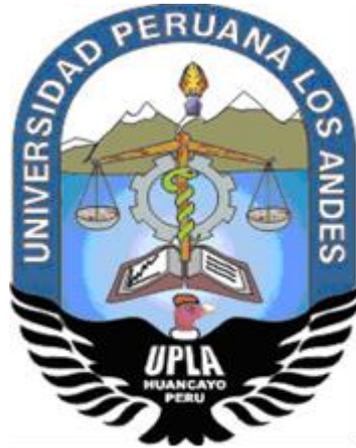


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE  
COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN,  
REGIÓN JUNÍN 2020**

**PRESENTADO POR:**

Bach. VARGAS RAMOS, JUAN CARLOS

Bach. CHANCA TEJEDA, MARYORIT

**Línea de Investigación Institucional:**  
Transporte y Urbanismo

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2021**

**ASESOR**

**ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**

## DEDICATORIA

*A mis padres por ser los pilares fundamentales en todo lo que soy, en mi educación, como de la vida, porque gracias a su esfuerzo ahora puedo culminar esta etapa de mi vida, por estar siempre a mi lado apoyándome incondicionalmente en todos los momentos difíciles y en mi formación profesional.*

*Mis hermanas que son mi soporte y compañía durante todo este tiempo, compartiendo los buenos y malos momentos, las quiero mucho.*

*Maryorit*

*Esta tesis esta dedica en memoria de mis familiares: Gina Araceli Vargas y Juan Marino Vargas Esteban, los gratos momentos que vivimos juntos durante varios años son mi fuente de inspiración y motivación ante los momentos de dificultad y de debilidad, gracias a ello perdura la valentía de seguir siempre adelante.*

*A mi familia, por estar al pendiente de mí, acompañándome durante en todo mi trayecto estudiantil y de mi vida, siendo mi fuente de energía en los momentos difíciles durante este arduo camino para convertirme en un profesional.*

*Juan*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por las bendiciones de la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el sustento y fortaleza en aquellos momentos de debilidad.

Así mismo agradezco infinitamente a mis padres que con sus palabras me hacen sentir orgullosa de quien soy, sin embargo, merecen el reconocimiento especial por el esfuerzo y dedicación que hicieron así mi persona para yo poder culminar mi carrera universitaria.

De igual forma agradezco la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y elaboración de este trabajo.

Maryorit CHANCA TEJEDA

Mi eterno agradecimiento a mis padres por el amor y el cariño que me dieron, sin embargo, no fue lo único, yo particularmente me siento muy orgulloso de ellos por ayudarme a trazar mi camino y a en caminar así un mañana próspero y de felicidad otorgándome las herramientas necesarias para empezar mi camino así el éxito.

Así mismo agradezco a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estaban conmigo en los momentos tristes, alegres y dificultosos, de alguna manera fueron participe de las decisiones que tome para lograr mi proyecto.

Juan Carlos VARGAS RAMOS

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Ruben Dario Tapia Silguera  
Presidente

---

Ing. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed  
Jurado

---

Ing. Alcides Luis Fabián Brañez  
Jurado

---

Ing. Christian Mallaupoma Reyes  
Jurado

---

Mg. Leonel Utiveros Peñaloza  
Secretario Docente

## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>IV</b>
<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>VI</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XXIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XXXIV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XXXV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>XXXVI</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>38</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>38</b>
1.1. Planteamiento del Problema .....	38
1.2. Formulación y Sistematización del Problema .....	40
1.2.1. Problema General .....	40
1.2.2. Problemas Específicos .....	40
1.3. Justificación .....	40
1.3.1. Practica o Social .....	40
1.3.2. Científica o Teórica .....	40
1.3.3. Metodológica .....	40
1.4. Delimitaciones .....	41
1.4.1. Espacial .....	41
1.4.2. Temporal .....	41
1.4.3. Económica .....	41
1.5. Limitaciones .....	41
1.5.1. Limitación Espacial .....	41
1.5.2. Limitación Temporal .....	41
1.6. Objetivos .....	41
1.6.1. Objetivo General .....	41

1.6.2. Objetivos Específicos .....	42
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>43</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>43</b>
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	43
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	43
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	44
2.2. Marco Conceptual.....	46
2.2.1. Puente Atirantado.....	46
2.2.2. Tipos de Puentes Atirantados .....	46
2.2.3. Características de los Puentes Atirantados.....	48
2.2.4. Proceso de Evaluación.....	54
2.2.5. Inspección de Puentes .....	54
2.2.6. Patologías en Puentes .....	55
2.2.7. Evaluación de Puentes.....	65
2.2.8. Rehabilitación en Puentes.....	95
2.2.9. Conservación de Puentes .....	106
2.3. Definición de Términos .....	112
2.4. Hipótesis .....	113
2.4.1. Hipótesis General.....	113
2.4.2. Hipótesis Específicas .....	113
2.5. Variables .....	113
2.5.1. Definición Conceptual de las Variables .....	114
2.5.2. Definición Operacional de las Variables .....	114
2.5.3. Operacionalización de Variables .....	114
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>116</b>
<b>3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>116</b>
3.1. Método de Investigación .....	116

3.2. Tipo de Investigación .....	116
3.3. Nivel de Investigación .....	116
3.4. Diseño de Investigación .....	116
3.5. Población y Muestra.....	117
3.5.1. Población.....	117
3.5.2. Muestra .....	117
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	117
3.7. Procesamiento de la Información.....	117
3.8. Técnicas y Análisis de Datos .....	118
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>119</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>119</b>
4.1. Aspectos Generales del Puente Comunero I .....	119
4.1.1. Ubicación y Localización .....	119
4.1.2. Cuenca (Río Mantaro).....	119
4.1.3. Descripción de la Zona de Estudio .....	120
4.1.4. Clima .....	121
4.1.5. Temperatura Media Anual .....	121
4.1.6. Precipitación Media Anual .....	121
4.2. Inspección del Puente Comunero I para su Evaluación.....	122
4.2.1. Características del Puente .....	122
4.2.2. Patologías Encontradas .....	127
4.3. Estudios Previos a la Evaluación .....	130
4.3.1. Estudio Topográfico.....	130
4.3.2. Estudio de Hidrología e Hidráulica .....	135
4.3.3. Estudio Geológico y Geotécnico.....	158
4.4. Ensayos para la Evaluación.....	160
4.4.1. Ensayo de Mecánica de Suelo .....	160

4.4.2. Esclerometría .....	162
4.4.3. Medición de Espesor de Pintura.....	165
4.5. Evaluación Hidráulica.....	165
4.5.1. Hidráulica en el Cruce del Puente .....	165
4.5.2. Modelación Hidráulica de Socavación con HEC-RAS V5.0.7.....	165
4.6. Evaluación Estructural .....	185
4.6.1. Criterios para la Evaluación Estructural.....	185
4.6.2. Modelo Computacional de Cálculo Estructural .....	185
4.6.3. Cuantificación de Cargas sobre el Puente .....	192
4.6.4. Cuantificación de cargas sísmicas .....	195
4.6.5. Consideraciones de Diseño.....	199
4.6.6. Resultados del Análisis Estructural sin Reforzar .....	200
4.6.7. Resultados del Análisis Estructural Reforzada .....	247
4.6.8. Modos y Periodos del Puente.....	294
4.6.9. Resultados de Sismo en el Puente.....	298
4.6.10. Tiempo – Historia del Puente .....	314
4.7. Control del Espesor de la Capa Seca de la Pintura .....	317
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>320</b>
<b>5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>320</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>331</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>332</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>333</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Secciones Típicas de Puentes Atirantados.....	49
<b>Tabla 2</b> Ancho de Grieta Tolerable en el Concreto Reforzado .....	57
<b>Tabla 3</b> Valores de Periodos de Retorno T (Años) .....	71
<b>Tabla 4</b> Factor de Ajuste de la Frecuencia de Observación Diaria .....	71

<b>Tabla 5</b> Coeficientes de Duración Lluvias entre 48 Horas y una Hora.....	72
<b>Tabla 6</b> Influencia de Diversos Factores Sobre el Coeficiente n.....	74
<b>Tabla 7</b> Valores del Coeficiente K1.....	83
<b>Tabla 8</b> Factor de Corrección por la Forma del Pilar Kf.....	84
<b>Tabla 9</b> Factor de Corrección por el Ángulo de Ataque del Flujo $K\Phi$ .....	85
<b>Tabla 10</b> Factor de Corrección por la Forma del Lecho Kc .....	85
<b>Tabla 11</b> Criterios para Adoptar Ka .....	86
<b>Tabla 12</b> Presencia de Factores Múltiples, m.....	88
<b>Tabla 13</b> Incremento de la Carga Viva por Efectos Dinámicos (IM.....	89
<b>Tabla 14</b> Valores Constantes V0 y Z0 .....	90
<b>Tabla 15</b> Presiones básicas, PB Correspondiente a una Velocidad VB = 100 mph .....	91
<b>Tabla 16</b> Valores de Factores de Sitio, Fpga En Periodo – Cero en el Espectro de Aceleración .....	92
<b>Tabla 17</b> Valores de Factores de Sitio, Fv, para Rango de Periodo Largo en el Espectro de Aceleración .....	92
<b>Tabla 18</b> Factor de Reducción Ambiental para Varios Sistemas de CFRP y Condiciones de Exposición .....	98
<b>Tabla 19</b> Límite de Tensión de Carga de Servicio Sostenidita más Cíclica de CFRP .....	103
<b>Tabla 20</b> Operacionalización de Variables .....	115
<b>Tabla 21</b> Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje .....	136
<b>Tabla 22</b> Valores de los Parámetros de la Cuenca.....	136
<b>Tabla 23</b> Cálculo del Coeficiente de Rugosidad – Cauce Principal .....	137
<b>Tabla 24</b> Cálculo del Coeficiente de Rugosidad - Zona de Inundación .....	137
<b>Tabla 25</b> Resumen de Coeficientes de Rugosidad.....	138
<b>Tabla 26</b> Datos de Precipitación Máxima en 24 Hrs. (mm).....	138
<b>Tabla 27</b> Distribución Nominal Q=58.98mm .....	139
<b>Tabla 28</b> Distribución Log Normal (2 Parámetros) Q=62.47 .....	141
<b>Tabla 29</b> Distribución Gumbel Q=66.87.....	142
<b>Tabla 30</b> Distribución Pearson Tipo III (Gamma 3 Parámetros) Q=67.65.....	143
<b>Tabla 31</b> Distribución de Frecuencia tipo log Pearson tipo III Q=73.46 .....	145

<b>Tabla 32</b> Precipitaciones Máximas en 24 Horas Calculadas .....	147
<b>Tabla 33</b> Precipitaciones Máximas $P_{m\acute{a}x}$ (mm) Según Tiempos de Duración	148
<b>Tabla 34</b> Intensidades de la Lluvia (mm/hr), Según el Periodo de Retorno ...	148
<b>Tabla 35</b> Resumen de aplicación de Regresión Potencial.....	149
<b>Tabla 36</b> Resumen de aplicación de Regresión Potencial.....	149
<b>Tabla 37</b> Cuadro de Intensidades para Diferentes Tiempos de Duración .....	150
<b>Tabla 38</b> Método del Bloque Alterno para Obtención de Hietograma de Diseño .....	152
<b>Tabla 39</b> Método del Bloque Alterno para Obtención de Hietograma de Diseño .....	153
<b>Tabla 40</b> Caudales de Diseño (m <sup>3</sup> /s) .....	158
<b>Tabla 41</b> Resumen de las Calicatas .....	162
<b>Tabla 42</b> Cuadro de Resumen de las Resistencias Tomadas por el Esclerómetro .....	164
<b>Tabla 43</b> Datos del Monograma.....	177
<b>Tabla 44</b> Datos Ingresados para el Cálculo de la Socavación Local .....	178
<b>Tabla 45</b> Resumen del Reporte de los Pilonos y Estribos .....	182
<b>Tabla 46</b> Cuadro de Resumen del Diseño Hidráulico $T_r=500$ años-Profundidad de Socavación.....	183
<b>Tabla 47</b> Designación del Nombre y Tensión de los Cables sin CFRP y con CFRP .....	190
<b>Tabla 48</b> Parámetros para el Espectro Sísmico.....	196
<b>Tabla 49</b> Combinación de Cargas .....	200
<b>Tabla 50</b> Momento Flector ( $M_{xx}$ ) - Losa sin CFRP.....	200
<b>Tabla 51</b> Momento Flector ( $M_{xx}$ ) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP. ....	201
<b>Tabla 52</b> Esfuerzo Cortante ( $Q_{xx}$ ) - Losa sin CFRP.....	201
<b>Tabla 53</b> Esfuerzo Cortante ( $Q_{xx}$ ) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.....	202
<b>Tabla 54</b> Fuerza a Compresión ( $S_{xx}$ ) - Losa sin CFRP.....	202
<b>Tabla 55</b> Fuerza a Compresión ( $S_{xx}$ ) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP. ....	203
<b>Tabla 56</b> Fuerza a Tracción ( $S_{xx}$ ) - Losa sin CFRP. ....	203

<b>Tabla 57</b> Fuerzas a Tracción (Sxx) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.....	204
<b>Tabla 58</b> Reacciones del Peso Propio (DC) – Losa sin CFRP .....	204
<b>Tabla 59</b> Reacciones de la Carga Muerta (DW) – Losa sin CFRP .....	205
<b>Tabla 60</b> Reacciones de la Carga Peatonal (PL) – Losa sin CFRP.....	206
<b>Tabla 61</b> Reacciones de la Carga Vehicular (LI) – Losa sin CFRP.....	207
<b>Tabla 62</b> Reacciones de la Fuerza de Frenado (BR) – Losa sin CFRP.....	207
<b>Tabla 63</b> Reacciones de la Carga de Viento (WS) – Losa sin CFRP .....	208
<b>Tabla 64</b> Deformaciones (Ugz) de las Cargas - Losa sin CFRP.....	209
<b>Tabla 65</b> Deformaciones (Ugz) de las Combinaciones de Cargas - Losa sin CFRP.....	209
<b>Tabla 66</b> Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP. ....	210
<b>Tabla 67</b> Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP. ....	210
<b>Tabla 68</b> Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.....	211
<b>Tabla 69</b> Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP. ....	211
<b>Tabla 70</b> Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.....	212
<b>Tabla 71</b> Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.....	212
<b>Tabla 72</b> Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.....	212
<b>Tabla 73</b> Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.....	212
<b>Tabla 74</b> Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP. ....	213
<b>Tabla 75</b> Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP. ....	213
<b>Tabla 76</b> Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP. ....	213

<b>Tabla 77</b> Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP. .....	213
<b>Tabla 78</b> Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.....	213
<b>Tabla 79</b> Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.....	214
<b>Tabla 80</b> Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.....	214
<b>Tabla 81</b> Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.....	214
<b>Tabla 82</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.....	214
<b>Tabla 83</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.....	215
<b>Tabla 84</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP. ....	215
<b>Tabla 85</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP. ....	215
<b>Tabla 86</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.....	216
<b>Tabla 87</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.....	216
<b>Tabla 88</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP. ....	217
<b>Tabla 89</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP. ....	217
<b>Tabla 90</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.....	217
<b>Tabla 91</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.....	217
<b>Tabla 92</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.....	218

<b>Tabla 93</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.....	218
<b>Tabla 94</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.....	218
<b>Tabla 95</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.....	218
<b>Tabla 96</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.....	219
<b>Tabla 97</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.....	219
<b>Tabla 98</b> Deformaciones (Uz) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.....	219
<b>Tabla 99</b> Deformaciones (Uz) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.....	219
<b>Tabla 100</b> Deformaciones (Uz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.....	220
<b>Tabla 101</b> Deformaciones (Uz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.....	220
<b>Tabla 102</b> Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.....	220
<b>Tabla 103</b> Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.....	220
<b>Tabla 104</b> Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.....	220
<b>Tabla 105</b> Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.....	221
<b>Tabla 106</b> Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.....	221
<b>Tabla 107</b> Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.....	221
<b>Tabla 108</b> Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.....	222

<b>Tabla 109</b> Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP. ....	222
<b>Tabla 110</b> Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP. ....	223
<b>Tabla 111</b> Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP. ....	223
<b>Tabla 112</b> Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP. ....	223
<b>Tabla 113</b> Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP. ....	224
<b>Tabla 114</b> Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa sin CFRP. ....	224
<b>Tabla 115</b> Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa sin CFRP. ....	225
<b>Tabla 116</b> Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa sin CFRP. ....	226
<b>Tabla 117</b> Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa sin CFRP. ....	227
<b>Tabla 118</b> Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP... ..	228
<b>Tabla 119</b> Momentos (My) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP... ..	229
<b>Tabla 120</b> Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP... ..	229
<b>Tabla 121</b> Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP... ..	230
<b>Tabla 122</b> Momentos (My) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP... ..	230
<b>Tabla 123</b> Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP... ..	230
<b>Tabla 124</b> Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP. ....	231
<b>Tabla 125</b> Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP. ....	231
<b>Tabla 126</b> Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP. ....	232
<b>Tabla 127</b> Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP. ....	232

<b>Tabla 128</b> Momentos ( $M_y$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	233
<b>Tabla 129</b> Momentos ( $M_z$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	233
<b>Tabla 130</b> Esfuerzo ( $F_x$ ) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	235
<b>Tabla 131</b> Esfuerzo ( $F_y$ ) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	236
<b>Tabla 132</b> Esfuerzo ( $F_z$ ) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	236
<b>Tabla 133</b> Esfuerzo ( $F_x$ ) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	236
<b>Tabla 134</b> Esfuerzo ( $F_y$ ) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	237
<b>Tabla 135</b> Esfuerzo ( $F_z$ ) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	237
<b>Tabla 136</b> Esfuerzo ( $F_x$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	238
<b>Tabla 137</b> Esfuerzo ( $F_y$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	238
<b>Tabla 138</b> Esfuerzo ( $F_z$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	238
<b>Tabla 139</b> Esfuerzo ( $F_x$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	239
<b>Tabla 140</b> Esfuerzo ( $F_y$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	239
<b>Tabla 141</b> Esfuerzo ( $F_z$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	240
<b>Tabla 142</b> Deformación ( $U_x$ ) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	242
<b>Tabla 143</b> Deformación ( $U_y$ ) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	242
<b>Tabla 144</b> Deformación ( $U_z$ ) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	242
<b>Tabla 145</b> Deformación ( $U_x$ ) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	243
<b>Tabla 146</b> Deformación ( $U_y$ ) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	243
<b>Tabla 147</b> Deformación ( $U_z$ ) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	244
<b>Tabla 148</b> Deformación ( $U_x$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	244
<b>Tabla 149</b> Deformación ( $U_y$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	245

<b>Tabla 150</b> Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP .....	245
<b>Tabla 151</b> Deformación (Ux) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	245
<b>Tabla 152</b> Deformación (Uy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	246
<b>Tabla 153</b> Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP .....	246
<b>Tabla 154</b> Momento Flector (Mxx) - Losa con CFRP.....	247
<b>Tabla 155</b> Momento Flector (Mxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.....	247
<b>Tabla 156</b> Esfuerzo Cortante (Qxx) - Losa con CFRP.....	248
<b>Tabla 157</b> Esfuerzo Cortante (Qxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.....	248
<b>Tabla 158</b> Fuerza a Compresión (Sxx) - Losa con CFRP.....	249
<b>Tabla 159</b> Fuerza a Compresión (Sxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.....	249
<b>Tabla 160</b> Cuadro Fuerza a Tracción (Sxx) - Losa con CFRP.....	250
<b>Tabla 161</b> Fuerzas a Tracción (Sxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.....	251
<b>Tabla 162</b> Reacciones de Peso Propio (DC) - Losa con CFRP.....	252
<b>Tabla 163</b> Reacciones de Carga Muerta (DW) - Losa con CFRP.....	252
<b>Tabla 164</b> Reacciones de Carga Peatonal (PL) - Losa con CFRP.....	252
<b>Tabla 165</b> Reacciones de Carga Vehicular (LL) - Losa con CFRP.....	253
<b>Tabla 166</b> Reacciones de Fuerza de Frenado (BR) - Losa con CFRP.....	253
<b>Tabla 167</b> Reacciones de Carga de Viento (WS) - Losa con CFRP.....	254
<b>Tabla 168</b> Reacciones del Caso 16 (R.I.) - Losa con CFRP.....	254
<b>Tabla 169</b> Reacciones del Caso 17 (R.III.) - Losa con CFRP.....	254
<b>Tabla 170</b> Reacciones del Caso 20 (S.I.) - Losa con CFRP.....	255
<b>Tabla 171</b> Reacciones del Caso 21 (F.I.) - Losa con CFRP.....	255
<b>Tabla 172</b> Deformaciones (UGZ) de las Cargas - Losa con CFRP.....	256
<b>Tabla 173</b> Deformaciones (UGZ) de las Combinaciones de Cargas - Losa con CFRP.....	257

<b>Tabla 174</b> Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.....	257
<b>Tabla 175</b> Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.....	258
<b>Tabla 176</b> Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.....	258
<b>Tabla 177</b> Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP. ....	258
<b>Tabla 178</b> Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.....	259
<b>Tabla 179</b> Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.....	259
<b>Tabla 180</b> Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP. ....	260
<b>Tabla 181</b> Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP. ....	260
<b>Tabla 182</b> Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.....	260
<b>Tabla 183</b> Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.....	260
<b>Tabla 184</b> Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.....	261
<b>Tabla 185</b> Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.....	261
<b>Tabla 186</b> Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.....	261
<b>Tabla 187</b> Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.....	261
<b>Tabla 188</b> Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.....	262
<b>Tabla 189</b> Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.....	262

<b>Tabla 190</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.....	262
<b>Tabla 191</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.....	262
<b>Tabla 192</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP. ....	263
<b>Tabla 193</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.....	263
<b>Tabla 194</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP. ....	264
<b>Tabla 195</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP. ....	264
<b>Tabla 196</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas Combinadas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP. ....	264
<b>Tabla 197</b> Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas Combinadas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP. ....	264
<b>Tabla 198</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.....	265
<b>Tabla 199</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.....	265
<b>Tabla 200</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.....	265
<b>Tabla 201</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.....	265
<b>Tabla 202</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.....	266
<b>Tabla 203</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.....	266
<b>Tabla 204</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.....	266
<b>Tabla 205</b> Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.....	266
<b>Tabla 206</b> Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal – Agua Arriba	267

<b>Tabla 207</b> Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal – Agua Abajo	267
<b>Tabla 208</b> Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal N°1-Intermedia	267
<b>Tabla 209</b> Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal N°2-Intermedia	267
<b>Tabla 210</b> Deformaciones de las Cargas de Viga 0+000	267
<b>Tabla 211</b> Deformaciones de las Cargas de Viga 0+035	268
<b>Tabla 212</b> Deformaciones de las Cargas de Viga 0+070	268
<b>Tabla 213</b> Deformaciones de las Cargas de Viga 0+150	268
<b>Tabla 214</b> Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP	268
<b>Tabla 215</b> Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP	268
<b>Tabla 216</b> Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP	269
<b>Tabla 217</b> Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP	270
<b>Tabla 218</b> Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000 – Losa con CFRP	270
<b>Tabla 219</b> Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035 – Losa con CFRP	271
<b>Tabla 220</b> Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070 – Losa con CFRP	271
<b>Tabla 221</b> Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150 – Losa con CFRP	271
<b>Tabla 222</b> Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa con CFRP	272
<b>Tabla 223</b> Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa con CFRP	273
<b>Tabla 224</b> Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa con CFRP	274
<b>Tabla 225</b> Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa con CFRP	275

<b>Tabla 226</b> Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .	276
<b>Tabla 227</b> Momentos (My) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .	277
<b>Tabla 228</b> Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .	277
<b>Tabla 229</b> Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .	277
<b>Tabla 230</b> Momentos (My) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .	278
<b>Tabla 231</b> Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .	278
<b>Tabla 232</b> Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	279
<b>Tabla 233</b> Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	279
<b>Tabla 234</b> Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	279
<b>Tabla 235</b> Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .....	280
<b>Tabla 236</b> Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .....	280
<b>Tabla 237</b> Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .....	281
<b>Tabla 238</b> Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	283
<b>Tabla 239</b> Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	283
<b>Tabla 240</b> Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	283
<b>Tabla 241</b> Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .....	284
<b>Tabla 242</b> Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .....	284
<b>Tabla 243</b> Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .....	285
<b>Tabla 244</b> Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	285
<b>Tabla 245</b> Esfuerzo (Fy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	286
<b>Tabla 246</b> Esfuerzo (Fz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	286
<b>Tabla 247</b> Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .....	286

<b>Tabla 248</b> Esfuerzo ( $F_y$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP.....	287
<b>Tabla 249</b> Esfuerzo ( $F_z$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP.....	287
<b>Tabla 250</b> Deformación ( $U_x$ ) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	289
<b>Tabla 251</b> Deformación ( $U_y$ ) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	289
<b>Tabla 252</b> Deformación ( $U_z$ ) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .....	290
<b>Tabla 253</b> Deformación ( $U_x$ ) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .....	290
<b>Tabla 254</b> Deformación ( $U_y$ ) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .....	291
<b>Tabla 255</b> Deformación ( $U_z$ ) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .....	291
<b>Tabla 256</b> Deformación ( $U_x$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP.....	292
<b>Tabla 257</b> Deformación ( $U_y$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP.....	292
<b>Tabla 258</b> Deformación ( $U_z$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP.....	292
<b>Tabla 259</b> Deformación ( $U_x$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP.....	293
<b>Tabla 260</b> Deformación ( $U_y$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP.....	293
<b>Tabla 261</b> Deformación ( $U_z$ ) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .....	294
<b>Tabla 262</b> Periodos de Vibraciones del Caso 22 (Modal).....	294
<b>Tabla 263</b> Ratios de Masa Participativa Modal del Análisis en el Caso 22....	297
<b>Tabla 264</b> Sismo X en Losa.....	298
<b>Tabla 265</b> Sismo Y en Losa.....	298
<b>Tabla 266</b> Sismo X en Vigas Longitudinales Externas .....	300

<b>Tabla 267</b> Sismo Y en Vigas Longitudinales Externas .....	300
<b>Tabla 268</b> Sismo X en Vigas Longitudinales Internas.....	300
<b>Tabla 269</b> Sismo Y en Vigas Longitudinales Internas.....	301
<b>Tabla 270</b> Sismo X en Vigas Transversales (0+000 – 0+035).....	301
<b>Tabla 271</b> Sismo Y en Vigas Transversales (0+000 – 0+035).....	301
<b>Tabla 272</b> Sismo X en Vigas Transversales (0+070 – 0+150).....	301
<b>Tabla 273</b> Sismo Y En Vigas Transversales (0+070 – 0+150) .....	302
<b>Tabla 274</b> Sismo X en Cables .....	305
<b>Tabla 275</b> Sismo Y en Cables .....	305
<b>Tabla 276</b> Sismo X en Torre 01 .....	308
<b>Tabla 277</b> Sismo Y en Torre 01 .....	308
<b>Tabla 278</b> Sismo X en Torre 02.....	309
<b>Tabla 279</b> Sismo Y en Torre 02.....	309
<b>Tabla 280</b> Resumen de Comparación .....	317
<b>Tabla 281</b> Propiedades de Torón de Pretensar y de Barras.....	327
<b>Tabla 282</b> Cuadro de Verificación de la Resistencia a Tracción de los Tirantes- Aguas Abajo.....	327
<b>Tabla 283</b> Cuadro de Verificación de la Resistencia a Tracción de los Tirantes- Aguas Arriba .....	328

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Fotografía del Puente Atirantado de Torre Lateral en Taiwán (Puente del Amor).....	46
<b>Figura 2</b> Fotografía del Puente Atirantado de Torre Lateral en Jerusalén.....	47
<b>Figura 3</b> Fotografía del Puente Atirantado Asimétrico. SNP Bridge – Novy most .....	47
<b>Figura 4</b> Fotografía del Puente del Alamillo en Sevilla .....	48
<b>Figura 5</b> Diagrama de Distribución de Fuerzas en Puente Atirantado.....	49
<b>Figura 6</b> Dibujo de una Sección de Tablero de un Puente .....	50
<b>Figura 7</b> Dibujo de un Puente en Suspensión Central.....	51
<b>Figura 8</b> Dibujo de un Puente en Suspensión Lateral .....	51
<b>Figura 9</b> Dibujo de un Puente en Suspensión en Tres Planos .....	52

<b>Figura 10</b> Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Arpa .....	52
<b>Figura 11</b> Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Abanico.....	53
<b>Figura 12</b> Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Semi-arpa .....	53
<b>Figura 13</b> Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Asimétrico .....	53
<b>Figura 14</b> Dibujo de Tipos de Torres .....	54
<b>Figura 15</b> Fotografía del Colapso del Topará - Chincha.....	56
<b>Figura 16</b> Fotografía de la Eflorescencia en el Concreto .....	58
<b>Figura 17</b> Fotografía de la Cangrejera en el Concreto .....	58
<b>Figura 18</b> Fotografía de la Disgregación en el Concreto .....	59
<b>Figura 19</b> Fotografía de las Grietas en el Concreto.....	59
<b>Figura 20</b> Fotografía de la Corrosión del Concreto .....	60
<b>Figura 21</b> Fotografía del Impacto de un Vehículo al Puente Villarán.....	61
<b>Figura 22</b> Fotografía de la Degradación del Acero.....	62
<b>Figura 23</b> Fotografía de Grieta en el Puente el Limón (Meta) .....	63
<b>Figura 24</b> Fotografía del Desconchado en la Pintura .....	64
<b>Figura 25</b> Fotografía de Fisuras en la Pintura .....	64
<b>Figura 26</b> Fotografía de Ampollas en la Pintura .....	65
<b>Figura 27</b> Fotografía de Suciedad en la Pintura .....	65
<b>Figura 28</b> Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 0.0 seg. ....	76
<b>Figura 29</b> Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 1.0 seg .....	77
<b>Figura 30</b> Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 0.2 seg .....	78
<b>Figura 31</b> Fotografía del Terremoto en Yurimaguas - 2019 .....	79
<b>Figura 32</b> Ábaco para Determinar la Resistencia a Compresión del Concreto	81
<b>Figura 33</b> Dibujo de las Características de Camión de Diseño .....	88
<b>Figura 34</b> Grafico del Espectro de Respuesta.....	93
<b>Figura 35</b> Dibujo de la Lectura del Espesor de Pintura .....	95
<b>Figura 36</b> Dibujo de la Barra de Refuerzo CFRP y Refuerzo Adherido.....	98
<b>Figura 37</b> Diagrama de Bloques en Viga con CFRP .....	99
<b>Figura 38</b> Grafico del Factor de Reducción .....	102
<b>Figura 39</b> Fotografía del Puente Solidaridad .....	108

<b>Figura 40</b>	Fotografía del Puente Balta.....	108
<b>Figura 41</b>	Fotografía del Puente de Piedra .....	109
<b>Figura 42</b>	Fotografía del Colapso del Puente Virú.....	110
<b>Figura 43</b>	Fotografía del Nuevo Puente Virú .....	110
<b>Figura 44</b>	Gráfico de Puente Afectados a Nivel Nacional - 2017.....	111
<b>Figura 45</b>	Dibujo del Colapso Puente Solidaridad .....	112
<b>Figura 46</b>	Fotografía Satelital de la Ubicación del Puente Comunero I .....	119
<b>Figura 47</b>	Plano de la Cuenca del Río Mantaro.....	120
<b>Figura 48</b>	Gráfico de Temperaturas Mínimas y Máximas .....	121
<b>Figura 49</b>	Gráfico de Precipitación Promedio .....	122
<b>Figura 50</b>	Dibujo del Perfil Longitudinal del Puente Comunero I .....	123
<b>Figura 51</b>	Fotografía Panorámica del Puente Comunero I .....	123
<b>Figura 52</b>	Dibujo en Planta del Puente Comunero I .....	124
<b>Figura 53</b>	Dibujo de la Elevación del Puente Comunero I .....	125
<b>Figura 54</b>	Dibujo en Planta del Estribo del Puente Comunero I .....	125
<b>Figura 55</b>	Dibujo de Elevación del Estribo del Puente Comunero I .....	125
<b>Figura 56</b>	Dibujo de la Sección Transversal del Tablero del Puente Comunero I .....	126
<b>Figura 57</b>	Fotografía de Fisuras en la Parte Inferior del Tablero .....	127
<b>Figura 58</b>	Fotografía de Fisuras en la Parte Superior del Tablero.....	128
<b>Figura 59</b>	Fotografía de Eflorescencia en el Tablero.....	128
<b>Figura 60</b>	Fotografía de Cangrejera en el Pílon.....	129
<b>Figura 61</b>	Fotografía del Desgaste de la Pintura .....	129
<b>Figura 62</b>	Fotografía del Desprendimiento de la Pintura .....	130
<b>Figura 63</b>	Fotografía del Desconchado de la Pintura .....	130
<b>Figura 64</b>	Fotografía del DRONE en el Área de Trabajo.....	131
<b>Figura 65</b>	Fotografía del DRONE con el equipo de trabajo .....	131
<b>Figura 66</b>	Fotografía de la Toma de Datos de la Batimetría.....	132
<b>Figura 67</b>	Fotografía de la Batimetría con el Equipo de Trabajo .....	132
<b>Figura 68</b>	Gráfico de la Sección Transversal 0+960.00.....	133
<b>Figura 69</b>	Gráfico de la Sección Transversal 0+840.00.....	133
<b>Figura 70</b>	Gráfico de la Sección Transversal 0+720.00.....	134
<b>Figura 71</b>	Dibujo de las Secciones Interpoladas .....	134

<b>Figura 72</b> Dibujo en Planta del Terreno de Estudio.....	135
<b>Figura 73</b> Delimitación de la Sub Cuenca del Río Mantaro .....	137
<b>Figura 74</b> Gráfico de Histograma Histórico - Jauja.....	139
<b>Figura 75</b> La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 58.98 mm .....	140
<b>Figura 76</b> La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 62.47 mm .....	142
<b>Figura 77</b> La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 66.87 mm .....	143
<b>Figura 78</b> La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 67.65 mm .....	144
<b>Figura 79</b> La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 73.46 mm .....	146
<b>Figura 80</b> Precipitación Máxima vs la Precipitación Máxima Corregida en los Diferentes Periodos de Retorno .....	147
<b>Figura 81</b> Relación entre la Constante d y T. ....	150
<b>Figura 82</b> Curva I-D-F de los Diferentes Periodos de Retorno .....	151
<b>Figura 83</b> Curva I-D-F de un Periodo de Retorno de 100 Años.....	151
<b>Figura 84</b> Hietograma de Precipitación de Diseño (T=100).....	153
<b>Figura 85</b> Curva I-D-F de un Periodo de Retorno de 100 Años.....	153
<b>Figura 86</b> Hietograma de Precipitación de Diseño (T=500).....	155
<b>Figura 87</b> Modelo de las Subcuencas Medio Alto Mantaro y Unidad Hidrográfica 499691 .....	155
<b>Figura 88</b> Modelo Meteorológico Estación CO Jauja .....	156
<b>Figura 89</b> Modelo de Control para la Simulación de Cuenca .....	157
<b>Figura 90</b> Hidrograma de Salida de la Cuenca Mantaro .....	157
<b>Figura 91</b> Carta Geológica Nacional .....	159
<b>Figura 92</b> Fotografía de Calicata N°01 .....	160
<b>Figura 93</b> Fotografía de Calicata N°06 .....	160
<b>Figura 94</b> Fotografía del Ensayo de Granulométrico .....	161
<b>Figura 95</b> Fotografía de la Separación de Muestras .....	161
<b>Figura 96</b> Fotografía del Esclerómetro .....	163
<b>Figura 97</b> Fotografía de la Esclerometría en el Estribo .....	163
<b>Figura 98</b> Fotografía de la Esclerometría en el Pilón - Inferior .....	163
<b>Figura 99</b> Fotografía de la Esclerometría en el Pilón - Superior.....	164
<b>Figura 100</b> Fotografía de Medición de Espesores de Pintura .....	165
<b>Figura 101</b> Datos Topográficos en Planta en HEC-RAS V5.0.7 .....	166
<b>Figura 102</b> Estaciones y Elevaciones Importados del AutoCAD Civil 3D .....	167

<b>Figura 103</b> Sección Transversal Importado del AutoCAD Civil 3D.....	167
<b>Figura 104</b> Parámetros Geotécnicos del D50 y el D95 .....	168
<b>Figura 105</b> Caudales de Diseño en el HEC-RAS V5.0.7.....	168
<b>Figura 106</b> Pendiente del Río en el HEC-RAS V5.0.7.....	169
<b>Figura 107</b> Datos Geométricos del Puente .....	169
<b>Figura 108</b> Datos Geométricos del Pilón 1 y 2 .....	170
<b>Figura 109</b> Datos Geométricos del Estribo 1 y 2.....	170
<b>Figura 110</b> Sección del Puente Comunero I en el HEC-RAS V5.0.7.....	171
<b>Figura 111</b> Sección Transversal al Nivel del Puente $Tr=100$ años.....	171
<b>Figura 112</b> Sección Transversal al Nivel del Puente $Tr=500$ años.....	172
<b>Figura 113</b> Fraccionamiento de la Sección Transversal del Río.....	172
<b>Figura 114</b> Distribución del Promedio de las Velocidades por Tramos en la Sección Transversal.....	173
<b>Figura 115</b> Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I, con un Q medio.....	173
<b>Figura 116</b> Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I ( $Tr=100$ años) .....	174
<b>Figura 117</b> Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I ( $Tr=500$ años) .....	174
<b>Figura 118</b> Perspectiva en 3D del Río Mantaro.....	175
<b>Figura 119</b> Perfil Longitudinal del Espejo de Agua para los Diferentes Caudales .....	175
<b>Figura 120</b> Flujo del Río Mantaro para un $Q_{medio}$ .....	176
<b>Figura 121</b> Flujo del Río Mantaro para $Tr=100$ años.....	176
<b>Figura 122</b> Flujo del Río Mantaro para un $Tr=500$ años.....	177
<b>Figura 123</b> Curva de Caudal vs. El tirante Máximo a la Altura BR U del Puente .....	177
<b>Figura 124</b> Parámetros Geotécnicos para la Modelación de la Socavación por Contracción.....	178
<b>Figura 125</b> Velocidad de Caída ( $w$ ) .....	178
<b>Figura 126</b> Parámetros para la Modelación de la Socavación en los Pilares	179
<b>Figura 127</b> Gráfico de Profundidad de Socavación para un $Q_{med}=228.97$ m <sup>3</sup> /s. ....	179

<b>Figura 128</b> Reporte del Diseño Hidráulico de Qmed -Profundidad de Socavación .....	180
<b>Figura 129</b> Gráfico de Profundidad de Socavación para un Tr=100 años.....	181
<b>Figura 130</b> Reporte del Diseño Hidráulico Tr=100 años-Profundidad de Socavación.....	181
<b>Figura 131</b> Gráfico de Profundidad de Socavación para un Tr=500 años.....	182
<b>Figura 132</b> Reporte del Diseño Hidráulico Tr=500 años - Profundidad de Socavación.....	183
<b>Figura 133</b> Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación de los Pilares .....	184
<b>Figura 134</b> Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación del Estribo Derecho .....	184
<b>Figura 135</b> Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación del Estribo Izquierdo .....	185
<b>Figura 136</b> Datos Ingresados del Tablero .....	188
<b>Figura 137</b> Vista de Cable de la Margen Izquierda .....	189
<b>Figura 138</b> Vista de Cable de la Margen Derecha.....	189
<b>Figura 139</b> Vista de Torre con Tirantes Semi-Arpa .....	189
<b>Figura 140</b> Modelo Matemático del Puente Comunero I .....	191
<b>Figura 141</b> Vista de las Torres .....	191
<b>Figura 142</b> Modelo Matemático de la Torre.....	192
<b>Figura 143</b> Modelo Matemático del Puente Comunero I – Vista 3D.....	192
<b>Figura 144</b> Carga Móvil Vehicular del HL-93.....	193
<b>Figura 145</b> Carga Móvil Vehicular del Tándem .....	193
<b>Figura 146</b> Carga del Carril de Diseño en la Losa.....	194
<b>Figura 147</b> Incremento por Carga Dinámica (Im) .....	194
<b>Figura 148</b> Cargas Peatonal (PI).....	195
<b>Figura 149</b> Grafico del Espectro de Respuesta.....	196
<b>Figura 150</b> Gráfico de Aceleración del Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente EW .....	197
<b>Figura 151</b> Gráfico de Aceleración del Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente NS.....	197

<b>Figura 152</b> Gráfico de Aceleración del Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente EW .....	197
<b>Figura 153</b> Gráfico de Aceleración del Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente NS.....	197
<b>Figura 154</b> Gráfico de Aceleración del Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, componente EW .....	198
<b>Figura 155</b> Gráfico de Aceleración del Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente NS.....	198
<b>Figura 156</b> Gráfico de Aceleración del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente EW .....	198
<b>Figura 157</b> Gráfico de Aceleración del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente NS.....	198
<b>Figura 158</b> Gráfico de Escalamiento del Sismo.....	199
<b>Figura 159</b> Momento Flector del Caso 16 – Losa sin CFRP .....	201
<b>Figura 160</b> Esfuerzo Cortante del Caso 16 – Losa sin CFRP .....	202
<b>Figura 161</b> Fuerza a Compresión del Caso 16 – Losa sin CFRP.....	203
<b>Figura 162</b> Fuerza a Tracción del Caso 16 – Losa sin CFRP .....	204
<b>Figura 163</b> Reacciones del Peso Propio (DC) – Losa sin CFRP.....	205
<b>Figura 164</b> Reacciones de la Carga Muerta (DW) – Losa sin CFRP.....	206
<b>Figura 165</b> Reacciones de la Carga Peatonal (PL) – Losa sin CFRP .....	206
<b>Figura 166</b> Reacciones de la Carga Vehicular (LL) – Losa sin CFRP .....	207
<b>Figura 167</b> Reacciones de la Fuerza de Frenado (BR) – Losa sin CFRP .....	208
<b>Figura 168</b> Reacciones de la Carga de Viento (WS) – Losa sin CFRP.....	209
<b>Figura 169</b> Deformación de Losa del Caso 16 - Losa sin CFRP.....	210
<b>Figura 170</b> Deformación de Viga del Caso 16- Losa sin CFRP.....	211
<b>Figura 171</b> Esfuerzo Cortante de Viga del Caso 16 - Losa sin CFRP.....	216
<b>Figura 172</b> Deformación de la Viga Longitudinal Externa del Caso 16 - Losa sin CFRP. ....	222
<b>Figura 173</b> Deformación de la Viga Longitudinal Intermedia del Caso 16 - Losa sin CFRP.....	223
<b>Figura 174</b> Deformación de la Viga Transversal 0+150 del Caso 16 - Losa sin CFRP. ....	224
<b>Figura 175</b> Tensión Axial (Fx) del Caso 16 de los Cables – Losa sin CFRP. ....	228

<b>Figura 176</b> Momento (Mx) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP .....	234
<b>Figura 177</b> Momento (My) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP .....	234
<b>Figura 178</b> Momento (Mz) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP .....	235
<b>Figura 179</b> Esfuerzo (Fx) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP .....	240
<b>Figura 180</b> Esfuerzo (Fy) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP .....	241
<b>Figura 181</b> Esfuerzo (Fz) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP .....	241
<b>Figura 182</b> Momento Flector del Caso 16 – Losa con CFRP .....	248
<b>Figura 183</b> Esfuerzo Cortante del Caso 16 – Losa con CFRP .....	249
<b>Figura 184</b> Fuerza a Compresión del Caso 16 – Losa con CFRP.....	250
<b>Figura 185</b> Fuerza a Tracción del Caso 16 – Losa con CFRP .....	251
<b>Figura 186</b> Reacciones de la Combinación de Carga Caso 16 - Losa con CFRP. .....	256
<b>Figura 187</b> Deformación del Caso 16 - Losa con CFRP. ....	257
<b>Figura 188</b> Deformación del Caso 16- Losa con CFRP. ....	259
<b>Figura 189</b> Esfuerzo Cortante de Viga del Caso 16 - Losa con CFRP .....	263
<b>Figura 190</b> Deformación de la Viga Longitudinal Externa del Caso 16 - Losa con CFRP. ....	269
<b>Figura 191</b> Deformación de la Viga Longitudinal Intermedia del Caso 16 - Losa con CFRP.....	270
<b>Figura 192</b> Deformación de la Viga Transversal 0+150 del Caso 16 - Losa con CFRP. ....	272
<b>Figura 193</b> Tensión Axial (Fx) del Caso 16 de los Cables – Losa con CFRP	276
<b>Figura 194</b> Momento (Mx) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP.....	281
<b>Figura 195</b> Momento (My) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP.....	282
<b>Figura 196</b> Momento (Mz) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP.....	282
<b>Figura 197</b> Esfuerzo (Fx) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP .....	288
<b>Figura 198</b> Esfuerzo (Fy) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP .....	288
<b>Figura 199</b> Esfuerzo (Fz) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP .....	289
<b>Figura 200</b> Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.53 Hz .....	295
<b>Figura 201</b> Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.83 Hz .....	295
<b>Figura 202</b> Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.95 Hz .....	295
<b>Figura 203</b> Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.99 Hz .....	296
<b>Figura 204</b> Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 1.30 Hz .....	296

<b>Figura 205</b> Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 1.45 Hz .....	296
<b>Figura 206</b> Momento de Losa – Sismo X .....	298
<b>Figura 207</b> Esfuerzo Cortante de Losa – Sismo X .....	299
<b>figura 208</b> Esfuerzo a Compresión de Losa – Sismo X.....	299
<b>Figura 209</b> Esfuerzo a Tracción de Losa – Sismo X .....	299
<b>Figura 210</b> Deformación de Losa – Sismo X.....	300
<b>Figura 211</b> Momento de Viga – Sismo X.....	302
<b>Figura 212</b> Momento de Viga – Sismo Y.....	302
<b>Figura 213</b> Esfuerzo Cortante de Viga– Sismo X.....	302
<b>Figura 214</b> Esfuerzo Cortante de Viga– Sismo Y .....	303
<b>Figura 215</b> Deformación de Viga Longitudinal – Sismo X .....	303
<b>Figura 216</b> Deformación de Viga Longitudinal – Sismo Y .....	303
<b>Figura 217</b> Deformación de Viga Transversal – Sismo X.....	304
<b>Figura 218</b> Deformación de Vigas Transversal - Sismo Y.....	304
<b>Figura 219</b> Esfuerzo de Cables – Sismo X.....	307
<b>Figura 220</b> Esfuerzo de Cables – Sismo Y.....	307
<b>Figura 221</b> Tensión Normal de Cables – Sismo X.....	307
<b>Figura 222</b> Tensión Normal de Cables – Sismo Y.....	308
<b>Figura 223</b> Esfuerzo de Torre – Sismo X .....	310
<b>Figura 224</b> Esfuerzo de Torre – Sismo Y .....	310
<b>Figura 225</b> Esfuerzo de Torre – Sismo X .....	310
<b>Figura 226</b> Esfuerzo de Torre – Sismo Y .....	311
<b>Figura 227</b> Esfuerzo de Torre – Sismo X .....	311
<b>Figura 228</b> Esfuerzo de Torre – Sismo Y .....	311
<b>Figura 229</b> Momento de Torre – Sismo X .....	312
<b>Figura 230</b> Momento de Torre – Sismo Y .....	312
<b>Figura 231</b> Momento de Torre – Sismo X .....	312
<b>Figura 232</b> Momento de Torre – Sismo Y .....	313
<b>Figura 233</b> Momento de Torre – Sismo X .....	313
<b>Figura 234</b> Momento de Torre – Sismo Y .....	313
<b>Figura 235</b> Gráfico de Desplazamiento del Puente según del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente NS. ....	314

<b>Figura 236</b> Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente EW. ....	314
<b>Figura 237</b> Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente NS. ....	315
<b>Figura 238</b> Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente EW.....	315
<b>Figura 239</b> Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente NS.....	315
<b>Figura 240</b> Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente EW.....	316
<b>Figura 241</b> Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente NS.....	316
<b>Figura 242</b> Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente EW. ....	317
<b>Figura 243</b> Deflexión en el Software AUTODESK ROBOT .....	321
<b>Figura 244</b> Curva de Deflexión de Losa sin CFRP vs. con CFRP.....	322
<b>Figura 245</b> Curva de Deflexión de Viga Longitudinales en los Extremos de Losa sin CFRP vs. con CFRP.....	322
<b>Figura 246</b> Curva de Deflexión de Viga Longitudinales Intermedias de Losa sin CFRP vs. con CFRP .....	323
<b>Figura 247</b> Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+000 de Losa sin CFRP vs. con CFRP .....	323
<b>Figura 248</b> Curva de deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+035 de Losa sin CFRP vs. con CFRP .....	324
<b>Figura 249</b> Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+070 de Losa sin CFRP vs. con CFRP .....	324
<b>Figura 250</b> Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+150 de Losa sin CFRP vs. con CFRP .....	325
<b>Figura 251</b> Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+230 de Losa sin CFRP vs. con CFRP .....	325
<b>Figura 252</b> Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+265 de Losa sin CFRP vs. con CFRP .....	326

<b>Figura 253</b> Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+300 de Losa sin CFRP vs. con CFRP .....	326
<b>Figura 254</b> Análisis Pushover de la Torre 01 .....	329
<b>Figura 255</b> Análisis Pushover de la Torre 02 .....	329

## RESUMEN

La investigación parte de la problemática: ¿Cuál es la condición real del puente comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?, del cual el objetivo principal consiste en: Determinar la condición real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020; e hipótesis principal: La condición real del puente de Comunero I es confiable después de su rehabilitación, región Junín 2020.

Respecto a la metodología, el tipo de investigación utilizado será cuantitativo de tipo de investigación aplicativo, de nivel explicativo y diseño: cuasi experimental; se tendrá de muestra los componentes del puente Comunero I.

Del cual el presente proyecto de investigación, se desarrollará de acuerdo a los resultados y conclusiones respectivamente.

**Palabras claves:** Evaluación, rehabilitación, reparación, reforzamiento, conservación, socavación y patología.

## **ABSTRACT**

The research starts with the problem: How will the evaluation of the Comunero I bridge allow to know the real condition of the bridge after its rehabilitation, Junín Region -2020? Of which the main objective consists of: Determining the real condition of the Comunero I bridge after its rehabilitation, Junín 2020 region; and main hypothesis: The real condition of the Comunero I bridge is better after its rehabilitation, Junín 2020 region.

Regarding the methodology, the type of research used will be quantitative of the type of applicative research, explanatory level and design: quasi-experimental; The components of the Comunero I bridge will be taken as a sample.

**Keywords:** Evaluation, rehabilitation, repair, reinforcement, conservation, scouring and pathologies.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación se enfocó en el puente Comunero I, ubicado en el Río Mantaro entre las localidades de Auquimarca y Tres de Diciembre, Distritos de Chilca y Tres de Diciembre, Provincias de Huancayo y Chupaca del Departamento de Junín, en la ciudad de Huancayo es el primer puente de gran extensión y vistoso, por medio de la empresa SIMA (Servicios Industriales de la Marina) se ejecutó el proyecto por encargo del GRJ (Gobierno Regional de Junín).

El proyecto: “Construcción del Puente sobre el Río Mantaro, Distritos de Chilca y Tres de Diciembre, Provincias de Huancayo y Chupaca-Departamento de Junín”, es una obra de gran envergadura en la que intervinieron profesionales de las diferentes especialidades para su ejecución, proceso que debió llevarse el control adecuado en las diferentes etapas del proceso constructivo. Proceso que se llevó a cabo con deficiencia, por ello, el puente presentó anomalías al término de su ejecución, ocasionando adicionales para el tratamiento de fisuras en la losa de concreto del puente.

Los trabajos de rehabilitación (tratamiento de fisuras en la losa) del Puente Comunero I implico los siguientes aspectos: el refuerzo de la cara superior de la losa empleó barras de fibra de carbono y el refuerzo de la cara inferior láminas de fibra de carbono, sellando la superficie con MAPEWRAP.

La investigación abarcará en la evaluación hidráulica, estructural y control de calidad de la pintura. La evaluación hidráulica es necesaria para comparar y actualizar los resultados de la socavación, para eso se realizarán estudios previos como: levantamiento topográfico, hidrológico, geotécnico, recopilando los datos necesarios para la modelación hidráulica, para ello se procesará en el software HECRAS VS.15. La evaluación estructural considera al esclerómetro uno de los ensayos para determinar la resistencia del concreto; teniendo como base la recopilación de la resistencia de cada elemento compuesto de los diferentes materiales, por ende, el análisis de cada elemento consiste en verificar su estabilidad expuesto a cargas permanentes, cargas variables o eventos extremos (sismo), para lo cual se hará uso del software Autodesk Robot Structural 2018. Para el control de calidad de la pintura se

realizará una inspección de campo así detectar las patologías existentes en todo el tramo del puente y realizando el ensayo de la medición del espesor de la pintura, del cual compararemos los resultados con las normas que comprometen a esta.

La presente tesis consta de cuatro capítulos, de los cuales se detallarán respectivamente en el transcurso de la investigación:

**Primer capítulo:** Se detallará el planteamiento del problema de la investigación de acuerdo al objeto de estudio, y por ende se tendrán objetivos a los cuales se deberían llegar. Implicará de la delimitación y formulación del problema, justificación, y objetivos.

**Segundo capítulo:** Se elaborará un amplio desarrollo del marco teórico con respecto al tema de investigación, así esclareciendo las bases teóricas y se puntualizarán las hipótesis y variables a partir del planteamiento del problema de la investigación.

**Tercer capítulo:** Se desarrollará la metodología de la investigación donde se detallarán el procedimiento y los cálculos para la evaluación del Puente Comunero I en el área estructural, hidráulica y control de calidad luego de su rehabilitación, permitiéndose verificar el estado real en la que se encontraba el puente.

**Cuarto capítulo:** Se obtendrán los resultados y la contrastación de hipótesis, luego de la evaluación y análisis del Puente Comunero I.

**Quinto capítulo:** Se realizarán las discusiones de los resultados con respecto a los resultados, teniendo a consideración las bibliografías analizadas y el reglamento respectivo.

Esperamos que la elaboración de la presente tesis constituya un aporte a la ingeniería civil.

Bach. Vargas Ramos, Juan Carlos & Bach. Chanca Tejeda, Maryorit.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del Problema

Siendo Huancayo una provincia en vías de desarrollo, requiere construir puentes de diversas características, que permitan un intercambio sociocultural y económico entre los distritos; factor necesario para el desarrollo. Actualmente la provincia de Huancayo y Chupaca cuenta con el segundo puente más largo del Perú (Puente Comunero I), el que une los distritos de Chilca y Tres de Diciembre.

El Puente Comunero I es de tipo atirantado de infraestructura mixta (concreto y acero), obra de gran envergadura ubicado en las localidades de Auquimarca y Tres de Diciembre, Distritos de Chilca y Tres de Diciembre, Provincias de Huancayo y Chupaca del Departamento de Junín., comprende las siguientes características: el puente tiene una longitud total de 300.00 m (de tres tramos 70 m, 160 m y 70 m), el tablero de concreto armado abarca un ancho total de 11.60 m y con un espesor de 0.225 m , el tablero se compone de perfiles de acero transversales y longitudinales, estando soldados y empernados entre sí, soportado por 48 tirantes o cables strands de tipo semi-arpa que transfieren las cargas a los pilones tipo H .

En el año 2012, inició la ejecución del proyecto denominado: “Construcción del Puente sobre el Río Mantaro, Distritos de Chilca y Tres de Diciembre, Provincias de Huancayo y Chupaca- Departamento de Junín”, durante el proceso constructivo tuvo dificultades, viéndose inconclusa y paralizada; provocando anomalías estructurales en la losa

de concreto armado, por esta razón en el año 2016, la empresa SIMA analizó las causas de la excesiva fisuración producida en la losa, realizando estudios para el mejoramiento y tratamiento del Puente Comunero I. La empresa ejecutora trató las fisuras de la losa, consistiendo en: la inyección de las fisuras para devolver el monolitismo y la capacidad mecánica a la losa, el refuerzo de la cara superior de la losa empleando armadura de refuerzo de fibra de carbono, el refuerzo de la cara inferior de la losa utilizando láminas de refuerzo de fibra de carbono, y la impermeabilización y protección adicional de la losa de concreto; la rehabilitación tuvo un enfoque estructural para mantener la estabilidad del puente ante eventos extremos, así mismo garantizando su vida útil.

Los problemas principales para la investigación se abordan en un tema de importancia para el crecimiento en la construcción de este tipo de puentes. Entendida como una obra de significación para la comunidad, la correcta evaluación de la condición actual del Puente Comunero I, posibilitará la ampliación de conocimientos en el área de ingeniería civil, esta investigación implica la metodología del análisis a seguir en este caso.

Es necesario la evaluación, debido a las condiciones que presentó el Puente Comunero I; para ello, se realizará una evaluación hidráulica, estructural y el control de calidad de la pintura, permitiéndonos verificar su actual condición luego de la rehabilitación del puente.

Es importante resaltar que las estructuras viales y principalmente en los puentes, deberían ser evaluados periódicamente, y contar con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo aplicando normas y procedimientos técnicos actualizados, que permitan detectar a tiempo las fallas en su fase inicial, evitando daños en la estructura que sean perjudiciales. Así se, reducirían los gastos para los gobiernos locales y regionales, ya que, con las prevenciones y correcciones periódicas, los puentes se mantendrán en condiciones óptimas para el usuario y comunidad en general.

## **1.2. Formulación y Sistematización del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la condición real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cuál es la situación hidrológica real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?
- b) ¿Cómo es la condición estructural real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?
- c) ¿Cuáles son las patologías encontradas en el puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?
- d) ¿Cuál es la situación real de la pintura del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Practica o Social**

Esta propuesta empieza a partir de la necesidad de conocer la condición real del puente Comunero I, con el fin de evaluar la problemática que enfrenta la infraestructura en general. Asimismo, el puente está en beneficio y al servicio de la sociedad.

### **1.3.2. Científica o Teórica**

Es evidente concientizar que un puente es importante, porque beneficia económicamente a las localidades aledañas, por esta razón se realizará la investigación de la evaluación del puente Comunero I para su conservación.

### **1.3.3. Metodológica**

La evaluación del puente Comunero I se verá en el desarrollo de la tesis; siendo de aporte para el desarrollo del conocimiento para este tipo de puente. La intención es determinar la condición actual de la infraestructura en general, después de su rehabilitación, siendo un aporte científico para los ingenieros.

## **1.4. Delimitaciones**

### **1.4.1. Espacial**

El proyecto de investigación tomara como testigo al puente Comunero I, el cual cruza el Río Mantaro, ubicado sobre la prolongación de la Av. Leoncio Prado, cuya ruta conecta la capital de la provincia de Huancayo (distrito de Chilca) con la provincia de Chupaca (distrito de Tres de Diciembre) de la Región Junín.

### **1.4.2. Temporal**

El proyecto de investigación está previsto en un periodo de duración de dos años, tiempo necesario para realizar la evaluación de los elementos que conforman el puente atirantado.

### **1.4.3. Económica**

La capacidad financiera para desarrollar la tesis de investigación se asumió por los tesisistas sin contar con el apoyo económico externo.

## **1.5. Limitaciones**

### **1.5.1. Limitación Espacial**

La investigación tuvo como limitación espacial que está referida a las condiciones de la zona como el caudal, el tipo de estructura utilizada los agregados empleados, la densidad vehicular y los criterios topográficos propios del valle.

### **1.5.2. Limitación Temporal**

La investigación tuvo como limitación temporal desde el proceso de rehabilitación hasta noviembre del 2020 para verificación y control del comportamiento de la estructura.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo General**

Determinar la condición real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- a) Calcular la situación hidrológica real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.
- b) Evaluar la condición estructural real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.
- c) Analizar las patologías del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.
- d) Evaluar la situación real de la pintura del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

Contreras Pérez & Reyes Ravelo (2014) en su tesis “Evaluación, diagnóstico patológico y propuesta de intervención del puente Romero Aguirre” tuvo como finalidad realizar la identificación y la evaluación de las patologías encontradas en el Puente Romero Aguirre. La investigación se apoyo en documentales y estudios de campo que mostraban las fallas de la infraestructura, para obtener resultados mas detallados realizo una inspecciones visual y detallada, principalmente de los elementos que ponen en riesgo su funcion, del mismo modo otros componentes no estructurales que lo conforman estarian en un estado de deterioro, permitiendo asi el deprendimiento del material. Se determino del diagnostico patologico realizar propuestas de intervencion para la recuperacion del puente.

Gutierrez Gracia (2016) en su tesis “Respuesta estructural de un puente de tirantes de gran luz variando las condiciones de los vanos laterales” tuvo como finalidad analizar el comportamiento estructural de los puentes de gran luz con tableros anchos. La investigación tuvo en consideración las características de los puentes atirantados de dimensiones grandes, partiendo de lo avances tecnológicos que poseen, de la misma manera considerando la variación de vanos laterales, utilizándolos en sus análisis con el método de voladizos sucesivos. Se determina del comportamiento estructural de este tipo de puentes, analizar los efectos aeroelásticos y la respuesta no lineal de los tirantes con el fin controlar la eventualidad deformaciones ante las sobrecargas.

Muñoz Lozano (2018) en su tesis “Estudio de la erosión local en pilas de puentes. Aplicación al puente de la N-II Río Tordera” tuvo como finalidad el estudio de la erosión local de la subestructura que compromete la funcionalidad del puente. La investigación se apoyó en estudios de erosión fluvial que le permitan conocer el transporte de los sedimentos en los ríos considerando la forma de fondo del río, el equilibrio del lecho fluvial, clasificación y cuantificación de transporte de sedimentos, factores usados en una comparativa con una metodología teórica de cálculo de erosión. Se determinó que manteniendo la velocidad del agua de manera constante y los números de Froude se obtienen resultados más exactos y desfavorables.

López Salamea (2018) en su tesis “Diagnóstico y propuesta de intervención del puente Ochoa León” tuvo como finalidad analizar las variantes que presenta el estado del puente Ocho León y proponer la actuación inmediata ante los daños. La investigación se enfocó en realizar la inspección visual a fin de identificar las causas de los daños en los estribos y vigas del tablero. Se determinó del diagnóstico de la condición encontrada del puente debería ser intervenida para realizar las reparaciones correspondientes.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

De la Cruz Sulca (2012) en su tesis “Diseño estructural de puentes atirantados con refuerzo de fibras de carbono expuestos en zonas de alto grado de corrosión” señaló el objetivo de diseñar estructuralmente el reforzamiento con fibra de carbono en los sectores de elevado nivel de corrosión para puentes atirantados, por ello evaluó un puente atirantado de una longitud de 120m de luz con 08 tirantes, en el programa SAP 2000 v14.0, así mismo comparó al puente con cables de fibra de carbono y con cables de acero estructural típico. Determinando que los cables de fibra de carbono tienen una resistencia a tracción casi 3 veces más a los cables de acero, además es eficiente y económico

Mayhua Matamoros (2014) sostuvo en su tesis “Evaluación del colapso del Puente Atirantado Yanango – Tarma – Junín”, que el objetivo de su investigación es determinar los factores que contribuyeron al colapso del puente atirantado Yanango, por esta razón realizó los estudios básicos para el puente (topografía, geología, hidrológica y estructural), empleando los

programas SAP2000 y HEC-HMS 3. Finalizando que el colapso del puente Yanango se dio por la mala ubicación de esta, así mismo influyó la topografía

Felipe Matías (2016) en su tesis "Socavación producida por el río huallaga al puente colpa alta en la provincia de huánuco, utilizando los métodos de artamanov, straub y maza, en el HEC-RAS" señaló como objetivo aplicar los tres métodos de Artamanov, Straub y Masa para determinar los distintos tipos de socavación en la zona de estudio, para lo cual utilizó los parámetros hidráulicos del HEC-RAS realizando los estudios hidráulicos y geomorfológicos. Concluyendo que su tesis será de alcance para los ingenieros que requieran entender sobre la socavación de un puente o de las defensas ribereñas.

Caballero Talledo (2019) sostuvo en su tesis "Evaluación por desempeño hidraulico y estructura del puente pasamayito antes maximas avenidas", evaluar al puente Pasamayito de modo hidráulico y estructural frente a las avenidas máximas, por este motivo el puente en la parte estructural fue modelado en un programa que analizó los desplazamientos, verificó los momentos y la flecha máxima, además con respecto a la parte hidráulica evaluó la socavación local y general de la estructura. Finalizando que la socavación local es superior a la socavacion general, los momentos, flechas y desplazamientos de la estructura son aceptables.

Blas Francia & Sosa Altamiza (2019) en su tesis "Evaluación del desempeño sísmico bajo el método de análisis estático no lineal pushover, caso puente riecito ubicado en el Distrito de Bellavista - Piura", tuvo como objetivo evaluar y analizar el comportamiento sísmico del puente Riecito según el grado de rendimiento, de manera que calculó con ayuda del programa CSIBRIDGE V.20.2. el análisis estático no lineal Pushover, haciendo uso de la norma AASHTO. Así teniendo como resultado final ante un sismo su estado límite de la estructura para un tiempo de retorno de 1000 años es de ocupación inmediata y para un tiempo de retorno de 475 años es de punto de fluencia sin deformación en la rótula.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Puente Atirantado**

Los puentes atirantados tienen el tablero suspendido de uno o varios pilones mediante tirantes, que concurren a los pilones. Este tipo de estructura son empleadas para salvaguardar los obstáculos naturales y artificiales como: los ríos, valles, lagos o brazos de mar, vías férreas y carreteras, con el fin de dar continuidad a los caminos de viajeros y propiciar transporte, entre otros. Para la evaluación del estado de puentes existentes (diagnostico) es indispensable conocer sobre sus diferentes componentes y tipologías.

### **2.2.2. Tipos de Puentes Atirantados**

#### **2.2.2.1. Puente atirantado de torre lateral**

El puente atirantado de torre lateral, tiene ubicado la torre a un lado del tablero (longitudinal), su diseño permite que las pistas sean algo curvas. Como se pueden ver en las figuras 1 y 2, los tirantes del puente que salen del tablero van hasta la torre, y en vez de continuar hasta un contrapeso, están unidos a una misma torre.

#### **Figura 1**

*Fotografía del Puente Atirantado de Torre Lateral en Taiwán (Puente del Amor)*



*Nota:* Adaptado de Puente atirantado de pylon lateral, por Municipio de Envigado, 2017, <http://ropa.kosmostvsat.ru/puente-atirantado-de-pilon-lateral/>

**Figura 2**

*Fotografía del Puente Atirantado de Torre Lateral en Jerusalén*



*Nota:* Adaptado del Puente Atirantado de Jerusalén, por Italy Barlev, 2016, <http://israeladentro.com/tren-ligero-de-jerusalen/>

#### **2.2.2.2. Puente atirantado asimétrico**

El puente atirantado asimétrico, son similares a los puentes atirantados normales como se puede ver en la figura 3, con la diferencia que la torre hace de contrapeso del puente y está situada en un extremo del puente, al cual llegan los tirantes del tablero, y estas ancladas hasta unos contrapesos.

**Figura 3**

*Fotografía del Puente Atirantado Asimétrico. SNP Bridge – Novy most*



*Nota:* Adaptado del Puente SNP sobre el Danubio, por Deposiphotos, 2016, <https://sp.depositphotos.com/120551900/stock-photo-snp-bridge-across-the-danube.html>

### 2.2.2.3. Puente atirantado de torre contrapeso

El puente atirantado de torre contrapeso es similar al puente atirantado asimétrico como se puede apreciar en la figura 4, con la diferencia que la torre esta inclinada con un ángulo considerable, produciéndose un contrapeso por peso propio de la torre, el cual compensa la tracción producida por el tablero.

**Figura 4**

*Fotografía del Puente del Alamillo en Sevilla*



*Nota:* Pionero del tipo de puente atirantado de torre contrapeso. Adaptado de la vista nocturna del Puente del Alamillo, por danmoylop, 2013, <https://sevillaaenretales.wordpress.com/2013/11/22/el-puente-del-alamillo-que-nunca-se-construyo/>

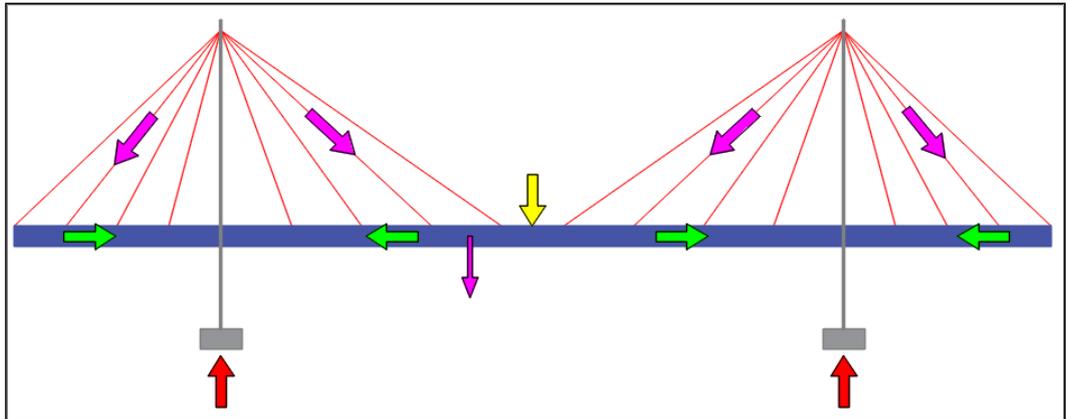
### 2.2.3. Características de los Puentes Atirantados

Los puentes atirantados, tiene tres componentes: el tablero, los tirantes y las torres; por lo que, el tablero se encuentra suspendido de uno o varias torres mediante los tirantes.

Para el diseño de estos tipos de puentes, la relación que existe entre sus componentes es directa, de tal forma que las cargas se distribuyen de la siguiente manera, como se puede notar en la figura 5, el peso propio del tablero y las carga que está sobre este, se transmite a los tirantes, además ya que estos son diagonales en cada dovela del tablero se obtiene una fuerza de compresión, así mismo, los tirantes transmiten las fuerzas a la(s) torre(s), y finalmente esta(s) transmiten las fuerzas a la cimentación.

