



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación técnica del puente Francos utilizando la  
metodología SCAP - Tumbes, 2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Herrera Mogollon, Daniel Edmundo (orcid.org/0000-0002-0917-7975)

**ASESOR:**

Mgtr. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (orcid.org/0000-0001-5207-4421)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedicamos principalmente a Dios nuestro padre todopoderoso.

A mis padres y a mis hermanos por estar conmigo apoyándome, por haberme brindado la oportunidad de formarme profesionalmente y haber sido mi apoyo incondicional durante todo este tiempo.

A los docentes que han compartido sus conocimientos y que han venido guiándonos para poder ser unos excelentes profesionales a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

## **AGRADECIMIENTO**

A dios nuestro padre todo poderoso.

A mis padres por apoyarme en todo momento.

A mis hermanos por apoyarme en todo momento

Al Mg. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo por su excelente asesoría.

# Índice de contenidos

<b>Carátula</b> .....	I
<b>Dedicatoria</b> .....	II
<b>Agradecimiento</b> .....	III
<b>Índice de contenidos</b> .....	IV
<b>Índice de tablas</b> .....	VI
<b>Índice de figuras</b> .....	VII
<b>Resumen</b> .....	X
<b>Abstract</b> .....	XI
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	14
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación</b> .....	14
<b>3.2 Variables y operacionalización</b> .....	14
<b>3.3 Población, muestra, muestreo</b> .....	14
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	15
<b>3.5 Procedimientos</b> .....	15
<b>3.6 Método de análisis de datos</b> .....	18
<b>3.7 Aspectos éticos</b> .....	19
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	20
<b>4.1 Inspección</b> .....	20
<b>4.1.1 Losa de concreto armado (refuerzo transversal) – elemento 104</b> .....	21
<b>4.1.2 Vigas principales de acero – elemento 114</b> .....	24
<b>4.1.3 Arriostres de acero – elemento 117</b> .....	28
<b>4.1.4 Elevación Cuerpo del estribo de concreto armado – elemento 202</b> .....	31
<b>4.1.5 Elevación Alas del estribo de concreto armado – elemento 205</b> .....	35
<b>4.1.6 Zapata concreto armado de estribos – elemento 216</b> .....	36
<b>4.1.7 Pilares de concreto armado – elemento 241</b> .....	38
<b>4.1.8 Capa de asfalto – elemento 301</b> .....	44
<b>4.1.9 Vereda de concreto – elemento 311</b> .....	48
<b>4.1.10 Apoyo fijo neopreno – elemento 321</b> .....	50
<b>4.1.11 Apoyo deslizante de neopreno-elemento 322</b> .....	54
<b>4.1.12 Tipo compresible / expandible celular – elemento 343</b> ....	55
<b>4.1.13 Planchas deslizantes – elemento 341</b> .....	59
<b>4.1.14 Barandas de acero - elemento 353</b> .....	60
<b>4.1.15 Drenaje Tuberías PVC – elemento 372</b> .....	62

4.1.16	Márgenes del río – elemento 401 .....	62
4.1.17	Lecho del río – elemento 402 .....	63
4.1.18	Protección contra socavación – elemento 405 .....	64
4.1.19	Enrocado – elemento 406.....	66
4.1.20	Señalización – elemento 501 .....	67
4.1.21	Terraplén – elemento 502.....	68
4.2	<b>Evaluación</b> .....	69
4.2.1	Identificación y ubicación (Sección A - SCAP).....	69
4.2.2	Datos generales (Sección B - SCAP) .....	70
4.2.3	Datos del puente (Sección C - SCAP) .....	70
4.2.4	Datos topográficos de suelos e hidrológicos (Sección D - SCAP) .....	78
4.2.5	Croquis del puente (Sección E - SCAP) .....	79
4.2.6	Condición del puente (Sección F - SCAP) .....	81
4.2.7	Resumen - condición del puente y recomendaciones.....	89
4.2.8	Condición del puente (Sección G2 - SCAP) .....	92
4.3	<b>Propuesta de mantenimiento</b> .....	94
V.	<b>DISCUSIÓN</b> .....	97
VI.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	101
VII.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	103
	<b>REFERENCIAS</b> .....	105
	<b>ANEXOS</b>	

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> . Sección A del formulario de inspección y evaluación de puentes.....	69
<b>Tabla 2</b> . Sección B del formulario de inspección y evaluación de puentes.....	70
<b>Tabla 3</b> . Sección C del formulario de inspección y evaluación de puentes.....	70
<b>Tabla 4</b> . Sección C1 y C2 del formulario de inspección y evaluación de puentes. ....	71
<b>Tabla 5</b> . Sección C3 del formulario de inspección y evaluación de puentes. ....	72
<b>Tabla 6</b> . Sección C4 tramo 02 del formulario de inspección y evaluación de puentes.....	72
<b>Tabla 7</b> . Sección C4, tramo 03 al tramo 05 del formulario de inspección y evaluación de puentes. ....	73
<b>Tabla 8</b> . Sección C5 del formulario de inspección y evaluación de puentes. ....	74
<b>Tabla 9</b> . Sección C6 del formulario de inspección y evaluación de puentes. ....	75
<b>Tabla 10</b> . Sección C7 a la C9 del formulario de inspección y evaluación de puentes. ....	76
<b>Tabla 11</b> . Sección C10 y C11 del formulario de inspección y evaluación de puentes. ....	77
<b>Tabla 12</b> . Sección D1 del formulario de inspección y evaluación de puentes. ....	78
<b>Tabla 13</b> . Sección D2 y D3 del formulario de inspección y evaluación de puentes.....	78
<b>Tabla 14</b> . Sección D4 del formulario de inspección y evaluación de puentes. ....	79
<b>Tabla 15</b> . Sección E del formulario de inspección y evaluación de puentes.....	79
<b>Tabla 16</b> . Sección E2 del formulario de inspección y evaluación de puentes. ....	80
<b>Tabla 17</b> . Sección E3 del formulario de inspección y evaluación de puentes. ....	80
<b>Tabla 18</b> . Sección F del formulario de inspección y evaluación de puentes.....	81
<b>Tabla 19</b> . Condición de campo asignada mediante la inspección a los elementos del puente francos. ....	82
<b>Tabla 20</b> . Porcentajes Ajustados de la condición para cada elemento.....	83
<b>Tabla 21</b> . Suma de porcentajes ajustados de la condición para cada elemento.....	84
<b>Tabla 22</b> . Porcentajes Reajustados de la condición para cada elemento. ....	85
<b>Tabla 23</b> . Condición estadística de cada elemento.....	86
<b>Tabla 24</b> . Contribución de cada elemento. ....	87
<b>Tabla 25</b> . cálculo de elementos para determinar la condición estadística del puente.....	88
<b>Tabla 26</b> . Condición estadística del puente Francos. ....	88
<b>Tabla 27</b> . Nivel de condición - Guía (2016) .....	88
<b>Tabla 28</b> .Sección E2 del formulario de inspección y evaluación de puentes.....	91
<b>Tabla 29</b> . Sección G2 - Condición del Puente .....	92
<b>Tabla 30</b> . Propuesta de mantenimiento para los elementos categorizados como regulares, malos y muy malos.....	94

## Índice de Figuras

<b>FIGURA 1.</b> clasificación de los tipos de puentes según su categoría y estructura. ....	11
<b>FIGURA 2.</b> Descripción de los puentes definitivos .....	16
<b>FIGURA 3.</b> Ficha Resumen de la Condición del Puente de la Guía (2016) .....	18
<b>Figura 4.</b> Puente Francos .....	20
<b>Figura 5.</b> Esquema del puente Francos por tramos.....	20
<b>Figura 6.</b> Esquema de los apoyos del puente Francos .....	21
<b>Figura 7.</b> Losa de concreto armado que forma parte de la sección compuesta del tablero junto con cuatro vigas de acero tipo plate grider.....	22
<b>Figura 8.</b> Losa de concreto armado (refuerzo transversal) del puente Francos, con presencia de nidos de aves. ....	22
<b>Figura 9.</b> Losa de concreto armado (refuerzo transversal) del puente Francos, con presencia de nidos, suciedad y polvo. ....	23
<b>Figura 10.</b> Losa de concreto armado (refuerzo transversal) del puente Francos, con manchas por humedad en la losa.....	23
<b>Figura 11.</b> Vista de las vigas de acero estructural del tablero del puente Francos. ....	24
<b>Figura 12.</b> Sección transversal de las vigas principales.....	24
<b>Figura 13.</b> Giro debido a la flexión de vigas en el pilar 1, aguas abajo. Se aprecia diferencia de espesor de junta entre la parte inferior y superior de la viga. Aparentemente no se ha considerado contraflecha para contrarrestarlo.....	25
<b>Figura 14.</b> Giro debido a la flexión en las vigas de acero en el apoyo del pilar 4. Se aprecia diferencia de espesor de junta entre la parte inferior y superior de la viga. Aparentemente no se ha considerado contraflecha para contrarrestarlo. ....	25
<b>Figura 15.</b> Giro debido a la flexión en las vigas en el pilar 4, aguas arriba. Se aprecia diferencia de espesor de junta entre la parte inferior y superior de la viga. Aparentemente no se ha considerado contraflecha para contrarrestarlo.....	26
<b>Figura 16.</b> Giro debido a la flexión en las vigas en el pilar 5, aguas arriba. Se aprecia diferencia de espesor de junta entre la parte inferior y superior de la viga. Aparentemente no se ha considerado contraflecha para contrarrestarlo.....	26
<b>Figura 17.</b> Giro debido a la flexión en las vigas en el pilar 5, aguas abajo. Se aprecia diferencia de espesor de junta entre la parte inferior y superior de la viga. Aparentemente no se ha considerado contraflecha para contrarrestarlo.....	27
<b>Figura 18.</b> Desprendimiento de pintura, raspones en vigas de acero estructural.....	27
<b>Figura 19.</b> Viga de acero estructural con presencia de hongos y materia orgánica.....	28
<b>Figura 20.</b> Esquema de sección transversal de la viga diafragma en los apoyos del puente. Pinedo (2007). ....	29
<b>Figura 21.</b> Sección transversal de las vigas diafragma en apoyos (izquierda) y en tramos (derecho).....	29
<b>Figura 22.</b> Vigas diafragma de sección transversal C. ....	30
<b>Figura 23.</b> Vista de vigas diafragma con arriostres interiores (tramo 3, 4, 5 y 6).....	30
<b>Figura 24.</b> Suciedad y polvo en los arriostres de acero. ....	31
<b>Figura 25.</b> Estribo izquierdo del puente Francos.....	31
<b>Figura 26.</b> Vista de estribo izquierdo del puente. ....	32
<b>Figura 27.</b> Vista del estribo derecho del puente. ....	32
<b>Figura 28.</b> Presencia biológica, suciedad, polvo. ....	33
<b>Figura 29.</b> Fisuras de menos de 1.5 mm por retracción.....	33
<b>Figura 30.</b> Fisuras de menos de 1.5 mm por retracción.....	34

<b>Figura 31.</b> Estribo derecho con suciedad y polvo. ....	34
<b>Figura 32.</b> Losa de concreto armado (refuerzo longitudinal) del puente Francos, vista al tramo 3 y 4. ....	35
<b>FIGURA 33.</b> Fractura en ala del estribo derecho. ....	35
<b>Figura 34.</b> Fisuras menores a 1.5 mm en ala de estribo derecho. ....	36
<b>Figura 35.</b> Elevación de la zapata del estribo derecho. Pinedo, 2007. ....	37
<b>Figura 36.</b> Detalles de las zapatas del estribo derecho. Pinedo, 2007. ....	37
<b>Figura 37.</b> Vista de los pilares de concreto armado en funcionamiento. ....	38
<b>Figura 38.</b> Sección transversal típica de los pilares 3, 4 y 5 de concreto. ....	38
<b>Figura 39.</b> Esquema del pilar 1, Pinedo (2007). ....	39
<b>Figura 40.</b> Presencia de hongos y humedad en el pilar 1. ....	40
<b>Figura 41.</b> Fisuras de menos de 1.5 mm por retracción. ....	40
<b>Figura 42.</b> Manchas de humedad en los pilares. ....	41
<b>Figura 43.</b> Detalle de extremos de vigas en el pilar 2, aguas arriba. Presencia de vegetación en los cabezales de los pilares. ....	42
<b>Figura 44.</b> Detalle de extremos de vigas en el pilar 2, aguas abajo. Presencia de vegetación en los cabezales de los pilares. ....	42
<b>Figura 45.</b> Detalle de extremos de vigas en el pilar 3, aguas arriba. ....	43
<b>Figura 46.</b> Detalle de extremos de vigas en el pilar 3, aguas abajo. ....	43
<b>Figura 47.</b> Capa de asfalto del puente Francos. ....	44
<b>Figura 48.</b> Vista a detalle de la capa de asfalto del puente Francos. ....	44
<b>Figura 49.</b> Vista en planta de capa asfáltica del primer tramo. ....	45
<b>Figura 50.</b> Vista en planta de capa asfáltica del primer y segundo tramo. ....	45
<b>Figura 51.</b> Vista en planta de capa asfáltica del segundo y tercer tramo. ....	46
<b>Figura 52.</b> Vista en planta de capa asfáltica del tercer y cuarto tramo. ....	46
<b>Figura 53.</b> Vista en planta de capa asfáltica del cuarto y quinto tramo. ....	47
<b>Figura 54.</b> Vista en planta de capa asfáltica del quinto y sexto tramo. ....	47
<b>Figura 55.</b> Vereda de concreto del puente Francos. ....	48
<b>Figura 56.</b> Fisuras en la vereda aguas abajo. ....	48
<b>Figura 57.</b> Fisuras en la vereda aguas arriba. ....	49
<b>Figura 58.</b> Desgaste del concreto armado por la intemperie en la vereda. ....	49
<b>Figura 59.</b> Esquema de ubicación de los apoyos en los pilares típicos. ....	50
<b>Figura 60.</b> Vista en elevación (izquierda) y vista lateral (derecha) de los apoyos de neopreno. ....	50
<b>Figura 61.</b> Apoyos fijos y apoyos deslizantes de neopreno del pilar 5 derecho del puente Francos. ....	51
<b>Figura 62.</b> Vista de los apoyos (deslizante y fijo) en el pilar 4, entre tramo 4 y 5, aguas arriba, del puente Francos. ....	51
<b>Figura 63.</b> Vista de los apoyos en el estribo derecho del puente Francos obstruidos por impurezas. ....	52
<b>Figura 64.</b> Apoyo fijo del estribo derecho obstruido por impurezas. ....	52
<b>Figura 65.</b> Apoyo fijo del pilar 1 (de la construcción original, antes del FEN 98) del puente Francos aparentemente tiene placas de acero interiores horizontales en el apoyo de neopreno que permiten menores abultamientos. Se puede observar abultamiento lateral en la tercera parte superior. ....	53
<b>Figura 66.</b> Apoyo fijo del estribo derecho obstruido por impurezas. ....	53
<b>Figura 67.</b> Apoyo fijo del estribo derecho obstruido por impurezas. ....	54



<b>Figura 68.</b> Apoyo deslizante de neopreno en el estribo derecho.....	54
<b>Figura 69.</b> Vista en planta de la junta 1 (tramo 1) .....	55
<b>Figura 70.</b> Vista en planta de la junta 2 (tramo 1 y tramo 2).....	56
<b>Figura 71.</b> Vista en planta de la junta 3 (tramo 2 y tramo 3).....	56
<b>Figura 72.</b> Vista en detalle de la junta 3 (tramo 2 y tramo 3).....	57
<b>Figura 73.</b> Vista en planta de la junta 4 (tramo 3 y tramo 4). .....	57
<b>Figura 74.</b> Vista en planta de la junta 5 (tramo 4 y tramo 5). .....	58
<b>Figura 75.</b> Vista en planta de la junta 6 (tramo 5 y tramo 6). .....	58
<b>Figura 76.</b> Vista en planta de la junta 7 (tramo 6 y tramo 7).....	59
<b>Figura 77.</b> Junta 7 de tipo compresible / expandible, entre estribo derecho y tramo 6.....	59
<b>Figura 78.</b> Vista en planta de la junta 1 (tramo 1). .....	60
<b>Figura 79.</b> Barandas de acero del puente Francos.....	60
<b>Figura 80.</b> Desgaste de pintura en las barandas, en uno de los tramos reticulados.....	61
<b>Figura 81.</b> Perno de fijación de baranda.....	61
<b>Figura 82.</b> Drenaje de tuberías PVC del puente Francos. ....	62
<b>Figura 83.</b> Márgenes del río del puente Francos.....	63
<b>Figura 84.</b> Lecho del río del puente Francos. ....	63
<b>Figura 85.</b> Enrocado de la margen izquierda del río del puente Francos.....	64
<b>Figura 86.</b> Capa de enrocado en el estribo izquierdo.....	65
<b>Figura 87.</b> Capa de enrocado en el pilar 1. ....	65
<b>Figura 88.</b> Capa de enrocado en los pilares nuevos 3, 4 y 5. ....	66
<b>Figura 89.</b> Enrocado de la margen izquierda del río del puente Francos.....	66
<b>Figura 90.</b> Vista en planta de la entrada del puente Franco.....	67
<b>Figura 91.</b> Vista lateral del puente Francos del tramo 1, 2 y 3.....	67
<b>Figura 92.</b> Vista lateral del puente Francos del tramo 4, 5 y 6.....	68
<b>Figura 93.</b> Vista en planta de la salida del puente Francos.....	68
<b>Figura 94.</b> Señalización del puente Francos.....	69

## RESUMEN

Los puentes en nuestro país son una pieza muy importante en la infraestructura vial del país, pero se han evidenciado complicadas situaciones de emergencias que se han presentado en los puentes de la infraestructura vial del país, esto se debe por la carencia de una evaluación técnica y un mantenimiento apropiado para poder conservar la vida útil de la infraestructura.

La presente investigación titulada “Evaluación técnica del Puente Francos Utilizando la metodología SCAP - Tumbes, 2022”, tiene como objetivo realizar la evaluación técnica del puente Francos utilizando la metodología SCAP. Para la metodología su tipo de investigación es aplicada y su diseño no experimental.

Luego de la evaluación técnica al puente Francos se obtuvo la condición estadística del puente, el cual fue 3.18. Esto quiere decir que el puente se encuentra en condición mala. Según la Ficha Resumen de la Condición del Puente de la Guía (2016), en el nivel 3 de un puente la capacidad de servicio podría estar afectado, además de necesidad de reparaciones mayores.

Llegando a una conclusión de que el puente Francos puede mantenerse conservado, para lo cual es necesario reparar o reemplazar elementos para elevar el valor de la condición estadística del puente.

**Palabras clave:** Inspección, patologías, evaluación, SCAP, mantenimiento.

## ABSTRACT

The bridges in our country are a very important piece of the country's road infrastructure, but complicated emergency situations that have arisen on the country's road infrastructure bridges have been evidenced, this is due to the lack of a technical and appropriate maintenance to preserve the useful life of the infrastructure.

The present investigation entitled "Technical evaluation of the Francos Bridge Using the SCAP methodology - Tumbes, 2022", aims to carry out the technical evaluation of the Francos Bridge using the SCAP methodology. For the methodology, its type of research is applied and its non-experimental design.

After the technical evaluation of the Francos bridge, the statistical condition of the bridge was obtained, which was 3.18. This means that the bridge is in bad condition. According to the Summary Sheet of the Bridge Condition of the Guide (2016), at level 3 of a bridge, the serviceability could be affected, in addition to the need for major repairs.

Coming to a conclusion that the Francos bridge can be maintained, for which it is necessary to repair or replace elements to raise the value of the statistical condition of the bridge.

**Keywords:** Inspection, pathologies, evaluation, SCAP, maintenance.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día en la infraestructura vial, los puentes son una pieza muy importante en la infraestructura del país, ya que son puntos principales en una red vial, además que tienen en una gran influencia en el progreso y desarrollo de la nación; y esto no sólo en lo que abarca al transporte vehicular, sino que además esto trae múltiples ventajas sociales, económicos y turísticos en la nación.

Para Garrido (2018) “El desarrollo vial es un elemento fundamental para el crecimiento de cualquier país. un puente no es solamente un punto de unión, sino un acto cultural mediante donde los hombres lo integran como una dimensión concreta de sus vidas.” (p.9).

En el Perú se ha evidenciado complicadas situaciones de emergencias que se han presentado en los puentes de la infraestructura vial del país, esto se debe por la carencia de un mantenimiento rutinario o periódico, muchos de estos puentes con infraestructuras que cuentan con más de 50 años de utilidad, que normalmente experimentan deterioros en la estructura por la carencia de un mantenimiento apropiado, más que por su antigüedad, por lo que se debe destacar el valor que tienen estas estructuras que conforman a la red vial nacional, en nuestro progreso como nación, y que en ciertos casos estos puentes son ingresos únicos a diferentes ciudades de nuestro país, es entonces donde reside el valor del mantenimiento y conservación frecuente para este tipo de infraestructuras.

Al respecto existen muchas razones que argumentan y sustentan la realización del trabajo de investigación. En ese mismo orden Saenz Alva (2016) sostiene que “En nuestro país, no ha existido, ni existe una política de planificación de conservación y reparación de puentes, una política sería que promueva la conservación de éstos”. (p. 12).

El mantenimiento y conservación de puentes es una de las actividades más esenciales a realizar para la preservación de una red de vial, cuya finalidad como la de toda actividad de mantenimiento, es conservar todas las características de servicio de la infraestructura del puente en las mejores condiciones posibles.

Actualmente es muy importante poder asegurar el funcionamiento correcto de un puente, pues si se supone un colapso en aquella infraestructura por diferentes motivos, lo cual llevaría grandes consecuencias, generando la interrupción del tráfico, provocando incalculables pérdidas materiales y sociales mientras se restituye el flujo vehicular.

Al no realizar el mantenimiento correcto a estas infraestructuras viales se pueden correr riesgos en la deducción de la vida útil de los puentes y sus reparaciones serán mucho más complejas; por eso, al dejar deteriorar el puente con el pasar del tiempo puede presentar corrosión, agrietamiento, erosión del concreto, entre otros, es por eso que es necesario resaltar la importancia de un correcto mantenimiento para prevenir accidentes y disminuir costos en reparaciones posteriores.

En el Perú es muy común que no se tome en cuenta la cultura del mantenimiento y conservación en este tipo de infraestructuras, aun teniendo presente la gran inversión que se lleva a cabo para la ejecución de este tipo de estructuras que conforman las redes viales, que comúnmente no cuentan con una evaluación técnica rutinaria que respalde la conservación de este tipo de infraestructuras.

Es por eso que en relación a lo ya antes expresado es que se vio necesario realizar la Evaluación Técnica del Puente Francos Utilizando la Metodología SCAP - Tumbes, 2022., dicha metodología está determinada por un análisis de inspección de manera visual, evaluación técnica y los formatos de recolección de datos con patrones de evaluación en donde se va a identificar aspectos de intervención o mejoramiento a la infraestructura vial.

