene en un recurso metodológico cuando brinda a la comunidad científica una novedosa herramienta que servirá a otros estudiosos para la recolección de información o datos para la obtención de conclusiones más valiosas y confiables.

En base a lo anterior, el presente estudio desde el punto de vista metodológico, los métodos, procedimientos, técnicas e instrumentos que se emplearán en la investigación han sido debidamente validados para el empleo o mejoramiento de futuros procesos de reparación o mantenimiento de puentes metálicos.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

El mantenimiento periódico mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro.

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

El arenado y pintado mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro.

El cambio de pernos mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Determinar que el mantenimiento periódico mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro

### **1.7.2 Objetivos específicos**

Determinar que el arenado y pintado mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro.

Determinar que el cambio de pernos mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro.

## **II. MÉTODOLÓGÍA**

## **2.1. Tipo de investigación**

El presente trabajo de investigación es tipo Básico. Según VALDERRAMA (2003), “es conocida también como investigación teórica, pura o fundamental. Está destinada a aportar un cuerpo organizado investigación de conocimientos científicos y no produce necesariamente resultados de utilidad práctica inmediata. Se preocupa por recoger información de la realidad para enriquecer el conocimiento teórico-científico, orientado al descubrimiento de principios y leyes” (p. 164).

## **2.2. Nivel de investigación**

Por ser el proyecto de tipología no experimental, el nivel tratado será el explicativo. Este nivel tiene el propósito de dar respuesta a los factores de los acontecimientos físicos o sociales. Su primordial fin es exponer el por qué sucede un determinado acontecimiento y en qué circunstancias se da este, o por qué existe relación entre dos o más variables (HERNANDEZ, FERNANDEZ y BAPTISTA, 2014).

Hay que acotar que este nivel no solo tiene por finalidad describir los hechos causales, sino también a predecir las consecuencias que podrían traer tal fenómeno.

## **2.3. Diseño de investigación**

La presente tesis parte de una investigación no experimental, ya que el investigador no posee el control ni manipulación de las variables estudiadas (mantenimiento periódico y conservación). El trabajo busca confirmar la relación entre los fenómenos, dando a entender que debido al mantenimiento periódico se logrará una mejora en la conservación del puente Capelo. Es otras palabras, el diseño de investigación e correlacional – causal. (VALDERRAMA, 2003, p.174)

Para VALDERRAMA (2003), los diseños correlacionales-causales “pueden limitarse a establecer relaciones entre variables sin precisar sentido de causalidad o pretender analizar relaciones causales. Cuando se limitan a relaciones no causales, se

fundamentan en planteamientos e hipótesis correlacionales; del mismo modo, cuando buscan evaluar vinculaciones causales, se basan en planteamientos e hipótesis causales” (p. 154).

## **2.4. Variables, operacionalización**

### **2.4.1. Variables**

Según HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014), se denomina variable a la cualidad o fenómeno que se encuentra en continua variación. La investigación tiene por objetivo valorar u observar esta modificación o variedad, en un tiempo y espacio establecido, para obtener resultados o hipótesis.

**Variable independiente:** Mantenimiento periódico

**Variable dependiente:** Conservación del puente Capelo

### **2.4.2. Operacionalización**

Para comprender de una mejor forma en qué radica la operacionalización de la variable, SABINO manifiesta que es un procedimiento que soporta una noción y, debido a ello, se determina la proporcionalidad experimental la cual faculta evaluar su eficaz comportamiento. Al saber sus modificaciones, dimensiones e indicadores, se podrá optar o preparar un instrumentos propicio para medir su fenomenología (1992, p. 89).

Tabla 1: Matriz de operacionalización de la variable Mantenimiento periódico

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Mantenimiento Periódico	<p>Corresponde al conglomerado de pasos que se efectúan cada cierto tiempo (aprox. Un año). La finalidad es eludir o evitar que se encrudezca el deterioro de las superficies, así como la conservación íntegra de la estructura</p> <p>(MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2006, p. 8).</p>	<p>Mantenimiento periódico del puente se determinó tomando en consideración lo siguiente: el arenado y pintado, el cual debe cumplir con la limpieza, el arenado y pintura adecuada para la estructura); cambio de pernos, los cuales se dividen en pernos inteligentes, de alta resistencia y comunes; Estos criterios serán evaluados a través de recolección de datos y fichas técnicas.</p>	Arenado y pintado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza previa</li> <li>- Arenado</li> <li>- Pintura</li> </ul>	Recolección de datos
			Cambio de pernos y tuercas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pernos inteligentes</li> <li>- Alta resistencia (7/8" y 1")</li> <li>- Tuerca estructural DIN 6915</li> </ul>	Recolección de datos

Tabla 2: Matriz de operacionalización de la variable Conservación del puente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Conservación del puente	Hace referencia a la ejecución o aplicación de procesos técnicos que poseen como fin la detención de los deterioros de una estructura debido al paso de los años, así como por el uso. El objetivo radica en avalar la funcionalidad o permanencia del patrimonio (BARDALES, 2013, p. 8).	Para la conservación del puente Capelo, se consideró la eliminación del deterioro (reposición de elementos) y los métodos de apriete (controlados y no controlado). Estos criterios serán evaluados a través de las fichas de recolección de datos en base a la inspección que se hará al puente.	Eliminación del deterioro metálico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maniobras</li> <li>- Reposición de elementos estructurales</li> <li>- Perdurabilidad de la pintura</li> </ul>	Recolección de datos
			Métodos de apriete	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad pernos y tuercas</li> <li>- Apriete no controlado</li> <li>- Apriete controlado</li> </ul>	Recolección de datos  Test de medición de adherencia ASTM D3359

## **2.5. Población**

Según HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014), se le denomina población al conjunto de integrantes que son parte de una situación o son partícipes de una realidad o ambiente determinado (p. 65). En otros términos, es el total de sujetos que se desea investigar donde sus elementos poseen rasgos similares.

Para el caso del presente proyecto, la población estuvo conformada por los dos tramos los cuales están conformados por 50m y 80m, respectivamente. En total, se hará el mantenimiento periódico a 130 metros de tramo.

## **2.6. Muestra**

Para SIERRA (2003), la muestra es el fragmento o porción del íntegro de la población que fue, intencionalmente o no, escogida por el investigador. Posteriormente, esta será sometida a una indagación para poder recoger información válida para los propósitos de la investigación (p.174).

Para el caso del presente proyecto, la muestra será la misma que la población, la cual está conformada por los dos tramos los cuales están conformados por 50m y 80m, respectivamente. En total, se hará el mantenimiento periódico a 130 metros de tramo.

## **2.7. Muestreo**

El muestreo “es una estrategia de base estadístico-matemática que consta en la elección de un número de sujetos para una indagación, tal que los miembros representen al conjunto mayor del cual fueron elegidos (ÑAUPAS, MEJÍA, NOVOA y VILLAGÓMEZ, 2013, p.205).

El muestreo será de tipo censal, ya que se tomó como muestra la misma cantidad de metros de ambos tramos que el de la población: total 130 metros.

## **2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.8.1. Técnicas**

Respecto al concepto de técnica de investigación, Arias (2012) la entiende como el estilo o forma particular que recurre el investigador para llevar a cabo el proceso de recolección de datos o información (p. 67). En base a tal criterio, el presente proyecto contará con las siguientes técnicas:

- **Observación:** Esta técnica será fundamental en la selección del procedimiento más apropiado para el mantenimiento y conservación del puente Capelo. Además, permitirá identificar las zonas y gravedad de las condiciones estructurales que posee el puente luego de 16 años de haberse entregado.
- **Revisión de documentos:** Esta técnica, en base a lo previamente observado, permitirá revisar los manuales, revistas, tesis, protocolos y artículos especializados necesarios para elegir los pasos en el proceso de mantenimiento y conservación del puente Capelo. A partir de esta revisión, se pudo elegir el Manual Técnico de Mantenimiento Periódico de Provias para el desarrollo de la investigación, las fichas técnicas, recolección de información, así como los certificados de calidad.

### **2.8.2. Instrumentos de recolección de datos**

Para los autores, HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014), se entiende por instrumento al recurso que servirá para medir la variable en base a los datos o información que se pueda recabar. Sin embargo, para poder asumir que el instrumento será efectivo en la investigación, es menester que pase por un proceso de confiabilidad y validez.

Para el presente proyecto de investigación, los instrumentos aplicados son los siguientes:

- Ficha técnica de mantenimiento periódico
- Recolección de datos

### 2.8.3. Validez

Respecto al significado de validez o validación, HERNÁNDEZ *et al.* (2014) mencionan que es el nivel de alcance o capacidad en que se encuentra el instrumento en la facultad de poder medir la variable en base a las necesidades del investigador. Por lo mencionado, el presente proyecto contará con la presencia de tres ingenieros civiles que serán los especialistas y darán conformidad a los instrumentos seleccionados (juicio de expertos).

Tabla 3: Rango y magnitud de validez

<b>RANGOS</b>	<b>MAGNITUD</b>
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Tabla 4: Coeficiente de validez por juicio de expertos

<b>VALIDEZ</b>	<b>EXPERTO 1</b>	<b>EXPERTO 2</b>	<b>EXPERTO 3</b>	<b>PROMEDIO</b>
Variable independiente	1	1	1	1
Variable independiente	1	1	1	1
Índice de validez				1

Como se observa, de acuerdo a los criterios de los tres ingenieros, indican que los instrumentos aplicados poseen una validez perfecta para los intereses de la investigación.