**Figura 5**

*Diagrama de Distribución de Fuerzas en Puente Atirantado*



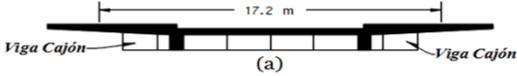
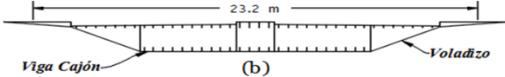
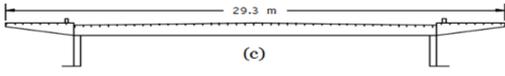
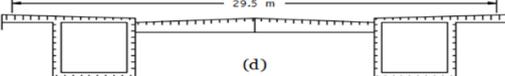
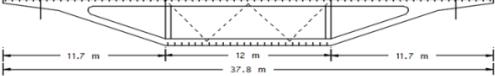
*Nota:* Adaptado de características de un puente atirantado (p.32), por Ricardo Pérez y Marco Manzano, 2012

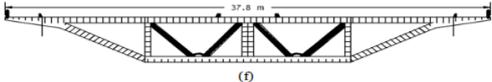
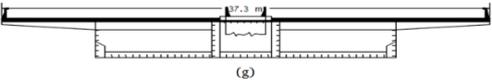
**2.2.3.1. Características del tablero**

El tablero soporta el tráfico vehicular y peatonal, resistiendo los componentes horizontales (de compresión) que le transmiten los tirantes al tablero. Estas componentes soportan directamente las cargas móviles de los vehículos. Según la tabla 1 se observan las secciones transversales típicas de los puentes atirantados.

**Tabla 1**

*Secciones Típicas de Puentes Atirantados*

<b>Puente</b>	<b>Tablero</b>	<b>Imagen</b>
Büchenauer	Compuesto de hormigón y dos vigas cajón de acero	
Julicherstrasse	Placa ortotropica, viga cajon y voladizos laterales.	
Knirbrücke	Placa ortotropica y dos vigas de alma llena	
Severn	Placa ortotropica y dos vigas cajon	
Maxau	Tablero de placa ortotropica	

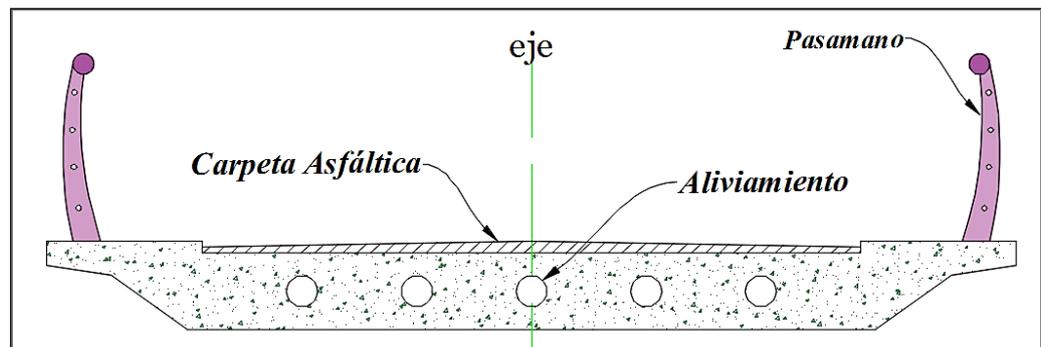
Puente	Tablero	Imagen
Levenkusen	Placa onotrópica, viga cajón y voladizos laterales	
Lower Yarra	Compuesto de hormigón, dos vigas cajón y voladizos laterales	

*Nota:* La tabla se adaptó con la figura de tipos de puentes atirantados, por Ing. Civil, 2011, <https://www.cuevadelcivil.com/2011/03/tipos-de-puentes-atirantados.html>

El peralte de la sección transversal del tablero depende de la disposición de los tirantes, cuanto mayor es la distancia entre cables, el peralte debe ser mayor, debido a que se necesita soportar las cargas y controlar las deformaciones.

### Figura 6

*Dibujo de una Sección de Tablero de un Puente*



*Nota:* Elaboración Propia

### 2.2.3.2. Características de los tirantes (obenques)

Los tirantes son cables rectos que atirantan el tablero, son como un medio de apoyo cuasi continuo y elástico del tablero.

Los cables se pueden clasificar de diversas maneras; según la longitud o luz del puente. De acuerdo con Valdebenito & C. Aparicio (2005) la disposición de los tirantes de dos tipos de sistemas. (por su sistema de suspensión y por su forma de distribución)

#### A. Por su sistema de suspensión

Los aspectos fundamentales para analizar el diseño de un puente atirantado son: la distribución y el sistema de suspensión, ya que afecta al comportamiento y desempeño estructural del puente, sus dimensiones, los métodos constructivos y el costo total de construcción.

Para el diseño de los diferentes tipos de suspensión principalmente dependen del ancho del tablero y la rigidez, para que este pueda soportar cargas torsionales.

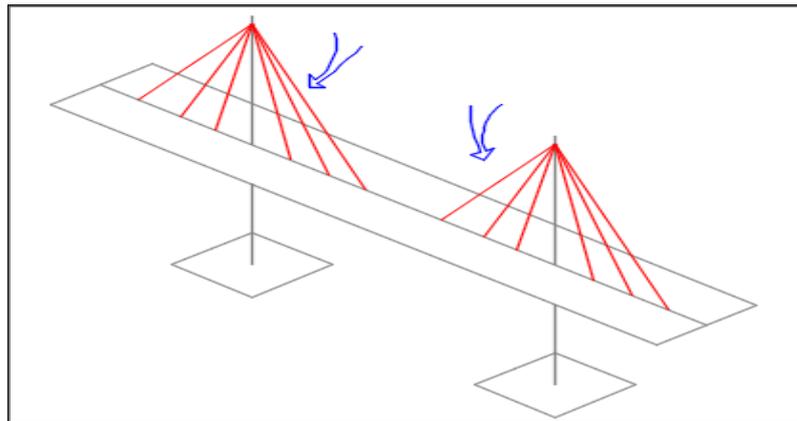
Los sistemas de suspensión en general, son:

- De suspensión central

Las torres se encuentran al centro del tablero., al cual los cables llegan.

**Figura 7**

*Dibujo de un Puente en Suspensión Central*



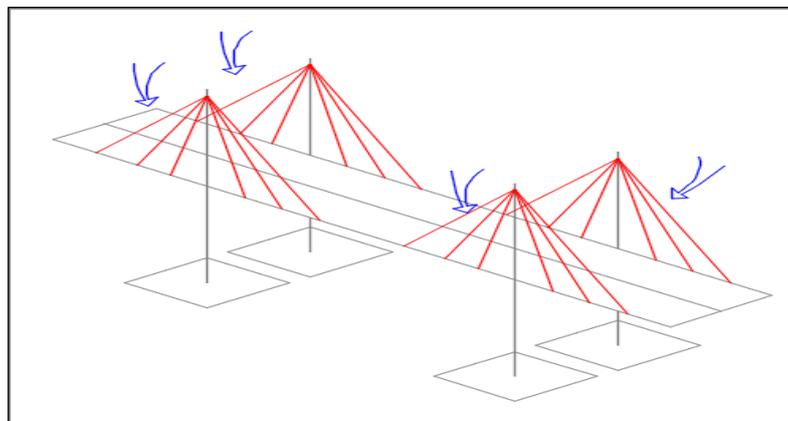
*Nota: Elaboración Propia*

- De suspensión lateral

Las torres se encuentran a los lados del tablero, es más eficiente en razón de que aumenta la rigidez torsional y de flexión transversal del sistema. La mayoría de los puentes atirantados tienen este tipo de sistema.

**Figura 8**

*Dibujo de un Puente en Suspensión Lateral*



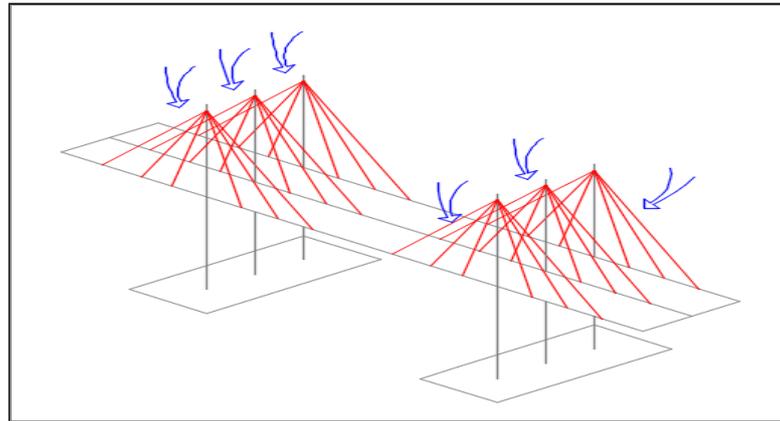
*Nota: Elaboración Propia*

- De suspensión en tres planos

Las torres se encuentran al centro y a los lados del tablero, son muy poco utilizados. De acuerdo con Walter R. (1999) que la suspensión en tres planos pueden ser una solución para tableros muy anchos y/o puentes de luz muy largos, donde la flexión transversal pueda gobernar el diseño del tablero.

**Figura 9**

*Dibujo de un Puente en Suspensión en Tres Planos*



*Nota: Elaboración Propia*

### **A. Por su forma de distribución de los tirantes**

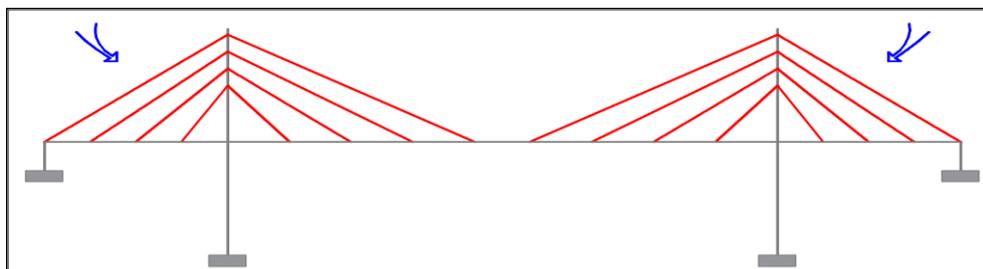
La distribución geométrica de los cables u obenques es fundamental para el diseño de los puentes atirantados. Por lo general se consideran cuatro diferentes tipos de diseño:

- **Tipo arpa**

Los cables son paralelos.

**Figura 10**

*Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Arpa*



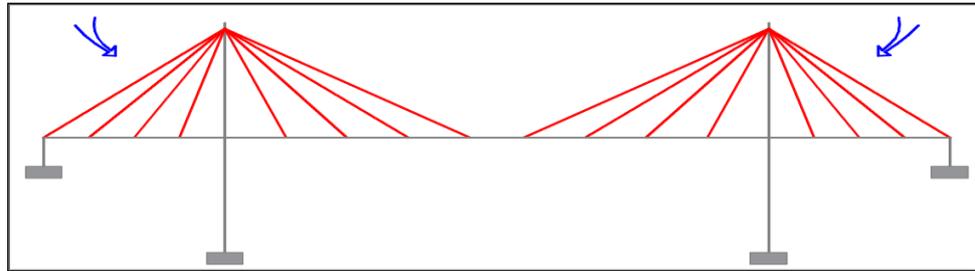
*Nota: Elaboración Propia*

- **Tipo abanico**

Los cables están desplazados desde la parte alta de las pilas, teniendo una distribución simétrica.

**Figura 11**

*Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Abanico*



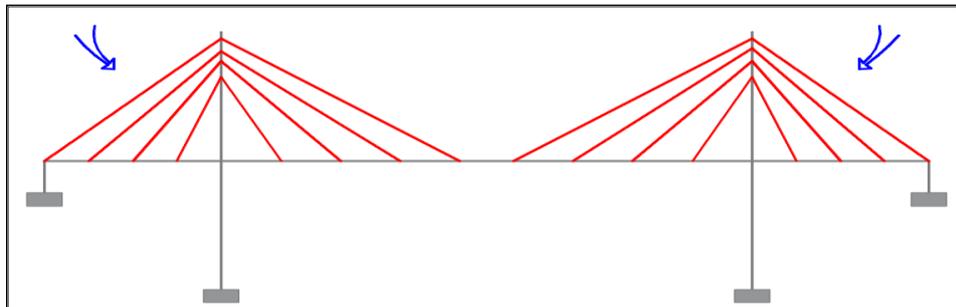
*Nota: Elaboración Propia*

- **Tipo semi-arpa.**

Los cables no son paralelos, así optimizando la distribución de cargas con el tamaño de la pila.

**Figura 12**

*Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Semi-arpa*



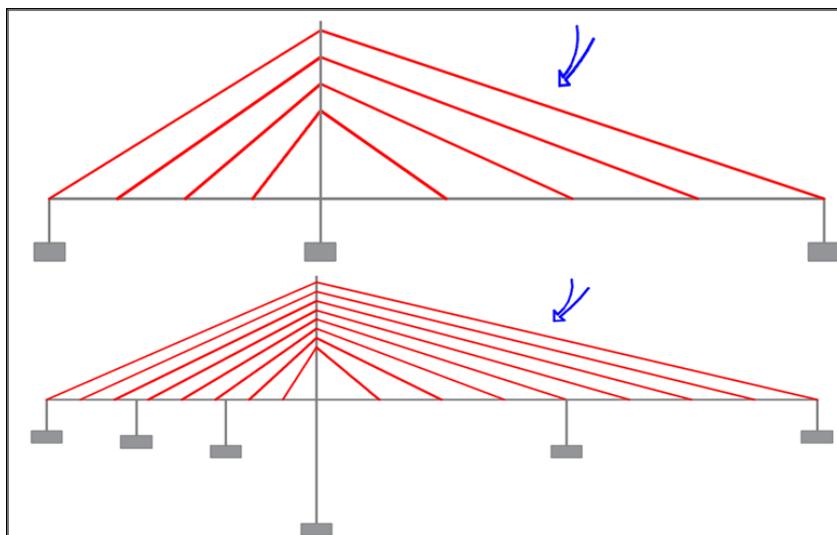
*Nota: Elaboración Propia*

- **Tipo asimétricos**

Los cables no son paralelos y no tienen una distribución uniforme.

**Figura 13**

*Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Asimétrico*



*Nota: Elaboración Propia*

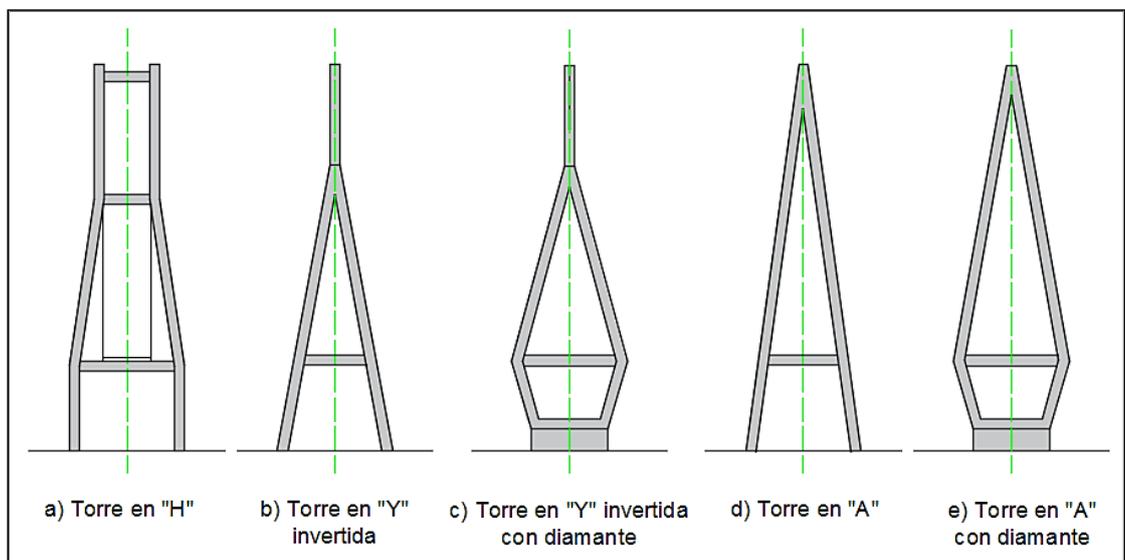
### 2.2.3.3. Características de las torres

Las torres son los que soportan toda la carga distribuida del tablero y los tirantes, así mismo, existen varios diseños; para la selección del tipo de torre depende en gran parte del ancho del tablero, la altura y la luz del puente, así como del sistema de atirantamiento, también depende del concepto arquitectónico y la estética del diseñador.

Como se puede ver en la figura 14, la forma de las torres más comunes para puentes atirantados.

**Figura 14**

*Dibujo de Tipos de Torres*



*Nota: Elaboración Propia*

### 2.2.4. Proceso de Evaluación

La evaluación requiere de una metodología, teniendo como iniciativa una inspección visual. Para este tipo de procesos no solo requiere inspeccionarla superficialmente, sino que requiere ser implementada para determinar su condición actual. El procedimiento de evaluación se divide en:

- Inspección de puentes
- Evaluación de puentes
- Diagnostico

### 2.2.5. Inspección de Puentes

La inspección de puentes es un sistema operacional de evaluación (monitoreo de estructuras), debido a que este tipo de estructuras han presentado daños considerables en las últimas décadas del siglo XX,

teniendo como consecuencia la incapacidad de soportar las cargas de los vehículos. Estos daños son provocados por las diferentes causas, como el deterioro del material constituyente y la falta de mantenimiento periódico ante los efectos de la naturaleza (viento, lluvia, sismo, nevadas y otros). Otras causas, por lo que, los puentes presentan problemas son: errores en su diseño o construcción, además del crecimiento del parque automotor, el cual representan el incremento de las cargas, ha traído como consecuencia la necesidad de reforzar y ampliar las capacidades de los puentes.

Los daños que han sido considerable para los puentes, han llevado a la destrucción e incluso a su sustitución, ocasionando perjuicios económicos de un país, de tal modo tendrían un impacto negativo en el desarrollo de la sociedad. La correcta conservación de este tipo de estructuras llevaría a realizar las *actividades* de mantenimiento para evitar colapsos estructurales o funcionales

Los datos para el conocimiento del estado de una estructura es una simple observación visual de la misma.

Se tendrán en cuenta para la inspección del Puente Comunero I, la “Guía para Inspección de Puentes” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y la práctica reconocida de la ingeniería civil en el Perú.

## **2.2.6. Patologías en Puentes**

### **2.2.6.1. Patologías en el concreto**

El concreto posee ciertas propiedades en sus componentes y reacciones ante los factores ambientales que provocan la inestabilidad de este elemento, por lo que presenta cambios físicos.

Existen muchos factores en la estructura del concreto, por la que pueden ser:

- El material compuesto del concreto
- La exposición a las condiciones climáticas
- La calidad de vaciado del concreto.

### **Causas**

La degradación que se manifiesta en los elementos de concreto se clasifica en dos categorías detectables visualmente o no, la primera de estas categorías comprende: las fisuras, el descascarillado y la desagregación, las armaduras expuestas, las manchas de herrumbres, las eflorescencias y las coqueas. La segunda la constituyen las degradaciones no detectables visualmente, estas comprenden: la corrosión de las armaduras embebidas en el concreto y los defectos de las lechadas de las vainas de pretensado.

De acuerdo con Tadeu Mascia & Lenz Sartorti (2011) mencionan dos causas fundamentales:

- **Causas intrínsecas.** - Son provocadas por los errores humanos en el proceso constructivo y por agentes naturales externos o accidentes.
- **Causas extrínsecas.** – Son provocadas por su composición o fallas durante la ejecución. Se le entiende como los factores que agreden las estructuras “desde fuera hacia dentro” durante el proceso constructivo o diseño de su vida útil.

**Figura 15**

*Fotografía del Colapso del Topará - Chincha*



*Nota:* Contraloría detecto fallas en superestructura del puente. Adaptado de Peritos de la Contraloría inspeccionan el puente, por Huachos.com, 2015, <https://www.huachos.com/detalle/contraloria-detecto-fallas-en-superestructura-del-puente-topara-chincha-noticia-1757>

## **Consecuencias**

### Fisuras

Las fisuras en el concreto aparecen de manera superficial, a causa de la existencia de esfuerzos a tensión que superan la resistencia del

material compuesto. Las fisuras tienen origen en las alteraciones de las caras del concreto en comparación con las otras y se presentan tensiones por retracción térmica o hidráulica.

La retracción térmica se produce por la disminución de la temperatura del concreto causando movimientos de contracción, y tracción, para lo cual el concreto no estaría diseñado para absorber este último movimiento.

No obstante, si hubiese cualquier error en la evaluación del tipo o del valor de las cargas, en el dimensionamiento de la sección, en la disposición de las armaduras, o en la obra de construcción, pueden producirse fisuras importantes como se aprecia en la tabla 2, incluso bajo condiciones de cargas normales.

**Tabla 2**

*Ancho de Grieta Tolerable en el Concreto Reforzado*

Condición de exposición	Ancho permisible de fisura	
	(in)	(mm)
Estructuras normas (protegidas y/o sometidas a corrientes de aire seco).	0.016	0.41
Estructuras en contacto con el terreno o sometidas a efectos de humedad.	0.012	0.30
Estructuras sometidas a acciones de hielo y deshielo.	0.007	0.18
Estructuras sometidas a ciclos de humedecimiento y secado por la acción de aguas marinas.	0.006	0.15
Estructuras de retención de líquidos.	0.004	0.10

*Nota:* Adaptado de Tolerable crack widths, reinforced concrete (p.19), American Concrete Institute ACI 224R-90, 1990

### Eflorescencia

Esta patología resulta de la precipitación del agua que posteriormente se cristaliza por ciertas sales solubles que lo componen, depositándose en las superficies de los materiales de construcción que hayan tenido humedad y cuando se evapora deja como unos polvillos blancos.

### **Figura 16**

*Fotografía de la Eflorescencia en el Concreto*



*Nota:* Adaptado de eflorescencia del concreto, por Inversiones en Concreto, 2012, <http://enconcretove.blogspot.com/2012/11/eflorescencia-del-concreto.html>

### **Cangrejera.**

Ocurre cuando existen deficiencias en el concreto o por excesivo vibrado generando espacios vacíos o de aire dentro de este. Este tipo de patología deberían tratarse cuando son producidos en las columnas, vigas o losas.

### **Figura 17**

*Fotografía de la Cangrejera en el Concreto*



*Nota:* Adaptado de Contraloría detecta graves deficiencias en columnas del hospital Unanue, por Correo, 2019, <https://constructivo.com/noticia/contraloria-detecta-graves-deficiencias-en-columnas-del-hospital-unanue-1533563956>

### **Disgregación**

Este tipo de patología es ocasionado generalmente por algún tipo de deterioro, generando al concreto en fragmentos pequeños y entonces quedando partículas endurecidas de este.

### **Figura 18**

*Fotografía de la Disgregación en el Concreto*



*Nota:* Adaptado de Disgregación del hormigón en la parte baja de un pilar, por Unknown, 2011, <http://peritararquitectura.blogspot.com/2011/12/disgregacion-de-hormigon-en-pilares.html>

### **Grietas**

Son fisuras de gran tamaño que tiene un alcance en todo el ancho del elemento de concreto, en consecuencia, influye en la resistencia y en el comportamiento estructural como: vigas, pilares, losas, pilones, etcétera.

### **Figura 19**

*Fotografía de las Grietas en el Concreto*



*Nota:* Adaptado de Fisuras y grietas en superficies de concreto, por BEST CONCEPT GROUP, 2019, <http://todoferreteria.com.mx/fisuras-y-grietas-en-superficies-de-concreto/>

### **Corrosión en el concreto:**

Este tipo de patología se debe a las cargas constante a la que está expuesta el elemento de concreto, ocasionando fatiga y

desmoronamiento de dicho elemento por el tiempo expuesto a los factores externos.

**Figura 20**

*Fotografía de la Corrosión del Concreto*



*Nota:* Corrosión a causa de la socavación en la cimentación de un puente. Adaptado de Puente “Pijjiapan 1” Tapanatepec-Talismán Oaxaca (p.11), por Marín Salazar, 2014.

**Corrosión de acero:**

Las fisuras se producen en la superficie del concreto, lo que conduce a su dilatación y a un aumento de la densidad, dando lugar a una distorsión y deformación de la estructura propiamente dicha. Estas reacciones producen la disminución de la resistencia del concreto y la corrosión de la armadura.

- Teniendo como ejemplo el daño provocado por la colisión del vehículo con la estructura. - El impacto de un vehículo en las estructuras, provoca cargas extremas y elevadas, causando deformación aguda y con ello el desprendimiento del concreto, así exponiendo a los aceros reforzados.

## Figura 21

Fotografía del Impacto de un Vehículo al Puente Villarán



*Nota:* El vehículo de la empresa Oltursa choca con puente Villarán en el departamento de Lima. Adaptado por bus de la empresa Oltursa estaba transitando indebidamente por la Avenida Arequipa, por PERÚ21, 2018, <https://peru21.pe/lima/via-expresa-bus-oltursa-choca-puente-villaran-av-arequipa-436524-noticia/>

### 2.2.6.2. Patologías en el acero

Los elementos de acero que conforman a los puentes exigen controles adaptados a sus características. Los tipos de controles pueden estar dirigidos a valorar los deterioros, desgastes, degradación y corrosiones de este material.

#### Deterioro y el desgaste

Son los cambios de estado previsible, que reducen la capacidad estructural, por lo que tiene una incidencia directa con la seguridad.

#### Degradaciones

Son los cambios de estados causados por una reducción anormal de la funcionalidad, superiores a los deterioros normales relacionados con el envejecimiento, así mismo con la interacción de agentes químicos y atmosféricos. Este tipo de daño no puede ser tratado por mantenimiento y reparaciones periódicas. Estos cambios comprenden el afloje o la caída de los remaches de las uniones, las deformaciones, la degradación o el pandeo de los elementos, las fisuras debido a la fatiga, la pérdida de sección transversal o el desarrollo de fisuras resultantes de una corrosión localizada. Estos cambios de estado son causados por tensiones locales imprevistas resultantes de errores de fabricación o de montaje, de acciones exteriores o de desplazamientos por acciones no

previstas, por falta de atención a nivel de diseño, u otros factores. También las degradaciones son causadas por modificaciones resultado de: sismos, inundaciones, incendios, caídas de piedras, choques causados por embarcaciones u otros materiales arrastrados por la corriente de agua a través de avenidas notables o excepcionales, actos vandálicos, etc.

### **Figura 22**

*Fotografía de la Degradación del Acero*



*Nota:* Degradación del acero en el puente Quebrada Anchique (Huíla). Adaptado por fisuras reticulares y eflorescencias, corrosión del acero. Drenes tapados por sobrecarpeta. Puente Quebrada Anchique (Huíla), por Edgar Muñoz y Edgar Valbuena, 2004, [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0376-723X2004000300001](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2004000300001)

### **Fisuras o Gritas**

Para detectar las fisuras en los elementos de acero se utilizan métodos de inspección con instrumentos y técnicas tales como controles radiográficos, ultrasonidos e instrumentos de resistencia. Los controles especiales comprenden las mediciones de deformación, de deslizamiento y de las vibraciones. Los métodos de inspección para los aceros que se encuentran cubiertos por pintura, permitirán determinar su deterioro mediante: los ensayos de arranque con adhesivos, los ensayos de adherencia por la acción de un par o de una tracción, los cuales son efectuados además de la inspección visual y las mediciones de impedancia.

### **Figura 23**

*Fotografía de Grieta en el Puente el Limón (Meta)*



*Nota:* Adaptado de Problemas de corrosión y falla estructural. Puente el Limón (Meta), por Edgar Muñoz 1 y Edgar Valbuena, 2004, <https://peru21.pe/lima/via-expresa-bus-oltursa-choca-puente-villaran-av-arequipa-436524-noticia/>

#### **2.2.6.3. Patologías en la pintura**

Algunas de las patologías se presentan por la escasa elasticidad (resinas, silicatos, etc.) en consecuencia existen defectos de discontinuidad, ya sea por rotura, resquebrajaduras, etc.

Además, es producido por la superposición de capas; al aplicar la capa de primera mano de la pintura en el secado aumenta su volumen; mientras que al aplicar la segunda capa sucede lo contrario por lo que la pintura se encoge al evaporarse los disolventes (agua o sintéticos).

##### Desconchados

Este se produce a consecuencia de una mala aplicación de la pintura y es una patología más común de la pintura.

La capa de pintura terminada se fisura y desprende en trozos de forma irregular, ya que esta carece de adherencia, por lo regular sucede con las pinturas que son rígidas en la capa seca como: las pinturas al agua, las resinas sintéticas no oleosas, etc.

Además, también es producido porque la superficie antes de ser pintada se encuentra sucia o las condiciones atmosféricas fueron desfavorables en los revestimientos

## Figura 24

*Fotografía del Desconchado en la Pintura*



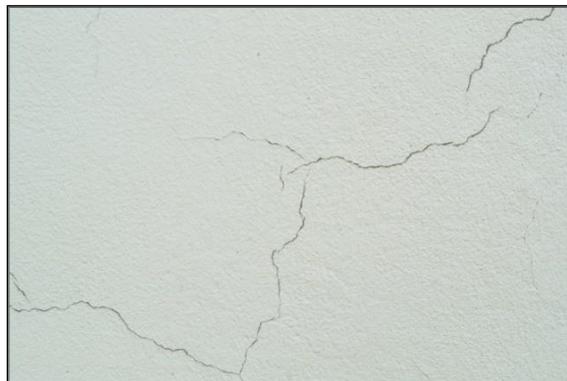
*Nota:* Adaptado de defectos de la pintura: desconchones, burbujas, manchas; por Pinterest, 2013, <https://vilssa.com/distintos-defectos-de-la-pintura-desconchones-burbujas-manchas>

## Fisuras

Las fisuras son ocasionadas por la estructura de la infraestructura ya sea por el asentamiento, movimientos, etc. Son consideradas fisuras a las aberturas inferiores de 2mm.

## Figura 25

*Fotografía de Fisuras en la Pintura*



*Nota:* Adaptado de cómo proteger y reparar fisuras en las fachadas, por Revetón, 2018, <https://reveton.com/como-reparar-fisuras-en-las-fachadas/>

## Ampollas o Burbujas

Las ampollas son superficies con burbujas, ya que se levanta la capa de pintura en algunos puntos sin fisurarse, es producida por la mala preparación de la base y el defecto de adherencia en:

- Las pinturas impermeables, aplicadas sobre las superficies húmedas.
- Las superficies calientes.

- Las superficies metálicas oxidadas.

**Figura 26**

*Fotografía de Ampollas en la Pintura*



*Nota:* Adaptado de ampollas redondeadas de tamaño variable, por International, <https://www.international-yachtpaint.com/es/es/asistencia/problemas-pintura-embarcaciones/ampollas-burbujas>

### Suciedad

Una de las causas es la contaminación ambiental, con presencia de partículas en suspensión.

Sobre la capa de pintura se acumulan partículas de polvo u otros restos y se pueden manifestar en forma de manchas.

**Figura 27**

*Fotografía de Suciedad en la Pintura*



*Nota:* Adaptado de falta de pintura y suciedad en las paredes, por Melia Las Dunas, 2020, [https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g670039-d637255-i137132134-Melia\\_Las\\_Dunas-Cayo\\_Santa\\_Maria\\_Villa\\_Clara\\_Province\\_Cuba.html](https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g670039-d637255-i137132134-Melia_Las_Dunas-Cayo_Santa_Maria_Villa_Clara_Province_Cuba.html)

## **2.2.7. Evaluación de Puentes**

El tipo de rehabilitación de una estructura se basará en las visitas de inspección, en donde se recolectará datos sobre la tipología de la estructura y su estado de conservación actual del puente, posteriormente se evaluará la información disponible, obteniéndose un diagnóstico de la seguridad y funcionalidad de la estructura. Estos procesos constituirán una evaluación estructural donde establecerá la

capacidad de la estructura en su estado actual y real, así mismo permitirá analizar una condición deseada para la estructura.

A continuación, se mencionan algunos de los procedimientos para una evaluación estructural:

- a) Identificar los elementos principales y secundarios que controlen el comportamiento estructural de un puente.
- b) Identificar los daños, patologías y deterioros que pueden presentar los elementos del puente.
- c) Determinar la capacidad de carga estructural y la integridad de la estructura.
- d) Evaluar los problemas como sobrecargas, diseño inadecuado y defectos en el proceso constructivo que afectan la funcionalidad de la estructura.
- e) Determinar las modificaciones de manera parcial o total de los elementos estructurales.
- f) Determinar las acciones que contrarresten los problemas que aquejan al puente.

#### **2.2.7.1. Estudios previos a la evaluación**

De acuerdo con el Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC] (2018) mencionan los estudios básicos en la ingeniería de puentes.

Por esta razón, en la tesis consideraremos por conveniente, para la evaluación, los siguientes estudios:

- Estudio topográfico
- Estudio de hidrología e hidráulica
- Estudio geológico y geotécnico
- Estudio sísmico

##### **2.2.7.1.1. Estudio topográfico**

Los estudios topográficos para la evaluación, deberá comprender la zona de ubicación del puente y sus accesos, considerando las curvas de nivel conjuntamente con las secciones longitudinales y transversales, para indicar en los planos la dirección del curso de agua y los límites aproximados en las zonas inundables (condiciones de aguas máximas y mínimas), también se deberá señalar la existencia de edificaciones u otras obras que interfieran con el puente o sus accesos.

Por lo cual se deberán:

- Utilizar los instrumentos topográficos como la Estación Total, para el levantamiento topográfico.
- Elaboración de los planos topográficos de acuerdo al trabajo de campo.
- Recopilación de la información para los estudios de hidrología e hidráulica, geología y geotecnia.
- Adquirir las dimensiones de los elementos estructurales del puente.

Se tendrán en cuenta para la evaluación, los alcances del Manual de Puentes y los criterios técnicos que dispone.

#### **2.2.7.1.2. Estudios de hidrología e hidráulica**

Para la evaluación, los estudios de hidrología e hidráulica comprenderán la recolección y el análisis de la información hidrométrica y meteorológica, existente en la zona del estudio, teniéndose en cuenta el periodo de retorno y la descarga máxima de diseño, para determinar las profundidades de socavación. Así mismo los planos topográficos a criterios técnicos permitirán establecer métodos y restricciones según las características del lugar.

Por lo cual se deberá:

- Establecer los factores hidráulicos fluviales y los caudales de diseños, que permitan a una real percepción del comportamiento hidráulico del río que permiten definir los requisitos mínimos del puente y su ubicación de acuerdo a los riesgos permitidos o niveles de seguridad para las características particulares de una estructura.
- Determinar el nivel de aguas máximas extraordinarias en la sección de cruce del puente Comunero I, con el río Mantaro.
- Calcular la socavación del cauce del río Mantaro como consecuencia de la construcción del puente Comunero I y como referencia para la definición del nivel de cimentación del puente.

Se tendrán en cuenta para la evaluación, los alcances del Manual de Hidrología del Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC] y la práctica reconocida de la ingeniería civil en el Perú.

##### **2.2.7.1.2.1 Cálculo de caudal de diseño**

###### Distribución de frecuencias

Con el fin de ajustar la serie anual de precipitación máxima diaria de la estación JAUJA en función de distribución probabilística teórica o también llamada el uso de números aleatorios. Por lo que para el análisis de frecuencia se aplicó el análisis de funciones de la distribución teórica, por ser las más usadas en Hidrología para caso de eventos máximos:

- Distribución Normal
- Distribución Log-normal 2 parámetros
- Distribución Gumbel
- Distribución Pearson III (Gamma 3 parámetros)
- Distribución Log-Pearson tipo III

Los cuales son mencionados por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC.

### 1. Distribución Normal

Esta distribución se define:

$$f(x) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{s}\right)^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

f(x) : densidad de probabilidad

x : variable aleatoria

$\mu$  : parámetro de localización, igual a la media aritmética de x.

S : parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x.

### 2. Distribución de Frecuencia Tipo log Normal 2 Parámetros

La Distribución Log Normal utiliza valores logarítmicos normalmente distribuidos y este viene hacer una extensión de la distribución Normal.

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x-\bar{x})^2}{2s^2}\right)} dx \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde  $\bar{x}$  y S son los parámetros de la distribución.

Si x en la ecuación anterior se reemplaza, se tiene:

$$y = \log(x) \quad \text{Ecuación 3}$$

De manera que:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n \quad \text{Ecuación 4}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

Ecuación 5

$$Cs = \frac{a}{s^3 y}$$

Ecuación 6

Donde:

$\bar{Y}$  : Media de los datos de la muestra transformada.

$S_y$  : Desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

$Cs$  : Coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada.

### 3. Distribución Gumbel

Este tipo de Distribución se basa en la función del tipo exponencial a medida que cambie la variable de manera aleatoria.

La función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Ecuación 7

Donde  $\alpha$  y  $\beta$  son los parámetros de la función.

$\alpha$ : Parámetro de concentración

$\beta$ : Parámetro de localización

Los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , se estiman para muestras muy grandes, como:

$$\alpha = \frac{1.2825}{s}$$

Ecuación 8

$$\beta = \mu - 0.45S$$

Ecuación 9

Los valores de  $\mu_y$  y  $\sigma_y$  se encuentran por medio de tablas.

### 4. Distribución Pearson Tipo III (Gamma 3 Parámetros)

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(x-x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)}$$

Ecuación

10

Válido para:

$$x_0 \leq x < \infty ; -\infty < x_0 < \infty ; 0 < \beta < \infty ; 0 < \gamma < \infty$$

Donde:

$x_0$ : origen de la variable  $x$ , parámetro de posición

$\gamma$ : parámetro de forma

$\beta$ : parámetro de escala

### 5. Distribución de Frecuencia tipo log Pearson tipo III

Esta distribución es una extensión de la distribución Normal, en la cual los valores logarítmicos.

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta^\gamma \Gamma(\gamma)}$$

*Ecuación*

11

Válido para:

$$x_0 \leq x < \infty ; -\infty < x_0 < \infty ; 0 < \beta < \infty ; 0 < \gamma < \infty$$

Donde:

$x_0$ : origen de la variable  $x$ , parámetro de posición

$\gamma$ : parámetro de forma

$\beta$ : parámetro de escala

### Precipitación de Diseño

Para el cálculo de la altura de precipitación de diseño se consideró los diferentes periodos de retorno teniendo como base los caudales máximos registrados en los eventos hidrológicos de la zona (registro de precipitación máxima del lugar en 24 hrs).

### **Período De Retorno Y Vida Útil De Las Estructuras De Drenaje**

El periodo de retorno es el tiempo promedio en años, se da cuando el valor máximo de un caudal es igualado o superado.

Para el criterio de riesgo se asume cuando dentro del tiempo de la vida útil de la estructura llega a fallar.

El riesgo admisible esta en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por la siguiente ecuación:

$$k = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

*Ecuación 12*

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2008, hace mención que:

Si la obra tiene una vida útil de  $n$  años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno  $T$ , fijando el riesgo permisible  $K$ , el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra. (p.23)

**Tabla 3***Valores de Periodos de Retorno T (Años)*

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	R	1	2	3	5	10	20	25	50	100
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

*Nota: Adaptado de Hidrología en la Ingeniería (p.24), por Germán Monsalve Sáenz, 1999.*

### **Precipitaciones Diarias Máximas Probables**

Existen factores de ajuste, así para tener un análisis de los máximos reales. En este sentido, la Organización Meteorológica Mundial [OMM], 2011, explica al respecto que:

Estudios de miles de años-estaciones de datos pluviométricos indican que, al multiplicar las cantidades máximas anuales de lluvia diaria u horaria, para un solo intervalo fijo de observación de una a 24 horas por el factor 1.13, se producirán valores que se aproximan mucho a los que se obtendrían de un análisis de los máximos reales. Se requieren ajustes menores cuando las cantidades máximas observadas se determinan a partir de dos o más intervalos de observación fijos. (p. II.5-18)

**Tabla 4***Factor de Ajuste de la Frecuencia de Observación Diaria*

Número de observaciones/día	1	2	3-4	5-8	9-24	>24
Factor de ajuste	1.13	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00

*Nota: Guía de prácticas hidrológicas (p.II.5-18), por la Organización Meteorológica Mundial (OMM),2011.*

Según. El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje hace mención de los coeficientes en las relaciones de lluvia durante 24 horas.

**Tabla 5**

*Coefficientes de Duración Lluvias entre 48 Horas y una Hora*

<b>Duración de la Precipitación en Horas</b>	<b>Coefficiente</b>
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

*Nota:* Adaptado de Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (p.58), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008.

### **Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia**

La intensidad promedio es utilizada para la profundidad por unidad de tiempo (mm/hr). Expresando de la siguiente manera:

$$i = \frac{P}{Td}$$

*Ecuación 13*

Donde:

P: profundidad de lluvia (mm)

Td: duración (hr)

La representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno, se expresa de la siguiente manera:

$$I = \frac{K \times T^m}{t^n}$$

*Ecuación 14*

Donde:

I: Intensidad (mm/hr)

t: Duración de la lluvia (min)

T: Periodo de retorno (años)

K, m, n: Parámetros de ajustes

Luego se realizará un cambio de variable, teniendo:

$$d = K \times T^m$$

*Ecuación 15*

Reemplazando con la ecuación anterior se obtiene:

$$I = \frac{d}{t^n}$$

*Ecuación 16*

$$I = d \times t^{-n}$$

*Ecuación 17*

### **Hietograma de Diseño**

Son gráficos que representan la precipitación en intervalos de tiempo, unos de los diseños más usados son las curvas IDF, los cuales permiten tener un ideal de la duración e intensidad de las lluvias, considerando la evolución que esta pueda tener en un tiempo de 5 horas, así mismo la precipitación puede ser mayor o igual a 100 mm

### **Método del Bloque Alterno**

Este tipo de método utiliza la curva de intensidad, duración y frecuencia de la forma más simple a fin de obtener un hietograma que pueda representar la profundidad de precipitación de n intervalos de tiempos sucesivos de duración  $\Delta t$ , sobre una duración total de  $T_d = n \cdot \Delta t$ .

### **Método HEC-HMS**

El método HEC-HMS (HYDROLOGIC MODELING SYSTEM) permite simular los eventos de lluvia – escurrimiento considerando las características del suelos, drenaje urbano y pronósticos de flujo de acuerdo a la geomorfología de la cuenca, meteorología de la zona y especificaciones de control y datos de entrada.

### **Modelo de la cuenca**

Para nuestro caso consideramos las áreas de influencia de la Subcuenca.

- Tasa de pérdidas
- Pérdidas iniciales

- Transformación de lluvia

El tiempo de concentración “Tc” será calculado por el método de Kirpich y Kerby’s, que consiste la duración de la ruta transcurrida de una partícula de agua desde la zona más lejana de la cuenca hasta un punto de control.

- Tiempo de concentración (min.)
- Longitud de la corriente principal (m)
- Pendiente de la corriente principal (m/m)
- Rugosidad de retardo, según la cobertura vegetal y tipo de suelo.
- Área de cuenca (Km<sup>2</sup>)

### 2.2.7.1.2.2 Coeficiente de rugosidad (n de Manning)

Para calcular el valor de “n” de Manning, depende de un gran número de factores como: rugosidad de la superficie, vegetación, irregularidades de cauce, etc.

**Tabla 6**

*Influencia de Diversos Factores Sobre el Coeficiente n.*

CONDICION DEL CANAL		VALORES	
Material Involucrado	Tierra	n0	0.020
	Corte Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Suave	n1	0
	Menor		0.005
	Moderada		0.01
	Severa		0.02
Variación de la Sección Transversal	Gradual	n2	0.000
	Ocasionalmente Alternante		0.005
	Frecuentemente Alternante		0.010 – 0.015
Efecto Relativo de las Obstrucciones	Insignificante	n3	0
	Menor		0.010 – 0.015
	Apreciable		0.020 – 0.030
	Severo		0.040 – 0.060
Vegetación	Baja	n4	0.005 – 0.010
	Media		0.010 – 0.025
	Alta		0.025 – 0.050

CONDICION DEL CANAL		VALORES	
Muy Alta		0.050 – 0.100	
Grado de los Efectos por Meandro	Menor	m5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.3

*Nota:* Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.95), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, Cowan

Cálculo de Coeficiente según Cowan:

$$n = m5 (n0 + n1 + n2 + n3 + n4)$$

*Ecuación 18*

### 2.2.7.1.3. Estudios geológicos y geotécnicos

Los estudios geológicos y geotécnicos para la evaluación, nos ayudaran a describir la geología a nivel local o regional, a la par describirá la geomorfología de la zona de estudio, en base a su zonificación geológica. Estos estudios permitirán definir las propiedades físicas y mecánicas de suelos y/o rocas como también definir zonas de ocurrencia adherentes a la zona del estudio.

#### Estudios Geológicos

El objeto del estudio geológico es establecer las características de las diferentes formaciones geológicas, que se encuentran identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes.

#### Estudios Geotécnicos

El estudio geotécnico comprenderá la zona de ubicación del puente, estribos, pilares y accesos, como también los ensayos para la descripción de la condición del suelo, estratigrafía e identificación de los estratos de suelo o base rocosa. Los resultados y recomendaciones presentadas sobre los estudios obtenidos darán un criterio de seguridad para optar medidas preventivas.

Por lo cual se deberá:

- Establecer las características geotécnicas, es decir, la estratigrafía, la identificación y las propiedades físicas y mecánica del suelo.

Se tendrán en cuenta para la evaluación, los alcances del Manual de Puentes (2018) y los criterios técnicos que dispone.

#### 2.2.7.1.4. Estudio sísmico

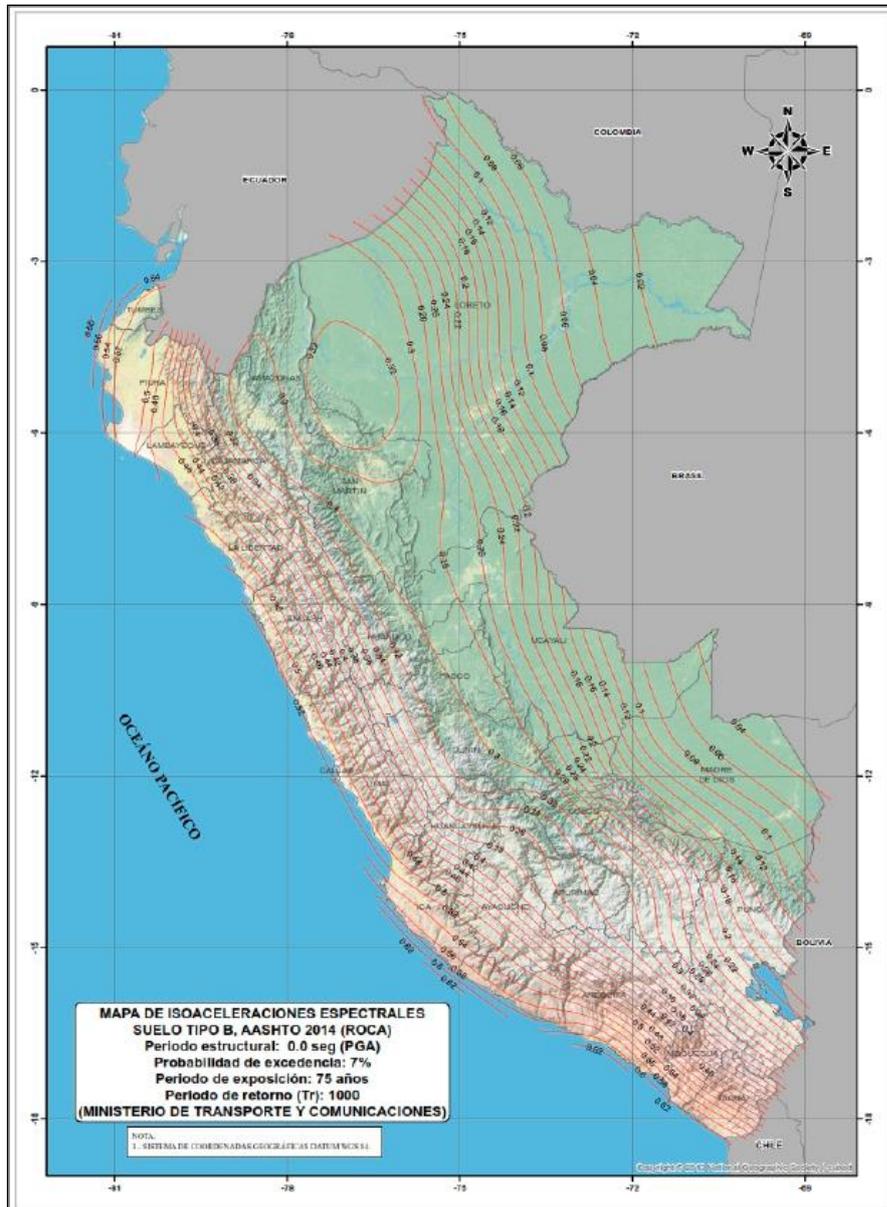
El estudio sísmico tiene como objetivo la funcionalidad del puente ante un régimen elástico, considerado como un evento sísmico que pone en riesgo la estabilidad de la estructura.

##### Estudio de peligro sísmico

El estudio de peligro sísmico tiene como finalidad determinar los espectros de diseño según los mapas de isoaceleraciones que se muestran a continuación, teniendo en cuenta el área del proyecto.

**Figura 28**

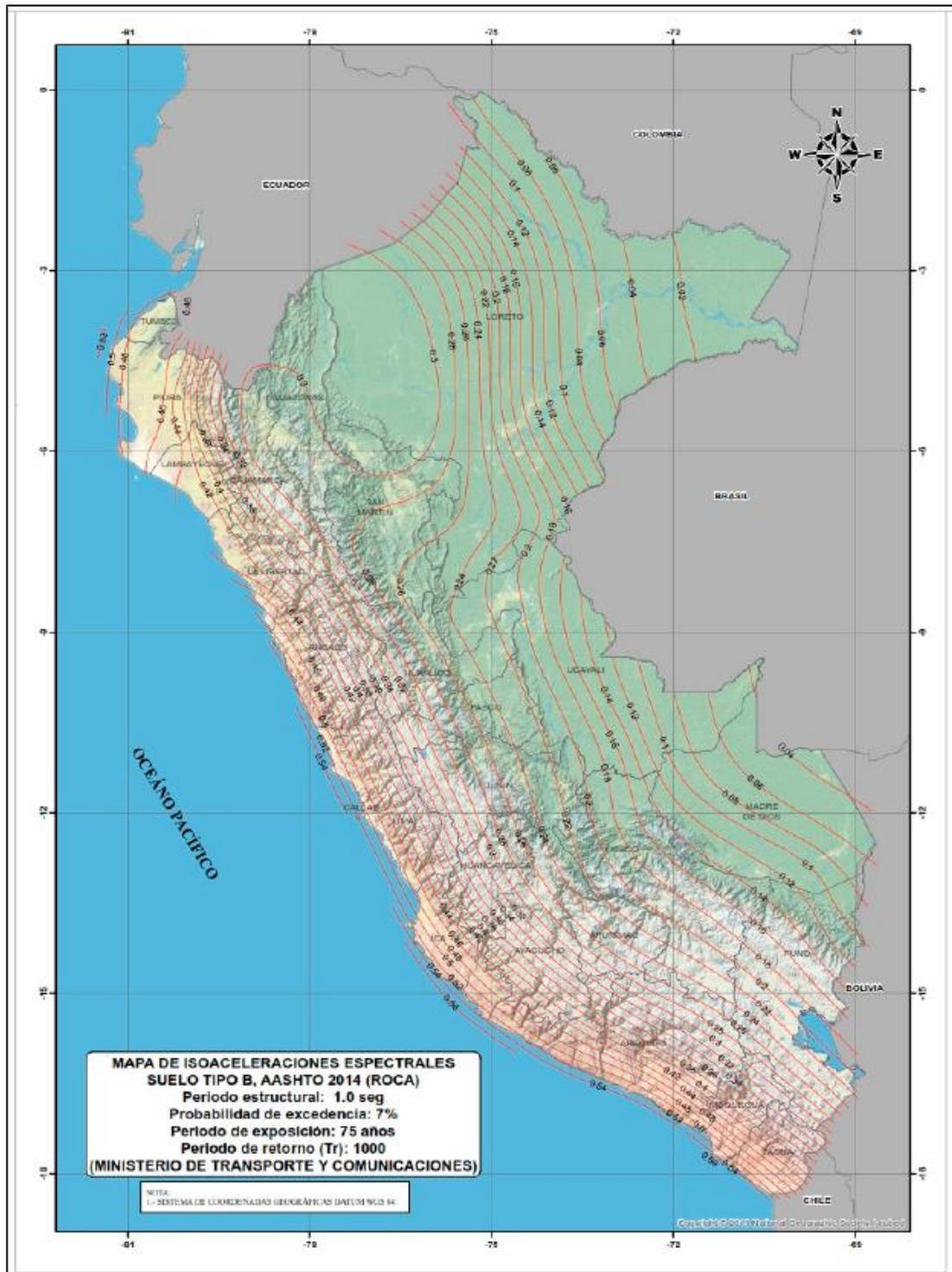
*Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 0.0 seg.*



Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.564), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, National Geographic Society I-Cubed.

**Figura 29**

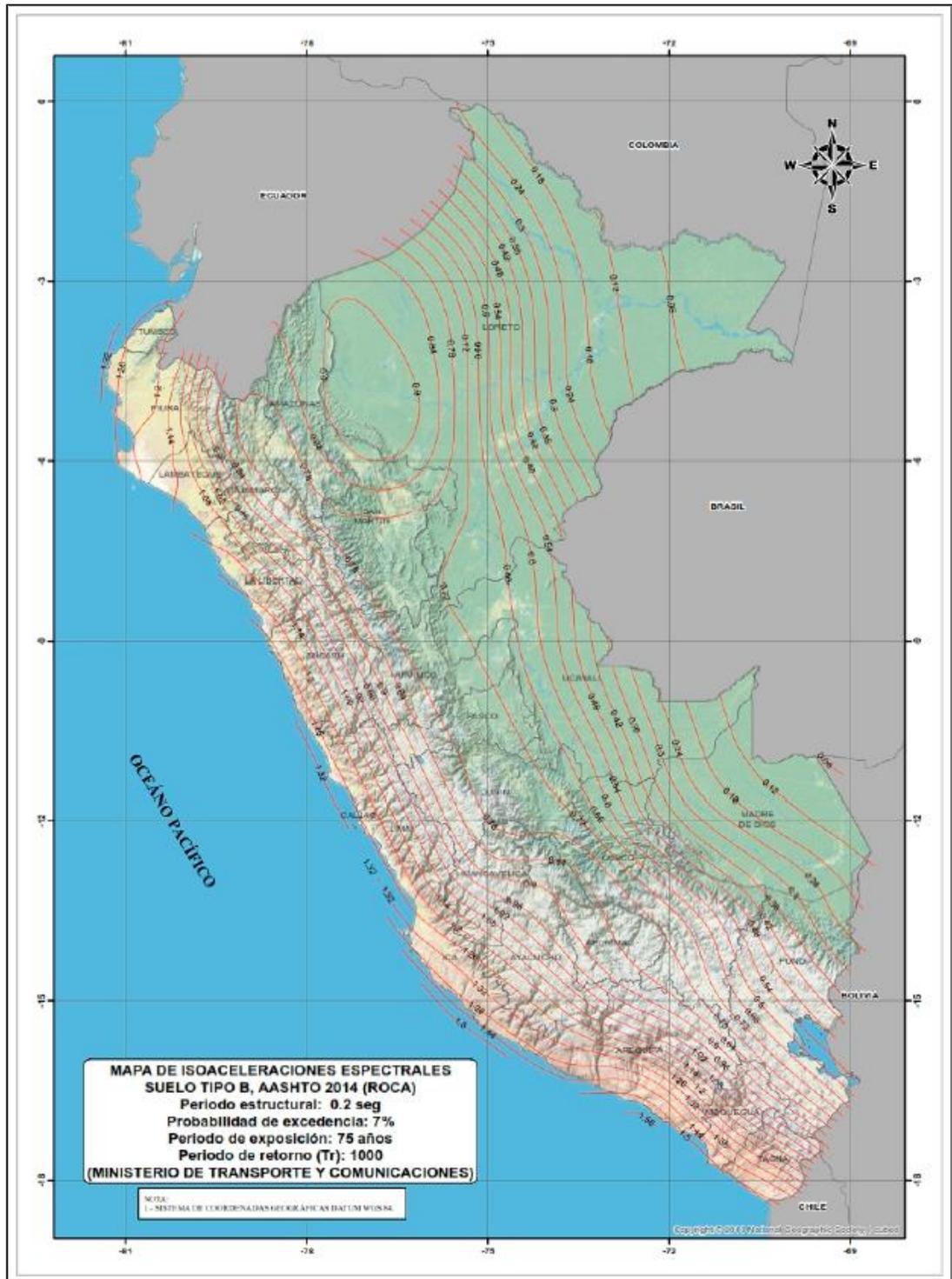
*Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 1.0 seg*



Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.565), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, National Geographic Society I-Cubed.

**Figura 30**

*Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 0.2 seg*



*Nota:* Adaptado de Manual de Puentes (p.566), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, National Geographic Society I-Cubed.

### Alcance

Considerando el peligro sísmico de una estructura se deberá de considerar lo siguiente:

- El análisis sísmico comprende la clasificación de la información de los sismos observados en el pasado, así mismo las características de la zona del proyecto.
- La determinación de las máximas aceleraciones, velocidad y desplazamiento, se podrá emplearse en un análisis dinámico tiempo – historia, análisis pushover y análisis dinámico con la finalidad de tener respuesta a un conjunto de características del puente ante eventos extremos.

### Eventualidad sísmica

Teniendo los parámetros de la zona se verificarán los factores de seguridad, para no tener desastres como el terremoto ocurrido en Perú de fecha 26 de mayo del 2019, de acuerdo con T. Velásquez (2019), del Reporte-Complementario N° 1260, menciona el colapso del puente Tioyacu en el km.70 de la Carretera que une Yurimaguas – Tarapoto, de departamento de San Martín

#### **Figura 31**

*Fotografía del Terremoto en Yurimaguas - 2019*



*Nota:* Adaptado de Reporte-Complementario N° 1260 (p.24), por C. Velásquez T, 2019, COEN - INDECI.

El peligro sísmico deberá comprender en puentes con sistemas estructurales no convencionales y que requieran los estudios especiales, en este sentido el Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC] (2018), recomienda comprender lo siguiente:

- Recopilación y clasificación de la información sobre los sismos observados en el pasado, con particular referencia a los daños reportados y a las posibles magnitudes y epicentros de los eventos.

- Antecedentes geológicos, tectónica y sismotectónica y mapa geológico de la zona de influencia.
- Estudios de suelos, definiéndose la estratigrafía y las características físicas más importantes del material en cada estrato. Cuando sea procedente, deberá determinarse la profundidad de la napa freática.
- Prospección geofísica, determinándose velocidades de ondas compresionales y de corte a distintas profundidades.
- Determinación de las máximas aceleraciones, velocidad y desplazamiento en el basamento rocoso correspondientes al “sismo de diseño” y al “máximo sismo creíble”. Para propósitos de este Manual se define como sismo de diseño al evento con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años de exposición, lo que corresponde a un período de retorno promedio de aproximadamente 1000 años.
- Determinación de espectros de respuesta (correspondientes al “sismo de diseño”) para cada componente, a nivel del basamento rocoso y a nivel de la cimentación. Ensayos para la evaluación
- Los ensayos permiten evaluar el estado del material sin alterar sus propiedades y funcionalidad. (p.53)

#### **2.2.7.1.5. Ensayo de mecánica de suelo**

Este ensayo permite determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, del cual se toman muestras in-situ, (calicatas), según la cantidad que indique el manual de Puentes.

##### Granulometría

La granulometría clasificará los tamaños de las partículas de las muestras seleccionadas in-situ, mediante la división y separación con una serie de tamices establecidos en el manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

##### Perfil estratigráfico

A partir de la toma de datos realizados de la zona de estudio (calicatas), se reconstruirá la estratigrafía del subsuelo, acorde con las profundidades de cada una de ellas.

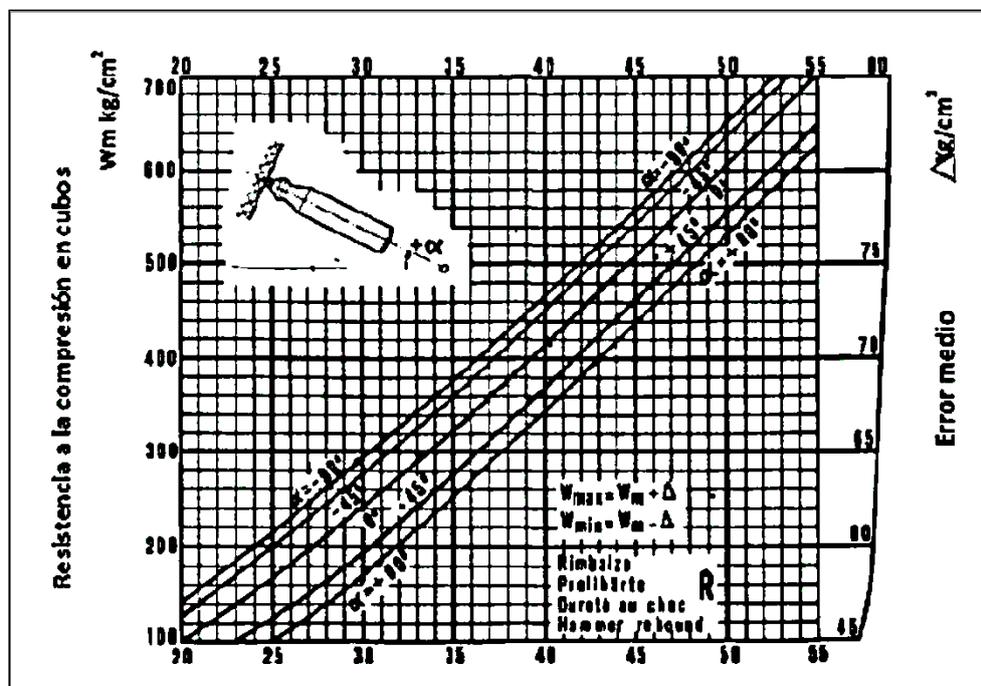
### 2.2.7.1.6. Esclerometría

Este ensayo no destructivo tiene como principio la medición de Schmidt, determinando la resistencia a compresión del concreto mediante el uso del esclerómetro permitirá dar lectura de la presión registrada del martillo sobre la superficie, los cuales serán interpretados mediante ábacos. En cada punto se tomará un valor medio de las 16 lecturas realizadas con el instrumento.

La determinación de la resistencia a compresión del concreto dependerá del ángulo de inclinación del instrumento y de los ábacos proporcionados por el fabricante.

Figura 32

Ábaco para Determinar la Resistencia a Compresión del Concreto



Nota: Adaptado del Manual de uso del esclerómetro (p.6), por PINZUAR LTDA.

### 2.2.7.1.7. Medición de espesor de pintura

Este ensayo no destructivo fija las condiciones de inspección, para controlar el cumplimiento de los requerimientos de la medición de espesores de pintura por ultrasonido por contacto directo. Este procedimiento se aplicó en las vigas metálicas del Puente Comunero I. De acuerdo con SSPC-PA 2 (2004); menciona que el proceso de selección del área de medición del espesor de pintura consiste en lo siguiente:

Se seleccionará un área de 10 m<sup>2</sup> en donde se tomará 5 lecturas puntuales distribuidos arbitrariamente y para cada lectura puntual se tomará 3 lectura individuales.

Para áreas de 30 m<sup>2</sup>, se tomará cada 10 m<sup>2</sup> para su medición, en donde se dará 15 lecturas puntuales y 45 lecturas individuales. Para áreas de 100 m<sup>2</sup>, se tomará arbitrariamente 3 áreas de 10 m<sup>2</sup>, dando 45 lecturas puntuales y 135 lecturas individuales.

Para áreas mayores a 100 m<sup>2</sup>, se tomará los primeros 100 m<sup>2</sup> y serán medidos según lo detallado en el párrafo anterior, y por cada 100 m<sup>2</sup> adicionales se tomará 10 m<sup>2</sup> para su medición.

Si el espesor de la pintura seca para un área de 10 m<sup>2</sup> no cumplen con las exigencias detalladas párrafos arriba, se aislará el área no conforme, y cada 10 m<sup>2</sup> se tomará la medición.

Para otro tipo de áreas el propietario definirá el tamaño y la forma de la estructura a ser cubierta.

#### **2.2.7.2. Evaluación hidráulica**

Luego de realizar los estudios necesarios, se podrá realizar la evaluación hidráulica del puente con el fin de calcular la socavación; la modelación hidráulica se efectuará con el software HECRAS V5.0.1.

El HEC-RAS es un programa de modelización hidráulica unidimensional, bidimensional y tridimensional, permitiendo simular flujos de aguas en cauces naturales (ríos) o canales artificiales.

Se tendrán en cuenta para la evaluación, los alcances del Manual de Puentes y los criterios técnicos que dispone.

##### **2.2.7.2.1. Socavación general por contracción**

La contracción del flujo que es producida por la reducción de la sección del cauce, es la causa más común de la socavación general.

##### **Método de Laursen**

- **Socavación en lecho móvil**

Cuando parte del sedimento transportado de aguas arriba al lugar de construcción del puente o puente existente es depositado en la zona afectada de la socavación, así alcanzando un equilibrio entre la cantidad de material transportado y removido.

El software HEC-RAS V5.0.4, utiliza la versión modificada de la ecuación de Laursen, este método se usará, ya que el Río Mantaro transporta el material del lecho aguas arriba del Puente Comunero I.

$$\frac{H_s}{h_1} = \left[ \frac{Q_2}{Q_1} \right]^{\frac{6}{7}} \left[ \frac{B_1}{B_2} \right]^{K_1} \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

Hs-h2: Profundidad media de socavación por contracción, m.

Hs: Profundidad media del flujo, m.

h1: Profundidad media de flujo en el cauce principal, aguas arriba del puente, m.

h2: Profundidad media de flujo en la sección contraída, m.

Q1: Caudal aguas arriba, m<sup>3</sup>/s.

Q2: Caudal en la sección contraída, m<sup>3</sup>/s.

B1: Ancho del cauce aguas arriba, m.

B2: Ancho del cauce en la sección contraída, restando ancho de pilares, m.

K1: Exponente en función del modo de transporte de sedimentos

**Tabla 7**

Valores del Coeficiente K1

V√w	k1	Modelo de transporte de sedimento de lecho
< 0.50	0.59	Mucho del material en contacto con el lecho
0.50 a 2.00	0.64	Algo de material de lecho suspendido
> 2.00	0.69	Mucho material del lecho suspendido

*Nota:* Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.111), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, HEC-18.

### Socavación en agua clara

Cuando no existe equilibrio entre la cantidad de material transportado y removido, entonces la socavación tendrá un equilibrio cuando el caudal del río es menor como para iniciar el movimiento de las partículas.

Se usará la siguiente ecuación de Laursen:

$$H_s = \left( \frac{0.025Q_2^2}{D_m^{2/3} B_2^2} \right)^{\frac{3}{7}} \quad \text{Ecuación 20}$$

### 2.2.7.2.2. Socavación local

La socavación local es el desplazamiento del material focalizada en los estribos, pilares, terraplenes del puente, a causa de los cambios de dirección de la corriente, turbulencia, aceleración del flujo y la obstrucción al flujo.

Se analizará:

- Socavación local en pilares
- Socavación local en estribos

#### Método CSU

El software HEC-RAS V5.0.4, utiliza para la socavación local de los estribos y pilares, el método de la Universidad Estatal de Colorado (CSU).

$$\frac{y_s}{h} = 2.0K_f K_\phi K_c K_a \left(\frac{h}{a}\right)^{0.65} Fr^{0.43} \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde:

$y_s$ : Profundidad de socavación (m).

$h$ : Profundidad de flujo aguas arriba del pilar (m).

$K_f$  o  $K_1$ : Factor de corrección por forma del pilar.

$K_\phi$  o  $K_2$ : Factor de corrección por ángulo de ataque del flujo.

$K_c$  o  $K_3$ : Factor de corrección por forma del lecho.

$K_a$  o  $K_4$ : Factor de corrección por acorazamiento del lecho.

$a$ : Ancho del pilar (m).

$l$ : Longitud del pilar (m).

$Fr$ : Número de Froude, aguas arriba del pilar.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}} \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde:

$V$ : Velocidad media del flujo directamente aguas arriba del pilar

#### 1. Para el factor de corrección por forma del pilar ( $K_f$ o $K_1$ )

Se utilizará la tabla N°00, cuando el ángulo de ataque menor que 5°.

**Tabla 8**

*Factor de Corrección por la Forma del Pilar  $K_f$*

Forma de la pila	$K_f$
Nariz cuadrada	1.1
Nariz redonda	1.0

Cilíndrica	1.0
Punta aguda	0.9
Grupo de cilindros	1.0

*Nota:* Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.137), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, HEC-18.

## 2. Para el factor de corrección por ángulo de ataque del flujo ( $K\phi$ o $K_2$ )

El factor de corrección  $K\phi$  es para ángulos mayores, por ende, el factor de corrección  $K_f$  debe tomar el valor de 1.0 y solo debe emplearse si en toda la longitud de la pila influyen las condiciones de flujo, ya que el factor de corrección puede ser menor.

**Tabla 9**

*Factor de Corrección por el Ángulo de Ataque del Flujo  $K\phi$*

Ángulo de ataque	$l/a=4$	$l/a=8$	$l/a=12$
0°	1.00	1.00	1.00
15°	1.50	2.00	2.50
30°	2.00	2.75	3.50
45°	2.30	3.30	1.30
90°	2.50	3.90	5.00

*Nota:* Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.137), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, HEC-18.

Además, si:

$$\frac{l}{a} > 12$$

*Ecuación 23*

Se utilizarán los valores de la tabla  $l/a > 12$  como máximo.

$$K_{\phi} = \left( \cos\phi + \frac{l}{a} \sin\phi \right)^{0.65}$$

*Ecuación 24*

## 3. Para el factor de corrección por la forma del lecho ( $K_c$ o $K_3$ )

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC] (2008) recomienda usar el valor de 1.1, ya que considera que en las crecientes el lecho tiende a ser plano

**Tabla 10**

*Factor de Corrección por la Forma del Lecho  $K_c$*

Condición del lecho	Altura de la duna H(pies)	$K_c$
Socavación en agua clara	N/A	1.1
Lecho plani y antidunas	N/A	1.1
Dunas pequeñas	$2 < H < 10$	1.1

Dunas medianas	10<H<30	1.1 a 1.2
Dunas grandes	H>30	1.3

*Nota:* Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.138), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, HEC-18.

#### 4. Para el factor de corrección por acorazamiento del lecho (**Ka o K4**)

Por el acorazamiento de la socavación disminuye la profundidad para los materiales del lecho con el  $D50 \geq 2\text{mm}$  o  $D95 \geq 20\text{mm}$ .