El puente Francos, está ubicado en el distrito de Pampas de Hospital, en la provincia de Tumbes, en el departamento de Tumbes. El cual está bajo la administración de Provias Descentralizado. La estructura está ubicada específicamente en el Km 0+246.33 de la carretera Corrales – Pampas de Hospital uniendo las rutas departamentales 117 y 106.

En esta investigación se ha formulado el problema general, el cual está referido a saber ¿Cómo realizar la evaluación técnica del puente francos utilizando la

Metodología SCAP – Tumbes, 2022?, pregunta que a través de este trabajo se intenta resolver.

Las principales razones para realizar este estudio es establecer el grado de deterioro o daño del puente Francos; asimismo de proteger y mejorar la transitabilidad vehicular y seguridad de la población a nivel de diseño y la vida útil de los componentes de la infraestructura del puente, por lo tanto, se determinará los puntos de intervención para el mantenimiento de la infraestructura del puente evaluado y así poder lograr su conservación.

Es muy importante realizar la evaluación técnica en el puente Francos utilizando la metodología SCAP, y así poder identificar los posibles daños que se pueden presentar en la infraestructura, el cual nos ayudara evitar eventuales colapsos o deterioros acelerados en el puente.

Este tipo de investigación va a ser de mucho beneficio porque servirá como antecedente para futuras investigaciones que planteen estos tipos de temas, tanto como para estudiantes de ingeniería civil, egresados y otros interesados en las evaluaciones técnicas a los puentes.

Para solucionar el problema que se planteó en este trabajo de investigación como objetivo general se presenta: Realizar la Evaluación Técnica del Puente Francos utilizando la Metodología SCAP - Tumbes, 2022.; por lo que se obtiene como objetivos específicos: Identificar las patologías en el puente francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022., Determinar la condición estadística del puente Francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022. Elaborar una propuesta de mantenimiento en el puente Francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022.

En el presente proyecto de investigación por ser de carácter de diseño no experimental no va a sugerir un enfoque de hipótesis; en todo caso la presentación de los resultados dará solución a los problemas planteados.

## II. MARCO TEÓRICO

Para poder desarrollar este capítulo, se procedió a iniciar una búsqueda de información que nos puedan brindar el respaldo necesario para realizar nuestra investigación, tanto internacionales, nacionales y locales.

Durante nuestra indagación de información se ubicaron las siguientes investigaciones a nivel internacional:

Garrido, Anabel (2017), señala en la investigación titulada “Evaluación del estado de conservación y de la capacidad resistente del Puente Pedro de Valdivia”, investigación para obtener el Master universitario en ingeniería de caminos, canales y puertos por la universidad de Cantabria de Chile, menciona que: “tuvo como objetivo principal desarrollar un estudio acerca de la evaluación del estado de conservación y de la capacidad resistente del puente Pedro de Valdivia. en la investigación realizada se llegó a emplear una metodología de tipo aplicada y descriptiva, mediante una inspección visual y ensayos no destructivos, y la conclusión principal a la que se llegó mediante esta evaluación es que se ha identificado que el principal problema que tiene la infraestructura del puente y que podría afectar su vida útil es la carbonatación, que ha llegado hasta la zona de la armadura en una importante parte del puente, y que se estima que en 20 años pueda llegar a la armadura mayor del puente, lo que llevara a realizar una intervención mayor para poder prolongar su periodo de vida útil”.

Del Rosario, Alvin (2016) señala en su investigación titulada “Diseño de un plan de mantenimiento para infraestructuras viales en la República Dominicana. Aplicación a la carretera El Seibo – Hato Mayor”, investigación para obtener el master universitario en planificación y gestión en ingeniería civil por la universidad Politécnica de Valencia – España, menciona que: “el objetivo planteado fue elaborar un plan de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, que pueda respaldar la buena condición de la infraestructura vial del país. En la investigación realizada se llegó a emplear la metodología tipo descriptiva y explicativa, en donde se concluyó que se identificó la existencia de humedad en un 80 % de los puentes evaluados, en donde esta humedad puede generar daños mecánicos en la

infraestructura de los puentes evaluados, en donde se recomendó que el mantenimiento periódico es el más ideal para poder evitar las posibles presencias de patologías en las estructuras de los puentes evaluados”.

Panqueva, Jhon (2015) en su investigación titulada “Análisis de patologías físicas de puentes vehiculares en concreto en la localidad de Chapinero”, Investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Católica de Colombia, el cual menciona que: “tuvo como objetivo evaluar las posibles patologías físicas de los puentes en la localidad de Chapinero. En la investigación realizada la metodología que se empleó fue de tipo descriptiva y explicativa, en donde se concluyó que dentro de las patologías físicas identificadas en los puentes vehiculares más considerables que se llegaron a identificar son la erosión, la humedad, la suciedad y el hormigqueo, en donde se debe priorizar ejecutar un estudio más minucioso de las causas más probables de estas patologías encontradas”.

Durante nuestra búsqueda de información se encontraron las siguientes investigaciones a nivel nacional:

Mendoza, Branco (2020) en su investigación titulada “evaluación técnica para definir los niveles de intervención por implementar; en los puentes y pontones ubicados en los tramos: Cusco – Pisac y Huacarpay – Pisac, en la región Cusco. Utilizando la metodología SCAP”. Investigación para poder obtener el título profesional en ingeniería civil por la universidad San Martín de Porres de Chiclayo – Perú, menciona que: “tuvo como principal objetivo realizar una evaluación técnica del estado funcional de puentes y pontones; en los puentes y pontones ubicados en los tramos: Cusco – Pisac y Huacarpay – Pisac, en la región Cusco. Utilizando la metodología SCAP”. En la investigación realizada se empleó la metodología SCAP; en donde “se concluyó que los 5 puentes evaluados en la investigación se necesita una pronta intervención, debido a que la condición estadística del puente, así como el daño de sus elementos; dan una clara evidencia de la necesidad de un



mantenimientos, para así garantizar la transitabilidad en las mencionadas infraestructuras viales y lograr su conservación.”

Aylas Peralta (2019) en su tesis titulada “Evaluación del puente Lucas Chacana mediante métodos convencionales – Región Junín en 2019”, investigación para optar el título profesional de ingeniería civil por la universidad cesar vallejo de Lima – Perú, menciona que: “tuvo como objetivo evaluar puente Lucas Chacana mediante métodos convencionales. En la investigación realizada la metodología utilizada fue mediante métodos convencionales, en donde se obtuvieron los siguientes resultados: mediante el LRFR el valor obtenido es de 2,22; mediante el SCAP el valor obtenido es de 2,41; y mediante el método adaptado el valor obtenido es de 2, en donde se concluyó que el puente Lucas Chacana en su estructura se halla en un nivel aceptable, pero si se recomienda un mantenimiento para su conservación y así en el futuro evitar daños mayores”.

Tinoco, Karen (2018) señala en su investigación titulada “Evaluación Del Puente Raimondi De La Ciudad De Huaraz”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo de Huaraz – Ancash – Perú, menciona que: “tuvo como finalidad analizar el estado de la superestructura del puente de Raimondi, mediante una evaluación analítica (Load Rating). En la investigación realizada la metodología empleada es descriptiva, en donde se llegó a la conclusión que una vez realizada la evaluación al puente se llegó a identificar que en las partes metálicas del puente, presentan oxidaciones, los pernos no tienen mantenimiento, se observa rajaduras verticales resanadas a lo largo del muro de las barandas, las juntas asfálticas se encuentran deterioradas, en donde se llegó a una conclusión que el puente Raimondi se clasifica en transitable con un grado de deterioro de nivel leve”.

Farfán, Carlos (2018) en su investigación titulada “determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 mts, en el distrito de amotape, provincia de Paita, departamento de Piura, abril - 2018”. Investigación para obtener el título profesional de ingeniería civil por la universidad Católica los Ángeles de Chimbote – Perú, menciona que: “tuvo como objetivo informar los métodos a utilizar

para identificar los posibles tipos de deterioro que puede padecer el concreto armado en los componentes de la infraestructura del puente vehicular Simón Rodríguez, así como identificar su rango de clasificación. En la investigación realizada la metodología empleada es de tipo descriptivo, analítico, no experimental; en donde se llegó a concluir que el 16.06 % de los componentes estructurales del puente evaluado, se encuentran patologías como fisuras, eflorescencia y desprendimientos, en donde la patología física con mayor repercusión son las fisuras con un 33.05 %, por lo tanto, el puente presenta un nivel de severidad regular con un valor de 2”.

Ahora dentro del ámbito local se realizó la búsqueda de información que pueda brindarnos el respaldo necesario a nuestra investigación, se encontraron las siguientes investigaciones a nivel local:

Zapata Castillo (2018) señala en su investigación titulada “determinación y evaluación de patologías de los elementos estructurales del puente vehicular Bocapán ruta pe-1n de tipo viga losa. Del distrito de zorritos, provincia de contralmirante villar, departamento de tumbes, octubre - 2018”, investigación para obtener el título profesional de ingeniería civil por la Universidad Católica de los Ángeles Chimbote – Perú, menciona que: “cuya finalidad es identificar y evaluar el tipo de patologías que se pueden presentar en los componentes del puente vehicular Bocapán. La metodología empleada fue de tipo descriptiva, mediante muestras visuales, lo que nos permitirán explicar la pauta de la investigación, en donde se llegó a la conclusión que el estado de afectación en los componentes de la infraestructura del puente vehicular Bocapán, se encuentra en un estado regular de 2.45, en donde se recomienda la demolición y posterior construcción de veredas y barandas de concreto, en donde se presenta la mayor evolución de las patologías severas identificadas como son la corrosión, Carbonatación del concreto, Grietas y desprendimiento del material”.

Después de una exhaustiva búsqueda de información de antecedentes a nivel local, se indica que no se encontró más estudios en el mismo campo de investigación de este proyecto.

Para la elaboración de esta investigación fue indispensable tener en cuenta diversos conceptos previos que nos apoyen a poder comprender un poco más respecto a nuestro trabajo de investigación a desarrollar.

El Manual de Puentes (2018), nos define al puente como “una estructura esencial para atravesar un obstáculo específico, causado por un accidente geográfico, ya sea natural o artificial, que tiene una luz libre mayor o igual a 6.00 m, la cual constituye un tramo de una carretera”. (p. 41)

El mantenimiento de la infraestructura de los puentes y su conservación es sumamente importante, es por eso que es necesario requerir de métodos de evaluación técnica, las cuales nos van a indicar las diferentes daños o deterioros que se pueden llegar a presentar, ahora esta evaluación técnica puede variar según el país, en donde se debe contar con un buen control de las normas oficiales.

Para Muñoz (2015), “realizar una evaluación técnica mediante un análisis visual permanente es esencial para poder obtener la preservación de la infraestructura de los puentes. De efectuarlo de esa manera, se desarrolla un buen cuidado, control y reforzamiento; garantizando así la resistencia de la estructura del puente, previniendo posibles daños; asimismo de evitar eventuales accidentes que lamentar en una situación futura”. (p. 9)

Los puentes sufren un daño o deterioro a lo largo de su vida útil, entre ellos como incremento de sobrecarga, socavación, erosión, la ausencia de control de cargas, entre otros, daños que nos hacen plantear una buena inspección y evaluación de la estructura del puente.

**METODOLOGÍA SCAP (Sistema Computarizado de Administración de Puentes)**, de Provias Nacional y bajo los lineamientos de la Guía Para Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes del MTC (2016).

El método SCAP, está determinada por una inspección de manera visual, evaluación técnica y formatos de recolección de datos; en donde nos van a permitir determinar el grado de daño o deterioro del puente.

Es un procedimiento que tiene como objetivo conservar las características funcionales y resistentes con las que se proyectó, preservar la vida útil estructural del puente a nivel de diseño recomendando la recuperación o reforzamiento de los componentes del puente, tomando el reemplazo como la última opción. Además, se busca conservar la protección del público en el tránsito sobre los puentes.

Con la metodología SCAP se podrá minimizar los costos de inversión pues lo que se busca es la conservación de las estructuras y mantenimiento de estas.

Para desarrollar la metodología SCAP del MTC (2016) se realiza el catastro a los elementos en campo (inspección), la asignación de indicadores de su estado llamados *condición de campo* y posterior procesamiento de datos para obtener un solo valor que indica el estado del puente llamado condición estadística del puente (evaluación). Por último, se dan recomendaciones en general y alternativas de solución específicas para los elementos del puente.

## **INSPECCIÓN**

Está compuesto por un grupo de acciones de gabinete y campo donde se recopila y ordena la información del puente. La información incluye la historia del puente a evaluar, inspecciones previas, expedientes técnicos del puente, planos, toma de datos en campo, se va a requerir toda la información a la que se pueda acceder.

Los criterios para desarrollar la toma de datos en campo son: no se puede inspeccionar lo que no se ve, se debe saber ver y se debe saber lo que se quiere ver. Es decir, se debe tener previa capacitación sobre información general, elementos, funcionamiento y comportamiento del puente en gabinete antes de inspeccionar y evaluar en campo las partes del puente que sean accesibles y se puedan tomar datos.

Como se sabe que toda evaluación técnica va a estar compuesta por dos tipos de alcances:

- Inventario de datos Geométricos (como son la geometría de la estructura del puente, así como su forma, tipo, dimensiones, etc.)
- Evaluación (en donde se identifican las patologías como fisuración,

degradación, deformación, corrosión, etc.)

Ahora la incidencia, alcance y profundidad de la evaluación de la estructura de puentes, que comúnmente esto va a depender de muchos factores y parámetros, es por eso que se ha logrado identificar tres tipos de clases de inspección:

- Inspección rutinaria:

Esta inspección se aplica cada 1 año o 2 años como límite, la cual se va a desarrollar de modo visual y física.

- Inspección periódica:

Esta inspección se aplica cada 2 años o 5 años como límite, la cual se va a desarrollar en la estructura de los puentes que presenten diversos daños a nivel de su estructura, cuya inspección se va a desarrollar de modo visual y física.

- Inspección especial:

esta inspección se realiza en aquellos puentes que por el grado de deterioro se van a requerir trabajos mayores de rehabilitación o reemplazos parciales, ahora en este tipo de inspecciones se va a necesitar de un plan previo para que se pueda realizar algún trabajo.

Es muy esencial saber decidir el tipo de clase de inspección a realizar ya que de ello va a depender que el mantenimiento y conservación de la estructura del puente se lleve de una mejor manera para poder preservar la vida útil del puente.

Seguidamente se mostrará una tabla clasificando los tipos de puentes según su categoría y estructura:

CATEGORÍA	TIPO DE ESTRUCTURA
<b>Definitivo</b>	Losa Losa con viga Pórtico Arco Reticulado Colgante Atirante
<b>Provisional</b>	Modular Tipo Yawata Otros
<b>Alcantarilla</b>	Marco Circular/Ovalado Arco Pórtico Otros

**FIGURA 1.** clasificación de los tipos de puentes según su categoría y estructura.

## EVALUACIÓN

Es el posterior procesamiento de datos obtenidos de la inspección al puente, en donde una vez procesados los datos se va a poder obtener un solo valor que indica el estado del puente llamado **condición estadística del puente** (evaluación).

El procedimiento para evaluar la estructura de los puentes está establecido por la metodología SCAP de acuerdo al anexo 7 de la guía..

## DEFINICIONES:

**AHUELLAMIENTO:** son marcas que aparecen en la superficie rodadura las cuales son producto de la consolidación del material por la acción de los vehículos de circulación.

**ASENTAMIENTO:** movimiento descendente de hundimiento de cualquier componente de la vía debido a la aplicación de cargas.

**ABRASIÓN:** es la perdida mecánica de agregados y rocas que son del resultado de la fricción o impacto.

**ASFALTO:** es una sustancia cementante, de color negro, que está formado primordialmente por betunes de origen natural o que son obtenidos por refinación del petróleo, el cual se emplea para revestir carreteras, impermeabilizar estructuras, entre otras cosas.

**AGRADACIÓN:** es el desarrollo general y gradual de la sección longitudinal del lecho del canal bajo el efecto de la acumulación de sedimentos.

**AGUAS ABAJO:** es la dirección del agua observado desde el sentido de la corriente.

**AGUAS ARRIBA:** es la dirección del agua observado desde el sentido contrario a la corriente.

**BACHEO:** es una tarea de mantenimiento que se basa en parchar y rellenar los baches que se pueden presentar en el pavimento.

**BM:** Bench Mark es la referencia topográfica de las coordenada y elevación de un punto realizado en la superficie, el cual esta orientado a ser utilizado para controlar el desarrollo y planificación de un proyecto vial.

**CORROSIÓN:** es el desarrollo de deterioro o desgaste de las estructuras metálicas ocasionadas por agentes externos de su entorno.

**CAUCE:** es la zona de un valle en donde se discurren las aguas en su curso, como son los arroyos y también las quebradas.

**COLMATACIÓN:** es el material acumulado que son transportados por el agua y que altera la capacidad hidráulica de las estructuras del puente de drenaje vial.

**DESBROCE:** tarea que implica de cortar quitar o eliminar cualquier hierba o maleza que crezca a ambos lados del camino y que esta bloquee su vista.

**EROSIÓN:** es la pérdida o desgaste causado por el agua en la vía, específicamente en la superficie de rodadura de la vía.

**ENROCADO:** es la actividad ordenada de colocación de piedras para cimientos o para la protección de taludes.

**ESTRIBOS:** son los apoyos extremos de un puente, cuyo objetivo primordial es de soportar la superestructura, así como transmitir las cargas al suelo.

**FISURA:** es una abertura pequeña, con un ancho igual o inferior a tres milímetros.

**GÁLIBO:** es la distancia entre la superestructura del fondo del puente y el nivel máximo de agua del río.

**GRIETA:** es una abertura aún más mayor que la de la fisura, con un ancho mayor a 3 milímetros, que afecta a todo el espesor del material.

**INSPECCIÓN:** está compuesto por acciones o actividades en campo para la recopilación de información.

**INVENTARIO VIAL:** es un repertorio ordenado, sistemático y actualizado en donde se encuentran todas las carreteras existentes de conforman la infraestructura vial del país.

**LECHO:** es el caudal de un río cuyas aguas discurren en zonas de crecidas y aguas bajas.

**PUENTE:** Es una estructura que es parte continuo de un camino o carretera, en donde pasan sobre obstáculos naturales o hechos por el hombre.

**SCAP:** sistema computarizado de administración de puentes.

**SUPERFICIE DE RODADURA DE UN PUENTE:** es un elemento de la estructura dedicada al tráfico vehicular que consta de uno o más carriles.

**TALUD:** el talud se basa en la topografía lateral de la vía, tanto en zonas de desmonte como en terraplenes.



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

##### TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para este proyecto su tipo de investigación es **aplicada**, en donde se realizó la evaluación al puente francos a través de la metodología SCAP, el cual cuando se aplicó la evaluación técnica mediante la metodología SCAP se llegó a identificar el estado en el que se encuentra el Puente Francos.

##### DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- **Diseño No Experimental**

Para este trabajo de investigación, se llegó a definir como **diseño no experimental**, el cual se desarrolló a través de la metodología SCAP, en donde se interpreta que las variables no se llegaron a modificar.

#### 3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En el actual proyecto de investigación existen 2 variables: la **Variable 1 (Independiente)**: Evaluación Técnica y la **Variable 2 (Dependiente)**: Metodología SCAP. Presentando también las siguientes dimensiones: componentes de la estructura, grado de daño del puente y plan de mantenimiento.

#### 3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

- **Población**

Conociendo que el actual trabajo de investigación se enfoca en un área específica por lo tanto la investigación sostiene como población al puente Francos, con una longitud total de 243.29 m, dicha área pertenece al distrito de Pampas de Hospital, provincia de Tumbes, departamento de Tumbes, específicamente en el kilómetro 0+246.33 de la carretera de Corrales – Pampas de Hospital.

- **Muestra**

La muestra va a corresponder al puente Francos, con una longitud total de 243.29 m, dicha área pertenece al distrito de Pampas de Hospital, provincia de Tumbes, departamento de Tumbes, específicamente en el kilómetro 0+246.33 de la carretera de Corrales – Pampas de Hospital,

- **Muestreo**

En este caso no se tendrá que llevar a cabo ningún tipo de muestreo, ya que como nuestra población y muestra son la misma unidad de análisis.

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Técnicas**

En el actual proyecto de investigación se llegó a identificar que la técnica de recolección de datos que se utilizó es la **Observación y el Análisis Documental**, ya que así se logró identificar el estado actual del puente francos.

- **Instrumentos**

En la presente investigación los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron son: **Fichas de Observación y Fichas de Recojo**

### 3.5 PROCEDIMIENTOS

El procedimiento es el siguiente:

Para desarrollar la metodología SCAP del MTC (2016) se realizó la inspección a los elementos en campo, la asignación de indicadores de su estado llamados condición de campo y posterior procesamiento de datos para obtener un solo valor que indica el estado del puente llamado condición estadística del puente (evaluación). Por último, se dan recomendaciones en general y alternativas de solución específicas para los elementos del puente.

- **INSPECCIÓN**

Dentro de la metodología SCAP del MTC (2016). En este se encuentran los procedimientos de calificación de daños. Dentro de los alcances del catastro se tiene el levantamiento geométrico de la estructura (planos) y levantamiento de patologías como fisuración, deformación, degradación, corrosión, etc. En esta etapa se toman fotografías de los elementos, además de las evidencias de las patologías.

Los puentes se definen de acuerdo al tipo de categoría del puente, el tipo de estructura del puente, tipo de material, condiciones de borde, etc. En la Figura 2 se muestra una tabla de definición de puentes de carácter definitivo. Al tener la clasificación del puente, se pueden determinar los elementos que lo conforman. La relación de elementos que se deben evaluar en los puentes se enlista en el Anexo N°1 y Anexo N°4 de la Guía (2016).