Los validadores que revisaron los instrumentos y apoyaron a la tesis son ingeniero que se encuentran debidamente registrados en el Colegio de Ingenieros del Perú. Sus nombres se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5: Validadores de los instrumentos

	<b>Validador</b>	<b>Criterio</b>
<b>1</b>	Miguel Jesus Ormeño Cisneros	Válido
<b>2</b>	Mario Enrique Farfán Maldonado	Válido
<b>3</b>	Rubén Augusto Gutarra Maraví	Válido

#### 2.8.4. Confiabilidad

Tal como lo señala HERNÁNDEZ *et al.* (2014), la confiabilidad hace referencia al grado de producir resultados coherentes y consistentes que posee los instrumentos. Por lo visto, el presente proyecto contará con diversos datos que estarán supeditados a la magnitud y rango de confiabilidad, tal como lo muestra el siguiente cuadro:

Tabla 6: Rango y magnitud de confiabilidad

<b>RANGOS</b>	<b>MAGNITUD</b>
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

#### 2.9 Métodos de análisis de datos

En el presente proyecto, se analizará los datos, por ser una investigación con enfoque cuantitativo, en base a los resultados extraídos luego del procedimiento de mantenimiento y conservación del puente Capelo.

## **2.10 Aspectos éticos**

Toda carrera profesional, así como cualquier sociedad desarrollada, presenta normas que serán la guía ética para cumplir con los requerimientos que solicita la profesión. Ante ello, reafirmo que la presente investigación cumplirá con la normativa, así como con los estándares establecidos por la casa de estudios (Universidad César Vallejo) y reafirmando por la Escuela Académica de Ingeniería.

Asimismo, los datos, informes, técnicas, así como las conclusiones serán reflejo real y verídico de la realidad observada. Respecto a la citación tomada, el estilo y normas de citación fueron aplicados en base a la normativa internacional ISO 9001. Los formatos para la presentación del proyecto fue la entregada por la Escuela profesional de Ingeniería.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Actividades de intervención

Según el informe de inspección del puente Capelo, debido a la geodinámica externa (clima, agua, viento...), el estado era el siguiente:

- Corrosión y pérdida de sección de algunas planchas y pernos de unión en la brida interior
- Delaminación de las diferentes capas de pintura de protección
- Socavación en el estribo de la margen derecha

Debido a estas características observadas se asume que el grado de susceptibilidad a fenómenos de geodinámica externa es moderado, ya que, a causa del clima, las lluvias, el cauce del río y el viento han perjudicado la superficie y su conservación.

GRADO	CARACTERÍSTICAS GENERALES
<b>Baja</b> (7 -10)	En general corresponde a zonas de incidencia de eventos de pequeña escala que se activan en épocas de lluvia y en épocas de sequía el terreno se estabiliza, estos movimientos no interrumpen el tránsito de la vía y no pone en peligro la vida de los transeúntes; mayormente se trata de hundimiento de la carretera por falta de drenaje, pequeños derrumbes y caída de rocas.
<b>Moderada</b> (11 -14)	Estos sectores se caracterizan por presentar superficies de erosión o deslizamiento que deterioran la infraestructura vial, se incrementan más en la época de lluvia y en eventos de fuertes precipitaciones; pueden obstaculizar parte de la vía por periodos cortos. Se tratan en su mayoría de deslizamientos lentos y continuos que deforman la plataforma, así mismo pequeños huaycos.
<b>Alta</b> <b>Sector Crítico</b> (15 -21)	En estos sectores también llamados "Puntos Críticos", existe la amenaza o inminencia de ocurrencia y/o activación de algún fenómeno de geodinámica externa que pueda incidir negativamente sobre la estabilidad del talud. La reactivación de estos eventos geodinámicos ocasionaría la obstrucción de la vía por varios días y/o pondría en peligro la seguridad de los transeúntes.

*Figura 8.* Grados de susceptibilidad a fenómenos de geodinámica externa

Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (2006).

Tabla 7  
 Ficha técnica inspección de estructura

	óptimo	regular	deficiente
Estado de la superestructura y subestructura		x	
Protección de la estructura metálica con pintura			x
Estado de las planchas de empalme		x	
Estado de la losa del tablero de rodadura		x	
Estado de la baranda metálica		x	
Estado de los tubos de drenaje		x	
Estado de la superficie de la rodadura		x	

Fuente: Informe técnico Provías

En base a las características del puente Capelo y su condición observada en el 2016, las actividades a realizarse para su mantenimiento serían las siguientes:

- Limpieza de superestructura y subestructura con agua a presión
- Corrección de posición y verticalidad de apoyos móviles
- Mantenimiento de uniones de la brida inferior
- Retiro y reposición de pernos de alta resistencia
- Arenado y pintado de estructura metálica
- Remoción de carpeta asfáltica
- Riego de liga en accesos
- Pintado de barandas metálicas
- Pintado de superficies de concreto

### 3.1.1 Resultados de la variable Mantenimiento Periódico

En base a la inspección del estado en que se encontraba el puente Capelo, se procedió el desarrollo del mantenimiento de la mencionada estructura. Según el informe de inspección de Provías, se inició el mantenimiento en octubre de 2015, a través de entrega de la obra por el mismo alcalde San Luis de Shuaro (ver figura 9).



*Figura 9.* En entrega de terreno por el Alcalde de San Luis de Shuaro

El primer proceso para el mantenimiento periódico del puente Capelo fue el arenado y pintado. Para esta actividad, se tuvo que realizar una limpieza previa debido a que la pintura del puente estaba corroída. La tarea se dio inicio en noviembre del 2015 a través de la empresa INTERPAINTS, quien suministró todo el servicio de pintado, así como el de inspección.

Para la limpieza previa, se recurrió al abrasivo arena, el cual es un compuesto que tiene por objetivo actuar en una superficie a través de un esfuerzo mecánico. Para este procedimiento se siguió la norma SSPC. Estas normas orientan a una correcta preparación de la superficie antes de cualquier aplicación de pintura. De no respetarse los pasos, puede perjudicar en el resultado final.

La responsabilidad de la limpieza y pintado de la estructura metálica del puente Capelo fue de la empresa Inter Paints. La descripción del debido proceso, según las normas SSPC, se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 8  
Informe técnico SSPC de la limpieza previa y arenado

NORMA SSPC	DESCRIPCIÓN	
SSPC - SP1	Limpieza con solventes	grasa, aceite, solubles
SSPC - SP2	Limpieza con herramientas manuales	Lijas, cepillos, etc.
SSPC - SP3	Limpieza con herramientas mecánicas	Herramientas eléctricas y neumáticas
SSPC - SP6	Limpieza con chorro de abrasivo	arenado Comercial
SSPC - SP7	Limpieza con chorro de abrasivo	arenado Ligero
SSPC - SP10	Limpieza con chorro de abrasivo	Granallado semi blanco
SSPC - SP13	Limpieza del concreto	

Fuente: Reporte inspección técnica Inter Paints

Luego de la limpieza previa realizada por la misma empresa Inter Paints, se procedió al proceso de pintado. La descripción del debido proceso de pintado, según los estándares de calidad de la misma empresa Inter Paints, se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 9  
Ficha técnica proceso de pintado

Criterio	Dato
Metros en que se aplicó la pintura	4450 <sup>2</sup>
Compuesto de la base anticorrosiva epóxica	Zinc
Marca de la pintura (1)	INTERPOXY PRIMER 048 OZ
Nivel de contenido de esmalte epóxico (1)	Alto en sólidos
Marca de la pintura (2)	INTERPOXI FINISH 680 AL
Nivel de contenido de esmalte poliuretano poliéster (2)	Alto en sólidos
Marca de la pintura (3)	INTERTHANE 1070 PL
% de sólidos en volumen (3)	70%
Espesor total	Mayor a 9 mils

Ante lo reflejado por las tablas, imágenes e información, se asevera que el proceso de limpieza previa, arenado y pintado, realizado por la empresa Inter Paints, cumplió con los requerimientos para el mantenimiento y perdurabilidad del Puente Capelo. Una muestra de ello es el certificado de calidad respecto al producto empleado para el proceso debido.