**Tabla 11**

*Criterios para Adoptar Ka*

$D50 < 2\text{mm}$ o $D95 < 20\text{mm}$	$Ka = 1.0$
$D50 \geq 2\text{mm}$ o $D95 \geq 20\text{mm}$	$Ka = 0.4(V_R)^{0.15}$

*Nota:* Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.138), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, HEC-18.

$$Ka = 0.4(V_R)^{0.15} \quad \text{Ecuación 25}$$

$$V_R = \left[ \frac{V_1 - V_{icD50}}{V_{cD50} - V_{icD95}} \right] > 0 \quad \text{Ecuación 26}$$

$$V_{icDx} = 0.645 \left( \frac{D_x}{a} \right)^{0.053} V_{cDx} \quad \text{Ecuación 27}$$

Donde:

**V<sub>R</sub>**: Relación de velocidad

**V<sub>1</sub>**: Velocidad de aproximación inmediatamente aguas arriba del pilar (m/s)

**V<sub>icDx</sub>**: Velocidad de aproximación requerida para iniciar socavación en el pilar para el tamaño Dx de las partículas de sedimento (m/s)

**V<sub>icD95</sub>**: Velocidad de aproximación requerida para iniciar socavación en el pilar para el tamaño D95 de las partículas de sedimento (m/s)

**V<sub>icD50</sub>**: Velocidad de aproximación requerida para iniciar socavación en el pilar para el tamaño D50 de las partículas de sedimento (m/s)

**V<sub>cDx</sub>**: Velocidad crítica para iniciar movimiento de partículas de tamaño Dx del material del lecho (m/s)

**V<sub>cD50</sub>**: Velocidad crítica para iniciar movimiento de partículas de tamaño D50 del material del lecho (m/s)

**a:** Ancho del pilar (m)

Además:

$$V_{cDx} = 6.19h^{1/6}D_x^{1/3}$$

*Ecuación 28*

Donde:

$D_x$ : Tamaño de la partícula de tal manera que el x por ciento del material del lecho es más fino. (m)

$h$ : Profundidad del agua aguas arriba del pilar sin incluir la socavación local. (m)

Teniendo como valor mínimo para  $K_a=0.4$ .

### **2.2.7.3. Evaluación estructural**

#### **2.2.7.3.1. Normas utilizadas**

Para la evaluación del estado estructural del puente Comunero I, se emplea las normas y recomendaciones enumeradas a continuación. Se diferencia entre documentos referidos a la resistencia de la estructura y documentos relativos a las acciones a considerar.

#### **2.2.7.3.2. Tipos de cargas**

- Cargas Permanentes
- Cargas Variables

##### **2.2.7.3.2.1 Cargas permanentes**

Son aquellos pesos de los elementos que conforman una estructura, y actúan en todo momento, manteniéndose constante la posición y la magnitud. Están conformadas por el peso propio y carga muerta.

##### Peso propio (DC)

La carga se deduce de la geometría teórica de la estructura, considerando para la densidad los siguientes valores:

Se deduce de la geometría de la estructura, considerando la densidad del elemento

##### Cargas muertas (DW)

Son los elementos no resistentes y que, en este caso, estos elementos solo aportan cargas a la estructura.

##### **2.2.7.3.2.2 Cargas variables**

##### Cargas vivas de vehículos (LL)

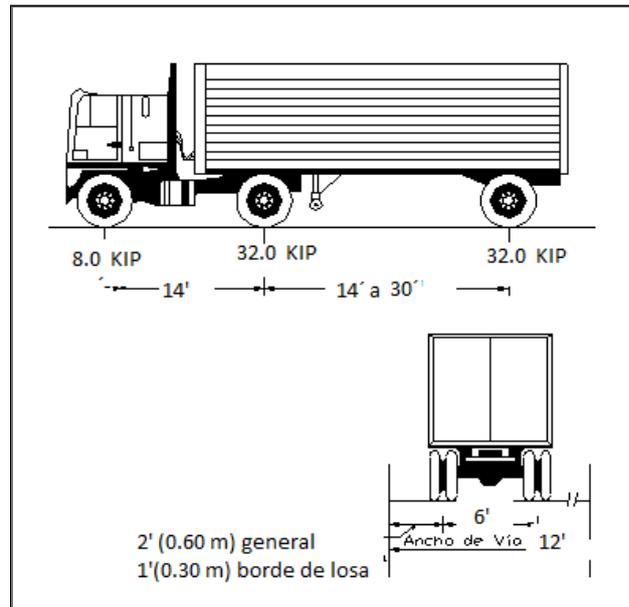
La carga viva designada es el HL-93, que consiste de una combinación de:

✓ **Camión de diseño o tándem de diseño:**

Un camión tipo de tres ejes y peso total de 32.67 ton, repartido según se indica en la siguiente figura.

**Figura 33**

*Dibujo de las Características de Camión de Diseño*



*Nota:* Adaptado de Manual de Puentes (p.92), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

✓ **Carga distribuida de diseño**

Una sobrecarga de 954 kg/m, distribuida en un ancho de 3,0 m en dirección transversal.

Los efectos máximos de las sobrecargas se determinarán en función del número de vías cargadas multiplicando las cargas por los factores siguientes.

**Tabla 12**

*Presencia de Factores Múltiples, m*

Número de Vías Cargadas	Presencia de Factores Múltiples, m
1	1.20
2	1.00
3	0.85

Número de Vías Cargadas	Presencia de Factores Múltiples, m
>3	0.65

*Nota:* Adaptado de Manual de Puentes (p.93), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

✓ **Carga dinámica permitida (IM)**

Las cargas del camión y del tándem se incrementarán por efectos dinámicos según la siguiente tabla:

**Tabla 13**

*Incremento de la Carga Viva por Efectos Dinámicos (IM)*

Componente	Porcentaje (IM)
Elementos de unión en el tablero (para todos los estados límites)	75%
Para otros elementos	
- Estados límites de fatiga y fractura	15%
- Otros estados límite	33%

*Nota:* Adaptado de Manual de Puentes (p.97), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

**2.2.7.3.2.3 Fuerzas de frenados (BR)**

El esfuerzo de frenado se estima en una fuerza horizontal cuyo valor resulta igual al máximo de los siguientes valores:

- un 25% de la sobrecarga del camión
- un 25% de la sobrecarga del tándem
- un 5% de la sobrecarga uniforme más el camión
- un 5% de la sobrecarga uniforme más el tándem

A las fuerzas anteriores se les aplica el factor de simultaneidad de vías cargadas, pero no el coeficiente de amplificación dinámica.

**2.2.7.3.2.4 Cargas peatonales (PL)**

Se aplica una carga peatonal de 0.075 ksf (366 kgf/m<sup>2</sup>) en veredas de un ancho mayor a 0.60 m, en los tramos que resulten desfavorables en cada caso y simultáneamente con las cargas vivas de vehículos.

**2.2.7.3.2.5 Cargas de viento: (WL)**

Se considera las siguientes ecuaciones del Manual de Puentes, la velocidad del viento igual a:

$$V_{DZ} = 2.50 V_0 \left( \frac{V_{30}}{V_B} \right) \ln \left( \frac{Z}{Z_0} \right)$$

Ecuación 29

donde:

$V_{DZ}$ = Velocidad de viento de diseño a la altura de diseño, Z (mph);  
(km/h)

$V_{30}$ = Velocidad del viento a 30.0 ft sobre el nivel bajo del terreno o sobre nivel de agua de diseño (mph).

$V_B$ = Velocidad base de viento igual a 100 mph a 30.0 ft de altura, con la cual se obtiene las presiones de diseño especificada en los Artículos 2.4.3.10.1.2.1 y 2.4.3.10.1.2.2 (3.8.1.2.1 y 3.8.1.2.2 AASHTO).

Z= Altura de la estructura en la cual se están calculando las cargas de viento, medida desde la parte baja del terreno o del nivel del agua, > 30.0 ft.

$V_0$ = Velocidad friccional, una característica meteorológica tomada como se especifica en la Tabla 2.4.3.10.1.1-1, para diferentes características de la superficie contra el viento (mph).

$Z_0$ = longitud de fricción que trae el viento aguas arriba, una característica meteorológica del viento tomada como se especifica en la tabla 2.4.3.10.1.1-1, (ft).

**Tabla 14**

Valores Constantes  $V_0$  y  $Z_0$

Condición	Terreno abierto	Área Suburbana	Área
	Área Suburbana		Suburbana
V	8.20 mph	10.90 mph	12.00 mph
Z	0.23 ft	3.28 ft	8.20 ft

*Nota:* Adaptado de Manual de Puentes (p.106), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

La presión del viento resulta igual a:

$$P_D = P_B \left( \frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 = P_B \frac{V_{DZ}^2}{10,000}$$

Ecuación 30

Los valores de  $P_B$  se obtienen de la tabla siguiente:

**Tabla 15***Presiones básicas, PB Correspondiente a una Velocidad VB = 100 mph*

<b>Componente Estructural</b>	<b>Presión por Barlovento</b>	<b>Presión por Sotavento</b>
Reticulados, columnas y arcos	0.050 ksf	0.025 ksf
Vigas	0.050 ksf	NA
Superficies de pisos largos	0.040 ksf	NA

*Nota:* Adaptado de Manual de Puentes (p.107), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

### 2.2.7.3.2.6 Efecto de sismo (EQ)

Para determinar los efectos causados por un sismo severo, se ha realizado un análisis sísmico dinámico según lo establece el Manual de Puentes. Las fuerzas sísmicas son el resultado de la multiplicación de las masas efectivas del puente y sus respectivas aceleraciones espectrales.

#### - Espectro de diseño

El diseño sísmico se obtiene mediante la estimación del coeficiente de aceleración  $A_s$ , coeficiente de aceleración  $S_{SD}$  para periodos cortos (0.2s) y coeficiente de aceleración  $S_{D1}$  para un periodo de 1.0s. Los coeficientes se obtienen de la siguiente formula:

$$A_s = F_{pga}PGA \quad \text{Ecuación 31}$$

$$S_{DS} = F_a \quad \text{Ecuación 32}$$

$$S_{D1} = F_y S_1 \quad \text{Ecuación 33}$$

Donde:

PGA = Se obtiene de la ordena para 0.0s del espectro de peligro uniforme (Tr = 1000 años) para roca (g).

$S_S$  = Se obtiene determinando el valor de la ordenada para 0.2s del espectro de peligro sísmico (Tr = 1000 años) para roca (g).

$S_1$  = Se obtiene determinando el valor de la ordenada para 1.0s del espectro de peligro sísmico (Tr = 1000 años) para roca (g).

Los Coeficientes  $F_{pga}$ ,  $F_a$  y  $F_v$ , para obtener las aceleraciones espectrales en cualquier tipo de suelo a partir del espectro en suelo tipo B.

**Tabla 16**

*Valores de Factores de Sitio,  $F_{pga}$  En Periodo – Cero en el Espectro de Aceleración*

Clase de Sitio	Coeficiente Aceleración Pico Terreno (PGA)				
	PGA < 0.10	PGA = 0.20	PGA = 0.30	PGA = 0.40	PGA > 0.50
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	*	*	*	*	*

*Nota:* Adaptado de Manual de Puentes (p.113), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

**Tabla 17**

*Valores de Factores de Sitio,  $F_v$ , para Rango de Periodo Largo en el Espectro de Aceleración*

Clase de Sitio	Coeficiente Aceleración Espectral en Periodo 1.0 sec ( $S_1$ )				
	$S_1 < 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 > 0.50$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F <sup>2</sup>	*	*	*	*	*

*Nota:* Adaptado de Manual de Puentes (p.113), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

Dado que los  $F_{pga}$ ,  $F_a$  y  $F_v$ , son iguales a la unidad (1.00), se procede a determinar parámetros para el diseño del espectro de respuesta de aceleraciones, tales como: coeficiente de aceleración  $A_S$ , SDS para periodos cortos (0.20s),  $SD_1$  para 1.0s de periodo T,  $T_0$  y  $TS$ .

Donde:

$A_S$  = Coeficiente de aceleración.

$S_{DS}$  = Ordenada espectral del espectro de respuesta de aceleraciones para periodos cortos (g).

$S_{D1}$  = Ordenada espectral del espectro de respuesta de aceleraciones para 1s de periodos (g).

$T$  = Periodo fundamental de la estructura (s).

$T_0$  = Periodo de inicio de la platea de periodos cortos (s).

$T_S$  = Periodo final de la platea de periodos cortos (s)

$$T_0 = 0.20 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad \text{Ecuación 34}$$

$$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad \text{Ecuación 35}$$

Luego de determinado los parámetros señalados, las ordenadas del espectro de respuesta de diseño ( $C_{sm}$ ) se determinará teniendo en cuenta siguiente formula:

$$C_{sm} = (S_{DS} - A_S) \frac{T}{T_0} + A_S \quad T \leq T_0 \quad \text{Ecuación 36}$$

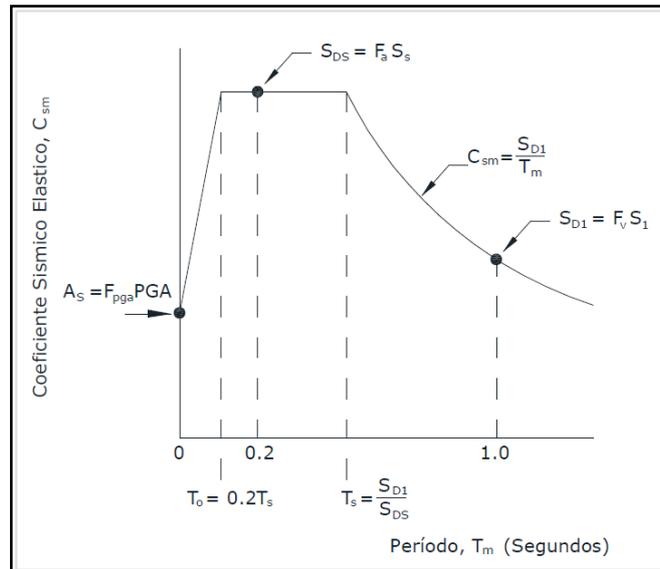
$$C_{sm} = S_{DS} \quad T_0 \leq T \leq T_S \quad \text{Ecuación 37}$$

$$C_{sm} = \frac{S_{D1}}{T} \quad T \geq T_S \quad \text{Ecuación 38}$$

El espectro de respuesta a considerar tiene la siguiente forma:

**Figura 34**

*Grafico del Espectro de Respuesta*



*Nota:* Adaptado de Manual de Puentes (p.114), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

#### **2.2.7.4. Control del espesor de la capa seca de la pintura**

Para el control del espesor de la pintura se realizarán los siguientes trabajos:

- Medición del grosor de pintura.
- Verificación de las patologías presentadas

Ya que la protección y durabilidad de la infraestructura es de mucha importancia.

Por lo general, el espesor de las pinturas aplicadas sobre las superficies son medidas en milésimas de pulgada (mils), y para su verificación de los espesores se realizará con algunas técnicas no destructivas, como los medidores y para pinturas de otro tipo se emplearán mediciones a base de calas y por medio longímetros especiales provistos de lentes de aumento.

##### **2.2.7.4.1. Normas utilizadas**

Para el control del espesor de la capa seca de la pintura del puente Comunero I, se emplea los criterios técnicas y recomendaciones de las normas: SSPC PA2 - 2004 – ASTM D7091.

##### **2.2.7.4.2. Desarrollo de control de espesor de la capa de pintura**

###### Variación de espesor de capa de pintura

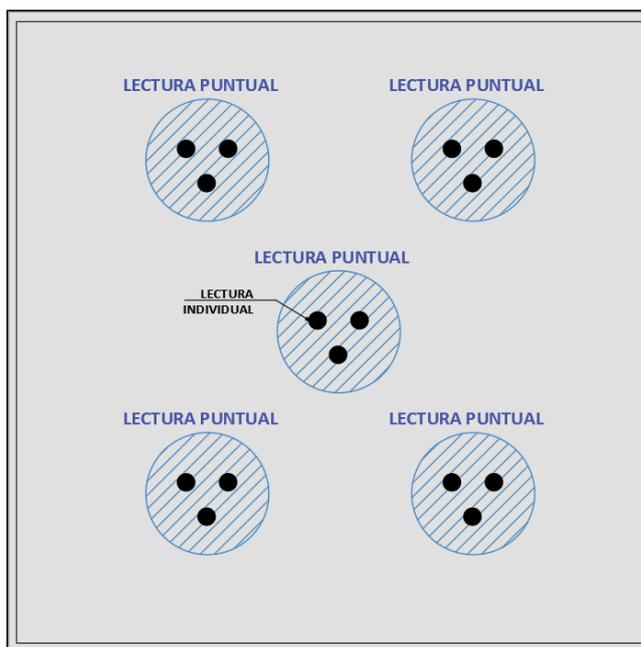
Se aplicará un espesor mínimo de 80% y un espesor máximo de 120% del especificado que permite la exactitud y se refiere la NORMA SSPC PA2 - 2004, usando un diámetro de 4 cm en los diferentes puntos individuales del área seleccionada de 10 m<sup>2</sup>.

###### Conformidad del espesor especificado

Se realizará las 5 lecturas puntuales, cada lectura puntual tendrá 3 lecturas individuales para cualquier área de 10 m<sup>2</sup>, sacando de esta última lectura los promedios que se someterán a la variación de espesor mínimo y máximo de 80% y 120% respectivamente de la medida especificada, así mismo se obtendrá el promedio de las lecturas puntuales que variará en un rango mínimo y máximo de la medida específica.

**Figura 35**

*Dibujo de la Lectura del Espesor de Pintura*



*Nota:* Lectura puntual y lectura individual del espesor de capa de pintura. Elaboración propia.

### **2.2.8. Rehabilitación en Puentes**

La rehabilitación de un puente comprende las mejoras de las condiciones iniciales de resistencia y rigidez que tienen como objetivo:

- Rescatar la capacidad de carga sobre los elementos dañados por algún evento externo o por un mal proceso constructivo.
- Ampliar las capacidades de cargas mediante ampliaciones o modificaciones del tablero.
- Proveer de posibilidades al estado de la estructura del puente mediante el análisis de su estado actual utilizando las normas técnicas y códigos de construcción.

La rehabilitación permitirá restablecer la capacidad resistente y funcional de una estructura además de prolongar su vida útil para puentes que se encuentran en un estado deterioro o desuso.

Los términos como reparación y reforzamiento se relacionan a la rehabilitación, mediante los trabajos implicados en la conservación y prolongación de la vida de un puente. De tal manera los trabajos de rehabilitación conllevan a un reajuste del comportamiento estructural, para admitir una mayor carga. Este proceso conlleva a una evolución de

todos los componentes de la infraestructura los cuales tienen una consideración de carácter económico para su aplicación.

#### **2.2.8.1. Rehabilitación del puente Comunero I**

En esta fase se fija el objetivo de la rehabilitación, luego de realizar el análisis de las alternativas de valoración técnica y económica, se opta por tomar la decisión de reparar o modificar la estructura hasta llevarla a una condición deseada.

Para el entendimiento de los términos: reparar y reforzar, se aclara su significado:

- Reparar: reemplazar o corregir materiales, componentes o elementos de una estructura deteriorados, dañados o defectuosos.
- Reforzar: Incrementar o restablecer la capacidad de una estructura o de una porción de ella.

Siendo como objeto de estudio el Puente Comunero I, se realizó la recopilación de datos, donde se concluye que fue reparado y reforzado en la cara superior e inferior de la losa con:

- Las fisuras fueron inyectadas para devolver el monolitismo y la capacidad mecánica de la losa.
- Recubrimiento de sellado MAPEWRAP PRIMER. Resina imprimadora epoxi de baja viscosidad. En todo el perímetro de la bruña.
- Adhesivo y regularizador de superficie MAPEWRAP 11-12. Masilla epoxi estructural adhesiva. Hasta rellenar por completo la bruña.
- Barras de fibra de carbono pultrusionada e impregnada de resina epoxi MAPEROD C. Este tipo de barra está protegida por una película de plástico removible.
- Capa de regulación de la superficie con mortero cementicio de reparación, de un solo componente, de concentración compensada, de fraguado rápido, reforzada con fibras, modificado con polímeros y de gran espesor, con un inhibidor de corrosión (PLANITOP X o XS) para la nivelación de la superficie

de concreto con las alas de los perfiles metálicos transversales (vigas de arriostramiento transversal de la losa).

- Recubrimiento de sellado MAPEWRAP PRIMER. Resina imprimadora epoxi de baja viscosidad. Una capa de ancho de cada lámina (100 mm).
- Adhesivo y regularizador de superficie ADESILEX. Masilla epoxi estructural adhesiva. Dos capas de ancho de cada lámina (100mm).
- Lámina de fibra de carbono pultrusionada e impregnada de resina epoxi CARBOPLATE E 170. La superficie de platina está protegida por una película de plástico removible.

#### **2.2.8.1.1. Reforzamiento con CFRP**

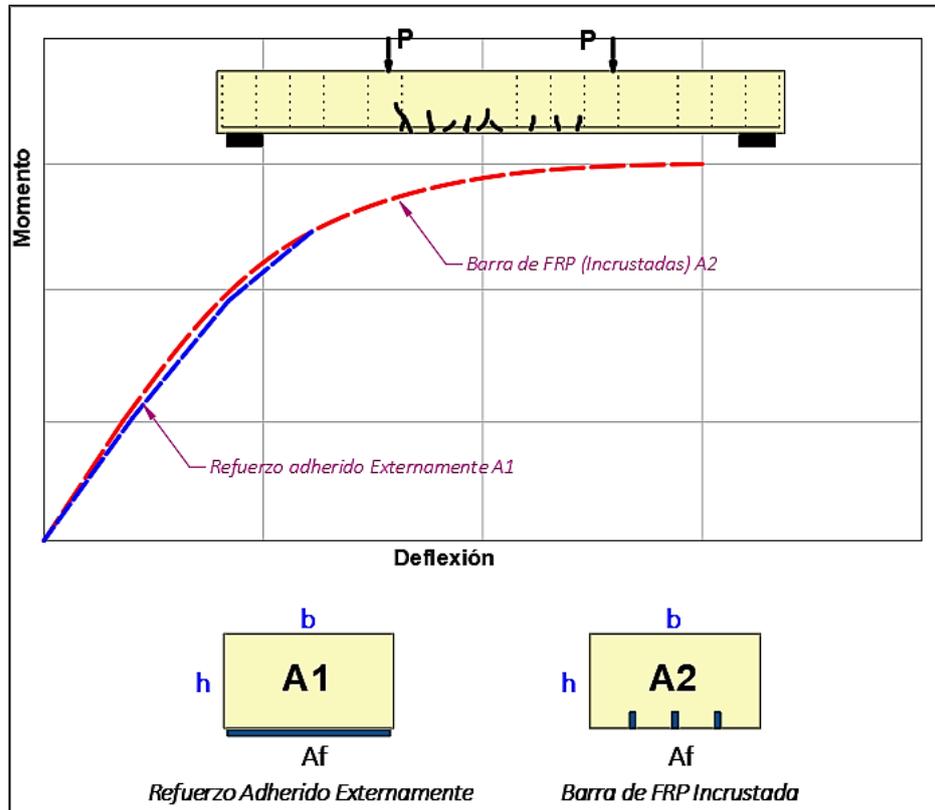
Los refuerzos de CFRP, son diseñados para resistir las fuerzas a tracción a medida que se preserva la compatibilidad de deformación entre el CFRP y el sustrato de concreto, sin embargo, debe despreciarse a la compresión del refuerzo de CFRP.

Estos no deben causar la falla del elemento estructural bajo la carga de servicio, para ello se diseña en base a los estados límites, estableciendo factores de seguridad frente a la ocurrencia de los estados límites (deflexiones excesivas y agrietamiento) y estados últimos (falla y fatiga), evaluando la resistencia del elemento reforzado, posibles modos de falla y los esfuerzos de los materiales.

Así el sistema de Refuerzo tiene que ser diseñado por los requerimientos de resistencia y de servicio, usando los factores de carga y esfuerzo, establecidos en el ACI 440.2R-08.

**Figura 36**

*Dibujo de la Barra de Refuerzo CFRP y Refuerzo Adherido*



*Nota:* Adaptado de experiencia peruana en el diseño de aplicación de reforzamiento estructural con fibra de carbono [Diapositiva PowerPoint], por Baca E, 2010, ACI-Perú.

### **Fortalecimiento de los límites**

Se debe considerar cuidadosamente para determinar límites de refuerzo razonables. Estos límites se imponen para proteger contra el colapso de la estructura en caso de que se unan u otros

### **Selección del sistema CFRP**

Las consideraciones afectan únicamente resinas y fibras de diversas propiedades de sistemas. La mecánica CFRP (por ejemplo, deformación por tracción y fuerza, máxima tracción, modulo elástico) de los algunos sistemas

**Tabla 18**

*Factor de Reducción Ambiental para Varios Sistemas de CFRP y Condiciones de Exposición*

Condiciones de Exposición	Tipo de Fibra	Factor de reducción ambiental $C_E$
Exposición en Interiores	Carbono	0.95

Condiciones de Exposición	Tipo de Fibra	Factor de reducción ambiental $C_E$
Exposición exterior (puentes, pilas y estacionamientos no cerrados)	Carbono	0.85
Ambiente agresivo (plantas químicas y plantas de tratamiento de aguas)	Carbono	0.85

*Nota:* Adaptado del informe del comité de ACI (p.26), por ACI440-2R08, 2008, ACI

### Refuerzo a flexión

El refuerzo CFRP proporciona un incremento del 40% a la resistencia a flexión, cuando se adhiere las fibras en la cara a tensión, a lo largo del elemento estructural de concreto. Según el ACI 440 2R-08 (2008) se debe ser comparado con la siguiente ecuación:

$$\phi Mn \geq Mu$$

*Ecuación 39*

Donde:

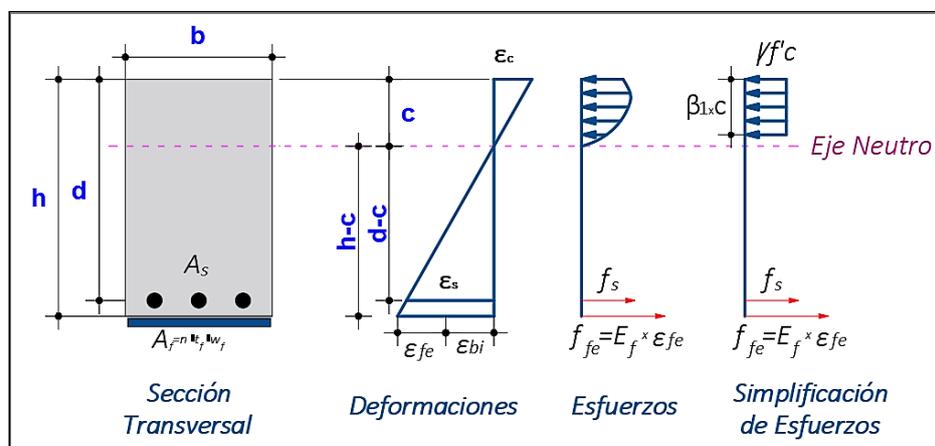
$Mn$  = Esfuerzo Nominal del elemento

$Mu$  = Momento calculado de las cargas factoradas como momentos de carga viva más carga muerta.

Además, la resistencia se reduce por factores  $\Psi_f=0.85$ , el cual debe ser aplicado al refuerzo CFRP para mejorar la confiabilidad de la predicción del refuerzo considerando los diferentes tipos de falla observados para el refuerzo con CFRP.

**Figura 37**

*Diagrama de Bloques en Viga con CFRP*



*Nota:* Elaboración propia.

### Propiedades del material de diseño

Son las propiedades del material informadas por los fabricantes, y deben de considerarse como propiedades iniciales.

Tenemos las siguientes ecuaciones:

- Resistencia ultima de diseño a tensión:

$$f_{fu} = CE f^*_{fu} \quad \text{Ecuación 40}$$

Donde:

$f_{fu}$  = Resistencia ultima de diseño a tensión

$CE$  = Coeficiente de reducción ambiental

$f^*_{fu}$  = Resistencia última del material CFRP según fabricante

- Deformación unitaria de ruptura de diseño:

$$\varepsilon_{fu} = CE \varepsilon^*_{fu} \quad \text{Ecuación 41}$$

Donde:

$\varepsilon_{fu}$  = Deformación de ruptura de diseño del refuerzo CFRP

$CE$  = Coeficiente de reducción ambiental (ver tabla 6)

$\varepsilon^*_{fu}$  = Deformación ultima de ruptura del refuerzo CFRP

- Módulo de elasticidad a tensión

$$E_f = \frac{f_{fu}}{\varepsilon_{fu}} \quad \text{Ecuación 42}$$

Donde:

$E_f$  = Modulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

$f_{fu}$  = Resistencia ultima de diseño a tensión

$\varepsilon_{fu}$  = Deformación de ruptura de diseño de refuerzo CFRP

### Modos de falla del refuerzo CFRP

Debido a que la resistencia a flexión de una sección depende del control del modo de falla, es importante saber cómo puede fallar el refuerzo CFRP, según la siguiente ecuación:

$$\varepsilon_{fd} = 0.41 \sqrt{\frac{f'_c}{nE_f t_f}} \leq 0.90 \varepsilon_{fu} \quad \text{Ecuación 43}$$

Donde:

$\varepsilon_{fd}$  = deformación unitaria por pérdida de adherencia del refuerzo CFRP

$f'_c$  = resistencia a compresión del concreto

$n$  = número de capas del refuerzo CFRP

$E_f$  = módulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

$t_f$  = espesor nominal de una capa de refuerzo CFRP

$\epsilon_{fu}$  = deformación de ruptura de diseño del refuerzo CFRP

### **Principios de diseño con refuerzo CFRP externamente adherido**

La deformación efectiva del refuerzo CFRP en su estado límite último se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\epsilon_{fe} = \epsilon_{cu} \left( \frac{d_f - c}{c} \right) - \epsilon_{cu} \leq \epsilon_{fd} \quad \text{Ecuación 44}$$

Donde:

$\epsilon_{fe}$  = deformación efectiva del refuerzo CFRP alcanzada en la falla

$\epsilon_u$  = deformación unitaria del concreto

$d_f$  = altura efectiva del refuerzo CFRP a flexión

$c$  = distancia desde la fibra extrema a compresión al eje neutro

$\epsilon_{bi}$  = deformación en el concreto al momento de colocar el refuerzo CFRP

$\epsilon_{fd}$  = deformación del refuerzo CFRP en falla por falta de adherencia

### **Nivel de tensión en el refuerzo CFRP**

La deformación máxima que puede tener el refuerzo CFRP, antes que la sección falle por flexión se obtiene por la siguiente ecuación:

$$f_{fe} = E_f \epsilon_{fe} \quad \text{Ecuación 45}$$

Donde:

$f_{fe}$  = esfuerzo efectivo en el refuerzo CFRP alcanzado en la sección al momento de la falla

$E_f$  = módulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

$\epsilon_{fe}$  = deformación efectiva en el refuerzo CFRP alcanzado al momento de falla

### **Factor de reducción de fuerza en el refuerzo CFRP**

Si la deformación unitaria del acero falla por aplastamiento, o falla el refuerzo CFRP, incluyendo delaminación o pérdida de adherencia, en el punto del concreto, entonces tendrá una ductilidad adecuada, según la definición de una sección controlada por tensión es por lo menos 0.005, de acuerdo al ACI, por lo que se debe utilizar el factor de reducción  $\phi$  que se define en la siguiente ecuación:

$$\phi = \left\{ \begin{array}{l} 0.90 \text{ para } \epsilon_t \geq 0.005 \\ 0.65 + \frac{0.25(\epsilon_t - \epsilon_{sy})}{0.005 + \epsilon_{sy}} \text{ para } \epsilon_{sy} < \epsilon_t < 0.005 \\ 0.65 \text{ para } \epsilon_t \leq \epsilon_{sy} \end{array} \right\} \quad \text{Ecuación 46}$$

Donde:

$\phi$ =factor de reducción de resistencia según ACI

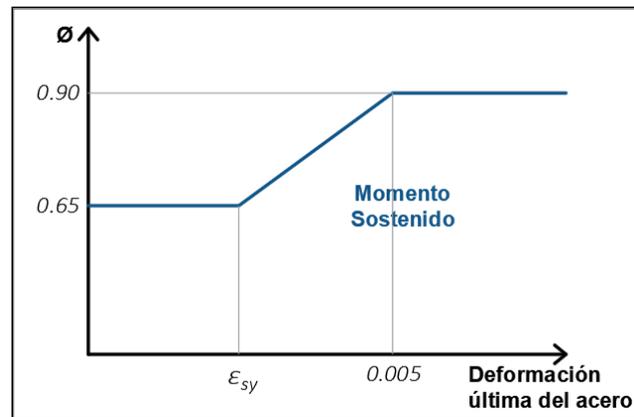
$\epsilon_t$ =deformación unitaria del acero en tensión

$\epsilon_{sy}$ =deformación unitaria del acero correspondiente al punto fluencia

Esta ecuación fija el factor de reducción en 0.90 para secciones dúctiles, 0.65 para secciones frágiles donde el acero no fluye y provee una transición lineal para el factor de reducción entre los dos extremos.

**Figura 38**

*Grafico del Factor de Reducción*



*Nota:* Elaboración propia.

Para evitar deformaciones inelásticas en el concreto reforzado con refuerzo externo CFRP, se debe evitar que el acero interno de refuerzo fluya bajo las cargas de servicio, especialmente en elementos expuestos a cargas cíclicas. El esfuerzo en el acero debe ser limitado al 80 por ciento de su resistencia a la fluencia según la ecuación

$$f_{s,s} \leq 0.80 f_y \quad \text{Ecuación 47}$$

Donde:

$f_{s,s}$ = esfuerzo en acero de refuerzo con cargas de servicio

$f_y$ = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo

Y el esfuerzo a compresión del concreto debe estar limitado al 45% de su resistencia a la compresión según la ecuación:

$$f_{c,s} \leq 0.45 f'_c \quad \text{Ecuación 48}$$

Donde:

$f_{c,s}$ = esfuerzo de compresión del concreto en condición de servicio

$f'_c$ = resistencia a compresión del concreto

El esfuerzo sostenido para mantener el nivel de seguridad debe ser limitado según la ecuación:

$$f_{f,s} < \text{momento sostenido más esfuerzo límite cíclico}$$

Donde:

$f_{f,s}$  = esfuerzo en refuerzo CFRP dentro del rango elástico

### Límite de tensión por fatiga y rotura por fluencia

**Tabla 19**

*Límite de Tensión de Carga de Servicio Sostenida más Cíclica de CFRP*

Tipo de Esfuerzo	Tipo de Fibra		
	GFRP	AFRP	CFRP
Momento sostenido más límite de esfuerzo cíclico	0.20 $f_{tu}$	0.30 $f_{tu}$	0.55 $f_{tu}$

*Nota:* Adaptado del informe del comité de ACI (p.30), por ACI440-2R08, 2008, ACI

Donde:

$f_{tu}$ = esfuerzo de diseño último a tensión del refuerzo CFRP

### Resistencia máxima de una sección rectangular reforzada

La deformación del refuerzo CFRP se calcula con la siguiente ecuación:

$$\epsilon_{fe} = \epsilon_{cu} \left( \frac{d_f - c}{c} \right) - \epsilon_{cu} \leq \epsilon_{fd} \quad \text{Ecuación 49}$$

Donde:

$\epsilon_{fe}$ = deformación efectiva del refuerzo CFRP alcanzada en la falla

$\epsilon_u$ = deformación unitaria del concreto

$d_f$ = altura efectiva del refuerzo CFRP a flexión

$c$ = distancia desde la fibra extrema a compresión al eje neutro

$\epsilon_{bi}$  = deformación en el concreto al momento de colocar el refuerzo CFRP

$\epsilon_{fd}$  = deformación del refuerzo CFRP en falla por falta de adherencia

La deformación unitaria del acero se determina basándose en la deformación unitaria del refuerzo CFRP utilizando compatibilidad de deformaciones con la siguiente ecuación:

$$\epsilon_s = (\epsilon_{fe} + \epsilon_{bi}) \left( \frac{d-c}{d_f-c} \right) \quad \text{Ecuación 50}$$

Donde:

$\epsilon_s$  = deformación del acero de refuerzo

$\epsilon_{fe}$  = deformación efectiva del refuerzo CFRP

- Calcular el nivel de esfuerzo asociado en cada material.

$$f_{fe} = E_f \epsilon_{fe} \quad \text{Ecuación 51}$$

Donde:

$f_{fe}$  = esfuerzo efectivo del refuerzo CFRP en la sección de falla

$E_f$  = módulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

$\epsilon_{fe}$  = deformación efectiva del refuerzo CFRP

El esfuerzo en el acero se determina con la deformación del acero utilizando la curva esfuerzo-deformación, con la ecuación:

$$f_s = E_s \epsilon_s \leq f_y \quad \text{Ecuación 52}$$

Donde:

$f_s$  = esfuerzo del acero de refuerzo

$E_s$  = módulo de elasticidad a tensión del acero de refuerzo

$\epsilon_s$  = deformación del acero de refuerzo

- El acero de refuerzo para la profundidad asumida del eje neutro, el equilibrio de fuerzas internas se revisa utilizando la siguiente ecuación

$$c = \frac{A_s f_s + A_f f_{fe}}{\alpha_1 f'_c \beta_1 b} \quad \text{Ecuación 53}$$

Donde:

$c$  = distancia desde la fibra extrema a compresión al eje neutro

$A_s$  = área de acero de refuerzo

$f_s$  = esfuerzo del acero de refuerzo

$A_f$  = área de refuerzo CFRP

$f_{fe}$  = esfuerzo efectivo del refuerzo CFRP en la sección de falla

$\alpha_1$  = factor del  $f'_c$  para calcular intensidad del rectángulo equivalente de esfuerzos de concreto.

$f'_c$  = resistencia a compresión del concreto

$\beta_1$  = proporción entre la profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos y la profundidad del eje neutro.

$b$  = ancho de la cara a compresión del elemento

- Resistencia nominal a flexión de la sección reforzada externamente con CFRP utilizando la ecuación:

$$M_n = A_s f_s \left( d - \frac{\beta_1 c}{2} \right) + \Psi_f A_f f_{fe} \left( h - \frac{\beta_1 c}{2} \right) \quad \text{Ecuación 54}$$

Donde:

$M_n$  = resistencia nominal a flexión

$A_s$  = área de acero de refuerzo

$f_s$  = esfuerzo del acero de refuerzo

$d$  = distancia desde la fibra extrema a compresión hacia el centroide del refuerzo a tensión.

$c$  = distancia desde la fibra extrema a compresión al eje neutro

$\beta_1$  = proporción entre la profundidad del bloque rectangular equivalente

$\Psi_f$  = factor de reducción de resistencia del refuerzo CFRP para flexión

$A_f$  = área del refuerzo CFRP

$f_{fe}$  = esfuerzo efectivo del refuerzo CFRP en la sección de falla

$h$  = altura o ancho del elemento

- Para el cálculo del esfuerzo en el acero de refuerzo bajo las cargas de servicio se basa en el análisis de una sección fisurada de la sección de concreto reforzada con refuerzo CFRP utilizando la ecuación:

$$f_{s,s} = \frac{[M_s + \varepsilon_{bi} A_f E_f \left( d_f - \frac{kd}{3} \right)] (d - kd) E_s}{A_s E_s \left( d - \frac{kd}{3} \right) (d - kd) + A_f E_f \left( d_f - \frac{kd}{3} \right) (d_f - kd)} \quad \text{Ecuación 55}$$

Donde:

$f_{s,s}$  = esfuerzo en el acero de refuerzo bajo cargas de servicio

$M_s$  = momento de servicio de la sección

$\varepsilon_{bi}$  = deformación en el concreto al momento de colocar el refuerzo CFRP

$A_f$  = área de refuerzo CFRP

$E_f$  = módulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

$d_f$  = altura efectiva del refuerzo CFRP a flexión

$k$  = proporción entre la profundidad del eje neutro y de la profundidad del refuerzo medido desde la fibra extrema a compresión.

$d$  = distancia desde la fibra extrema a compresión hacia el centroide del refuerzo a tensión.

$E_s$  = módulo de elasticidad del acero de refuerzo

$A_s$  = área de acero de refuerzo

- Esfuerzo en CFRP debido a cargas de servicio. Este esfuerzo se calcula utilizando la ecuación:

$$f_{f,s} = f_{s,s} \left( \frac{E_f}{E_s} \right) \frac{d_f - kd}{d - kd} - \epsilon_{bi} E_f \quad \text{Ecuación 56}$$

Donde:

$f_{f,s}$  = esfuerzo en el refuerzo CFRP dentro del rango elástico

$f_{s,s}$  = esfuerzo en el acero de refuerzo bajo cargas de servicio

$E_f$  = módulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

$E_s$  = módulo de elasticidad del acero de refuerzo

$d_f$  = altura efectiva del refuerzo CFRP a flexión

$k$  = proporción entre la profundidad del eje neutro y de la profundidad del refuerzo medido desde la fibra extrema a compresión.

$d$  = distancia desde la fibra extrema a compresión hacia el centroide del refuerzo a tensión.

$\epsilon_{bi}$  = deformación en el concreto al momento de colocar el refuerzo CFRP

Este esfuerzo debe cumplir con el límite impuesto por la ecuación:

$$f_{f,s} < \text{momento sostenido más esfuerzo límite cíclico}$$

Donde:

$f_{f,s}$  = esfuerzo en refuerzo CFRP dentro del rango elástico

## 2.2.9. Conservación de Puentes

### 2.2.9.1. Mantenimiento de puentes

El mantenimiento de puentes presenta como objetivos generales los siguientes:

- Asegurar la capacidad portante de la estructura del puente, para evitar daños a terceros.

Con esto se obtiene un grado adecuado de seguridad, tanto para los usuarios directos como para los indirectos.

- Asegurar que el tráfico se efectúe en las mejores condiciones posibles de comodidad.

Con este objetivo es conveniente evitar limitaciones o prohibiciones de circulación sobre el puente, debido al alto costo colectivo que se podría generar.

- Preservar el valor patrimonial del puente.

Este objetivo es importante no porque en él se ha invertido un capital considerable, sino también porque algunos puentes tienen una importancia notable desde el punto de vista histórico, cultural o estético.

### **2.2.9.2. Ciclo de vida útil y deseable de un puente**

La estimación del periodo de vida de los puentes es un elemento importante para la valoración de la probabilidad de falla, así como para la determinación de la edad de los mismos. Depende del estado en que se encuentra la estructura y de sus características funcionales, además de las medidas que se tomen para prolongarla.

#### **2.2.9.2.1. Expectativa de vida media de los puentes existentes**

En los cálculos, el “periodo” es la estimación de vida esperada para los puentes, alrededor de 100 a 200 años, sin embargo, los resultados podrían ser distintos, ya sean por diferentes causas; dependiendo de la duración de la vida media elegida. se aplica a las nuevas construcciones de puentes, como un verdadero periodo de vida esperado.

En los últimos años, los puentes construidos actualmente no son duraderos, a consecuencia de que colapsan, y se hace comparación con los puentes que fueron construidos en el siglo XVII, que aún todavía están en pie.

En el medio digital BBC NEWS MUNDO hace una comparación, causa del fenómeno del Niño Costero, de tres puentes de Lima: Puente de Piedra, Puente Balta y el Puente Solidaridad, del cual menciona, Millán (2017) sostuvo que:

(...) el Puente Solidaridad, construido en 2007, no logró aguantar el rigor del río crecido y se desplomó (...), mientras que los otros dos, que también soportaron la misma corriente caudalosa y que

fue construido en el siglo XVII y XIX, persistiendo sin ningún tipo de dificultad. (...)

Como se puede apreciar en la figura 39, el colapso de Puente Solidaridad. Mientras tanto se pueden ver en las figuras 40 y 41, el Puente Balta fue entregado en el año 1869 y el Puente de Piedra fue construido en el año 1610, hasta la actualidad siguen en funcionamiento.

**Figura 39**

*Fotografía del Puente Solidaridad*



*Nota:* Adaptado de Perú: cómo un puente del siglo XVII resistió más que uno moderno a las fuertes inundaciones en Lima, por Alejandro Millán, 2017, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39381349>.

**Figura 40**

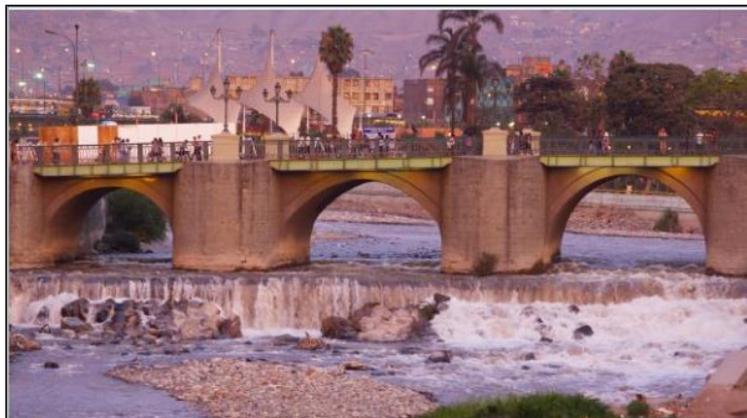
*Fotografía del Puente Balta*



*Nota:* Adaptado de Perú: cómo un puente del siglo XVII resistió más que uno moderno a las fuertes inundaciones en Lima, por Alejandro Millán, 2017, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39381349>.

## Figura 41

Fotografía del Puente de Piedra



*Nota:* Adaptado de Perú: cómo un puente del siglo XVII resistió más que uno moderno a las fuertes inundaciones en Lima, por Alejandro Millán, 2017, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39381349>.

### 2.2.9.2.2. Tasa anual de sustitución

La tasa anual de sustitución de los puentes, es el resultado entre el número de puentes sustituidos al año y el número total de puentes existentes.

Según las investigaciones realizadas las conclusiones obtenidas no son muy exactas, porque la cantidad de puentes no es constante. Ya que el periodo de vida de la mayoría de los puentes es ciertamente más corto, parece que el costo anual de las sustituciones no está determinado por la edad de aquéllos, sino por otras consideraciones. Sin embargo, cada vez hay más puentes que necesitan ser sustituidos, es muy posible que este costo anual tendrá que incrementarse considerablemente en el futuro con la finalidad de evitar limitaciones del tráfico.

En el Perú los puentes que van a ser sustituidos, son generalmente, por los puentes Baileys o puentes metálicos prefabricados, para no tener inconvenientes con las conexiones entre localidades dentro del país.

Ubicado en el departamento de La Libertad, el puente conecta las provincias de Trujillo con Virú, esta infraestructura tenía más de 50 años, como se puede observar en la figura 42, el colapso del Puente Virú el 18 de marzo del 2017, este mismo fue sustituido tal como se puede apreciar en la figura 43, por un puente Bailey para luego ser puesta a servicio.

### Figura 42

Fotografía del Colapso del Puente Virú



*Nota:* Adaptado de así luce el colapsado puente Virú en La Libertad, por TV Virú, 2017, <https://rpp.pe/peru/desastres-naturales/facebook-asi-luce-el-puente-el-colapsado-puente-viru-en-la-libertad-fotos-y-video-noticia-1037985>, RPP noticias.

### Figura 43

Fotografía del Nuevo Puente Virú



*Nota:* Sustitución por un puente Bailey después del colapso del puente Virú. Adaptado de construcción del Puente Virú iniciará el último trimestre de 2019, revista Perú construye, 2019, <https://peruconstruye.net/2019/09/03/mtc-construccion-del-puente-viru-iniciara-el-ultimo-trimestre-de-2019/>.

#### 2.2.9.2.3. Causas de las sustituciones

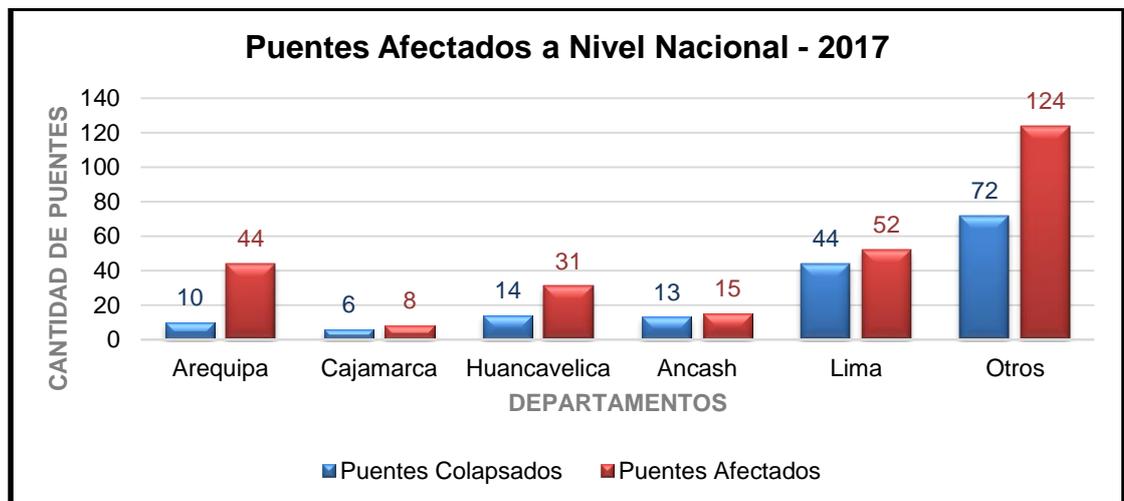
Existen diversas de causas por la que se realizan las sustituciones en los puentes, ya sean vehiculares o peatonales, este es un problema grave del cual se debe analizar, ya que genera una pérdida en el sector económico, social y político.

Las causas y razones se pueden clasificar en diferentes categorías, en este sentido, Baquedano (1982) sostiene al respecto que:

- Colapsos de la estructura, esto se debe a los errores en el proyecto o ejecución, o al deterioro de los materiales.
- Colapsos debidos al aumento del tráfico.
- Colapsos debido a las acciones naturales, tales como socavación de cimentaciones; acción de viento sobre algunos puentes metálicos.
- Colapsos debidos a acciones accidentales, terremotos, impactos de embarcaciones o vehículos, deslizamiento de tierras, avalanchas, etc.
- Demolición intencional por motivos estructurales con objeto de evitar el colapso.
- Demolición intencional por motivos funcionales, el puente es demasiado débil o demasiado estrecho; que tenga escaso gálibo sobre una carretera o un rio navegable, etc. (p.7).

**Figura 44**

*Gráfico de Puente Afectados a Nivel Nacional - 2017*

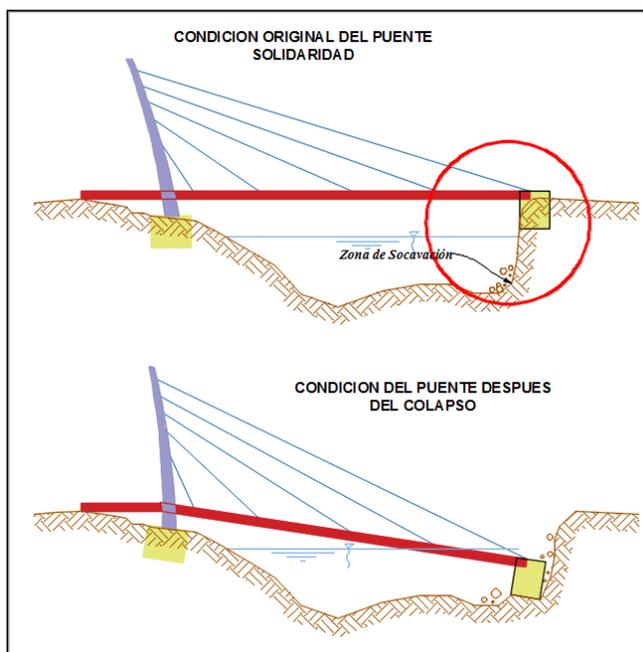


*Nota:* Puentes afectados a nivel nacional por el fenómeno del Niño Costero en el año 2017. El gráfico fue realizado con los datos de <https://ojo-publico.com/401/las-terribles-cifras-del-nino-costero-nivel-nacional> siendo así Elaboración Propia.

Un claro ejemplo del puente que ha sufrido este tipo de daño fue el Puente Solidaridad ubicado en Lima como se puede observar en la figura 45, a consecuencia que en los taludes fue colocada la cimentación superficialmente, de esta manera expuesto a la erosión.

**Figura 45**

*Dibujo del Colapso Puente Solidaridad*



*Nota:* El esquema fue realizado con los datos de <https://elcomercio.pe/lima/obras/puntos-claves-desplome-puente-solidaridad-noticia-522973-noticia/> siendo así Elaboración Propia.

### **2.3. Definición de Términos**

#### **a) Evaluación:**

Comprende el análisis de la información recopilada de los componentes del puente en merito a un valor significativo o criterio basado a normas técnicas.

#### **b) Rehabilitación:**

Conjunto de procesos que analizan el estado de cada estructura, para luego plantear alternativas sobre una valoración técnica y económica conveniente a reparar o modificar la estructura para la obtención de una condición deseada.

#### **c) Reparación:**

Acción de corregir o reemplazar partes de un elemento de la estructura dañada o deteriorada, para ello se emplea materiales que no modifiquen su composición de la estructura existente.

#### **d) Reforzamiento:**

Procedimiento que restablece o incrementa la capacidad estructural de una estructura o parte de ella, teniendo en consideración las normas técnicas.

**e) Conservación:**

Es el cuidado de una estructura con el objetivo de mantener su estado ante eventos externos (clima, ambientes desfavorables, sismo, etcétera).

**f) Socavación:**

Es la excavación causada por el agua, el cual modifica la sección del río en los pilones y estribos de un puente, este proceso consiste en el transporte de los sedimentos mediante una capacidad potencial que posee el agua para luego depositarlo aguas abajo.

**g) Patología:**

Son los factores causantes de daños y de la irregularidad de una estructura o de sus elementos, pueden ser causado por: deficiencias en su diseño, mal uso de los materiales de construcción o del proceso constructivo y eventos externos (sismo, viento, etcétera).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

La condición real del puente de Comunero I es confiable después de su rehabilitación, región Junín 2020.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- a) La situación hidrológica real del puente comunero I es compatible después de su rehabilitación, región Junín 2020.
- b) La condición estructural real del puente comunero I mejoro después de su rehabilitación.
- c) Las patologías del concreto presentado en el puente comunero I disminuyeron después de su rehabilitación, región Junín 2020.
- d) La situación real de la pintura del puente comunero I es deficiente después de su rehabilitación, región Junín 2020.

## **2.5. Variables**

Las variables se dividen en dos grupos:

- **Variable independiente** : Rehabilitación.

- **Variables dependientes** : Condición real del Puente Comunero I.

### **2.5.1. Definición Conceptual de las Variables**

#### **Variable Independiente (X)**

##### **Rehabilitación.**

De acuerdo con López (2015), la rehabilitación “es un conjunto de técnicas o procesos para poder recuperar la funcionalidad de una estructura, dependiendo básicamente de la causa efecto”. (p.24)

##### **Variables Dependientes:**

#### **Condición real del Puente Comunero I**

De acuerdo con Caballero et al. (2016), la condición real “está referida al estado actual de una estructura con fallas, deficiencias o comportamiento real esta condición estará referida a la evaluación tiempo espacio y puede ser variable al pasar el tiempo” (p.19).

### **2.5.2. Definición Operacional de las Variables**

#### **Variable Independiente**

##### **Rehabilitación.**

La rehabilitación del puente está definida al margen situacional que se encuentra la estructura siendo evaluada y refaccionada a cada componente del puente.

#### **Variable Dependiente**

#### **Condición real del Puente Comunero I**

La condición real del puente de Comunero I estará evaluada en función al comportamiento hidrológico, a su análisis estructural, a su composición tecnológica del concreto y a su recubrimiento o sistema de protección que sería la pintura, dichas evaluaciones permitirán obtener mejor la condición real del pue te comunero I.

### **2.5.3. Operacionalización de Variables**

**Tabla 20**

*Operacionalización de Variables*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Rehabilitación	Es un conjunto de técnicas o procesos para poder recuperar la funcionalidad de una estructura, dependiendo básicamente de la causa efecto	La rehabilitación del puente está definida al margen situacional que se encuentra la estructura siendo evaluada cada componente del puente.	Hidrológica	Caudal	HEC-RAS			X		
			Estructural	Desplazamientos	ROBOT STRUCTURAL			X		
			Inspección	Patologías	FICHAS	X				
			Pintura	Calidad	SSPC PA2		X			
1: Variable Dependiente Condición real del Puente Comunero I	. Está referida al estado actual de una estructura con fallas, deficiencias o comportamiento real esta condición estará referida a la evaluación tiempo espacio y puede ser variable al pasar el tiempo	La condición real del puente Comunero I estará evaluada en función al comportamiento hidrológico, análisis estructural, inspección visual y a su recubrimiento o sistema de protección que sería la pintura, dichas evaluaciones permitirán obtener mejor la condición real del puente Comunero I.	Subestructura	Socavación	HEC-RAS			X		
			Susceptibilidad sísmica	Comportamiento dinámico	ROBOT STRUCTURAL			X		
			Materiales	Deterioro	FICHAS	X				
			Recubrimiento	Espesor de pintura	SSPC PA2		X			

*Nota:* Elaboración propia.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Método de Investigación

Según Hernández Sampieri (2014) “La investigación científica se concibe como un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno; es dinámica, cambiante y evolutiva. Se puede manifestar de tres formas: cuantitativa, cualitativa y mixta. Esta última implica combinar las dos primeras. Cada una es importante, valiosa y respetable por igual” (p. XXV). En el presente trabajo de investigación se hará uso del Método Científico.

#### 3.2. Tipo de Investigación

Según Hernández Sampieri (2014), el tipo de investigación es cuantitativo, el cual permite determinar las causas de los fenómenos, analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto específico de la evaluación estructural de la superestructura.

#### 3.3. Nivel de Investigación

Siendo de nivel explicativo, de acuerdo con Hernández Sampieri (2014), sostiene que:

Las investigaciones explicativas son más estructuradas que los estudios con los demás alcances y, de hecho, implican los propósitos de éstos (exploración, descripción y correlación o asociación); además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno a que hacen referencia. (p.96)

#### 3.4. Diseño de Investigación

Es de diseño cuasiexperimental, según Hernández Sampieri (2014) menciona que “Los diseños cuasiexperimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes...” (p.151)

La investigación se tiene dos tipos de variables: variable independiente (Rehabilitación) y variable dependiente (Condición real del Puente Comunero I).

### **3.5. Población y Muestra**

#### **3.5.1. Población**

Según Hernández Sampieri, (2014), menciona que “Es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p.174)

En el proyecto de investigación la población estará dada por el puente: Comunero I (ubicado en el departamento de Junín), por lo que es el puente atirantado de mayor magnitud.

#### **3.5.2. Muestra**

Según Hernández Sampieri (2014), menciona que “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.” (p.175)

El proyecto de investigación tendrá como muestra los elementos estructurales del puente COMUNERO I como objeto de estudio.

### **3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

En primer lugar, se tiene en cuenta las observaciones y los registros, considerándose las fichas bibliográficas, de resumen, de párrafo; que nos servirán para estructurar el marco teórico referencial y conceptual de la presente investigación.

Según Hernández Sampieri (2014), menciona que “Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico”. (p.198)

### **3.7. Procesamiento de la Información**

Para la elaboración y procesamiento de datos se utilizarán los cuadros de ensayos y los softwares especializados en el análisis y diseño de puentes respectivamente; donde se considerará:

Para la evaluación estructural, hidráulica y control de calidad de la pintura; se tomarán en cuenta los materiales que intervinieron para la rehabilitación (tratamiento de fisuras) y las condiciones actuales en el que se encuentra el puente Comunero I.

### 3.8. Técnicas y Análisis de Datos

El proceso que permite realizar el contraste de hipótesis requiere ciertos procedimientos. Se ha podido verificar los planteamientos para ser aplicado en la investigación.

Según Hernández Sampieri (2014), menciona que:

“...en el proceso cuantitativo las hipótesis se someten a prueba o escrutinio empírico para determinar si son apoyadas o refutadas, de acuerdo con lo que el investigador observa. De hecho, para esto se formulan en la tradición deductiva. Ahora bien, en realidad no podemos probar que una hipótesis sea verdadera o falsa, sino argumentar que fue apoyada o no de acuerdo con ciertos datos obtenidos en una investigación particular. Desde el punto de vista técnico, no se acepta una hipótesis por medio de un estudio, sino que se aporta evidencia a favor o en contra. Cuantas más investigaciones apoyen una hipótesis, más credibilidad tendrá y, por supuesto, será válida para el contexto (lugar, tiempo y participantes, casos o fenómenos) en que se comprobó...” (p.117)

1. Recopilación datos en campo.
2. Efectuar los estudios necesarios.
3. Evaluar la confiabilidad y validez lograda por el instrumento de medición.
4. Seleccionar los programas para el análisis.
5. Verificar las hipótesis planteadas.
6. Realizar el análisis adicional.
7. Prepara los resultados para presentarlos

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Aspectos Generales del Puente Comunero I

##### 4.1.1. Ubicación y Localización

El puente Comunero I, el cual cruza el río Mantaro, está ubicado sobre la prolongación de la Av. Leoncio Prado, cuya ruta que conectará la capital de la provincia de Huancayo, exactamente en los Distritos de Chilca y Tres de Diciembre, en las provincias de Huancayo y Chupaca del departamento de Junín. Sus accesos se encuentran en mal estado de conservación.

Este influye directamente en los siguientes distritos: Chilca, Huancayo, El Tambo y Tres de Diciembre.

##### Figura 46

*Fotografía Satelital de la Ubicación del Puente Comunero I*



*Nota:* Para ubicar el Puente Comunero I se utilizó en el software Google Earth siendo así Elaboración Propia.

##### 4.1.2. Cuenca (Río Mantaro)

La cuenca del Mantaro está ubicada en la parte central del Perú, la cual en su recorrido abarca las regiones de Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho.

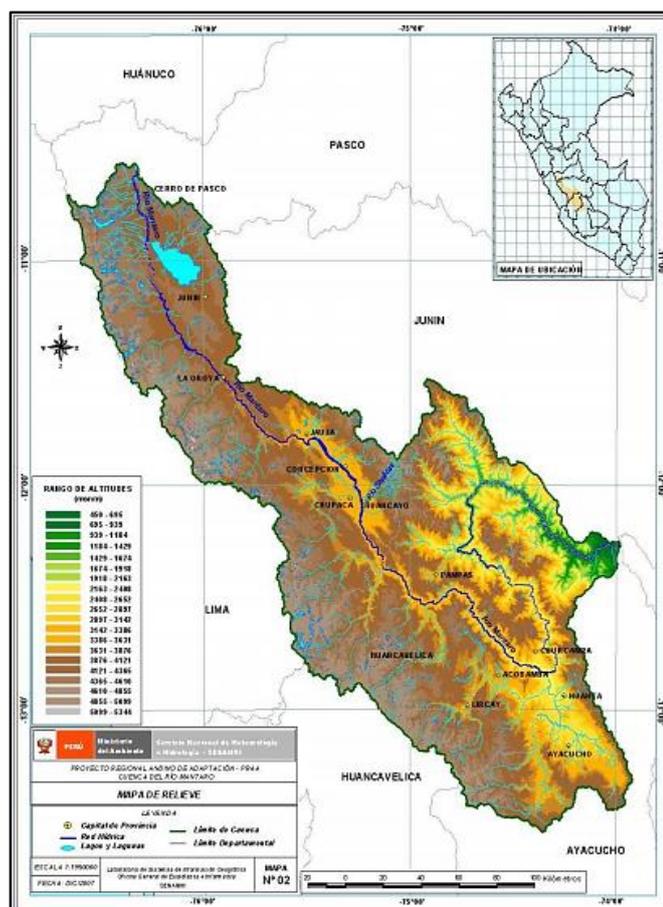
La ubicación del puente Comunero I, está situada sobre el río Mantaro en los distritos de Chilca y Tres de diciembre, provincia de Huancayo y

Chupaca en la región de Junín, teniendo una ubicación geográfica en coordenadas UTM es:

Este : 474571.02 E  
 Norte : 8663172.32 N  
 Altitud : 3181.00 msnm

**Figura 47**

*Plano de la Cuenca del Río Mantaro*



*Nota:* Adaptado de Escenarios de cambio climático en la Cuenca del río Mantaro para el año 2100[Archivo PDF], SENAMHI, 2007, [https://www.senamhi.gob.pe/usr/cmn/pdf/PRAA\\_est\\_fin\\_cuenca\\_MANTARO.pdf](https://www.senamhi.gob.pe/usr/cmn/pdf/PRAA_est_fin_cuenca_MANTARO.pdf)

### 4.1.3. Descripción de la Zona de Estudio

La zona de estudio contempla al puente Comunero I, es tipo atirantado simétrico de tres tramos, teniendo en total 300.00 m de longitud (70+160+70) y 11.70 m de ancho. Está compuesto por dos estribos, dos pilones en forma de H de concreto reforzado, una losa reforzada y tirantes por cables tipo strand de alta resistencia anclados en la torre y en la viga. La pendiente promedio en este tramo es de 0.0027%; para el presente estudio se ha analizado 0.840 km aguas arriba y 0.598 km aguas abajo.

#### 4.1.4. Clima

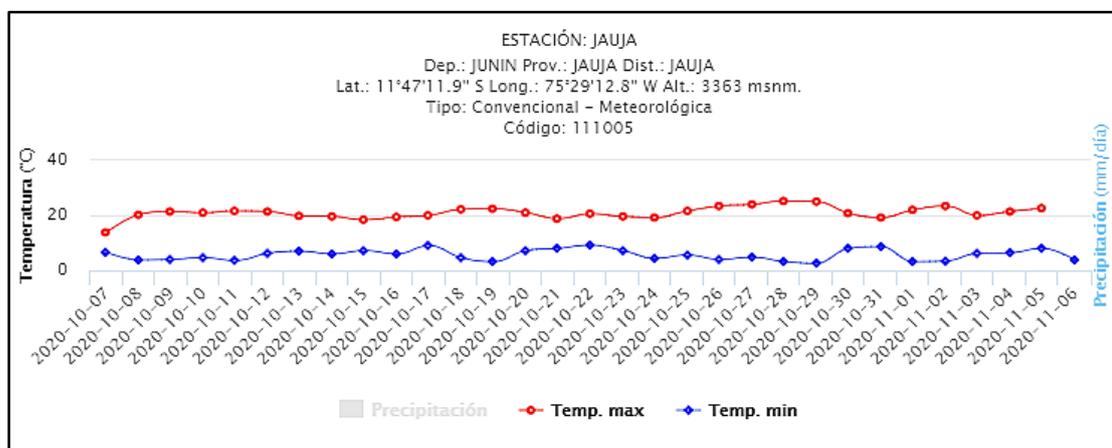
Desde la posición de CIIFEN (2018) el clima varía por la forma de la cuenca por este motivo hace mención que “al norte. - Clima semifrígido húmedo con lluvias, principalmente, entre diciembre y marzo; y seco, principalmente, entre abril y noviembre. Ciudades grandes como Cerro de Pasco, Junín y La Oroya se encuentran en esta zona” (p.18). Por ello, la cuenca del Rio Mantaro posee climas variables, debido al régimen de precipitación anual.

#### 4.1.5. Temperatura Media Anual

Desde la posición de CIIFEN (2018) en la región oriental de la cuenca del Rio Mantaro posee “los mayores valores de temperatura mínima de la cuenca se encuentran en el extremo oriental, alcanzando hasta 20°C, mientras que, del otro lado, en la parte más oriental, las temperaturas mínimas registraron -4°C (IGP, 2005; SENAMHI, 2011).” (p.26). De modo que, las temperaturas variables se deben a la geomorfología de la cuenca.

**Figura 48**

*Gráfico de Temperaturas Mínimas y Máximas*



*Nota:* En el gráfico de temperaturas mínimas y máximas se observa que son de los meses de octubre y noviembre del 2020. Adaptado de datos hidrometeorológicos a nivel nacional, por SENAMHI, 2020, <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>.

#### 4.1.6. Precipitación Media Anual

En los primeros meses del año la precipitación aumenta, en este sentido, CIIFEN (2018) mantuvo al respecto que:

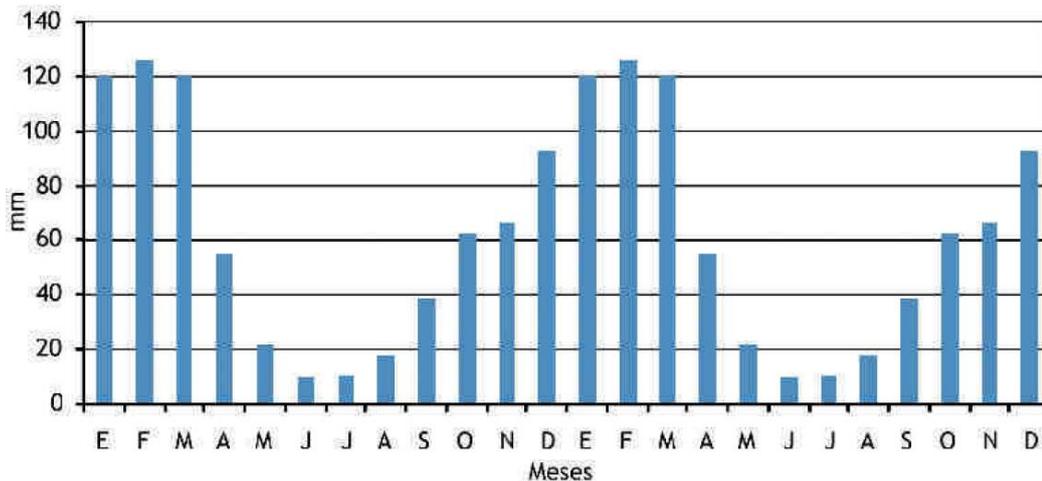
Las épocas lluviosas y secas en la cuenca son bien definidas, coincidiendo la primera con el verano y la segunda con el invierno, respectivamente. Sin embargo, en los meses de primavera, se

inician las primeras lluvias y éste es el indicador que ha definido la temporada de siembra en la región andina de Perú, por lo tanto, el monitoreo de la precipitación en esta época también es importante. (p.21)

Por esta razón, las precipitaciones variables de la cuenca del Río Mantaro definen las estaciones del año.

**Figura 49**

*Gráfico de Precipitación Promedio*



*Nota:* En el gráfico de precipitación promedio para la cuenca del río Mantaro. Adaptado de precipitación, por CIIFEN, 2018, <http://cuencasresilientes-ciifen.org/es/images/pdf/Entendiendo-el-clima-de-la-cuenca-del-rio-Mantaro.pdf>

Para la zona de estudio se obtuvieron los registros de precipitaciones y caudales del río Mantaro de la estación Jauja, los cuales fueron evaluados para determinar cuál era la distribución de mejor ajuste.

## **4.2. Inspección del Puente Comunero I para su Evaluación**

### **4.2.1. Características del Puente**

El puente atirantado construido sobre el río Mantaro, presenta una longitud total de 300 m, que consta de tres tramos (70+160+70).