CATEGORIA	TIPO DE ESTRUCTURA	MATERIAL	CONDICIONES BORDE	SECCION TRANSVERSAL	PERALTE $h$	UBICACIÓN TABLERO	GEOMETRIA PLANO
DEFINITIVO	LOSA	CONCRETO ARMADO	SIMP.APOYADO	LOSA SOLIDA	CONSTANTE	TABLERO SUPERIOR	RECTO
		CONCRETO PRETENSADO	CONTINUO	LOSA NERVADA LOSA CELULAR	VARIABLE		ESVIADO CURVO
	LOSA CON VIGAS	VIGA CONC.ARMADO	SIMP.APOYADO	VIGA RECTA	CONSTANTE	TABLERO SUPERIOR	RECTO
		VIGA CONC.PRETENSADO	CONTINUO	VIGA I	VARIABLE		ESVIADO
		VIGA ACERO	GERBER	VIGA CAJON			CURVO
	PORTICO	CONC. ARMADO	ARTICULADO EMPOTRADO	VIGA RECTA	CONSTANTE	TABLERO SUPERIOR	RECTO
		CONC. PRETENSADO ACERO	CON VOLADOS CON TRAMOS ATIRANTADOS	VIGA I VIGA CAJON	VARIABLE		ESVIADO CURVO
	ARCO	CONC. ARMADO	ARTICULADOS	LOSA	CONSTANTE	TAB. SUPERIOR	RECTO
ACERO		EMPOTRADO	VIGAS	VARIABLE	TAB. INTERMEDIO TAB. INFERIOR		
RETICULADO	ACERO	SIMP. APOYADO CONTINUO GERBER		CONSTANTE VARIABLE	TAB. SUPERIOR TAB. INFERIOR	RECTO	
COLGANTE	CABLES DE ACERO + ACERO	EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ				RECTO	
ATIRANTADO	CABLES DE ACERO + ACERO	EN CABLES EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ				RECTO	

**FIGURA 2.** Descripción de los puentes definitivos

- **EVALUACIÓN**

La evaluación se realiza bajo la Metodología para evaluación de Puentes, Anexo N°7 de la Guía (2016). El primer paso es clasificar cada uno de los elementos del puente dependiendo de su estado, severidad de daño y su necesidad de reparación o reemplazo con un valor llamado condición de campo. Este valor indica la situación del elemento por porcentajes para las escalas (0) excelente, (1) buena, (2) regular, (3) preocupante, (4) mala, y (5) pésima. Las condiciones de campo de cada escala deben sumar 100%.

En la Ficha Guía para la Evaluación de los Daños de Puentes del Anexo N°4 de la Guía (2016) hay descripciones de daños para cada escala (0 al 5). Para cada tipo de elemento se escogen las escalas correspondientes a su estado y se coloca el porcentaje de representación de la escala, de tal manera que los porcentajes finalmente sumen 100%. Por ejemplo, si el 20% de los arriostres de un puente tienen pintura en mal estado, y el 80% de los arriostres no presentan deterioro se clasificaría como 80% para el estado (0) Excelente y 20% para el estado (1) Bueno.

El segundo paso es realizar el procesamiento de los datos para calcular un valor que define el estado final del puente, llamado condición estadística. La condición del puente se puede definir como muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo, y pésimo. La ficha Resumen de la Condición del Puente se muestra en la Figura 3.

El procesamiento de datos para obtener la condición estadística del puente se realiza según el Anexo N°7 de la Guía (2016). Se realiza el ajuste de las condiciones de campo, de cual se obtienen condiciones estadísticas de cada tipo de elemento. Luego, son afectadas por un factor de importancia que están definidos en el apartado 4 del el Anexo N°7 de la Guía (2016). Finalmente, se calcula el número de elementos del puente,

el mayor valor de contribución, la suma de contribución de todos los elementos, la contribución remanente: suma – mayor y la fracción de contribución remanente de acuerdo al procedimiento de la Guía (2016). La condición estadística del puente se obtiene como la suma de la mayor contribución y la fracción de la contribución remanente.

CALIFICACION	CONDICION O ESTADO	RANGO CONDICION	DESCRIPCION DE LA CONDICION
0	EXCELENTE	0.00 - 0.99	El puente (pontón) no tiene problemas, No hay necesidad de reparaciones.
1	BUENA	1.00 - 1.99	El puente (pontón) solo muestra un deterioro mínimo, no hay necesidad de reparaciones pero ciertas actividades de mantenimiento pueden ser necesarias.
2	REGULAR	2.00 - 2.99	Existe deterioro, desprendimientos, socavación pero no afectan la capacidad portante y/o de servicios. Hay necesidad de reparaciones menores.
3	PREOCUPANTE	3.00 - 3.99	Existe pérdida de sección, deterioro, desprendimiento o socavación que afecta seriamente las componentes principales de la Estructura. Pueden existir rajaduras por falta del acero o por cortante / flexión en el concreto. La capacidad portante y/o de servicio puede estar afectado. Hay necesidad de reparaciones mayores.
4	MALA	4.00 - 4.99	Necesita repararse pero se puede mantener abierto a trafico restringido. El deterioro de elementos principales afecta la capacidad portante y/o de servicio. Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. Grietas de fatiga en acero o grietas de corte de concreto La socavación compromete la estabilidad de la infraestructura Conviene cerrar al puente al menos que este monitoreado
5	PESIMA	5.00 - 5.99	La capacidad portante y/o de servicio está afectada en forma de presentar un peligro inminente. Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura El puente (pontón) debe cerrarse al tráfico.

**FIGURA 3.** Ficha Resumen de la Condición del Puente de la Guía (2016)

### 3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Al realizar las actividades de campo durante la inspección al puente Francos se utilizaron fichas de recolección de datos, para registrar la información obtenida al inspeccionar cada componente de la estructura del puente, luego se utilizó el programa Excel para el procesamiento de datos para obtener un solo valor que indica el estado del puente llamado condición estadística del puente (evaluación) mediante los formatos de evaluación según la GUIA PARA INSPECCION, EVALUACION Y MANTENIMIENTO DE PUENTES (2016).

### **3.7 ASPECTOS ÉTICOS**

En el actual trabajo de investigación se asumió primordialmente el compromiso de los aspectos éticos, puesto que destaca de una manera muy importante en todo profesional. Por lo tanto, en este proyecto de investigación se evidencia la ética y moral, en donde se ha obtenido información de fuentes confiables las cuales se han citado de la manera correcta según lo estipulan las normas la universidad Cesar Vallejo, en donde también se comprobó la fiabilidad de los datos plasmados en la presente investigación de acuerdo a la GUIA PARA INSPECCION, EVALUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PUENTES (2016).

## IV. RESULTADOS

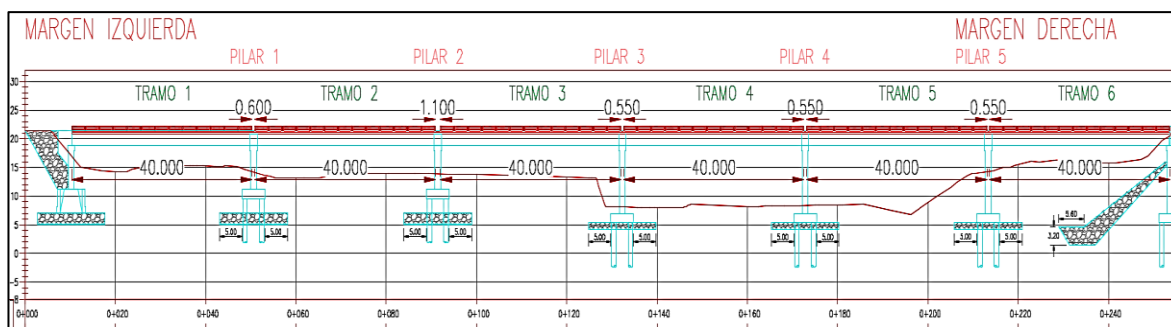
### 4.1 INSPECCIÓN

El puente Francos se encuentra en el distrito de Pampas de Hospital, en la provincia de Tumbes, en el departamento de Tumbes. La coordenada UTM de la entrada del puente es 17S 561215.5, 9591964.1, y la coordenada UTM de salida del puente 17S 560975, 9591895. Está ubicado en la ruta Corrales – Pampas de Hospital.



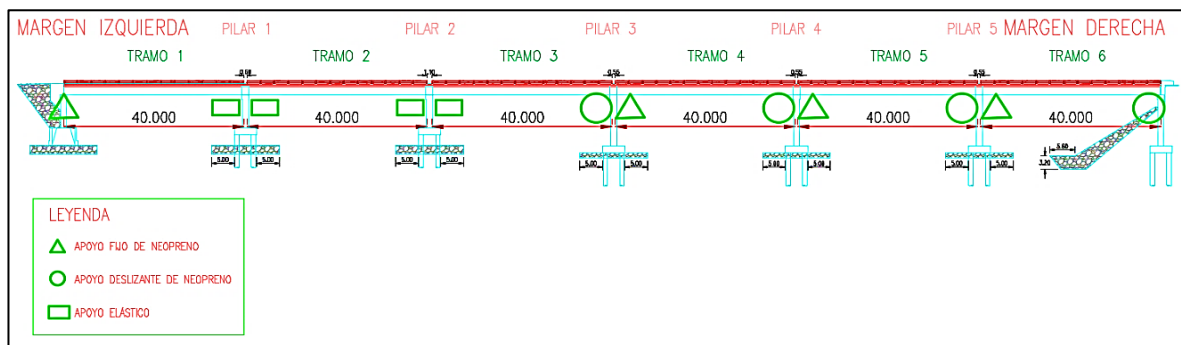
**Figura 4.** Puente Francos

La tipología del puente es tablero de viga compuesta. El esquema del puente Francos se ve en la figura 5. Como se puede observar, el puente Francos está conformado por seis tramos. La longitud de cada tramo es 40 metros. La cimentación está compuesta por dos estribos, izquierdo y derecho, y por cinco pilares. El pilar 1 es el apoyo del tramo 1 y 2, el pilar 2 es el apoyo del tramo 2 y 3, el pilar 3 es el apoyo del tramo 3 y 4, el pilar 4 es el apoyo del tramo 4 y 5, el pilar 5 es el apoyo del tramo 5 y 6. Los tipos de apoyo en cada tramo se muestran en la Figura 5. Esquema del puente Francos por tramos



**Figura 6.**

**Figura 5.** Esquema del puente Francos por tramos



**Figura 6.** Esquema de los apoyos del puente Francos

## **ALCANCE**

Se hizo visita a campo al puente Francos en 5 ocasiones con un equipo de trabajo.

A continuación, se muestran los elementos del puente y la descripción de cada uno con la condición de campo que se ha asignado según la metodología SCAP del MTC.

### **4.1.1 Losa de concreto armado (refuerzo transversal) – elemento 104**

La losa de concreto armado forma parte de una sección compuesta junto con cuatro vigas de acero estructural. La losa está unida con las vigas mediante conectores de corte (pernos *Stud*). La losa de concreto armado tiene refuerzo transversal, y espesor efectivo de 20 cm, y tiene una longitud de 243.35 m entre ejes de estribos, con cinco juntas. El  $f'_c$  de diseño es 28 MPa. El ancho de la losa es de 7.70 m. Los dos primeros tramos, tramo 1 y 2, son los construidos en el año 1997-1998, y los cuatro siguientes tramos se construyeron en el 2012, con la misma sección transversal a las iniciales.





**Figura 7.** Losa de concreto armado que forma parte de la sección compuesta del tablero junto con cuatro vigas de acero tipo plate grider.

Durante la visita se pudo apreciar adecuadas condiciones estructurales del elemento, debido a que la losa no acusa patologías y/o fallas por corte o flexión. Dentro de las patologías encontradas se puede mencionar lo siguiente:

- Presencia de nidos de aves



**Figura 8.** Losa de concreto armado (refuerzo transversal) del puente Francos, con presencia de nidos de aves.



**Figura 9.** Losa de concreto armado (refuerzo transversal) del puente Francos, con presencia de nidos, suciedad y polvo.

- Manchas por humedad en la losa



**Figura 10.** Losa de concreto armado (refuerzo transversal) del puente Francos, con manchas por humedad en la losa.

De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 90% (condición 1) y 10% (condición 0).

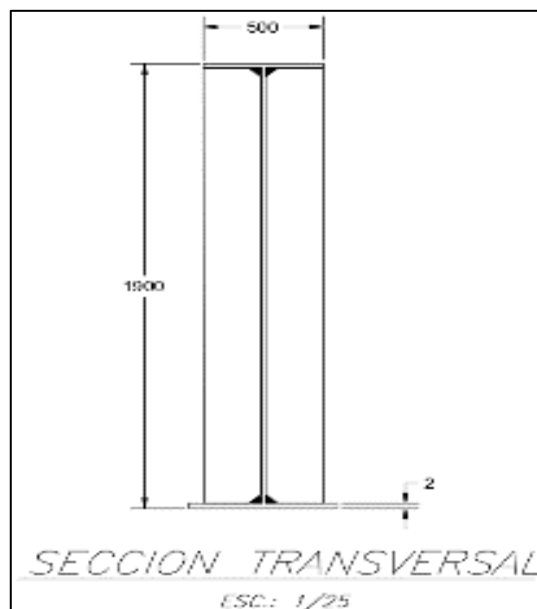
#### 4.1.2 Vigas principales de acero – elemento 114

Las vigas principales de acero estructural del tablero forman parte de una sección compuesta junto con la losa de concreto armado. Las vigas son tipo *plate girder*, las cuales soportan altas cargas debido a su gran rigidez. Están formadas por planchas de acero soldadas.



**Figura 11.** Vista de las vigas de acero estructural del tablero del puente Francos.

La sección transversal de una viga principal es la que se muestra en la siguiente figura:



**Figura 12.** Sección transversal de las vigas principales

Durante la visita se pudo apreciar adecuadas condiciones estructurales del elemento, debido a que la losa no acusa patologías y/o fallas por corte o flexión. Dentro de las patologías encontradas se puede mencionar lo siguiente:

- Giro debido a flexión en las vigas de acero en el apoyo del pilar 1, 4 y 5.



**Figura 13.** Giro debido a la flexión de vigas en el pilar 1, aguas abajo. Se aprecia diferencia de espesor de junta entre la parte inferior y superior de la viga. Aparentemente no se ha considerado contraflecha para contrarrestarlo.



**Figura 14.** Giro debido a la flexión en las vigas de acero en el apoyo del pilar 4. Se aprecia diferencia de espesor de junta entre la parte inferior y superior de la viga. Aparentemente no se ha considerado contraflecha para contrarrestarlo.



**Figura 15.** Giro debido a la flexión en las vigas en el pilar 4, aguas arriba. Se aprecia diferencia de espesor de junta entre la parte inferior y superior de la viga. Apparently no se ha considerado contraflecha para contrarrestarlo.



**Figura 16.** Giro debido a la flexión en las vigas en el pilar 5, aguas arriba. Se aprecia diferencia de espesor de junta entre la parte inferior y superior de la viga. Apparently no se ha considerado contraflecha para contrarrestarlo.



**Figura 17.** Giro debido a la flexión en las vigas en el pilar 5, aguas abajo. Se aprecia diferencia de espesor de junta entre la parte inferior y superior de la viga. Aparentemente no se ha considerado contraflecha para contrarrestarlo.

- Desprendimiento de pintura y raspones.



**Figura 18.** Desprendimiento de pintura, raspones en vigas de acero estructural

- Presencia de hongos, materia orgánica, nidos de aves.



**Figura 19.** Viga de acero estructural con presencia de hongos y materia orgánica

- Carbonatación del concreto.

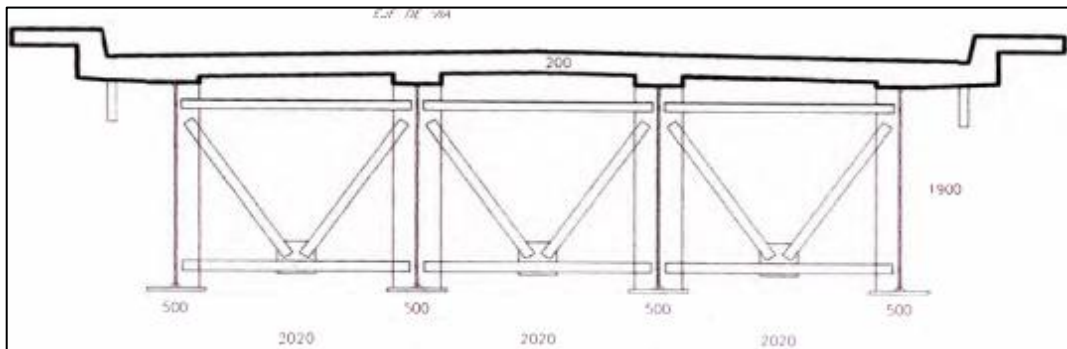
De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 95% (Condición 1) y 5% (Condición 3).

#### **4.1.3 Arriostres de acero – elemento 117**

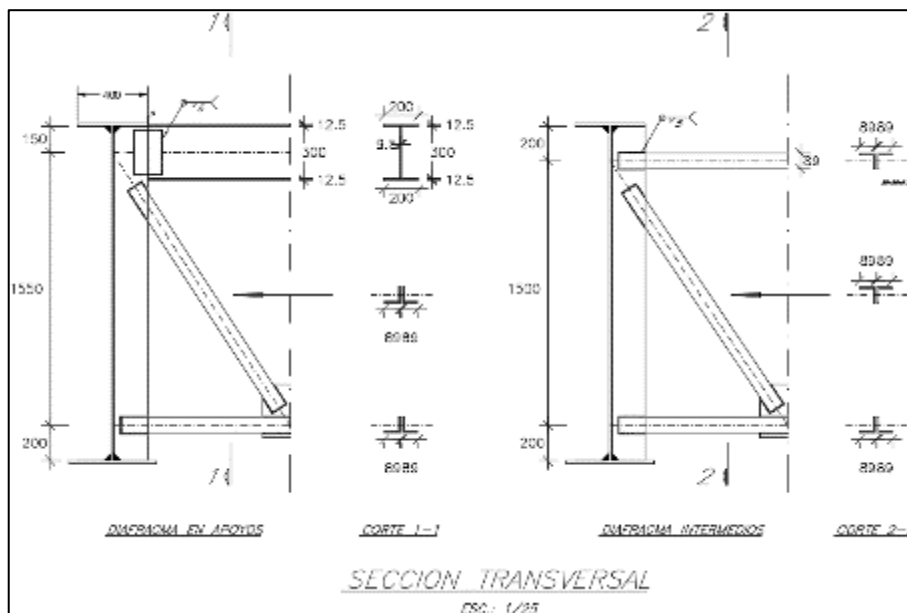
Las vigas diafragma de acero estructural se comportan como arriostres de acero. Están distribuidas en la luz del puente, espaciadas a cada 6.7 m. En los tramos 1 y 2 se encuentran las vigas diafragma de sección transversal C, uniendo las 4 vigas principales a fin de uniformizar las deformaciones del tablero. En los tramos 3, 4, 5 y 6 se encuentran las vigas diafragma con arriostres de acero internos, de los cuales hay dos tipos: arriostres ubicados en los apoyos y arriostres ubicados en los tramos. Las vigas diafragma con arriostres de acero internos contrarrestan los efectos de la cortante y torsión en los apoyos. La sección de los arriostres son dos perfiles L de 3.5"x3.5" unidos.

El esquema de las vigas diafragma con arriostres de acero internos se muestran en la Figura 20 y la sección transversal en la Figura 21.

Se muestran las vigas diafragma de sección C Figura 22 y vigas diafragma con arriostres de acero internos Figura 23.



**Figura 20.** Esquema de sección transversal de la viga diafragma en los apoyos del puente. Pinedo (2007).



**Figura 21.** Sección transversal de las vigas diafragma en apoyos (izquierda) y en tramos (derecho)





**Figura 22.** Vigas diafragma de sección transversal C.



**Figura 23.** Vista de vigas diafragma con arriostres interiores (tramo 3, 4, 5 y 6).

Durante la visita se pudo apreciar que los arriostres de las vigas diafragma del puente se encuentran en regulares condiciones estructurales del elemento, no acusa fallas por pandeo, flexión o corte. Dentro de las patologías encontradas se puede mencionar lo siguiente:

- Presencia de suciedad y polvo en los arriostres de acero

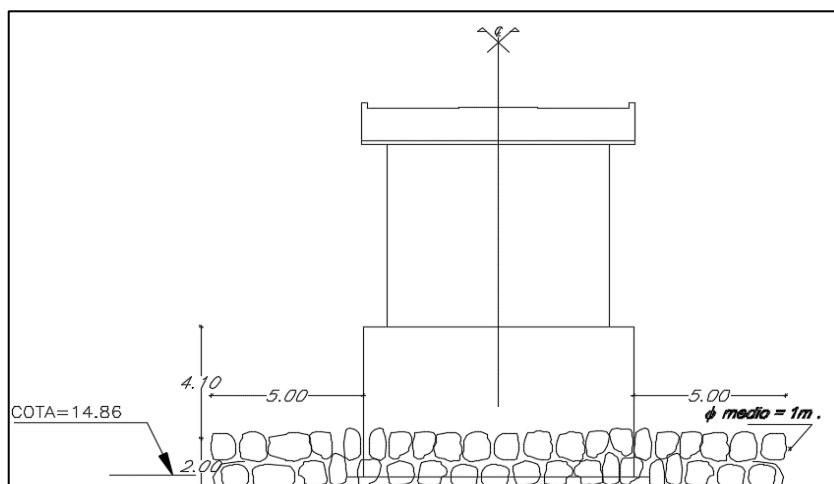


**Figura 24.** Suciedad y polvo en los arriostres de acero.

De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 20% (Condición 0) y 80% (Condición 1).

#### 4.1.4 Elevación Cuerpo del estribo de concreto armado – elemento 202

El estribo izquierdo y derecho son de dos tipos distintos. El estribo izquierdo es un muro de concreto armado en voladizo, cimentado sobre un cajón de cimentación. El esquema del estribo izquierdo se ve en la Figura 255 y una fotografía de este en la 26.



**Figura 25.** Estribo izquierdo del puente Francos



**Figura 26.** Vista de estribo izquierdo del puente.

El estribo izquierdo ya estaba construido antes del fenómeno El Niño del 98. Después de este evento, el estribo izquierdo no colapsó ni se registraron grandes daños. Sin embargo, fue reforzado para mantener la estructura y ampliar el puente hasta el entonces proyectado estribo derecho.



**Figura 27.** Vista del estribo derecho del puente.

El estribo derecho es tipo pórtico compuesto de dos columnas de sección circular y una viga cabezal donde se apoya el tramo 6 del tablero. Además, tienen alas para contener el terreno. De acuerdo con Pinedo (2007), si llega una avenida extraordinaria, el estribo derecho puede actuar como pilar. Se cimienta sobre seis pilotes.

Durante la visita se pudo apreciar que los estribos se encuentran en adecuado estado de conservación. No se observa falla por flexión o por cortante. Las patologías encontradas son:

- Presencia biológica, suciedad, polvo y humedad.



**Figura 28.** Presencia biológica, suciedad, polvo y humedad.

- Fisuras por retracción de menos de 1.5 mm en viga cabezal



**Figura 29.** Fisuras de menos de 1.5 mm por retracción.

- Fisuras por retracción de menos de 1.5 mm en pilote



**Figura 30.** Fisuras de menos de 1.5 mm por retracción.

- Presencia de suciedad y polvo en estribo derecho



**Figura 31.** Estribo derecho con suciedad y polvo.

De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 50% (Condición 0), 50% (Condición 1).

#### 4.1.5 Elevación Alas del estribo de concreto armado – elemento 205

Tanto el estribo izquierdo como el derecho tienen alas de concreto armado para sostenimiento del terreno.



**Figura 32.** Losa de concreto armado (refuerzo longitudinal) del puente Francos, vista al tramo 3 y 4.

Los estribos, izquierdo y derecho, se encuentran en adecuado estado, y no se han encontrado mayores daños, a excepción de:

- Ala aguas arriba del estribo derecho con fractura en la parte superior.