**CERTIFICADO DE CALIDAD**

**PRODUCTO:** INTERPOXY PRIMER 048 OZ  
**CLIENTE :** CONSORCIO SELVA ALTA  
**FECHA :** 23 DE DICIEMBRE DEL 2015 **FACTURA N°:** 117623

PROPIEDADES	ESPECIFICACIONES	LOTE	METODO DE ANALISIS
<b>VEHICULO</b>	EPOXY-POLIAMIDA	EPOXY-POLIAMIDA	
<b>PARTE A PIGMENTADA</b> Peso Especifico (Kg/Gln) Viscosidad, KU (25oC)	4.00 –4.20 50 – 60	<u>5296</u> 4.07 52	ASTM D 1475-85 ASTM D 562-81
<b>PARTE B CATALIZADOR</b> Peso Especifico (Kg/Gln) Viscosidad, KU. (25°C)	4.00 – 4.20 70-80	<u>5297</u> 4.18 70	ASTM D 1475+85 ASTM D 1200-82
<b>PARTE C POLVO DE ZINC</b> Peso Especifico (Kg/Gln)	25 – 27	<u>5298</u> 25.3	ASTM D 1475-85
<b>TIEMPO DE SECADO</b> (25Oo, 50% Hr) Al tacto (Hr) Al Tacto Duro, Hr Recubrir (Hr)	1/2-1 2 1/2– 3 1/2 después de 6 Hr.	1 3 1/2 6 Hr.	ASTD 1200-82
<b>Color</b>	Gris	Gris	
Corrimiento Pot Life Espesor Seco Espesor Húmedo	No. a 6 mils 8 Hr 2 – 3 4 - 6	No a 6mils 8 Hr 3 6	ASTM D 1640-83 ASTM D 1186-81 ASTM D 4414-84



**ING. MARISOL VENTOCILLA L.**  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
Laboratorio@interpaints.com.pe

Figura 10. Certificado de calidad Inter Paints

Un segundo proceso muy importante para el mantenimiento del puente fue el cambio de pernos y tuercas. El deterioro de estos recursos es muy notorio, solo como ejemplo, en el nudo de la brida inferior con diagonales, tal como se observa en la siguiente figura:



*Figura 11.* Pernos en regular estado de conservación en puente reticulado de 80.00m

Al encontrarse la pintura corroída, casi el 50% de los 8 mil pernos y tuercas, se encontraban en un estado no recomendable para la perdurabilidad del puente Capelo. Esto se debe a que los pernos cumplen la función de presión y apriete en los puntos de ensamblaje. Además, las placas de ensamblaje de fierro estaban debilitadas. Para el debido mantenimiento, se recurrió al cambio de pernos. Estos debían ser pernos inteligentes, de alta resistencia (7/8" y 1"), así como tuerca estructural DIN 6915.

Los pernos estructurales debían ser de cabeza hexagonal para tornillería de alta resistencia HV según DIN 6914, en calidad 10.9 con un rango comprendido entre métrica 16 hasta métrica 72 en distintas longitudes hasta 800 mm.



*Figura 12.* Pernos estructurales DIN 6914

Fuente: <http://www.fesit.es/pernos-estructurales-alta-resistencia-hv.html>

Estos tipos de pernos cumplen con los estándares según DIN EN 14399-4. Su clase de resistencia es de 10.9. Por lo tanto, existe una mayor protección anticorrosión gracias al galvanizado en caliente. Se adquirió un aproximado de 1314 Pernos estructurales DIN 6914 para su debida reposición en las estructuras más corrosivas. En cuanto a sus características mecánicas, los pernos cumplen según la norma DIN ISO 898-1, clase 10.9, tal como se puede verificar en la siguiente figura:

**FEJUCY**  
INGENIERIA DE SUJECION

**CERTIFICADO DE CALIDAD 19951-27/11/2015**  
PERNO ESTRUCTURAL DIN 6914

Dimensiones	Según Norma DIN 6914	Resaca	Según Norma ASTM B112M Clase 6A
Descripción del Producto	(1) Cantidad	HEAT	Dureza HRC OHL
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M16-2.00x45	60	22 280-576	32
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M16-2.00x50	60	22 280-576	32
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M16-2.00x55	60	22 280-576	32
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M16-2.00x60	190	22 280-576	32
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M20-2.50x145	64	173421	33
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M20-2.50x150	150	173421	33
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M20-2.50x155	32	173421	33
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M20-2.50x160	60	173421	33
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M20-2.50x165	190	173421	33
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M20-2.50x170	80	173421	33
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M24-3.00x70	100	1411504530	34
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M24-3.00x75	100	1411504530	34
Perno Estructural DIN 6914 HV 10.9 M27-3.00x105	64	38K4635	34

Clase de Fabricación: 00516

Características Mecánicas: Según norma DIN ISO 898-1 class 10.9

Descripción	Resaca	Dureza HRC OHL
M16-2.00x45	32-39	1027 Mpa (*)
M16-2.00x50	32-39	1027 Mpa (*)
M16-2.00x55	32-39	1027 Mpa (*)
M16-2.00x60	32-39	1027 Mpa (*)
M20-2.50x145	32-39	1055 Mpa (*)
M20-2.50x150	32-39	1055 Mpa (*)
M20-2.50x155	32-39	1055 Mpa (*)
M20-2.50x160	32-39	1055 Mpa (*)
M20-2.50x165	32-39	1055 Mpa (*)
M20-2.50x170	32-39	1055 Mpa (*)
M24-3.00x70	32-39	1116 Mpa (*)
M24-3.00x75	32-39	1116 Mpa (*)
M27-3.00x105	32-39	1090 Mpa (*)

Tratamiento obtenido a partir de inferencia de Dureza, Según ASTM E-140, ASTM F696

CONSORCIO BELVA ALTA

Indicador de: **NFRSCO** **fasco.com**

ING. OSCAR HERNANDEZ  
REPRESENTANTE

Av. Industrial 3422 Independencia Lima-Perú  
Central: (511) 719-8868 Fax: (511) 719-8869  
http://www.fejucy.com

CONSORCIO BELVA ALTA

Figura 13. Certificado de calidad perno estructural DIN 6914

Asimismo, al adquirirse pernos de alta resistencia para intercambiarlos por los deteriorados o corrosivos, es menester la adquisición de tuercas o arandelas, para su debido apriete o sujeción. Para el mantenimiento del puente Capelo, se recurrió a las arandelas estructurales DIN 6916, tal como se observa en la siguiente figura:



Figura 14. Arandela estructural DIN 6916

Se adquirió un aproximado de 1800 arandelas estructurales DIN 6916 para su debida reposición en las estructuras más corrosivas. En cuanto a sus características mecánicas, los pernos cumplen según la norma ASTM F606M, tal como se puede verificar en la siguiente figura:



Figura 15. Certificado de calidad arandela estructural

Respecto al mantenimiento periódico, se asume que se cumplió con la eliminación del óxido o pintura preexistente debido a la corrosión por el paso del tiempo. Para la debida limpieza, se realizó el proceso del arenado y aplicación del pintado en las estructuras necesarias. Para ello, se recurrió a solventes según las normas SSPC. En la aplicación de la pintura, esta se desarrolló en tres capas y cada una de ellas contuvo el espeso mínimo requerido (9 mils que es la medida de longitud del sistema inglés adoptado por Inter Paints en su informe técnico).

Por último, se procedió al cambio de pernos y tuercas para el reforzamiento de las estructuras metálicas en deterioro. Estos cumplen con las características mecánicas de los pernos según norma DIN ISO 898-1. Además, se cuenta con el certificado de calidad de los pernos de alta resistencia (7/8" y 1") así como el certificado de calidad de la tuerca estructural DIN 6915. Estos indicadores, a través de la validación de datos de los expertos, se verifican en la siguiente ficha de recolección de datos.

Tabla 10

*Ficha de recolección de datos: Mantenimiento periódico*

<b>I.</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
	<b>UBICACIÓN:</b> Chanchamayo – Junín			
	<b>Distrito</b>	Distrito San Luis de Shuaro	<b>Altitud</b>	766 msnm
	<b>Provincia</b>	Chanchamayo	<b>Latitud</b>	Sur 10° 51' 58.6" S (-10.86628095000)
	<b>Región</b>	Junín	<b>Longitud</b>	Oeste 75° 16' 25.7" W (-75.27380209000)
<b>II.</b>	<b>Eliminación del óxido o pintura preexistente debido al proceso del arenado y aplicación del pintado en estructuras necesarias</b>			
	<b>Indicadores</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Arenado y Pintura</b>	Limpieza previa de la superficie con solventes según SSPC	<b>X</b>		<b>1</b>
	Eliminación y alisamiento de la superficie debido al arenado	<b>X</b>		<b>1</b>
	Espeso mínimo requerido de pintura en las tres capas	<b>X</b>		<b>1</b>
	<b>Cambio de pernos y tuercas para el reforzamiento de las estructuras metálicas</b>			
	<b>Indicadores</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Pernos y tuercas</b>	Características mecánicas de los pernos según norma DIN ISO 898-1	<b>X</b>		<b>1</b>
	Certificado de calidad de los pernos de alta resistencia (7/8" y 1")	<b>X</b>		<b>1</b>
	Certificado de calidad de la tuerca estructural DIN 6915	<b>X</b>		<b>1</b>
	<b>Proceso de enrocado para el reforzamiento de estructuras</b>			

Fuente : elaboración propia



*Figura 16.* Obra entregada Vista de Puente de 02 tramos desde estribo izquierdo.

### **3.1.2 Resultados de la variable Conservación del puente**

Luego de casi dos años de que Provías terminara el mantenimiento periódico al puente Capelo, se verificará si tal proceso mejoró la conservación del mencionado puente en el distrito de San Luis de Shuaro.

La primera dimensión señalará si es que, debido al mantenimiento periódico, gracias al arenado y pintado, mejoró la conservación del puente Capelo. Para el logro de lo anterior, es menester verificar que en el mantenimiento se haya realizado las maniobras debidas en la limpieza previa y el pintado de las estructuras. La conservación de las estructuras metálicas es más significativa cuando las capas del pintado cuentan con el espesor requerido. Ello se puede verificar en la siguiente figura:



*Figura 17.* Pintado con INTERPOXY FINISH 680 AL

Muy a parte de las capas de pintura, estas deben cumplir con el espesor mínimos (9 mils). En el caso del puente Capelo, se puede verificar que en el mantenimiento, la capa tuvo un espesor por mayor de los establecido (10.2 como se observa en la figura 18), fomentando ello una conservación más significativa en la actualidad.