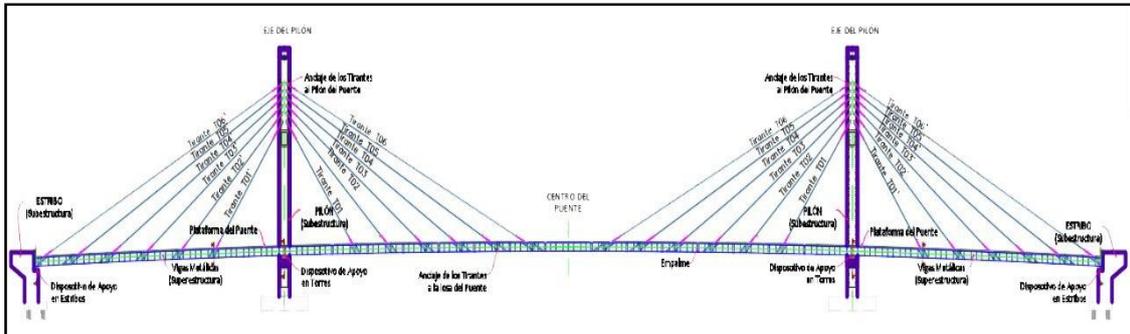
La sección transversal de la losa tiene un ancho total de 11.60 m, encontrándose dos carriles cuyo ancho de calzada es de 7.20 m y veredas de ambos lados de 1.20 m. Está protegida por una baranda de concreto y metal con un ancho de 0.20m, que se extiende a lo largo de esta.

Los estribos del Puente son de tipo muro, con muros laterales perpendiculares al muro frontal, de concreto reforzado.

Los pilones son estructuras tipo pórtico de forma de H, con columnas de sección rectangular aligeradas de concreto reforzado con aplicación de pre esfuerzo en la zona de anclaje de tirantes, los pilones tienen una altura de 50.00 m.

**Figura 50**

*Dibujo del Perfil Longitudinal del Puente Comunero I*



*Nota:* Elaboración Propia.

**Figura 51**

*Fotografía Panorámica del Puente Comunero I*



*Nota:* Vista fotográfica de la longitud del puente Comunero I siendo así Elaboración Propia.

**4.2.1.1. Dimensiones en planta y elevación del Puente Comunero I**

-Longitud de puente de = 300.00 m

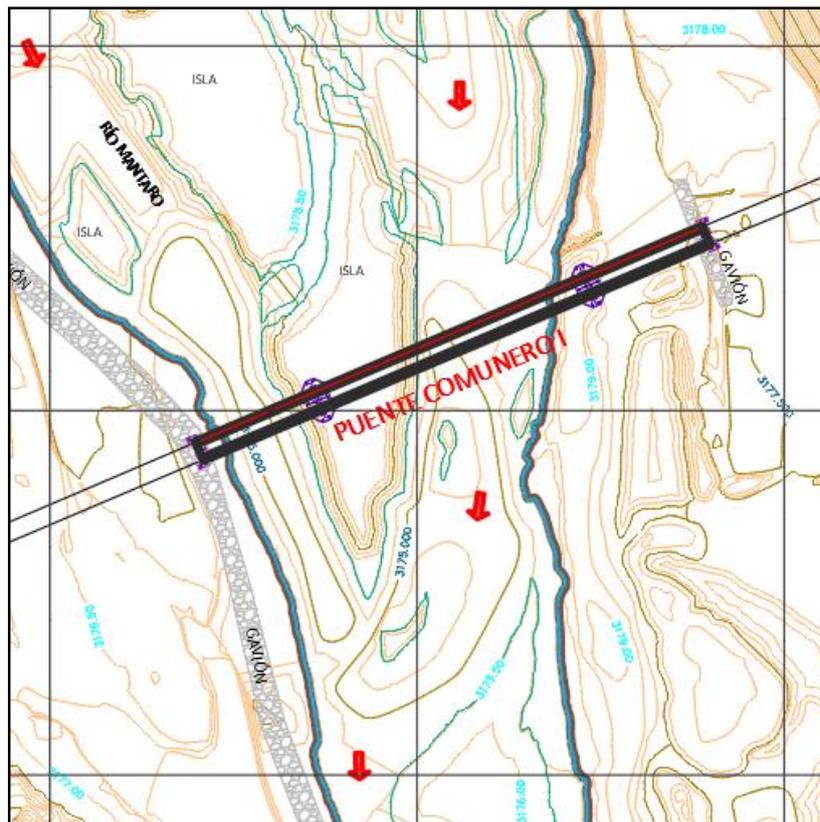
Comunero

-Número de tramos = 3 (70.0+160.0+70.0)

- Tipo = Atirantado simétrico con arreglo de cables tipo semi harpa y pilones en forma H.
- Nº de Vías = 1
- Nº de carriles = 2
- Ancho del puente = 11.60 m
  - o Alero = 0.80 m
  - o Baranda = 0.20 m
  - o Veredas = 1.20 m
  - o Calzada = 7.20 m
- Número de estribos = 2.00 und
- Número de pilares = 2.00 und

**Figura 52**

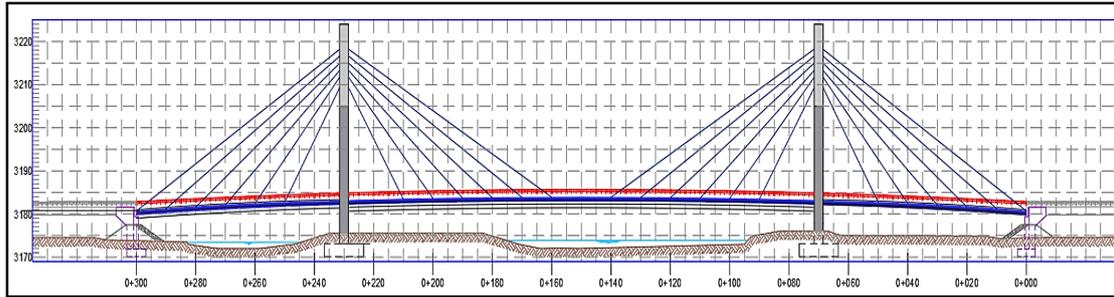
*Dibujo en Planta del Puente Comunero I*



Nota: Elaboración Propia.

**Figura 53**

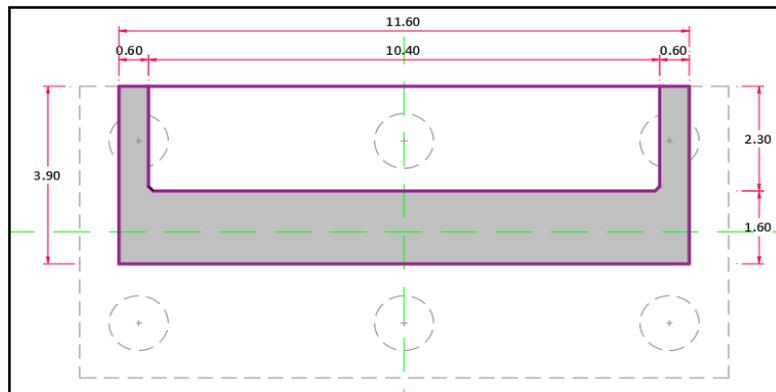
*Dibujo de la Elevación del Puente Comunero I*



*Nota:* Vista en elevación y corte del puente Comunero I dibujado con el software AutoCAD Civil 3D siendo así Elaboración Propia.

**Figura 54**

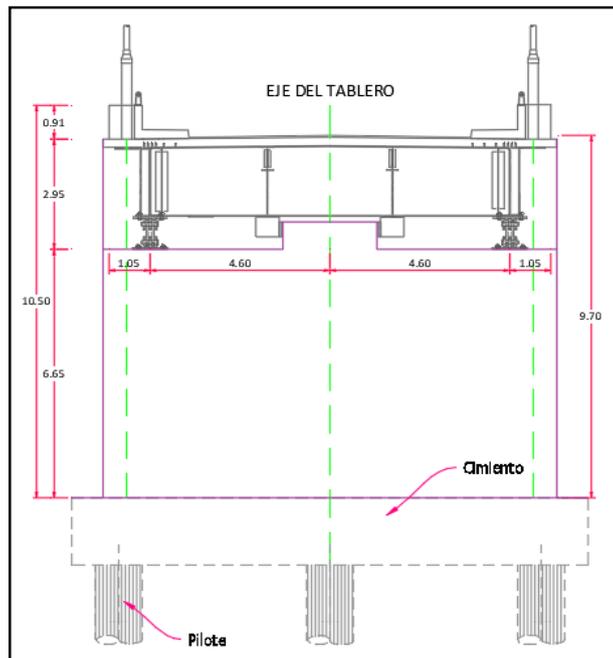
*Dibujo en Planta del Estribo del Puente Comunero I*



*Nota:* Elaboración Propia.

**Figura 55**

*Dibujo de Elevación del Estribo del Puente Comunero I*



*Nota:* Elaboración Propia.

## A. Geometría del puente

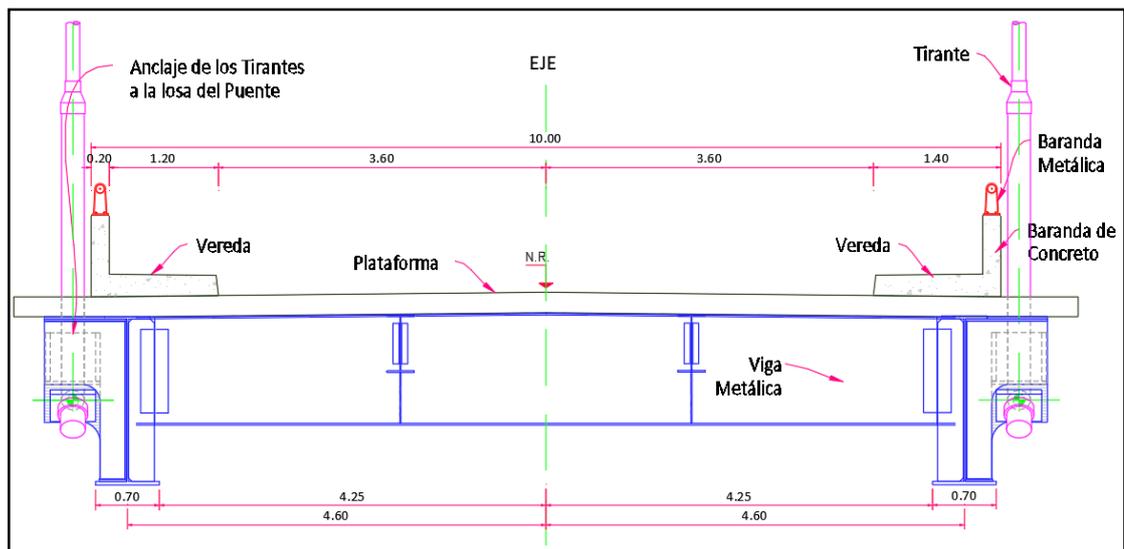
Se realizó la medición del puente Comunero I, donde posee una longitud total de 300 metros, con un ancho total de tablero de 11.60m, ancho de calzada de 7.20m, de cada lado se tienen: las veredas de 1.20m, las barandas de 0.20m y aleros de 0.80 m. A continuación, se describe la superestructura y subestructura del puente.

## B. Superestructura

Tipo de Puente	: Atirantado simétrico, con cables tipo semi-arpa y pilares en forma H.
Longitud	: 300.00 m
Número de tramos	: 3 (70.0+160.0+70.0)
Nº de carriles	: 2
Ancho Total de tablero	: 11.60 m
Ancho de Rodadura	: 7.20 m
Veredas:	: 2 de 1.20 m = 2.40 m
Baranda combinada	: 2 de 0.20 m = 0.40 m
Alero	: 2 de 0.80 m = 1.60 m

**Figura 56**

*Dibujo de la Sección Transversal del Tablero del Puente Comunero I*



*Nota: Elaboración Propia.*

## A. Subestructura

Pilares : Estructura tipo pórtico en forma de H, con columnas de sección rectangular aligerada (huecas) de concreto reforzado.

Pilón Izquierdo : H= 50.00 m

Pilón Derecho : H= 50.00 m

Estribos : Estribos tipo muro, con muros laterales perpendiculares al muro frontal, de concreto reforzado

Estribo : H= 11.50 m

Izquierdo

Estribo Derecho : H= 11.50 m

### 4.2.2. Patologías Encontradas

#### 4.2.2.1. En el concreto

- Se encontró fisuras en la parte inferior y superior de la losa de concreto del puente Comunero I antes de su rehabilitación.

**Figura 57**

*Fotografía de Fisuras en la Parte Inferior del Tablero*



*Nota:* Fisuras en la parte inferior del tablero del puente Comunero I. Elaboración Propia.

**Figura 58**

*Fotografía de Fisuras en la Parte Superior del Tablero*



*Nota:* Fisuras en la parte superior del tablero en el puente Comunero I. Elaboración Propia.

- Se encontró eflorescencia en la parte de los aleros del tablero del puente Comunero I después de su rehabilitación.

**Figura 59**

*Fotografía de Eflorescencia en el Tablero*



*Nota:* Eflorescencia en la parte inferior del tablero del puente Comunero I. Elaboración Propia.

- Se encontró cangrejas en el pilón del puente Comunero I después de su rehabilitación.

### Figura 60

Fotografía de Cangrejera en el Pilón



- *Nota:* Cangrejera en la parte inferior del pilón del puente Comunero I. Elaboración Propia. Se complementarán las fotografías en el panel fotográfico de las patologías encontradas en el puente Comunero I.

#### 4.2.2.2. En la pintura

- Se encontró desgaste de la pintura de la baranda metálica del puente Comunero I después de su rehabilitación.

### Figura 61

Fotografía del Desgaste de la Pintura



*Nota:* Desgaste de la pintura de la baranda metálica del puente Comunero I. Elaboración Propia.

- Se encontró desprendimiento de la pintura de la baranda metálica del puente Comunero I después de su rehabilitación.

## Figura 62

*Fotografía del Desprendimiento de la Pintura*



*Nota:* Desprendimiento de la capa de pintura en la baranda metálica del puente Comunero I. Elaboración Propia.

- Se encontró en la pintura en el concreto la patología de desconchado del puente Comunero I después de su rehabilitación.

## Figura 63

*Fotografía del Desconchado de la Pintura*



*Nota:* Desconchado de la capa de pintura en la baranda de concreto del puente Comunero I. Elaboración Propia.

Se complementarán con el anexo 2 de las patologías encontradas en el puente Comunero I.

### 4.3. Estudios Previos a la Evaluación

#### 4.3.1. Estudio Topográfico

Para el cálculo de la socavación, es importante conocer la superficie del terreno en estudio, ya que nos permitirá determinar los parámetros hidráulicos e hidrológicos, la pendiente del río durante las crecidas y las máximas avenidas.

#### 4.3.1.1. Levantamiento topográfico

Para realizar el levantamiento topográfico se utilizaron los siguientes equipos: GPS (para determinar las coordenadas del puente Comunero I) y el DRONE (para la obtención de los puntos), teniendo un informe de este.

Los datos se procesaron en los siguientes softwares: AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D 2018 (para obtener las curvas de nivel y detalles) y HEC-RAS V5.0.7 (para la modelación respectiva).

**Figura 64**

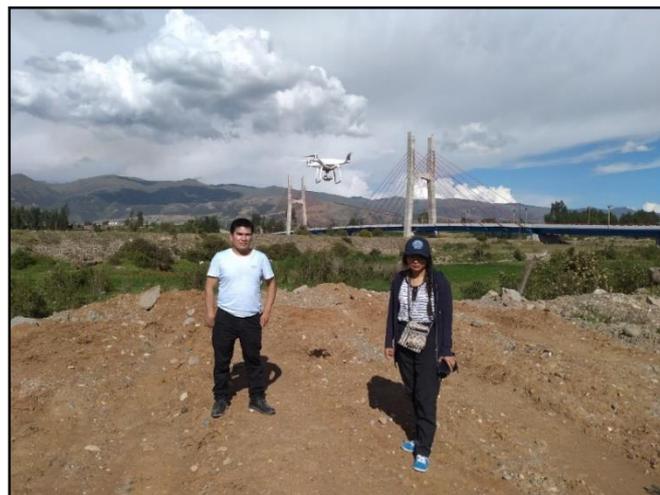
*Fotografía del DRONE en el Área de Trabajo*



*Nota:* Colocación del DRONE en la margen derecha puente Comunero I. Elaboración Propia.

**Figura 65**

*Fotografía del DRONE con el equipo de trabajo*



*Nota:* Toma de datos con el DRONE para el levantamiento topográfico, aguas arriba y aguas abajo del puente Comunero I. Elaboración Propia.

#### 4.3.1.2. Batimetría

Para obtener las secciones transversales del cauce principal del Río Mantaro, se procedió a realizar la batimetría en las secciones de mayor importancia, utilizando los siguientes equipos: Estación Total, bote y mira. Los datos de la batimetría, se interpolaron con los datos obtenidos del DRONE, así mismo, para ser ingresados en el software AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D y exportando el resultado final al programa HEC-RAS V5.0.7 para el modelamiento.

##### **Figura 66**

*Fotografía de la Toma de Datos de la Batimetría*



*Nota:* Batimetría (levantamiento topográfico) con la estación total, aguas arriba del puente Comunero I. Elaboración Propia.

##### **Figura 67**

*Fotografía de la Batimetría con el Equipo de Trabajo*



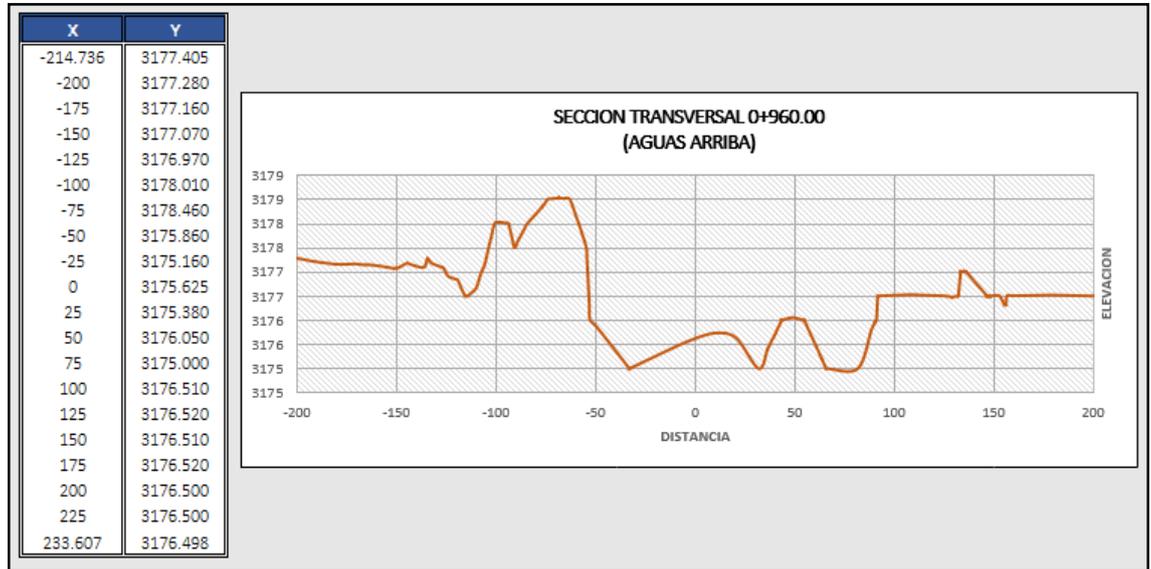
*Nota:* Batimetría (levantamiento topográfico) con el equipo de trabajo, aguas abajo del puente Comunero I. Elaboración Propia.

## Resultados

Se obtuvieron las siguientes secciones de la batimetría:

**Figura 68**

Gráfico de la Sección Transversal 0+960.00

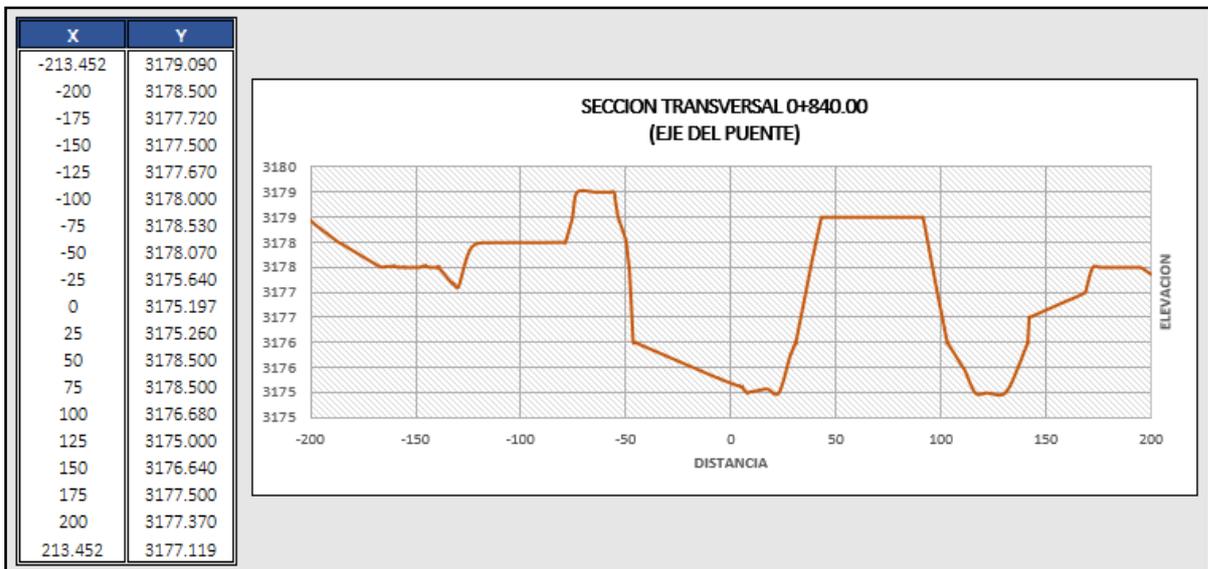


Nota: Sección transversal del río Mantaro aguas arriba del puente Comunero I.

Elaboración Propia.

**Figura 69**

Gráfico de la Sección Transversal 0+840.00

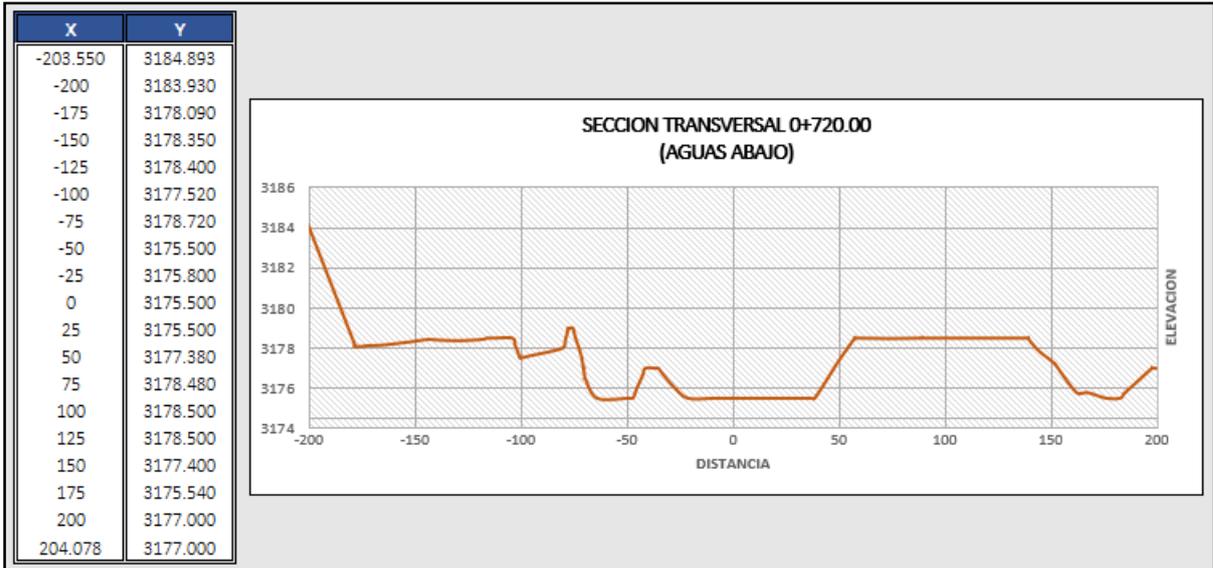


Nota: Sección transversal del río Mantaro debajo del puente Comunero I. Elaboración

Propia.

**Figura 70**

*Gráfico de la Sección Transversal 0+720.00*



*Nota:* Sección transversal del río Mantaro aguas abajo del puente Comunero I.  
Elaboración Propia.

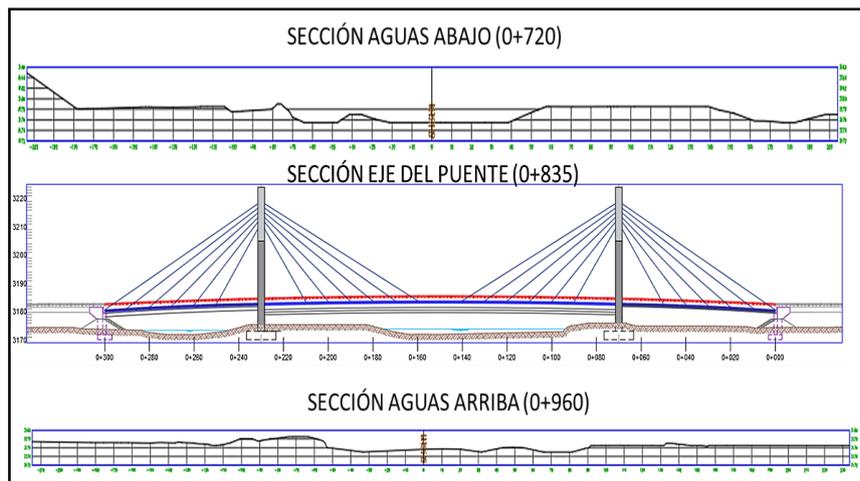
#### **4.3.1.3. Procesamiento de datos**

##### Interpolación de datos Obtenidos

Los datos obtenidos de la batimetría se han incorporado al levantamiento topográfico del Puente Comunero I, resultando las secciones transversales del río con el programa AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D.

**Figura 71**

*Dibujo de las Secciones Interpoladas*

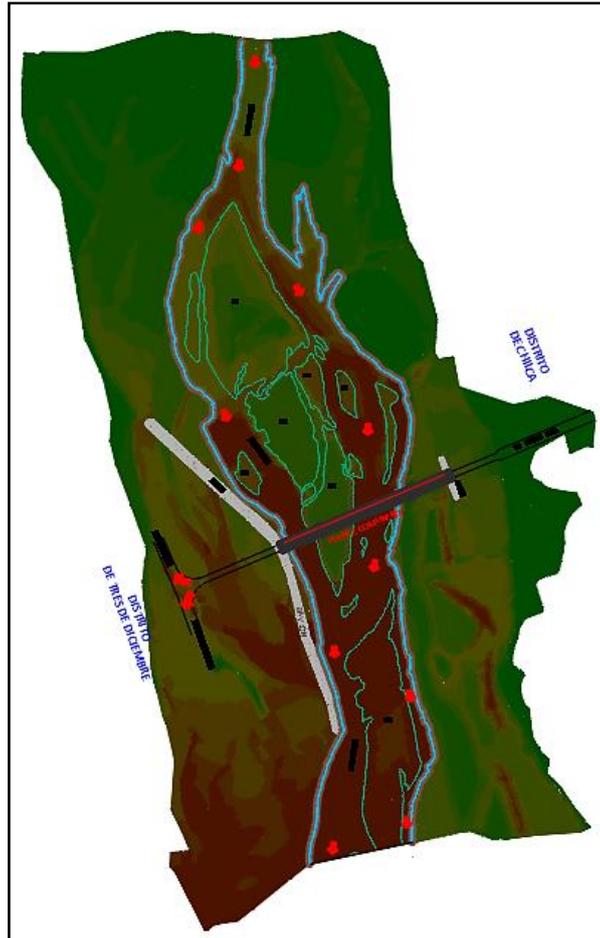


*Nota:* Se realizó los dibujos en el AutoCAD Civil 3D. Elaboración Propia.

Para el resultado final de la interpolación del levantamiento topográfico con DRONE con la batimetría, se tuvo que verificar con las elevaciones del software AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D.

**Figura 72**

*Dibujo en Planta del Terreno de Estudio*



*Nota:* Se realizó los dibujos en el AutoCAD Civil 3D. Elaboración Propia.

### Resultados

Se obtuvieron:

- El perfil longitudinal del Río Mantaro
- La pendiente promedio del Río Mantaro
- Las secciones transversales cada 40 metros de aguas arriba y aguas abajo del puente.

El reporte de validación del levantamiento topográfico con el DRONE se encontrará en el anexo 3 y se detallaron los planos en el anexo 10.

## **4.3.2. Estudio de Hidrología e Hidráulica**

### **4.3.2.1. Hidrología**

Para el cálculo de socavación es necesario conocer las máximas avenidas (caudal) del Río Mantaro y determinar el periodo de retorno ( $T_r$ ), la cual es definida por la vida útil de la estructura.

En el Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC] (2008), recomienda que “para el cálculo de socavación debe ser un periodo de retorno de 500 años”.

**Tabla 21**

*Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje*

<b>Tipo de Obra</b>	<b>Riesgo Admisible</b>
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

*Nota:* Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.25), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018.

#### 4.3.2.2. Parámetros de la Cuenca

La cuenca del Mantaro tiene los siguientes parámetros:

**Tabla 22**

*Valores de los Parámetros de la Cuenca*

<b>Parámetro</b>	<b>Registro</b>	<b>Und.</b>	<b>Descripción</b>
A_km2	3005.03	Km2	Superficie de Cuenca
P_km	1,017.78	Km	Perímetro de Cuenca
Pm_p	20.25	%	Pendiente Media (porcentaje)
Tr	100, 500	años	Periodo de Retorno

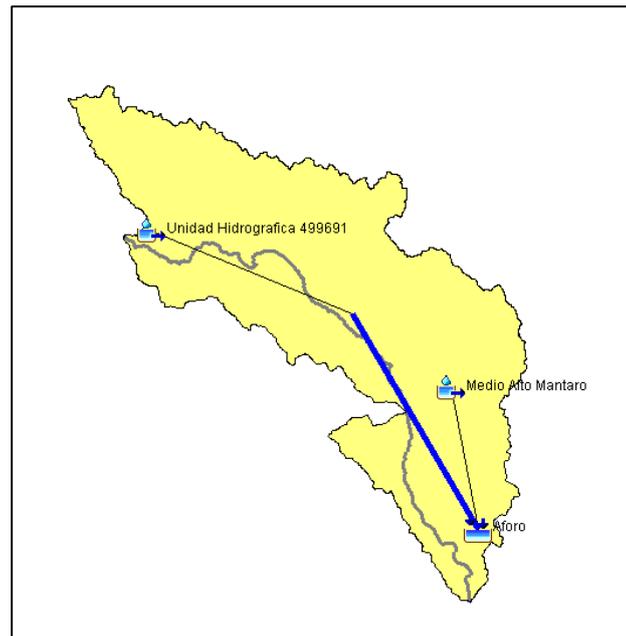
*Nota:* Elaboración Propia.

Para ello se delimitó la cuenca del Río Mantaro en el software HEC-HMS

4.6.1, ver *Ilustración N°53*.

**Figura 73**

*Delimitación de la Sub Cuenca del Río Mantaro*



*Nota: Se realizó con el software HEC-HMS 4.6.1. Elaboración Propia*

#### **4.3.2.3. Coeficiente de Rugosidad (n de Manning)**

Determinar el valor de “n” a través de un procedimiento de análisis sobre las velocidades de distribución en la sección transversal.

1. Para el Cauce Principal del Río:

**Tabla 23**

*Cálculo del Coeficiente de Rugosidad – Cauce Principal*

<b>Cálculo del Coef. de Rugosidad</b>	<b>n= (n0+ n1+ n2+ n3+ n4) n5</b>	
Material involucrado:	Grava Gruesa	n0 = 0.028
Grado de irregularidad:	Menor	n1 = 0.005
Variación de la sección transversal:	Gradual	n2 = 0.000
Efecto relativo de las obstrucciones:	Menor	n3 = 0.010
Vegetación:	Bajo	n4 = 0.005
Grado de los efectos por meandro:	Apreciable	n5 = 1.150
		<b>n = 0.055</b>

*Nota: Elaboración Propia.*

2. Para la Zona de Inundación:

**Tabla 24**

*Cálculo del Coeficiente de Rugosidad - Zona de Inundación*

<b>Cálculo del Coef. de Rugosidad</b>	<b>n= (n0+ n1+ n2+ n3+ n4) n5</b>	
Material involucrado:	Grava Gruesa	n0 = 0.028

<b>Cálculo del Coef. de Rugosidad</b>	<b>n= (n0+ n1+ n2+ n3+ n4) n5</b>	
Grado de irregularidad:	Moderada	n1 = 0.010
Variación de la sección transversal:	Ocasional	n2 = 0.005
Efecto relativo de las obstrucciones:	Menor	n3 = 0.010
Vegetación:	Bajo	n4 = 0.007
Grado de los efectos por meandro:	Menor	n5 = 1.000
		n = 0.060

*Nota: Elaboración Propia.*

### **Resultados**

Con los resultados obtenidos calcularemos calcular la socavación en los estribos del Puente Comunero I, los coeficientes son expresados en el siguiente cuadro:

**Tabla 25**

*Resumen de Coeficientes de Rugosidad*

<b>Resumen</b>	
Coeficiente de rugosidad para el cauce principal:	n= 0.055
Coeficiente de rugosidad para la zona de inundación:	n= 0.060

*Nota: Elaboración Propia.*

#### **4.3.2.4. Cálculo de Caudal de Diseño**

##### **4.3.2.4.1. Precipitación Máxima en 24 Horas – CO Jauja**

El SENHAMI nos proporcionó los datos de precipitación máxima de 24 horas de la estación pluviométrica CO Jauja con un periodo de 10 años (2009-2019), lo cual en el presente cuadro se muestra las precipitaciones máximas en 24 horas registrada, para el cálculo de caudales de diseño.

**Tabla 26**

*Datos de Precipitación Máxima en 24 Hrs. (mm)*

<b>AÑO</b>	<b>ENE.</b>	<b>FEB.</b>	<b>MAR.</b>	<b>ABR.</b>	<b>MAY.</b>	<b>JUN.</b>	<b>JUL.</b>	<b>AGO.</b>	<b>SET.</b>	<b>OCT.</b>	<b>NOV.</b>	<b>DIC.</b>	<b>MAXIMO</b>
2010	11.80	18.60	7.40	29.20	5.00	1.80	0.50	0.60	20.20	14.00	13.40	18.90	29.20
2011	14.20	21.90	31.90	14.30	9.00	0.00	1.10	1.50	5.50	10.50	17.60	31.40	31.90
2012	13.70	16.30	8.50	13.50	18.40	1.30	0.40	4.40	13.80	17.60	41.20	17.20	41.20
2013	20.40	20.10	19.60	7.40	5.60	2.60	2.00	17.50	1.80	27.40	20.90	11.40	27.40
2014	13.30	27.00	29.10	8.30	12.70	2.40	7.20	0.60	9.70	7.40	16.10	17.50	29.10
2015	22.20	23.10	15.70	13.80	9.70	6.20	6.80	2.20	24.30	22.40	45.60	46.40	46.40
2016	14.50	19.60	16.00	10.40	6.20	1.50	5.40	1.70	16.20	8.30	12.60	38.30	38.30
2017	15.30	19.50	28.40	8.00	8.80	0.50	0.50	8.20	13.40	24.20	24.40	13.50	28.40
2018	22.90	30.60	15.20	9.60	33.60	1.40	2.70	3.60	10.30	26.70	8.00	22.30	33.60
2019	35.00	16.90	17.80	16.80	5.50	1.10	0.40	0.30	5.20	12.10	18.70	57.60	57.60

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	MAXIMO
Media	18.33	21.36	18.96	13.13	11.45	1.88	2.70	4.06	12.04	17.06	21.85	27.45	36.31
Desv. Est.	7.06	4.49	8.42	6.46	8.79	1.71	2.74	5.29	7.01	7.65	12.27	15.48	9.74
Máx.	35.00	30.60	31.90	29.20	33.60	6.20	7.20	17.50	24.30	27.40	45.60	57.60	57.60
Mín.	11.80	16.30	7.40	7.40	5.00	0.00	0.40	0.30	1.80	7.40	8.00	11.40	27.40
Nº Datos	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

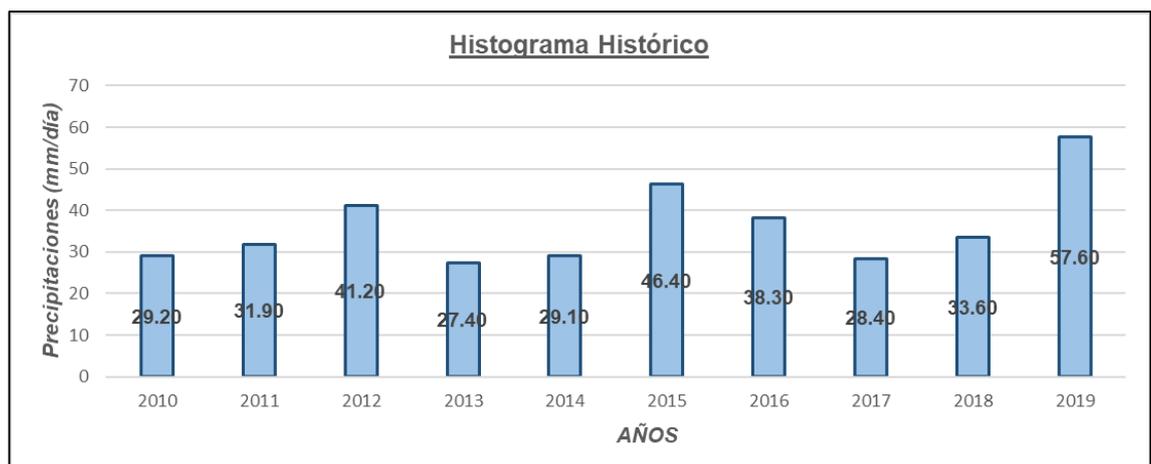
*Nota: Los datos de extrajeron del Certificado proporcionado por SENAMHI.*

#### 4.3.2.4.2. Histogramas de Precipitación Máxima en 24 Horas

Para la estimación del caudal de diseño, se tendrá que realizar el análisis estadístico de los registros de precipitación máxima en 24 horas para periodos de retorno de 10 y el procesamiento de las distribuciones de frecuencia más usual y la obtención de la distribución de mejor ajuste a los registros históricos.

**Figura 74**

*Gráfico de Histograma Histórico - Jauja*



*Nota: Los datos de extrajeron del Certificado proporcionado por SENAMHI.*

#### 4.3.2.4.3. Distribución de frecuencias

Para los análisis de distribución de la Estación CO Jauja fue calculado con el apoyo del programa Hidroesta 2.

##### 1. Distribución Normal

Se obtuvo el siguiente resultado del Software:

**Tabla 27**

*Distribución Nominal Q=58.98mm*

m	X	P(x)	F(z) Ordinario	F(z) Mom Lineal	Delta
1	27.4	0.091	0.180	0.177	0.089

m	X	P(x)	F(z)	F(z) Mom	Delta
			Ordinario	Lineal	
2	28.4	0.182	0.208	0.205	0.027
3	29.1	0.273	0.230	0.226	0.043
4	29.2	0.364	0.233	0.229	0.131
5	31.9	0.455	0.325	0.323	0.129
6	33.6	0.545	0.390	0.389	0.155
7	38.3	0.636	0.581	0.582	0.055
8	41.2	0.727	0.692	0.695	0.035
9	46.4	0.818	0.850	0.853	0.032
10	57.6	0.909	0.986	0.987	0.076

*Nota: Los datos de extrajeron del reporte que generó el software Hidroesta2.*

### Ajuste con momentos ordinarios:

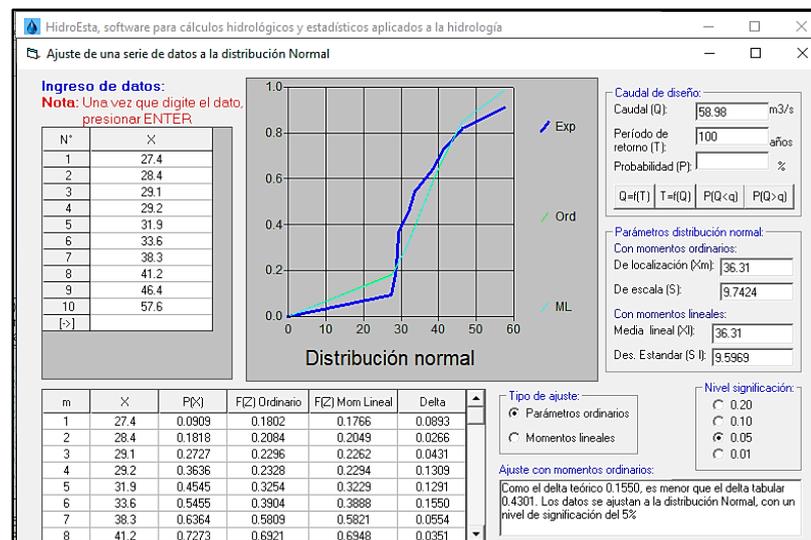
Como el delta teórico 0.1550, es menor que el delta tabular 0.4301. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

### Parámetros de la distribución normal

- Con momentos ordinarios:
  - Parámetro de localización ( $X_m$ )= 36.31
  - Parámetro de escala (S)= 9.7424
- Con momentos lineales:
  - Media lineal ( $X_l$ )= 36.31
  - Desviación estándar lineal (SI)= 9.5969

### Figura 75

La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 58.98 mm



Nota: Captura de pantalla del software Hidroesta2. Elaboración propia

## 2. Distribución Log-normal 2 parámetros

Se obtuvo el siguiente resultado del Software:

Tabla 28

Distribución Log Normal (2 Parámetros)  $Q=62.47$

m	X	P(x)	F(z)		Delta
			Ordinario	Lineal	
1	27.4	0.091	0.152	0.157	0.061
2	28.4	0.182	0.188	0.193	0.007
3	29.1	0.273	0.216	0.221	0.056
4	29.2	0.364	0.221	0.225	0.143
5	31.9	0.455	0.341	0.344	0.114
6	33.6	0.545	0.421	0.423	0.124
7	38.3	0.636	0.631	0.628	0.005
8	41.2	0.727	0.736	0.732	0.009
9	46.4	0.818	0.868	0.863	0.050
10	57.6	0.909	0.977	0.975	0.068

Nota: Los datos de extrajeron del reporte que generó el software Hidroesta2.

### Ajuste con momentos ordinarios:

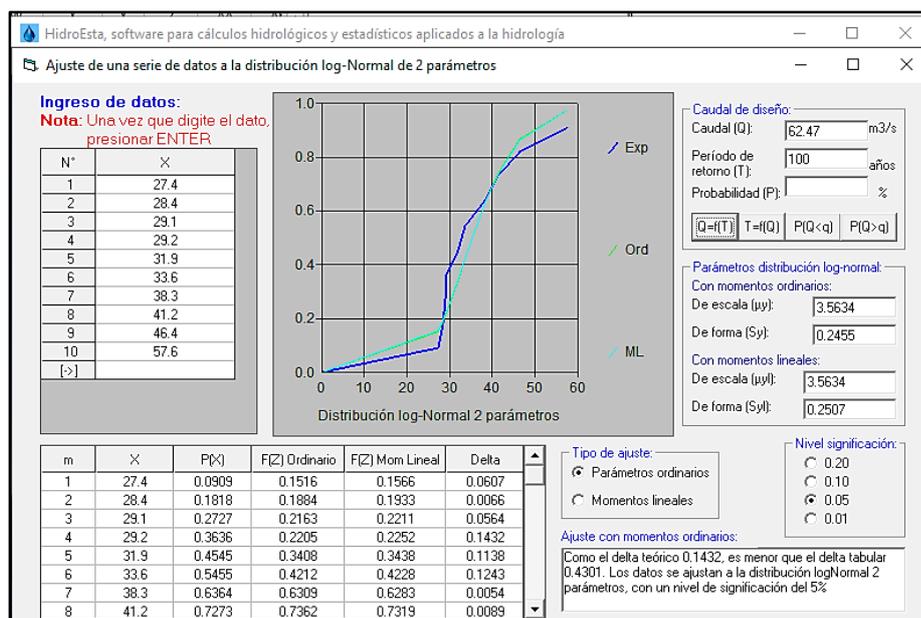
Como el delta teórico 0.1432, es menor que el delta tabular 0.4301. Los datos se ajustan a la distribución LogNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

### Parámetros de la distribución normal

- Con momentos ordinarios:  
Parámetro de escala ( $\mu_y$ )= 3.5634  
Parámetro de forma ( $S_y$ )= 0.2455
- Con momentos lineales:  
Parámetro de escala ( $\mu_{yl}$ )= 3.5634  
Parámetro de forma ( $S_{yl}$ )= 0.2507

**Figura 76**

La Precipitación de Diseño para  $T= 100$  Años, es 62.47 mm



Nota: Captura de pantalla del software Hidroesta2. Elaboración propia

### 3. Distribución Gumbel

Se obtuvo el siguiente resultado del Software:

**Tabla 29**

Distribución Gumbel  $Q=66.87$

m	X	P(x)	G(y)		Delta
			Ordinario	Mom Lineal	
1	27.4	0.091	0.163	0.173	0.072
2	28.4	0.182	0.204	0.213	0.022
3	29.1	0.273	0.234	0.243	0.038
4	29.2	0.364	0.239	0.248	0.125
5	31.9	0.455	0.367	0.373	0.088
6	33.6	0.545	0.448	0.452	0.097
7	38.3	0.636	0.649	0.647	0.013
8	41.2	0.727	0.745	0.741	0.017
9	46.4	0.818	0.862	0.857	0.044
10	57.6	0.909	0.967	0.964	0.057

Nota: Los datos de extrajeron del reporte que generó el software Hidroesta2.

#### Ajuste con momentos ordinarios:

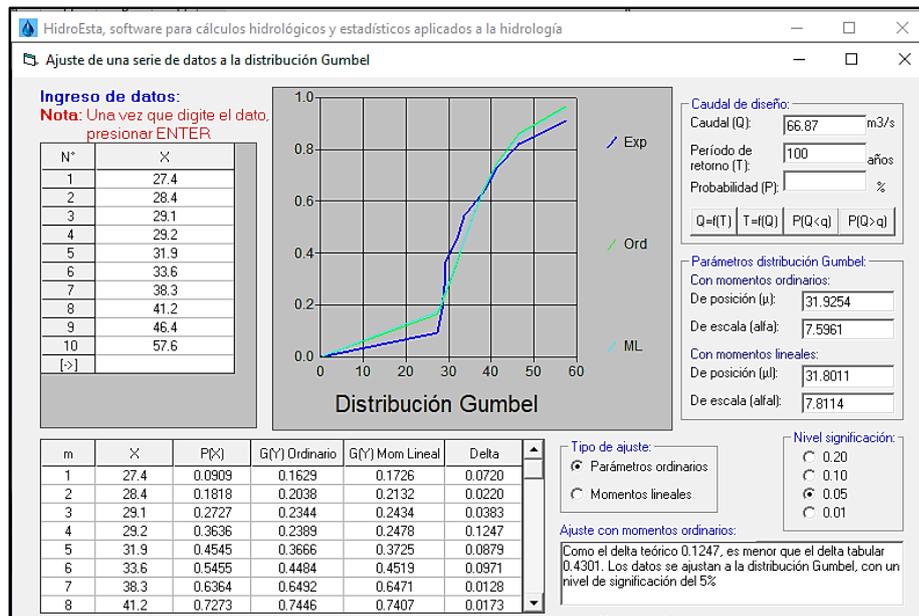
Como el delta teórico 0.1247, es menor que el delta tabular 0.4301. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

### Parámetros de la distribución normal

- Con momentos ordinarios:  
 Parámetro de posición ( $\mu$ )= 31.9254  
 Parámetro de escala (alfa)= 7.5961
- Con momentos lineales:  
 Parámetro de posición ( $\mu_l$ )= 31.8011  
 Parámetro de escala (alfal)= 7.8114

**Figura 77**

La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 66.87 mm



Nota: Captura de pantalla del software Hidroesta2. Elaboración propia

### 4. Distribución Pearson III (Gamma 3 parámetros)

Se obtuvo el siguiente resultado del Software:

**Tabla 30**

Distribución Pearson Tipo III (Gamma 3 Parámetros) Q=67.65

m	X	P(x)	G(y)		Delta
			Ordinario	Lineal	
1	27.4	0.091	0.164	0.134	0.073
2	28.4	0.182	0.212	0.235	0.031
3	29.1	0.273	0.248	0.294	0.025
4	29.2	0.364	0.253	0.301	0.111
5	31.9	0.455	0.389	0.471	0.065
6	33.6	0.545	0.471	0.552	0.074
7	38.3	0.636	0.661	0.709	0.024

m	X	P(x)	G(y)	G(y) Mom	Delta
			Ordinario	Lineal	
8	41.2	0.727	0.749	0.775	0.022
9	46.4	0.818	0.859	0.857	0.041
10	57.6	0.909	0.963	0.944	0.054

*Nota: Los datos de extrajeron del reporte que generó el software Hidroesta2.*

### Ajuste con momentos ordinarios:

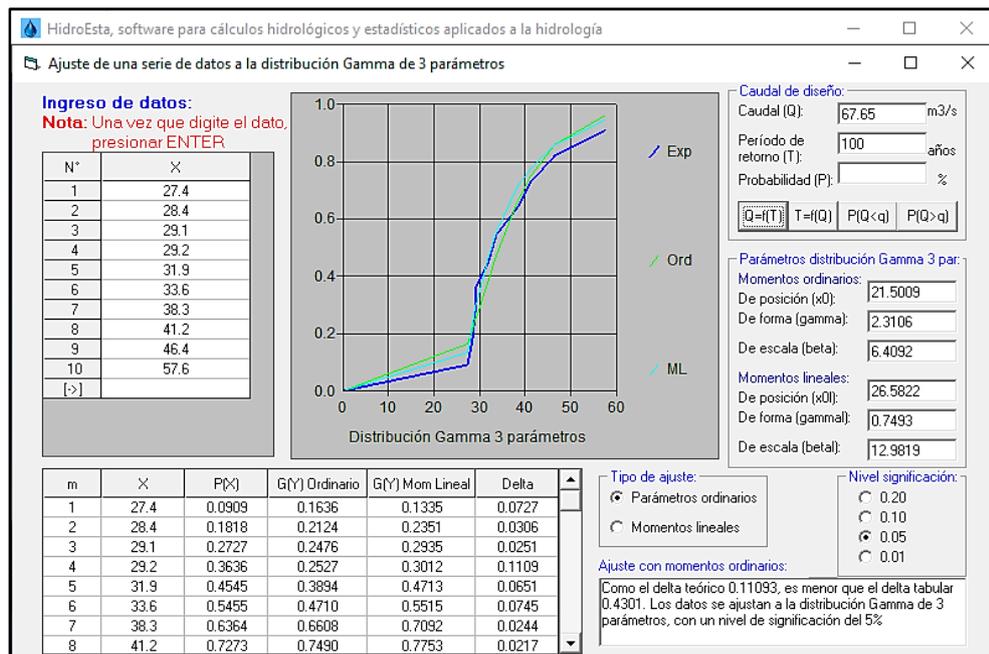
Como el delta teórico 0.11093, es menor que el delta tabular 0.4301. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

### Parámetros de la distribución normal

- Con momentos ordinarios:
  - Parámetro de localización ( $X_0$ )= 21.5009
  - Parámetro de forma (gamma)= 2.3106
  - Parámetro de escala (beta)= 6.4092
- Con momentos lineales:
  - Parámetro de localización ( $X_{0l}$ )= 26.5822
  - Parámetro de forma (gamma<sub>l</sub>)= 0.7493
  - Parámetro de escala (beta<sub>l</sub>)= 12.9819

**Figura 78**

*La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 67.65 mm*



*Nota: Captura de pantalla del software Hidroesta2. Elaboración propia*

## 5. Distribución Log-Pearson Tipo III

Se obtuvo el siguiente resultado del Software:

Tabla 31

*Distribución de Frecuencia tipo log Pearson tipo III Q=73.46*

m	X	P(x)	G(y)		Delta
			Ordinario	Lineal	
1	27.4	0.091	0.135	0.124	0.044
2	28.4	0.182	0.188	0.210	0.006
3	29.1	0.273	0.228	0.267	0.045
4	29.2	0.364	0.234	0.274	0.130
5	31.9	0.455	0.390	0.457	0.064
6	33.6	0.545	0.482	0.545	0.064
7	38.3	0.636	0.683	0.715	0.046
8	41.2	0.727	0.768	0.782	0.041
9	46.4	0.818	0.868	0.860	0.050
10	57.6	0.909	0.958	0.938	0.049

*Nota: Los datos de extrajeron del reporte que generó el software Hidroesta2.*

### Ajuste con momentos ordinarios:

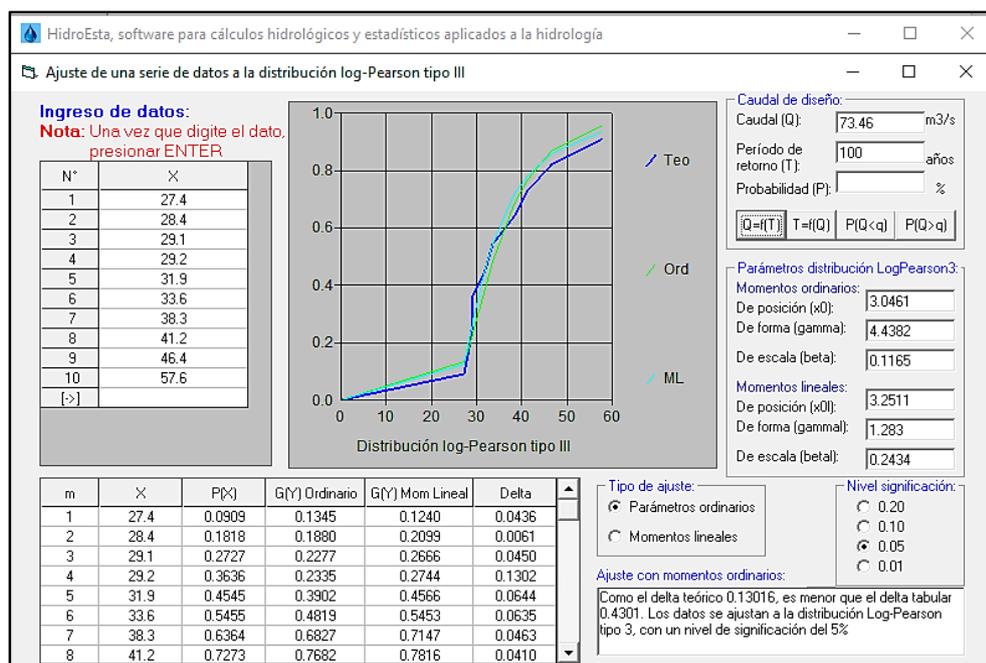
Como el delta teórico 0.11093, es menor que el delta tabular 0.4301. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

### Parámetros de la distribución normal

- Con momentos ordinarios:
  - Parámetro de localización ( $X_0$ )= 3.0461
  - Parámetro de forma (gamma)= 4.4382
  - Parámetro de escala (beta)= 0.1165
- Con momentos lineales:
  - Parámetro de localización ( $X_{0l}$ )= 3.2511
  - Parámetro de forma (gammal)= 1.283
  - Parámetro de escala (betal)= 0.243

**Figura 79**

*La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 73.46 mm*



*Nota:* Captura de pantalla del software Hidroesta2. Elaboración propia

De la Estación CO Jauja para las principales distribuciones observamos:

Con apoyo del programa HidroEsta fueron calculados los  $\Delta_{\text{máx}}$ .

- Distribución Normal,  $\Delta_{\text{teórico}}=0.155 < \Delta_{\text{tab}}= 0.430$
- Distribución LogNormal,  $\Delta_{\text{teórico}}=0.1432 < \Delta_{\text{tab}}= 0.430$
- Distribución Gumbel,  $\Delta_{\text{teórico}}=0.125 < \Delta_{\text{tab}}= 0.430$
- Distribución Pearson Tipo III,  $\Delta_{\text{teórico}}=0.111 < \Delta_{\text{tab}}= 0.430$
- Distribución Log Pearson Tipo III,  $\Delta_{\text{teórico}}=0.130 < \Delta_{\text{tab}}= 0.430$

Para la formulación del presente Estudio, se ha elegido los valores de los resultados de la Distribución Pearson III Tipo III, dado que según la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov – Smirnov dicha distribución de probabilidades es la que más se ajusta ( $\Delta_{\text{máx.}} = 0.4301$ ) siendo el  $\Delta_{\text{critico}} = 0.1109$ , además se puede observar que los datos se ajustan a todas las distribuciones vistas en este estudio.

#### 4.3.2.4.4. Precipitación de Diseño

Para la estimación de caudales se efectuó el análisis de frecuencias de los eventos hidrológicos máximos (registros de precipitación máxima en 24 horas) y la obtención de la distribución del mejor ajuste a los registros históricos.

Con el registro de precipitación máxima en 24 horas, se procedió a calcular las alturas de precipitación extrema probable correspondiente a diferentes períodos de retorno, sobre cuya base se estimaron los caudales máximos para el diseño de las obras de drenaje que requiere en el estudio.

**Tabla 32**

*Precipitaciones Máximas en 24 Horas Calculadas*

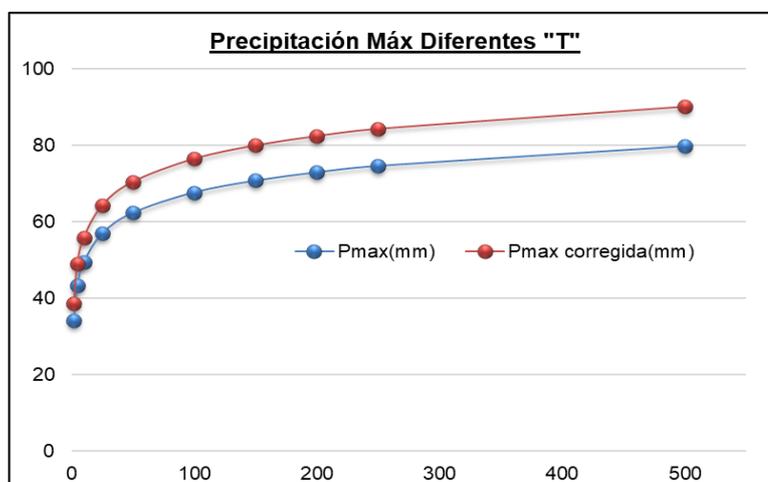
T(años)	Pmax(mm)	Pmax corregida(mm)	Prob. no Excedencia P	Pmax(mm)
2	34.237	38.688	0.50000	31.907
5	43.295	48.923	0.80000	40.626
10	49.353	55.769	0.90000	51.829
25	56.880	64.274	0.96000	77.821
50	62.349	70.454	0.98000	111.97
100	67.686	76.485	0.99000	167.3
150	70.760	79.959	0.99333	214.38
200	72.923	82.403	0.99500	256.96
250	74.591	84.288	0.99600	295.340
500	79.727	90.092	0.99800	466.110

*Nota: Los datos de extrajeron del software Hydrognomon y EasyFit.*

Se realizó una comparación con la precipitación corregida, así observando la variación que presenta.

**Figura 80**

*Precipitación Máxima vs la Precipitación Máxima Corregida en los Diferentes Periodos de Retorno*



*Nota: Elaboración Propia*

La precipitación según los periodos y la duración se realizará con la Tabla 4 para los diferentes tiempos de duración (min).

**Tabla 33**

*Precipitaciones Máximas P<sub>máx</sub> (mm) Según Tiempos de Duración*

T (años)	P. Máx. 24 horas	Duración en Minutos							
		60	120	180	240	300	360	480	720
2	38.688	9.672	11.993	14.701	17.023	19.344	21.665	24.760	30.563
5	48.923	12.231	15.166	18.591	21.526	24.462	27.397	31.311	38.649
10	55.769	13.942	17.288	21.192	24.538	27.884	31.231	35.692	44.057
25	64.274	16.069	19.925	24.424	28.281	32.137	35.994	41.136	50.777
50	70.454	17.614	21.841	26.773	31.000	35.227	39.454	45.091	55.659
100	76.485	19.121	23.710	29.064	33.653	38.243	42.832	48.951	60.423
150	79.959	19.990	24.787	30.384	35.182	39.979	44.777	51.174	63.167
200	82.403	20.601	25.545	31.313	36.257	41.201	46.146	52.738	65.098
250	84.288	21.072	26.129	32.029	37.087	42.144	47.201	53.944	66.587
500	90.092	22.523	27.928	34.235	39.640	45.046	50.451	57.659	71.172

*Nota: Elaboración Propia*

Las intensidades de lluvia a partir de las precipitaciones máximas, estará dada en relación con la duración de precipitación y frecuencia de la misma

**Tabla 34**

*Intensidades de la Lluvia (mm/hr), Según el Periodo de Retorno*

T (años)	P. Máx. 24 horas	Duración en Minutos							
		60	120	180	240	300	360	480	720
2	38.688	9.672	5.997	4.900	4.256	3.869	3.611	3.095	2.547
5	48.923	12.231	7.583	6.197	5.382	4.892	4.566	3.914	3.221
10	55.769	13.942	8.644	7.064	6.135	5.577	5.205	4.462	3.671
25	64.274	16.069	9.963	8.141	7.070	6.427	5.999	5.142	4.231
50	70.454	17.614	10.920	8.924	7.750	7.045	6.576	5.636	4.638
100	76.485	19.121	11.855	9.688	8.413	7.649	7.139	6.119	5.035
150	79.959	19.990	12.394	10.128	8.795	7.996	7.463	6.397	5.264
200	82.403	20.601	12.772	10.438	9.064	8.240	7.691	6.592	5.425
250	84.288	21.072	13.065	10.676	9.272	8.429	7.867	6.743	5.549
500	90.092	22.523	13.964	11.412	9.910	9.009	8.409	7.207	5.931

*Nota: Elaboración Propia*

Luego se procedió a realizar la regresión lineal por cada periodo de retorno:

**Tabla 35**

*Resumen de aplicación de Regresión Potencial*

<b>Periodo de Retorno (años)</b>	<b>Término cte. de regresión (d)</b>	<b>Coef. de regresión [n]</b>
2	83.06849619291	-0.53752143702
5	105.04572663118	-0.53752143702
10	119.74412164058	-0.53752143702
25	150.76309605847	-0.55496493933
50	151.27603671851	-0.53752143702
100	164.22508494649	-0.53752143702
150	171.68346498262	-0.53752143702
200	176.93150532685	-0.53752143702
250	180.97853782531	-0.53752143702
500	193.43990407956	-0.53752143702
Promedio	149.71559744025	-0.53926578725

*Nota: Elaboración Propia*

### **Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia**

Se realizó otra regresión de potencia en función del cambio de la variable entre el periodo de retorno (T) y la constante de regresión (d).

**Tabla 36**

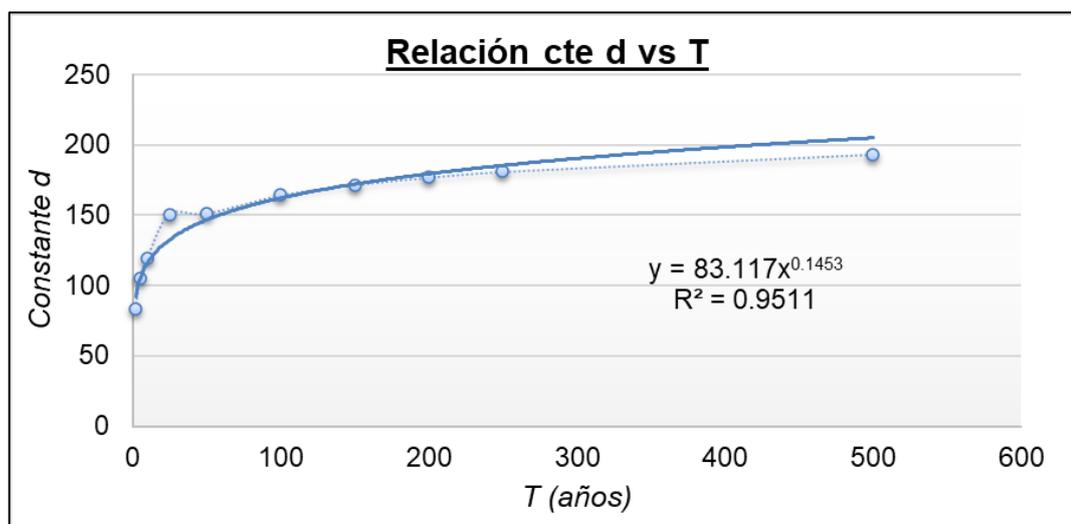
*Resumen de aplicación de Regresión Potencial*

<b>Nº</b>	<b>T</b>	<b>d</b>	<b>ln T</b>	<b>ln d</b>	<b>ln T*ln d</b>	<b>(lnT)^2</b>
1	2	83.0685	0.6931	4.4197	3.0635	0.4805
2	5	105.0457	1.6094	4.6544	7.4910	2.5903
3	10	119.7441	2.3026	4.7854	11.0187	5.3019
4	25	150.7631	3.2189	5.0157	16.1449	10.3612
5	50	151.2760	3.9120	5.0191	19.6349	15.3039
6	100	164.2251	4.6052	5.1012	23.4921	21.2076
7	150	171.6835	5.0106	5.1457	25.7830	25.1065
8	200	176.9315	5.2983	5.1758	27.4228	28.0722
9	250	180.9785	5.5215	5.1984	28.7026	30.4865
10	500	193.4399	6.2146	5.2650	32.7197	38.6214
10	1292	1497.1560	38.3863	49.7802	195.4732	177.5318
<i>Ln (K) =</i>		4.4203	<i>K =</i>	83.1174	<i>m =</i>	0.1453

*Nota: Elaboración Propia*

**Figura 81**

*Relación entre la Constante d y T.*



*Nota: Elaboración Propia*

Por lo tanto, se tiene la siguiente expresión, el cual se aplicará para el cálculo de intensidades para la cuenca:

$$I = \frac{83.11744 \times T^{0.1453043}}{t^{0.539266}}$$

**Tabla 37**

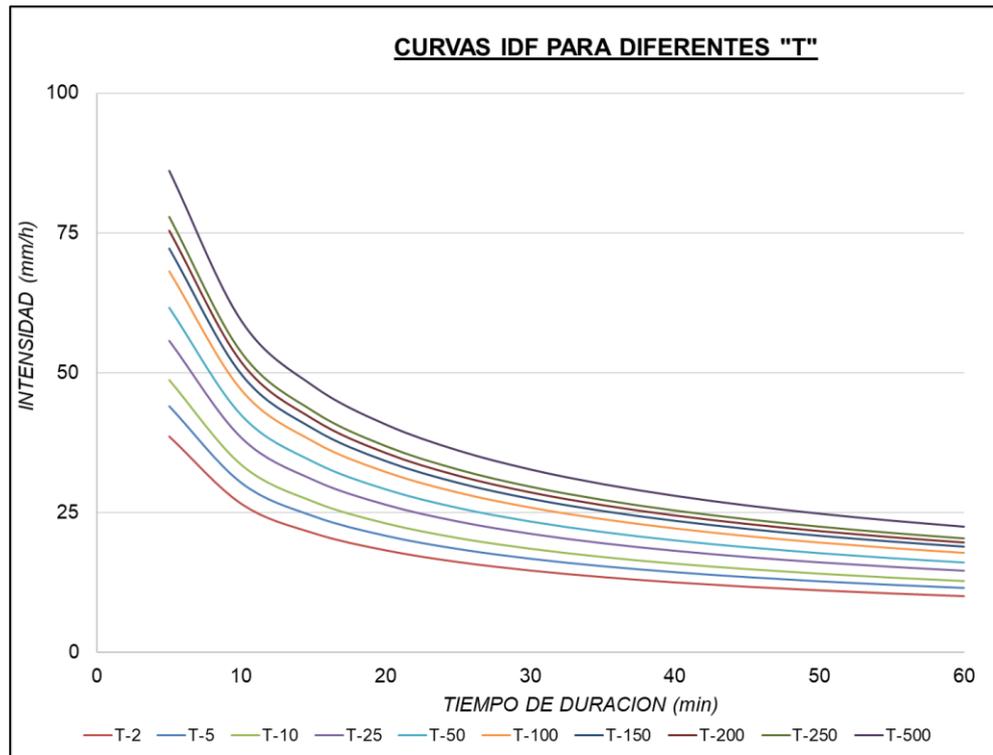
*Cuadro de Intensidades para Diferentes Tiempos de Duración*

Duración (t)	Periodo de Retorno (T) en Años									
	2	5	10	25	50	100	150	200	250	500
5	38.59	44.09	48.76	55.70	61.61	68.13	72.27	75.35	77.84	86.09
10	26.56	30.34	33.55	38.33	42.39	46.89	49.73	51.85	53.56	59.24
15	21.34	24.38	26.96	30.80	34.07	37.68	39.96	41.67	43.04	47.60
20	18.27	20.88	23.09	26.38	29.17	32.26	34.22	35.68	36.86	40.76
30	14.68	16.78	18.55	21.20	23.44	25.93	27.50	28.67	29.62	32.76
40	12.57	14.37	15.89	18.15	20.07	22.20	23.55	24.55	25.36	28.05
50	11.15	12.74	14.09	16.09	17.80	19.68	20.88	21.77	22.49	24.87
60	10.11	11.54	12.77	14.59	16.13	17.84	18.92	19.73	20.38	22.54

*Nota: Elaboración Propia*

**Figura 82**

Curva I-D-F de los Diferentes Periodos de Retorno



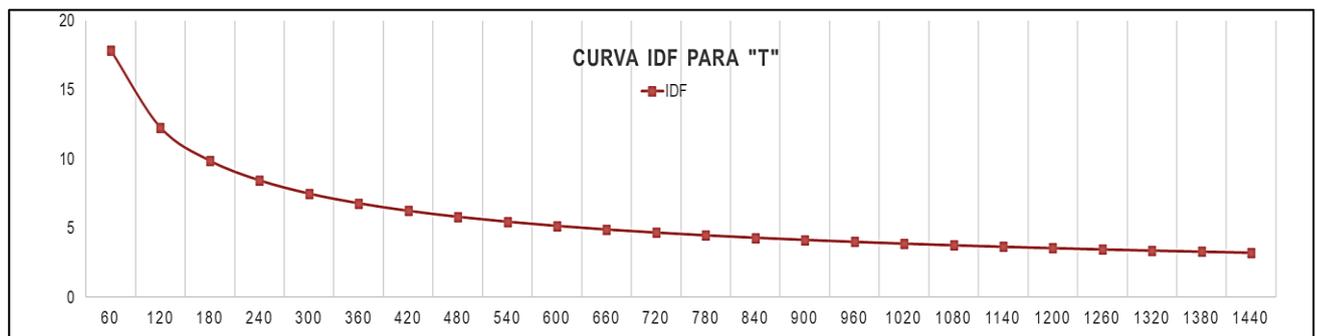
Nota: Elaboración Propia

### Hietograma de Diseño con T=100 años

Para el hietograma se realizará con un periodo de retorno de 100 años, para una duración de tormenta de 24 horas (1440 min) con un intervalo de 60 minutos y una precipitación P24hr. de 77.15mm.