**FIGURA 33.** Fractura en ala del estribo derecho

- Ala aguas abajo del estribo derecho con fisuras de menos de 1.5 mm, además de daños menores por el intemperismo.

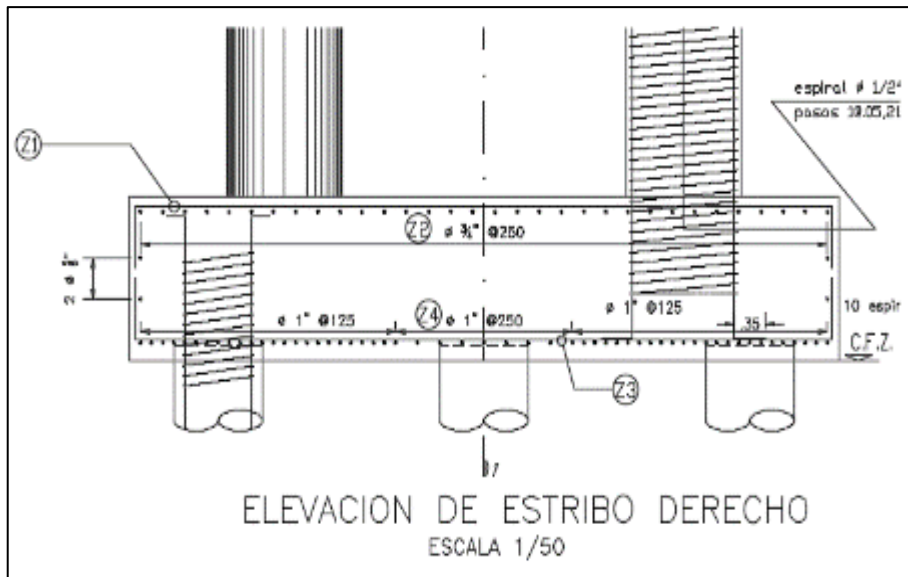


**Figura 34.** Fisuras menores a 1.5 mm en ala de estribo derecho.

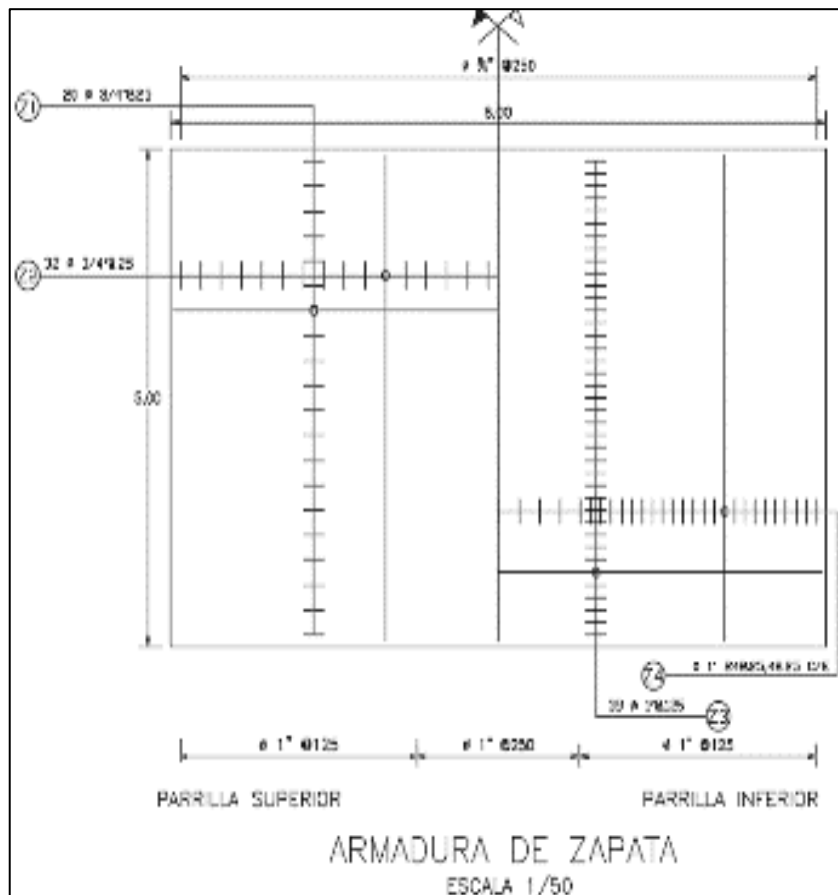
De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación al 75% (Condición 1), 5% (Condición 2) y 20% (Condición 4).

#### **4.1.6 Zapata de concreto armado de estribos – elemento 216**

La cimentación donde se apoya el estribo izquierdo es una zapata tipo cajón, a la cual no se ha tenido acceso. Y la cimentación del estribo derecho es un cabezal de concreto apoyado sobre pilotes, tampoco se tuvo acceso. Por esta razón el elemento no incluirá en la evaluación SCAP para obtención de la **condición estadística del puente**.



**Figura 35.** Elevación de la zapata del estribo derecho. Pinedo, 2007.



**Figura 36.** Detalles de las zapatas del estribo derecho. Pinedo, 2007.

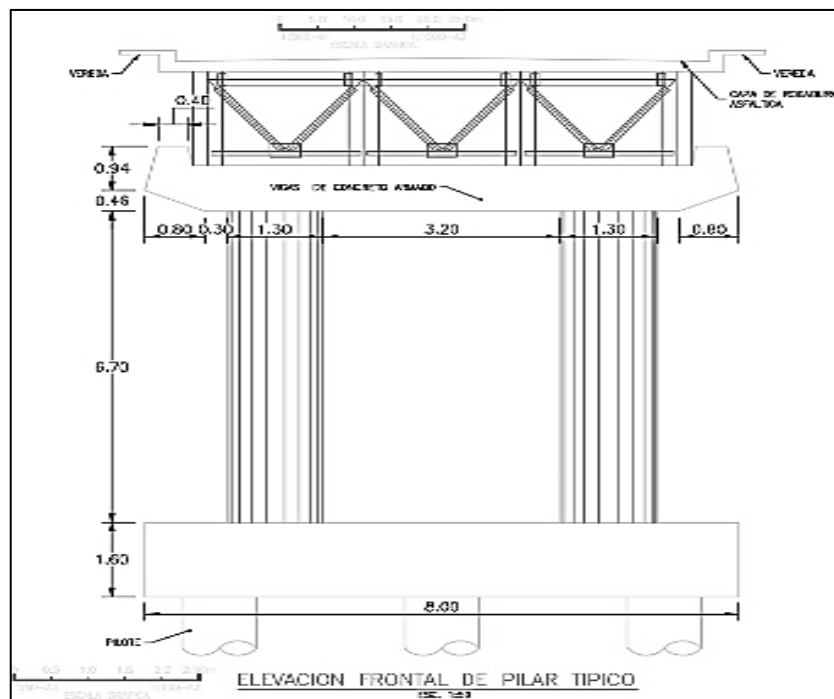


#### 4.1.7 Pilares de concreto armado – elemento 241

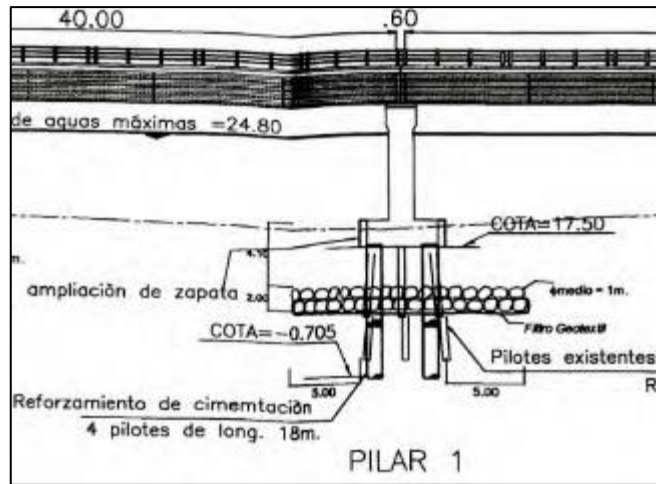


**Figura 37.** Vista de los pilares de concreto armado en funcionamiento.

El puente Francos tiene cinco pilares. Los pilares 3, 4 y 5 son pilares proyectados y construidos después del FEN, en el 2012. La sección transversal típica de los pilares 3, 4 y 5 de concreto se muestra en la Figura 388. El pilar 1 estaba construido antes del FEN, y al no haberse afectado este con el evento, se decidió en aquel entonces reforzar la cimentación. El estribo derecho del puente proyectado que estuvo construido antes del FEN, se decidió por convertirlo en el pilar número 2. Además, también se reforzó la cimentación del pilar 2.



**Figura 38.** Sección transversal típica de los pilares 3, 4 y 5 de concreto.



**Figura 39.** Esquema del pilar 1, Pinedo (2007).

Durante la visita se pudo apreciar adecuadas condiciones estructurales del elemento.

Se han encontrado las siguientes patologías:

- Aceros expuestos en el cabezal del pilar 1.



- Presencia de hongos y de humedad.



**Figura 40.** Presencia de hongos y humedad en el pilar 1.

- Presencia de fisuras reparadas.



**Figura 41.** Fisuras de menos de 1.5 mm por retracción.

- Manchas de humedad debido al intemperismo.



**Figura 42.** Manchas de humedad en los pilares.

- Presencia de vegetación en los cabezales de los pilares.
- Junta entre vigas de más de 10 cm y longitud de apoyo de las vigas en el cabezal del pilar es de aproximadamente de 20 a 25 cm.

De acuerdo con el Manual de Puentes del MTC (2016), hay requisitos mínimos para longitudes de soportes. Esta longitud se calcula como  $N$ , ancho de asiento empírico (artículo 2.6.5.4.4). Donde  $N = (8 + 0.02L + 0.08H)(1 + 0.000125S^2)$  in,  $L$  es la longitud del tramo del tablero,  $H$  es la altura del pilar, y  $S$  es la oblicuidad del apoyo.

Para el pilar 2, se toma  $L$  igual a 40 m,  $H$  igual a 6.7 m, y  $S$  0°. Como resultado,  $N$  es igual a 31 cm. Además, se da un factor de seguridad de 1.5 porque la estructura se ubica en la zona 4 del mapa sísmico del Perú. La longitud mínima de apoyo es ahora 47 cm. El cabezal del pilar 2 tiene aproximadamente 2 m de espesor. La longitud de apoyo de las vigas tiene 80 cm. Se está cumpliendo con la longitud mínima de apoyo en el pilar 2.



**Figura 43.** Detalle de extremos de vigas en el pilar 2, aguas arriba. Presencia de vegetación en los cabezales de los pilares.



**Figura 44.** Detalle de extremos de vigas en el pilar 2, aguas abajo. Presencia de vegetación en los cabezales de los pilares.

Para el pilar 3, se toma  $L$  igual a 40 m,  $H$  igual a 6.7 m, y  $S$   $0^\circ$ . Como resultado,  $N$  es igual a 31 cm. Además, se da un factor de seguridad de 1.5 porque la estructura se ubica en la zona 4 del mapa sísmico del Perú. Sin embargo, la longitud de apoyo de las vigas tiene por lo menos 45 cm. No se está cumpliendo con la longitud de apoyo

mínima. El apoyo al lado derecho es más de 80 cm, lo que genera excentricidad en el apoyo.



**Figura 45.** Detalle de extremos de vigas en el pilar 3, aguas arriba.



**Figura 46.** Detalle de extremos de vigas en el pilar 3, aguas abajo.

De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 20% (condición 4), 20% (condición 2), 60% (condición 1).

#### 4.1.8 Capa de asfalto – elemento 301

La capa de asfalto pertenece al tramo 1, tramo 2, tramo 3, tramo 4, tramo 5 y tramo 6. Tiene 243.35 m de longitud aproximadamente.

Durante la visita se pudo apreciar adecuadas condiciones de durabilidad de la capa de asfalto.



**Figura 47.** Capa de asfalto del puente Francos

Dentro de las patologías encontradas (ver Anexo A.3) se puede mencionar lo siguiente:

- Desgaste superficial del material sellante.



**Figura 48.** Vista a detalle de la capa de asfalto del puente Francos.



**Figura 49.** Vista en planta de capa asfáltica del primer tramo.



**Figura 50.** Vista en planta de capa asfáltica del primer y segundo tramo.





**Figura 51.** Vista en planta de capa asfáltica del segundo y tercer tramo.



**Figura 52.** Vista en planta de capa asfáltica del tercer y cuarto tramo.



**Figura 53.** Vista en planta de capa asfáltica del cuarto y quinto tramo.



**Figura 54.** Vista en planta de capa asfáltica del quinto y sexto tramo.

De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 100% (condición 1).

#### 4.1.9 Vereda de concreto – elemento 311

Los accesos peatonales en el puente son las veredas de concreto. Estas tienen un ancho de 80 cm aproximadamente. Las veredas pertenecen a los seis tramos. Tienen 243.35 m de longitud aproximadamente.



**Figura 55.** Vereda de concreto del puente Francos.

Durante la visita se pudo apreciar regulares condiciones de durabilidad del elemento, debido a que presenta desgaste superficial.

Dentro de las patologías encontradas se puede mencionar lo siguiente:

- Fisuras menores a 1.5 mm



**Figura 56.** Fisuras en la vereda aguas abajo.



**Figura 57.** Fisuras en la vereda aguas arriba.

- Desgaste del concreto por la intemperie y desprendimientos del concreto menores a 12 mm de profundidad

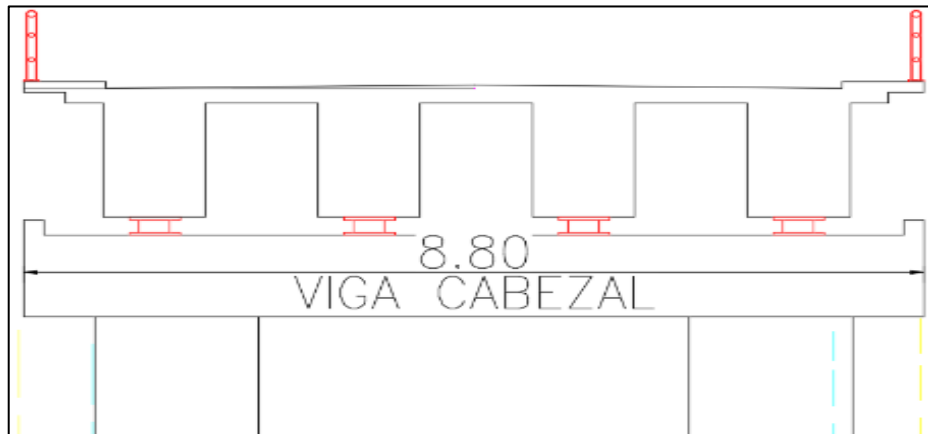


**Figura 58.** Desgaste del concreto armado por la intemperie en la vereda.

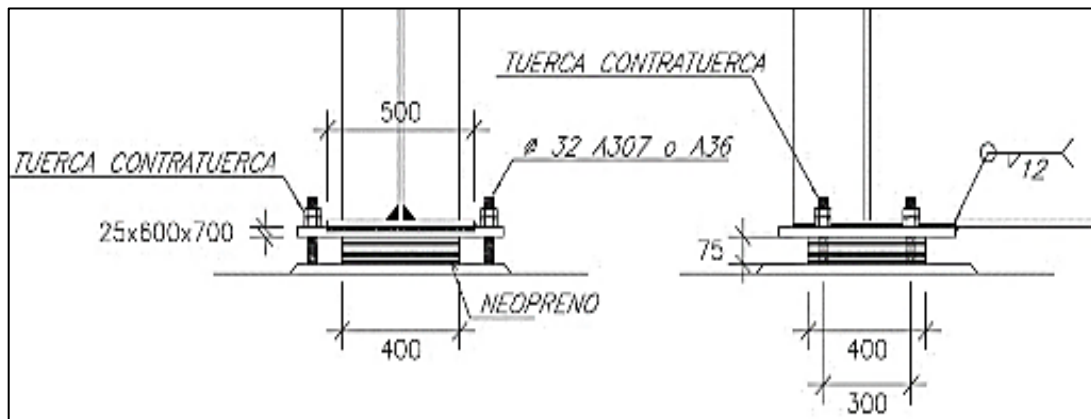
De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 15% (condición 2), 85% (condición 1).

#### 4.1.10 Apoyo fijo neopreno – elemento 321

Los pilares del puente Tumbes tienen apoyos deslizantes y fijos de neopreno. Los estribos izquierdo y derecho tienen apoyos fijos de neopreno. Estos se ubican en la parte superior de los pilares y los estribos, donde se apoyan las vigas principales de acero. El esquema de ubicación de los apoyos en los pilares típicos se muestra en la figura 59. El detalle de los apoyos de neopreno en la Figura 6160.



**Figura 59.** Esquema de ubicación de los apoyos en los pilares típicos.



**Figura 60.** Vista en elevación (izquierda) y vista lateral (derecha) de los apoyos de neopreno.

De acuerdo con Pinedo (2007), los apoyos tienen capas de neopreno de dureza 60 shore A vulcanizadas con panchas de acero estructural tipo ASTM A 709 Grado 36. Además, según Pinedo, el perímetro lateral de los apoyos se ha recubierto para retardar los efectos de corrosión.



**Figura 61.** Apoyos fijos y apoyos deslizantes de neopreno del pilar 5 derecho del puente Francos.



**Figura 62.** Vista de los apoyos (deslizante y fijo) en el pilar 4, entre tramo 4 y 5, aguas arriba, del puente Francos.

En la visita se ha encontrado que los apoyos están en buen estado. Sin embargo, se ha encontrado las siguientes patologías:

- Obstrucción de los laterales de la base de neopreno con piedras, vegetación, etc.



**Figura 63.** Vista de los apoyos en el estribo derecho del puente Francos obstruidos por impurezas.



**Figura 64.** Apoyo fijo del estribo derecho obstruido por impurezas.

- Abultamiento lateral



**Figura 65.** Apoyo fijo del pilar 1 (de la construcción original, antes del FEN 98) del puente Francos aparentemente tiene placas de acero interiores horizontales en el apoyo de neopreno que permiten menores abultamientos. Se puede observar abultamiento lateral en la tercera parte superior.

- Abultamiento lateral



**Figura 66.** Apoyo fijo del estribo derecho obstruido por impurezas.



De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 20% (condición 2), 80% (condición 1).

#### 4.1.11 Apoyo deslizante de neopreno-elemento 322

Los apoyos deslizantes de neopreno se encuentran en todos los pilares.

De acuerdo con la visita realizada, se encontró que los apoyos deslizantes de neopreno están en adecuado estado. Se han encontrado las siguientes patologías:

- Oxidación en acero estructural soldado rústicamente



**Figura 67.** Apoyo fijo del estribo derecho obstruido por impurezas.

- Obstrucción de los laterales de la base de neopreno con piedras, vegetación, etc.



**Figura 68.** Apoyo deslizante de neopreno en el estribo derecho.

De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 10% (condición 2), 90% (condición 1).

#### **4.1.12 Tipo compresible / expandible celular – elemento 343**

Las juntas del puente son de platinas de acero con relleno elastomérico compresible. Cada tramo está separado por una junta.

Durante la visita se ha observado que las juntas están en adecuado estado. Sin embargo, se ha comprobado lo siguiente:

- El tipo de junta entre estribo izquierdo y tramo 1 es aparentemente tipo deslizante con muy poco rango de movilidad y obstruida. La junta no está cumpliendo su función.



**Figura 69.** Vista en planta de la junta 1 (tramo 1)

- Entre tramo 1 y tramo 2 no hay junta, en su reemplazo se tiene una placa de acero.



**Figura 70.** Vista en planta de la junta 2 (tramo 1 y tramo 2)

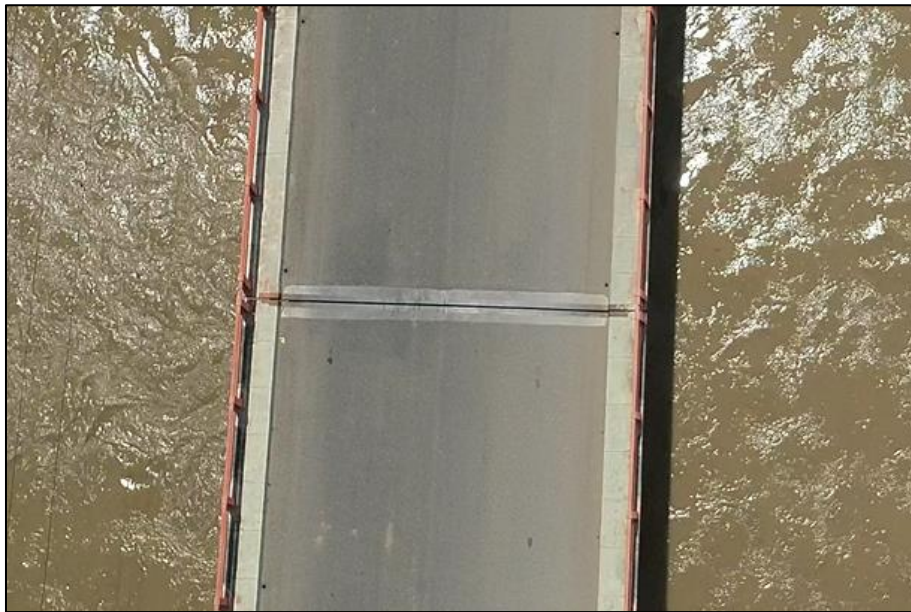
- Juntas de placas de acero expansible/compresible sin relleno se encuentran en adecuadas condiciones.



**Figura 71.** Vista en planta de la junta 3 (tramo 2 y tramo 3)



**Figura 72.** Vista en detalle de la junta 3 (tramo 2 y tramo 3).



**Figura 73.** Vista en planta de la junta 4 (tramo 3 y tramo 4).



**Figura 74.** Vista en planta de la junta 5 (tramo 4 y tramo 5).



**Figura 75.** Vista en planta de la junta 6 (tramo 5 y tramo 6).

- Junta 7 tipo comprensible/expansible con relleno elastómero obstruida.



**Figura 76.** Vista en planta de la junta 7 (tramo 6 y tramo 7)



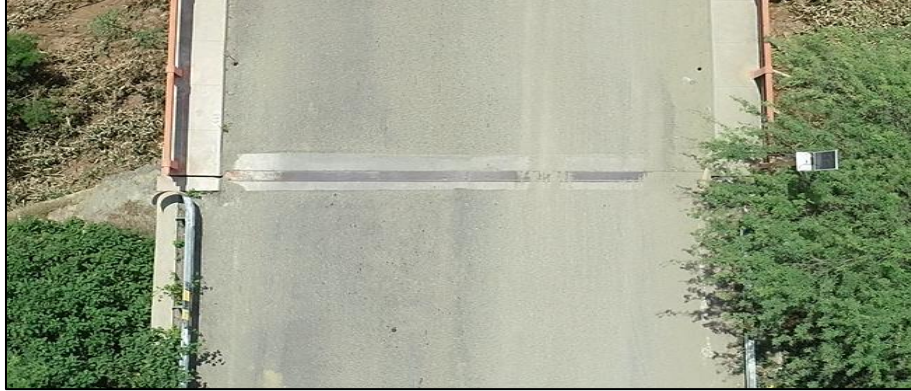
**Figura 77.** Junta 7 de tipo compresible / expandible, entre estribo derecho y tramo 6.