*Figura 18.* Medidor de espesor de pintura con ELCOMETER

En otras palabras, la calidad del revestimiento en la estructura metálica es una causa significativa de una conservación duradera. Por ello, es importante la eliminación de pintura, grasa y contaminantes en el mantenimiento periódico.

En base a lo observado por el ingeniero Miguel Jesús Ormeño Cisneros, gran parte de la estructura del puente se encuentra en un estado óptimo, tal como se observa en la tabla 7:

Tabla 11  
*Ficha técnica inspección de estructura 2018*

	<b>óptimo</b>	<b>regular</b>	<b>deficiente</b>
Estado de la superestructura y subestructura	x		
Protección de la estructura metálica con pintura	x		
Estado de las planchas de empalme	x		
Estado de la losa del tablero de rodadura	x		
Estado de la baranda metálica	x	x	
Estado de los tubos de drenaje	x		
Estado de la superficie de la rodadura	x	x	

Fuente: Informe Miguel Jesús Ormeño Cisneros

El estado de la baranda así como el de la superficie de la rodadura se encuentran en un estado óptimo a regular, a pesar que el primero (baranda metálica) se encuentra en constante contacto con el ambiente así como con los usuarios. Asimismo, superficie de la rodadura está en constante contacto con los autos y desplazamiento de las personas, pero eso no ha provocado un deterioro considerable

Como segunda dimensión, se señalará si es que debido al mantenimiento periódico debido al cambio de pernos mejoró la conservación del puente. Para el logro de lo anterior, es menester verificar que el método de apriete sea el adecuado para que la conservación del puente. Antes del mantenimiento, el estado de los pernos y tuercas eran deficientes, debido a la corrosión o deterioro, tal como se puede verificar en la siguiente figura:



Figura 19. Pernos deteriorados en el Reticulado metálico de 50.00m

Ante tal situación, para que en la actualidad se asuma que el puente está conservado, en el mantenimiento periódico se debió cambiar por pernos que no puedan ser corroídos por el impacto del clima o del tiempo. Es por ello que una buena opción fue la adquisición de pernos estructurales de cabeza hexagonal para tornillería de alta resistencia HV según DIN 6914, en calidad 10.9, los cuales son galvanizados.

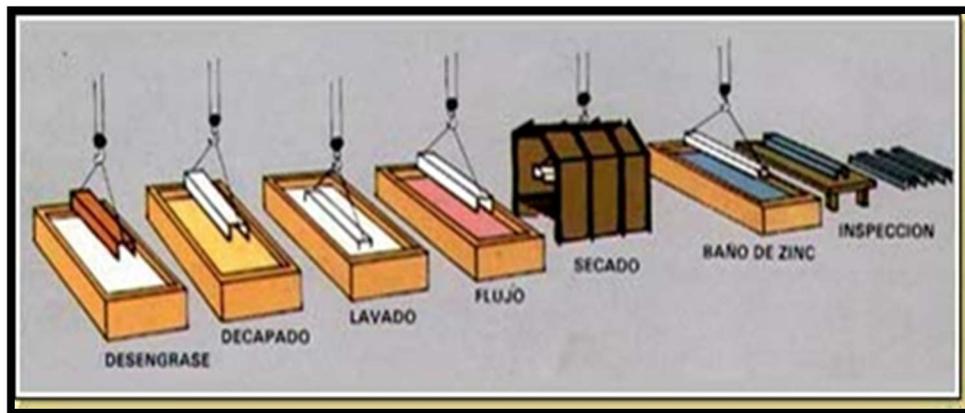
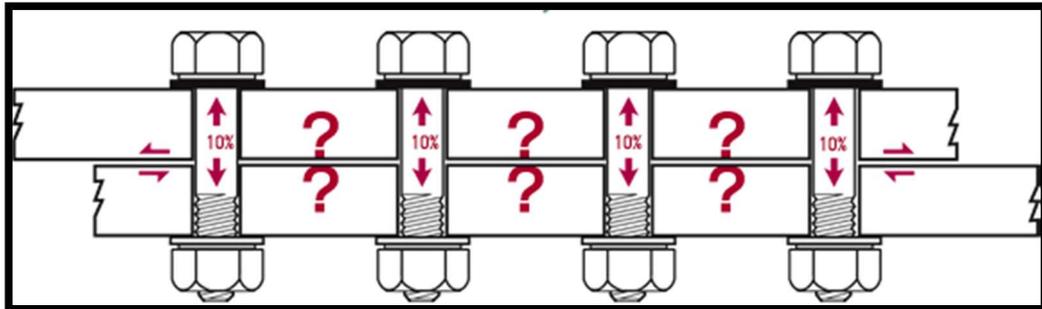


Figura 20. Pernos. Proceso de galvanizado en caliente

Este proceso, que consiste en la inmersión total de acero en soluciones de limpieza y zinc fundido, cubre toda la superficie del perno (interior y exterior) para que no exista ningún orificio o huecos. Esta limpieza disminuye el impacto de la corrosión con el paso del tiempo. Asimismo, las arandelas, para empernarse del acero estructural de la fuerza, deben cumplir con la norma DIN 6916 para la respectiva sujeción.

Por otro lado, para que estos pernos cumplan su función de sujeción, deben corresponder al método de apriete. Este método, para que su ejecución sea adecuada, tanto los pernos y las tuercas deben estar en unión firme antes de realizar cualquier tensión.



*Figura 21. Conexión ajustada*

Luego, estas deben apretarse acorde a las marcas de correspondencia. A consecuencia de ello, las uniones atornilladas laterales serán de alta resistencia y sistemáticamente pretensables para construcciones metálicas. Estas propiedades permiten pretensar sistemáticamente la unión atornillada.



*Figura 22. Marcado de correspondencia*

Por último, respecto a la conservación del puente, se asume que el mantenimiento periódico produjo la eliminación del deterioro metálico de las superficies estructurales. Para llevar a cabo tal proceso, se tuvo que considerar maniobras efectivas, en base a los estándares de calidad de la empresa responsable, para la eliminación de elementos deteriorados. La pintura cumple con los estándares de calidad (SSPC), el cual favorece a que el puente se conserve por más tiempo

Asimismo, el cambio de pernos y tuercas favoreció la funcionalidad de las vigas transversales y nudos. Estos cumplen con las normas DIN, el cual se verifica su calidad de

producción y su funcionalidad. El método de apriete, ya sea controlado o no controlado, han sido efectivos. Esto lo pudo verificar el ingeniero Miguel Jesús Ormeño Cisneros cuando revisó el ajuste de los pernos en el 2018.

Tabla 12

*Ficha de recolección de datos: conservación del puente*

<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>				
<b>UBICACIÓN:</b> Chanchamayo – Junín				
<b>Distrito</b>	Distrito San Luis de Shuaro	<b>Altitud</b>	766 msnm	
<b>Provincia</b>	Chanchamayo	<b>Latitud</b>	Sur 10° 51' 58.6" S (-10.86628095000)	
<b>Región</b>	Junín	<b>Longitud</b>	Oeste 75° 16' 25.7" W (-75.27380209000)	
<b>II.</b>	<b>Eliminación del deterioro metálico de las superficies estructurales para la conservación del puente</b>			
	<b>Indicadores</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Deterioro metálico</b>	Maniobras efectivas para la eliminación de elementos deteriorados	x		1
	Durabilidad de la reposición de elementos estructurales	x		1
	Perdurabilidad de la pintura	x		0.85
<b>Calidad y efectividad de los métodos de apriete para la conservación del puente</b>				
	<b>Indicadores</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Métodos de apriete</b>	Calidad de pernos y tuercas para la conservación	x		1
	Efectividad del apriete no controlado	x		0.85
	Efectividad del Apriete controlado	x		0.85
<b>Funcionalidad del reforzamiento de estribos para la conservación del puente</b>				

Fuente : elaboración propia



Figura 23. Puente capelo vista tramo en la actualidad (2018)

### **III. Discusión**

En base a los resultados de la observación y verificación de fuentes, se determina que asume que mantenimiento periódico mejoró la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro, debido a que se logró eliminar el óxido o pintura preexistente debido al proceso del arenado y aplicación del pintado en estructuras necesarias. Asimismo, el cambio de pernos y tuercas reforzaron las estructuras metálicas, volviéndolas más duraderas en la actualidad.

En lo que respecta al objetivo específico 1, se determinó que el arenado y pintado mejoró la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro. Se cumplió con la eliminación del óxido o pintura preexistente debido a la corrosión por el paso del tiempo. Para ello, se recurrió a solventes según las normas SSPC. En la aplicación de la pintura, esta se desarrolló en tres capas y cada una de ellas contuvo el espeso mínimo requerido (9 mils). Esta conclusión concuerda con la de ISLAS (2016), quien propone la creación de un manual de procedimientos para el mantenimiento de puentes, el cual considera la limpieza previa y los mecanismos, paso a paso, para su cumplimiento.