**Figura 83**

Curva I-D-F de un Periodo de Retorno de 100 Años



Nota: Elaboración Propia

Según el Método del bloque alterno se obtendrá el hietograma en diferentes tiempos de duración.

**Tabla 38**

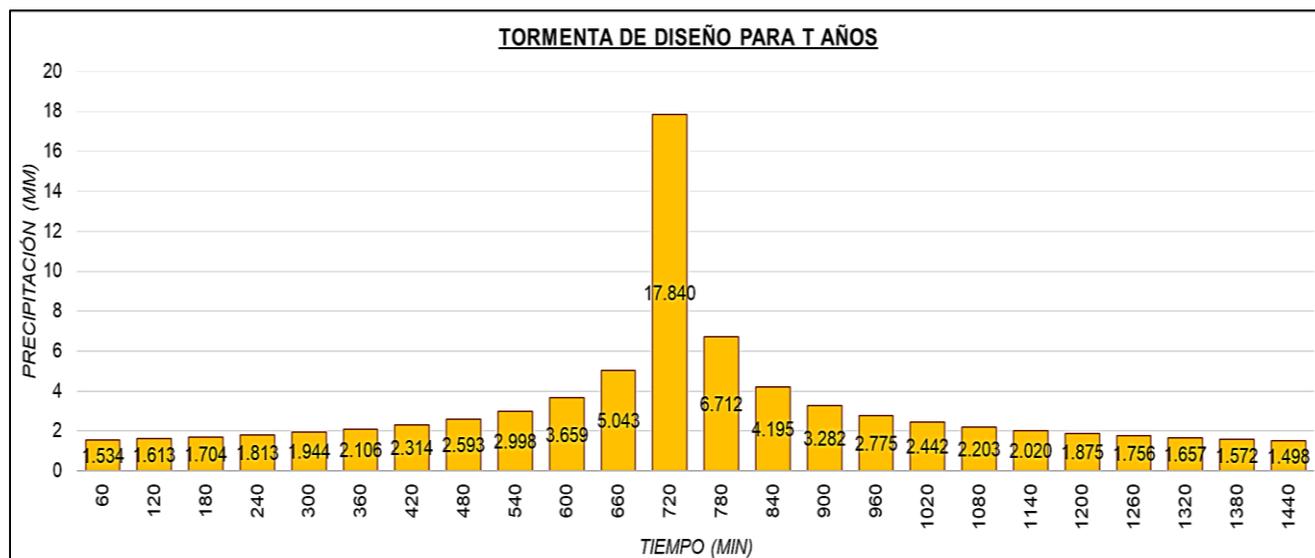
*Método del Bloque Alterno para Obtención de Hietograma de Diseño*

<b>Instante (min)</b>	<b>Intensidad (mm/h)</b>	<b>P.acumulada (mm)</b>	<b><math>\Delta P</math> (mm)</b>	<b>Intensidad parcial (mm/h)</b>	<b>P. Alternada (mm)</b>	<b>InPa Alternada (mm)</b>
60	17.840	17.840	17.840	17.840	1.534	1.534
120	12.276	24.553	6.712	6.712	1.613	1.613
180	9.865	29.596	5.043	5.043	1.704	1.704
240	8.448	33.790	4.195	4.195	1.813	1.813
300	7.490	37.449	3.659	3.659	1.944	1.944
360	6.789	40.731	3.282	3.282	2.106	2.106
420	6.247	43.729	2.998	2.998	2.314	2.314
480	5.813	46.504	2.775	2.775	2.593	2.593
540	5.455	49.097	2.593	2.593	2.998	2.998
600	5.154	51.539	2.442	2.442	3.659	3.659
660	4.896	53.853	2.314	2.314	5.043	5.043
720	4.671	56.056	2.203	2.203	17.840	17.840
780	4.474	58.162	2.106	2.106	6.712	6.712
840	4.299	60.182	2.020	2.020	4.195	4.195
900	4.142	62.126	1.944	1.944	3.282	3.282
960	4.000	64.001	1.875	1.875	2.775	2.775
1020	3.871	65.813	1.813	1.813	2.442	2.442
1080	3.754	67.570	1.756	1.756	2.203	2.203
1140	3.646	69.274	1.704	1.704	2.020	2.020
1200	3.547	70.931	1.657	1.657	1.875	1.875
1260	3.454	72.543	1.613	1.613	1.756	1.756
1320	3.369	74.115	1.572	1.572	1.657	1.657
1380	3.289	75.648	1.534	1.534	1.572	1.572
1440	3.214	77.146	1.498	1.498	1.498	1.498

*Nota: Elaboración Propia*

**Figura 84**

*Hietograma de Precipitación de Diseño (T=100)*



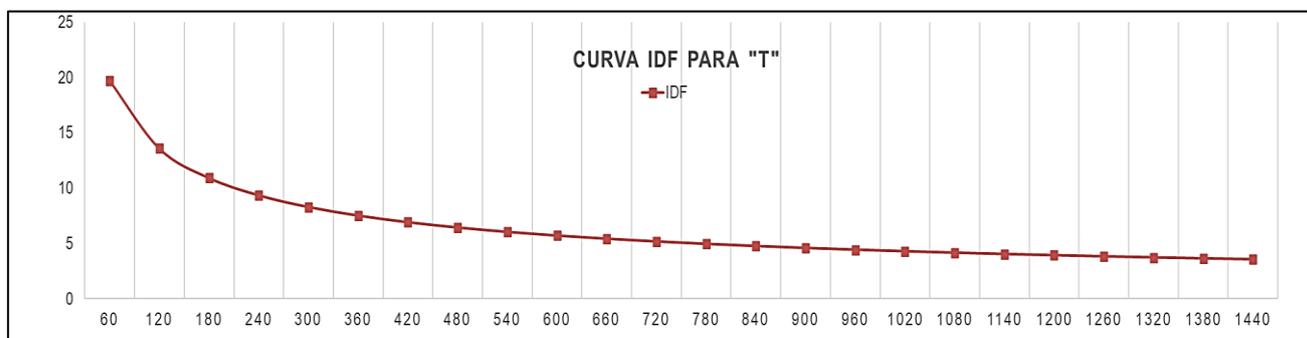
*Nota: Elaboración Propia*

**Hietograma de Diseño con T=500 años**

Para el hietograma se realizará con un periodo de retorno de 500 años, para una duración de tormenta de 24 horas (1440 min) con un intervalo de 60 minutos y una precipitación P24hr. de 43.70mm.

**Figura 85**

*Curva I-D-F de un Periodo de Retorno de 100 Años*



*Nota: Elaboración Propia*

Según el Método del bloque alterno se obtendrá el hietograma en diferentes tiempos de duración.

**Tabla 39**

*Método del Bloque Alterno para Obtención de Hietograma de Diseño*

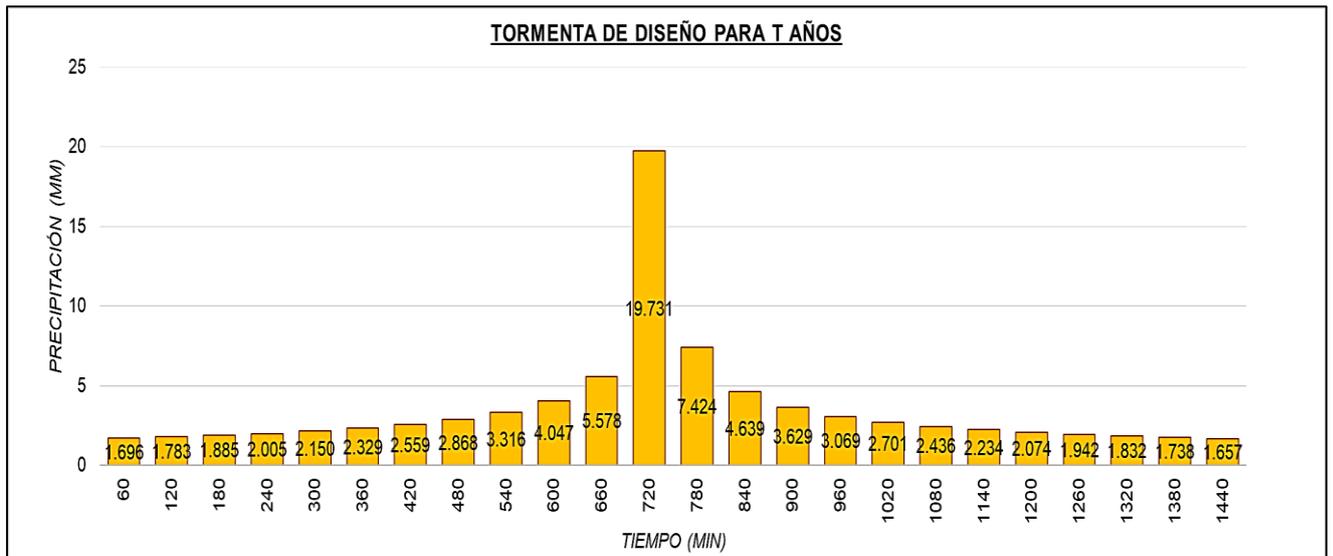
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	P.acumulada (mm)	$\Delta P$ (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	P. Alternada (mm)	InPa Alternada (mm)
60	19.731	19.731	19.731	19.731	1.696	1.696

<b>Instante (min)</b>	<b>Intensidad (mm/h)</b>	<b>P.acumulada (mm)</b>	<b><math>\Delta P</math> (mm)</b>	<b>Intensidad parcial (mm/h)</b>	<b>P. Alternada (mm)</b>	<b>InPa Alternada (mm)</b>
120	13.577	27.154	7.424	7.424	1.783	1.783
180	10.911	32.732	5.578	5.578	1.885	1.885
240	9.343	37.371	4.639	4.639	2.005	2.005
300	8.284	41.418	4.047	4.047	2.150	2.150
360	7.508	45.047	3.629	3.629	2.329	2.329
420	6.909	48.363	3.316	3.316	2.559	2.559
480	6.429	51.432	3.069	3.069	2.868	2.868
540	6.033	54.300	2.868	2.868	3.316	3.316
600	5.700	57.001	2.701	2.701	4.047	4.047
660	5.414	59.559	2.559	2.559	5.578	5.578
720	5.166	61.996	2.436	2.436	19.731	19.731
780	4.948	64.325	2.329	2.329	7.424	7.424
840	4.754	66.559	2.234	2.234	4.639	4.639
900	4.581	68.709	2.150	2.150	3.629	3.629
960	4.424	70.782	2.074	2.074	3.069	3.069
1020	4.282	72.787	2.005	2.005	2.701	2.701
1080	4.152	74.730	1.942	1.942	2.436	2.436
1140	4.032	76.615	1.885	1.885	2.234	2.234
1200	3.922	78.447	1.832	1.832	2.074	2.074
1260	3.820	80.230	1.783	1.783	1.942	1.942
1320	3.726	81.968	1.738	1.738	1.832	1.832
1380	3.638	83.664	1.696	1.696	1.738	1.738
1440	3.555	85.321	1.657	1.657	1.657	1.657

*Nota: Elaboración Propia*

**Figura 86**

*Hietograma de Precipitación de Diseño (T=500)*



*Nota: Elaboración Propia*

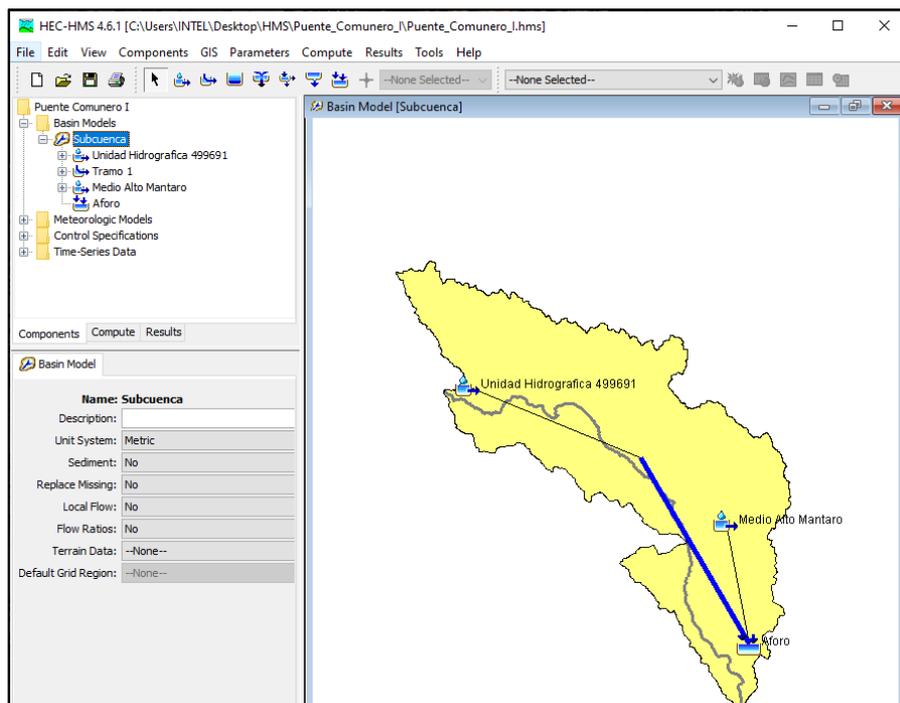
#### 4.3.2.4.5. Método HEC-HMS

##### Modelo de la cuenca

El modelado para el diseño de caudal se consideraron las subcuencas conformadas por Medio Alto Mantaro y Unidad Hidrográfica 499691, teniendo en cuenta la ubicación de la Estación Pluviométrica Co Jauja.

**Figura 87**

*Modelo de las Subcuencas Medio Alto Mantaro y Unidad Hidrográfica 499691*



*Nota:* Captura de pantalla del software Hec-HMS. Elaboración propia

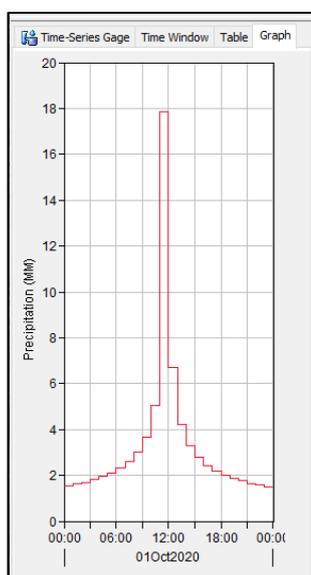
### **Modelo meteorológico**

Para determinar la precipitación máxima de diseño se consideró la serie de registro hidrometeorológico de la estación Co Jauja, con registros de los años del 2010 al 2019, luego se hizo el análisis y transformación a periodos de duración menores a una hora por el método del BLOQUE ALTERNO, se hizo análisis de distribuciones.

Las precipitaciones máximas determinadas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 250 y 500 años.

### **Figura 88**

*Modelo Meteorológico Estación CO Jauja*



*Nota:* Captura de pantalla del software Hec-HMS. Elaboración propia

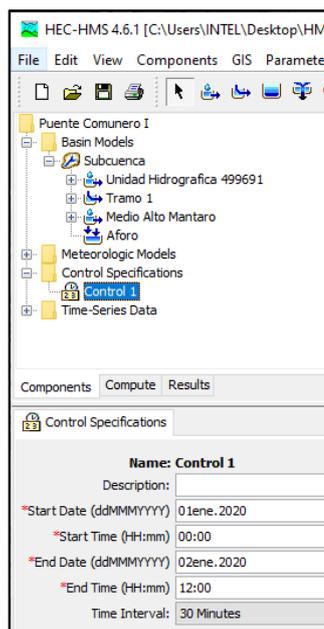
### **Modelo de control de especificaciones**

Para el modelo de control se ingresaron los intervalos de tiempo (fechas y horas de inicio y fin de la simulación), para el cálculo del hidrograma.

Se ingreso con fecha de 01 de enero de 2020, de 00:00 horas hasta las 12:00 horas del 03 de enero de 2020 con intervalos de control de 30 minutos para el modelado.

**Figura 89**

*Modelo de Control para la Simulación de Cuenca*



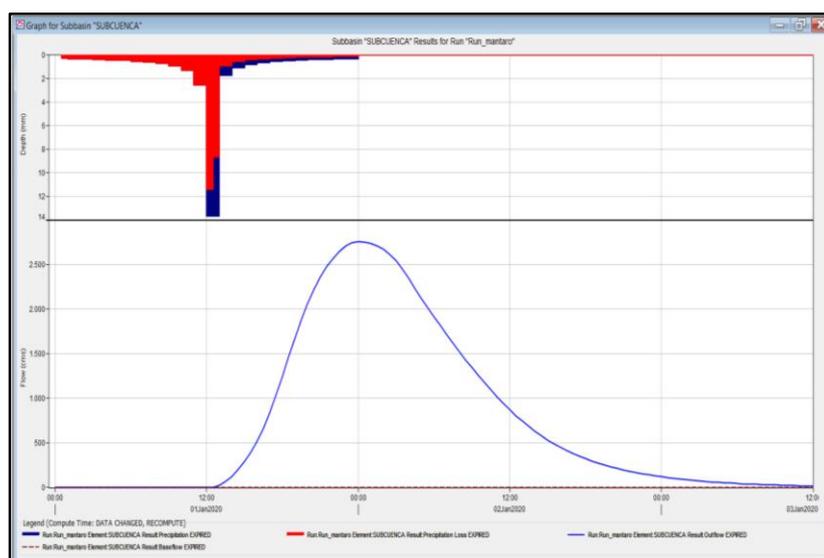
*Nota: Captura de pantalla del software Hec-HMS. Elaboración propia*

## Hidrograma de salida de las cuencas

Posteriormente del procesamiento de los modelos de las cuencas en HEC-HMS, podemos apreciar los hidrogramas de salida para cada cuenca de acuerdo a los parámetros establecidos en el modelo.

**Figura 90**

*Hidrograma de Salida de la Cuenca Mantaro*



*Nota: Captura de pantalla del software Hec-HMS. Elaboración propia*

Los caudales resultantes se muestran en las siguientes imágenes, dichos caudales son los generados por las máximas avenidas ocurridas en cada cuenca.

**Tabla 40**

*Caudales de Diseño (m<sup>3</sup>/s)*

Cuenca: Río Mantaro	Latitud:	11°47'11.97"
Estación: Co Jauja	Longitud:	75°29'12.76"
Área de Cuenca = 3005.03 km <sup>2</sup>	Altitud:	3 366 m.s.n.m.
<b>Periodo de Retorno Tr (años)</b>	<b>Caudal de Diseño (m<sup>3</sup>/s)</b>	
100	623.94	
500	724.53	

*Nota: Elaboración Propia.*

### Resultados

Con los resultados obtenidos para un tiempo de retorno de 100 años con un caudal de 623.94 m<sup>3</sup>/seg y para un periodo de retorno de 500 años con un caudal de 724.53 m<sup>3</sup>/seg, se podrá calcular la socavación en los estribos del puente Comunero I.

El certificado de validación del SENAMHI, se encontrará en el anexo 5.

### **4.3.3. Estudio Geológico y Geotécnico**

#### **4.3.3.1. Geomorfología**

Para el área de análisis del puente Comunero I, está ubicado regionalmente en la Cordillera Occidental del sistema montañoso de los Andes Centrales del Perú. Se distinguen regiones geomorfológicas alineadas con dirección NO-SE:

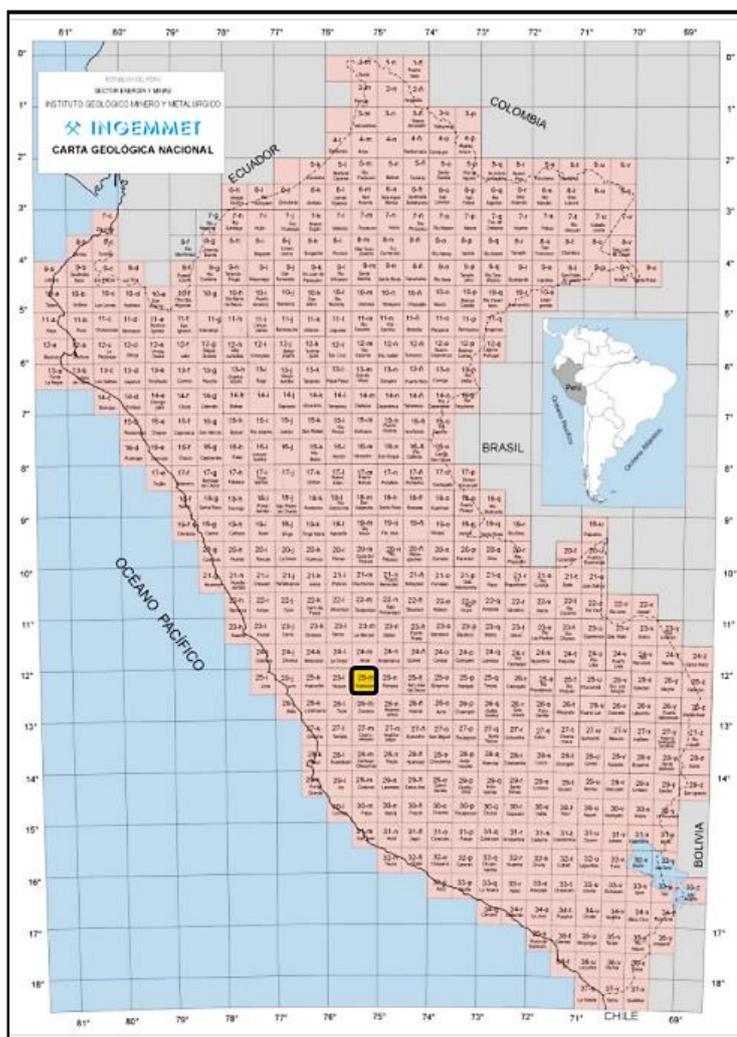
- Esta región se encuentra a 4,000 m.s.n.m, produciéndose en las rocas calcáreas una morfología característica. En el área de Huancayo, las Altas Mesetas están atravesadas por ríos que forman valles encañonados.
- Consta de valles interandinos y también valles extensos como es el valle del Mantaro). Dichos muestran proporciones de material erosionado producto de las partes altas y que son acumulaciones debido a la hidrodinámica de las subcuencas.

### 4.3.3.2. Geología

En la Carta Geológica Nacional de Huancayo (25-m) se encuentra ubicado el puente Comunero I. En Huancayo, ocurrieron dos etapas sedimentarias: paleozoico y mesozoico – cenozoico.

Figura 91

Carta Geológica Nacional



Nota: Adaptado de carta geológica nacional, por INGEMMET, 2015, [https://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/complementos/Descargas/Mapas/publicaciones/serie\\_a/mapas/indice.htm](https://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/complementos/Descargas/Mapas/publicaciones/serie_a/mapas/indice.htm)

### 4.3.3.3. Geotecnia

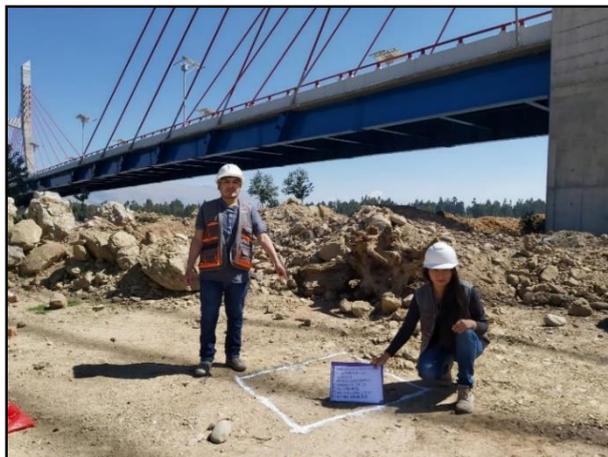
Para el cálculo de socavación, se obtendrán muestras de seis calicatas representativas (tres calicatas de cada margen), para llevarlos al laboratorio y realizar los ensayos correspondientes

#### 4.3.3.3.1. Extracción y Muestreo

Para la extracción de las muestras se realizaron seis calicatas, tres en la margen derecha y tres en la margen izquierda, las cuales se tomaron cerca a los pilones y separadas a una distancia de 50m aproximadamente.

**Figura 92**

*Fotografía de Calicata N°01*



*Nota:* Calicata ubicado en la margen izquierda del puente Comunero I. Elaboración Propia.

**Figura 93**

*Fotografía de Calicata N°06*



*Nota:* Calicata ubicado en la margen derecha del puente Comunero I. Elaboración Propia.

Para más detalles de las calicatas se encontrarán el anexo 8 y 9.

#### 4.4. Ensayos para la Evaluación

##### 4.4.1. Ensayo de Mecánica de Suelo

La granulometría se ha realizado mediante el uso de los tamices estándares según la norma ASTM.

**Figura 94**

*Fotografía del Ensayo de Granulométrico*



*Nota:* Tamizaje de las muestras tomadas de las calicatas, llevados al laboratorio de suelos. Elaboración Propia.

**Figura 95**

*Fotografía de la Separación de Muestras*



*Nota:* Según el tamizado se separó las muestras por el tamaño de pasante de los tamices. Elaboración Propia.

**Resultados:**

Se obtiene el cuadro de resumen de la ubicación de las calicatas, la profundidad, la clasificación SUCS, el coeficiente de uniformidad (Cu), el

coeficiente de curvatura (Cc), y los valores del D50, D90 y D95 según la clasificación granulométrica.

**Tabla 41**

*Resumen de las Calicatas*

CALICATA	ESTRUCTURA	PROF. (m)	TIPO DE SUELO	CLASIF. SUCS	Cu	Cc	D50 (mm)	D90 (mm)	D95 (mm)
<b>C-01</b>	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GP	32.01	0.70	21.72	76.30	88.04
	MARGEN DERECHA		gradada con Arena						
<b>C-02</b>	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GW	30.03	1.24	21.019	74.216	87.110
	MARGEN DERECHA		gradada con Arena						
<b>C-03</b>	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GP	36.80	0.68	21.391	76.286	88.038
	MARGEN DERECHA		gradada con Arena						
<b>C-04</b>	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GP-GM	14.39	0.43	11.00	31.74	37.19
	MARGEN IZQUIERDA		gradada con Arena						
<b>C-05</b>	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GP	14.21	0.42	11.119	31.577	37.160
	MARGEN IZQUIERDA		gradada con Arena						
<b>C-06</b>	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GP	14.63	0.37	10.865	31.597	14.873
	MARGEN IZQUIERDA		gradada con Arena						

*Nota: Elaboración Propia.*

El certificado de validación del ensayo se encontrará en el anexo 4 y para el detalle de las fotografías se ubicarán en el anexo 8.

#### **4.4.2. Esclerometría**

Para este ensayo se utilizó el esclerómetro Técnicas CP, para determinar la resistencia de los elementos de concreto (estribos, losa y pilones), con información base para el procesamiento de datos.

Se tiene las siguientes fotografías tomas in-situ:

**Figura 96**

*Fotografía del Esclerómetro*



*Nota:* Se utilizó para el ensayo no destructivo el Esclerómetro (TECNICAS CP).  
Elaboración Propia.

**Figura 97**

*Fotografía de la Esclerometría en el Estribo*



*Nota:* Toma de datos con el esclerómetro de la resistencia del concreto en el estribo del puente Comunero I. Elaboración Propia.

**Figura 98**

*Fotografía de la Esclerometría en el Pilón - Inferior*



*Nota:* Toma de datos con el esclerómetro de la resistencia del concreto en el pilón del puente Comunero I. Elaboración Propia.

**Figura 99**

*Fotografía de la Esclerometría en el Pílon - Superior.*



*Nota:* Toma de datos con el esclerómetro de la resistencia del concreto en el pílón del puente Comunero I. Elaboración Propia.

**Resultados:**

Se obtiene el cuadro de resumen de la toma de datos de la resistencia de los elementos de concreto armado que conforman el Puente Comunero I (losa, pilones y estribos):

**Tabla 42**

*Cuadro de Resumen de las Resistencias Tomadas por el Esclerómetro*

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>VALOR PROMEDIO DE ESCLEROMETRÍA DE LOS PUNTOS TOMADOS</b>	<b>RESISTENCIA ESTIMADA <math>f'c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
ESTRIBO DERECHO	48.88	500.00
PILON DERECHO (Aguas Abajo)	58.63	Mayor a 600
PILON DERECHO (Aguas Arriba)	50.25	520.00
ESTRIBO IZQUIERDO	48.25	485.00
PILON IZQUIERDO (Aguas Abajo)	59.00	Mayor a 600
PILON IZQUIERDO (Aguas Arriba)	52.00	550.00
LOSA $\alpha=90^\circ$	56.88	Mayor a 600

*Nota:* Elaboración Propia.

El certificado de validación del ensayo se encontrará en el anexo 7 y para el detalle de las fotografías se ubicarán en el anexo 9.

#### 4.4.3. Medición de Espesor de Pintura

Se realizó la medición de espesores de pintura en los elementos de acero que conforman el puente Comunero I (vigas transversales y vigas principales), con el instrumento “POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03”.

##### Figura 100

*Fotografía de Medición de Espesores de Pintura*



*Nota:* Medición de espesores de pintura con el equipo de inspección “POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03” en el puente Comunero I. Elaboración Propia.

##### Resultados:

El certificado de validación del ensayo de la toma de espesores de pintura de los elementos de acero que conforman el puente Comunero I (vigas transversales y vigas principales), se encontrará en el anexo 8.

#### 4.5. Evaluación Hidráulica

##### 4.5.1. Hidráulica en el Cruce del Puente

Para la construcción del puente Comunero I, involucró que en determinados tramos se irrumpa parte del cauce del Río Mantaro, de esta forma se produjeron cambios en la velocidad de flujo y en la pendiente hidráulica. El modelamiento se realizará en el software HEC-RAS V5.0.7.

##### 4.5.2. Modelación Hidráulica de Socavación con HEC-RAS V5.0.7

Luego de obtener los datos necesarios, se procedió a realizar el cálculo de socavación con el software HEC RAS V5.0.7, se basará en ecuaciones y cantidad de movimiento del flujo para la modelación hidráulica.

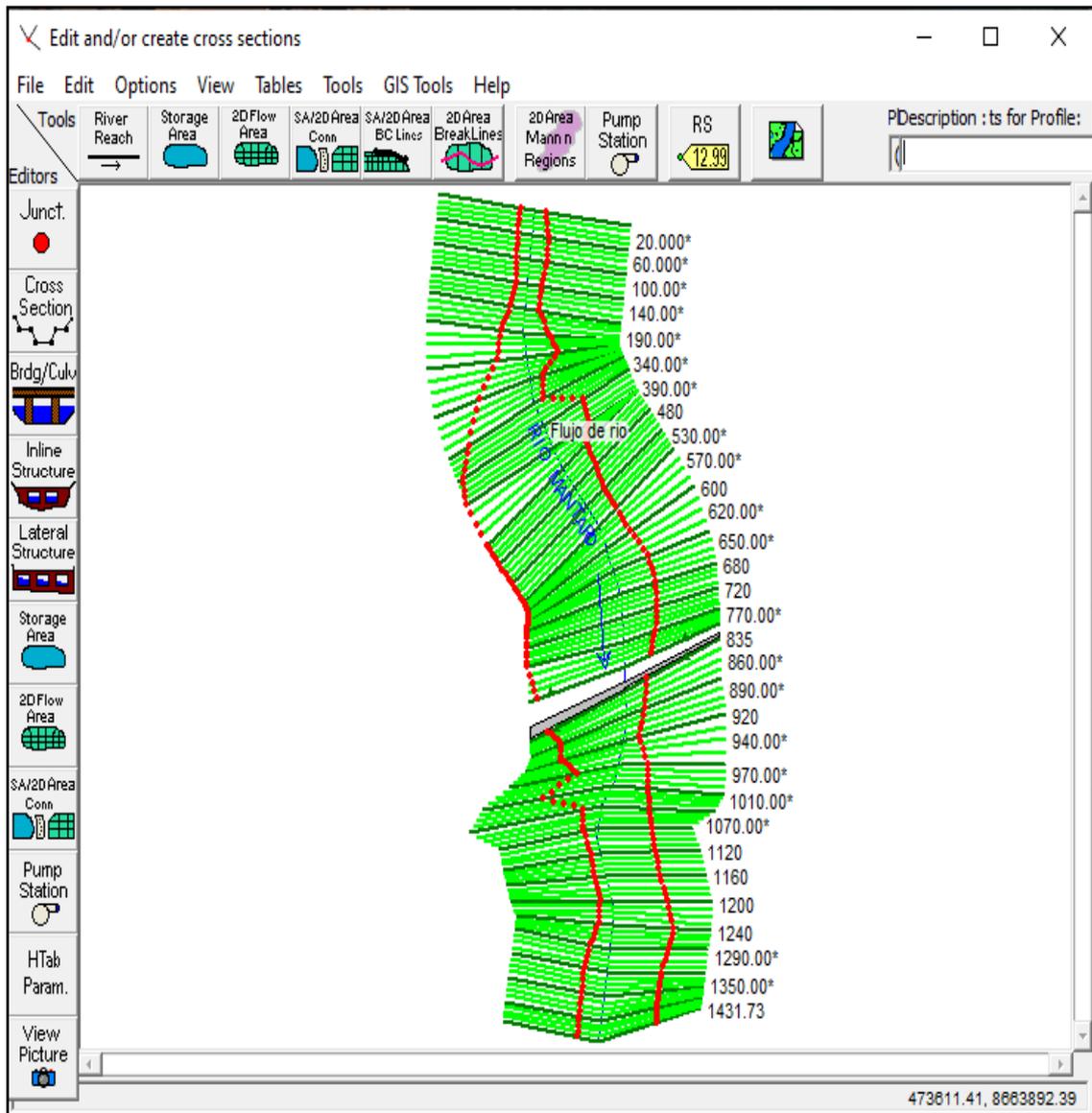
### 4.5.2.1. Ingreso de datos.

#### 4.5.2.1.1. Datos topográficos

La información obtenida del levantamiento topográfico fue importada del Autodesk AutoCAD Civil 3D al software HEC-RAS V5.0.7, ya configurado sus coordenadas y el sistema de unidades.

**Figura 101**

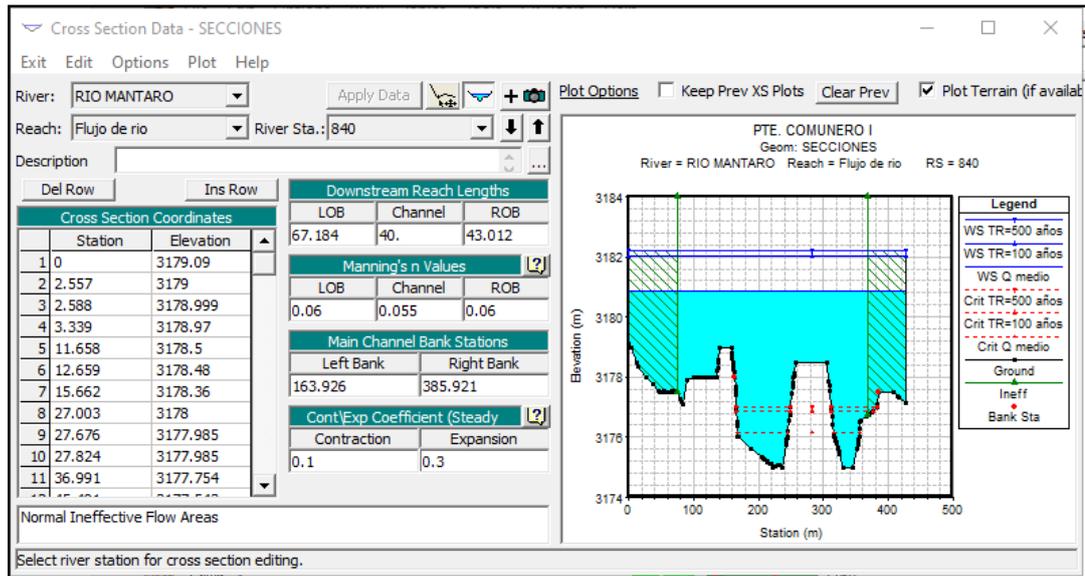
*Datos Topográficos en Planta en HEC-RAS V5.0.7*



*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 con las secciones topográficas en planta. Elaboración propia

**Figura 102**

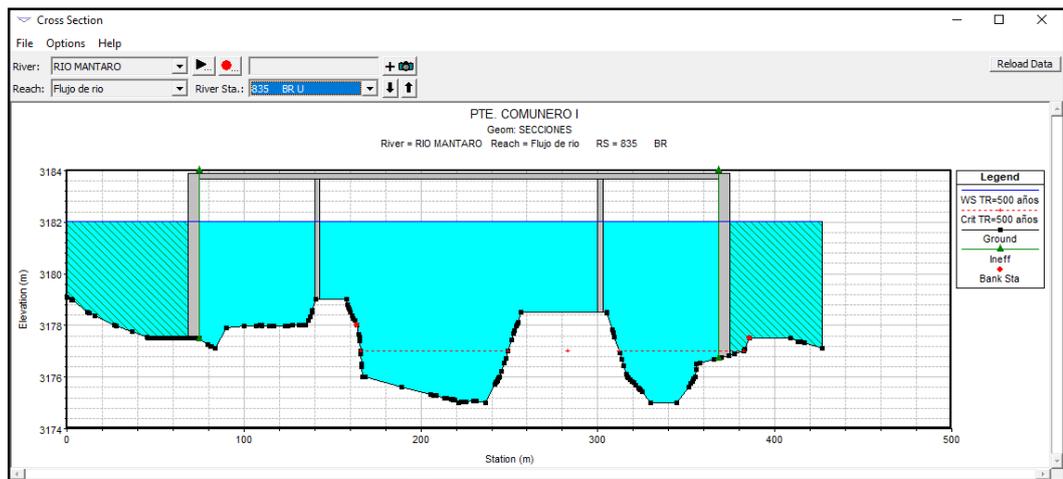
*Estaciones y Elevaciones Importados del AutoCAD Civil 3D*



*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de las elevaciones sacadas del AutoCAD Civil 3D. Elaboración propia

**Figura 103**

*Sección Transversal Importado del AutoCAD Civil 3D*



*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de la sección transversal a la altura del puente Comunero I, donde se realiza la modelación de socavación en los estribos. Elaboración propia.

#### 4.5.2.1.2. Datos geotécnicos

Los datos de mayor importancia en este ámbito son la rugosidad, el diámetro promedio de las partículas del fondo del cauce del río y el peso específico del material.

Obtenido ya estos resultados se procede a insertar en el programa.

**Figura 104**

*Parámetros Geotécnicos del D50 y el D95*

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
67.184	40.	43.012

Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
0.06	0.055	0.06

Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
0	426.903

Cont'Exp Coefficient (Steady)	
Contraction	Expansion
0.1	0.3

Contraction		Abutment	
<input checked="" type="radio"/> Maximum V1 Y1	<input type="radio"/> Local V1 Y1	Pier # <input type="text"/> Apply to All Piers <input type="button" value="v"/>	
Shape: Round nose	a: 3.00	D50: 15.20	
Y1: 5.44	V1: 0.26	Fr1: 0.020	
Method CSU equation			

CSU's Eqn. Specific Data			
K1:	1.00		
Angle:	30.00	L:	11.60

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de los parámetros geotécnicos.

Elaboración propia

#### 4.5.2.1.3. Datos hidrológicos

El caudal calculado en los diferentes periodos de retorno para 100 y 500 años, serán Ingresados al software HEC-RAS V5.0.7.

**Figura 105**

*Caudales de Diseño en el HEC-RAS V5.0.7*

Steady Flow Data - CAUDAL

File Options Help

Description :  Apply Data

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max):  Reach Boundary Conditions ...

Locations of Flow Data Changes

River: RIO MANTARO Add Multiple...

Reach: Flujo de rio River Sta.: 1431.73 Add A Flow Change Location

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates			
River	Reach	RS	Q medio	TR=100 años	TR=500 años	
1	RIO MANTARO	Flujo de rio	1431.73	228.97	623.94	724.53
2	RIO MANTARO	Flujo de rio	1400	228.97	623.94	724.53
3	RIO MANTARO	Flujo de rio	1360	228.97	623.94	724.53
4	RIO MANTARO	Flujo de rio	1320	228.97	623.94	724.53
5	RIO MANTARO	Flujo de rio	1280	228.97	623.94	724.53
6	RIO MANTARO	Flujo de rio	1240	228.97	623.94	724.53
7	RIO MANTARO	Flujo de rio	1200	228.97	623.94	724.53
8	RIO MANTARO	Flujo de rio	1160	228.97	623.94	724.53
9	RIO MANTARO	Flujo de rio	1120	228.97	623.94	724.53
10	RIO MANTARO	Flujo de rio	1080	228.97	623.94	724.53
11	RIO MANTARO	Flujo de rio	1040	228.97	623.94	724.53
12	RIO MANTARO	Flujo de rio	1000	228.97	623.94	724.53
13	RIO MANTARO	Flujo de rio	960	228.97	623.94	724.53
14	RIO MANTARO	Flujo de rio	920	228.97	623.94	724.53
15	RIO MANTARO	Flujo de rio	880	228.97	623.94	724.53
16	RIO MANTARO	Flujo de rio	840	228.97	623.94	724.53
17	RIO MANTARO	Flujo de rio	800	228.97	623.94	724.53
18	RIO MANTARO	Flujo de rio	760	228.97	623.94	724.53
19	RIO MANTARO	Flujo de rio	720	228.97	623.94	724.53
20	RIO MANTARO	Flujo de rio	680	228.97	623.94	724.53
21	RIO MANTARO	Flujo de rio	640	228.97	623.94	724.53
22	RIO MANTARO	Flujo de rio	600	228.97	623.94	724.53
23	RIO MANTARO	Flujo de rio	560	228.97	623.94	724.53
24	RIO MANTARO	Flujo de rio	520	228.97	623.94	724.53
25	RIO MANTARO	Flujo de rio	480	228.97	623.94	724.53
26	RIO MANTARO	Flujo de rio	440	228.97	623.94	724.53
27	RIO MANTARO	Flujo de rio	400	228.97	623.94	724.53
28	RIO MANTARO	Flujo de rio	360	228.97	623.94	724.53
29	RIO MANTARO	Flujo de rio	320	228.97	623.94	724.53
30	RIO MANTARO	Flujo de rio	280	228.97	623.94	724.53
31	RIO MANTARO	Flujo de rio	240	228.97	623.94	724.53
32	RIO MANTARO	Flujo de rio	200	228.97	623.94	724.53
33	RIO MANTARO	Flujo de rio	160	228.97	623.94	724.53
34	RIO MANTARO	Flujo de rio	120	228.97	623.94	724.53
35	RIO MANTARO	Flujo de rio	80	228.97	623.94	724.53
36	RIO MANTARO	Flujo de rio	40	228.97	623.94	724.53
37	RIO MANTARO	Flujo de rio	0	228.97	623.94	724.53

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7, ingreso del caudal de diseño.

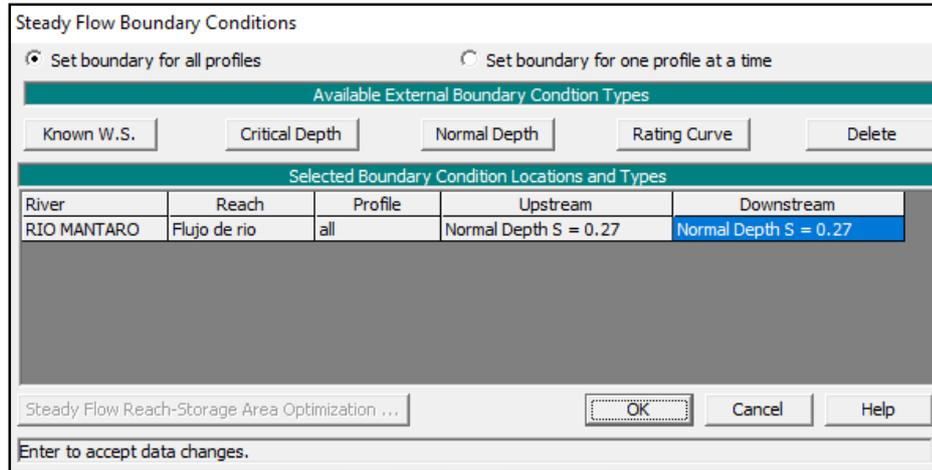
Elaboración propia

#### 4.5.2.1.4. Datos hidráulicos

Para la modelación respectiva se debe tener calculada la pendiente de la línea de energía promedio del cauce en análisis. Se considerará que la línea de energía será paralela a la pendiente del espejo de agua.

**Figura 106**

*Pendiente del Río en el HEC-RAS V5.0.7*



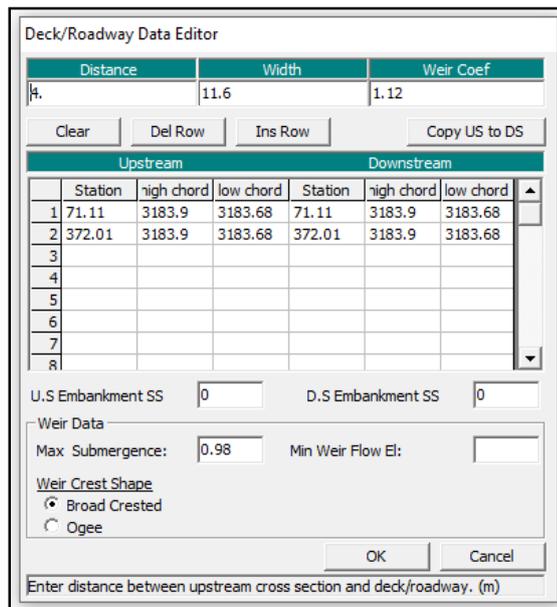
*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7, ingreso de datos de la pendiente. Elaboración propia

#### 4.5.2.1.5. Geometría del puente

Se ingresarán las dimensiones del puente Comunero I, como se muestran en las siguientes figuras.

**Figura 107**

*Datos Geométricos del Puente*



*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7, ingreso de datos geométricos del puente. Elaboración propia

**Figura 108**

*Datos Geométricos del Pilón 1 y 2*

The figure displays two screenshots of the 'Pier Data Editor' software interface. The left screenshot is for Pier # 1, showing 'Centerline Station Upstream' as 141.54 and 'Centerline Station Downstream' as 301.54. The right screenshot is for Pier # 2, showing 'Centerline Station Upstream' as 301.54 and 'Centerline Station Downstream' as 461.54. Both screenshots include a table with columns for Pier Width and Elevation, split into Upstream and Downstream sections. The table data is as follows:

Upstream		Downstream	
Pier Width	Elevation	Pier Width	Elevation
3	3175	3	3175
3	3224	3	3224

*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7, ingreso de datos geométricos de los pilones. Elaboración propia

**Figura 109**

*Datos Geométricos del Estribo 1 y 2*

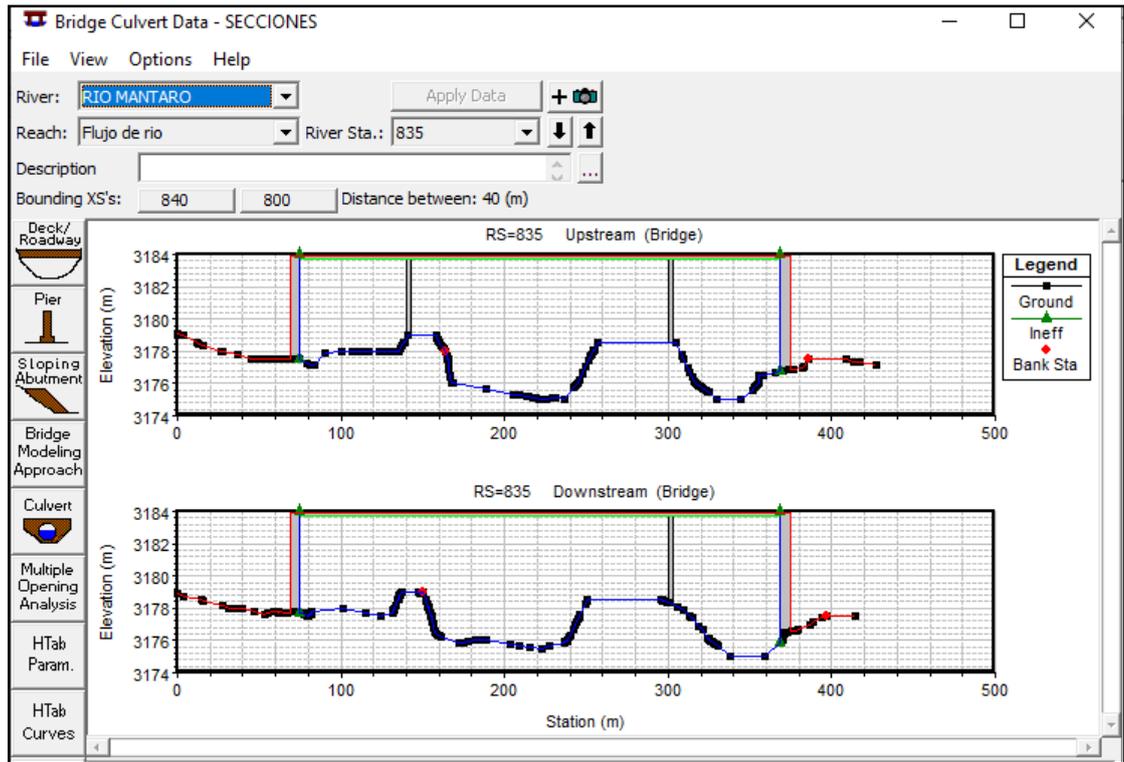
The figure displays two screenshots of the 'Sloping Abutment Data Editor' software interface. The left screenshot is for Abutment # 1, showing 'Station' values of 68.61 and 75.01. The right screenshot is for Abutment # 2, showing 'Station' values of 368.11 and 374.51. Both screenshots include a table with columns for Station and Elevation, split into Upstream and Downstream sections. The table data is as follows:

Upstream		Downstream	
Station	Elevation	Station	Elevation
68.61	3183.9	68.61	3183.9
75.01	3183.9	75.01	3183.9

*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7, ingreso de datos geométricos de los estribos. Elaboración propia

**Figura 110**

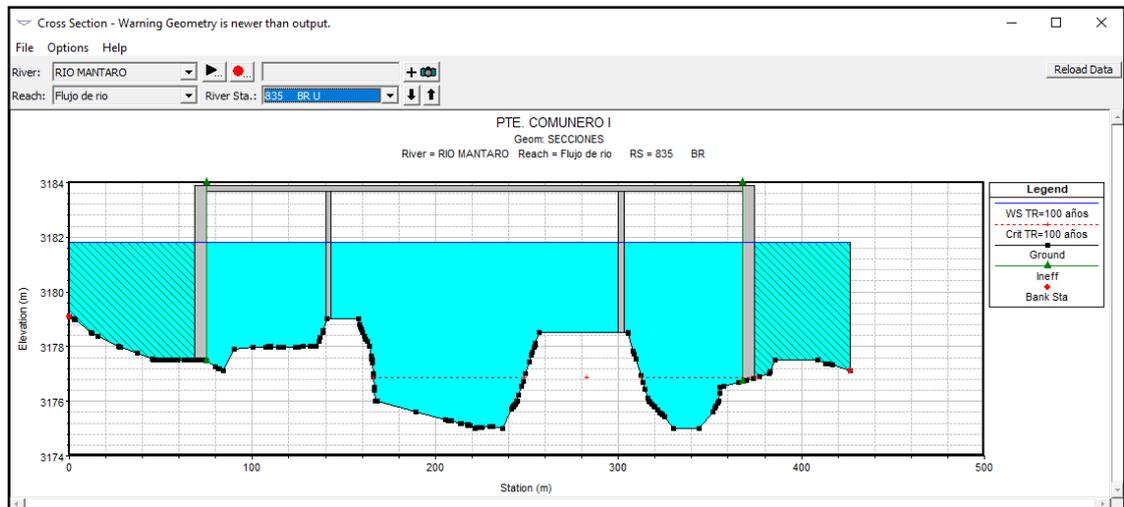
Sección del Puente Comunero I en el HEC-RAS V5.0.7



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de la sección final del puente Comunero I. Elaboración propia

**Figura 111**

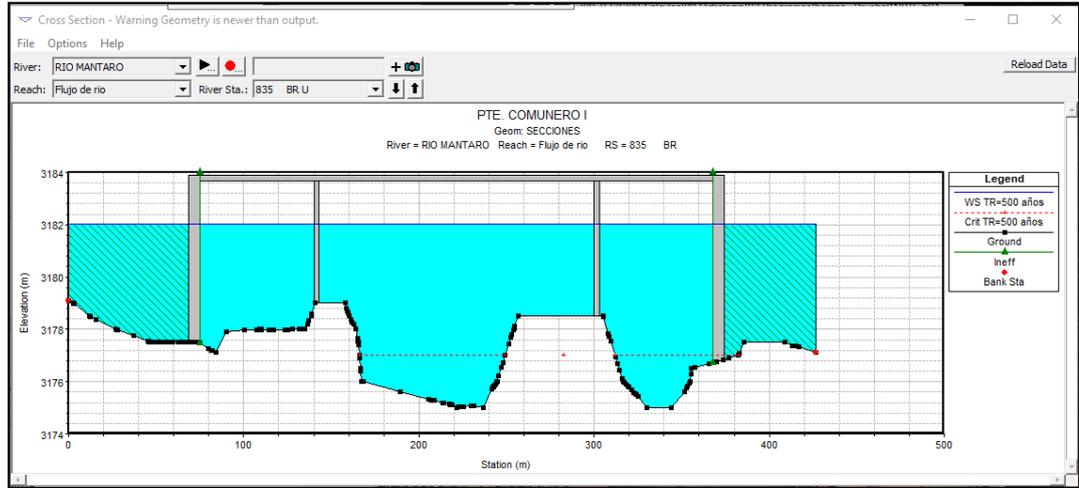
Sección Transversal al Nivel del Puente  $T_r=100$  años



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de la sección transversal del cauce a la altura del puente Comunero I, donde se observa el detalle del pilar, los estribos y la superestructura.  $T_r=100$  años. Elaboración propia

**Figura 112**

*Sección Transversal al Nivel del Puente Tr=500 años*



*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de la sección transversal del cauce a la altura del puente Comunero I, donde se observa el detalle del pilar, los estribos y la superestructura. Tr=500 años. Elaboración propia

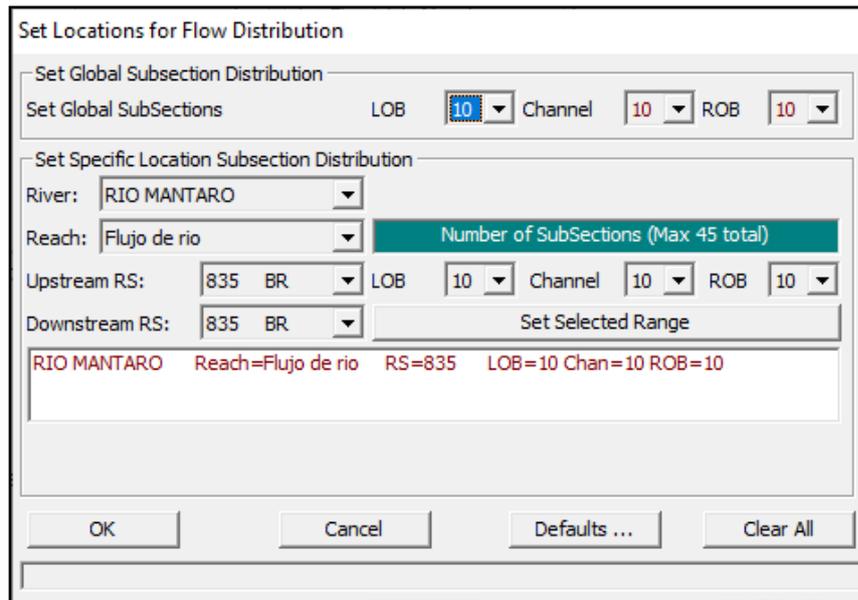
#### 4.5.2.2. Procesamiento de datos

##### 4.5.2.2.1. Fraccionamiento de la selección

Se fraccionó la sección en varios tramos para la mejor precisión de las distribuciones de velocidad y para la zona de inundación del lado derecho e izquierdo en diez partes.

**Figura 113**

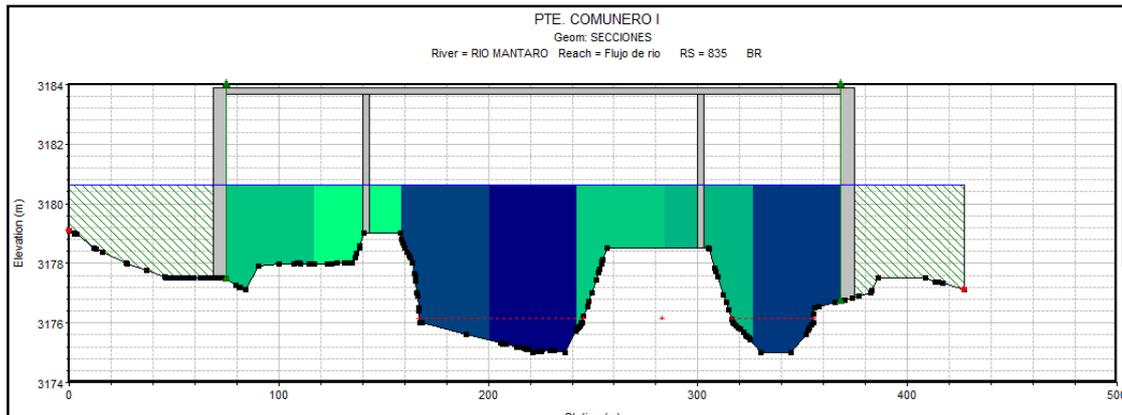
*Fraccionamiento de la Sección Transversal del Rio*



*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

**Figura 114**

*Distribución del Promedio de las Velocidades por Tramos en la Sección Transversal*



*Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia*

**4.5.2.2.2. Cálculos hidráulicos a la socavación**

En el modelamiento, para el cálculo hidráulico se considerará el tipo de flujo a usar:

**Figura 115**

*Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I, con un Q medio*

Plan: Plan 01 RIO MANTARO Flujo de rio RS: 835 BR U Profile: Q medio					
E.G. Elev (m)	3180.63	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.00	Wt. n-Val.		0.055	
W.S. Elev (m)	3180.63	Reach Len. (m)	11.60	11.60	11.60
Crit W.S. (m)	3176.15	Flow Area (m2)		1061.78	
E.G. Slope (m/m)	0.000026	Area (m2)		1061.78	
Q Total (m3/s)	228.97	Flow (m3/s)		228.97	
Top Width (m)	287.10	Top Width (m)		287.10	
Vel Total (m/s)	0.22	Avg. Vel. (m/s)		0.22	
Max Chl Dpth (m)	5.63	Hydr. Depth (m)		3.70	
Conv. Total (m3/s)	44490.8	Conv. (m3/s)		44490.8	
Length Wtd. (m)	11.60	Wetted Per. (m)		303.48	
Min Ch El (m)	3175.00	Shear (N/m2)		0.91	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		0.20	
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	226.14	556.18	85.85
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	173.29	162.64	79.07

*Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia*

**Figura 116**

*Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I (Tr=100 años)*

Plan: Plan 01 RIO MANTARO Flujo de rio RS: 835 BR U Profile: TR=100 años					
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	3181.84	Wt. n-Val.		0.055	
Vel Head (m)	0.01	Reach Len. (m)	11.60	11.60	11.60
W.S. Elev (m)	3181.83	Flow Area (m2)		1407.54	
Crit W.S. (m)	3176.87	Area (m2)		1407.54	
E.G. Slope (m/m)	0.000079	Flow (m3/s)		623.94	
Q Total (m3/s)	623.94	Top Width (m)		287.10	
Top Width (m)	287.10	Avg. Vel. (m/s)		0.44	
Vel Total (m/s)	0.44	Hydr. Depth (m)		4.90	
Max Chl Dpth (m)	6.83	Conv. (m3/s)		70065.0	
Conv. Total (m3/s)	70065.0	Wetted Per. (m)		310.71	
Length Wtd. (m)	11.60	Shear (N/m2)		3.52	
Min Ch El (m)	3175.00	Stream Power (N/m s)		1.56	
Alpha	1.00	Cum Volume (1000 m3)	444.69	750.08	191.14
Frctn Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	186.12	162.70	96.69
C & E Loss (m)	0.00				

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

**Figura 117**

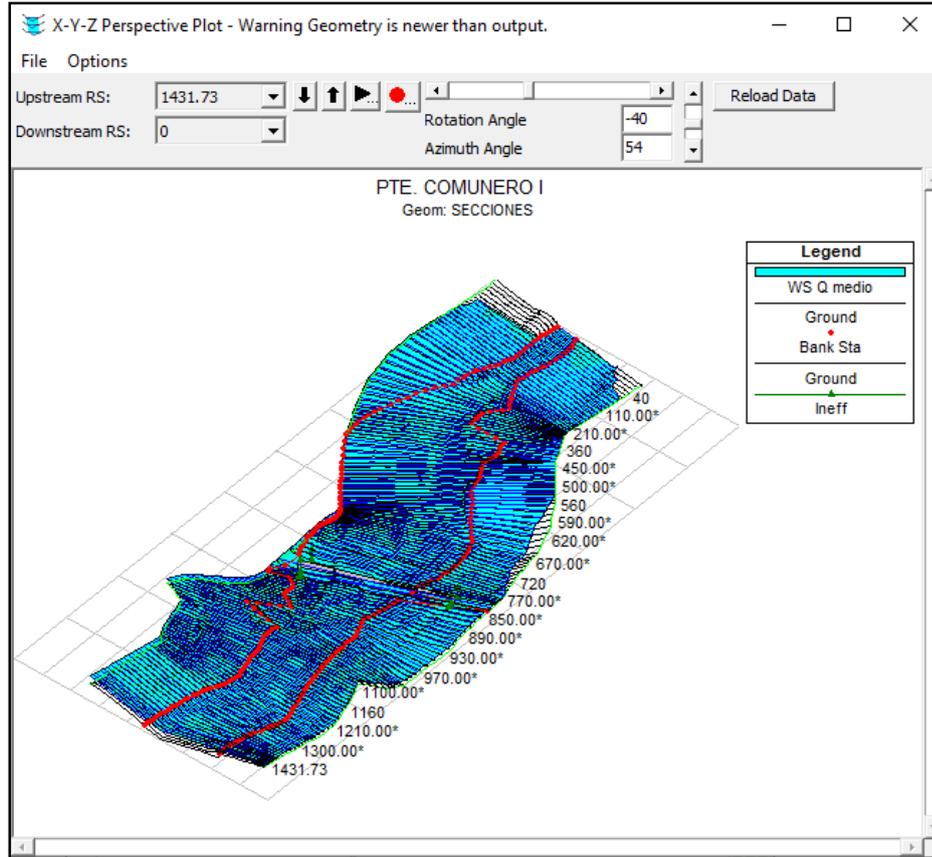
*Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I (Tr=500 años)*

Plan: Plan 01 RIO MANTARO Flujo de rio RS: 835 BR U Profile: TR=500 años					
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	3182.04	Wt. n-Val.		0.055	
Vel Head (m)	0.01	Reach Len. (m)	11.60	11.60	11.60
W.S. Elev (m)	3182.02	Flow Area (m2)		1463.17	
Crit W.S. (m)	3177.01	Area (m2)		1463.17	
E.G. Slope (m/m)	0.000094	Flow (m3/s)		724.53	
Q Total (m3/s)	724.53	Top Width (m)		287.10	
Top Width (m)	287.10	Avg. Vel. (m/s)		0.50	
Vel Total (m/s)	0.50	Hydr. Depth (m)		5.10	
Max Chl Dpth (m)	7.02	Conv. (m3/s)		74555.2	
Conv. Total (m3/s)	74555.2	Wetted Per. (m)		311.87	
Length Wtd. (m)	11.60	Shear (N/m2)		4.34	
Min Ch El (m)	3175.00	Stream Power (N/m s)		2.15	
Alpha	1.00	Cum Volume (1000 m3)	479.00	780.94	208.86
Frctn Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	186.39	162.70	97.76
C & E Loss (m)	0.00				

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

**Figura 118**

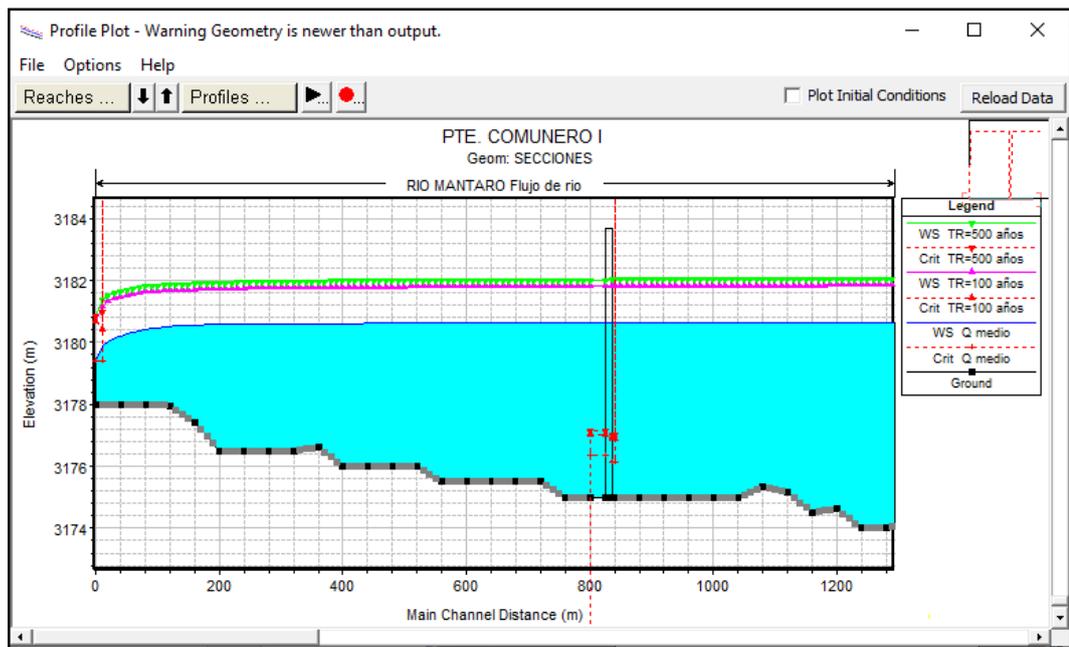
*Perspectiva en 3D del Río Mantaro*



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

**Figura 119**

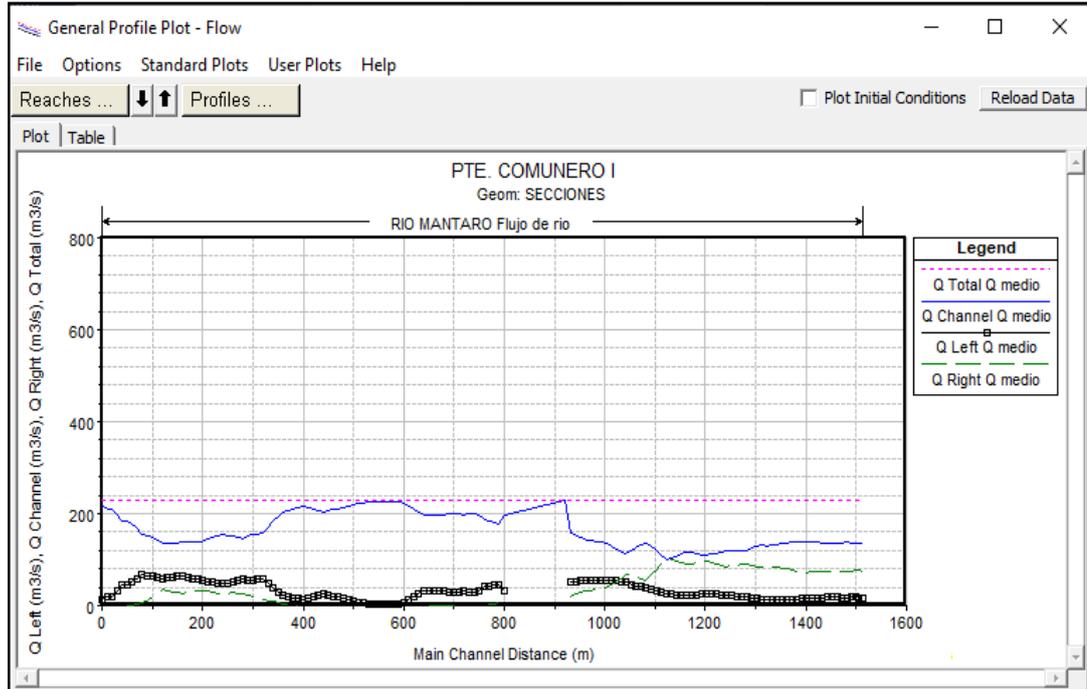
*Perfil Longitudinal del Espejo de Agua para los Diferentes Caudales*