De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 80% (condición 1), 20% (condición 2).

#### **4.1.13 Planchas deslizantes – elemento 341**

El tipo de junta entre estribo izquierdo y tramo 1 es aparentemente tipo deslizante con muy poco rango de movilidad y obstruida. La junta no está cumpliendo su función.

- El tipo de junta entre estribo izquierdo y tramo 1 es aparentemente tipo deslizante con muy poco rango de movilidad y obstruida. La junta no está cumpliendo su función.



**Figura 78.** Vista en planta de la junta 1 (tramo 1).

De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 100% (condición 3).

#### **4.1.14 Barandas de acero – elemento 353**

Las barandas se encuentran en todo lo largo del puente. Están compuestas por tubos circulares de 4.5" y de 2".



**Figura 79.** Barandas de acero del puente Francos.

Durante la visita se pudo apreciar adecuadas condiciones estructurales del elemento, debido a que no se encontraron patologías mayores. Dentro de las patologías menores encontradas se puede mencionar lo siguiente:

- Presenta ampollas en la pintura



**Figura 80.** Desgaste de pintura en las barandas, en uno de los tramos reticulados.

- Los pernos de fijación de baranda son de 3/8". La distancia que deben de tener del extremo del perno a la cara de la losa deben ser 6 cm para pernos de 3/8". Sin embargo, solo hay 2 cm.



**Figura 81.** Perno de fijación de baranda.



De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 50% (condición 1) y 50% (condición 2).

#### **4.1.15 Drenaje Tuberías PVC – elemento 372**

Cerca de cada junta del puente se ubican cuatro agujeros que traspasan la capa asfáltica y la losa armada que funcionan como drenaje pluvial. Una tubería de 45 cm aproximadamente se ubica en cada agujero para conducir directamente el agua al río. Las tuberías de PVC están en buenas condiciones,



**Figura 82.** Drenaje de tuberías PVC del puente Francos.

De la inspección se identificó el siguiente porcentaje de ponderación: al 100% (Condición 1).

#### **4.1.16 Márgenes del río – elemento 401**

Los márgenes del río se encuentran en condiciones óptimas, no se observa erosión. Asimismo, la vegetación presente permite mitigar las erosiones y disminuye parte del caudal de desborde.



**Figura 83.** Márgenes del río del puente Francos.

De la inspección se identificó el siguiente porcentaje de ponderación: al 100% (Condición 1).

#### **4.1.17 Lecho del río – elemento 402**

El lecho del río presenta flujo constante, asimismo el galibo para condiciones normales (sin desborde) es de 4 metros. De acuerdo con la metodología SCAP elemento N°402 el lecho del río no presenta problemas para el flujo del río, pues no presenta deterioro.



**Figura 84.** Lecho del río del puente Francos.

De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 50% (Condición 0), 50% (Condición 1).

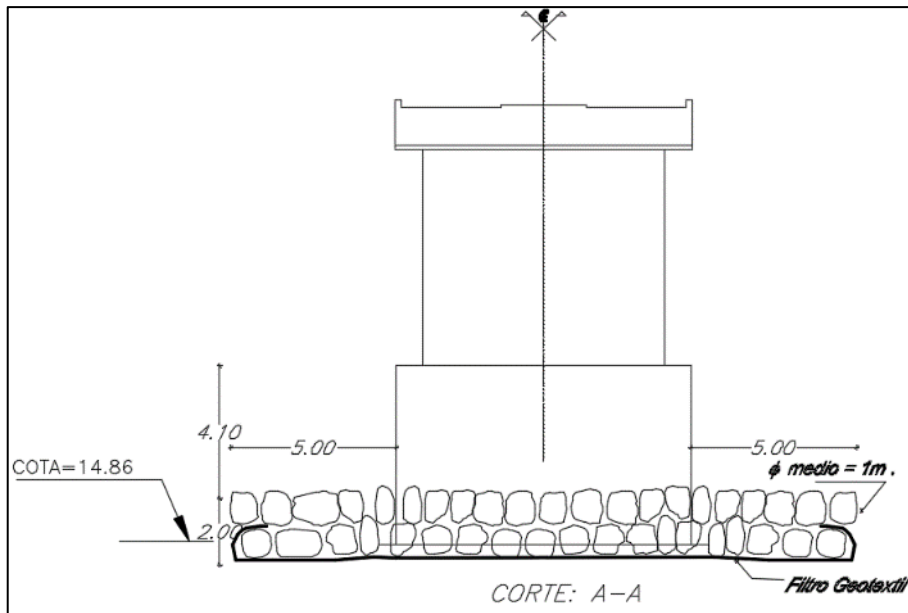
#### **4.1.18 Protección contra socavación – elemento 405**

De acuerdo con Pinedo (2007), se proyectó la protección en la cimentación de los estribos izquierdo y derecho con enrocado a 6 m de profundidad de la parte inferior de los pilares. Se proyectaron 2 m de una cama de enrocado con un diámetro promedio de 1 m. El enrocado protege así a los pilares de una posible erosión. En la Figura 866 se muestra el esquema de la capa del enrocado del estribo izquierdo, en la Figura 8787 se muestra del pilar 1, en la Figura 8888 se muestra de los pilares 3, 4 y 5.

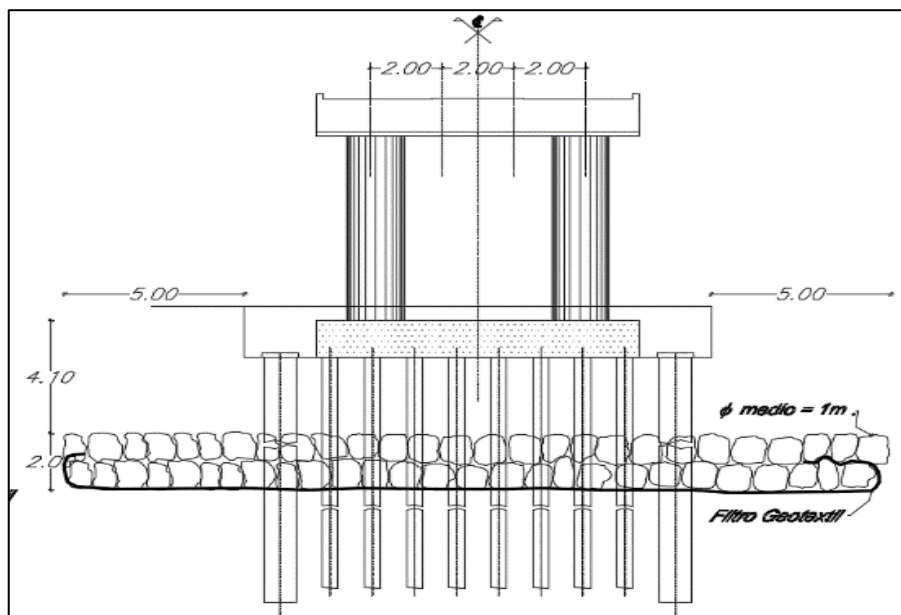
No se tuvo acceso a la protección contra la socavación de los estribos y los pilares. Por esta razón el elemento no incluirá en la evaluación SCAP para obtención de la **condición estadística del puente.**



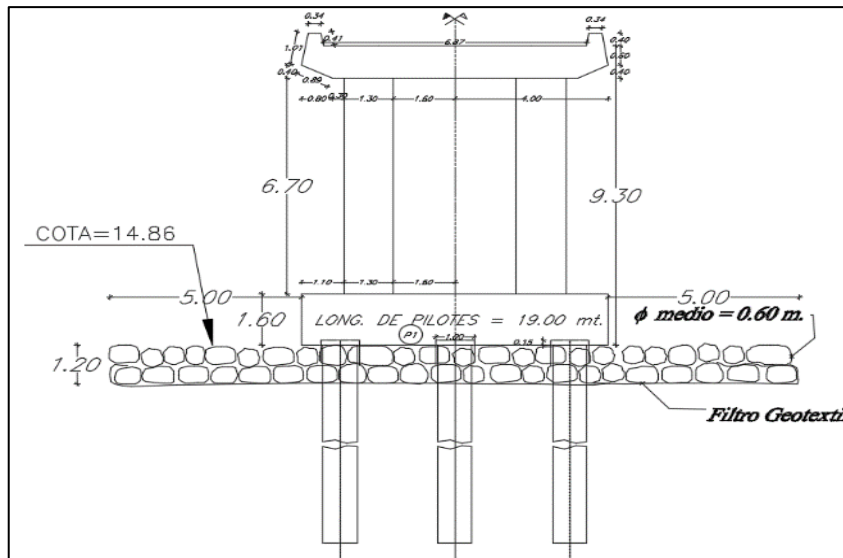
**Figura 85.** Enrocado de la margen izquierda del río del puente Francos.



**Figura 86.** Capa de enrocado en el estribo izquierdo.



**Figura 87.** Capa de enrocado en el pilar 1.



**Figura 88.** Capa de enrocado en los pilares nuevos 3, 4 y 5.

#### 4.1.19 Enrocado – elemento 406

Existe enrocado en la margen izquierda del puente. La protección con enrocado permite disminuir la actividad erosiva del flujo. Es así como en la Figura 85. se observa un ejemplo de ella, en este caso es llamado roca al volteo. De acuerdo con la metodología SCAP elemento N°406 se encuentra en estado 1, pues se aprecia desprendimiento de algunas rocas.



**Figura 89.** Enrocado de la margen izquierda del río del puente Francos.

De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: 80% (Condición 1), 20% (Condición 2).

#### 4.1.20 Señalización – elemento 501

No se ha encontrado señalización en el puente vertical ni horizontal. En las siguientes figuras se puede verificar la ausencia de estas.



**Figura 90.** Vista en planta de la entrada del puente Franco.



**Figura 91.** Vista lateral del puente Francos del tramo 1, 2 y 3.



**Figura 92.** Vista lateral del puente Francos del tramo 4, 5 y 6.



**Figura 93.** Vista en planta de la salida del puente Francos.

Por esta razón el elemento no se incluirá en la evaluación SCAP para obtención de la **condición estadística del puente**.

#### **4.1.21 Terraplén – elemento 502**

El terraplén se ubica en el margen derecho del puente. Tiene una altura de 2 m y un talud natural de 1V:2H. Este se encuentra en adecuado estado. Durante la visita se ha verificado que no presenta asentamiento ni fisuras. De acuerdo con la metodología SCAP del MTC se clasifica con Condición 1 al 100%. Sin embargo, se recomienda proteger el talud para mitigar los efectos erosivos de algún evento extraordinario.



**Figura 94.** Señalización del puente Francos.

De la inspección se identifica los siguientes porcentajes de ponderación: Condición 1 al 100%.

## 4.2 EVALUACIÓN – METODOLOGÍA SCAP

De acuerdo con la Guía (2016), se llenan los formularios de Inspección y Evaluación de Puentes. A continuación, se muestran los formularios del SCAP para el puente Francos.

### 4.2.1 Identificación y ubicación (Sección A - SCAP)

**Tabla 1 .** Sección A del formulario de inspección y evaluación de puentes.

FORMULARIO DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES "Formato del Sistema Computarizado de Administración de Puentes (SCAP) del MTC"						
<b>Sección A.- Identificación y ubicación</b>						
	Nombre	Puente Francos	(1)			
	Código	-	(2)			
Altitud	25 - 30 m.s.n.m.	(3)	Dept político	Tumbes	(6)	
			Pob más cercana	Pampas de Hospital	(10)	
Latitud	3°34'20.09"S	(4)	Dept vial	Tumbes	(7)	
			Ruta	Corrales – Pampas de Hospital	(11)	
Longitud	80°27'43.40"O	(5)	Provincia	Tumbes	(8)	
			Kilometraje	246.33+000	(12)	
	Distrito	Pampas de Hospital	(9)	Tipo de ruta	Departamental	(13)

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos)



## 4.2.2 Datos generales (Sección B – SCAP)

Tabla 2. Sección B del formulario de inspección y evaluación de puentes.

FORMULARIO DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES "Formato del Sistema Computarizado de Administración de Puentes (SCAP) del MTC"					
<b>Sección B.- Datos generales</b>					
Puente sobre	Río	(1)	# de proyecto	-	(10)
Nombre	Francos	(2)	Año de construcción	2012	(11)
Longitud total	243.33	(3)	Última inspección	-	(12)
# vías de tránsito	2	(4)	Último trabajo	-	(13)
Ancho de calzada	7.2	(5)	Tipo de servicio	Irrestringido	(14)
S/C de diseño	HS-20	(6)	Flujo de tráfico	-	(15)
Ancho de vereda	0.8	(7)	Año	-	(16)
Alt. libre superior	7	(8)	% camiones y buses	-	(17)
Alt. libre inferior	0	(9)	Alineamiento	Recto	(18)
			Condiciones ambientales	Benigno	(19)

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

## 4.2.3 Datos del puente (Sección C – SCAP)

Tabla 3. Sección C del formulario de inspección y evaluación de puentes.

FORMULARIO DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES "Formato del Sistema Computarizado de Administración de Puentes (SCAP) del MTC"								
<b>Sección C.- Datos del puente</b>								
Número tramos	6	(1)	Long. 1er tramo	40.30	(4)	Long. 5to tramo	40.55	(8)
Tramos	Desiguales	(2)	Long. 2do tramo	40.30	(5)	Long. 6to tramo	40.27	(9)
Longitud total	243.33	=B3	Long. 3er tramo	40.30	(6)	-	-	(10)
Luz principal	60.7	(3)	Long. 4to tramo	40.30	(7)	-	-	(11)

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

**Tabla 4. Sección C1 y C2 del formulario de inspección y evaluación de puentes.**

C.1.- Tramo 01 (Principal)				
Tramo 01				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Categoría	Tipo	Característica secundaria	Condición de borde	Material predominante
Definitivo	Viga compuest	De 1995	Simpl. Apoyado	Viga metálica comp.
C.2.- Tramos 02 al 05				
Tramo 02				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Categoría	Tipo	Característica secundaria	Condición de borde	Material predominante
Definitivo	Viga compuest	De 1995	Simpl. Apoyado	Viga metálica comp.
Tramo 03				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Categoría	Tipo	Característica secundaria	Condición de borde	Material predominante
Definitivo	Viga compuest	De 2012	Simpl. Apoyado	Viga metálica comp.
Tramo 04				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Categoría	Tipo	Característica secundaria	Condición de borde	Material predominante
Definitivo	Viga compuest	De 2012	Simpl. Apoyado	Viga metálica comp.
Tramo 05				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Categoría	Tipo	Característica secundaria	Condición de borde	Material predominante
Definitivo	Viga compuest	De 2012	Simpl. Apoyado	Viga metálica comp.
Tramo 06				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Categoría	Tipo	Característica secundaria	Condición de borde	Material predominante
Definitivo	Viga compuest	De 2012	Simpl. Apoyado	Viga metálica comp.

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

**Tabla 5. Sección C3 del formulario de inspección y evaluación de puentes.**

C.3.- Tablero de rodadura principal - tramo 01					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>Losa</b>	<b>Material</b>	<b>Espesor</b>	<b>Superf de desgaste</b>	<b>Esp. sup desgaste</b>	<b>Esp losa inferior</b>
	Concreto refuerzo transversal	0.25	Asfalto	0.05	-
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>Vigas</b>	<b>Tipo</b>	<b>N° de vigas</b>	<b>Material</b>	<b>Forma</b>	<b>Peralte</b>
	Longitudinal	4	Acero estructural	I	0.62
	(6)	(7)	(8)		
	<b>Separación ejes</b>	<b>Ancho base</b>	<b>Ancho alma</b>		
	2.02	0.25	0.01		

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

**Tabla 6. Sección C4 tramo 02 del formulario de inspección y evaluación de puentes.**

<b>C.4.- Tablero de rodadura tramos 02 al 05</b>					
<b>Tramo 02</b>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>Losa</b>	<b>Material</b>	<b>Espesor</b>	<b>Superf de desgaste</b>	<b>Esp. sup desgaste</b>	<b>Esp losa inferior</b>
	Concreto refuerzo trans	0.25	Asfalto	0.05	-
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>Vigas</b>	<b>Tipo</b>	<b>N° de vigas</b>	<b>Material</b>	<b>Forma</b>	<b>Peralte</b>
	Longitudinal	4	Acero estructural	I	1.90
	(6)	(7)	(8)		
	<b>Separación ejes</b>	<b>Ancho base</b>	<b>Ancho alma</b>		
	2.02	0.25	0.01		

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

**Tabla 7.** Sección C4, tramo 03 al tramo 05 del formulario de inspección y evaluación de puentes.

<b>Tramo 03</b>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>Losa</b>	<b>Material</b>	<b>Espesor</b>	<b>Superf de desgaste</b>	<b>Esp. sup desgaste</b>	<b>Esp losa inferior</b>
	Concreto refuerzo transver	0.25	Asfalto	0.05	-
<b>Vigas</b>	<b>Tipo</b>	<b>N° de vigas</b>	<b>Material</b>	<b>Forma</b>	<b>Peralte</b>
	Longitudinal	4	Acero estructural	I	1.90
	<b>(6) Separación ejes</b>	<b>(7) Ancho base</b>	<b>(8) Ancho alma</b>		
	2.02	0.25	0.01		
<b>Tramo 04</b>					
<b>Losa</b>	<b>Material</b>	<b>Espesor</b>	<b>Superf de desgaste</b>	<b>Esp. sup desgaste</b>	<b>Esp losa inferior</b>
	Concreto refuerzo transver	0.25	Asfalto	0.05	-
<b>Vigas</b>	<b>Tipo</b>	<b>N° de vigas</b>	<b>Material</b>	<b>Forma</b>	<b>Peralte</b>
	Longitudinal	4	Acero estructural	I	1.90
	<b>(6) Separación ejes</b>	<b>(7) Ancho base</b>	<b>(8) Ancho alma</b>		
	2.02	0.25	0.01		
<b>Tramo 05</b>					
<b>Losa</b>	<b>Material</b>	<b>Espesor</b>	<b>Superf de desgaste</b>	<b>Esp. sup desgaste</b>	<b>Esp losa inferior</b>
	Concreto refuerzo transve	0.25	Asfalto	0.05	-
<b>Vigas</b>	<b>Tipo</b>	<b>N° de vigas</b>	<b>Material</b>	<b>Forma</b>	<b>Peralte</b>
	Longitudinal	4	Acero estructural	I	1.90
	<b>(6) Separación ejes</b>	<b>(7) Ancho base</b>	<b>(8) Ancho alma</b>		

	2.02	0.25	0.01
--	------	------	------

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

**Tabla 8.** Sección C5 del formulario de inspección y evaluación de puentes.

<b>C.5.- Subestructura</b>						
		<b>Estribo izquierdo</b>		<b>Estribo derecho</b>		
<b>Elevación</b>	<b>Tipo</b> (1)	Cantilever	-	Pórtico	-	
	<b>Material</b> (2)	Concreto armado		Concreto armado		
<b>Cimentación</b>	<b>Tipo</b> (3)	Zapata	-	Pilotes	-	
	<b>Material</b> (4)	Concreto armado		Concreto armado		
<b>Pilares</b>						
<b>Elevación</b>			<b>Pilar 1</b>		<b>Pilar 2</b>	
	<b>Tipo</b> (5)	Pórtico	-	Pórtico	-	
	<b>Material</b> (6)	Concreto armado	-	Concreto armado	-	
<b>Cimentación</b>	<b>Tipo</b> (7)	Pórtico	-	Pórtico	-	
	<b>Material</b> (8)	Concreto armado	-	Concreto armado	-	
<b>Elevación</b>			<b>Pilar 3</b>		<b>Pilar 4</b>	
	<b>Tipo</b> (5)	Pórtico	-	Pórtico	-	
	<b>Material</b> (6)	Concreto armado	-	Concreto armado	-	
<b>Cimentación</b>	<b>Tipo</b> (7)	Pilote	-	Pilote	-	
	<b>Material</b> (8)	Concreto armado	-	Concreto armado	-	
<b>Macizos / cámaras de anclaje</b>						
<b>Elevación</b>			<b>Izquierdo</b>		<b>Derecho</b>	
	<b>Tipo</b> (9)	-	-	-	-	
	<b>Material</b> (10)	-	-	-	-	
<b>Cimentación</b>						

Tipo	(11)	-	-	-	-
Material	(12)	-	-	-	-

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

**Tabla 9.** Sección C6 del formulario de inspección y evaluación de puentes.

<b>C.6.- Detalles</b>					
<b>Barandas</b>				<b>Veredas y sardineles</b>	
Tipo	Postes y pasamanos	(1)	Ancho de vereda	0.8	Igual a B.7
Material	Acero	(2)	Altura sardinel	-	(4)
Característ. Secunda	-	(3)	Material	Concreto	(5)
<b>Apoyos</b>	<b>Apoyo 1</b>	<b>Apoyo 2</b>	<b>Apoyo 3</b>	<b>Apoyo 4</b>	<b>Apoyo 5</b>
Tipo	(6) Fijo	Deslizante	Fijo	Deslizante	Fijo
Material	(7) NEOPRENO	NEOPREN O	NEOPREN O	NEOPRENO	NEOPRENO
Ubicación	(8) Estribo izquierdo	PILAR 1	PILAR 2	PILAR 3	PILAR 4
Número	(9) 2	2 y 2	2 y 2	2 y 3	6
<b>Apoyos</b>	<b>Apoyo 6</b>	<b>Apoyo 7</b>	<b>Apoyo 8</b>	<b>Apoyo 9</b>	<b>Apoyo 10</b>
Tipo	(6) Deslizante	Fijo	Deslizante	Fijo	Deslizante
Material	(7) NEOPRENO	NEOPREN O	NEOPREN O	NEOPRENO	NEOPRENO
Ubicación	(8) Estribo derecho	PILAR 4	Estribo derecho	PILAR 4	Estribo derecho
Número	(9) 3	6	3	6	3
<b>Juntas de expansión</b>	<b>Estribo izquierdo</b>	<b>Pilar 1</b>	<b>Pilar 2</b>	<b>Pilar 3</b>	<b>Pilar 4</b>
Tipo	(10) ACERO DESLIZ.	ACERO DESLIZ	ACERO DESLIZ	ACERO C/ELAST.	ACERO C/ELAST.
Material	(11) Acero	Acero	Acero	Acero	Acero
Ubicación	(12) Estribo izquierdo	Pilar 1	Pilar 2	Pilar 3	Pilar 4
<b>Juntas de expansión</b>	<b>Estribo derecho</b>	-	-	-	-
Tipo	(10) ACERO C/ELAST.	-	-	-	-
Material	(11) Acero	-	-	-	-
Ubicación	(12) Estribo derecho	-	-	-	-
<b>Drenaje calzada</b>					
Tipo	(13) Tubo	-	-	-	-