En lo que respecta al objetivo específico 2, se determinó que el cambio de pernos mejoró la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro. Se procedió al cambio de pernos y tuercas para el reforzamiento de las estructuras metálicas en deterioro. Estos cumplen con las características mecánicas de los pernos según norma DIN ISO 898-1. Estos indicadores, a través de la validación de datos de los expertos, se verifican en la ficha de recolección de datos. Esta conclusión concuerda con la de APOLINARIO (2013), quien señala que el uso eficiente de herramientas de gestión, normas de procesos, certificados de calidad y la guía PMBOK serán primordiales para la toma de decisiones que permitirán obtener una mayor productividad y funcionalidad del proyecto. Asimismo, con la técnica sencilla del valor ganado podemos hacer el seguimiento de nuestras obras integrando los conceptos de costos y tiempos, inclusive haciendo proyecciones de los recursos que realmente necesitaremos para concluir un proyecto.

En el proceso de la investigación, ocurrieron algunos óbices que perjudicaron el libre desarrollo de la tesis. El principal de ellos fue el económico, ya que se tuvo que solventar el viaje al ingeniero para la recolección de datos a través de la técnica de la observación. Otro obstáculo fue tener acceso al informe, ficha técnica, ficha de recolección de datos sobre el mantenimiento periódico del puente Capelo.

## **V. Conclusiones**

- Primera. -** Se concluye que el mantenimiento periódico mejoró la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro. Esto se debe a que se eliminó del óxido o pintura preexistente debido a la corrosión por el paso del tiempo. Para la debida limpieza, se realizó el proceso del arenado y aplicación del pintado en las estructuras necesarias. Para ello, se recurrió a solventes según las normas SSPC. En la aplicación de la pintura, esta se desarrolló en tres capas y cada una de ellas contuvo el espeso mínimo requerido (9 mils). Se procedió al cambio de pernos y tuercas para el reforzamiento de las estructuras metálicas en deterioro. Estos cumplen con las características mecánicas de los pernos según norma DIN ISO 898-1. Además, se cuenta con el certificado de calidad de los pernos de alta resistencia (7/8" y 1") así como el certificado de calidad de la tuerca estructural DIN 6915.
- Segunda. -** Se concluye que el arenado y pintado mejoraron la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro. Esto debe a que el mantenimiento periódico produjo la eliminación del deterioro metálico de las superficies estructurales. Para llevar a cabo tal proceso, se tuvo que considerar maniobras efectivas, en base a los estándares de calidad de la empresa responsable, para la eliminación de elementos deteriorados. La pintura cumple con los estándares de calidad (SSPC), el cual favorece a que el puente se conserve por más tiempo
- Tercera. -** Se concluye que el cambio de pernos mejoró la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro. Esto debe a que el cambio de pernos y tuercas favoreció la funcionalidad de las vigas transversales y nudos. Estos cumplieron con las normas DIN, el cual se verifica su calidad de producción y su funcionalidad. El método de apriete, ya sea controlado o no controlado, han sido efectivos.

## **VI. Recomendaciones**

- Primera. -** Se recomienda que el mantenimiento periódico sea cada 3 o 5 años en el puente Capelo del distrito de San Luis de Shuaro. Para ello, el Alcalde y el Ministerio de Transporte y Comunicaciones no deben esperar que el puente esté a punto de colapsar para que se recurra a un revestimiento. Son varios poblados que dependen que el puente esté en óptimas condiciones.
- Segunda. -** Se recomienda que el arenado y pintado sea de cada 3 o 5 años, sobre todo en la superficie de rodadura y barandas, en el puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro. Esto se pudo verificar, ya que el espesor ha disminuido debido al clima. A pesar que en la actualidad las condiciones del pintado sean óptimas, se ha notado un deterioro.
- Tercera. -** Se recomienda que el cambio de pernos sea entre 10 a 12 años, sobre todo en las vigas transversales y nudos en el puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro. El mantenimiento no es tan inmediato, ya que los actuales pernos son galvanizados, así que durarán mayor tiempo, pero el frío, el clima y el constante uso traerá como consecuencia el deterioro de los pernos que no fueron cambiados.

## Referencias

ANI. Mantenimiento periódico, 2018. Disponible en <http://www.ani.gov.co/glosario/mantenimiento-periodico>

ARIAS, F. (1999). *El proyecto de investigación. Guía para su elaboración* (3<sup>a</sup> ed.). Caracas – Venezuela: Editorial Episteme, C.A. / Oriol Ediciones.

APOLINARIO, Juan Manuel. Planeamiento, proceso constructivo y control de obra: Mantenimiento periódico de la Panamericana Sur: Tramo Puente Santa Rosa- puente Montalvo. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil). Lima: Universidad de Ingeniería, 2013, 325 pp.

BARDALES, Héctor. Conservación de Puentes de Piedra en el Perú: Criterios para su intervención Estructural. Tesis (Maestría en Ingeniería civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013, 148 pp.

BERNAL, César. Metodología de la Investigación. Bogotá: Pearson Ediciones. 2006, pp. 304.

DIARIO CORREO (22 de octubre de 2014). *Puente Capelo de La Merced en peligro de colapsar*. Disponible en <https://diariocorreo.pe/ciudad/puente-capelo-de-la-merced-en-peligro-de-col-24195/>

FINLES, José. *Remodelación y conservación del puente Presidente Ibáñez Puerto Aysen*. Tesis (Maestría en Ingeniería civil). Chile: Universidad de Magallanes, 2013, 64 pp.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6.<sup>a</sup> ed. México: McGraw Hill, 2014. 656 pp.

ISLAS, Juan. Manual de procedimientos para la inspección y mantenimiento de puentes. Tesis (Licenciatura en Ingeniería civil). México: Escuela Superior de Ingeniería y

Arquitectura Unidad Tecamachalco, 2016, 105 pp.

LEÓN David y HONORATO Juan. Tiempo estimado para mantenimiento de un puente de concreto reforzado expuesto a corrosión en el Valle de Toluca aplicando criterios probabilistas. CONCRETO Y CEMENTO INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

LOZADA José. Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria. CIENCIAMÉRICA. Universidad Tecnológica Indoamérica. 2014. pp 34-39

MARTÍNEZ, Javier. Sistemas de Gestión de Puentes Optimización de estrategias de mantenimiento Implementación en redes locales de carreteras. Tesis (Doctorado en Ingeniería civil). España: Universidad Politécnica de Madrid, 2016, 266 pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual técnico de mantenimiento periódico para la red vial departamental no pavimentada. Lima: Provias. 2006. pp. 53

ÑAUPAS Humberto, MEJÍA Elías, NOVOA Eliana yVILLAGOMEZ Alberto. Metodología de la investigación cuantitativa y redacción de tesis. Colombia: Ediciones de la U. 2011. pp. 455

ORTIZ Pither. Evaluación del comportamiento vibratorio de puentes peatonales bajo carga peatonal. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 2013. pp 150.

RAMÍREZ, J. (2009) Estudio experimental de rompeolas superficiales permeables con ampliación de bermas

RPP. Por qué se han caído los puentes más modernos y no los del siglo XVIII. 2017. Disponible en <http://rpp.pe/peru/desastres-naturales/por-que-se-han-caido-los-puentes-mas-modernos-y-no-los-del-siglo-xviii-noticia-1038711>

SABINO, Carlos. El proceso de investigación. Caracas: Panapo, 1992. 216 pp.

ISBN: 9802305774

SÁNCHEZ, Hugo y REYES, Carlos. Metodología y Diseños en la del Investigación Científica. 4.<sup>a</sup> ed. Lima: Visión universitaria, 2006. 176 pp.