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

**Figura 120**

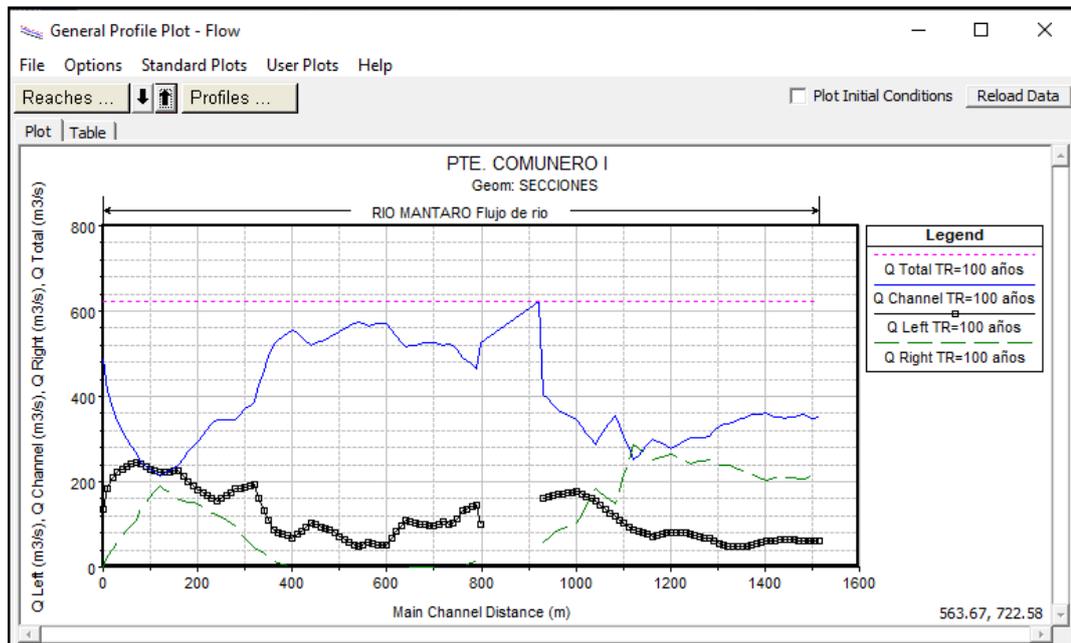
*Flujo del Río Mantaro para un Qmedio*



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

**Figura 121**

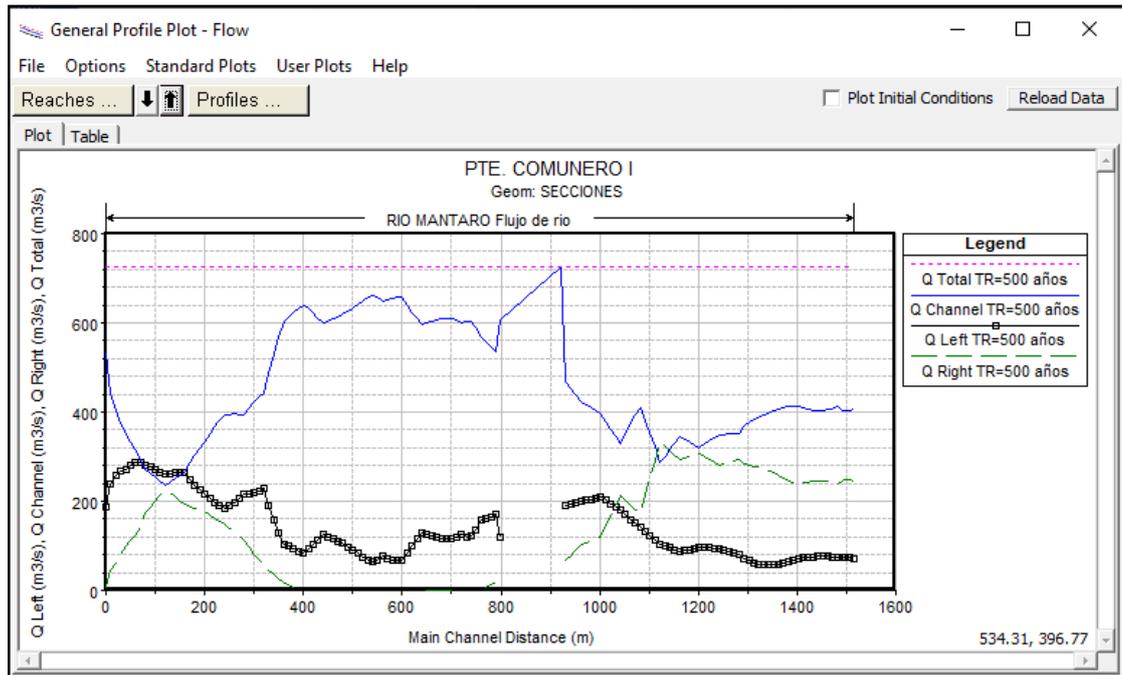
*Flujo del Río Mantaro para  $T_r=100$  años*



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

**Figura 122**

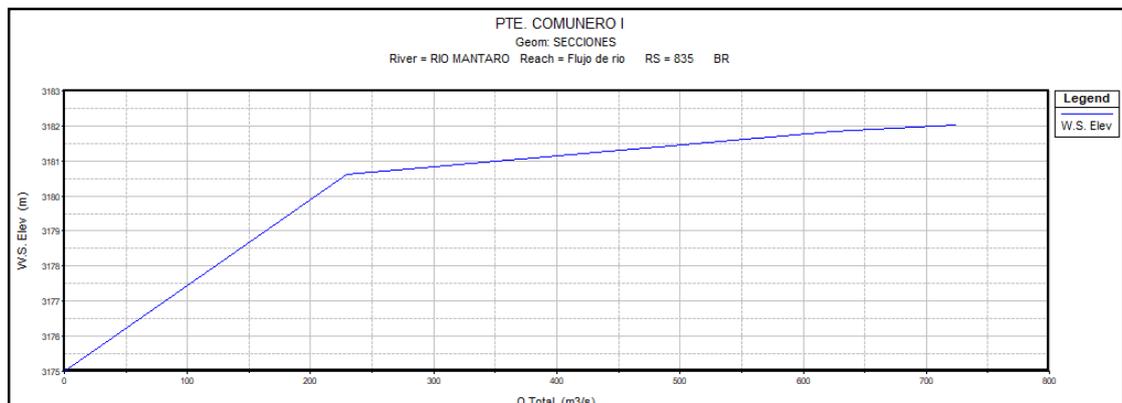
*Flujo del Río Mantaro para un  $Tr=500$  años*



*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

**Figura 123**

*Curva de Caudal vs. El tirante Máximo a la Altura BR U del Puente*



*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

#### 4.5.2.2.3. Cálculo de la socavación general

Se obtienen los siguientes datos ingresados del monograma:

**Tabla 43**

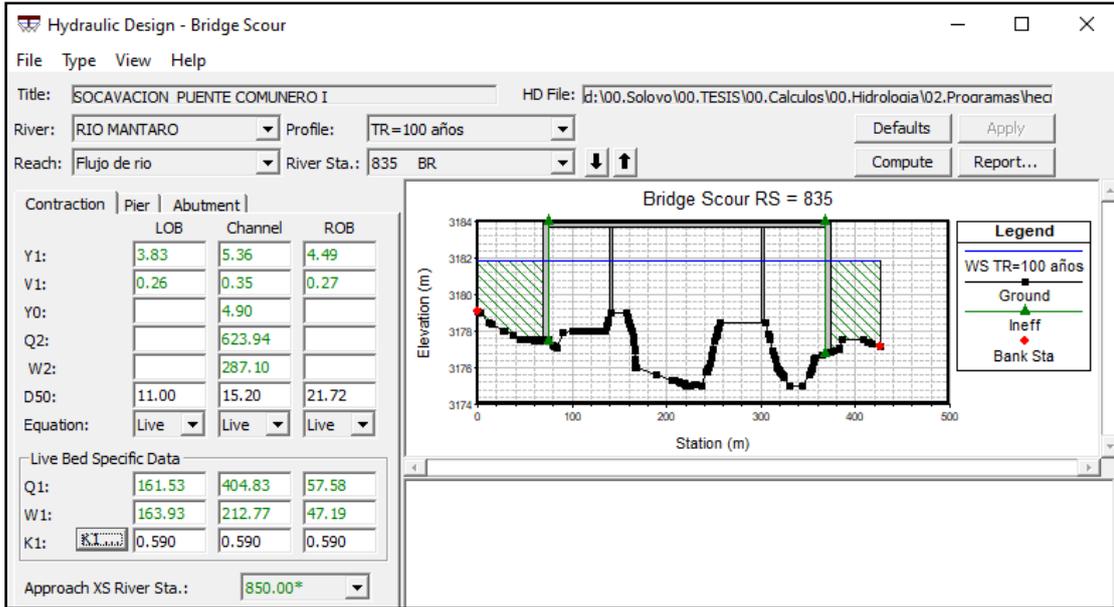
*Datos del Monograma*

	LOB	Channel	ROB
D50	11.00	15.20	21.72
W	0.460	0.496	0.538

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 124**

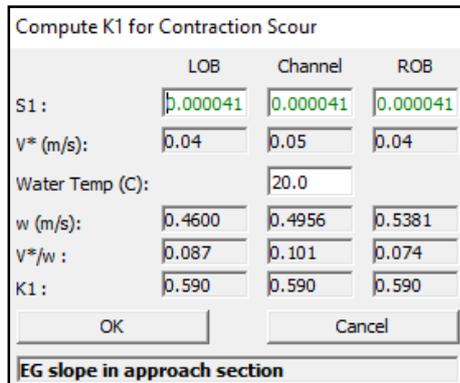
*Parámetros Geotécnicos para la Modelación de la Socavación por Contracción*



*Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia*

**Figura 125**

*Velocidad de Caída (w)*



*Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia*

#### 4.5.2.2.4. Cálculo de la socavación local

Se obtienen los siguientes valores calculados para una sección constante y caudal variable, ingresados al monograma:

**Tabla 44**

*Datos Ingresados para el Cálculo de la Socavación Local*

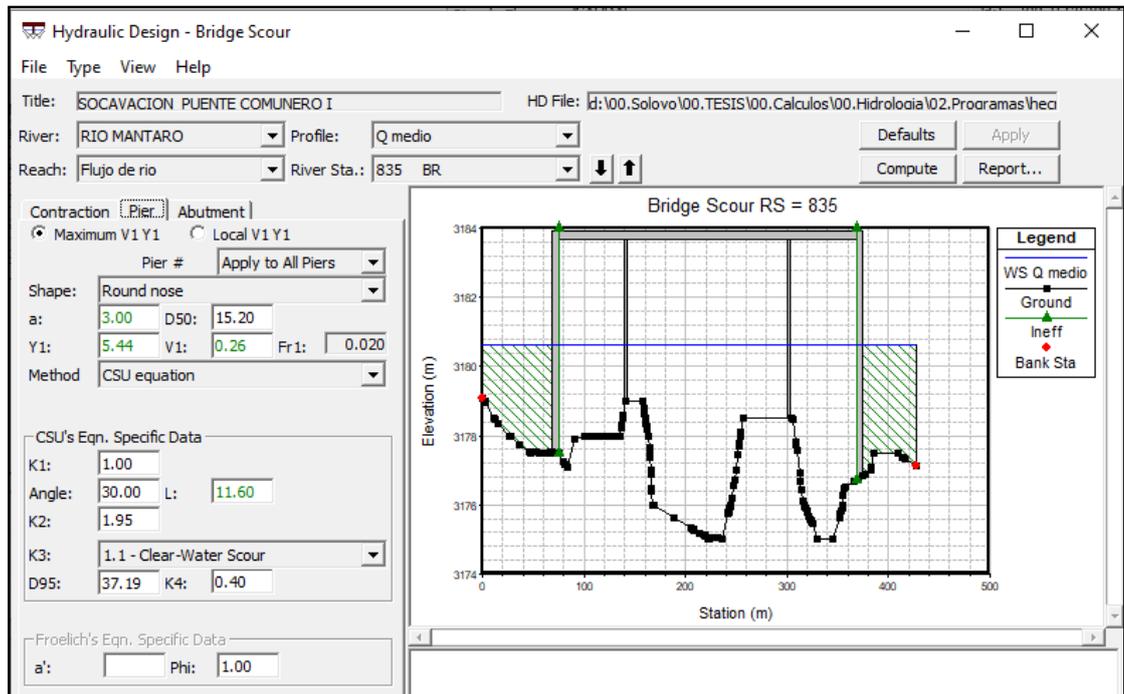
FACTOR	VALOR	DESCRIPCIÓN
Kf	1.10	Naríz cuadrada
KØ	1.95	Ø=30
Kc	1.10	Dunas Pequeñas
Ka	1.00	Acorzamiento del lecho

*Nota: Elaboración propia*

Datos ingresados al software HEC-RAS 5.0.7:

**Figura 126**

*Parámetros para la Modelación de la Socavación en los Pilares*



*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

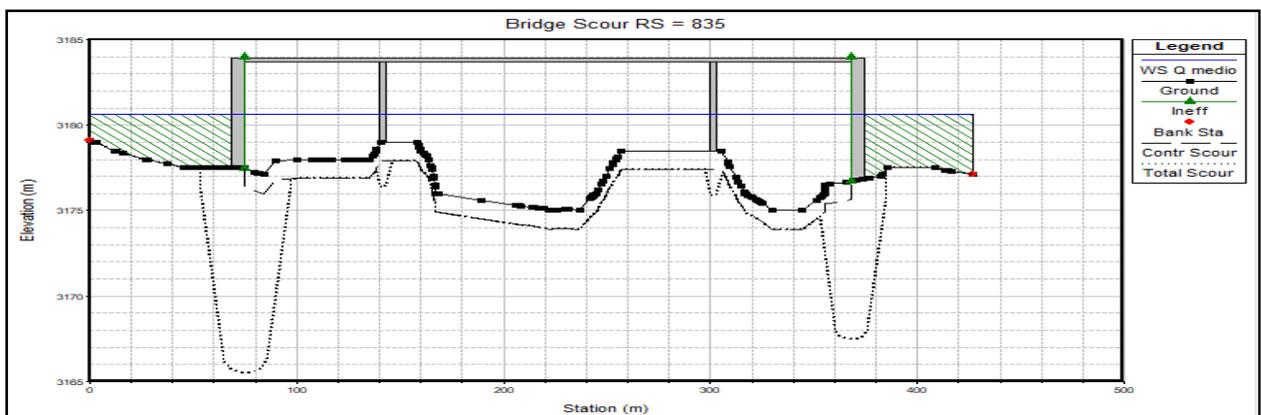
#### 4.5.2.3. Resultados de la Modelación.

##### 4.5.2.3.1. Profundidad de socavación para $Q_{med}=228.97$ m<sup>3</sup>/s.

Luego de ingresar los parámetros necesarios para el cálculo de la socavación al software HEC-RAS V5.0.7 del "Qmed" se obtuvo el gráfico de profundidad de socavación y el reporte final del diseño hidráulico.

**Figura 127**

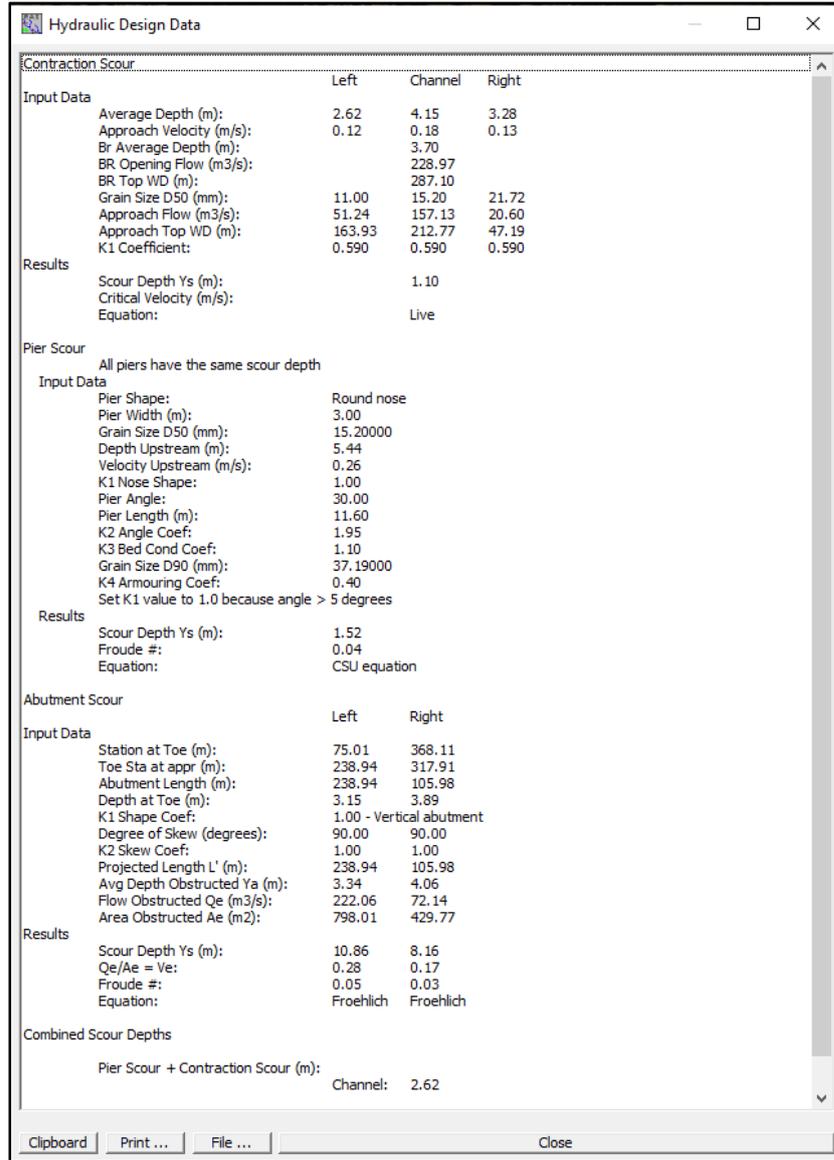
*Gráfico de Profundidad de Socavación para un  $Q_{med}=228.97$  m<sup>3</sup>/s.*



*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

**Figura 128**

*Reporte del Diseño Hidráulico de Qmed -Profundidad de Socavación*



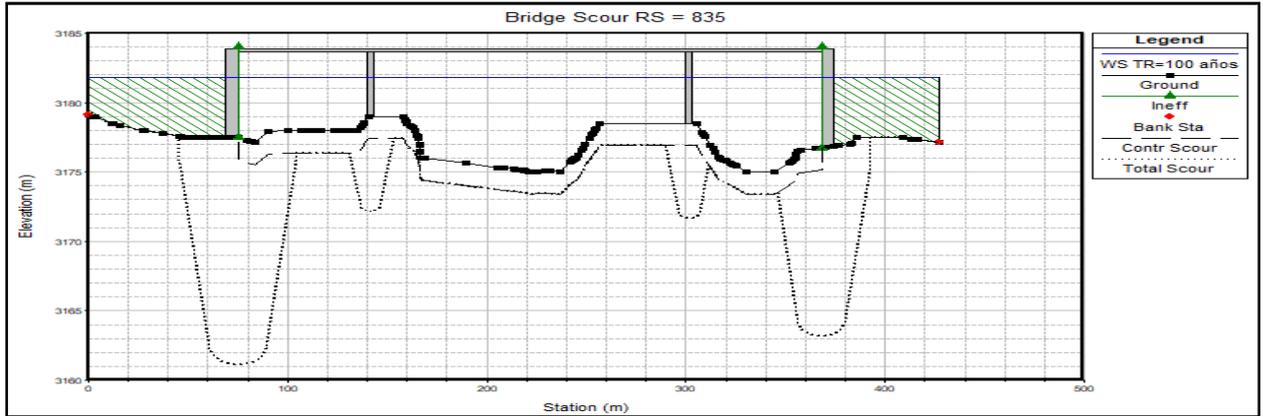
*Nota:* Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

#### 4.5.2.3.2. Profundidad de socavación para un periodo de 100 años $Q=623.94$ m3/s.

Luego de ingresar los parámetros necesarios para el cálculo de la socavación para un periodo de retorno de 100 años, al software HEC-RAS V5.0.7 se obtuvo el gráfico de profundidad de socavación y el reporte final del diseño hidráulico.

**Figura 129**

*Gráfico de Profundidad de Socavación para un Tr=100 años*



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

**Figura 130**

*Reporte del Diseño Hidráulico Tr=100 años-Profundidad de Socavación*

Hydraulic Design Data			
<b>Contraction Scour</b>			
<b>Input Data</b>	Left	Channel	Right
Average Depth (m):	3.83	5.36	4.49
Approach Velocity (m/s):	0.26	0.35	0.27
Br Average Depth (m):		4.90	
BR Opening Flow (m3/s):		623.94	
BR Top WD (m):		287.10	
Grain Size D50 (mm):	11.00	15.20	21.72
Approach Flow (m3/s):	161.53	404.83	57.58
Approach Top WD (m):	163.93	212.77	47.19
K1 Coefficient:	0.590	0.590	0.590
<b>Results</b>			
Scour Depth Ys (m):		1.61	
Critical Velocity (m/s):			
Equation:		Live	
<b>Pier Scour</b>			
All piers have the same scour depth			
<b>Input Data</b>			
Pier Shape:		Round nose	
Pier Width (m):		3.00	
Grain Size D50 (mm):		15.20000	
Depth Upstream (m):		6.64	
Velocity Upstream (m/s):		0.52	
K1 Nose Shape:		1.00	
Pier Angle:		30.00	
Pier Length (m):		11.60	
K2 Angle Coef:		1.95	
K3 Bed Cond Coef:		1.10	
Grain Size D90 (mm):		37.19000	
K4 Armouring Coef:		1.00	
Set K1 value to 1.0 because angle > 5 degrees			
<b>Results</b>			
Scour Depth Ys (m):		5.24	
Froude #:		0.06	
Equation:		CSU equation	
<b>Abutment Scour</b>			
<b>Input Data</b>	Left		Right
Station at Toe (m):	75.01		368.11
Toe Sta at appr (m):	238.94		317.91
Abutment Length (m):	238.94		105.98
Depth at Toe (m):	4.35		5.10
K1 Shape Coef:		1.00 - Vertical abutment	
Degree of Skew (degrees):	90.00		90.00
K2 Skew Coef:	1.00		1.00
Projected Length L' (m):	238.94		105.98
Avg Depth Obstructed Ya (m):	4.55		5.26
Flow Obstructed Qe (m3/s):	435.93		186.32
Area Obstructed Ae (m2):	1086.91		557.91
<b>Results</b>			
Scour Depth Ys (m):	14.75		11.94
Qe/Ae = Ve:	0.40		0.33
Froude #:	0.06		0.05
Equation:	Froehlich		Froehlich
<b>Combined Scour Depths</b>			
Pier Scour + Contraction Scour (m):		Channel:	6.85

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Según el reporte se tiene:

**Tabla 45**

Resumen del Reporte de los Pilones y Estribos

Hydrauli Design Data / Tr=100 años == Q= 623.94 m3/s	
Socavación total de los pilones (m)	6.85
Socavación total del estribo izquierdo (m)	16.36
Socavación total del estribo derecho (m)	13.55

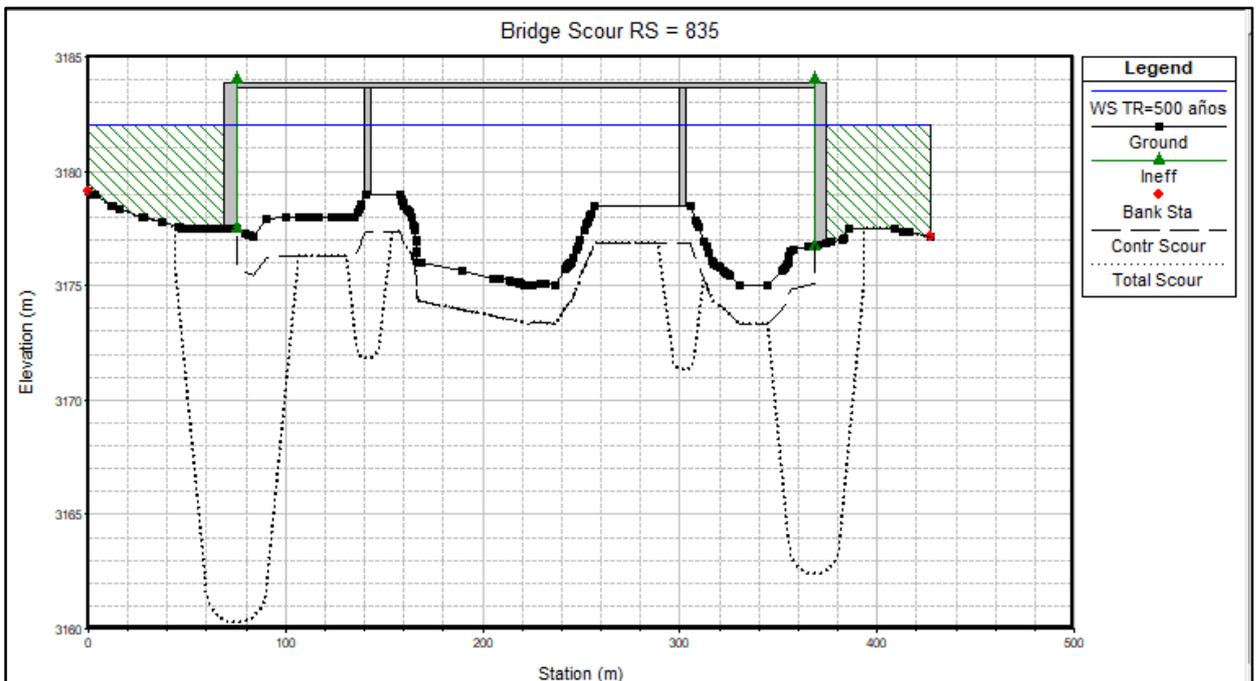
Nota: Elaboración propia

#### 4.5.2.3.3. Profundidad de socavación para un periodo de 500 años Q= 724.53 m3/s

Luego de ingresar los parámetros necesarios para el cálculo de la socavación para un periodo de retorno de 500 años, al software HEC-RAS V5.0.7 se obtuvo el gráfico de profundidad de socavación y el reporte final del diseño hidráulico.

**Figura 131**

Gráfico de Profundidad de Socavación para un Tr=500 años



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

**Figura 132**

Reporte del Diseño Hidráulico  $T_r=500$  años - Profundidad de Socavación

Hydraulic Design Data			
Contraction Scour			
	Left	Channel	Right
<b>Input Data</b>			
Average Depth (m):	4.02	5.55	4.68
Approach Velocity (m/s):	0.29	0.40	0.30
Br Average Depth (m):		5.10	
BR Opening Flow (m <sup>3</sup> /s):		724.53	
BR Top WD (m):		287.10	
Grain Size D50 (mm):	11.00	15.20	21.72
Approach Flow (m <sup>3</sup> /s):	190.56	466.96	67.01
Approach Top WD (m):	163.93	212.77	47.19
K1 Coefficient:	0.590	0.590	0.590
<b>Results</b>			
Scour Depth $Y_s$ (m):		1.68	
Critical Velocity (m/s):		Live	
Equation:			
<b>Pier Scour</b>			
All piers have the same scour depth			
<b>Input Data</b>			
Pier Shape:	Round nose		
Pier Width (m):	3.00		
Grain Size D50 (mm):	15.20000		
Depth Upstream (m):	6.83		
Velocity Upstream (m/s):	0.58		
K1 Nose Shape:	1.00		
Pier Angle:	30.00		
Pier Length (m):	11.60		
K2 Angle Coef:	1.95		
K3 Bed Cond Coef:	1.10		
Grain Size D90 (mm):	37.19000		
K4 Armouring Coef:	1.00		
Set K1 value to 1.0 because angle > 5 degrees			
<b>Results</b>			
Scour Depth $Y_s$ (m):	5.50		
Froude #:	0.07		
Equation:	CSU equation		
<b>Abutment Scour</b>			
	Left	Right	
<b>Input Data</b>			
Station at Toe (m):	75.01	368.11	
Toe Sta at appr (m):	238.94	317.91	
Abutment Length (m):	238.94	105.98	
Depth at Toe (m):	4.55	5.29	
K1 Shape Coef:	1.00 - Vertical abutment		
Degree of Skew (degrees):	90.00	90.00	
K2 Skew Coef:	1.00	1.00	
Projected Length $L'$ (m):	238.94	105.98	
Avg Depth Obstructed $Y_a$ (m):	4.74	5.46	
Flow Obstructed $Q_e$ (m <sup>3</sup> /s):	490.55	214.90	
Area Obstructed $A_e$ (m <sup>2</sup> ):	1133.56	578.61	
<b>Results</b>			
Scour Depth $Y_s$ (m):	15.54	12.66	
$Q_e/A_e = V_e$ :	0.43	0.37	
Froude #:	0.06	0.05	
Equation:	Froehlich	Froehlich	
<b>Combined Scour Depths</b>			
Pier Scour + Contraction Scour (m):			
	Channel: 7.18		

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Según el reporte se tiene:

**Tabla 46**

Cuadro de Resumen del Diseño Hidráulico  $T_r=500$  años-Profundidad de Socavación

Hydraulic Design Data / $T_r=500$ años == $Q=724.53$ m <sup>3</sup> /s	
Socavación total de los pilones (m)	7.18

**Hydrauli Design Data / Tr=500 años == Q= 724.53 m3/s**

Socavación total del estribo izquierdo (m)	17.21
Socavación total del estribo derecho (m)	14.34

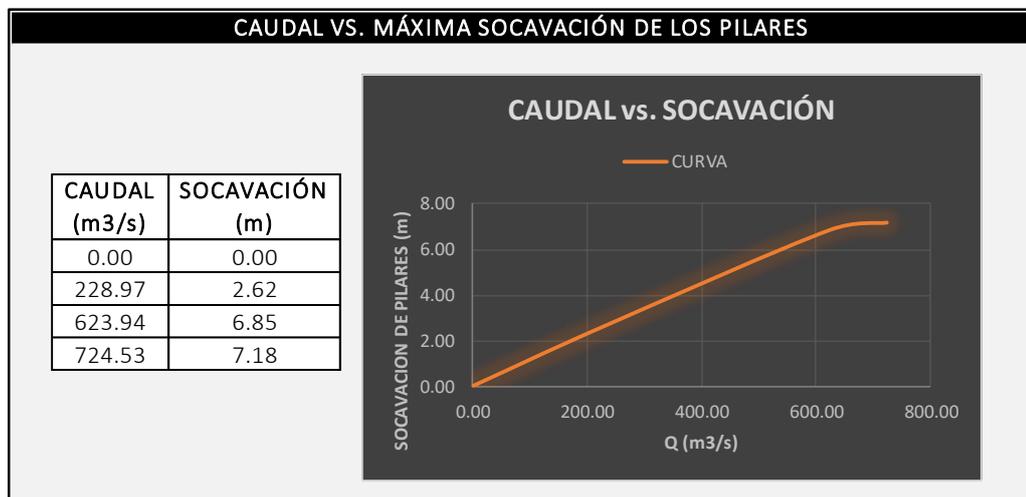
Nota: Elaboración propia

**4.5.2.4. Ajuste y validación del modelo hidráulico.**

Se obtuvo como resultado de la modelación hidráulica una curva de variación, entre la socavación versus el caudal, ya que es para la geomorfología definida que tiene la zona de estudio del puente Comunero I, además se podrá certificar la socavación máxima estimada. Para ello se realizaron las curvas de variación para los pilares y cada estribo.

**Figura 133**

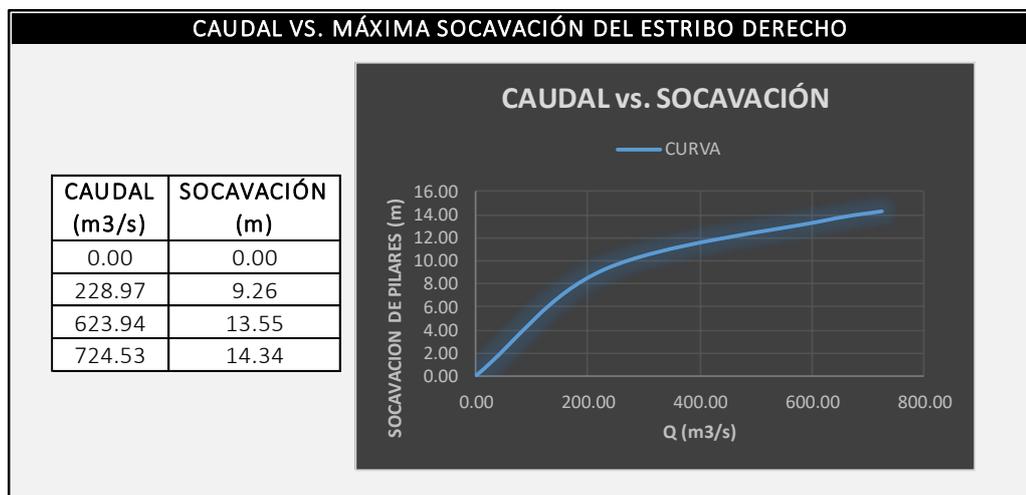
Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación de los Pilares



Nota: Elaboración propia

**Figura 134**

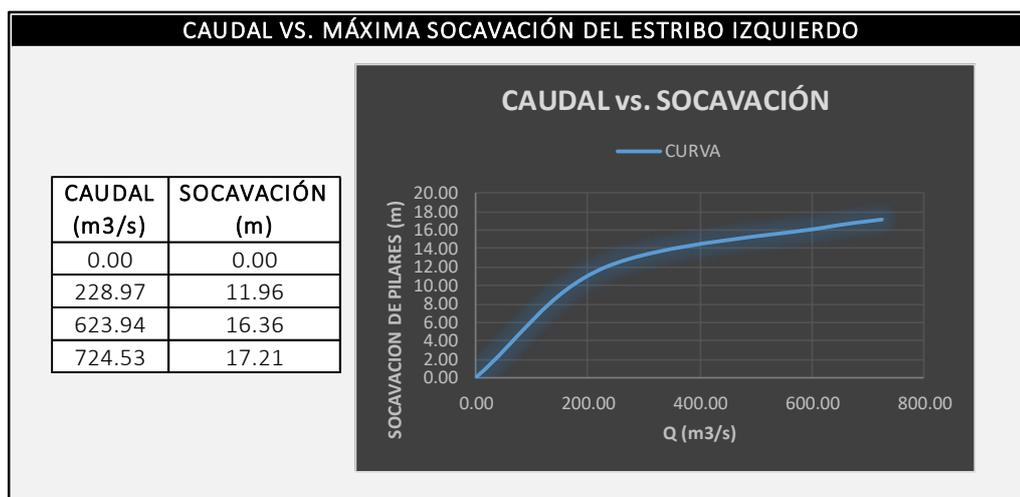
Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación del Estribo Derecho



Nota: Elaboración propia

**Figura 135**

Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación del Estribo Izquierdo



Nota: Elaboración propia

## 4.6. Evaluación Estructural

### 4.6.1. Criterios para la Evaluación Estructural

- Se ha evaluado y detallado el puente Comunero I, en forma multidisciplinaria la estructura, en base a la visita en campo y ensayos realizados en la zona de estudio.
- Se utilizaron los materiales descritos en la liquidación de obra del puente Comunero I.

#### 4.6.1.1. Normas utilizadas para la evaluación

- AASHTO LRFD. Standard Specifications for Highway Bridges. (2014)
- MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dirección general de caminos y ferrocarriles. Dirección de normatividad vial (Lima, julio 2018)
- ACI 318-11. Building Code Requirements for Structural Concrete (2011)
- ACI 440.2R-08. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded CFRP Systems for Strengthening Concrete Structure (2008).

#### 4.6.2. Modelo Computacional de Cálculo Estructural

El modelamiento del puente se realizó en Autodesk Robot o Robot Structural Analysis Professional 2018, software especializado para cálculo, diseño y simulación de estructuras grandes y complejas por elementos finitos que incluye una amplia variedad de códigos de diseño para el adecuado dimensionamiento de todo tipo de estructuras metálicas, de concreto y otros.

Este permite analizar la construcción diseñada en su conjunto, así como diseccionar y enfocar el análisis en partes concretas del mismo, mediante los diferentes tipos de análisis como: estático, análisis de primer y segundo orden, líneas de influencia, análisis dinámico, modal, espectral, tiempo historia, etc.

Con la modelación del puente Comunero I, se desarrollaron los cálculos, en él se examinó la superestructura y la subestructura, mediante el método AASHTO LRFD y las normas peruanas para el diseño de un puente tipo atirantado.

#### **4.6.2.1. Materiales estructurales y sus características mecánicas**

Se ha considerado que se emplearán los siguientes materiales estructurales:

##### **4.6.2.1.1. Concreto**

###### **A. Resistencia a compresión**

Se consideran los siguientes tipos de concreto:

Concreto en estribo izquierdo	: 485 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto en estribo derecho	: 500 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto en alzado de pila izquierda	: 550 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto en alzado de pila derecha	: 520 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto en losa de tablero	: 600 kg/cm <sup>2</sup>

###### **B. Módulo de elasticidad**

Se toma un valor igual a:

$$E_c = 120000 K_1 W_c^{2.0} f_c^{0.300} \quad \text{Ecuación 57}$$

donde:

$K_1$  = factor de corrección por el tipo de árido (a falta de ensayos  $K_1 = 1.00$ )

$w_c$  = densidad del concreto

$f_c$  = resistencia a compresión simple

##### **4.6.2.1.2. Acero de refuerzo**

El tipo de acero empleado en el puente Comunero I, se especifica en el expediente técnico del proyecto:

Acero de Pre esfuerzo A722 :  $F_u = 1020 \text{ MPa} = 10200 \text{ kg/cm}^2$

Acero de Refuerzo A615 :  $F_y = 420 \text{ MPa} = 4200 \text{ kg/cm}^2$

#### 4.6.2.1.3. Acero estructural

El tipo de acero empleado en el puente Comunero I, se especifica en el expediente técnico del proyecto.

Viga de rigidez o tirante	:	ASTM A709 Grado 50 $f_y=345\text{Mpa}$
Vigas transversales	:	ASTM A709 Grado 50 $f_y=345\text{Mpa}$
Cables	:	ASTM A416 Grado 270 $f's=1860\text{Mpa}$

#### 4.6.2.1.4. Reforzamiento en la losa

##### A. Refuerzo de la cara superior

- Recubrimiento de sellado MAPEWRAP PRIMER.
- Adhesivo y regulizador de superficie MAPEWRAP 11-12.
- Barras de fibra de carbono pultrusionada e impregnada de resina epoxi MAPEROD C:

Resistencia a Tracción : 2 000 N/mm<sup>2</sup> = 20394.324 kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia a Cortante : 75 MPa = 764.787 kg/cm<sup>2</sup>

Densidad : 1.54 g/cm<sup>3</sup>

Coefficiente de dilatación :  $6-10 \times 10^{-6} \text{ m/m/}^\circ\text{C}$

Térmica

Alargamiento en rotura : 1.50%

Módulo de elasticidad : 155 000 N/mm<sup>2</sup> = 1580560.13 kg/cm<sup>2</sup>

Diámetro : 10 mm = 1.0 cm

Longitud : 2/6 m

##### B. Refuerzo de la cara inferior

- Capa de regulación de superficie con mortero cementicio de reparación.
- Recubrimiento de sellado MAPEWRAP PRIMER.
- Adhesivo y regulizador de superficie ADESILEX.
- Lámina de fibra de carbono pultrusionada e impregnada de resina epoxi CARBOPLATE E 170:

Resistencia a Tracción : 3 100 MPa = 31611.203 kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia a Cortante : 1 MPa = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>

Densidad : 1.61 g/cm<sup>3</sup>

Resistencia a la : 149°C  
 temperatura  
 Alargamiento en rotura : 1.88%  
 Módulo de elasticidad : 170 000 MPa = 1733517.562  
 kg/cm2  
 Ancho : 100 mm = 10.0 cm  
 Espesor : 1.2 mm = 0.12 cm

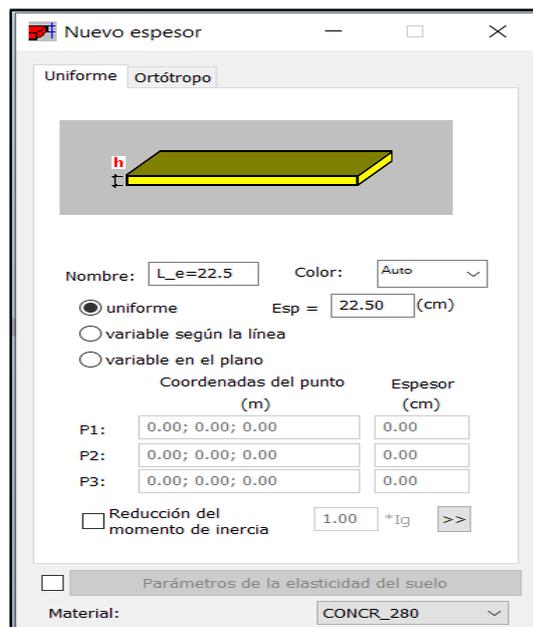
#### 4.6.2.2. Creación de modelo matemático

##### 4.6.2.2.1. Tablero

Para modelar el tablero se puede utilizar el elemento “espesor” del programa Autodesk Robot y colocamos sus parámetros característicos que queremos dibujar. La sección del tablero.

**Figura 136**

*Datos Ingresados del Tablero*



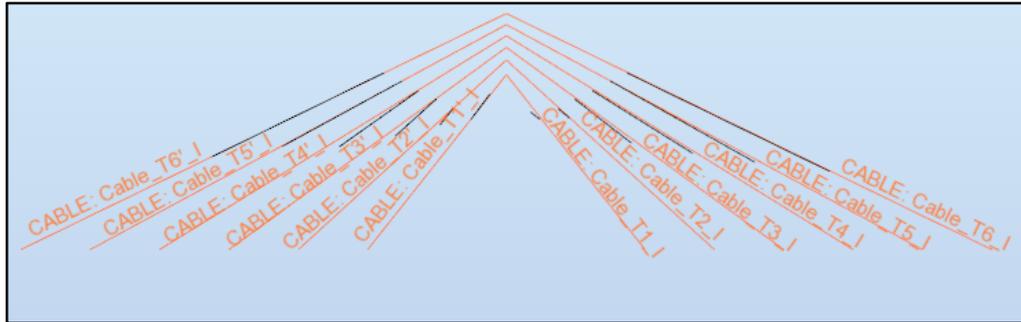
*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

##### 4.6.2.2.2. Tirantes o cables

La mejor opción para modelar los tirantes, son con los elementos cable. Para este análisis se utilizó los elementos “Definición de la Estructura”.

**Figura 137**

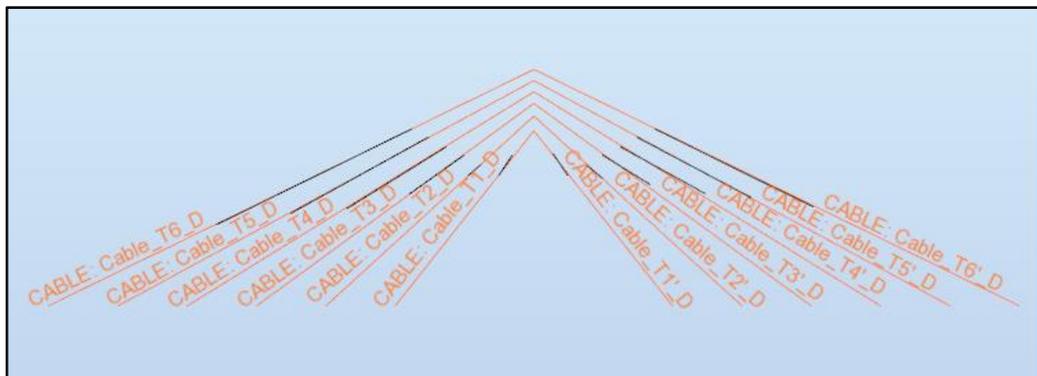
*Vista de Cable de la Margen Izquierda*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 138**

*Vista de Cable de la Margen Derecha*

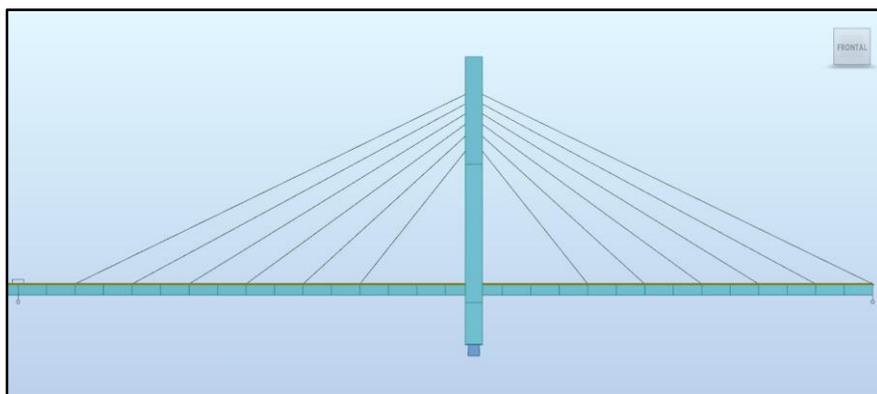


*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

En la siguiente figura se aprecia el modelado del puente atirantado con vista de su torre central y el sistema de los tirantes semi-arpa.

**Figura 139**

*Vista de Torre con Tirantes Semi-Arpa*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

En el siguiente cuadro se aprecia los nombres designados en el software Autodesk Robot.

**Tabla 47**

*Designación del Nombre y Tensión de los Cables sin CFRP y con CFRP*

	Nombre de cable	Sección AX (cm2)	SIN CFRP	CON CFRP
			Fuerza Fo (KN)	Fuerza Fo (KN)
MARGEN IZQUIERDA	Cable_T1_I	21.89	730	900
	Cable_T1'_I	21.89	850	900
	Cable_T2_I	21.89	730	900
	Cable_T2'_I	21.89	800	900
	Cable_T3_I	34.66	960	1100
	Cable_T3'_I	34.66	1000	1100
	Cable_T4_I	40.13	690	900
	Cable_T4'_I	40.13	620	900
	Cable_T5_I	40.13	790	1000
	Cable_T5'_I	40.13	790	1000
	Cable_T6_I	49.25	1400	1500
	Cable_T6'_I	49.25	1480	1500
MARGEN DERECHA	Cable_T1_D	21.89	730	900
	Cable_T1'_D	21.89	750	900
	Cable_T2_D	21.89	720	900
	Cable_T2'_D	21.89	780	900
	Cable_T3_D	34.66	670	850
	Cable_T3'_D	34.66	800	950
	Cable_T4_D	40.13	1160	1350
	Cable_T4'_D	40.13	1120	1350
	Cable_T5_D	40.13	830	1000
	Cable_T5'_D	40.13	710	1000
	Cable_T6_D	49.25	1440	1500
	Cable_T6'_D	49.25	1510	1600

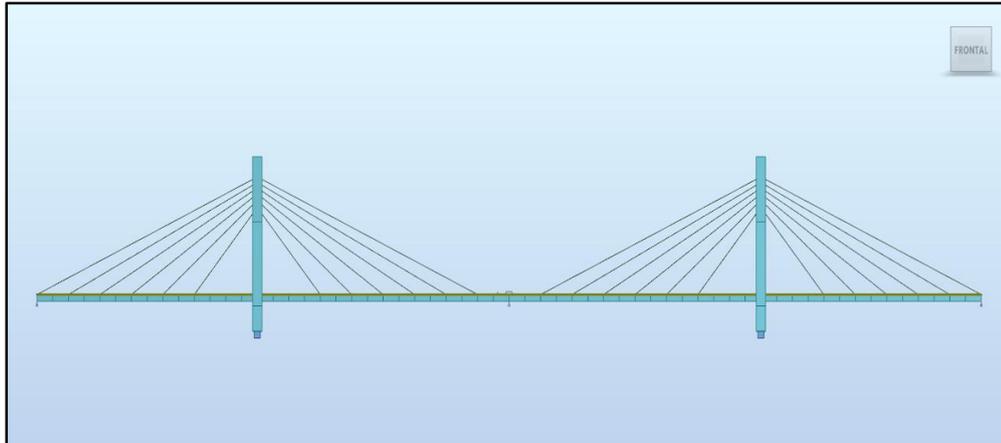
*Nota: Elaboración propia*

#### **4.6.2.3. Modelo matemático final**

Como se observa en la siguiente figura, se obtuvo el modelado final del puente atirantado, siendo así óptimo.

**Figura 140**

*Modelo Matemático del Puente Comunero I*

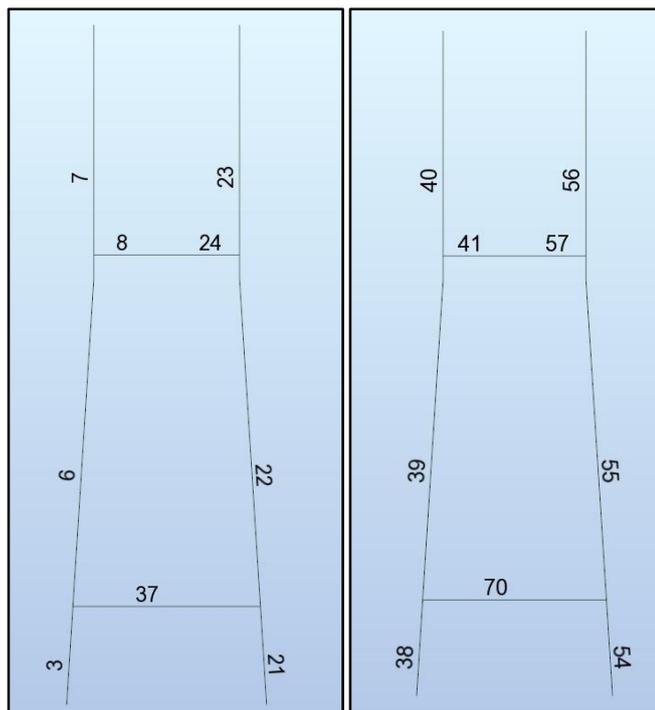


*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

En la siguiente figura, se observa en vista de plano YZ, el modelo del puente se tiene al pilón tipo H.

**Figura 141**

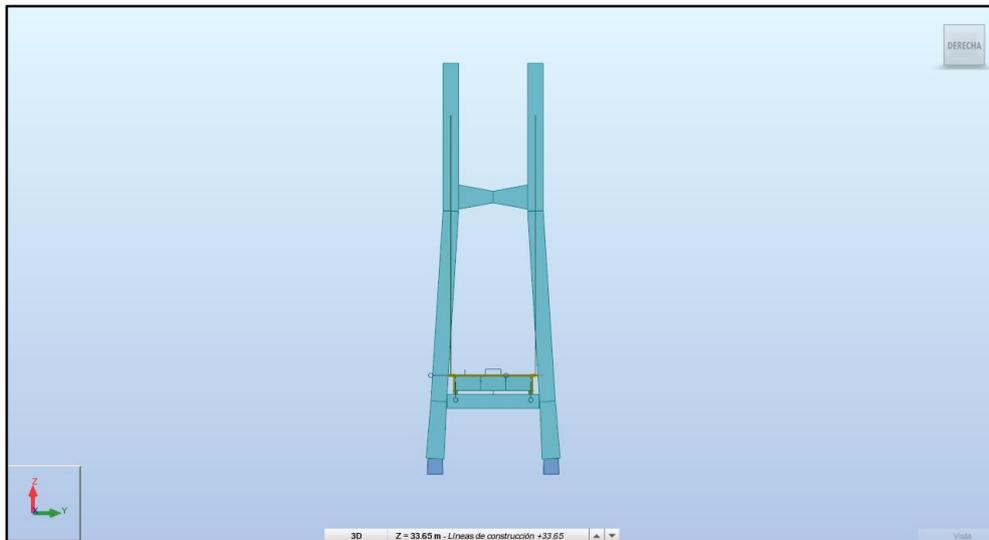
*Vista de las Torres*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 142**

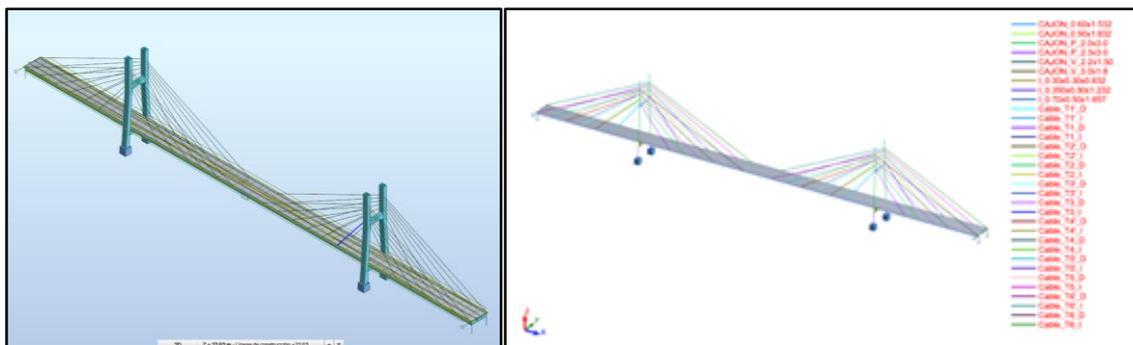
*Modelo Matemático de la Torre*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia  
Finalmente se presenta el modelo matemático en su vista 3D.

**Figura 143**

*Modelo Matemático del Puente Comunero I – Vista 3D*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

### 4.6.3. Cuantificación de Cargas sobre el Puente

#### 4.6.3.1. Cargas permanentes

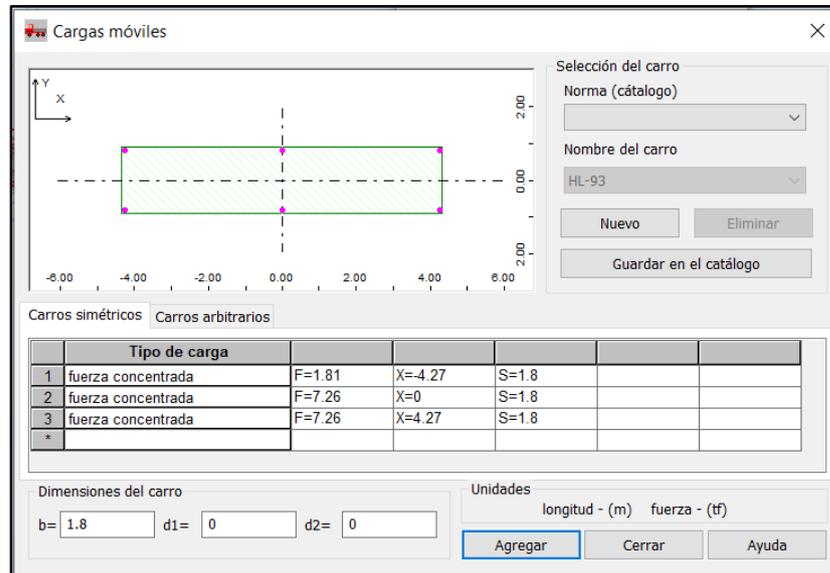
Asfalto	:	$0.05 \cdot (2\ 240) = 112 \text{ kgf/m}^2$
Baranda		
- Baranda metálica	:	50 kgf/m
- Baranda de concreto	:	$0.90 \cdot (2\ 400) = 2160 \text{ kgf/m}^2$
Vereda	:	$0.24 \cdot (2\ 400) = 576 \text{ kgf/m}^2$

### 4.6.3.2. Cargas variables

#### 4.6.3.2.1. Cargas vivas de vehículos (LL)

Figura 144

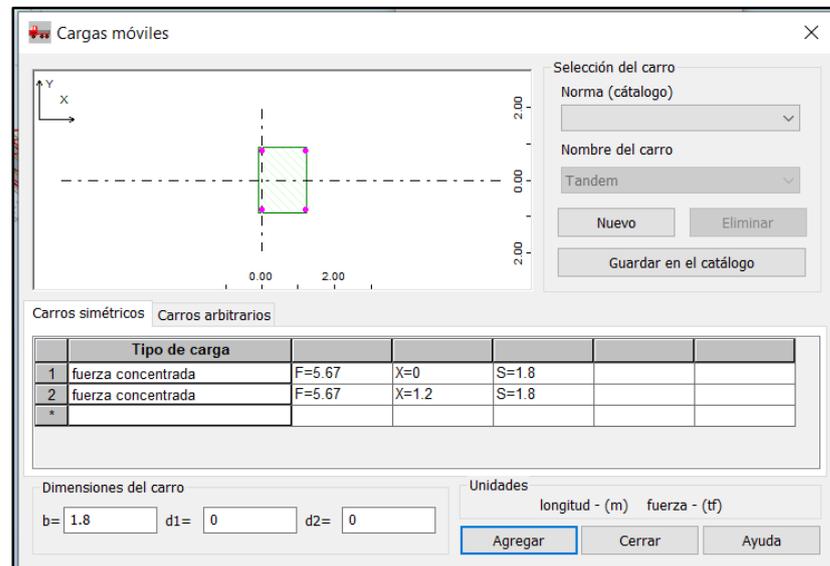
Carga Móvil Vehicular del HL-93



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 145

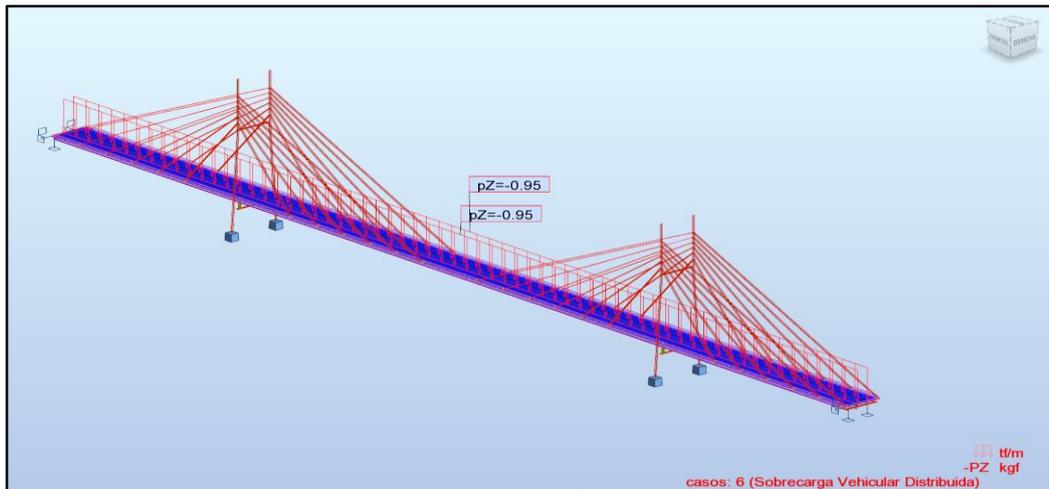
Carga Móvil Vehicular del Tándem



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 146**

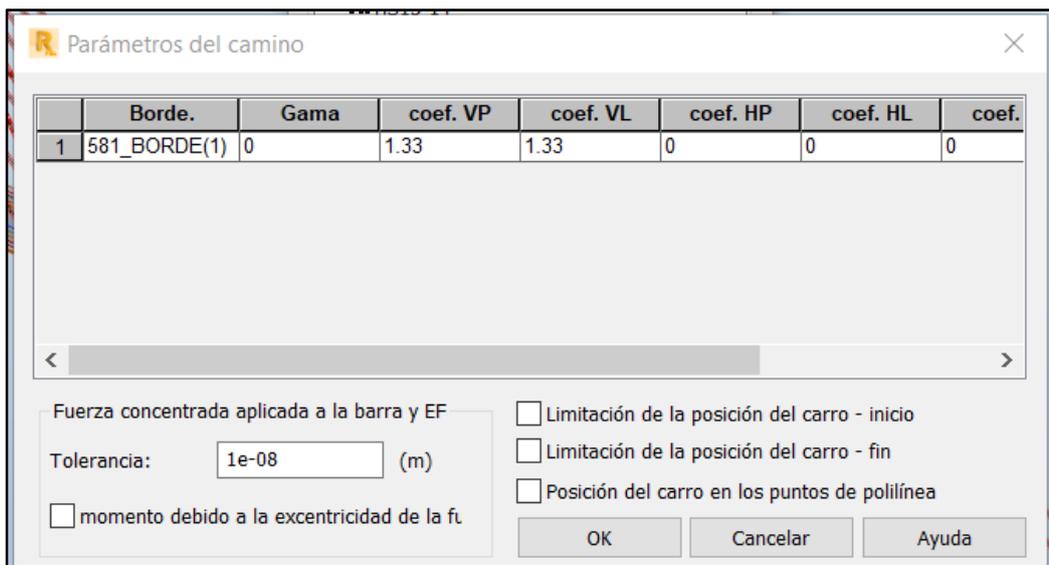
*Carga del Carril de Diseño en la Losa*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 147**

*Incremento por Carga Dinámica (Im)*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.3.2.2. Fuerzas de frenados (BR)

La acción del frenado sobre la estructura resulta igual a:

$$F_{1, \text{tandem}} = 0.25 \times 2 \times (2 \times 11.34) = 11.34 \text{ tonf}$$

$$F_{2, \text{camion}} = 0.25 \times 2 \times (3.63 + 2 \times 14.52) = 16.335 \text{ tonf}$$

$$F_{3, \text{sc tandem}} = 0.05 \times 2 \times (2 \times 11.34 + 300 \times 0.954) = 30.888 \text{ tonf}$$

$$F_{4, \text{sc camion}} = 0.05 \times 2 \times (3.63 + 2 \times 14.52 + 300 \times 0.954) = 31.887 \text{ tonf}$$

$$F = \text{máx.} (F_1; F_2; F_3; F_4) = 31.887 \text{ tonf}$$

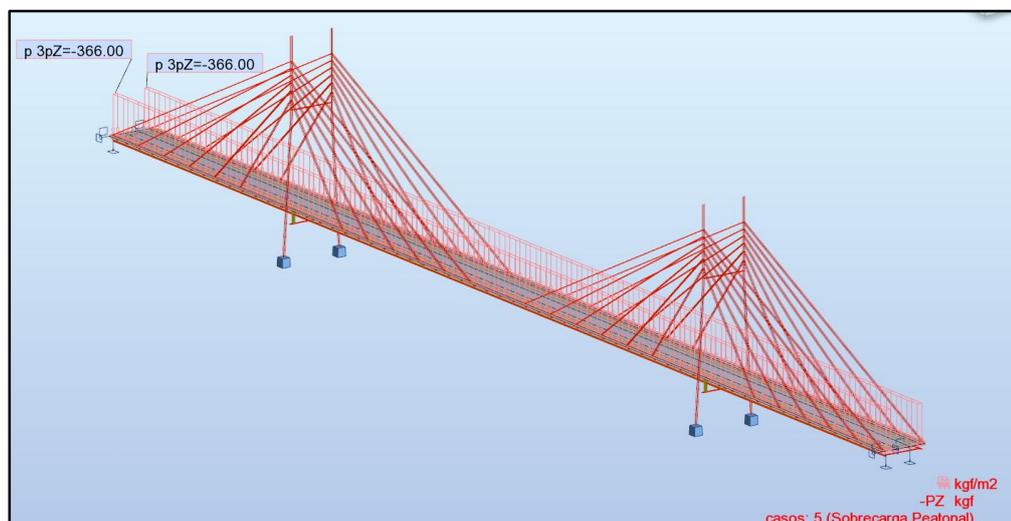
Esta acción se considera repartida a lo largo de todo el tablero:

$$F_R = 31.887 / 300 = 106.29 \text{ kgf / m}$$

#### 4.6.3.2.3. Cargas peatonales (PL)

Figura 148

Cargas Peatonal (Pl)



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.3.2.4. Cargas de viento: (WS)

Tal y como se ha justificado en apartados anteriores, se consideran las siguientes acciones sobre el tablero debidas al viento:

$V_{30} = 70$  km/hr (Se determina de la Norma Técnica E020 – Mapa Eólico del Perú)

Velocidad de diseño:  $V_{DZ} = 2.50 V_0 \left( \frac{V_{30}}{V_B} \right) \ln \left( \frac{Z}{Z_0} \right) = 72.734$  km/hr

Se tienen las siguientes presiones:

- Presión a barlovento:  $P_D = P_B \left( \frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 = P_B \frac{V_{DZ}^2}{10,000} = 50.448$  kgf/m<sup>2</sup>
- Presión a sotavento:  $P_D = P_B \left( \frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 = P_B \frac{V_{DZ}^2}{10,000} = 25.224$  kgf/m<sup>2</sup>
- Presión vertical:  $P_D = 100$  kgf/m<sup>2</sup>

Conversión de presiones a cargas lineales:

- Fuerza a barlovento:  $F_B = 107.455$  kgf/m
- Fuerza a sotavento:  $F_S = 53.727$  kgf/m
- Fuerza vertical:  $F_V = 1160$  kgf/m

#### 4.6.4. Cuantificación de cargas sísmicas

Se considera para el espectro de respuesta elástica los siguientes coeficientes de cálculo:

**Tabla 48**

*Parámetros para el Espectro Sísmico*

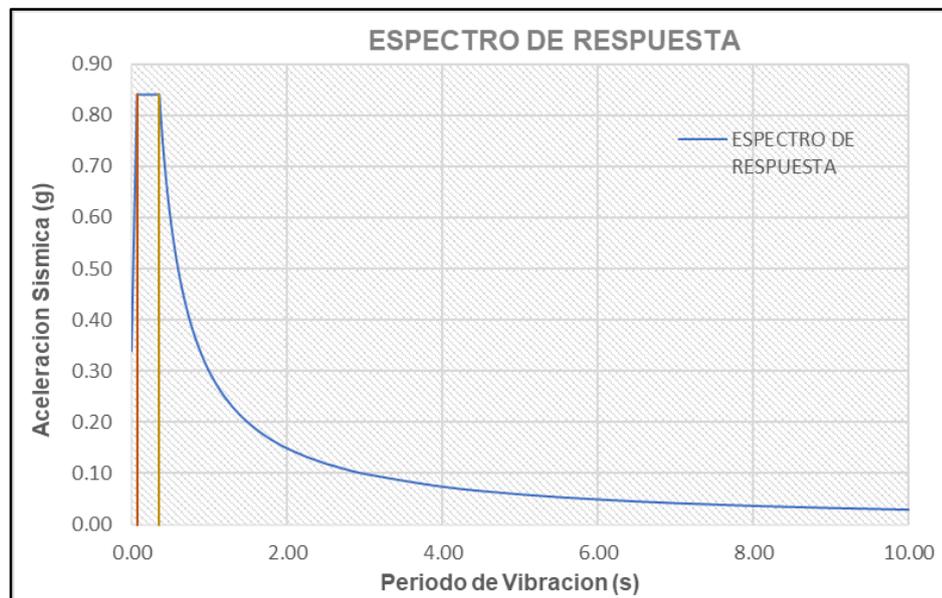
<b>Parámetros para el Espectro Sísmico</b>			
PGA	0.34 g	$A_s$	0.34 g
$S_s$	0.84 g	$S_{DS}$	0.84 g
$S_1$	0.30 g	$S_{D1}$	0.30 g
$F_{pga}$	1.00	$T_0$	0.071 s
$F_a$	1.00	$T_s$	0.357 s
$F_v$	1.00		

*Nota:* Elaboración propia

Resultando los siguientes espectros de diseño:

**Figura 149**

*Gráfico del Espectro de Respuesta*

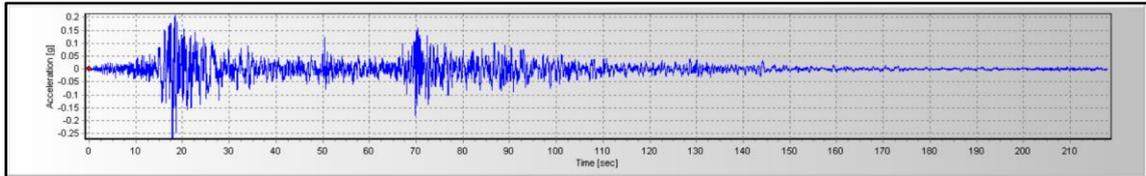


*Nota:* Elaboración propia

El espectro anterior se construye teniendo en cuenta los espectros de respuesta en superficie para el sismo del 3 de octubre de 1794 y del sismo del 23 de junio del 2001. El valor de la meseta se obtiene como el máximo de los siguientes valores: valor medio de ambos espectros para un periodo de 0,95 seg (valor pico para el sismo de 2001) y valor medio de ambos espectros para un periodo de 0,45 seg (valor pico para el espectro de 1974).