Material	(1 4)	Acero	-	-	-	-
Cantidad	(1 5)	-	-	-	-	-
Ubicación	(1 5)	Extremos pista	-	-	-	-

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

**Tabla 10. Sección C7 a la C9 del formulario de inspección y evaluación de puentes.**

<b>C.7.- Accesos</b>		<b>Acceso izquierdo</b>	<b>Acceso derecho</b>			
Longitud de transición	<input type="text" value="-"/>	(1)	<input type="text" value="-"/>	(2)		
Alineamiento respecto al puente	<input type="text" value="Perpendicular"/>	<input type="text" value="20"/>	(3)	<input type="text" value="Curvo"/>	<input type="text" value="20"/>	(4)
Ancho de calzada	<input type="text" value="7.2"/>	(5)	<input type="text" value="7.2"/>	(6)		
Ancho total de bermas	<input type="text" value="-"/>	(7)	<input type="text" value="-"/>	(8)		
Pendiente alta	<input type="text" value="No"/>	(9)	<input type="text" value="No"/>	(10)		
Visibilidad	<input type="text" value="Regular"/>	(11)	<input type="text" value="Regular"/>	(12)		
<b>C.8.- Seguridad vial</b>		<b>Acceso izquierdo</b>				
Señal informativa	<input type="text" value="No"/>	(10)	<input type="text" value="-"/>			
Señal preventiva	<input type="text" value="No"/>	(11)	<input type="text" value="-"/>			
Señal reglamentaria	<input type="text" value="No"/>	(12)	<input type="text" value="-"/>			
Señalización horizontal	<input type="text" value="No"/>	(12)	<input type="text" value="-"/>			
		<b>Acceso derecho</b>				
Señal informativa	<input type="text" value="Sí"/>	(10)	<input type="text" value="Longitud"/>			
Señal preventiva	<input type="text" value="No"/>	(11)	<input type="text" value="-"/>			
Señal reglamentaria	<input type="text" value="No"/>	(12)	<input type="text" value="Altura máxima"/>			
Señalización horizontal	<input type="text" value="No"/>	(12)	<input type="text" value="-"/>			
<b>C.9.- Sobrecarga</b>						
Carga de diseño	<input type="text" value="HS20"/>	(Igual a B6)				
Carga máxima actual	<input type="text" value="48 tonf (T3Se3)"/>	(1)				
Carga en el futuro	<input type="text" value="-"/>	(2)				

Sobreesfuerzo	-	(3)
Señalización de carga	-	(4)

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

**Tabla 11. Sección C10 y C11 del formulario de inspección y evaluación de puentes.**

<b>C.10.- Ruta alterna</b>		
Tipo otras rutas	-	(1) - (2)
Vado		
Dist del puente	-	(3)
Periodo de funcionamiento	-	(4)
Profundidad de aguas mínimas	-	(5)
Naturaleza del suelo	-	(6)
Variante existente	-	(7)
Necesidad de construirlo	-	(8)
Puente paralelo		
Posibilidad a construir	-	(9)
Longitud total	-	(10)
Subestructura	-	(11)
Tipo	-	(12)
<b>C.11.- Condición del sector de la carretera</b>		
Condición de la carretera	Buena	(1)

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).



#### 4.2.4 Datos topográficos de suelos e hidrológicos (Sección D - SCAP)

Tabla 12. Sección D1 del formulario de inspección y evaluación de puentes.

<b>Sección D.- Datos topográficos de suelos e hidrológicos</b>						
<b>D.1.- Suelo de cimentación</b>						
	<b>Estribo izquierdo</b>		<b>Estribo derecho</b>			
Material	Arena	(1)	Arena	(2)		
	<b>Pilar 1</b>		<b>Pilar 2</b>		<b>Pilar 3</b>	<b>Pilar 4</b> <b>Pilar 5</b>
Material	Arena	(3)	-	(4)	-	(5) - (6) (7)
Comentarios	-					

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Punte Francos).

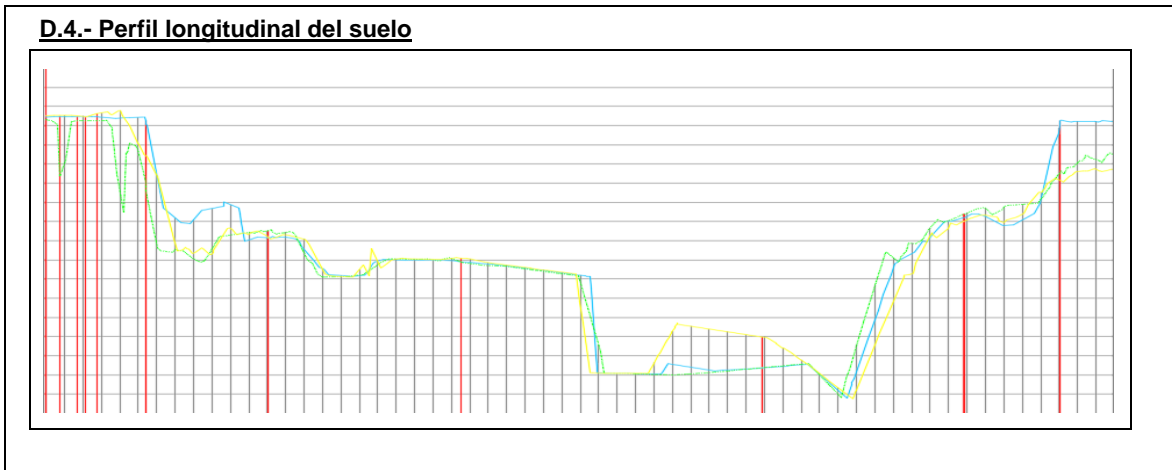
Tabla 13. Sección D2 y D3 del formulario de inspección y evaluación de puentes.

<b>D.2.- Niveles de las aguas</b>		
Aguas máximas	2	(1)
Periodo de aguas máximas	Dic. - Marz.	(2)
Aguas mínimas	0.3	(3)
Periodo de estiaje	Resto del año	(4)
Aguas extraordinarias	3	(5)
Frecuencia de retorno	10 años	(6)
Referido a la misma cota con que se ha medido el perfil longitudinal		
Gálbo determinado en campo	4.5	(7)
Fecha (dd/mm/aa)		(8)
Aguas mínimas	-	(9)
Periodo de estiaje	-	(10)
<b>D.3.- Capacidad hidráulica del puente</b>		
Longitud aceptable	SI	(1)
Longitud requerida	-	(2)
Altura aceptable	SI	(3)
Altura adicional requerida	-	(4)
Necesita encauzamiento	-	(5)

Longitud de encauzamiento	-	(6)
Socavación del cauce	NO	(7)
Profundidad de socavación	-	(8)

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

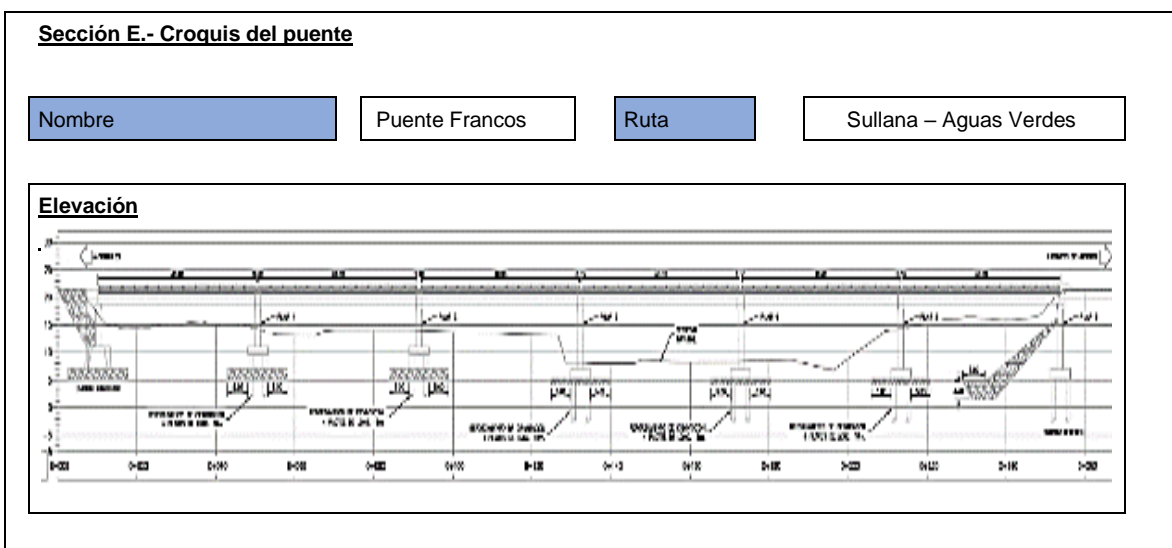
**Tabla 14.** Sección D4 del formulario de inspección y evaluación de puentes.



FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Perfil Longitudinal del suelo del Puente Francos – Elaboración Propia).

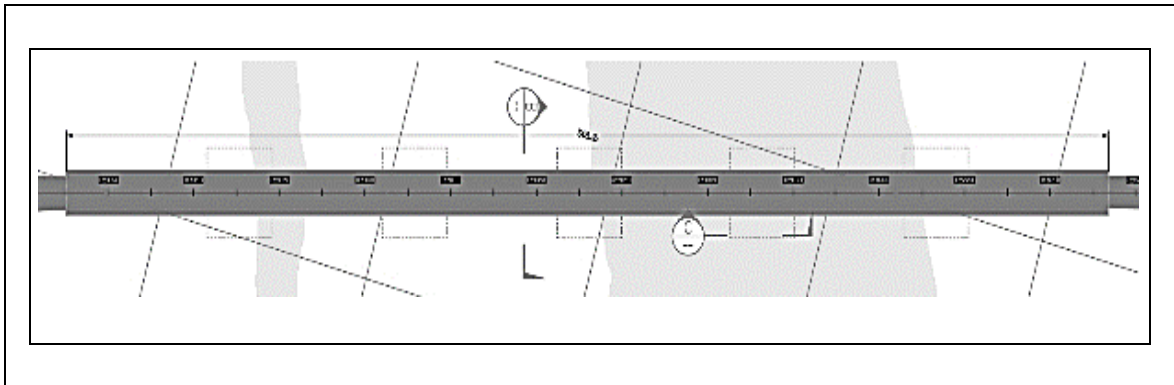
### 4.2.5 Croquis del puente (Sección E – SCAP)

**Tabla 15.** Sección E del formulario de inspección y evaluación de puentes.



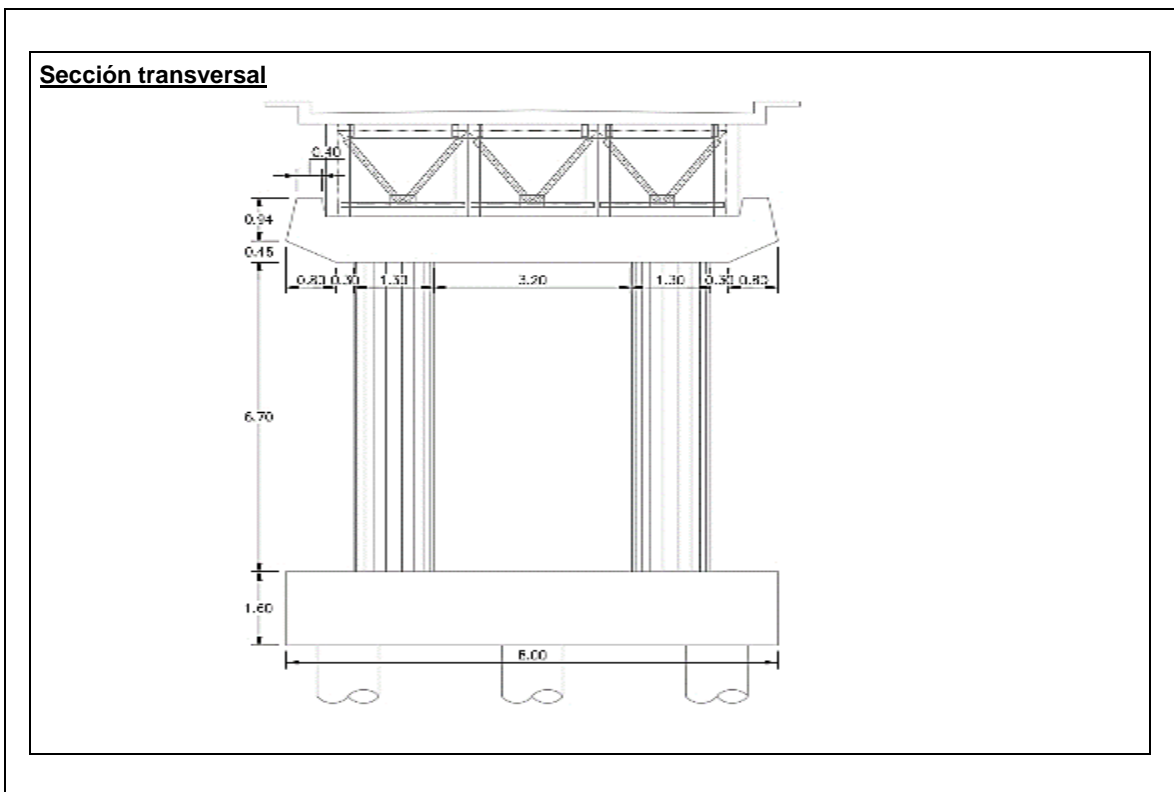
FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Croquis del Puente Francos – Elaboración Propia).

**Tabla 16.** Sección E2 del formulario de inspección y evaluación de puentes.



FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

**Tabla 17.** Sección E3 del formulario de inspección y evaluación de puentes.



FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

#### 4.2.6 Condición del puente (Sección F - SCAP)

Tabla 18. Sección F del formulario de inspección y evaluación de puentes.

<b>Sección F.- Condición del puente</b>					
Nombre	Puente Francos	Ruta	Corrales – Pampas de Hospital		
Progresiva	246+033				
<b>F.2.- Condición global del puente</b>					
0	1	2	3	4	5
Excelente	Bueno	Regular	Preocupante	Malo	Pésimo
	-			-	
	-			-	

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Datos del Puente Francos).

Procedimiento para determinar la condición estadística del puente Francos:

Luego de realizar la inspección al puente Francos, se procedió con la evaluación del puente de acuerdo al anexo 7 de la guía (216) utilizando la metodología SCAP.

**Tabla 19.** Condición de campo asignada mediante la inspección a los elementos del puente francos.

Código	ELEMENTO	Calificación						Total
		0	1	2	3	4	5	
		Muy bueno	Bueno	Satisfactorio	Marginal	Pobre	Muy pobre	
104	Losa de concreto armado (refuerzo longitudinal)	10	90					100
114	Vigas principales de acero		95		5			100
117	Arriostres de acero	20	80					100
202	Elevación cuerpo de estribo de concreto armado	50	50					100
205	Elevación alas de estribo de concreto armado		70	20	10			100
241	Pilares de concreto armado		60	20	20			100
301	Capa de asfalto		100					100
311	Vereda de concreto		85	15				100
321	Apoyo fijo neopreno		80	20				100
322	Apoyo deslizante de neopreno		90	10				100
343	Tipo compresible / expandible celular		80	20				100
341	Planchas deslizantes			100				100
353	Barandas de acero		50	50				100
372	Drenaje Tuberías PVC		100					100
401	Márgenes del río		100					100
402	Lecho del río	50	50					100
406	Enrocado		80	20				100
502	Terraplén		100					100

FUENTE: Elaboración propia.

Con la condición de campo de cada elemento asignada a través de la inspección se aplicó la metodología SCAP para obtener la condición estadística del puente.

**Primer paso:** corresponde a ajustar la distribución de porcentajes, a condiciones umbral. Adoptamos un umbral del 3% para el nivel de condición 5, y 25% para los otros estados. El resultado del primer paso se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 20.** *Porcentajes Ajustados de la condición para cada elemento.*

Ajustes según porcentaje de umbral (%campo * 100 / %umbral)						
Porcentajes ajustados de la condición para cada elemento						
Código del Elemento	0	1	2	3	4	5
	Muy bueno	Bueno	Satisfactorio	Marginal	Pobre	Muy pobre
104	40.00	360.00	0.00	0.00	0.00	0.00
114	0.00	380.00	0.00	20.00	0.00	0.00
117	80.00	320.00	0.00	0.00	0.00	0.00
202	200.00	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00
205	0.00	280.00	80.00	40.00	0.00	0.00
241	0.00	240.00	80.00	80.00	0.00	0.00
301	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00
311	0.00	340.00	60.00	0.00	0.00	0.00
321	0.00	320.00	80.00	0.00	0.00	0.00
322	0.00	360.00	40.00	0.00	0.00	0.00
343	0.00	320.00	80.00	0.00	0.00	0.00
341	0.00	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00
353	0.00	200.00	200.00	0.00	0.00	0.00
372	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00
401	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00
402	200.00	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00
406	0.00	320.00	80.00	0.00	0.00	0.00
502	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

**Segundo Paso:** se acumulan los porcentajes ajustados, desde la condición más pobre a aquella muy buena. La suma se detiene al sobrepasar 100%. Es importante considerar que el proceso debe efectuarse desde la condición más desfavorable.

**Tabla 21.** *Suma de porcentajes ajustados de la condición para cada elemento.*

Suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100%  
Suma de porcentajes ajustados de la condición para cada elemento

Código del Elemento	0	1	2	3	4	5
	Muy bueno	Bueno	Satisfactorio	Marginal	Pobre	Muy pobre
104	0.00	360.00	0.00	0.00	0.00	0.00
114	0.00	400.00	20.00	20.00	0.00	0.00
117	0.00	320.00	0.00	0.00	0.00	0.00
202	0.00	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00
205	0.00	400.00	120.00	40.00	0.00	0.00
241	0.00	400.00	160.00	80.00	0.00	0.00
301	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00
311	0.00	400.00	60.00	0.00	0.00	0.00
321	0.00	400.00	80.00	0.00	0.00	0.00
322	0.00	400.00	40.00	0.00	0.00	0.00
343	0.00	400.00	80.00	0.00	0.00	0.00
341	0.00	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00
353	0.00	0.00	200.00	0.00	0.00	0.00
372	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00
401	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00
402	0.00	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00
406	0.00	400.00	80.00	0.00	0.00	0.00
502	0.00	400.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

**Tercer Paso:** los porcentajes son reajustados nuevamente, tal que la suma sea igual a 100, que corresponde al total del elemento.

**Tabla 22.** *Porcentajes Reajustados de la condición para cada elemento.*

Código del Elemento	0	1	2	3	4	5	Total
	Muy bueno	Bueno	Satisfactorio	Marginal	Pobre	Muy pobre	%
104	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
114	0.00	60.00	20.00	20.00	0.00	0.00	100.00
117	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
202	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
205	0.00	0.00	60.00	40.00	0.00	0.00	100.00
241	0.00	0.00	20.00	80.00	0.00	0.00	100.00
301	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
311	0.00	40.00	60.00	0.00	0.00	0.00	100.00
321	0.00	20.00	80.00	0.00	0.00	0.00	100.00
322	0.00	60.00	40.00	0.00	0.00	0.00	100.00
343	0.00	20.00	80.00	0.00	0.00	0.00	100.00
341	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00
353	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00
372	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
401	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
402	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
406	0.00	20.00	80.00	0.00	0.00	0.00	100.00
502	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

FUENTE: Elaboración propia.



**Cuarto Paso:** se requiere reducir esta condición de umbral a un solo número que constituirá precisamente la condición estadística del elemento.

**Tabla 23.** Condición estadística de cada elemento.

Código del Elemento	0	1	2	3	4	5	Condición estadística
	Muy bueno	Bueno	Satisfactorio	Marginal	Pobre	Muy pobre	
104	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
114	0.00	0.60	6.40	48.60	0.00	0.00	2.23
117	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
202	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
205	0.00	0.00	19.20	97.20	0.00	0.00	2.59
241	0.00	0.00	6.40	194.40	0.00	0.00	2.89
301	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
311	0.00	0.40	19.20	0.00	0.00	0.00	1.81
321	0.00	0.20	25.60	0.00	0.00	0.00	1.92
322	0.00	0.60	12.80	0.00	0.00	0.00	1.68
343	0.00	0.20	25.60	0.00	0.00	0.00	1.92
341	0.00	0.00	0.00	243.00	0.00	0.00	3.00
353	0.00	0.00	32.00	0.00	0.00	0.00	2.00
372	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
401	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
402	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
406	0.00	0.20	25.60	0.00	0.00	0.00	1.92
502	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

FUENTE: Elaboración propia.

A partir del cálculo de la condición estadística de los elementos, será posible determinar la condición estadística para el puente.

El método que se utiliza es el siguiente:

Se calculará la contribución de los elementos al puente: se multiplica la condición estadística de cada elemento por su correspondiente factor de importancia.

**Tabla 24.** *Contribución de cada elemento.*

Código del Elemento	Condición estadística	Factor de Importancia	Contribución del elemento
104	1.00	0.6	0.60
114	2.23	1.0	2.23
117	1.00	0.6	0.60
202	1.00	1.0	1.00
205	2.59	0.6	1.55
241	2.89	1.0	2.89
301	1.00	0.4	0.40
311	1.81	0.2	0.36
321	1.92	0.4	0.77
322	1.68	0.4	0.67
343	1.92	0.4	0.77
341	3.00	0.4	1.20
353	2.00	0.4	0.80
372	1.00	0.4	0.40
401	1.00	0.6	0.60
402	1.00	0.6	0.60
406	1.92	0.6	1.15
502	1.00	0.6	0.60

FUENTE: Elaboración propia.

A continuación, se calcula:

- Número de elementos del puente
- El mayor valor de contribución
- La suma de contribución de todos los elementos
- La contribución remanente
- La fracción de contribución remanente

**Tabla 25.** *cálculo de elementos para determinar la condición estadística del puente.*

<b>Número de elementos</b>	18.00
<b>Mayor contribución</b>	2.89
<b>Suma</b>	17.19
<b>Contribución remanente</b>	14.30
<b>Fracción de contribución remanente</b>	0.29

FUENTE: Elaboración propia.

De acuerdo al anexo 7 de la guía (2016), la suma del mayor valor de contribución y la fracción de contribución remanente, nos da como resultado la condición estadística del puente:

**Tabla 26.** *Condición estadística del puente Francos.*

Mayor valor de contribución	2.89
Fracción de contribución remanente	0.29
<b>Condición estadística del puente</b>	<b>3.18</b>

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 27.** *Nivel de condición - Guía (2016)*

CALIFICACIÓN		RANGO DE CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
1	BUENO	1.00 - 1.99
2	REGULAR	2.00 - 2.99
<b>3</b>	<b>MALO</b>	<b>3.00 - 3.99</b>
4	MUY MALO	4.00 - 4.99
5	PÉSIMO	5.00 - 5.99

FUENTE: Elaboración propia.