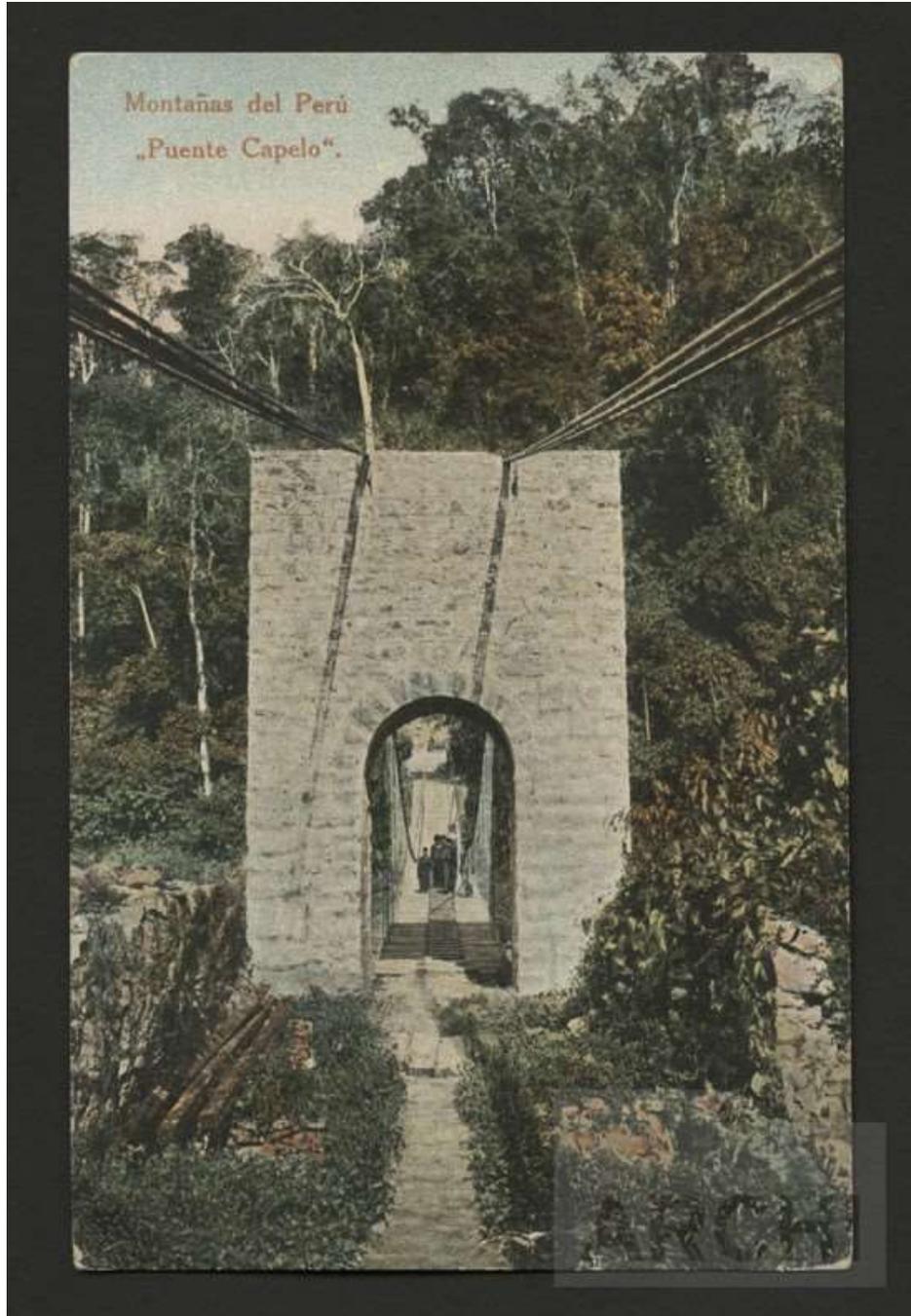
ISBN: 9972-885-25-9

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Pernos estructurales. 2018. Disponible en <http://webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/americanab/08-conexionesApernadas/8-3.html>

VALDERRAMA, Santiago. (2014). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Segunda reimpresión. Lima, Perú: Editorial San Marcos.

## **VIII. Anexos**

Anexo 1





Fuente: Recuperado de <https://www.deperu.com/centros-poblados/puente-capelo-65022>



Fuente: DIARIO CORREO (22 de octubre de 2014).



Fuente: DIARIO CORREO (22 de octubre de 2014).



Fuente: DIARIO CORREO (22 de octubre de 2014).



## VALIDEZ DE INSTRUMENTO

### “FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS”

Tesis: Mantenimiento periódico para la conservación del Puente Capelo en el Distrito San Luis de Shuaro – Chanchamayo – Junín -2018

AUTOR: TEOFILO MICHAEL TIRADO DIAZ

VALIDADOR 1:

ING. MIGUEL JESUS ORMEÑO CISNEROS  
DNI: 41245912  
CIP N.º 86028

AUTOR: TEOFILO MICHAEL TIRADO DIAZ

VALIDADOR 2:

ING. MARIO ENRIQUE FARFAN MALDONADO  
DNI: 07917191  
CIP N.º 36134

AUTOR: TEOFILO MICHAEL TIRADO DIAZ

VALIDADOR 3:

RUBEN AUGUSTO GÚTARRA MARAVI  
ING. RUBEN AUGUSTO GÚTARRA MARAVI  
DNI: 03580638  
CIP N.º 3816

Fuente: elaboración propia

### FICHA DE IDENTIFICACION DE LA OBRA

1 Obra : MANTENIMIENTO PERIODICO DEL PUENTE CAPELO Y ACCESOS (Junin)

2 Ubicación : Departamento : Junin  
Provincia : Chanchamayo  
Distrito : San Luis de Shuaro  
Lugar : Puente Capelo  
Area Geografica : 3

3 Proceso de Selección : ADP N°003-2015-MTC/21  
4 Entidad : PROVIAS DESCENTRALIZADO  
5 Contratista : CONSORCIO SELVA ALTA  
6 Modalidad : Precios Unitarios  
7 Supervisor : CONSORCIO INGENIEROS CONSULTORES  
8 Presup. Base, con IGV y Fecha : S/. 1'242,804.17 (con IGV)  
01-feb-15

9 Contrato N°. y fecha : 112-2015-MTC/21  
30-sep-15

10 Monto del Contrato, con IGV : S/. 1,242,804.17  
11 Monto del Contrato, sin IGV : S/. 1,063,223.97

12 Plazo de Ejec. s/Contrato d. c. : 60

13 Prórrogas, días calendario : 0

14 Adicionales de Obra, con IGV : S/. 0.00  
Adicionales de Obra, sin IGV : S/. 0.00  
15 Deductivos de Obra, con IGV : S/. 0.00  
Deductivos de Obra, sin IGV : S/. 0.00

16 Monto Final de la Obra, con IGV : S/. 1,307,818.81  
Monto final de la obra, sin IGV : S/. 1,108,321.02

17 Adela. Efect. C/IGV y fecha pago : S/. 248,560.83  
21-oct-15  
Adela. Efect. S/IGV y fecha pago : S/. 210,644.77  
21-oct-15

18 Entrega del Terreno : 15-oct-15

19 Fecha de inicio plazo : 22-oct-15

20 Adelantos p/mat., C/IGV y fecha pago : S/. 330,112.60  
18-nov-15  
Adelantos p/mat., s/IGV y fecha : S/. 279,756.44  
18-nov-15

21 Término vigente program. obra : 20-dic-15

22 Término real de obra, Supervisor : 20-dic-15

23 Acta de Recepción Obra : 21-ene-16

24 Multa retraso en Entrega Obra : S/. 0.00

CONSORCIO SELVA ALTA

ING. OSCAR HERNAN DURAN MORENO  
REPRESENTANTE LEGAL

CONSORCIO SELVA ALTA

ING. RUBEN AUGUSTO GUTARRA MARIAM  
REGENTE DE OBRA

## VALIDEZ DE INSTRUMENTO

### “FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS”

**Tesis: Mantenimiento periódico para la conservación del Puente Capelo en el Distrito San Luis de Shuaro – Chanchamayo – Junín -2018**

**AUTOR: TEOFILO MICHAEL TIRADO DIAZ**

**VALIDADOR 1:**

.....  
ING. MIGUEL JESUS ORMEÑO CISNEROS

DNI: 41245912

CIP N.º 86028

**AUTOR: TEOFILO MICHAEL TIRADO DIAZ**

**VALIDADOR 2:**

.....  
ING. MARIO ENRIQUE FARFAN MALDONADO

DNI: 07917191

CIP N.º 36134

**AUTOR: TEOFILO MICHAEL TIRADO DIAZ**

**VALIDADOR 3:**

.....  
ING. RUBEN AUGUSTO GUTARRA MARAVI

DNI: 03580638

CIP N.º 3816

## “FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS”

### MANTENIMIENTO PERIÓDICO

**Tesis: Mantenimiento periódico para la conservación del Puente Capelo en el Distrito San Luis de Shuaro – Chanchamayo – Junín -2018**

<b>I.</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
	<b>UBICACIÓN:</b> Chanchamayo – Junín			
	<b>Distrito</b>	Distrito San Luis de Shuaro	<b>Altitud</b>	766 msnm
	<b>Provincia</b>	Chanchamayo	<b>Latitud</b>	Sur 10° 51' 58.6" S (-10.86628095000)
	<b>Región</b>	Junín	<b>Longitud</b>	Oeste 75° 16' 25.7" W (-75.27380209000)
<b>II.</b>	<b>Eliminación del óxido o pintura preexistente debido al proceso del arenado y aplicación del pintado en estructuras necesarias</b>			
<b>Arenado y Pintura</b>	<b>Indicadores</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>Puntaje</b>
	Limpieza previa de la superficie con solventes según SSPC	<b>X</b>		
	Eliminación y alisamiento de la superficie debido al arenado	<b>X</b>		
	Espeso mínimo requerido de pintura en las tres capas	<b>X</b>		
	<b>Cambio de pernos y tuercas para el reforzamiento de las estructuras metálicas</b>			
<b>Pernos y tuercas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>Puntaje</b>
	Características mecánicas de los pernos según norma DIN ISO 898-1	<b>X</b>		
	Certificado de calidad de los pernos de alta resistencia (7/8" y 1")	<b>X</b>		
	Certificado de calidad de la tuerca estructural DIN 6915	<b>X</b>		
	<b>Proceso de enrocado para el reforzamiento de estructuras</b>			

.....  
Firma del evaluador

Fuente: elaboración propia

## “FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS”

### CONSERVACIÓN DE PUENTE

**Tesis: Mantenimiento periódico para la conservación del Puente Capelo en el Distrito San Luis de Shuaro – Chanchamayo – Junín -2018**