**Figura 150**

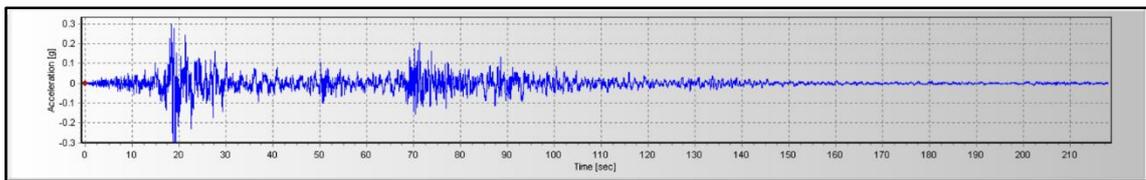
*Gráfico de Aceleración del Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente EW*



*Nota:* Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.21 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 218.05 seg y una aceleración mínima -0.30 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

**Figura 151**

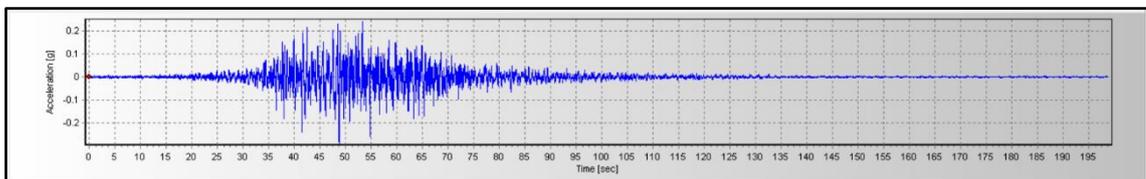
*Gráfico de Aceleración del Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente NS*



*Nota:* Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.31 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 218.05 seg y una aceleración mínima -0.37 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

**Figura 152**

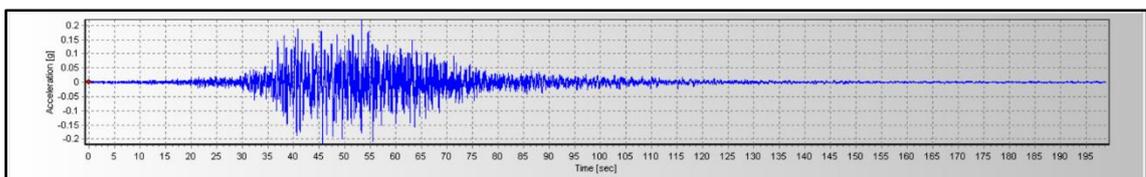
*Gráfico de Aceleración del Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente EW*



*Nota:* Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.24 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 198.90 seg y una aceleración mínima -0.30 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

**Figura 153**

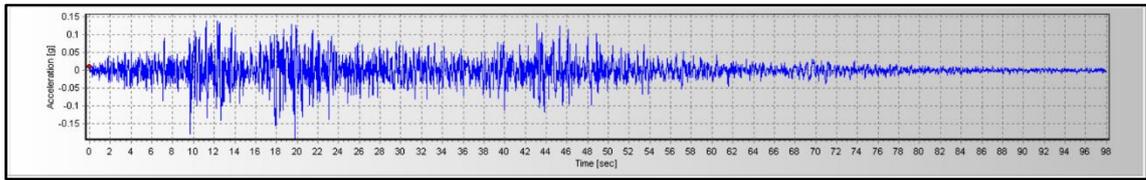
*Gráfico de Aceleración del Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente NS*



*Nota:* Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.24 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 198.90 seg y una aceleración mínima -0.23 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

**Figura 154**

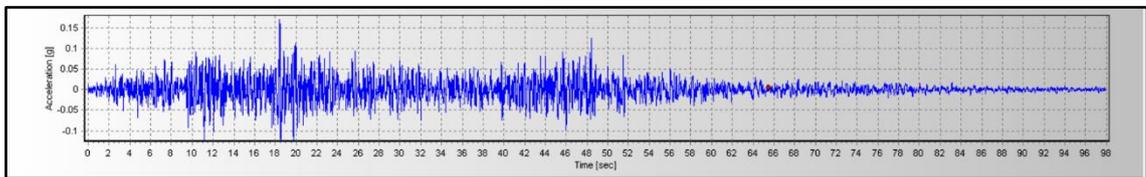
*Gráfico de Aceleración del Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, componente EW*



*Nota:* Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.14 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 97.94 seg y una aceleración mínima -0.19 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

**Figura 155**

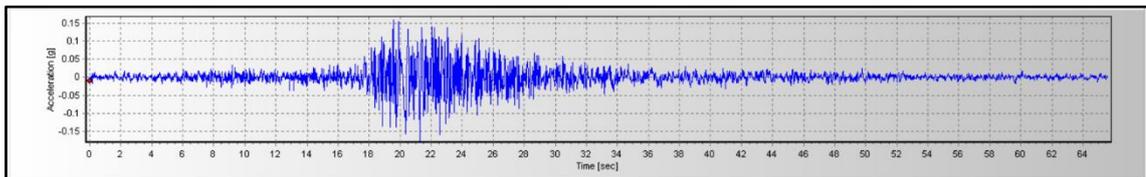
*Gráfico de Aceleración del Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente NS*



*Nota:* Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.17 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 97.94 seg y una aceleración mínima -0.13 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

**Figura 156**

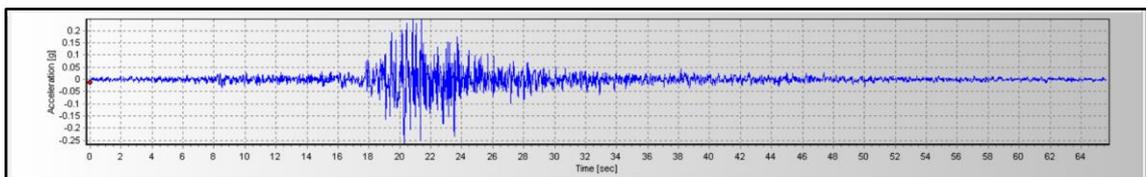
*Gráfico de Aceleración del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente EW*



*Nota:* Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.16 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 65.60 seg y una aceleración mínima -0.18 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

**Figura 157**

*Gráfico de Aceleración del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente NS*



*Nota:* Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.25 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 65.60 seg y una aceleración mínima -0.27 m/seg<sup>2</sup>, con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

Para construir el espectro según la AASTHO 2014, se ajusta el valor del parámetro S1 para que el final de la meseta coincida con el periodo de 0,95 seg.

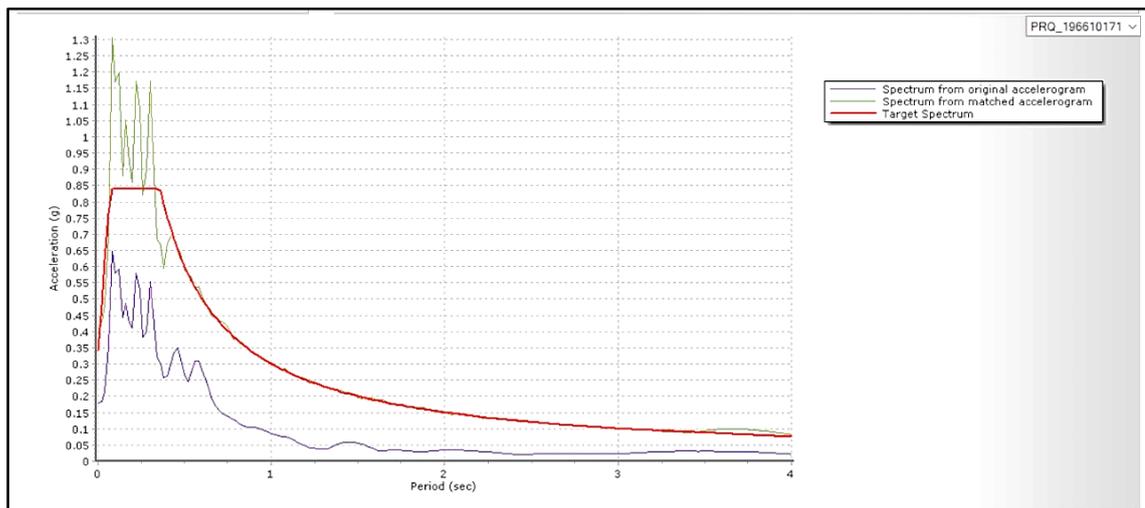
Para la acción sísmica del terreno se emplean las expresiones de Mononobe-Okabe que se indican a continuación:

#### 4.6.4.1. Proceso de escalamiento

El escalamiento se realiza en base a la norma peruana E030 mediante el numeral 30.1.3, el cual especifica requisitos mínimos para el promedio de espectros y para un rango de periodos de  $0.2T_f$  a  $1.5T_f$ , donde  $T_f$  es el periodo fundamental. Para escalar se usó el programa SEISMOMATCH para los niveles de sismos de  $T_r=1000$  años.

**Figura 158**

*Gráfico de Escalamiento del Sismo*



*Nota:* Captura de pantalla del Software SISMO MATCH, del escalamiento del sismo de 1966 de componente NS para un periodo de retorno de 1000 años. Elaboración propia

#### 4.6.5. Consideraciones de Diseño

##### 4.6.5.1. Filosofía de evaluación:

Para cumplir con los requisitos primordiales de resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad de todos los elementos estructurales se deberá evaluar el comportamiento mediante las cargas, según establece el manual de puentes.

Las resistencias de los recursos estructurales fueron determinadas teniendo en cuenta el comportamiento inelástico de los materiales.

#### 4.6.5.2. Casos de carga considerados

##### 4.6.5.2.1. Estados limites

Para justificar la seguridad de la estructura, objeto del estudio y su aptitud en servicio, se utilizará el método de los estados límites.

- Estados límite de resistencia
- Estados límite de evento extremo
- Estados límite de servicio
- Estados límite de fatiga

##### 4.6.5.2.2. Combinación de cargas

Las combinaciones a considerar son las siguientes:

**Tabla 49**

*Combinación de Cargas*

<b>Resistencia</b>	$R1= 1.25Dc + 1.50 Dw + 1.75 (LL+IM+PL+BR)$ $R3= 1.25Dc + 1.50 Dw + 1.40 Ws$
<b>Extrema</b>	$E1= Dc + Dw + 0.5(LL+IM+PL+BR) + Eqx + 0.30Eqy$ $E2= Dc + Dw + 0.5(LL+IM+PL+BR) + 0.30Eqx + Eqy$
<b>Servicio</b>	$S1= 1.00(Dc+Dw+LL+IM+PL+BR) + 0.30Ws$
<b>Fatiga</b>	$F1= 1.50(LL+IM+PL+BR)$

*Nota: Elaboración propia*

#### 4.6.6. Resultados del Análisis Estructural sin Reforzar

##### 4.6.6.1. Resultados de losa

##### 4.6.6.1.1. Momentos flectores

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), sin el reforzamiento de la losa.

**Tabla 50**

*Momento Flector (Mxx) - Losa sin CFRP.*

CASO	Mxx (tfm/m)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	0.88	0.80	0.82	0.81	0.88	0.97
Min	-1.10	-0.94	-1.05	-1.07	-1.10	-1.15

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de momentos flectores máximos y mínimos de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

**Tabla 51**

*Momento Flector (Mxx) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.*

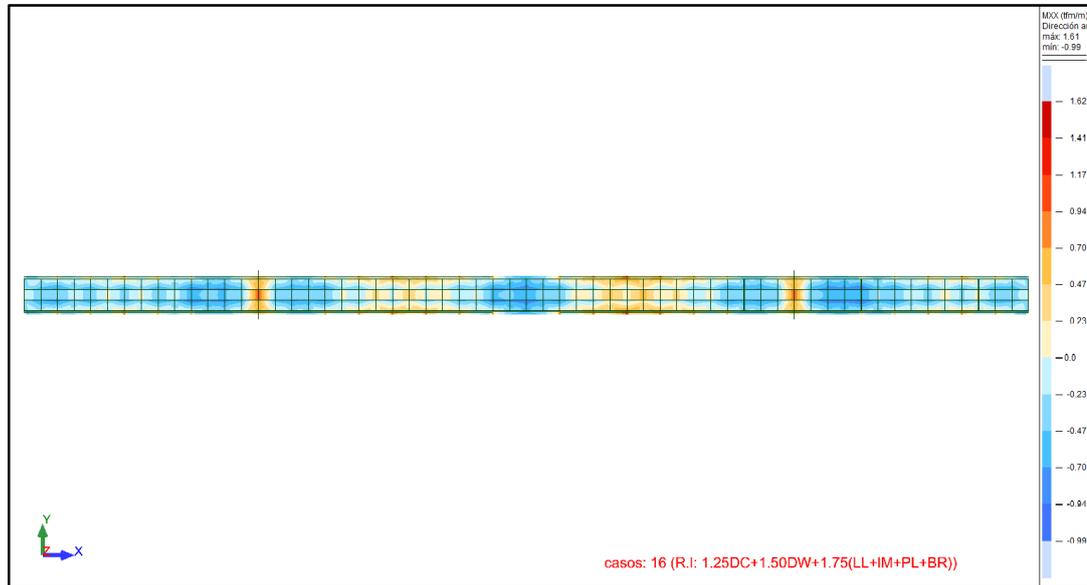
<b>Mxx (tfm/m)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	1.03	0.79	0.80	0.81
Min	-0.99	-0.89	-0.93	-0.99

*Nota:* Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se obtiene un momento máximo de 1.03tfm y un momento mínimo de -0.99tfm.

**Figura 159**

*Momento Flector del Caso 16 – Losa sin CFRP*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.6.1.2. Esfuerzos cortantes

Se obtienen un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), sin el reforzamiento de la losa.

**Tabla 52**

*Esfuerzo Cortante (Qxx) - Losa sin CFRP.*

<b>Qxx (tf/m)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Min	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.17

*Nota:* Elaboración propia.

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximos y mínimos de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

**Tabla 53**

*Esfuerzo Cortante (Qxx) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.*

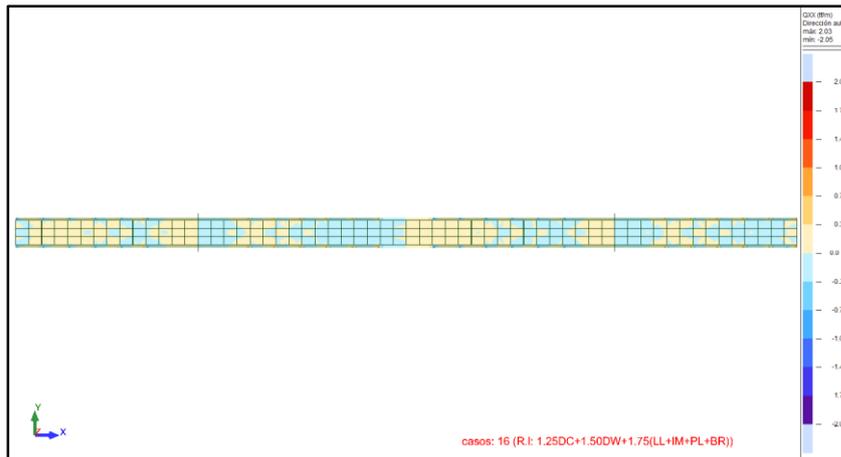
Qxx (tf/m)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	0.27	0.19	0.19	0.17
Min	-0.29	-0.20	-0.16	-0.16

*Nota:* Elaboración propia.

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene el esfuerzo cortante máximo de 0.27tf/m y el esfuerzo cortante mínimo de -0.29tf/m.

**Figura 160**

*Esfuerzo Cortante del Caso 16 – Losa sin CFRP*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.6.1.3. Fuerzas en losa

##### A. Fuerza a compresión de las cargas

Se obtienen un resumen de las fuerzas a compresión de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), sin el reforzamiento de la losa.

**Tabla 54**

*Fuerza a Compresión (Sxx) - Losa sin CFRP.*

Sxx (tf/m <sup>2</sup> )						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	SW
Max	402.92	295.15	372.64	338.29	398.28	458.21
Min	-701.04	-673.23	-690.71	-688.58	-700.19	-760.49

Nota: Elaboración propia.

## B. Fuerza a compresión de las combinaciones de cargas

Se obtuvieron los resultados de las fuerzas a compresión máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

**Tabla 55**

Fuerza a Compresión ( $S_{xx}$ ) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.

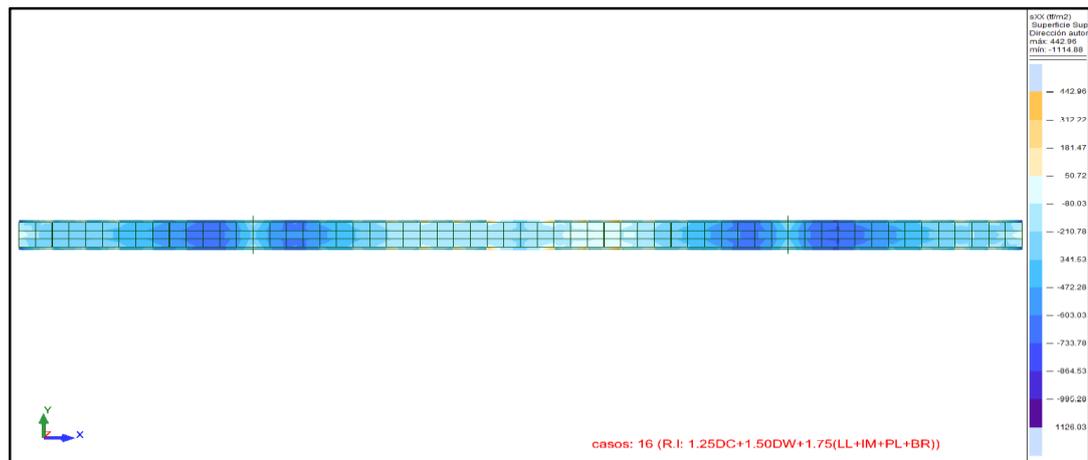
$S_{xx}$ (tf/m <sup>2</sup> )				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	71.30	251.48	213.37	254.44
Min	-745.14	-690.86	-693.87	-688.63

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene la fuerza a compresión máxima de 71.30tf/m<sup>2</sup> y la fuerza a compresión mínima de -745.14tf/m<sup>2</sup>.

**Figura 161**

Fuerza a Compresión del Caso 16 – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

## C. Fuerza a tracción de las cargas

Se obtienen un resumen de las fuerzas a tracción de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), sin el reforzamiento de la losa.

**Tabla 56**

Fuerza a Tracción ( $S_{xx}$ ) - Losa sin CFRP.

$S_{xx}$ (tf/m <sup>2</sup> )						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	215.43	164.27	200.62	190.52	210.86	249.27
Min	-491.77	-506.88	-493.75	-502.89	-490.43	-503.82

Nota: Elaboración propia

#### D. Fuerza a tracción de las combinaciones de cargas

Se obtuvieron los resultados de las fuerzas a tracción máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

**Tabla 57**

Fuerzas a Tracción ( $S_{xx}$ ) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.

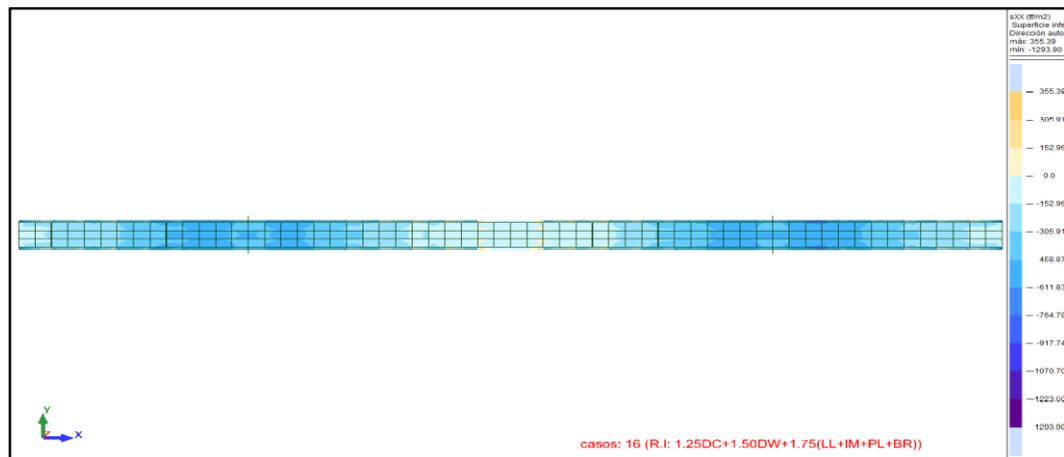
CASO	$S_{xx}$ (tf/m <sup>2</sup> )			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	33.45	152.24	129.99	149.45
Min	-631.66	-546.57	-543.30	-520.24

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene la fuerza a tracción máxima de 33.45tf/m<sup>2</sup> y la fuerza a tracción mínima de -631.66tf/m<sup>2</sup>.

**Figura 162**

Fuerza a Tracción del Caso 16 – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.6.1.4. Reacciones

##### Peso propio (DC)

**Tabla 58**

Reacciones del Peso Propio (DC) – Losa sin CFRP

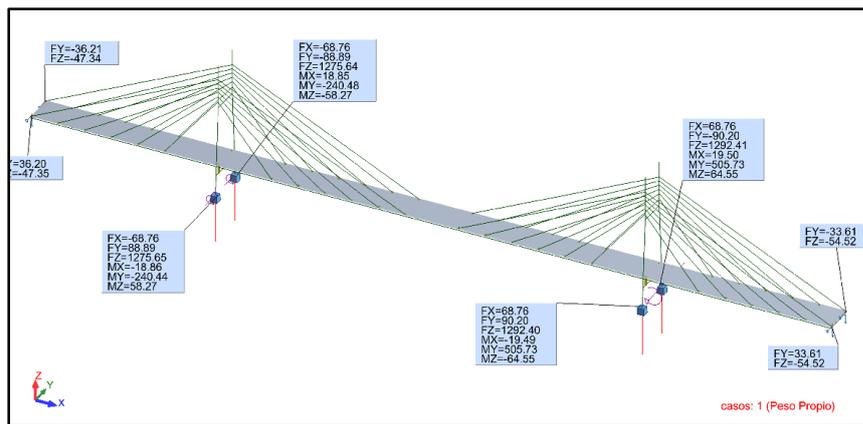
Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-68.76	88.89	1275.65	-18.86	-240.44	58.27
26	-68.76	-88.89	1275.64	18.85	-240.48	-58.27
49	68.76	90.20	1292.40	-19.49	505.73	-64.55
73	68.76	-90.20	1292.41	19.50	505.73	64.55

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
100	0	36.20	-47.35	0	0	0
101	0	33.61	-54.52	0	0	0
102	0	-36.21	-47.34	0	0	0
103	0	-33.61	-54.52	0	0	0

Nota: Elaboración propia

**Figura 163**

Reacciones del Peso Propio (DC) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Carga Muerta (DW)**

**Tabla 59**

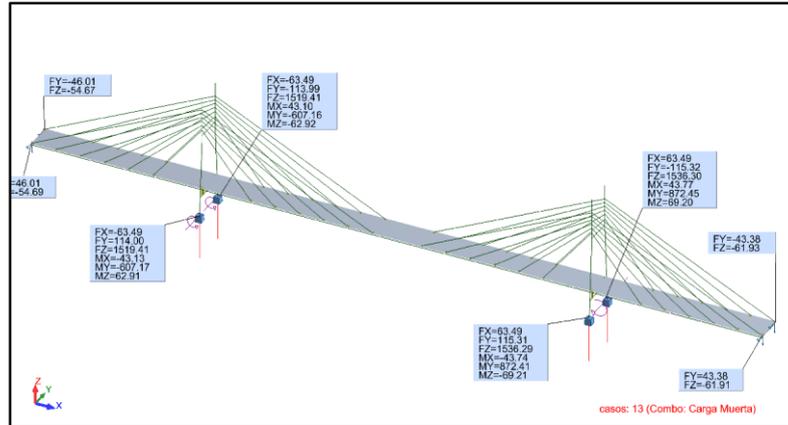
Reacciones de la Carga Muerta (DW) – Losa sin CFRP

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-63.49	114.00	1519.41	-43.13	-607.17	62.91
26	-63.49	-113.99	1519.41	43.10	-607.16	-62.92
49	63.49	115.31	1536.29	-43.74	872.41	-69.21
73	63.49	-115.32	1536.30	43.77	872.45	69.20
100	0	46.01	-54.69	0	0	0
101	0	43.38	-61.91	0	0	0
102	0	-46.01	-54.67	0	0	0
103	0	-43.38	-61.93	0	0	0

Nota: Elaboración propia.

**Figura 164**

Reacciones de la Carga Muerta (DW) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Carga peatonal (PL)**

**Tabla 60**

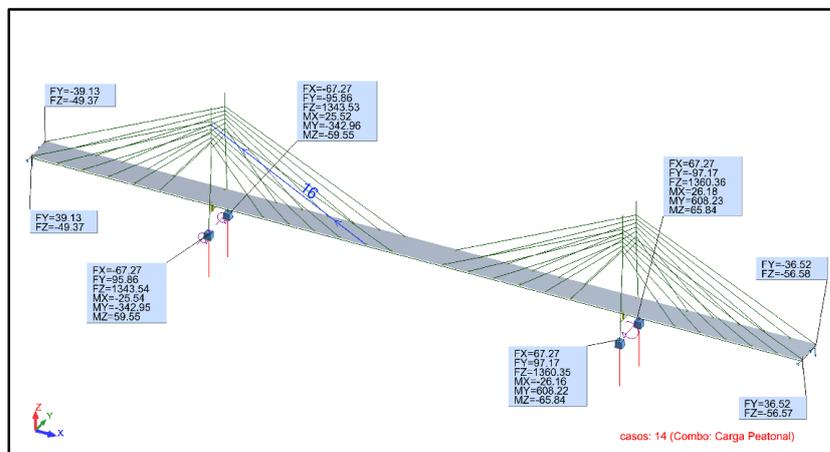
Reacciones de la Carga Peatonal (PL) – Losa sin CFRP

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-67.27	95.86	1343.54	-25.54	-342.95	59.55
26	-67.27	-95.86	1343.53	25.52	-342.96	-59.55
49	67.27	97.17	1360.35	-26.16	608.22	-65.84
73	67.27	-97.17	1360.36	26.18	608.23	65.84
100	0	39.13	-49.37	0	0	0
101	0	36.52	-56.57	0	0	0
102	0	-39.13	-49.37	0	0	0
103	0	-36.52	-56.58	0	0	0

Nota: Elaboración propia

**Figura 165**

Reacciones de la Carga Peatonal (PL) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

## Carga vehicular (LL)

**Tabla 61**

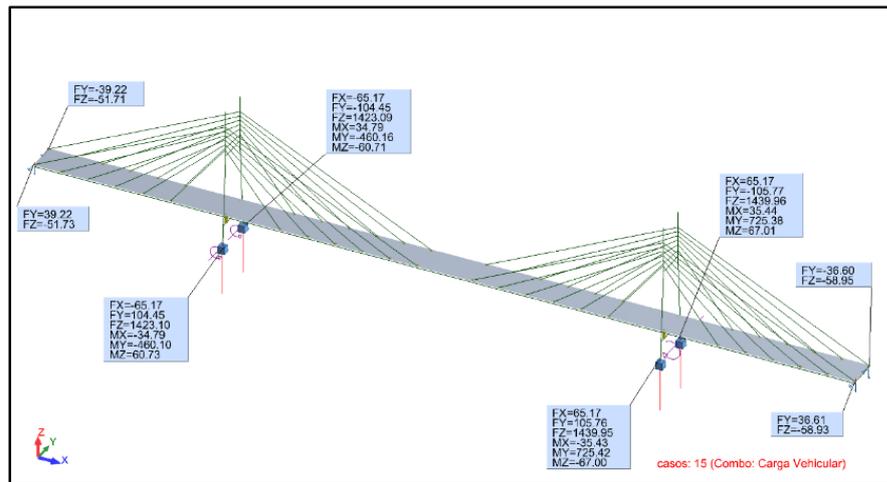
Reacciones de la Carga Vehicular (LI) – Losa sin CFRP

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-65.17	104.45	1423.10	-34.79	-460.10	60.73
26	-65.17	-104.45	1423.09	34.79	-460.16	-60.71
49	65.17	105.76	1439.95	-35.43	725.42	-67.00
73	65.17	-105.77	1439.96	35.44	725.38	67.01
100	0	39.22	-51.73	0	0	0
101	0	36.61	-58.93	0	0	0
102	0	-39.22	-51.71	0	0	0
103	0	-36.60	-58.95	0	0	0

Nota: Elaboración propia

**Figura 166**

Reacciones de la Carga Vehicular (LL) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

## Fuerza de frenado (BR)

**Tabla 62**

Reacciones de la Fuerza de Frenado (BR) – Losa sin CFRP

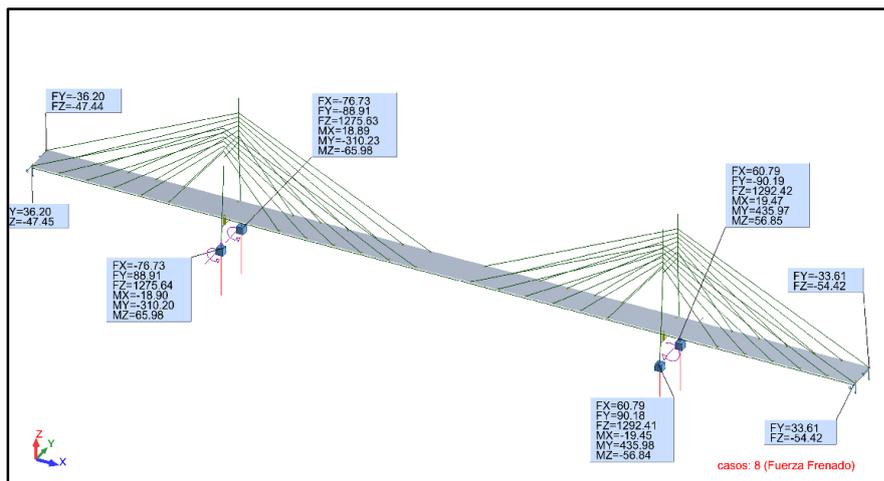
Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-76.73	88.91	1275.64	-18.90	-310.20	65.98
26	-76.73	-88.91	1275.63	18.89	-310.23	-65.98
49	60.79	90.18	1292.41	-19.45	435.98	-56.84
73	60.79	-90.19	1292.42	19.47	435.97	56.85
100	0	36.20	-47.45	0	0	0

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
101	0	33.61	-54.42	0	0	0
102	0	-36.20	-47.44	0	0	0
103	0	-33.61	-54.42	0	0	0

Nota: Elaboración propia con el software Robot Structural

**Figura 167**

Reacciones de la Fuerza de Frenado (BR) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

### Carga de viento (WS)

**Tabla 63**

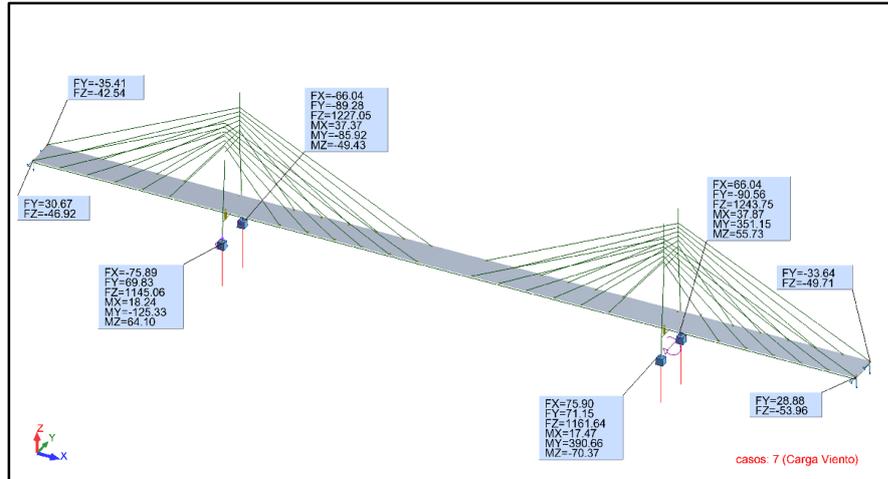
Reacciones de la Carga de Viento (WS) – Losa sin CFRP

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-75.89	69.83	1145.06	18.24	-125.33	64.10
26	-66.04	-89.28	1227.05	37.37	-85.92	-49.43
49	75.90	71.15	1161.64	17.47	390.66	-70.37
73	66.04	-90.56	1243.75	37.87	351.15	55.73
100	0	30.67	-46.92	0	0	0
101	0	28.88	-53.96	0	0	0
102	0	-35.41	-42.54	0	0	0
103	0	-33.64	-49.71	0	0	0

Nota: Elaboración propia

**Figura 168**

Reacciones de la Carga de Viento (WS) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.6.1.5. Deformaciones de losa

##### Deformaciones de cargas

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), sin el reforzamiento de la losa.

**Tabla 64**

Deformaciones (Ugz) de las Cargas - Losa sin CFRP.

CASO	Ugz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	589.23	450.97	550.29	504.97	589.20	658.60
Min	-45.64	-43.49	-45.00	-44.60	-45.67	-47.29

Nota: Elaboración propia

##### Deformaciones de las combinaciones

Se obtuvieron los resultados de las deformaciones máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

**Tabla 65**

Deformaciones (Ugz) de las Combinaciones de Cargas - Losa sin CFRP.

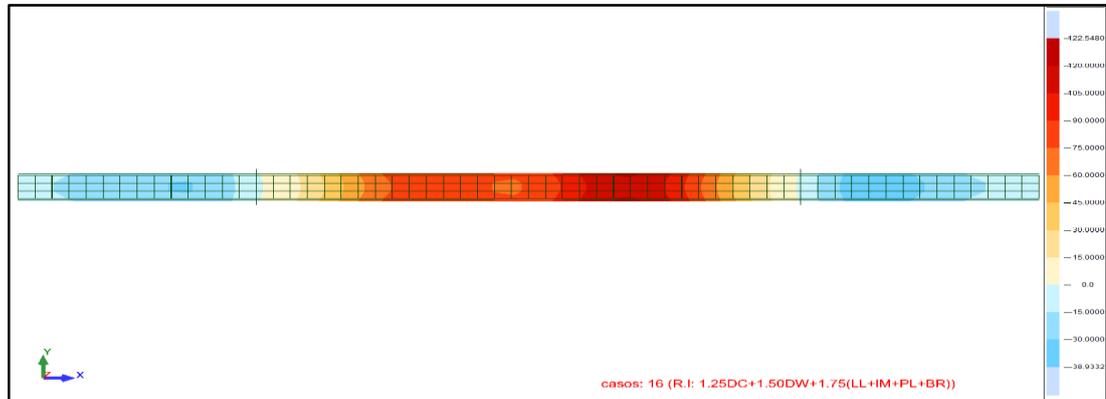
CASO	Ugz (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	121.09	390.44	351.68	406.55
Min	-38.93	-43.12	-42.32	-43.26

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I:  $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$ , se tiene una máxima deformación de 121.09mm y una mínima deformación de -38.93mm.

**Figura 169**

*Deformación de Losa del Caso 16 - Losa sin CFRP.*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

#### 4.6.6.2. Resultado de vigas

##### 4.6.6.2.1. Momentos flectores

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas longitudinales exteriores aguas arriba y aguas abajo.

**Tabla 66**

*Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.*

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	321.11	259.84	299.14	278.26	320.49	396.97
Min	-283.82	-253.19	-270.26	-253.30	-283.34	-305.61

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 67**

*Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.*

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	8.41	7.23	8.04	8.19	8.41	9.07
Min	-8.72	-7.77	-8.42	-8.06	-8.70	-9.07

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales exteriores.

**Tabla 68**

Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.

CASO	MY (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	186.46	242.64	230.91	247.01
Min	-261.34	-248.21	-253.88	-253.20

Nota: Elaboración propia

**Tabla 69**

Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.

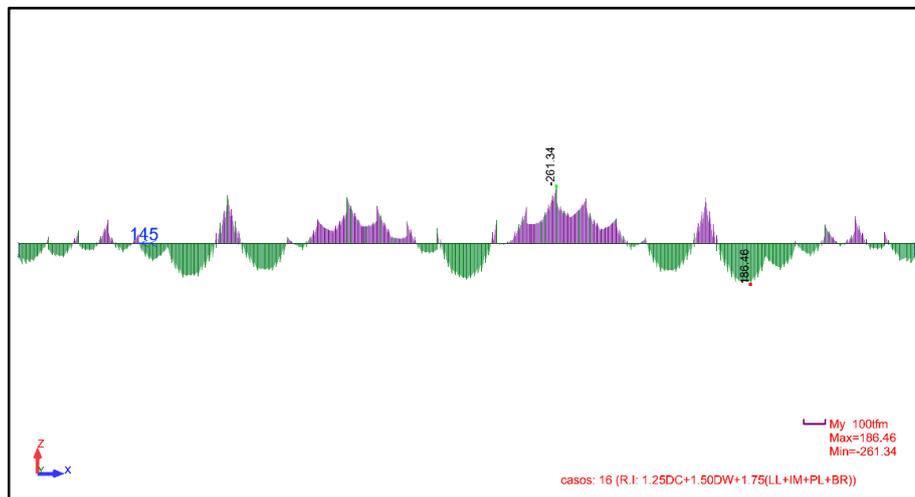
CASO	MY (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	4.98	6.25	6.74	7.56
Min	-9.39	-7.62	-7.55	-7.68

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I:  $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$ , se tiene un momento máximo de 186.46tfm/m y un momento mínimo de -261.34tfm/m.

**Figura 170**

Deformación de Viga del Caso 16- Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas longitudinales intermedias aguas arriba y abajo.

**Tabla 70***Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.*

<b>MY (tfm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	8.41	7.23	8.04	8.19	8.41	9.28
Min	-8.72	-7.77	-8.42	-8.06	-8.70	-9.20

*Nota: Elaboración propia***Tabla 71***Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.*

<b>MY (tfm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	8.41	7.23	8.04	8.19	8.41	9.07
Min	-8.72	-7.77	-8.42	-8.06	-8.70	-9.07

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales.

**Tabla 72***Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.*

<b>My (tfm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	4.98	6.42	6.77	7.56
Min	-9.39	-7.70	-7.57	-7.68

*Nota: Elaboración propia***Tabla 73***Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.*

<b>My (tfm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	4.98	6.25	6.74	7.56
Min	-9.39	-7.62	-7.55	-7.68

*Nota: Elaboración propia*

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

**Tabla 74***Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.*

<b>My (tfm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	25.61	32.13	27.55	29.85	25.63	25.12
Min	12.03	12.11	12.06	11.82	12.06	4.96

*Nota: Elaboración propia***Tabla 75***Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.*

<b>My (tfm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	12.39	15.25	12.97	17.27	12.39	12.34
Min	-8.63	-10.76	-8.99	-12.70	-8.63	-7.16

*Nota: Elaboración propia***Tabla 76***Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.*

<b>My (tfm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	12.46	1.99	9.44	4.32	12.47	22.73
Min	-19.74	-24.41	-20.57	-28.99	-19.74	-18.22

*Nota: Elaboración propia***Tabla 77***Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.*

<b>My (tfm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	11.14	12.52	11.31	15.12	11.14	11.58
Min	-6.63	-9.34	-7.15	-11.06	-6.63	-5.07

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

**Tabla 78***Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.*

<b>My (tfm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	48.27	37.61	36.26	34.57

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Min	12.43	3.12	9.92	11.81

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 79**

Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	30.96	19.31	20.69	20.58
Min	-21.93	-12.10	-14.76	-15.29

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 80**

Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	6.84	3.65	3.96	4.04
Min	-49.21	-29.42	-34.02	-34.85

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 81**

Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	23.03	15.61	16.81	17.37
Min	-22.02	-11.19	-13.82	-14.06

*Nota: Elaboración propia*

#### 4.6.6.2.2. Esfuerzos cortantes

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la viga longitudinal exterior aguas arriba y aguas abajo.

**Tabla 82**

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	63.38	63.83	63.61	62.53	63.45	64.18

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Min	-62.17	-62.64	-62.41	-61.33	-62.09	-62.11

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 83**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.*

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	1.10	1.23	1.11	1.28	1.11	1.10
Min	-1.09	-1.25	-1.10	-1.25	-1.09	-1.08

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales exteriores.

**Tabla 84**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.*

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	111.13	63.86	63.27	62.54
Min	-106.62	-62.66	-61.92	-61.12

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 85**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.*

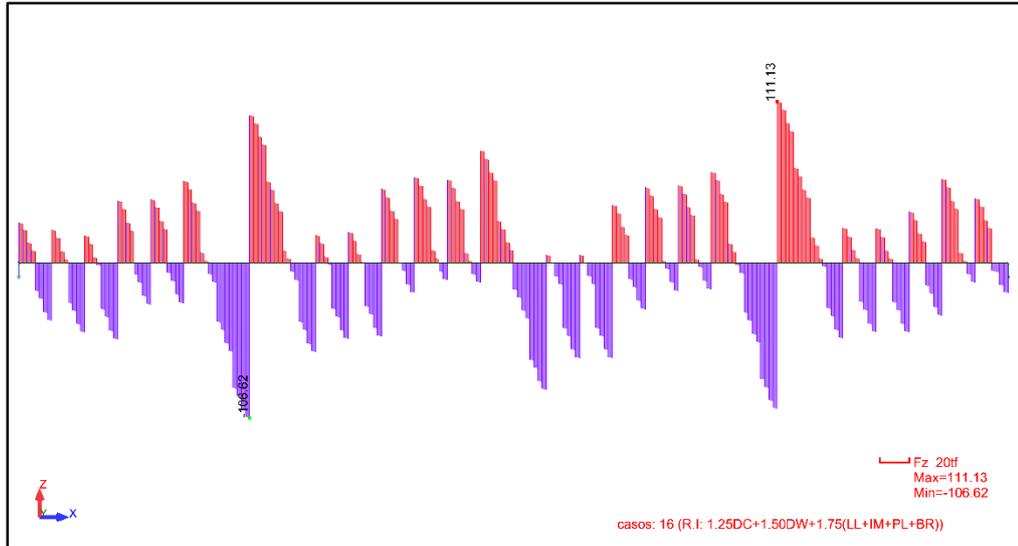
Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	3.20	1.63	1.84	1.75
Min	-3.11	-1.57	-1.78	-1.68

*Nota: Elaboración propia*

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene un esfuerzo cortante máximo de 111.13tf y un esfuerzo cortante mínimo de -106.62tf.

**Figura 171**

*Esfuerzo Cortante de Viga del Caso 16 - Losa sin CFRP.*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas longitudinales intermedias.

**Tabla 86**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.*

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	1.10	1.23	1.11	1.28	1.11	1.09
Min	-1.09	-1.25	-1.10	-1.25	-1.09	-1.08

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 87**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.*

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	1.10	1.23	1.11	1.28	1.11	1.10
Min	-1.09	-1.25	-1.10	-1.25	-1.09	-1.08

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales interiores

**Tabla 88**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	3.20	1.54	1.82	1.75
Min	-3.11	-1.51	-1.77	-1.68

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 89**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	3.20	1.63	1.84	1.75
Min	-3.11	-1.57	-1.78	-1.68

*Nota: Elaboración propia*

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

**Tabla 90**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	6.81	7.92	6.99	9.40	6.80	5.34
Min	-7.59	-8.94	-7.83	-10.40	-7.58	-7.13

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 91**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	10.38	12.76	10.83	14.65	10.38	8.33
Min	-10.38	-12.76	-10.83	-14.65	-10.38	-9.05

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 92***Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	12.04	15.71	12.79	18.04	12.04	8.32
Min	-12.04	-15.71	-12.79	-18.04	-12.04	-10.86

*Nota: Elaboración propia***Tabla 93***Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	8.87	10.84	9.21	12.90	8.87	6.96
Min	-8.87	-10.84	-9.21	-12.90	-8.87	-7.71

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

**Tabla 94***Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	15.25	8.25	10.24	10.97
Min	-17.05	-11.03	-11.86	-12.17

*Nota: Elaboración propia***Tabla 95***Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	24.67	13.55	16.87	17.47
Min	-24.67	-14.55	-17.09	-17.47

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 96**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.*

CASO	Fz (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	33.21	16.19	21.36	22.17
Min	-33.21	-19.74	-22.12	-22.17

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 97**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.*

CASO	Fz (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	21.68	11.36	14.64	15.42
Min	-21.68	-12.42	-14.86	-15.42

*Nota: Elaboración propia*

#### 4.6.6.2.3. Deformaciones de cargas

Se obtiene un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la viga longitudinal exteriores, interiores de aguas arriba y abajo y vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

**Tabla 98**

*Deformaciones (Uz) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.*

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	589.04	450.74	550.29	504.97	589.00	658.02
Min	-44.59	-41.82	-43.68	-42.75	-44.60	-45.03

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 99**

*Deformaciones (Uz) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.*

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	587.67	449.17	548.88	503.17	587.63	633.84
Min	-45.64	-43.49	-45.00	-44.60	-45.67	-46.89

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 100**

Deformaciones (Uz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	587.67	449.17	548.88	503.17	587.63	645.37
Min	-45.64	-43.48	-45.00	-44.60	-45.67	-46.17

Nota: Elaboración propia

**Tabla 101**

Deformaciones (Uz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	587.67	449.17	548.88	503.17	587.63	633.84
Min	-45.64	-43.49	-45.00	-44.60	-45.67	-46.89

Nota: Elaboración propia

**Tabla 102**

Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	-0.44	-0.52	-0.46	-0.48	-0.43	-0.34
Min	-0.87	-1.05	-0.92	-1.01	-0.87	-0.81

Nota: Elaboración propia

**Tabla 103**

Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	-22.77	-22.97	-22.83	-22.84	-22.68	-20.28
Min	-24.02	-24.48	-24.12	-24.56	-23.93	-25.17

Nota: Elaboración propia

**Tabla 104**

Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	-0.93	-1.16	-1.00	-1.07	-0.93	-0.83
Min	-1.02	-1.29	-1.09	-1.22	-1.02	-0.92

Nota: Elaboración propia

**Tabla 105***Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.*

Uz (mm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	587.53	447.73	548.35	502.54	587.53	657.31
Min	586.43	446.49	547.23	501.05	586.43	622.43

*Nota: Elaboración propia***4.6.6.2.4. Deformaciones de combinaciones**De cargas de las vigas longitudinales externas**Tabla 106***Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.*

Uz (mm)				
CASO	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	117.12	357.58	342.54	403.76
Min	-38.93	-43.11	-42.32	-43.26

*Nota: Elaboración propia***Tabla 107***Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.*

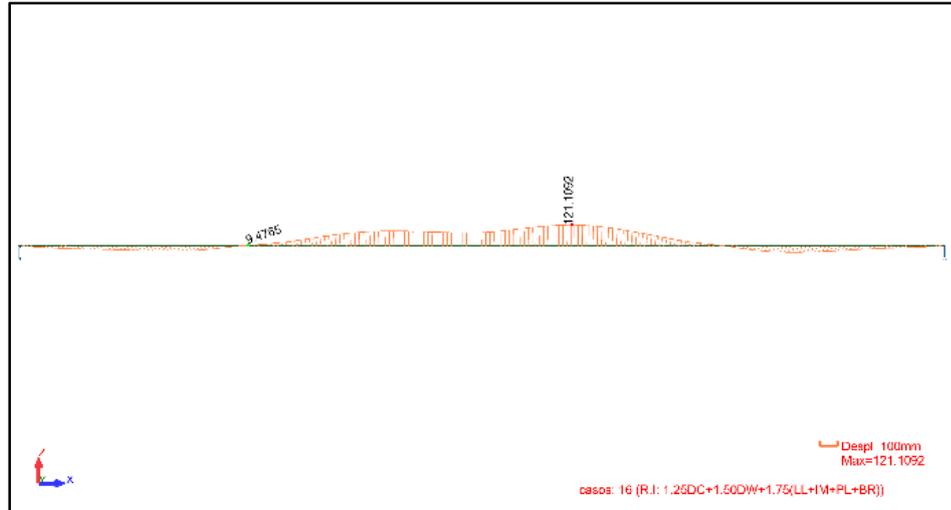
Uz (mm)				
CASO	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	117.12	357.58	342.54	403.76
Min	-38.93	-43.11	-42.32	-43.26

*Nota: Elaboración propia*

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene una máxima deformación de 120.96mm y una mínima deformación de -35.85mm.

**Figura 172**

*Deformación de la Viga Longitudinal Externa del Caso 16 - Losa sin CFRP.*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

### De cargas de vigas longitudinales intermedias

**Tabla 108**

*Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.*

Uz (mm)				
CASO	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	117.12	372.77	345.78	403.76
Min	-38.93	-41.79	-42.03	-43.26

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 109**

*Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.*

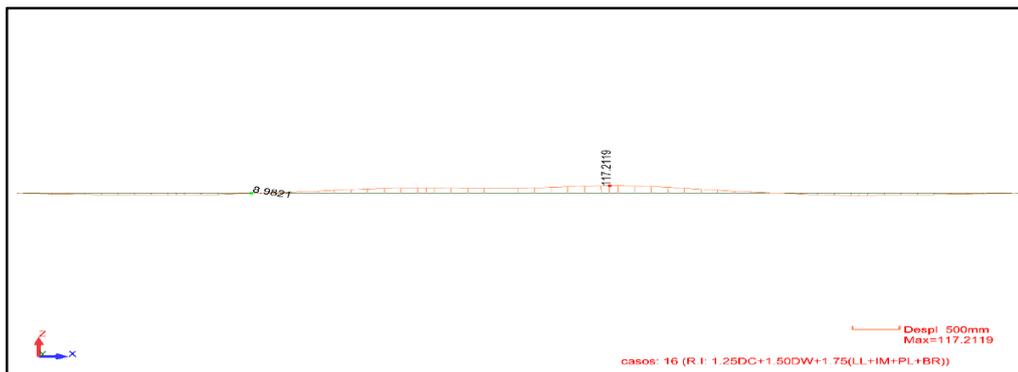
Uz (mm)				
CASO	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	117.12	357.58	342.54	403.76
Min	-38.93	-43.11	-42.32	-43.26

*Nota: Elaboración propia*

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene una máxima deformación de 120.96mm y una mínima deformación de -35.85mm.

**Figura 173**

*Deformación de la Viga Longitudinal Intermedia del Caso 16 - Losa sin CFRP.*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

**De cargas de las vigas transversales**

**Tabla 110**

*Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.*

	<b>Uz (mm)</b>			
<b>CASO</b>	<b>(R.I)</b>	<b>(R.III)</b>	<b>(S.I)</b>	<b>(F.I)</b>
Max	-0.74	-0.50	-0.57	-0.54
Min	-1.59	-1.19	-1.21	-1.15

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 111**

*Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.*

	<b>Uz (mm)</b>			
<b>CASO</b>	<b>(R.I)</b>	<b>(R.III)</b>	<b>(S.I)</b>	<b>(F.I)</b>
Max	-23.65	-20.07	-22.32	-22.84
Min	-26.50	-26.83	-25.24	-24.89

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 112**

*Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.*

	<b>Uz (mm)</b>			
<b>CASO</b>	<b>(R.I)</b>	<b>(R.III)</b>	<b>(S.I)</b>	<b>(F.I)</b>
Max	-1.89	-1.39	-1.33	-1.23
Min	-2.23	-1.61	-1.54	-1.44

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 113**

*Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.*

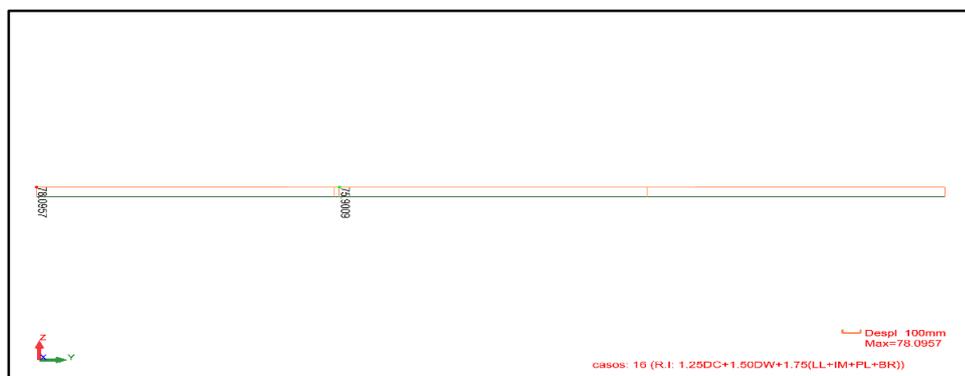
CASO	Uz (mm)			
	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	78.09	385.82	345.65	402.40
Min	75.90	338.37	335.52	400.69

*Nota: Elaboración propia*

Para el punto 0+150, el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene una máxima deformación de 78.09mm y una mínima deformación de 75.90mm.

**Figura 174**

*Deformación de la Viga Transversal 0+150 del Caso 16 - Losa sin CFRP.*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

#### 4.6.6.3. Resultado de cables

##### 4.6.6.3.1. Esfuerzo y tensión axial

Se obtienen un resumen de los esfuerzos y tensiones axiales de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de los cables.

**Tabla 114**

*Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa sin CFRP*

CABLE	Fx (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T1-I	-732.14	-900.32	-779.17	-833.72	-731.42	-637.02
T1'- I	-852.14	-998.76	-893.11	-940.40	-852.71	-768.40
T2-I	-732.32	-931.43	-788.03	-852.95	-731.84	-621.43
T2'-I	-802.32	-979.12	-851.78	-909.18	-802.62	-703.84
T3-I	-963.92	-1285.46	-1053.88	-1158.87	-963.34	-786.63

CABLE	Fx (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T3'-I	-1003.92	-1286.77	-1083.08	-1175.09	-1004.28	-851.80
T4-I	-694.83	-1047.11	-792.37	-907.46	-694.28	-508.77
T4'-I	-624.84	-929.75	-708.92	-808.21	-625.30	-476.15
T5-I	-795.09	-1118.33	-884.71	-990.30	-794.67	-621.63
T5'-I	-795.09	-1084.21	-875.30	-969.61	-795.74	-657.66
T6-I	-1406.55	-1748.54	-1501.99	-1613.69	-1406.37	-1215.92
T6'-I	-1486.55	-1821.42	-1580.01	-1689.94	-1487.59	-1331.45
T1-D	-732.14	-900.27	-779.13	-833.68	-732.85	-637.23
T1'-D	-752.14	-898.31	-792.92	-840.03	-751.57	-669.04
T2-D	-722.32	-921.07	-777.87	-842.67	-722.80	-612.09
T2'-D	-782.32	-958.47	-831.51	-888.65	-782.02	-684.78
T3-D	-673.93	-992.09	-762.45	-866.34	-674.51	-502.40
T3'-D	-803.93	-1084.64	-882.21	-973.41	-803.58	-654.81
T4-D	-1164.81	-1522.46	-1264.69	-1381.51	-1165.38	-969.32
T4'-D	-1124.81	-1437.40	-1212.12	-1313.79	-1124.33	-965.22
T5-D	-835.09	-1158.29	-924.71	-1030.27	-835.51	-661.60
T5'-D	-715.10	-1001.08	-794.02	-887.24	-714.46	-581.57
T6-D	-1446.55	-1788.35	-1541.88	-1653.48	-1446.73	-1256.44
T6'-D	-1516.55	-1851.64	-1610.09	-1720.16	-1515.51	-1361.20

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 115**

*Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa sin CFRP*

CABLE	Fx (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T1-I	-732.14	-900.31	-779.17	-833.73	-731.42	-702.47
T1'-I	-852.14	-998.78	-893.12	-940.38	-852.71	-827.55
T2-I	-732.32	-931.43	-788.03	-852.95	-731.84	-694.81
T2'-I	-802.32	-979.15	-851.79	-909.16	-802.62	-769.37
T3-I	-963.92	-1285.46	-1053.88	-1158.87	-963.34	-901.39
T3'-I	-1003.92	-1286.82	-1083.11	-1175.03	-1004.28	-945.37
T4-I	-694.83	-1047.12	-792.37	-907.46	-694.28	-627.56
T4'-I	-624.84	-929.80	-708.94	-808.13	-625.30	-556.89
T5-I	-795.09	-1118.34	-884.72	-990.29	-794.67	-734.08
T5'-I	-795.09	-1084.23	-875.31	-969.57	-795.74	-722.18

CABLE	Fx (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T6-I	-1406.55	-1748.56	-1501.99	-1613.66	-1406.37	-1343.66
T6'-I	-1486.55	-1821.38	-1579.99	-1689.97	-1487.59	-1393.25
T1-D	-732.14	-900.27	-779.13	-833.67	-732.85	-702.53
T1'-D	-752.14	-898.29	-792.91	-840.05	-751.57	-727.86
T2-D	-722.32	-921.08	-777.87	-842.67	-722.80	-685.00
T2'-D	-782.32	-958.44	-831.49	-888.68	-782.02	-749.78
T3-D	-673.93	-992.09	-762.45	-866.34	-674.51	-612.86
T3'-D	-803.93	-1084.59	-882.18	-973.48	-803.58	-746.47
T4-D	-1164.81	-1522.45	-1264.68	-1381.51	-1165.38	-1095.14
T4'-D	-1124.81	-1437.35	-1212.10	-1313.87	-1124.33	-1053.11
T5-D	-835.09	-1158.29	-924.71	-1030.28	-835.51	-774.07
T5'-D	-715.10	-1001.06	-794.01	-887.29	-714.46	-643.91
T6-D	-1446.55	-1788.33	-1541.87	-1653.51	-1446.73	-1383.83
T6'-D	-1516.55	-1851.68	-1610.11	-1720.13	-1515.51	-1423.06

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 116**

*Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa sin CFRP*

CABLE	Fx (kN)			
	R.I.	R.III	S.I	F.I
T1-I	-1345.69	-958.13	-1019.08	-953.30
T1'-I	-1390.63	-1047.87	-1103.20	-1046.48
T2-I	-1460.31	-1003.82	-1073.17	-995.08
T2'-I	-1450.82	-1043.20	-1105.53	-1036.46
T3-I	-2141.22	-1405.72	-1515.30	-1388.75
T3'-I	-2041.29	-1397.63	-1490.55	-1378.47
T4-I	-2001.28	-1182.92	-1302.47	-1161.80
T4'-I	-1763.69	-1063.92	-1155.91	-1030.54
T5-I	-1995.33	-1242.54	-1352.37	-1223.66
T5'-I	-1869.96	-1221.40	-1299.88	-1179.77
T6-I	-2668.78	-1875.62	-1993.69	-1859.59
T6'-I	-2722.55	-1988.10	-2072.07	-1932.57
T1-D	-1348.40	-958.15	-1020.51	-955.42
T1'-D	-1288.04	-947.45	-1001.50	-944.24
T2-D	-1451.62	-993.52	-1063.72	-986.13

CABLE	Fx (kN)			
	R.I.	R.III	S.I	F.I
T2'-D	-1428.82	-1022.56	-1084.10	-1014.78
T3-D	-1848.48	-1112.63	-1222.27	-1096.68
T3'-D	-1836.89	-1195.66	-1287.08	-1174.88
T4-D	-2480.42	-1657.77	-1780.16	-1639.49
T4'-D	-2272.84	-1570.98	-1664.52	-1537.69
T5-D	-2036.49	-1282.43	-1393.10	-1264.84
T5'-D	-1782.99	-1138.39	-1214.54	-1094.14
T6-D	-2709.19	-1915.35	-2033.81	-1899.86
T6'-D	-2749.16	-2018.23	-2100.30	-1959.77

Nota: Elaboración propia

**Tabla 117**

*Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa sin CFRP*

CABLE	Fx (kN)			
	R.I.	R.III	S.I	F.I
T1-I	-1345.69	-1048.52	-1038.43	-953.31
T1'-I	-1390.65	-1130.02	-1120.79	-1046.47
T2-I	-1460.31	-1104.50	-1094.71	-995.08
T2'-I	-1450.83	-1133.73	-1124.91	-1036.43
T3-I	-2141.22	-1562.84	-1548.91	-1388.75
T3'-I	-2041.29	-1526.67	-1518.17	-1378.41
T4-I	-2001.28	-1355.89	-1339.59	-1161.79
T4'-I	-1763.64	-1185.07	-1181.98	-1030.45
T5-I	-1995.32	-1403.92	-1387.03	-1223.64
T5'-I	-1869.91	-1314.31	-1319.86	-1179.71
T6-I	-2668.76	-2052.36	-2031.58	-1859.56
T6'-I	-2722.52	-2074.19	-2090.54	-1932.59
T1-D	-1348.40	-1048.56	-1039.87	-955.42
T1'-D	-1288.02	-1029.52	-1019.07	-944.25
T2-D	-1451.62	-1094.15	-1085.25	-986.13
T2'-D	-1428.81	-1112.98	-1103.46	-1014.80
T3-D	-1848.48	-1269.08	-1255.79	-1096.68
T3'-D	-1836.90	-1324.28	-1314.65	-1174.94
T4-D	-2480.42	-1831.74	-1817.39	-1639.50
T4'-D	-2272.89	-1693.40	-1690.77	-1537.77

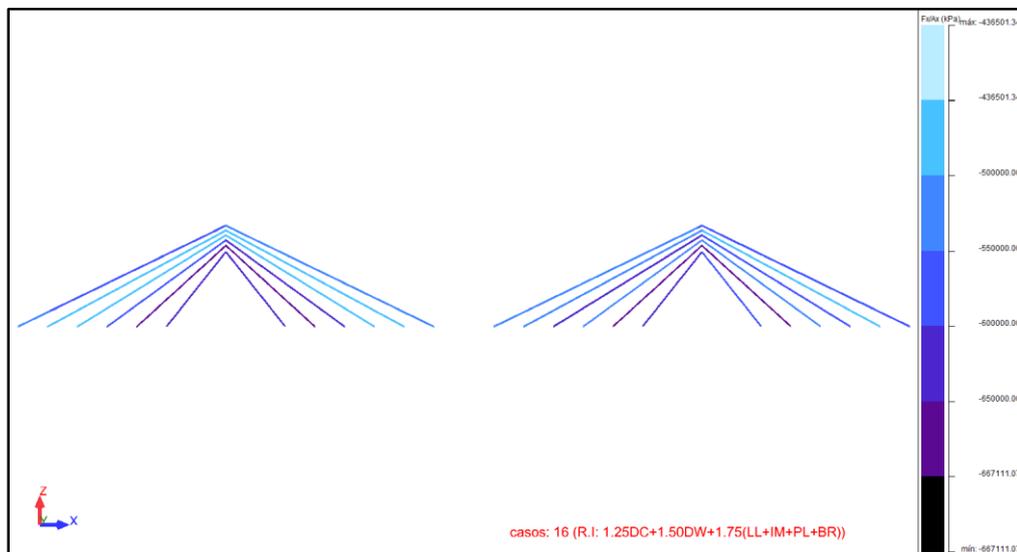
CABLE	Fx (kN)			
	R.I.	R.III	S.I	F.I
T5-D	-2036.50	-1443.79	-1427.77	-1264.86
T5'-D	-1783.04	-1230.88	-1234.51	-1094.20
T6-D	-2709.21	-2092.12	-2071.72	-1899.89
T6'-D	-2749.19	-2104.39	-2118.80	-1959.75

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica la tensión axial en los cables.

**Figura 175**

Tensión Axial (Fx) del Caso 16 de los Cables – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.6.4. Resultado de torres

##### 4.6.6.4.1. Momentos

Se obtienen un resumen de los momentos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), en la Torre 01.

**Tabla 118**

Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Barra	Mx (tfm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	43.16	24.92	38.04	31.91	46.5	56.16
6	-1	-7.3	-2.77	-4.75	-1.74	41.47
7	-9.12	-7.43	-8.65	-8.01	-10.16	28.8
8	0	0.01	0.01	-0.03	0	-51.17

<b>Mx (tfm)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
21	-43.15	-24.92	-38.05	-31.89	-46.5	-43.98
22	1.01	7.27	2.76	4.81	1.74	38.85
23	9.12	7.4	8.63	8.07	10.16	48.36
24	0	0.01	0.01	-0.03	0	-51.17
37	-288.6	-223.93	-270.43	-247.88	-317.02	-348.77

Nota: Elaboración propia

**Tabla 119**

*Momentos (My) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>My (tfm)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
3	-243.61	-609.91	-345.99	-462.99	-313.71	-129.09
6	555.39	84.68	423.59	268.25	572.81	780.96
7	128.18	1.83	92.82	51.35	132.95	201.58
8	-105.18	-117.45	-108.6	-112.61	-105.19	-122.3
21	-243.64	-609.9	-346.01	-463.06	-313.74	-88.83
22	555.4	84.72	423.62	268.21	572.82	682.49
23	128.18	1.82	92.82	51.34	132.95	149.1
24	-105.18	-117.45	-108.59	-112.63	-105.19	-79.03
37	-28.02	-81.43	-42.78	-61.94	-28.13	-1.62

Nota: Elaboración propia

**Tabla 120**

*Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>Mz (tfm)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
3	18.86	43.13	25.54	34.79	18.9	-18.24
6	-38.66	-33.63	-37.27	-35.49	-38.63	-21.93
7	3.99	12.21	6.28	8.95	3.99	-20.66
8	-9.12	-7.43	-8.65	-8.01	-10.16	28.8
21	-18.85	-43.1	-25.52	-34.79	-18.89	-37.37
22	38.66	33.63	37.27	35.48	38.63	59.14
23	-3.99	-12.21	-6.29	-8.94	-3.99	-22.61
24	9.12	7.4	8.63	8.07	10.16	48.36
37	62.71	46.34	58.12	52.43	68.59	37.11

Nota: Elaboración propia

Se obtienen un resumen de los momentos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), en la Torre 02.

**Tabla 121**

*Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>Mx (tfm)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
38	-32.88	-14.65	-27.77	-21.62	-29.54	-45.86
39	5.39	11.66	7.14	9.2	4.66	-37.05
40	8.41	6.69	7.93	7.36	7.37	-29.45
41	0	0.01	0.01	-0.03	0	51.16
54	32.88	14.64	27.77	21.63	29.54	33.72
55	-5.39	-11.7	-7.16	-9.15	-4.66	-43.19
56	-8.41	-6.72	-7.94	-7.3	-7.37	-47.61
57	0	0.01	0.01	-0.03	0	51.16
70	259.36	194.73	241.21	218.62	230.93	319.45

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 122**

*Momentos (My) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>My (tfm)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
38	-508.78	-875.03	-611.14	-728.19	-438.68	-394.29
39	260.57	-210.09	128.8	-26.6	243.15	486
40	47.55	-78.97	12.12	-29.41	42.78	121.23
41	-105.92	-118.19	-109.34	-113.37	-105.91	-123.1
54	-508.77	-875.07	-611.15	-728.14	-438.67	-353.94
55	260.57	-210.12	128.78	-26.55	243.14	387.71
56	47.55	-78.97	12.12	-29.41	42.78	68.57
57	-105.92	-118.2	-109.34	-113.36	-105.91	-79.7
70	-29.07	-82.48	-43.84	-63.01	-28.96	-2.75

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 123**

*Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>Mz (tfm)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
38	-19.49	-43.74	-26.16	-35.43	-19.45	17.47
39	38.86	33.83	37.47	35.69	38.89	22.09
40	-4.73	-12.96	-7.03	-9.69	-4.74	19.99

<b>Mz (tfm)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
41	8.41	6.69	7.93	7.36	7.37	-29.45
54	19.5	43.77	26.18	35.44	19.47	37.87
55	-38.86	-33.83	-37.47	-35.7	-38.89	-59.38
56	4.73	12.95	7.02	9.7	4.74	23.41
57	-8.41	-6.72	-7.94	-7.3	-7.37	-47.61
70	-54.76	-38.37	-50.16	-44.52	-48.88	-29.17

*Nota:* Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de momentos de las combinaciones de cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 01.

**Tabla 124**

*Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>Mx (tfm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
3	-17.66	22.11	15.94	23.82
6	-25.3	44.08	-1.02	-10.36
7	-4.67	46.67	4.22	-8.34
8	-0.02	-70.61	-15.11	-0.03
21	17.67	-5.63	-12.42	-23.8
22	25.34	66.43	24.66	10.42
23	4.7	59.46	18.48	8.41
24	-0.02	-70.61	-15.11	-0.03
37	-102.32	-234.21	-212.63	-243.97

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 125**

*Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>My (tfm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
3	-1707.68	-866.13	-966.78	-830.61
6	-1136.13	-135	-245.52	-43.45
7	-326.96	-39.57	-82.88	-32.2
8	-169.06	-174.12	-133.48	-121.48
21	-1707.68	-807.9	-954.26	-830.67
22	-1136.17	-271.39	-274.71	-43.5
23	-326.99	-112.3	-98.45	-32.21

<b>My (tfm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
24	-169.06	-113.3	-120.45	-121.49
37	-239.62	-117.36	-122.36	-101.24

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 126**

*Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>Mz (tfm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
3	116.37	25.01	54.7	52.84
6	-24.37	-8.9	-24	-31.78
7	26.19	-21.13	12.03	14.86
8	-4.67	46.67	4.22	-8.34
21	-116.35	-102.39	-71.26	-52.83
22	24.37	61.14	35.2	31.77
23	-26.18	-39.68	-25.06	-14.85
24	4.7	59.46	18.48	8.41
37	13.18	-7.48	30.1	49.46

*Nota:* Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de momentos de las combinaciones de cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 02.