La condición estadística del puente Francos es de 3.18. Esto quiere decir que el puente se encuentra en condición mala. Según la Ficha Resumen de la Condición del Puente de la Guía (2016), en el nivel 3 de un puente la capacidad de servicio podría estar afectado, además de necesidad de reparaciones mayores.

#### **4.2.7 Resumen de la condición del puente y recomendaciones**

Luego de realizar la inspección al puente Francos, se procedió con la evaluación del puente. Con la condición de campo de cada elemento se aplicó la metodología SCAP para obtener la condición estadística del puente.

En la Tabla 19 se muestra la lista de elementos que se deben evaluar según la metodología SCAP del MTC (2016) del puente Francos. Cada elemento tiene un código de identificación y factor de importancia. Este último afectará en el resultado final.

A la derecha de la lista de elementos se muestran las condiciones de campo en porcentaje para cada escala, del 0 al 5. La suma de los porcentajes de cada elemento debe sumar 100%.

Al aplicar los reajustes de la metodología SCAP a las condiciones de campo, se obtiene la condición estadística de cada elemento, los cuales se muestran en la Tabla 19.

A continuación, se calcula el número de elementos del puente, el mayor valor de contribución, la suma de contribución de todos los elementos, la contribución remanente: suma – mayor y la fracción de contribución remanente, de acuerdo con Anexo N°7 de la Guía (2016).

Finalmente, la suma de la mayor contribución y la fracción de la contribución remanente da como resultado la condición estadística del puente, de acuerdo con el Anexo N°7 de la Guía (2016), el cual fue 3.18. Esto quiere decir que el puente se encuentra en condición mala. Según la Ficha Resumen de la Condición del Puente de la Guía (2016), en el nivel 3 de un puente la capacidad de servicio podría estar afectado, además de necesidad de reparaciones mayores. Lo cual coincide con estado actual del puente, pues los apoyos de las vigas de acero principales no tienen una longitud mínima de apoyo, donde se debe actuar de manera inmediata para evitar el colapso del puente en futuros eventos sísmicos o en avenidas extraordinarias que causen impacto del flujo sobre el tablero. Así también se han observado giros en los extremos de las vigas de acero principales que

evidencian la ausencia de contraflecha. Estos ítems son unos de los que tienen mayor incidencia en el cálculo de la condición global. Asimismo, las alas de los estribos de concreto armado, las planchas deslizantes y barandas de acero necesitan atención para elevar su condición a bueno, por lo tanto, al puente. A los elementos con condición bueno se recomienda realizar limpieza y/o reparaciones menores.

**Tabla 28.** Sección E2 del formulario de inspección y evaluación de puentes.

<b>Sección G.- Resumen de la condición del puente y recomendaciones</b>														
<b>G.1.- Condición estadística del puente</b>														
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	METRADO	UNIDAD	Factor de Importancia	CALIFICACIÓN %							Total %	Condición estadística	Condición estadística del puente
					0	1	2	3	4	5				
					Muy bueno	Bueno	Satisfactorio	Marginal	Pobre	Muy pobre				
104	Losa de concreto armado (refuerzo longitudinal)	374.76	m3	0.6	10	90						100	1.00	<b>3.18</b>
114	Vigas principales de acero	403065.47	kg	1.0		95		5				100	2.23	
117	Arriostres de acero	3939.56	kg	0.6	20	80						100	1.00	
202	Elevación cuerpo de estribo de concreto armado	40.38	m3	1.0	50	50						100	1.00	
205	Elevación alas de estribo de concreto armado	8.08	m3	0.6		70	20	10				100	2.59	
241	Pilares de concreto armado	764.54	m3	1.0		60	20	20				100	2.89	
301	Capa de asfalto	1752.12	m2	0.4		100						100	1.00	
311	Vereda de concreto	389.36	m2	0.2		85	15					100	1.81	
321	Apoyo fijo neopreno	6.00	und	0.4		80	20					100	1.92	
322	Apoyo deslizante de neopreno	6.00	und	0.4		90	10					100	1.68	
343	Tipo compresible / expandible celular	4.00	ml	0.4		80	20					100	1.92	
341	Planchas deslizantes	2.00	ml	0.4			100					100	3.00	
353	Barandas de acero	486.70	ml	0.4		50	50					100	2.00	
372	Drenaje Tuberías PVC	96.00	und	0.4		100						100	1.00	
401	Márgenes del río	16.00	ml	0.6		100						100	1.00	
402	Lecho del río	250.00	ml	0.6	50	50						100	1.00	
406	Enrocado	40.00	ml	0.6		80	20					100	1.92	
502	Terraplén	192.00	m3	0.6		100						100	1.00	

Número de elementos del puente	18		
Mayor valor de contribución	2.89		
Suma de contribución de todos los elementos	17.19		
Contribución remanente: suma - mayor	14.30		
Fracción de contribución remanente	0.29		
<b>Condición estadística del puente</b>	<b>3.18</b>		

CALIFICACIÓN		RANGO DE CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00 - 0.99
1	BUENO	1.00 - 1.99
2	REGULAR	2.00 - 2.99
<b>3</b>	<b>MALO</b>	<b>3.00 - 3.99</b>
4	MUY MALO	4.00 - 4.99
5	PÉSIMO	5.00 - 5.99

FUENTE: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes - MTC 2016 (Condición estadística del Puente Francos – Elaboración Propia).

#### 4.2.8 Condición del puente (Sección G2 – SCAP)

Tabla 29. Sección G2 - Condición del Puente

Observaciones	Recomendaciones
<b><u>Acciones normativas</u></b>	
Falta de señalización en ambos accesos y reglamentaria en acceso derecho (señalización vertical y horizontal).	Se deben colocar la señalización faltante en acceso derecho y acceso izquierdo, para entre otras cosas, asegurar la carga máxima y seguridad estructural del puente.
<b><u>Acciones Preventivas</u></b>	
Desgaste superficial por abrasión de viga cabezal de pilares 1 y 2.	Retiro de concreto desgastado y colocación de espesor de recubrimiento nuevo.
Se observa acero de refuerzo sin concreto de recubrimiento en viga cabezal de pilar 1.	Aplicar sellador de óxido en acero de refuerzo expuesto y colocar concreto de recubrimiento.
Se observa inadecuada dimensión de llaves de corte de vigas principales en pilares 1 y 2.	Reforzamiento y construcción de nuevas llaves de roete o topes sísmico-laterales.
<b><u>Acciones Ejecutivas</u></b>	
Se observa que la distancia de pernos de anclaje de barandas no verifica la distancia mínima al borde $4d_b$	Reinstalación de barandas vehiculares de acero.
Desgaste de pintura epóxica anticorrosiva especialmente en vigas exteriores y barandas de acero	Se deberá realizar pintado de elementos de acero en general.
Se observa que longitud de apoyo de vigas de tramo 3 sobre pilar 3 no verifica la longitud mínima de apoyo según normativa nacional.	Reforzar cabezal superior de pilar a fin de aumentar longitud de soporte de vigas.
Según antecedentes existe alto nivel de socavación por falta de descolmatación de lecho de río	Realizar descolmatación de lecho de río.
Se observa existencia de deposición de material sueltos que	Realizar limpieza alrededor de apoyos.

obstruyen el desplazamiento de apoyos móviles y elásticos.	
Desgaste general superficial de capa de asfalto	Reposición de material sellante de capa asfáltica.
Fractura de muro ala de estribo derecho por colisión vehicular	Reconstrucción de muro ala.

FUENTE: Elaboración Propia.



### 4.3 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

De acuerdo con el capítulo IV “Conservación o Mantenimiento” del Manual de Inspección, evaluación y mantenimiento de Puentes del MTC se propone un mantenimiento para los elementos que están categorizados como regulares, malos y muy malos y así poder elevar su condición a bueno. De esta manera el puente podrá mantener adecuadas condiciones estructurales originales y por lo tanto permitir una correcta transitividad de tránsito.

**Tabla 30.** Propuesta de mantenimiento para los elementos categorizados como regulares, malos y muy malos.

Elemento / Condición	Propuesta de Mantenimiento
<p>Vigas principales de acero <b>Regular (2.23)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las vigas principales presentan giros debido a flexión. Sin embargo, este fenómeno no condiciona a la resistencia global del puente.</li> <li>• Las vigas principales de acero con presencia de sales, óxido y corrosión se recomienda realizarles limpieza con solventes de forma manual en las zonas específicas perjudicadas, seguido de un lavado de agua. Luego se recurrirá al retiro de la pintura con limpieza manual con herramientas y equipos manuales, como amoladora y escobillas de acero, eventual empleo de equipo de arenado en estas zonas y a las partes con desgaste de pintura para dejar la zona completamente limpia. Finalmente, después de tener las zonas preparadas se puede recibir una nueva capa de pintura protectora anticorrosiva. Para la aplicación de pintura se seguirá lo establecido en el Manual de Conservación de Carreteras, Capítulo 6.</li> </ul>
<p>Elevación alas de estribo de concreto armado <b>Regular (2.59)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda efectuar limpieza mediante herramientas manuales, o equipos mecánicos manuales como amoladora, escobillas de acero, uso de agua a alta presión no menor a 5000 psi. Luego, remover colonias de insectos, animales rastreros, aves o similares.</li> <li>• Para las llaves de corte de los estribos y para las alas de los estribos se debe aplicar lo siguiente:</li> </ul>

Elemento / Condición	Propuesta de Mantenimiento
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para fisuras estructurales entre 0.5 mm y 1.5 mm se recomienda reporte y control e inyección de aditivos epóxicos.</li> <li>• Donde existe desprendimiento de concreto sin exposición de armadura se recomienda aplicar una capa de pintura de protección del concreto para inhibir procesos de cambio de PH del concreto.</li> <li>• Donde exista desprendimiento de concreto con exposición de armadura se recomienda remoción y eliminación de material suelto en un área rectangular y picar el concreto por lo menos a ¾ in debajo del acero, dejando una superficie rugosa. Luego, se sugiere la remoción de capas de óxido y corrosión de armadura (mediante arenado, agua a presión o cepillo, etc.). Después, continuaría la aplicación de los agentes de adherencia como epóxicos, resane y/o concretos con aditivos expansivos.</li> </ul>
<p>Pilares de concreto armado <b>Regular (2.59)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda efectuar limpieza mediante herramientas manuales, o equipos mecánicos manuales como amoladora, escobillas de acero, uso de agua a alta presión no menor a 5000 psi. Luego, remover colonias de insectos, animales rastreros, aves o similares.</li> <li>• <u>En el pilar número 3 se debe de aumentar el espesor de la viga cabezal como mínimo 50 cm hacia el margen derecho y hacia el margen izquierdo.</u></li> <li>• Se recomienda incluir topes sísmicos para el desplazamiento.</li> <li>• Para las llaves de corte de los estribos y para las alas de los estribos se debe aplicar lo siguiente:  Para fisuras estructurales entre 0.5 mm y 1.5 mm se recomienda reporte y control e inyección de aditivos epóxicos.  Donde existe desprendimiento de concreto sin exposición de armadura se recomienda aplicar una capa de pintura de protección del concreto para inhibir procesos de cambio de PH del concreto.</li> </ul>

Elemento / Condición	Propuesta de Mantenimiento
	<p>Donde exista desprendimiento de concreto con exposición de armadura se recomienda remoción y eliminación de material suelto en un área rectangular y picar el concreto por lo menos a ¾ in debajo del acero, dejando una superficie rugosa. Luego, se sugiere la remoción de capas de óxido y corrosión de armadura (mediante arenado, agua a presión o cepillo, etc.). Después, continuaría la aplicación de los agentes de adherencia como epóxicos, resane y/o concretos con aditivos expansivos.</p>
<p>Barandas de acero <b>Regular (2.00)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A las zonas de las barandas de acero con presencia de sales, óxido y corrosión se recomienda realizarles limpieza con solventes de forma manual en las zonas específicas perjudicadas, seguido de un lavado de agua. Luego se recurrirá al retiro de la pintura con limpieza manual con herramientas y equipos manuales, como amoladora y escobillas de acero, eventual empleo de equipo de arenado en estas zonas y a las partes con desgaste de pintura para dejar la zona completamente limpia. Finalmente, después de tener las zonas preparadas se puede recibir una nueva capa de pintura protectora anticorrosiva. Para la aplicación de pintura se seguirá lo establecido en el Manual de Conservación de Carreteras, Capítulo 6.</li> </ul>
<p>Planchas deslizantes <b>Malo (3.00)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda la limpieza del apoyo con arenado simple o limpieza mecánica. Luego se debe preparar la superficie para el pintado de los apoyos de acero de acuerdo con lo establecido en el Manual de Conservación de Carreteras, Capítulo 6. Se recomienda lubricarlos para correcto movimiento del apoyo. Limpieza de la zona para desechar los desperdicios acumulados.</li> </ul>

FUENTE: Elaboración Propia.

## V. DISCUSIÓN

las discusiones que se muestran a continuación, hacen relación a los resultados obtenidos:

Con respecto al primer objetivo específico de la presente investigación: “Identificar las patologías en el puente francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022” se obtuvo lo siguiente: se realizó la inspección al puente Francos en donde la tipología del Puente francos es tablero de viga compuesta conformada por seis tramos, con una longitud total de 243.35 metros, compuesta por dos estribos derecho e izquierdo y por cinco pilares de concreto armado, así como también se identificó los elementos que componen la estructura del puente, en donde se identificó 21 elementos que componen la estructura del puente Francos de los cuales 18 elementos fueron tomados en cuenta para la evaluación utilizando la metodología SCAP, y 3 elementos no fueron tomados en cuenta: Zapata de concreto armado de estribos – elemento 216 al cual no se tuvo acceso, Protección contra socavación – elemento 405 al cual no se tuvo acceso y Señalización – elemento 501 en donde no se encontró señalización en el puente vertical ni horizontal. Luego de la inspección se identificaron las patologías más frecuentes en la inspección a los elementos del puente Francos los cuales son: Fisuras, carbonatación del concreto, desgaste del concreto, giro debido a la flexión en las vigas de acero en el apoyo de pilar 1, 4 y 5; desprendimiento de pinturas, fractura en ala del estribo derecho en la parte superior. Al respecto Zapata castillo (2018) en su investigación “Determinación y Evaluación de Patologías De Los Elementos Estructurales Del Puente Vehicular Bocapán Ruta Pe-1n De Tipo Viga Losa. Del Distrito De Zorritos, Provincia De Contralmirante Villar, Departamento De Tumbes, Octubre – 2018”, las patologías que más frecuentaron son fisuras, grietas, eflorescencia, desprendimiento, suciedad, humedad, corrosión y carbonatación. Respecto a estos resultados se deduce que las patologías son frecuentes en los puentes ya que estos se encuentran expuestos a la naturaleza. En resumen, de acuerdo con estos resultados que se obtuvieron mediante la inspección al puente francos se puede afirmar que mediante una inspección se pueden identificar las patologías en los elementos estructurales del puente y que además es muy

importante ya que van a ayudar significativamente al momento de proceder a realizar la evaluación con la metodología SCAP y determinar la condición estadística del puente Francos.

Ahora con respecto al segundo objetivo específico: “Determinar la condición estadística del puente Francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022”, se realizó la evaluación y determino nuestra condición estadística con la metodología SCAP de acuerdo al Anexo N° 7 de la Guía (2016), en donde a partir de nuestra inspección a cada elemento del puente se le asigno una condición de campo para cada elemento en porcentaje en una escala del 0 al 5, después se aplicó unos reajustes de la metodología SCAP a las condiciones de campo para así obtener la condición estadística de cada elemento del puente Francos, y así determinar la condición estadística del puente, de acuerdo con el Anexo N°7 de la Guía (2016), el cual para el Puente Francos fue 3.18, en donde esto quiere decir que el puente se encuentra en una condición mala según la Ficha Resumen de la Condición del Puente de la Guía (2016), en el nivel 3 de un puente la capacidad de servicio podría estar afectado, además de necesidad de reparaciones mayores en donde se debe de actuar de manera inmediata para poder evitar el colapso del puente en futuros eventos sísmicos o en avenidas extraordinarias que causen impacto del flujo sobre el tablero. De acuerdo con Aylas Peralta (2019) en su investigación titulada “Evaluación del puente Lucas Chacana mediante métodos convencionales – Región Junín en 2019”, en donde uno de los métodos que utilizo fue la metodología SCAP, el cual da como resultado que la condición estadística del puente Lucas Chacana utilizando la metodología Scap es de 2.42, esto quiere decir que el puente se encuentra en un estado regular en donde no se ve afectada la capacidad portante y/o de servicios pero si hay necesidad de reparaciones menores. En resumen, de acuerdo a estos resultados se obtenidos se puede afirmar que empleando la metodología SCAP se puede determinar la condición estadística de un puente, y describir la condición actual de la estructura del puente, la cual es muy importante ya que de acuerdo a esos resultados podemos proceder a plantear propuestas de mantenimiento para poder mejorar la vida útil del puente.

En alusión al tercer objetivo específico: “Elaborar una propuesta de mantenimiento en el puente Francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022”, De acuerdo con el capítulo IV “Conservación o Mantenimiento” del Manual de Inspección, evaluación y mantenimiento de Puentes del MTC (2016) se propusieron alternativas de solución estructural para los elementos que están categorizados como regulares, malos y muy malos y así poder elevar su condición a bueno los cuales son: Vigas principales de acero que se encuentra en un estado Regular (2.23), Elevación alas de estribo de concreto armado que se encuentra en un estado Regular (2.59), Pilares de concreto armado que se encuentra en un estado Regular (2.59), Barandas de acero que se encuentra en un estado Regular (2.00), Planchas deslizantes que se encuentra en un estado Malo (3.00), De esta manera el puente podrá mantener adecuadas condiciones estructurales originales y por lo tanto permitir una correcta transitabilidad. De acuerdo con Mendoza Rodríguez (2020) en su investigación titulada “Evaluación Técnica para definir los niveles de intervención por implementar; en los puentes y pontones ubicados en los tramos: Cusco – Pisac Y Huacarpay – Pisac, En La Región De Cusco. Utilizando La Metodología SCAP” concluye que “los 5 puentes evaluados requieren de una intervención, debido a que la condición estadística del puente, el grado de daño de los elementos del puente; evidencian la necesidad de mantenimientos, para así poder garantizar la transitabilidad en las mencionadas infraestructuras viales y lograr su conservación, es por eso que se deben programar los correctos mantenimientos según los niveles de intervención necesarios para lograr la conservación vial de los puentes”. En resumen, respecto a estos resultados se puede afirmar que proponiendo un mantenimiento a los elementos del Puente es de mucha importancia para este tipo de infraestructuras ya que así se va a poder elevar su condición a bueno y así poder preservar la vida útil de la infraestructura del puente.

Con respecto al objetivo general de la presente investigación: “Realizar la Evaluación Técnica del Puente Francos utilizando la Metodología SCAP - Tumbes, 2022.” Se logro realizar la evaluación al puente, en donde mediante una inspección a los elementos que componen al puente Francos, se lograron identificar las patologías, para luego proceder a realizar la evaluación en donde se procesaron

los datos obtenidos mediante la metodología SCAP, dando un resultado de una condición estadística para el Puente Francos de 3.18, es decir se encuentra en una condición mala, según la Ficha Resumen de la Condición del Puente de la Guía (2016), en el nivel 3 de un puente la capacidad de servicio podría estar afectado, además de necesidad de reparaciones mayores, ahora ya determinada nuestra condición estadística del Puente Francos se plantearon propuestas de mantenimiento a los elementos que están categorizados como regulares, malos y muy malos de acuerdo con el capítulo IV “Conservación o Mantenimiento” del Manual de Inspección, evaluación y mantenimiento de Puentes del MTC (2016) que se enlistan en la tabla N° 30. De acuerdo a Mendoza Rodriguez (2020) en su investigación “concluye que la antigüedad y la falta de mantenimiento a este tipo de infraestructuras viales, merman en los niveles de servicio requerido para brindar la transitabilidad adecuada a los usuarios. Más allá de las características estructurales, las intensidades medias diarias de tráfico o la sobrecarga de diseño de cada puente; es muy importante la acertada y oportuna conservación de las infraestructuras viales”. En resumen, respecto a estos resultados se deduce que es muy importante realizar este tipo de evaluaciones técnicas a los puentes que conforman la red vial del Perú ya que en muchos casos estos son únicos accesos a las ciudades de nuestro país, así como también tienen una gran influencia en el progreso y desarrollo de nuestro país, es por eso que se debe priorizar la conservación de este tipo de infraestructuras.

La metodología SCAP es muy practica para poder realizar este tipo de evaluaciones y determinar la condición o estado actual de la infraestructura del puente.

Mediante la evaluación técnica del puente Francos se pudo determinar la condición estadística del puente, con un valor de 3.18 encontrándose en una condición Mala. Así como también se propuso un mantenimiento a los elementos regulares, malos y muy malos del puente Francos. Lo que concluye que el objetivo ha sido logrado al realizar la evaluación técnica al puente Francos.

## VI. CONCLUSIONES

- Se llegó a la conclusión que el puente Francos está en mal estado al tener como condición estadística del puente de valor 3.18 según la metodología SCAP, de la Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes de la Unidad Gerencial de conservación – PVN, 2016.
- Se concluye que la deficiencia de longitud de apoyo mínima de las vigas principales de acero estructural y los giros en sus extremos conllevan a una condición estadística global mala del puente.
- Se requieren mantenimientos preventivos tales como: pintado de elementos metálicos con pintura epóxica anticorrosiva adecuada para vigas exteriores y barandas.
- Para condiciones estáticas el puente se encuentra en buen estado. Esto cambiaría en situación sísmica debido a deficiencia en longitud mínima de apoyo de vigas, falta de topes sísmicos de vigas longitudinales. El puente requiere reforzamiento para las patologías mencionadas.
- La capa de asfalto se encuentra en buenas condiciones. Sin embargo, debe de reponerse el material sellante en toda el área.
- Los elementos que tienen clasificación bueno son: Losa de concreto armado (refuerzo longitudinal), arriostres de acero, elevación cuerpo de estribo de concreto armado, capa de asfalto, vereda de concreto, apoyo fijo neopreno, apoyo deslizante de neopreno, tipo compresible/expandible celular, drenaje tuberías PVC, Márgenes del río, lecho del río, enrocado, terraplén. Estos elementos deben pasar por un mantenimiento a fin de conservarse adecuadamente.
- Los elementos que tienen clasificación regular son: Vigas principales de acero, elevación alas de estribo de concreto armado, barandas de acero. Estos elementos deben repararse o reemplazarse a fin de conservarse adecuadamente. Sin embargo, a las vigas principales de acero se le debe dar un tratamiento especial por tener un factor de importancia alto.
- Los elementos que tienen clasificación mala son: planchas deslizantes. Estos elementos deben tener atención inmediata a fin de repararlos o reemplazarlos.