<b>I.</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
	<b>UBICACIÓN:</b> Chanchamayo – Junín			
	<b>Distrito</b>	Distrito San Luis de Shuaro	<b>Altitud</b>	766 msnm
	<b>Provincia</b>	Chanchamayo	<b>Latitud</b>	Sur 10° 51' 58.6" S (-10.86628095000)
	<b>Región</b>	Junín	<b>Longitud</b>	Oeste 75° 16' 25.7" W (-75.27380209000)
<b>II.</b>	<b>Eliminación del deterioro metálico de las superficies estructurales para la conservación del puente</b>			
	<b>Indicadores</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Deterioro metálico</b>	Maniobras efectivas para la eliminación de elementos deteriorados			
	Durabilidad de la reposición de elementos estructurales			
	Perdurabilidad de la pintura			
	<b>Calidad y efectividad de los métodos de apriete para la conservación del puente</b>			
	<b>Indicadores</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>Puntaje</b>
<b>Métodos de apriete</b>	Calidad de pernos y tuercas para la conservación			
	Efectividad del apriete no controlado			
	Efectividad del Apriete controlado			
	<b>Funcionalidad del reforzamiento de estribos para la conservación del puente</b>			

.....  
Firma del evaluador

Fuente: elaboración propia

### REPORTE DE INSPECCION TÉCNICA

PROYECTO	PINTADO PUENTE CAPELO		
CONSTRUYE	CONSORCIO SELVA ALTA	REPRESENTANTE	ING. OSCAR DURAN
EJECUTA	PO – HUR S.A.C.	REPRESENTANTE	SR. HECTOR PORRAS
FECHA	14/12/2015	LUGAR	PUENTE CAPELO

#### CONDICIONES AMBIENTALES

Hora	Temp. B. SECO (° C)	Temp. B. HUMEDO (° C)	%HR	Temp. SUPERFICIE (° C)	Temp. ROCIO (° C)	Observaciones
11:00	27.0	24.0	78.0	26.7	23.0	Trabajo de Limpieza Abrasiva
11:40	28.0	24.0	72.0	27.5	22.0	
16:00	27.0	25.0	85.0	27.0	24.0	Inicio del pintado
16:20	26.0	24.0	85.0	26.6	23.0	

#### PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

Método LIMPIEZA ABRASIVA	Norma SSPC – SP5	Abrasivo ARENA	Hora 16:40
Perfil de Rugosidad: BRIDA SUPERIOR EJE 16 – 17 TRAMO 80 M – MARGEN IZQUIERDO 3.1 MILS			

#### APLICACIÓN DE PINTURA

Capa	1	2	3
Hora	16:50	09:30	/
Método	ASPERSION	ASPERSION	
Equipo	AIRLESS	AIRLESS	
Producto	INTERPOXY PRIMER 048 OZ	INTERPOXY FINISH 680 5M	
Color	GRIS	BLANCO	
Lote Parte A	4335	3069	
Lote Parte B	4336	4073	
Lote Parte C	4337	-----	

#### OBSERVACIONES

- La inspección se realizó en presencia del Sr. Gustavo Manrique representante del CONSORCIO SELVA ALTA.
- Para el TRAMO 50 M, se realizó el trabajo de arenado y pintado sobre la DIAGONAL EJE 3 – 4 y MONTANTE EJE 3 (todos en MARGEN IZQUIERDO).
- Para el TRAMO 80 M, se realizó el trabajo de arenado y pintado sobre la BRIDA SUPERIOR EJE 16 - 17 y NUDO EJE 17 (MARGEN IZQUIERDO – AGUAS ARRIBA).
- Para el TRAMO 80 M, se realizó el pintado de la segunda capa INTERPOXY FINISH 680 5M sobre las VIGAS DE PLATAFORMA DE EJES 0, EJE 1 y EJE 2, VIGAS SECUNDARIAS ENTRE EJE 0 – 1 y EJE 1 – 2 y BRIDAS INFERIORES ENTRE EJE 0-1 y EJE 1-2 (SOLO CARA INTERNA).
- La VIGA DE PLATAFORMA EJE 1 Y VIGA SECUNDARIA EJE 1 – 2 queda observada por tener contacto con agua de lluvia en el momento de la aplicación.

Fuente. Informe técnico Inter Paints

#### CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES

- La limpieza abrasiva alcanzó el grado según norma SSPC – SP5.
- El perfil de rugosidad obtenido sobre la BRIDA SUPERIOR EJE 16 – 17 TRAMO 80 M fue de 3.1 *mils*, el cual se encuentra por encima de lo recomendado (1.5 – 2.5 *mils*) por lo cual aumentará el consumo de pintura.
- En la VIGA DE PLATAFORME EJE 1 Y VIGA SECUNDARIA EJE 1 – 2 que está observada se recomienda esperar que culmine el secado y lijar dichas zonas para dejar escapar los vapores de agua que puedan quedar atrapados en el interior de la pintura.

#### ANEXO FOTOGRÁFICO

Medición de perfil de Rugosidad BRIDA  
SUPERIOR EJE 16 – 17 MARGEN IZQUIERDO  
3.1 *mils*.



Fuente. Informe técnico Inter Paints

### REPORTE DE ESPESOR SECO DE PINTURA

PROYECTO	PINTADO PUENTE CAPELO		
CONSTRUYE	CONSORCIO SELVA ALTA	REPRESENTANTE	ING. OSCAR DURAN
EJECUTA	PO – HUR S.A.C.	REPRESENTANTE	SR. HECTOR PORRAS
FECHA	02/12/2015	LUGAR	PUENTE CAPELO

Norma de Referencia: SSPC-PA2  
 Tipo de Medidor: Tipo 2 (Electromagnético)  
 Marca/Modelo: Elcometer 456

#### SISTEMA DE PINTURA ESPECIFICADO

Nº Capa	Producto-Color	Espesor Seco (mils)
1ra.	INTERPOXY PRIMER 048 OZ - GRIS	3.0
2da.	INTERPOXY FINISH 680 AL – GRIS RAL 7047	4.0
3ra.	INTERTHANE 1070 PL – NARANJA RAL 2004	2.0
<b>ESPESOR TOTAL</b>		<b>9.0</b>

#### ESPESOR SECO DE PINTURA (mils)

Capa	1ra.					
	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	Prom.
ZONA/ELEMENTO TRAMO 80 M MARGEN IZQUIERDO						
BRIDA INFERIOR EJE 6 - 7	3.89	3.48	3.70	3.14	3.66	3.57
	5.10	5.40	3.17	5.30	3.60	4.51
	4.10	3.09	3.97	3.90	3.96	3.80
BRIDA INFERIOR EJE 7 - 8	6.40	2.96	3.04	2.83	3.04	3.65
	2.95	4.71	3.77	4.00	3.70	3.83
	2.58	4.79	2.83	4.00	3.00	3.44
BRIDA INFERIOR EJE 8 - 9	2.75	3.04	2.68	3.93	4.21	3.32
	2.89	2.89	6.50	5.10	3.56	4.19
	3.76	3.16	3.34	3.00	4.51	3.55
BRIDA INFERIOR EJE 9 - 10	4.26	4.84	3.76	4.04	3.80	4.14
	2.70	3.65	4.00	5.26	3.33	3.79
	3.09	3.00	2.80	3.15	4.50	3.31

#### OBSERVACIONES

- La inspección se realizó en presencia del Sr. Michael Tirado, representante de CONSORCIO SELVA ALTA.
- Las mediciones de espesor de película seca de pintura se realizaron según norma SSPC – PA2, sobre BRIDAS INFERIORES DEL TRAMO DE 80 M (MARGEN IZQUIERDO).

#### CONCLUSIONES / RECOMENDACIONES

- Los espesores secos de la primera capa de pintura de los elementos medidos **CUMPLEN** con lo especificado por el proyecto

ANEXO FOTOGRÁFICO



ING. ISMAEL TATAJE C.  
INTERPAINTS S.A.C.

ING. OSCAR DURAN  
CONSORCIO SELVA ALTA

SR. HECTOR PORRAS  
PO - HUR S.A.C.

Fuente. Informe técnico Inter Paints

## REPORTE DE RENDIMIENTO DE PINTURA

PROYECTO	PINTADO PUENTE CAPELO		
CONSTRUYE	CONSORCIO SELVA ALTA	REPRESENTANTE	ING. OSCAR DURAN
EJECUTA	PO – HUR S.A.C.	REPRESENTANTE	SR. HECTOR PORRAS
FECHA	26/11/2015	LUGAR	PUENTE CAPELO

### 1. SUSTRATO

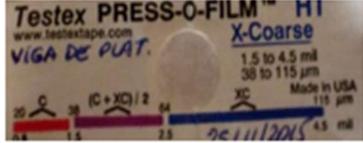
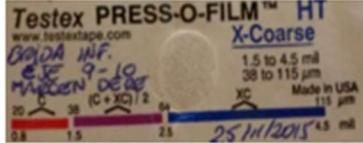
Se realizó la aplicación del producto INTERPOXY PRIMER 048 OZ sobre una cara de la VIGA DE PLATAFORMA DEL EJE 15 de 11.1 m<sup>2</sup> y sobre zona interior y parte exterior de BRIDA INTERIOR EJE 9 – 15 (MARGEN DERECHO) de 9.51 m<sup>2</sup>.

### 2. CONDICIONES AMBIENTALES

Aplicación de la 1ra capa de pintura (INTERPOXY PRIMER 048 OZ):

Hora	Temp. B. SECO (° C)	Temp. B. HUMEDO (° C)	%HR	Temp. SUPERFICIE (° C)	Temp. ROCIO (° C)	Observaciones
8:30	25.0	23.0	84.0	27.9	22.0	Trabajo de Limpieza Abrasiva
14:00	29.0	25.0	72.0	36.5	23.0	
12:00	28.0	25.0	79.0	32.6	24.0	Inicio del pintado

### 3. PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

Método	Norma	Abrasivo	Hora
LIMPIEZA ABRASIVA	SSPC-SP 5	ARENA	08:30
<b>Perfil de Rugosidad:</b> <b>3.5 mils</b> <b>VIGA DE PLATAFORMA EJE 15</b> 		<b>Perfil de Rugosidad:</b> <b>3.3 mils</b> <b>BRIDA INFERIOR EJE 9 – 10 (LADO DERECHO)</b> 	

### 4. SISTEMA DE PINTURA ESPECIFICADO

Nº Capa	Producto-Color	Espesor Seco (mils)
1ra.	INTERPOXY PRIMER 048 OZ - GRIS	3.0
2da.	INTERPOXY FINISH 680 AL – GRIS RAL 7047	4.0
3ra.	INTERTHANE 1070 PL – NARANJA RAL 2004	2.0
	<b>ESPESOR TOTAL</b>	<b>9.0</b>

Fuente. Informe técnico Inter Paints

## 5. APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO

### 5.1. RENDIMIENTO REFERENCIAL

Se indica que el rendimiento del producto INTERPOXY PRIMER 048 OZ aplicado a 3 mils secos y asumiendo un 40% de pérdidas es de 15 m<sup>2</sup>/gln.

PRIMERA CAPA									
ELEMENTO	PRODUCTO	PARTE A (g/ln)	PARTE B (g/ln)	PARTE C (g/ln)	GALONES CONSUMIDOS (g/ln)	% DILUCIÓN	ESP (mils)	RENDIMIENTO TEÓRICO REFERENCIAL 40% pérdidas (m <sup>2</sup> /gln)	AREA REFERENCIAL (m <sup>2</sup> )
VIGA DE PLATAFORMA EJE 15	INTERPOXY PRIMER 048 OZ	0.575	0.345	0.230	1.15	0	3.0	15.0	11.1
BRIDA INFERIOR EJE 9 - 10	INTERPOXY PRIMER 048 OZ	0.625	0.375	0.250	1.25	0	3.0	15.0	9.51

### 5.2. MEDICIÓN DE ESPESORES

ZONA/ELEMENTO	1ra.					Prom. Total
	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	
VIGA DE PLATAFORMA EJE 15	4.14	3.50	3.78	2.70	4.36	4.40
	4.19	4.32	4.99	6.20	5.50	
	5.60	5.20	4.97	6.30	7.80	
	4.00	4.17	4.41	3.25	2.49	
	4.29	3.68	5.40	2.57	2.19	
BRIDA INFERIOR EJE 9 - 10	4.49	5.00	4.47	3.82	5.80	4.55
	3.28	4.93	5.20	4.37	4.52	
	3.64	7.70	3.96	3.82	3.25	

### 5.3. RENDIMIENTO PRÁCTICO

PRIMERA CAPA			
ELEMENTO	RENDIMIENTO TEÓRICO REAL (m <sup>2</sup> /gln)	RENDIMIENTO PRÁCTICO REAL (m <sup>2</sup> /gln)	% PÉRDIDAS
VIGA DE PLATAFORMA EJE 15	16.9	9.65	43.0
BRIDA INFERIOR EJE 9 - 10	16.33	7.61	53.5

Fuente. Informe técnico Inter Paints



**ANEXO FOTOGRÁFICO**

**VIGA DE PLATAFORMA EJE 15**



**PERFIL DE RUGOSIDAD VIGA DE PLATAFORMA EJE 15  
3.5 MILS**



**PERFIL DE RUGOSIDAD BRIDA INFERIOR EJE 9 - 10  
3.3 MILS**



Fuente. Informe técnico Inter Paints

APLICACIÓN DE INTERPOXY PRIMER 048 OZ



MEDICIÓN DE ESPESORES EN VIGA DE PLATAFORMA



  
.....  
ING. ISMAEL TATAJE C.  
INTERPAINTS S.A.C.

.....  
ING. OSCAR DURAN  
CONSORCIO SELVA ALTA

.....  
SR. HÉCTOR PORRAS  
PO – HUR S.A.C.

Fuente. Informe técnico Inter Paints

## ANEXO 2

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	TECNICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera el mantenimiento periódico mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿De qué manera el arenado y pintado mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro?</p> <p>¿De qué manera el cambio de pernos mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar que el mantenimiento periódico mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar el mantenimiento periódico en el arenado y pintado mejoran la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro.</p> <p>Determinar en el mantenimiento periódico el cambio de pernos mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>El mantenimiento periódico mejorará la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>El mantenimiento periódico en el arenado y pintado mejoran la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro.</p> <p>El mantenimiento periódico en el cambio de pernos mejora la conservación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro.</p>	<p>Mantenimiento periódico</p> <p>Conservación del puente Capelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arenado y pintado</li> <li>• Cambio de pernos</li> <li>• Eliminación del deterioro metálico</li> <li>• Métodos de apriete</li> </ul>	<p>Observación y revisión de documentos</p> <p>Ficha técnica</p> <p>Informe Técnico de Mantenimiento Periódico de Provias (certificados de calidad)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de investigación Básica</li> <li>• Diseño de la investigación. No experimental Correlacional-causal</li> <li>• Nivel: Explicativo</li> </ul>

Yo, **Susy Giovana Ramos Gallegos**, docente de la Facultad de **Ingeniería**, Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo campus Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada: **“Mantenimiento periódico para la conservación del Puente Capelo en el Distrito San Luis de Shuaro – Chanchamayo – Junín -2018”**, del estudiante **Teófilo Michael Tirado Díaz**, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 23 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El 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.

Los Olivos, 13 de Junio del 2019.



---

Mgtr. Susy Giovana Ramos Gallegos  
D.N.I: 09715409  
**Asesor**



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mantenimiento periódico para la conservación del Puente Capelo en el Distrito San Luis de Shuaro - Chanchamayo - Junín, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Tenillo Michael Traba Diaz

ASESOR:

Ing. Susy Gironza Ramos Gallegos

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

Lima - Perú

2018

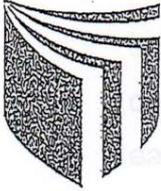


SUSY G. RAMOS GALLEGOS  
INGENIERA CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 56823

Resumen de coincidencias X

23%

- 4 Entregado a Universidad... 1% >  
Trabajo del estudiante
- 5 www.tumasure.com 1% >  
Fuente de Internet
- 6 reliefweb.int 1% >  
Fuente de Internet
- 7 tesis.pucp.edu.pe 1% >  
Fuente de Internet
- 8 Entregado a Pontificia... 1% >  
Trabajo del estudiante
- 9 Entregado a Universidad... <1% >  
Trabajo del estudiante
- 10 Entregado a CONACYT <1% >  
Trabajo del estudiante
- 11 interpaints.com.pe <1% >  
Fuente de Internet
- 12 Entregado a Universidad... <1% >  
Trabajo del estudiante
- 13 img.static.reliefweb.int <1% >  
Fuente de Internet



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*TIRADO DIAZ, TEOFILO MICHAEL*

---

INFORME TITULADO:

*MANTENIMIENTO PERIÓDICO PARA LA CONSERVACIÓN DEL  
PASEO CAROLO EN EL DISTRITO SAN LUIS DE SHUAPO -  
CHANCHAMAYO - JUNIO - 2018*

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

---

SUSTENTADO EN FECHA:

*17/12/2018*

NOTA O MENCIÓN :

*13 (TASCOS)*

*[Firma]*  
Firma del Coordinador de Investigación  
Ingeniería Civil





FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)
TIRADO DIAZ TEOFILO MICHAEL
D.N.I. 09571112 N° Celular: 942482154 N° Telf. Fijo:
Domicilio: SR. CRESPO Y CASTILLO 1575 - LIMA
E-mail: MICHAELTIRADODIAZ@GMAIL.COM

2. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS

Facultad: INGENIERIA
Escuela: INGENIERIA CIVIL
Modalidad:

Form with checkboxes for Pre Grado (checked), Trabajo de Investigación, Tesis (checked), Post Grado, Maestría, and Doctorado. Includes fields for Grado de Bachiller en, Título Profesional de (INGENIERO CIVIL), Grado, and Mención.

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres: TIRADO DIAZ TEOFILO MICHAEL
Título de la tesis: MANTENIMIENTO PERIODICO PARA LA CONSERVACION DEL PUENTE CAPELO EN EL DISTRITO SAN LUIS DE SHUARO - CHANCHAMAYO - JUNIN - 2018
Año de publicación: 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento;
[X] AUTORIZO a publicar en texto completo.
[ ] NO AUTORIZO a publicar en texto completo.

Firma del autor: [Handwritten Signature] Fecha: 23/06/19