- No existen señalizaciones en la entrada ni en la salida del puente Francos, se deben tomar medidas inmediatas para favorecer el tránsito.
- El puente Francos puede mantenerse conservado, para lo cual es necesario reparar o reemplazar elementos para elevar el valor de la condición estadística del puente.
- Es necesaria la limpieza de cada uno de los elementos con el método correspondiente de acuerdo con el capítulo IV “Conservación o Mantenimiento” del Manual de Inspección, evaluación y mantenimiento de Puentes del MTC.
- Las propuestas de mantenimiento para que los elementos clasificados como regulares, malos y muy malos pasen a estado bueno de acuerdo con el capítulo IV “Conservación o Mantenimiento” del Manual de Inspección, evaluación y mantenimiento de Puentes del MTC se enlistan en la Tabla 30.

## VII. RECOMENDACIONES

- Falta de señalización en ambos accesos y reglamentaria en acceso derecho (señalización vertical y horizontal) debido a eso se recomienda colocar la señalización en acceso derecho y acceso izquierdo.
- En la viga cabezal de los pilares 1 y 2 se encontró Desgaste superficial por abrasión es por eso que se recomienda retiro de concreto desgastado y colocación de espesor de recubrimiento nuevo.
- Se observa acero de refuerzo sin concreto de recubrimiento en viga cabezal de pilar 1 es por eso que se recomienda aplicar sellador de óxido en acero de refuerzo expuesto y colocar concreto de recubrimiento.
- Se observa que la distancia de pernos de anclaje de barandas no verifica la distancia mínima al borde por lo cual se recomienda la reinstalación de barandas vehiculares de acero.
- Se observa desgaste de pintura epóxica anticorrosiva especialmente en vigas exteriores y barandas de acero por lo cual se recomienda realizar pintado de elementos de acero en general.
- Se observa que longitud de apoyo de vigas de tramo 3 sobre pilar 3 no verifica la longitud mínima de apoyo según normativa nacional por lo cual se recomienda reforzar cabezal superior de pilar a fin de aumentar longitud de soporte de vigas.
- Según antecedentes existe alto nivel de socavación por falta de descolmatación de lecho de río es por eso que se recomienda realizar descolmatación de lecho de río.
- Se observa existencia de deposición de material sueltos que obstruyen el desplazamiento de apoyos móviles y elásticos por lo cual se recomienda realizar limpieza alrededor de apoyos.
- Desgaste general superficial de capa de asfalto por lo cual se recomienda la reposición de material sellante de capa asfáltica.
- Fractura de muro ala de estribo derecho por colisión vehicular, se recomienda la reconstrucción de muro ala.
- El tiempo y el entorno afectan la calidad y pérdida de las propiedades de los elementos del puente, afectando así su comportamiento estructural, es por

eso que se recomienda realizar un mantenimiento apropiado a cada determinado tiempo, para así evitar accidentes a largo plazo.

## REFERENCIAS

- ARIAS, Jesús; VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México [en línea]. 2016, [Fecha de consulta 10 de Mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>  
ISSN: 0002-5151
- ARONÉS, Á., & Cortés, C. Evaluación estructural del puente Huaracane con las especificaciones de diseño de puentes AASHTO LRFD 2012 y Normas Técnicas Peruana Sismorresistente E.030 2016. Tesis (tesis pre grado). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2016.
- AYLAS, Martha. Evaluación del puente Lucas Chacana mediante métodos convencionales – Región Junín en 2019. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51724>
- Behar, Daniel. Introducción a la Metodología de la Investigación. [en línea]. 1° ed. Editorial Shalom 2008. disponible en: <http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf> ISBN 978-959-212-783-7
- Mendoza, Branco. Evaluación técnica para definir los niveles de intervención por implementar; en los puentes y pontones ubicados en los tramos: Cusco – Pisac y Huacarpay – Pisac, en la región de cusco. Utilizando la metodología SCAP. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad San Martín de Porres, 2020. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6473>
- C. J. G. Silva, E. Monteio, J. P. A. Condiciones estructurales y funcionales de puentes y viaductos de las vías federales de Pernambuco. Brasil: Revista ALCONPAT, Universidad Católica de Pernambuco, 2018, pág. 79-93

- Calla, L. Evaluación y reparación estructural con fibra de carbono de la superestructura del puente la capilla - Moquegua. Tesis (pre grado). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2017.
- CINPAR, 2010. VI Congreso Internacional sobre Patología y recuperación de estructuras [En línea] Disponible en: [http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar\\_2010/Topico%202/CINPAR%20129.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar_2010/Topico%202/CINPAR%20129.pdf)
- Contreras P. Cindy Alejandra, Reyes Ravelo, Erika De Jesús. Evaluación, diagnóstico patológico y propuesta de intervención del puente Romero Aguirre. [Tesis Pregrado] realizada por la Universidad de Cartagena Escuela De Ingeniería Civil; 2014 disponible en: <http://190.242.62.234:8080/jspui/handle/11227/1367>
- CORDOVA, Segundo. Determinación Y Evaluación De Las Patologías Del Concreto Armado En Los Elementos Estructurales Del Puente Vehicular Simón Rodríguez, Con Una Longitud De 423.80 Mts, En El Distrito De Amotape, Provincia De Paita, Departamento De Piura, Abril – 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Piura: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13032/5678>
- COVEÑAS, M. L. (S.F.). Metodología para la evaluación de la seguridad estructural de puentes en el Perú. Icg 2019.
- DEL ROSARIO, Alvin. Diseño de un plan de mantenimiento para infraestructuras viales en la Republica Dominicana. Aplicación a la carretera El Seibo – Hato Mayor. Tesis (Master Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil). España: Universitat Politècnica de Valencia, 2018. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/103062>
- Diego Ricardo Pérez, Patología de la Construcción [seriada en línea] disponible en: <https://prezi.com/tmrx0zny3w-9/patologia-de-la-construccion/>

- European Federation of National Maintenance Soc. (10 de Enero de 2018). European Federation of National Maintenance Societies. Obtenido de <https://www.nfv.no/images/artikler/EFNMS-Who-are-we-Final.pdf>
- Farfán, C. Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423,80 mts, en el distrito de Amotape, provincia de Paita, departamento de Piura =, Abril - 2018. Tesis (pregrado). Piura: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, 2018.
- GARRIDO, Anabel. Evaluación Del Estado De Conservación Y De La Capacidad Resistente Del Puente Pedro De Valdivia. Tesis (Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos). Chile: Universidad de Cantabria, 2018. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/16119>
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación (6ta Edición ed.). México DF: Mc Graw Hill Education 2014. 634pp ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Lee, G. C., Pierro, D. C., & Sternberg, E. (2015). Bridges : Their Engineering and Planning. Albany, NY: SUNY Press. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=958875&lang=es&site=eds-live>
- MAÑUECO, S. Evaluación de 4 puentes vehiculares tipo viga sobre el río Rímac utilizando el Manual de inspección del MTC u software csi bridge. Lima. Universidad Cesar Vallejo, 2019, pág. 96
- MARTIN, J. Información básicas sobre puentes [en línea]. España, 2019, pág. 23, Disponible en: <https://www.ecured.cu/index.php?title=Puente&action=info>
- Mendoza, Branco. Evaluación Técnica para definir los niveles de intervención por implementar; en los puentes y pontones ubicados en los tramos: Cusco – Pisac Y Huacarpay – Pisac, En La Región De Cusco.

- Utilizando La Metodología Scap. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad San Martín de Porres, 2020. Disponible en: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6473>
- MINISTERIO de transporte y comunicaciones (Perú) R.D. N012-2006-MTC/14. Guía para inspección de puentes. Lima: 2006.
  - MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (Perú). Manual de Puentes. Decreto Supremo N° 19-2018-MTC/14. Lima: 2018. 630pp.
  - MTC (2014). Manual de Carreteras. Mantenimiento o Conservación Vial. Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
  - Nilson Tadeu Mascia\*1, Artur Lenz Sartorti. Identification and analysis of pathologies in bridges of urban and rural roads Revista Scielo [en línea], Vol. 26 N°1, disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732011000100001ISSN](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732011000100001ISSN)
  - OFFICIALS, A. A. (2018). The manual for bridge evaluation. Estados Unidos.
  - PANQUEVA, Jhon. Análisis De Patologías Físicas De Puentes Vehiculares En Concreto En La Localidad De Chapinero. Trabajo de Grado (Título Profesional de Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2015. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/2928>
  - Pecho, Yonel. Importancia del mantenimiento preventivo de puentes en el Perú. En E. Carrera (Dir.), I Congreso Internacional de Ingeniería y Dirección de Proyectos III Congreso Regional IPMA – LATNET. [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3992>
  - Pinedo, Gerson. Evaluación de la reconstrucción del puente Francos. Evaluación estructural de pilares. Trabajo de Grado (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2007.

- Provías Nacional (2018). Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes. Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- SAENZ, Richard. La Evaluación Preliminar Del Puente Chillón Km. 24+239. Carretera Panamericana Norte Habich – Intercambio Vial Ancón, Para Posible Intervención Preventiva. Tesis (Título Profesional de Ingeniería civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2016. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10564>
- SIRVE. (s.f.). SEISMIC PROTECTION TECHNOLOGIES. Recuperado el 17 de ABRIL de 2019, de SEISMIC PROTECTION TECHNOLOGIES.
- Lozano ortiz, m. m., & Zapata polo, k. m. (2018). Tesis evaluacion del puente sobre el rio ocoa utilizando la metodologia de inspeccion principal(visual) de puentes de concreto reforzado en servicio segun el manual de invias. Bogota , Colombia: Universidad Santo Tomas.
- Tadeu Mascia, N., & Lenz Sartorti, A. (2011). Identification and analysis of pathologies in bridges of urban and rural roads. Ingeniería de Construcción Vol 26 N° 01.
- The highways agency, & Traspoort Scotland. (2011). Structural Review and Assessment. Williams Lea Tag.
- TINOCO, Karem. Evaluación Del Puente Raimondi De La Ciudad De Huaraz. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Huaraz- Ancash: Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2917>
- UCV. Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y Tesis para la obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales. Vicerrectorado de investigación, 2022.
- UCV. Referencias estilo ISO 690 y 690-2 Adaptación de la norma de la International Organization for Standardization (ISO). Fondo editorial UCV, 2017.



- Varum Amorin, H. S., Fernandes, C., Nuñez, C., & Santos, J. (2007). Common pathologies in RC bridge structures: a statistical analysis. *Electronic Journal of Structural Engineering*.
- Veloza M. Camilo A, Acuña P. Diego Andrés Julián. Identificación De Las Patologías Mecánicas Y Químicas Presentes En Los Puentes Vehiculares De La Localidad De Chapinero En Bogotá D.C. [Tesis de Grado]. Universidad católica de Colombia; 2016 disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/2929>
- ZAPATA, Jefersson. Determinación Y Evaluación De Patologías De Los Elementos Estructurales Del Puente Vehicular Bocapán Ruta Pe-1n De Tipo Viga Losa. Del Distrito De Zorritos, Provincia De Contralmirante Villar, Departamento De Tumbes, Octubre – 2018. Tesis (Titulo Profesional de Ingeniería Civil). Piura: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2018.  
Disponible en:  
[http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/10155/CONDICION\\_PATOLOGIA\\_ZAPATA\\_CASTILLO\\_JEFERSSON\\_ALEXANDER.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/10155/CONDICION_PATOLOGIA_ZAPATA_CASTILLO_JEFERSSON_ALEXANDER.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO: “EVALUACIÓN TECNICA DEL PUENTE FRANCO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SCAP – TUMBES, 2022.”**

**AUTOR:** Herrera Mogollón, Daniel Edmundo

<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cómo realizar la evaluación técnica del puente francos utilizando la Metodología SCAP – Tumbes, 2022?,</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Realizar la Evaluación Técnica del Puente Francos utilizando la Metodología SCAP - Tumbes, 2022.</p>	<p><b>No hay hipótesis ya que nuestra investigación es de carácter NO EXPERIMENTAL.</b></p>
<p><b>Problemas Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Cómo Identificar las patologías en el puente francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022?</li><li>• ¿Cómo Determinar la condición estadística del puente Francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022??</li><li>• ¿Cómo Elaborar propuesta de mantenimiento en el puente Francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022??</li></ul>	<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar las patologías en el puente francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022</li><li>• Determinar la condición estadística del puente Francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022.</li><li>• Elaborar una propuesta de mantenimiento en el puente Francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022</li></ul>	

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**TITULO: “EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PUENTE FRANCOS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SCAP – TUMBES, 2022.”**

**AUTOR:** Herrera Mogollón, Daniel Edmundo

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Evaluación Técnica</b>	Es un proceso que permite establecer el estado actual del puente. (Altamirano, Marco)	La variable evaluación técnica se analizará en función a establecer las condiciones actuales de los componentes del puente evaluado.	Componentes de la estructura	Superestructura Subestructura Elementos de Apoyo
<b>Metodología SCAP</b>	Es un procedimiento mediante el cual se podrá determinar la condición actual del puente. (Mendoza, Branco)	la variable Metodología SCAP se analizará mediante una inspección visual, evaluación técnica y recolección de datos para poder establecer el grado de daño del puente.	Grado de daño del puente  Plan de mantenimiento	Inspección Fichas de recolección de datos Patologías

## CUADRO DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

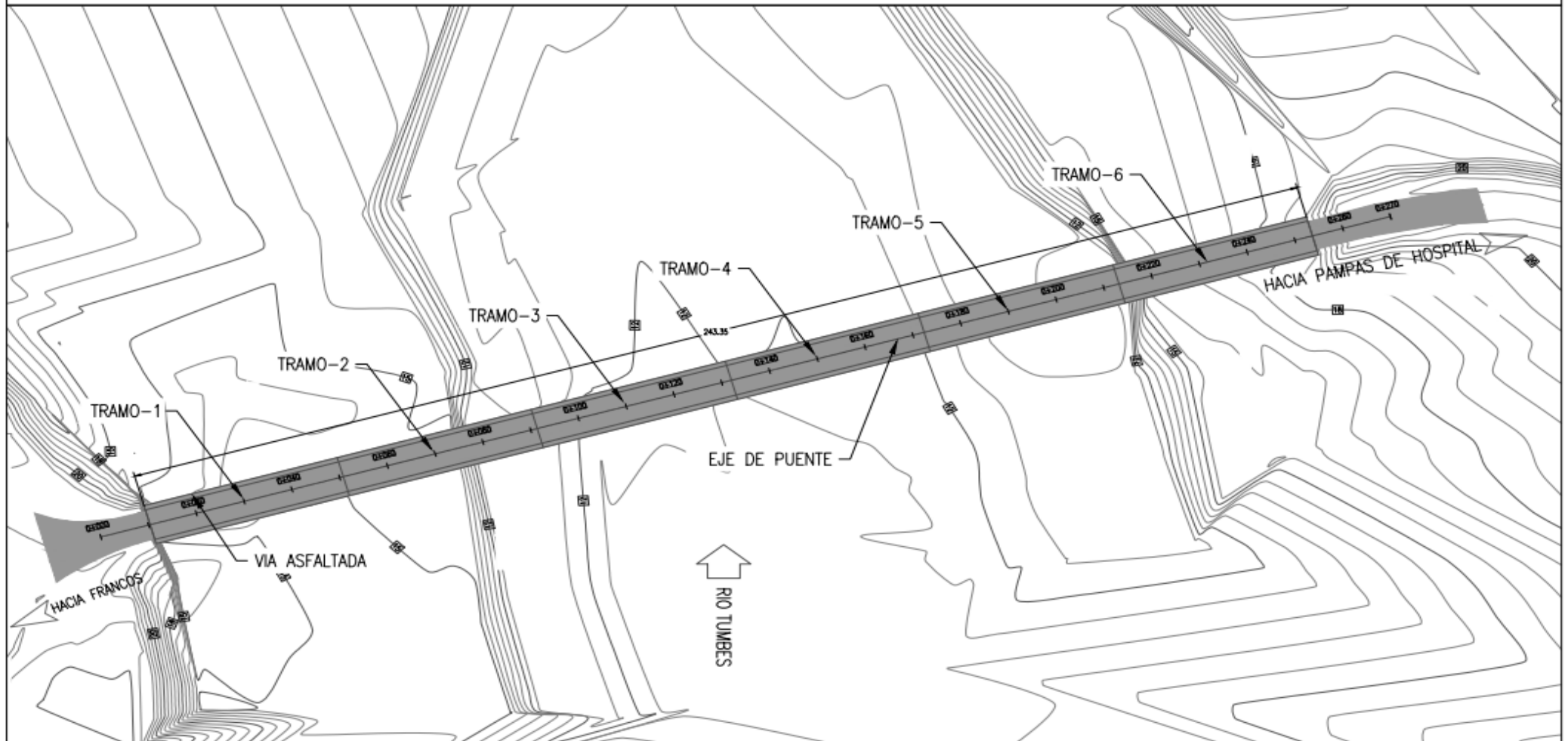
**TITULO: “EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PUENTE FRANCOS UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SCAP – TUMBES, 2022.”**

**AUTOR:** Herrera Mogollón, Daniel Edmundo

Objetivos Específicos	Población	Muestra	Técnicas	Instrumentos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las patologías en el puente francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022</li> </ul>	El puente francos ubicado sobre el Rio Tumbes, en el distrito de Pampas de Hospital, Provincia de Tumbes, departamento de Tumbes	El puente francos ubicado sobre el Rio Tumbes, en el distrito de Pampas de Hospital, Provincia de Tumbes, departamento de Tumbes	Observación	Ficha de observación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la condición estadística del puente Francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022.</li> </ul>			Análisis documental	Ficha de recojo (Cuadros, Tablas, Curvas)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar una propuesta de mantenimiento en el puente Francos empleando la metodología SCAP – Tumbes, 2022</li> </ul>			Análisis Documental	Ficha de recojo

## PLANO 01 – VISTA EN PLANTA DEL PUENTE FRANCOS

VISTA EN PLANTA DEL PUENTE FRANCOS



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL PIURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

VISTA EN PLANTA

TÍTULO:  
EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PUENTE FRANCOS  
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SCAP – TUMBES,  
2022.

DEPARTAMENTO : TUMBES

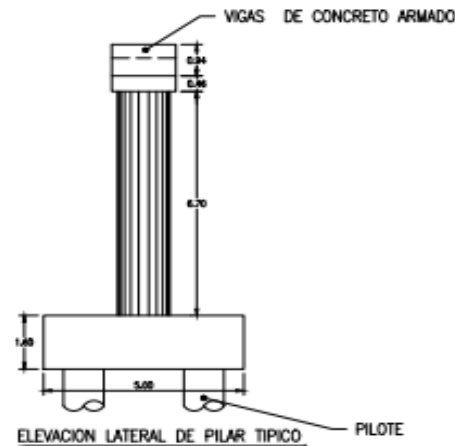
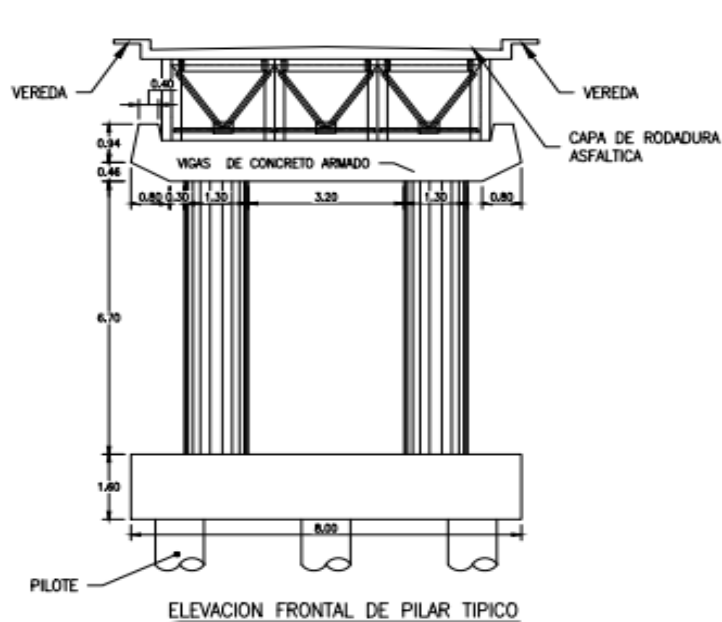
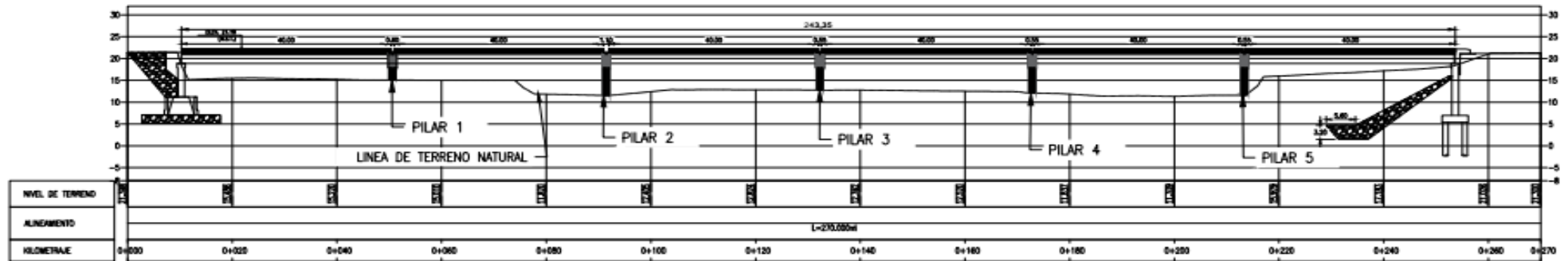
PROVINCIA : TUMBES

AUTOR:  
HERRERA MOGOLLÓN, DANIEL E.

DISTRITO : PAMPAS DE HOSPITAL

## PLANO 02 - PERFIL LONGITUDINAL DEL PUENTE FRANCOS

### PERFIL LONGITUDINAL DEL PUENTE FRANCOS



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - FILIAL PIURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TITULO:  
EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PUENTE FRANCOS  
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SCAP - TUMBES,  
2022.

AUTOR:  
HERRERA MOGOLLÓN, DANIEL E.

PERFIL LONGITUDINAL

DEPARTAMENTO : TUMBES

PROVINCIA : TUMBES

DISTRITO : PAMPAS DE  
HOSPITAL



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Evaluación Técnica del Puente Francos Utilizando la Metodología SCAP - Tumbes, 2022.", cuyo autor es HERRERA MOGOLLON DANIEL EDMUNDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo 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.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 11 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO <b>DNI:</b> 40534510 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5207-4421	Firmado electrónicamente por: LMEDINAC el 21-12- 2022 08:31:56

Código documento Trilce: TRI - 0483067