**Tabla 127**

*Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>Mx (tfm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
38	39.64	-11.83	1.02	-3.5
39	27.15	-39.68	3.96	12.6
40	0.35	-47.37	-7	4.57
41	-0.02	70.6	15.09	-0.03
54	-39.63	-4.65	-4.53	3.52
55	-27.12	-70.81	-27.56	-12.54
56	-0.31	-58.74	-15.67	-4.51
57	-0.02	70.6	15.09	-0.03
70	-26.41	204.98	126.55	129.45

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 128***Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>My (tfm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
38	-1727.53	-1131.28	-1091.76	-885.55
39	-1492.02	-429.81	-575.21	-390.62
40	-424.53	-120.35	-173.28	-127.36
41	-169.78	-174.88	-134.22	-122.21
54	-1727.55	-1073.04	-1079.23	-885.51
55	-1491.97	-566.19	-604.37	-390.56
56	-424.5	-193.08	-188.82	-127.35
57	-169.78	-114.04	-121.18	-122.2
70	-240.29	-118.43	-123.2	-101.98

*Nota: Elaboración propia***Tabla 129***Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

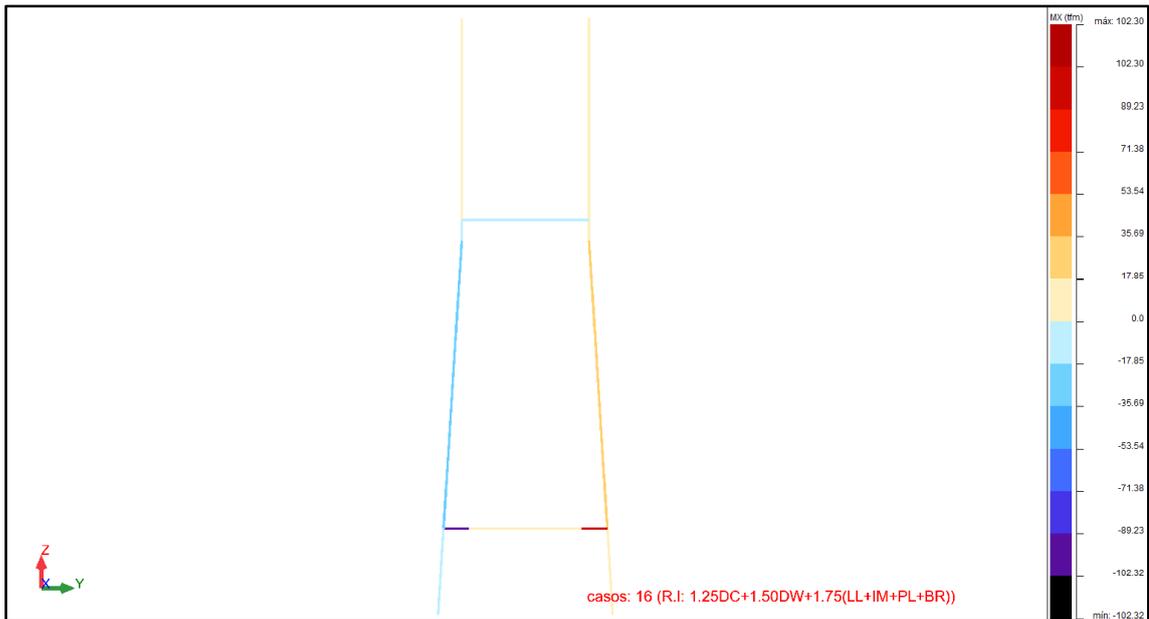
<b>Mz (tfm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
38	-116.86	-25.66	-55.26	-53.36
39	24.66	9.1	24.25	32.05
40	-26.95	20.4	-12.78	-15.61
41	0.35	-47.37	-7	4.57
54	116.89	103.03	71.85	53.38
55	-24.66	-61.35	-35.46	-32.06
56	26.95	40.44	25.82	15.62
57	-0.31	-58.74	-15.67	-4.51
70	15.3	15.42	-10.42	-23.93

*Nota: Elaboración propia*

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene la siguiente gráfica de momento (Mx), de la torre:

**Figura 176**

Momento ( $M_x$ ) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP

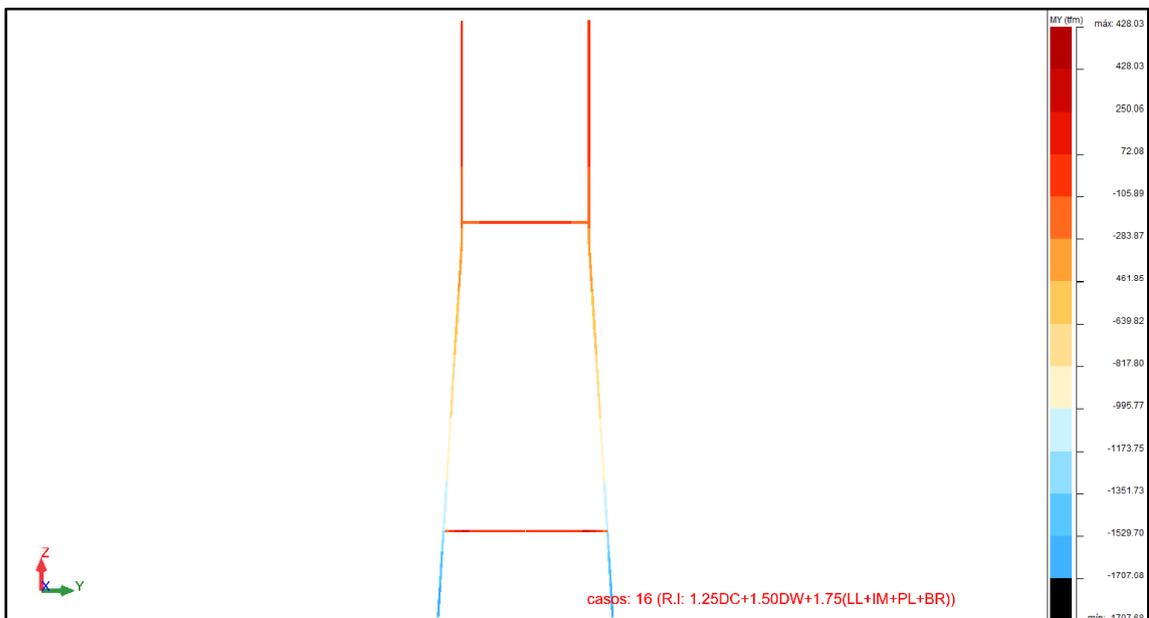


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de momento en Y ( $M_y$ ), de la torre:

**Figura 177**

Momento ( $M_y$ ) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP

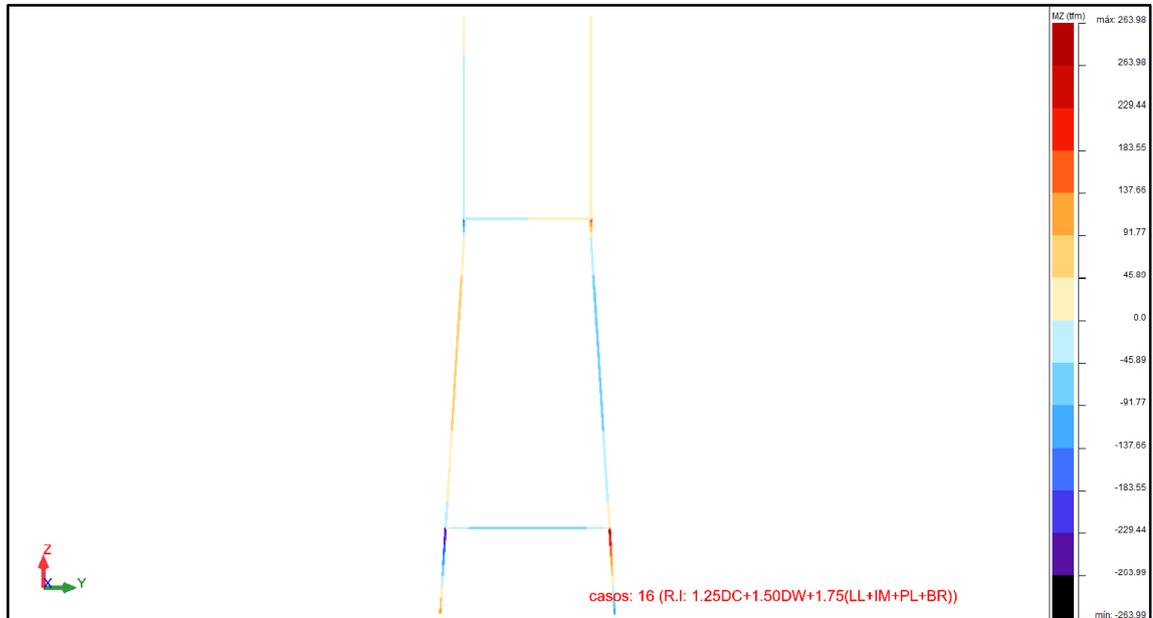


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de momento en Z (Mz), de la torre:

**Figura 178**

*Momento (Mz) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

#### 4.6.6.4.2. Esfuerzos

Se obtienen un resumen de los esfuerzos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las Torre 01.

**Tabla 130**

*Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

Barra	Fx (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	1278.71	1523.56	1346.9	1426.85	1278.7	1147.19
6	1117.05	1300.4	1168.13	1227.88	1117.05	1023.75
7	867.97	1050.96	918.95	978.58	867.97	774.75
8	61	72.45	64.19	67.93	61	56.79
21	1278.7	1523.56	1346.9	1426.83	1278.69	1230.23
22	1117.05	1300.4	1168.13	1227.87	1117.05	1075.57
23	867.97	1050.97	918.95	978.57	867.97	826.68
24	61	72.45	64.19	67.93	61	56.79
37	27.9	41.55	31.67	36.53	27.91	13.04

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 131***Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>Fy (tf)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
3	9.15	19	11.87	15.48	9.17	-1.73
6	-9.55	-9.68	-9.59	-9.62	-9.55	-7.86
7	61	72.45	64.19	67.92	61	56.79
8	0	0	0	0.01	0	7.14
21	-9.15	-18.99	-11.86	-15.48	-9.16	-12.57
22	9.55	9.68	9.59	9.62	9.55	11.14
23	-61	-72.45	-64.19	-67.92	-61	-56.79
24	0	0	0	0.01	0	7.14
37	86.15	66.85	80.73	73.99	94.63	99.59

*Nota: Elaboración propia***Tabla 132***Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>Fz (tf)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
3	68.76	63.49	67.27	65.17	76.73	75.89
6	-17.39	-3.36	-13.46	-8.82	-17.9	-23.69
7	-17.39	-3.36	-13.46	-8.82	-17.9	-23.69
8	40.44	40.44	40.44	40.43	40.44	44.44
21	68.76	63.49	67.27	65.17	76.73	66.04
22	-17.39	-3.36	-13.46	-8.82	-17.9	-21.62
23	-17.39	-3.36	-13.46	-8.82	-17.9	-21.62
24	40.44	40.43	40.43	40.44	40.44	36.43
37	82.71	143.48	99.62	119.55	82.69	45.34

*Nota: Elaboración propia*

Se obtienen un resumen de los esfuerzos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las Torre 02.

**Tabla 133***Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>Fx (tf)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
38	1295.51	1540.49	1363.77	1443.74	1295.52	1163.81
39	1130.77	1314.23	1181.9	1241.67	1130.77	1037.31
40	881.67	1064.77	932.69	992.35	881.66	788.29

<b>Fx (tf)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
41	61.83	73.28	65.02	68.76	61.83	57.61
54	1295.52	1540.5	1363.77	1443.76	1295.53	1246.97
55	1130.77	1314.22	1181.89	1241.68	1130.77	1089.27
56	881.67	1064.76	932.69	992.36	881.66	840.34
57	61.83	73.28	65.02	68.76	61.83	57.61
70	28.37	42.03	32.15	37.01	28.36	13.54

Nota: Elaboración propia

**Tabla 134**

*Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>Fy (tf)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
38	-9.4	-19.25	-12.12	-15.74	-9.39	1.45
39	9.59	9.72	9.62	9.66	9.59	7.9
40	-61.83	-73.28	-65.02	-68.76	-61.83	-57.61
41	0	0	0	0.01	0	-7.14
54	9.41	19.26	12.13	15.74	9.39	12.8
55	-9.59	-9.72	-9.62	-9.66	-9.59	-11.18
56	61.83	73.28	65.02	68.76	61.83	57.61
57	0	0	0	0.01	0	-7.14
70	-77.42	-58.12	-72	-65.27	-68.94	-90.84

Nota: Elaboración propia

**Tabla 135**

*Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>Fz (tf)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
38	68.76	63.49	67.27	65.17	60.79	75.9
39	-8.66	5.36	-4.73	-0.09	-8.15	-14.94
40	-8.66	5.36	-4.73	-0.09	-8.15	-14.94
41	40.44	40.43	40.43	40.44	40.44	44.45
54	68.76	63.49	67.27	65.17	60.79	66.04
55	-8.66	5.37	-4.73	-0.1	-8.15	-12.88
56	-8.66	5.37	-4.73	-0.1	-8.15	-12.88
57	40.44	40.44	40.44	40.43	40.44	36.42
70	85.76	146.56	102.69	122.62	85.77	48.38

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos (FX, FY y FZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 01.

**Tabla 136**

*Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>Fx (tf)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
3	2338.29	1774.95	1700.53	1603.31
6	1914.74	1500.31	1434.36	1359.98
7	1602.35	1188.59	1184.63	1110.42
8	109.1	85.48	81.31	76.18
21	2338.27	1891.41	1725.48	1603.29
22	1914.73	1573.1	1449.96	1359.97
23	1602.34	1261.52	1200.27	1110.41
24	109.1	85.48	81.31	76.18
37	85.19	42.65	49.54	46.54

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 137**

*Esfuerzo (Fy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>Fy (tf)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
3	48.52	17.45	24.81	22.75
6	-11.82	-9.27	-9.28	-9.71
7	109.09	85.48	81.3	76.18
8	0	9.83	2.1	0.01
21	-48.51	-37.39	-29.08	-22.75
22	11.82	13.87	10.27	9.71
23	-109.09	-85.48	-81.3	-76.18
24	0	9.83	2.1	0.01
37	30.54	63.74	62.15	72.82

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 138**

*Esfuerzo (Fz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>Fz (tf)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
3	63.54	67.51	68.77	73.3
6	33	3.77	6.62	0.48
7	33	3.77	6.62	0.48

<b>Fz (tf)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
8	50.54	56.18	41.64	40.43
21	63.54	53.58	65.79	73.31
22	33	6.64	7.24	0.48
23	33	6.64	7.24	0.48
24	50.54	44.91	39.23	40.44
37	322.15	175.6	186.06	163.37

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos (FX, FY y FZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 02.

**Tabla 139**

*Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>Fx (tf)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
38	2355.25	1791.86	1717.49	1620.26
39	1928.56	1514.12	1448.19	1373.78
40	1616.15	1202.37	1198.44	1124.2
41	109.93	86.32	82.14	77.01
54	2355.27	1908.36	1742.46	1620.27
55	1928.57	1586.93	1463.8	1373.79
56	1616.15	1275.33	1214.08	1124.22
57	109.93	86.32	82.14	77.01
70	85.61	43.13	49.99	46.98

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 140**

*Esfuerzo (Fy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>Fy (tf)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
<b>38</b>	-48.71	-17.71	-25.04	-22.96
<b>39</b>	11.87	9.3	9.32	9.75
<b>40</b>	-109.92	-86.31	-82.14	-77.01
<b>41</b>	0	-9.83	-2.1	0.01
<b>54</b>	48.72	37.65	29.31	22.96
<b>55</b>	-11.87	-13.91	-10.31	-9.75
<b>56</b>	109.92	86.31	82.14	77.01

Fy (tf)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
57	0	-9.83	-2.1	0.01
70	7.88	-55.02	-36.46	-38.65

Nota: Elaboración propia

**Tabla 141**

Esfuerzo (Fz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

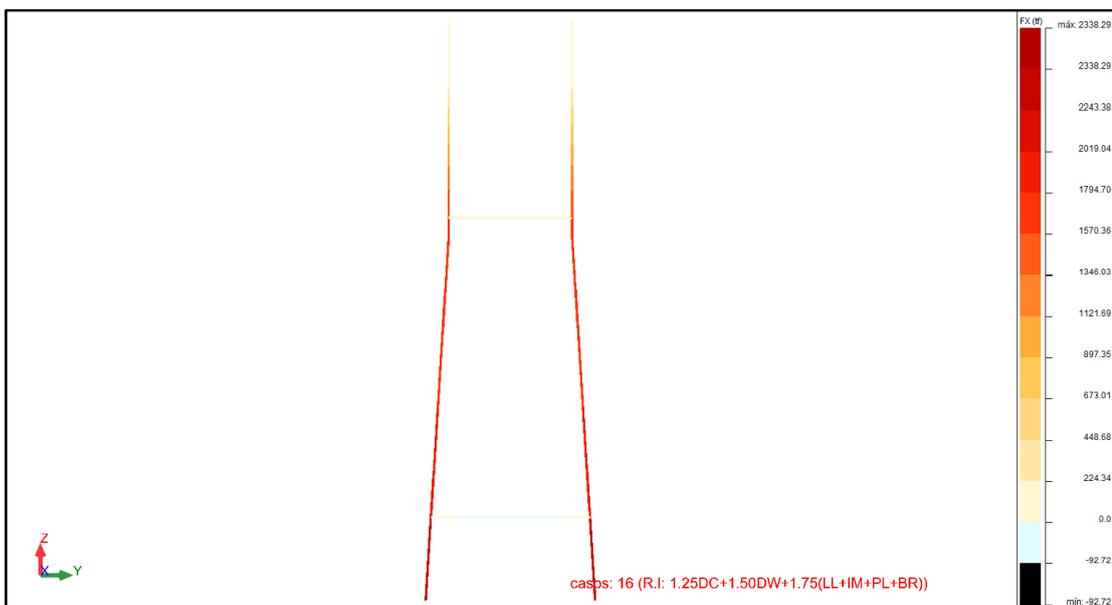
Fz (tf)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
38	35.64	67.52	52.83	49.39
39	43.52	12.49	16.37	10.75
40	43.52	12.49	16.37	10.75
41	50.54	56.18	41.64	40.44
54	35.64	53.58	49.84	49.39
55	43.52	15.37	16.98	10.74
56	43.52	15.37	16.98	10.74
57	50.54	44.91	39.23	40.43
70	325.27	178.67	189.17	166.49

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en X (Fx), de la torre:

**Figura 179**

Esfuerzo (Fx) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP

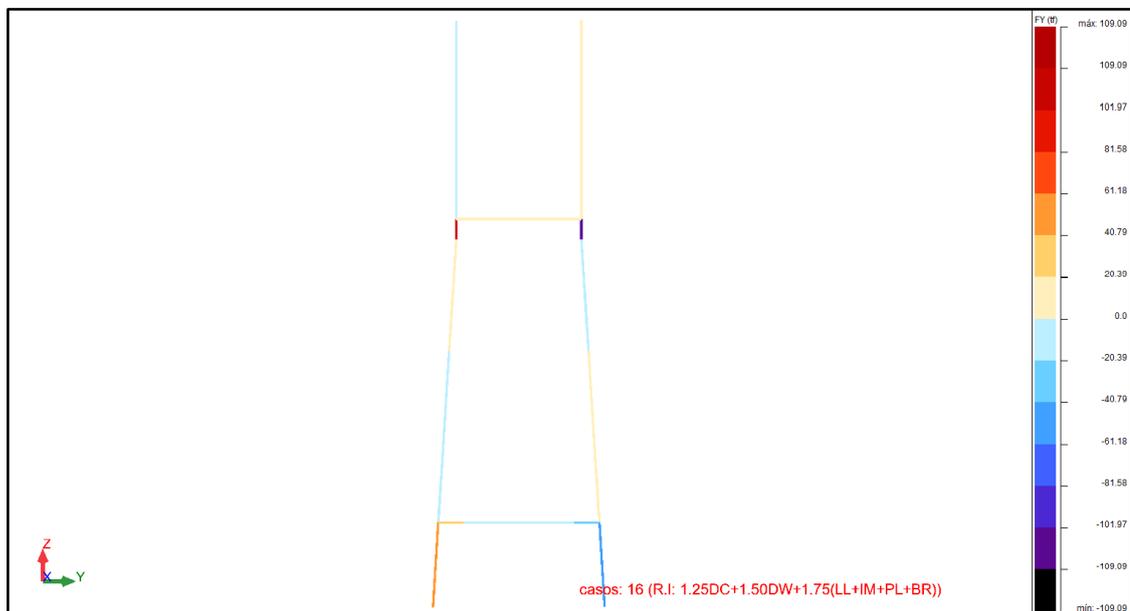


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I:  $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$ ), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en Y ( $F_y$ ), de la torre:

**Figura 180**

*Esfuerzo ( $F_y$ ) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP*

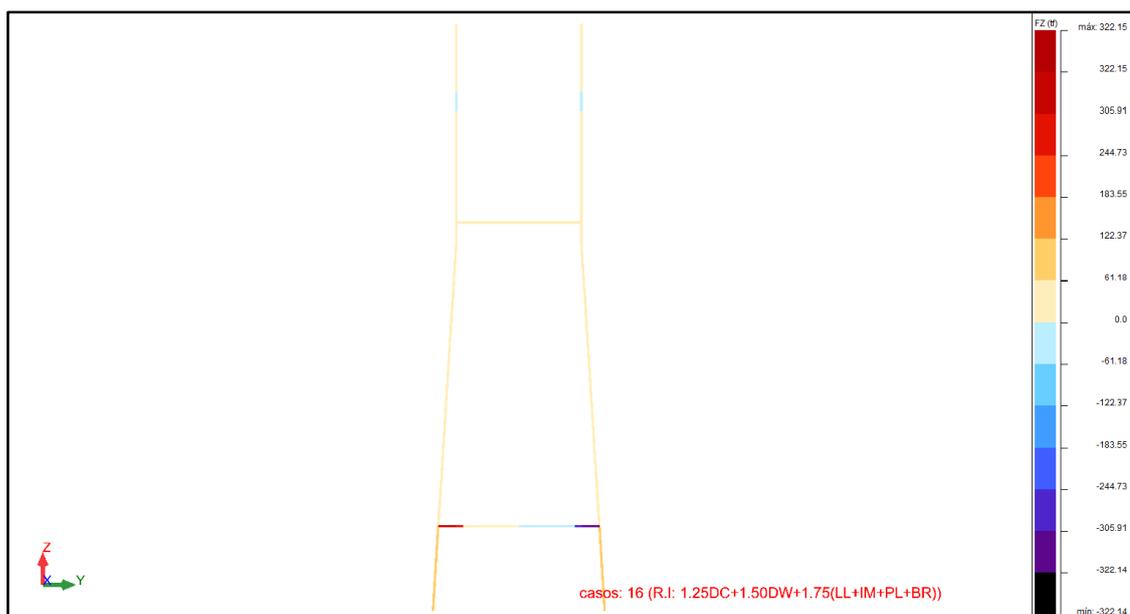


*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I:  $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$ ), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en Z ( $F_z$ ), de la torre:

**Figura 181**

*Esfuerzo ( $F_z$ ) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.6.4.3. Deformaciones

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la torre 01.

**Tabla 142**

*Deformación (Ux) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

Ux (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0
6	-1.0566	-1.0566	-0.9308	-0.9877	-0.8822	-0.7885
7	-3.9826	-3.9826	-3.5273	-3.7331	-3.3515	-3.0057
8	0.0541	0.0541	0.048	0.0509	0.0456	-0.2503
21	0	0	0	0	0	0
22	-1.0566	-1.0566	-0.9308	-0.9877	-0.8822	-0.8477
23	-3.9826	-3.9826	-3.5273	-3.733	-3.3515	-3.2332
24	0.0543	0.0543	0.0481	0.0507	0.0457	0.3353
37	-0.0182	-0.0182	-0.0155	-0.0181	-0.0145	0.0328

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 143**

*Deformación (Uy) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

Uy (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0
6	0.0412	0.0486	0.0434	0.0444	0.0413	0.0827
7	0.1216	0.1612	0.1326	0.1458	0.1216	-0.2083
8	14.8177	-6.2983	8.9082	1.9991	14.3872	24.1302
21	0	0	0	0	0	0
22	-0.0413	-0.0487	-0.0434	-0.0444	-0.0413	0.0048
23	-0.1217	-0.1615	-0.1328	-0.1456	-0.1217	-0.4224
24	-14.8176	6.2971	-8.9087	-1.9969	-14.3871	-21.2467
37	-0.1874	-1.1871	-0.4669	-0.789	-0.3193	0.1615

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 144**

*Deformación (Uz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

Uz (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0
6	-0.1874	-1.1871	-0.4669	-0.789	-0.3193	-0.3193

Uz (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
7	13.1908	-6.0159	7.8157	1.5328	12.7602	12.7602
8	-3.5062	-4.1703	-3.6912	-3.9077	-3.5062	-3.5062
21	0	0	0	0	0	0
22	-0.1874	-1.1871	-0.4669	-0.7891	-0.3194	-0.3194
23	13.1907	-6.0148	7.8161	1.5309	12.7601	12.7601
24	-3.5062	-4.1703	-3.6912	-3.9077	-3.5062	-3.5062
37	-0.8831	-1.0575	-0.9317	-0.9885	-0.8831	-0.8831

Nota: Elaboración propia

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la torre 02.

**Tabla 145**

*Deformación (Ux) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

Ux (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	-0.8942	-1.0686	-0.9428	-0.9997	-0.8942	-0.8004
40	-3.3976	-4.0291	-3.5735	-3.7794	-3.3976	-3.0512
41	0.0463	0.055	0.0487	0.0514	0.0463	-0.2517
54	0	0	0	0	0	0
55	-0.8942	-1.0686	-0.9428	-0.9998	-0.8942	-0.8597
56	-3.3976	-4.029	-3.5735	-3.7794	-3.3976	-3.2794
57	0.0462	0.0547	0.0486	0.0515	0.0462	0.3379
70	-0.0151	-0.0187	-0.016	-0.0186	-0.0151	0.0319

Nota: Elaboración propia

**Tabla 146**

*Deformación (Uy) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

Uy (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	-0.0415	-0.0489	-0.0436	-0.0446	-0.0414	-0.0826
40	-0.1242	-0.164	-0.1353	-0.1481	-0.1241	0.2079
41	-1.0527	20.0636	4.8568	11.7691	-1.4832	-10.3647
54	0	0	0	0	0	0
55	0.0414	0.0488	0.0436	0.0446	0.0414	-0.0042

Uy (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
56	0.1241	0.1637	0.1351	0.1483	0.1241	0.4269
57	1.0527	-20.0649	-4.8573	-11.767	1.4832	7.4847
70	0.8858	1.8855	1.1654	1.4876	0.7539	0.5371

Nota: Elaboración propia

**Tabla 147**

*Deformación (Uz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

Uz (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	-0.8858	-1.8855	-1.1654	-1.4876	-0.7539	-0.5371
40	0.6557	-18.551	-4.7193	-11.005	1.0863	9.0565
41	-3.5548	-4.2193	-3.7399	-3.9565	-3.5548	-3.1916
54	0	0	0	0	0	0
55	-0.8858	-1.8856	-1.1654	-1.4875	-0.7539	-0.4959
56	0.6558	-18.5522	-4.7198	-11.0031	1.0863	6.5729
57	-3.5548	-4.2192	-3.7399	-3.9566	-3.5548	-3.4291
70	-0.895	-1.0696	-0.9437	-1.0006	-0.895	-0.804

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de las deformaciones (UX, UY y UZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la torre 01.

**Tabla 148**

*Deformación (Ux) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

Ux (mm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
3	0	0	0	0
6	-1.6297	-1.2285	-1.1826	-1.1134
7	-6.0083	-4.547	-4.4364	-4.1878
8	0.0816	-0.3495	-0.0279	0.0571
21	0	0	0	0
22	-1.6296	-1.3115	-1.2004	-1.1134
23	-6.0083	-4.8667	-4.5049	-4.1878
24	0.0817	0.4775	0.1496	0.0569
37	-0.0308	0.0426	-0.0086	-0.0212

Nota: Elaboración propia

**Tabla 149***Deformación (Uy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>Uy (mm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
3	0	0	0	0
6	0.0723	0.1204	0.0662	0.0492
7	0.2726	-0.2546	0.0967	0.1745
8	-63.2225	-17.2822	-22.5349	-13.7962
21	0	0	0	0
22	-0.0723	0.0008	-0.0403	-0.0492
23	-0.2726	-0.6357	-0.2877	-0.1743
24	63.2239	21.2459	23.3825	13.7986
37	-4.0786	-1.8355	-2.0923	-1.7036

*Nota: Elaboración propia***Tabla 150***Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

<b>Uz (mm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
3	0	0	0	0
6	-4.0786	-1.8355	-2.0923	-1.7036
7	-57.8604	-16.1018	-20.8429	-12.8926
8	-6.295	-4.7591	-4.6482	-4.3862
21	0	0	0	0
22	-4.0786	-1.7741	-2.079	-1.7038
23	-57.8616	-19.5185	-21.5735	-12.8947
24	-6.2949	-5.0919	-4.7195	-4.3862
37	-1.631	-1.2336	-1.1844	-1.1143

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de las deformaciones (UX, UY y UZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la torre 02.

**Tabla 151***Deformación (Ux) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>Ux (mm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
38	0	0	0	0
39	-1.6417	-1.2405	-1.1947	-1.1254
40	-6.0548	-4.5934	-4.4829	-4.2342

<b>Ux (mm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
41	0.0823	-0.3491	-0.0272	0.0576
54	0	0	0	0
55	-1.6417	-1.3236	-1.2125	-1.1255
56	-6.0548	-4.9132	-4.5515	-4.2343
57	0.0822	0.4783	0.1501	0.0577
70	-0.0314	0.0421	-0.0092	-0.0219

Nota: Elaboración propia

**Tabla 152**

*Deformación (Uy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>Uy (mm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
38	0	0	0	0
39	-0.0724	-0.1206	-0.0664	-0.0493
40	-0.275	0.2523	-0.0992	-0.1768
41	75.4872	31.0489	35.443	26.276
54	0	0	0	0
55	0.0723	-0.0006	0.0404	0.0493
56	0.275	0.6384	0.2901	0.1769
57	-75.4859	-35.0122	-36.2895	-26.2737
70	4.3153	2.5339	2.5269	2.0064

Nota: Elaboración propia

**Tabla 153**

*Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

<b>Uz (mm)</b>				
<b>Barra</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
<b>38</b>	0	0	0	0
<b>39</b>	-4.3153	-2.5339	-2.5269	-2.0064
<b>40</b>	-68.894	-28.6382	-32.5203	-24.1414
<b>41</b>	-6.3439	-4.808	-4.6972	-4.4351
<b>54</b>	0	0	0	0
<b>55</b>	-4.3153	-2.4726	-2.5136	-2.0063
<b>56</b>	-68.8929	-32.0545	-33.2499	-24.1393
<b>57</b>	-6.3439	-5.1409	-4.7686	-4.4352
<b>70</b>	-1.643	-1.2456	-1.1965	-1.1263

Nota: Elaboración propia

#### 4.6.7. Resultados del Análisis Estructural Reforzada

##### 4.6.7.1. Resultado de losa

##### 4.6.7.1.1. Momentos flectores

Se obtienen un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), después del reforzamiento de la losa.

**Tabla 154**

*Momento Flector (Mxx) - Losa con CFRP.*

<b>Mxx (tfm/m)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	205.15	161.06	190.49	173.28	205.26	226.02
Min	-280.07	-191.25	-258.33	-232.12	-280.08	-331.05

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de momentos flectores máximos y mínimos de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

**Tabla 155**

*Momento Flector (Mxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.*

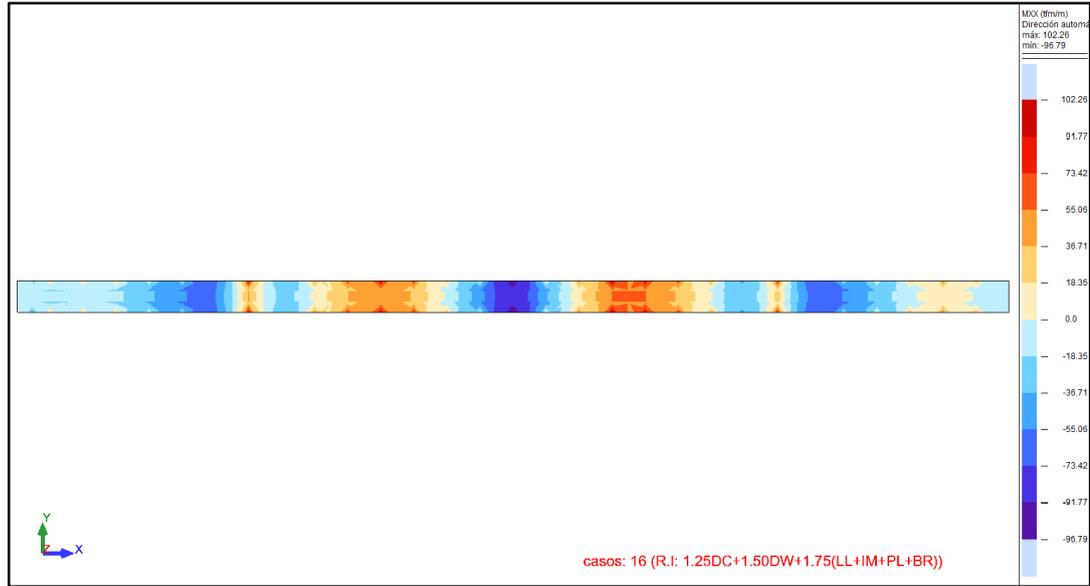
<b>Mxx (tfm/m)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	102.26	147.3	144.94	157.6
Min	-95.24	-149.56	-142.21	-178.58

*Nota: Elaboración propia*

Para el caso 16 de combinación R.I:  $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$ , se tiene un momento máximo de 102.26tfm/m y un momento mínimo de -95.24tfm/m.

**Figura 182**

*Momento Flector del Caso 16 – Losa con CFRP*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.7.1.2. Esfuerzos cortantes

Se obtienen un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), después del reforzamiento de la losa.

**Tabla 156**

*Esfuerzo Cortante (Qxx) - Losa con CFRP.*

CASO	Qxx (tf/m)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	42.81	40.34	42.24	41.35	42.79	43.71
Min	-43.65	-41.18	-43.09	-42.19	-43.66	-44.55

*Nota:* Elaboración propia.

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximos y mínimos de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

**Tabla 157**

*Esfuerzo Cortante (Qxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.*

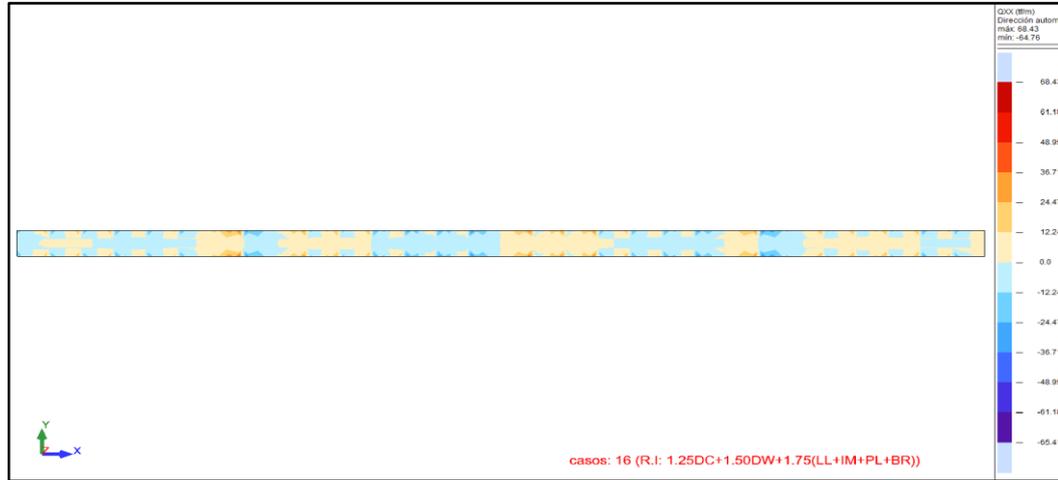
CASO	Qxx (tf/m)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	42.91	38.85	38.58	39.75
Min	-42.06	-39.69	-39.44	-40.63

*Nota:* Elaboración propia.

Para el caso 16 de combinación R.I:  $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$ , se tiene el esfuerzo cortante máximo de 42.91tf/m y el esfuerzo cortante mínimo de -42.06tf/m.

**Figura 183**

*Esfuerzo Cortante del Caso 16 – Losa con CFRP*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

#### 4.6.7.1.3. Fuerzas en losa

##### A. Fuerza a compresión de las cargas

Se obtienen un resumen de las fuerzas a compresión de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), después del reforzamiento de la losa.

**Tabla 158**

*Fuerza a Compresión (Sxx) - Losa con CFRP.*

Sxx (tf/m <sup>2</sup> )						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	24497.47	18978.14	22713.78	20620.3	24503.26	26872.15
Min	-34148.48	-23608.58	-31577.7	-28469.67	-34153.57	-40077.85

*Nota: Elaboración propia.*

##### B. Fuerza a compresión de las combinaciones de cargas

Se obtuvieron los resultados de las fuerzas a compresión máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

**Tabla 159**

*Fuerza a Compresión (Sxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.*

Sxx (tf/m <sup>2</sup> )				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	11612.84	17083.34	16917.91	18534.7

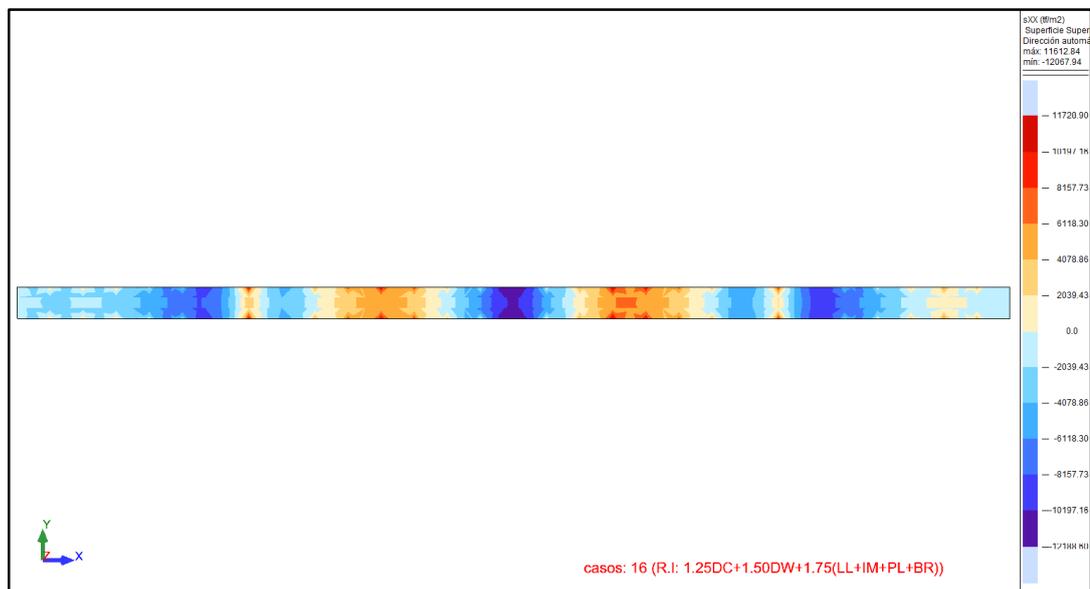
Sxx (tf/m <sup>2</sup> )				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Min	-11873.45	-18437.81	-17626.54	-22112.11

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene la fuerza a compresión máxima de 11612.84tf/m<sup>2</sup> y la fuerza a compresión mínima de -11873.45tf/m<sup>2</sup>.

**Figura 184**

Fuerza a Compresión del Caso 16 – Losa con CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

### C. Fuerza a tracción de las cargas

Se obtienen un resumen de las fuerzas a tracción de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), después del reforzamiento de la losa.

**Tabla 160**

Cuadro Fuerza a Tracción (Sxx) - Losa con CFRP.

Sxx (tf/m <sup>2</sup> )						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	32243.7	21725.26	29656.57	26559.19	32241.27	38393
Min	-24131.92	-19198.41	-22439.58	-20516.47	-24151.05	-26703.29

Nota: Elaboración propia

## D. Fuerza a tracción de las combinaciones de cargas

Se obtuvieron los resultados de las fuerzas a tracción máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

**Tabla 161**

*Fuerzas a Tracción (Sxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.*

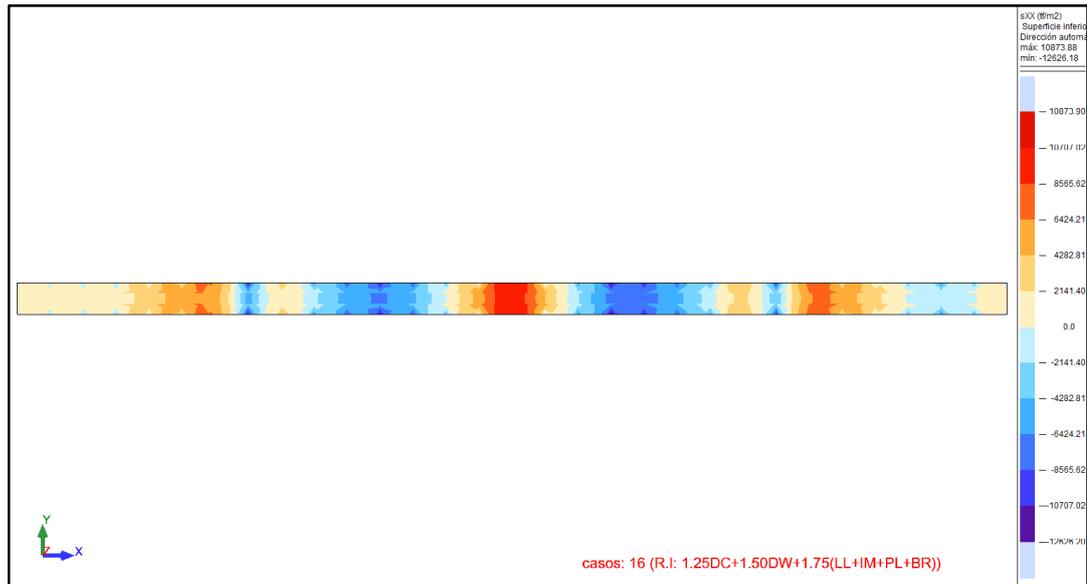
Sxx (tf/m2)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	10702.1	17014.33	16081.85	20218.43
Min	-12626.18	-17835.86	-17439.7	-18823.89

*Nota:* Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene la fuerza a tracción máxima de 10702.10tf/m2 y la fuerza a tracción mínima de -12626.18tf/m2.

**Figura 185**

*Fuerza a Tracción del Caso 16 – Losa con CFRP*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

### 4.6.7.1.4. Reacciones

#### Reacciones en las cargas

Se obtienen las reacciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), en los siguientes cuadros, después del reforzamiento de losa.

**Tabla 162***Reacciones de Peso Propio (DC) - Losa con CFRP.*

Nudo	DC					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-27.97	72.64	1283.94	34.24	-299.67	28.34
26	-27.97	-72.62	1283.92	-34.33	-299.66	-28.34
49	27.97	72.71	1305.42	38.27	-254.99	-14.93
73	27.97	-72.73	1305.44	-38.17	-254.98	14.93
100	0	60.09	-54	0	0	0
101	0	62.56	-69.17	0	0	0
102	0	-60.1	-54.01	0	0	0
103	0	-62.55	-69.17	0	0	0

*Nota: Elaboración propia***Tabla 163***Reacciones de Carga Muerta (DW) - Losa con CFRP.*

Nudo	DW					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	25.36	105.28	1560.31	-7.84	-270.83	-13.24
26	25.36	-105.26	1560.3	7.74	-270.82	13.23
49	-25.36	105.36	1581.86	-3.82	-284.51	26.67
73	-25.36	-105.38	1581.87	3.94	-284.5	-26.67
100	0	75.55	-57.33	0	0	0
101	0	78.03	-72.53	0	0	0
102	0	-75.56	-57.33	0	0	0
103	0	-78.01	-72.54	0	0	0

*Nota: Elaboración propia***Tabla 164***Reacciones de Carga Peatonal (PL) - Losa con CFRP.*

Nudo	PL					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-15.09	80.49	1350.61	24.2	-292.72	18.3
26	-15.09	-80.47	1350.6	-24.29	-292.71	-18.3
49	15.09	80.56	1372.12	28.22	-262.13	-4.88
73	15.09	-80.58	1372.13	-28.12	-262.12	4.88
100	0	64.1	-54.8	0	0	0
101	0	66.58	-69.98	0	0	0

Nudo	PL					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
102	0	-60	0	0		
103	0	-66.56	-69.98	0	0	0

Nota: Elaboración propia

**Tabla 165**

Reacciones de Carga Vehicular (LL) - Losa con CFRP.

Nudo	LL					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	0.09	90.02	1428.69	11.1	-284.51	6.46
26	0.1	-89.99	1428.68	-11.21	-284.51	-6.46
49	-0.1	90.09	1450.22	15.13	-270.53	6.97
73	-0.09	-90.11	1450.24	-15.02	-270.52	-6.97
100	0	65.55	-55.67	0	0	0
101	0	68.03	-70.86	0	0	0
102	0	-65.56	-55.67	0	0	0
103	0	-68.01	-70.86	0	0	0

Nota: Elaboración propia

**Tabla 166**

Reacciones de Fuerza de Frenado (BR) - Losa con CFRP.

Nudo	BR					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-35.94	72.64	1283.99	34.24	-369.57	36.05
26	-35.94	-72.63	1283.98	-34.33	-369.57	-36.05
49	20	72.71	1305.36	38.27	-324.89	-7.23
73	20	-72.73	1305.38	-38.17	-324.88	7.23
100	0	60.12	-54.13	0	0	0
101	0	62.53	-69.04	0	0	0
102	0	-60.13	-54.14	0	0	0
103	0	-62.52	-69.03	0	0	0

Nota: Elaboración propia

**Tabla 167***Reacciones de Carga de Viento (WS) - Losa con CFRP.*

Nudo	WS					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-45.34	52.21	1158.15	76.07	-304.86	44.64
26	-44.79	-72.09	1233.72	-19.98	-312.88	-38.7
49	45.34	52.28	1179.56	80.08	-249.49	-31.23
73	44.79	-72.2	1255.19	-23.83	-241.49	25.3
100	0	53.44	-60.6	0	0	0
101	0	56.56	-75.72	0	0	0
102	0	-57.72	-45.39	0	0	0
103	0	-60.82	-60.54	0	0	0

*Nota: Elaboración propia***Reacciones en las combinaciones de cargas**

Se obtuvieron los resultados de las reacciones de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

**Tabla 168***Reacciones del Caso 16 (R.I.) - Losa con CFRP.*

Nudo	CASO 16					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	138.60	195.33	2378.20	-114.59	-323.97	-98.91
26	139	-195	2378	114	-324	99
49	-167	195	2400	-111	-477	139
73	-167	-195	2400	111	-477	-139
100	0.00	107.79	-64.83	0.00	0.00	0.00
101	0	110	-80	0	0	0
102	0	-108	-65	0	0	0
103	0	-110	-80	0	0	0

*Nota: Elaboración propia***Tabla 169***Reacciones del Caso 17 (R.III.) - Losa con CFRP.*

Nudo	CASO 17					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	57.12	122.65	1831.6	1.74	-247.66	-34.12
26	57.89	-150.48	1937.47	76.72	-258.93	42.47

<b>CASO 17</b>						
<b>Nudo</b>	<b>Fx (tf)</b>	<b>Fy (tf)</b>	<b>Fz (tf)</b>	<b>Mx (tfm)</b>	<b>My (tfm)</b>	<b>Mz (tfm)</b>
49	-57.12	122.73	1853.11	5.74	-307.86	47.56
73	-57.89	-150.61	1959	72.95	-296.59	-55.9
100	0	81.81	-69.15	0	0	0
101	0	85.18	-84.32	0	0	0
102	0	-87.81	-47.96	0	0	0
103	0	-91.16	-63.16	0	0	0

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 170**

*Reacciones del Caso 20 (S.I.) - Losa con CFRP.*

<b>CASO 20</b>						
<b>Nudo</b>	<b>Fx (tf)</b>	<b>Fy (tf)</b>	<b>Fz (tf)</b>	<b>Mx (tfm)</b>	<b>My (tfm)</b>	<b>Mz (tfm)</b>
1	1734.13	-28.44	-320.16	-32.46		
26	53.15	-130.31	1756.82	45.15	-322.57	34.24
49	-68.93	124.44	1755.58	-24.42	-375.33	61.3
73	-69.09	-130.44	1778.28	41.38	-372.9	-63.09
100	0	83.07	-61.97	0	0	0
101	0	85.67	-76.91	0	0	0
102	0	-84.36	-57.44	0	0	0
103	0	-86.94	-72.37	0	0	0

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 171**

*Reacciones del Caso 21 (F.I.) - Losa con CFRP.*

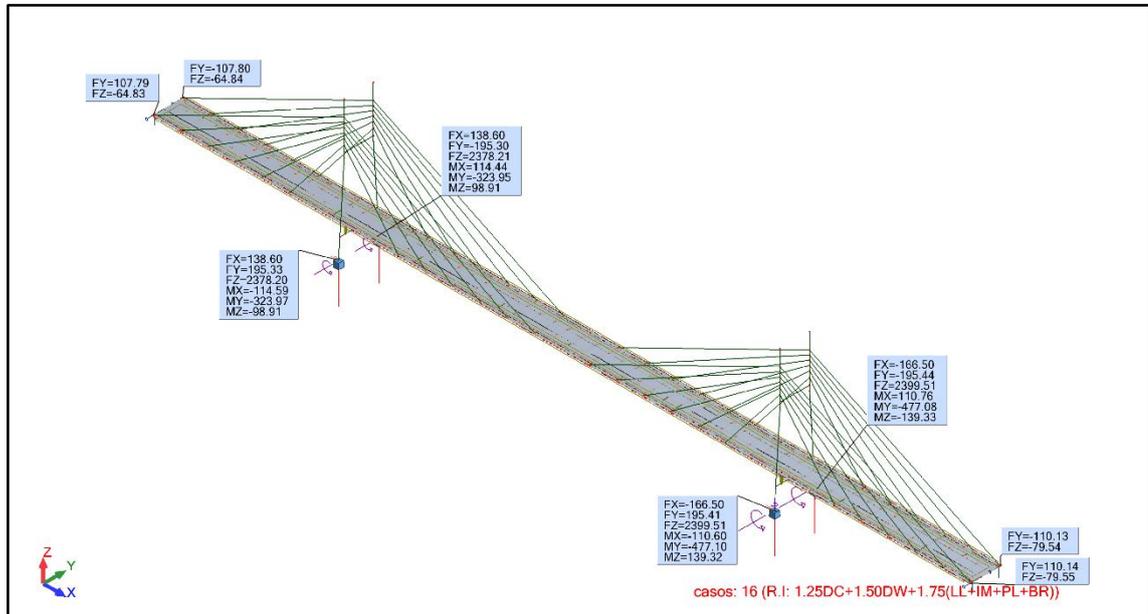
<b>CASO 21</b>						
<b>Nudo</b>	<b>Fx (tf)</b>	<b>Fy (tf)</b>	<b>Fz (tf)</b>	<b>Mx (tfm)</b>	<b>My (tfm)</b>	<b>Mz (tfm)</b>
1	21.39	110.47	1601.23	-15.5	-371.35	-7.91
26	21.39	-110.45	1601.21	15.39	-371.34	7.91
49	-45.3	110.54	1622.61	-11.48	-393.76	44.45
73	-45.3	-110.57	1622.62	11.6	-393.75	-44.45
100	0	74.35	-57.95	0	0	0
101	0	76.73	-72.76	0	0	0
102	0	-74.36	-57.96	0	0	0
103	0	-76.71	-72.75	0	0	0

*Nota:* Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I:  $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$ , se tiene la siguiente imagen donde ubican las reacciones.

**Figura 186**

*Reacciones de la Combinación de Carga Caso 16 - Losa con CFRP.*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.7.1.5. Deformaciones de losa

##### Deformaciones de cargas

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), con el reforzamiento de la losa.

**Tabla 172**

*Deformaciones (UGZ) de las Cargas - Losa con CFRP.*

	UGZ (mm)					
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	463.92	329.90	431.48	393.45	463.92	511.81
Min	-38.65	-32.51	-37.16	-35.43	-38.57	-41.14

*Nota:* Elaboración propia

##### Deformaciones de las combinaciones

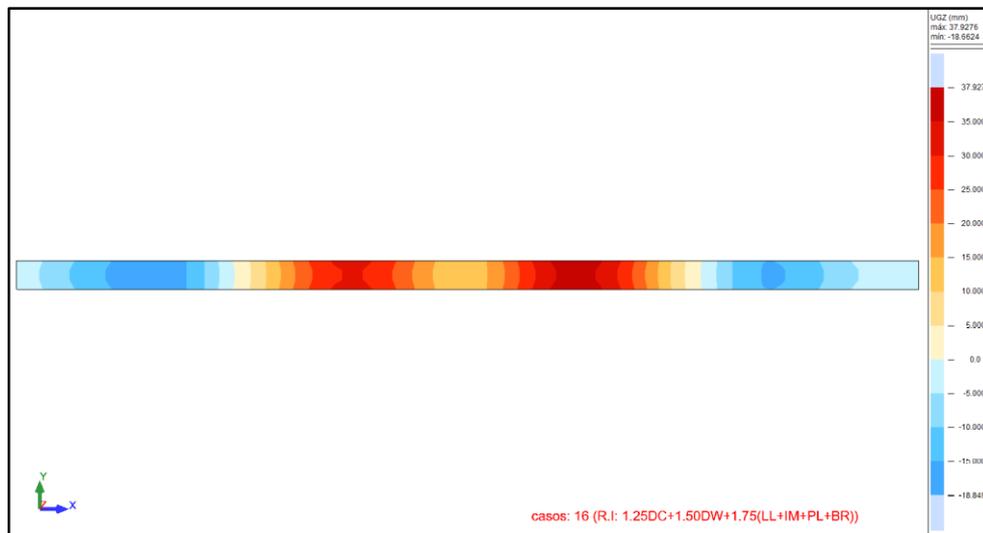
Se obtuvieron los resultados de las deformaciones máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

**Tabla 173***Deformaciones (UGZ) de las Combinaciones de Cargas - Losa con CFRP.*

UGZ (mm)					
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I	
Max	37.93	256.17	242.25	310.07	
Min	-18.66	-29.61	-28.42	-31.50	

*Nota: Elaboración propia*

Para el caso 16 de combinación R.I:  $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$ , se tiene una máxima deformación de 37.93mm y una mínima deformación de -18.66mm.

**Figura 187***Deformación del Caso 16 - Losa con CFRP.**Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

#### 4.6.7.2. Resultado de vigas

##### 4.6.7.2.1. Momentos flectores

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la viga longitudinal exterior aguas arriba y aguas abajo.

**Tabla 174***Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.*

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	262.39	182.49	238.53	215.47	262.41	275.47
Min	-178.65	-142.56	-166.80	-152.82	-178.75	-193.30

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 175***Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.*

<b>MY (tfm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	262.39	182.49	238.53	215.47	262.41	311.28
Min	-178.65	-142.56	-166.80	-152.82	-178.75	-195.43

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales exteriores aguas arriba y aguas abajo.

**Tabla 176***Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.*

<b>MY (tfm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	80.49	143.06	141.55	173.19
Min	-100.66	-128.07	-127.85	-139.45

*Nota: Elaboración propia***Tabla 177***Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.*

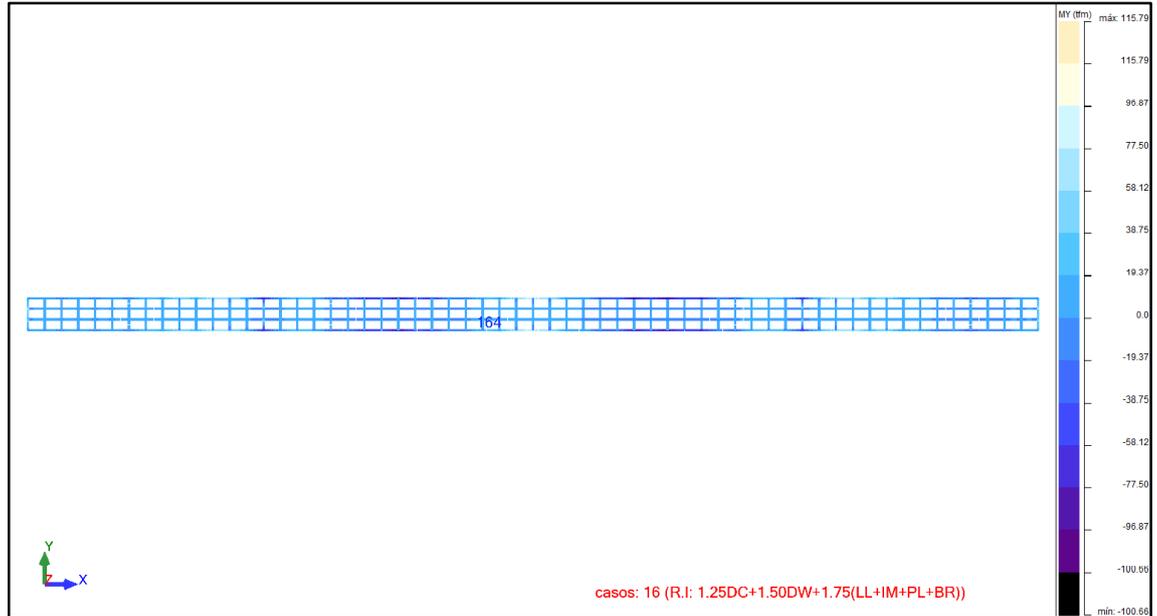
<b>MY (tfm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	150.76	150.76	143.38	173.19
Min	-130.42	-130.42	-128.35	-139.45

*Nota: Elaboración propia*

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene un momento máximo de 80.49tfm y un momento mínimo de -100.66tfm.

**Figura 188**

*Deformación del Caso 16- Losa con CFRP.*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas longitudinales intermedias aguas arriba y abajo.

**Tabla 178**

*Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.*

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	6.89	4.57	6.33	5.65	6.89	7.54
Min	-5.10	-3.82	-4.74	-4.36	-5.10	-5.57

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 179**

*Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.*

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	6.89	4.57	6.33	5.65	6.89	7.73
Min	-5.10	-3.82	-4.74	-4.36	-5.10	-5.61

*Nota:* Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales.

**Tabla 180**

Momento ( $M_y$ ) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.

<b>My (tfm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	1.88	3.18	3.19	4.20
Min	-2.06	-3.36	-3.24	-3.68

Nota: Elaboración propia.

**Tabla 181**

Momento ( $M_y$ ) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.

<b>My (tfm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	1.88	3.30	3.22	4.20
Min	-2.06	-3.37	-3.24	-3.68

Nota: Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

**Tabla 182**

Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.

<b>My (tfm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	57.37	72.94	60.88	67.78	57.38	53.50
Min	9.76	10.74	10.22	8.61	9.79	9.48

Nota: Elaboración propia

**Tabla 183**

Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.

<b>My (tfm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	4.53	5.40	4.64	5.77	4.53	4.14
Min	-0.72	-0.72	-0.71	-0.80	-0.72	-0.78

Nota: Elaboración propia

**Tabla 184***Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.*

<b>My (tfm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	61.88	26.99	53.93	39.28	61.87	75.32
Min	-16.16	-7.83	-14.29	-10.64	-16.16	-20.68

*Nota: Elaboración propia***Tabla 185***Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.*

<b>My (tfm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	9.68	7.25	8.99	9.18	9.68	10.28
Min	4.58	2.61	4.12	3.45	4.58	5.17

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

**Tabla 186***Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.*

<b>My (tfm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	114.60	84.72	85.73	78.28
Min	9.63	10.86	10.11	8.66

*Nota: Elaboración propia***Tabla 187***Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.*

<b>My (tfm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	8.89	5.99	6.65	6.57
Min	-0.91	-0.87	-0.80	-0.81

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 188**

Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.

<b>My (tfm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
<i>Max</i>	16.45	8.02	1.85	1.85
<i>Min</i>	-63.92	-5.00	-1.80	-1.80

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 189**

Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.

<b>My (tfm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
<b>Max</b>	2.93	5.77	6.27	7.92
<b>Min</b>	-2.26	1.31	1.21	2.20

*Nota:* Elaboración propia

#### 4.6.7.2.2. Esfuerzos cortantes

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la viga longitudinal exterior aguas arriba y aguas abajo.

**Tabla 190**

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.

<b>Fz (tf)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
<i>Max</i>	51.28	49.08	50.78	49.92	51.30	51.93
<i>Min</i>	-50.33	-48.13	-49.83	-48.97	-50.31	-50.98

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 191**

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.

<b>Fz (tf)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
<b>MAX</b>	51.28	49.08	50.78	431.38	51.30	52.08
<b>MIN</b>	-50.33	-48.13	-49.83	-37.10	-50.31	-51.13

*Nota:* Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales exteriores.

**Tabla 192**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.*

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	50.22	47.57	47.42	48.51
Min	-51.08	-46.63	-46.46	-47.52

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 193**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.*

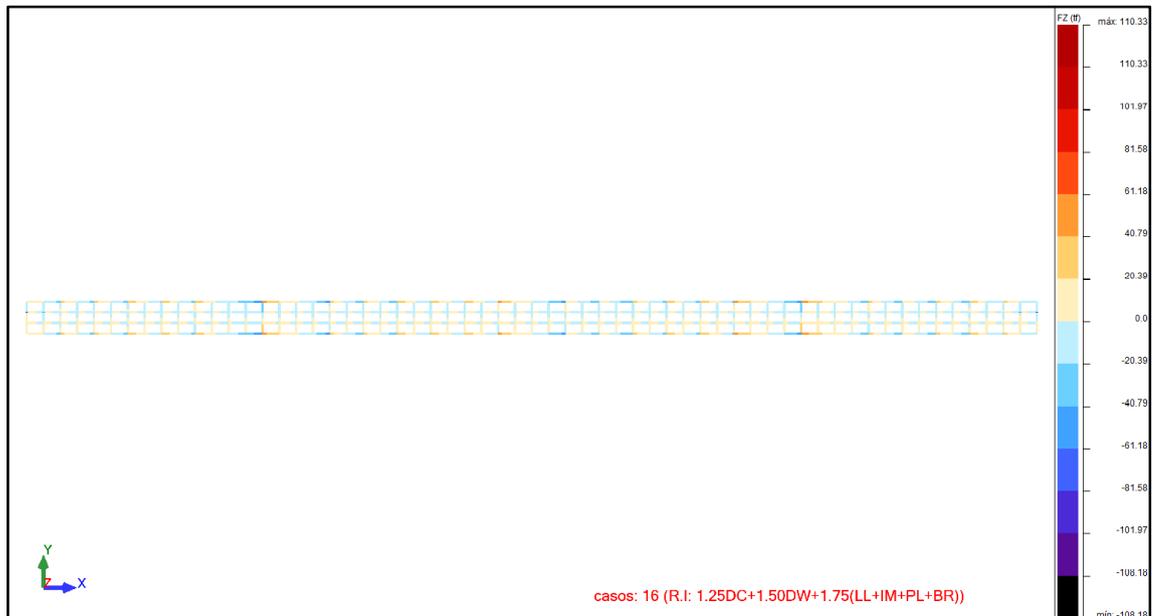
Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	47.78	47.78	47.47	48.51
Min	-46.84	-46.84	-46.50	-47.52

*Nota: Elaboración propia*

Para el caso 16 de combinación R.I:  $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$ , se tiene un esfuerzo cortante máximo de 50.22tf y un esfuerzo cortante mínimo de -51.08tf.

**Figura 189**

*Esfuerzo Cortante de Viga del Caso 16 - Losa con CFRP*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas longitudinales intermedias aguas arriba y abajo.

**Tabla 194**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.*

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	0.66	0.60	0.65	0.63	0.66	0.69
Min	-0.65	-0.59	-0.64	-0.62	-0.65	-0.68

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 195**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.*

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	0.66	0.60	0.65	0.63	0.66	0.67
Min	-0.65	-0.59	-0.64	-0.62	-0.65	-0.66

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales interiores

**Tabla 196**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas Combinadas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.*

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	0.67	0.65	0.56	0.59
Min	-0.68	-0.64	-0.55	-0.58

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 197**

*Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas Combinadas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.*

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	0.67	0.62	0.55	0.59
Min	-0.68	-0.61	-0.54	-0.58

Nota: Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

**Tabla 198**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	55.49	70.67	58.97	63.49	55.50	25.94
Min	-57.48	-71.96	-60.73	-65.54	-57.50	-76.93

Nota: Elaboración propia

**Tabla 199**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	6.64	7.34	6.53	6.39	6.64	8.47
Min	-6.64	-7.34	-6.53	-6.39	-6.64	-5.10

Nota: Elaboración propia

**Tabla 200**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	35.31	15.20	30.72	22.39	35.31	41.33
Min	-35.31	-15.20	-30.71	-22.39	-35.31	-43.48

Nota: Elaboración propia

**Tabla 201**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	2.78	2.66	2.47	2.21	2.78	4.95
Min	-2.78	-2.66	-2.47	-2.21	-2.78	-2.15

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

**Tabla 202**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000  
- Losa con CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	107.45	45.98	73.33	72.73
Min	-107.84	-115.04	-89.14	-74.50

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 203**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035  
- Losa con CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	7.96	11.15	7.53	6.10
Min	-7.96	-6.43	-6.52	-6.10

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 204**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070  
- Losa con CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
<b>MAX</b>	39.78	3.41	6.55	6.55
<b>MIN</b>	-39.77	-10.53	-8.07	-8.07

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 205**

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150  
- Losa con CFRP.*

<b>Fz (tf)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	1.54	6.09	2.32	2.09
Min	-1.54	-1.61	-1.77	-2.09

*Nota: Elaboración propia*

#### **4.6.7.2.3. Deformaciones de cargas**

Se obtiene un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la viga longitudinal exteriores, interiores de aguas arriba y abajo y vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

**Tabla 206***Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal – Agua Arriba*

<b>Uz (mm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	463.83	329.75	431.38	393.33	463.83	502.00
Min	-38.61	-32.36	-37.10	-35.27	-38.53	-41.14

*Nota: Elaboración propia***Tabla 207***Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal – Agua Abajo*

<b>Uz (mm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	463.83	329.75	431.38	393.33	463.83	511.75
Min	-38.61	-32.36	-37.10	-35.27	-38.53	-40.13

*Nota: Elaboración propia***Tabla 208***Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal N°1-Intermedia*

<b>Uz (mm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	462.97	329.14	430.59	392.54	462.97	504.33
Min	-38.65	-32.51	-37.16	-35.43	-38.57	-40.79

*Nota: Elaboración propia***Tabla 209***Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal N°2-Intermedia*

<b>Uz (mm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	462.97	329.14	430.59	392.54	462.97	507.59
Min	-38.65	-32.51	-37.16	-35.43	-38.57	-40.45

*Nota: Elaboración propia***Tabla 210***Deformaciones de las Cargas de Viga 0+000*

<b>Uz (mm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
<b>Max</b>	-0.31	-0.30	-0.31	-0.30	-0.31	-0.30
<b>Min</b>	-0.54	-0.61	-0.56	-0.61	-0.54	-0.52

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 211***Deformaciones de las Cargas de Viga 0+035*

<b>Uz (mm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	-29.21	-25.37	-28.28	-27.10	-29.10	-29.70
Min	-29.56	-25.80	-28.65	-27.56	-29.46	-31.23

*Nota: Elaboración propia***Tabla 212***Deformaciones de las Cargas de Viga 0+070*

<b>Uz (mm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	463.83	329.75	431.38	393.33	463.83	511.75
Min	462.97	329.14	430.59	392.54	462.97	502.00

*Nota: Elaboración propia***Tabla 213***Deformaciones de las Cargas de Viga 0+150*

<b>Uz (mm)</b>						
<b>CASO</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
Max	463.83	329.75	431.38	393.33	463.83	511.75
Min	462.97	329.14	430.59	392.54	462.97	502.00

*Nota: Elaboración propia***4.6.7.2.4. Deformaciones de combinaciones****De cargas de vigas longitudinales externas****Tabla 214***Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.*

<b>Uz (mm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	37.89	242.59	239.34	309.86
Min	-18.09	-29.51	-28.24	-31.25

*Nota: Elaboración propia***Tabla 215***Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.*

<b>Uz (mm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	256.10	256.10	242.23	309.86

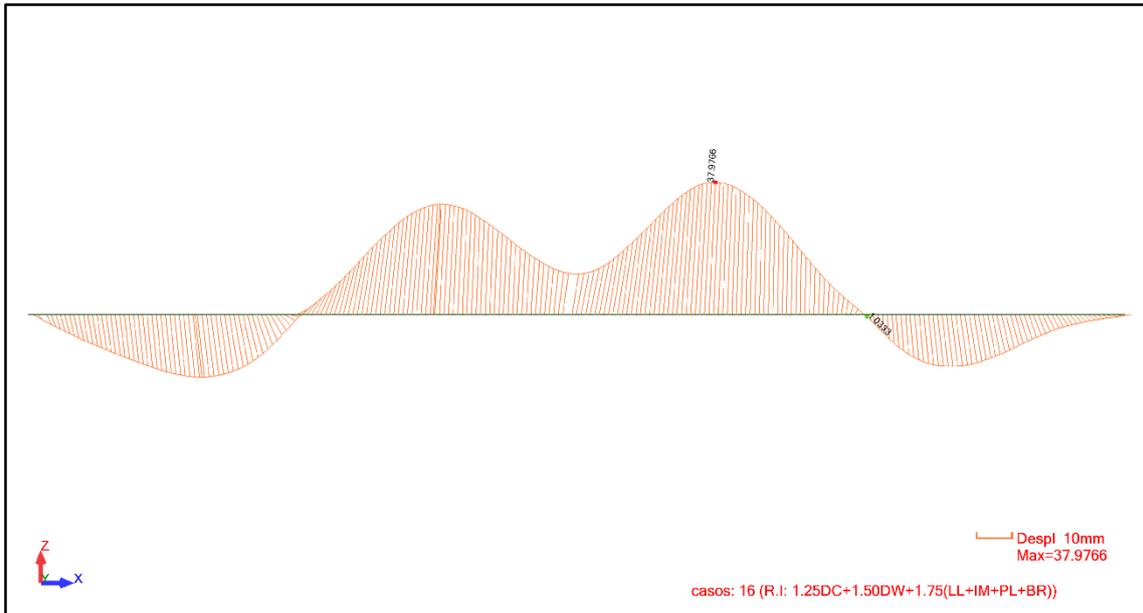
Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Min	-28.09	-28.09	-27.94	-31.25

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene una máxima deformación de 3789mm y una mínima deformación de -18.09mm.

**Figura 190**

Deformación de la Viga Longitudinal Externa del Caso 16 - Losa con CFRP.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

### De cargas de vigas longitudinales intermedias

**Tabla 216**

Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.

Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	36.74	246.51	239.67	309.20
Min	-18.66	-29.25	-28.42	-31.50

Nota: Elaboración propia

**Tabla 217**

*Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.*

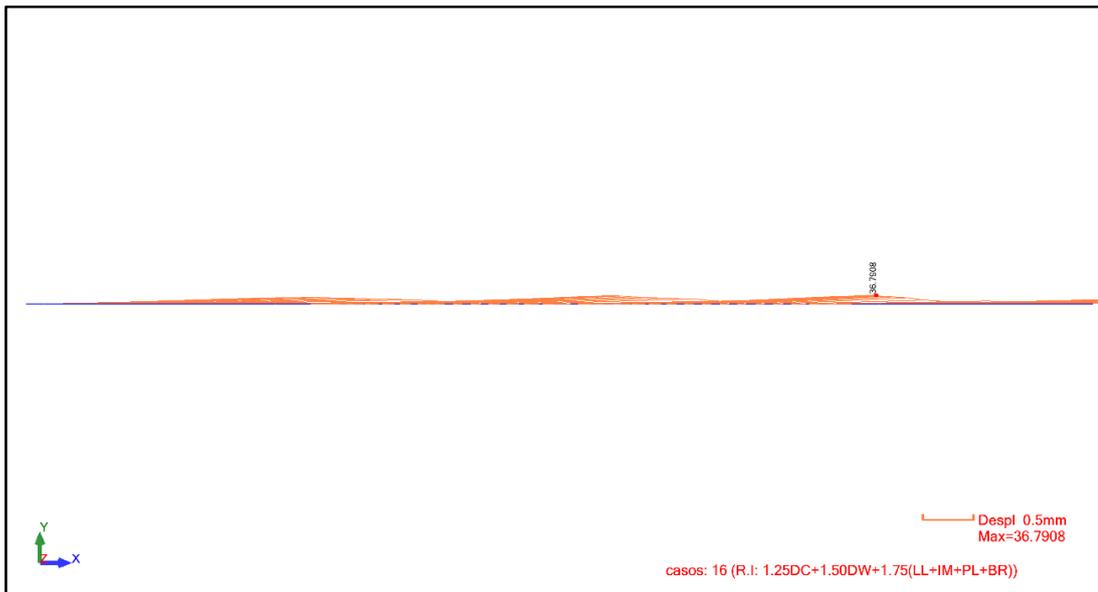
Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	36.74	251.02	240.64	309.20
Min	-18.66	-28.77	-28.32	-31.50

*Nota:* Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene una máxima deformación de 36.74mm y una mínima deformación de -18.66mm.

**Figura 191**

*Deformación de la Viga Longitudinal Intermedia del Caso 16 - Losa con CFRP.*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

### De cargas de las vigas transversales

**Tabla 218**

*Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000 – Losa con CFRP.*

Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	-0.28	-0.28	-0.29	-0.29
Min	-0.82	-0.67	-0.68	-0.65

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 219**

*Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035 – Losa con CFRP.*

<b>Uz (mm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	-16.18	-22.21	-22.42	-24.54
Min	-16.90	-24.36	-23.26	-25.07

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 220**

*Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070 – Losa con CFRP.*

<b>Uz (mm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	-1.89	-1.38	-1.32	-1.32
Min	-2.30	-1.47	-1.35	-1.35

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 221**

*Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150 – Losa con CFRP.*

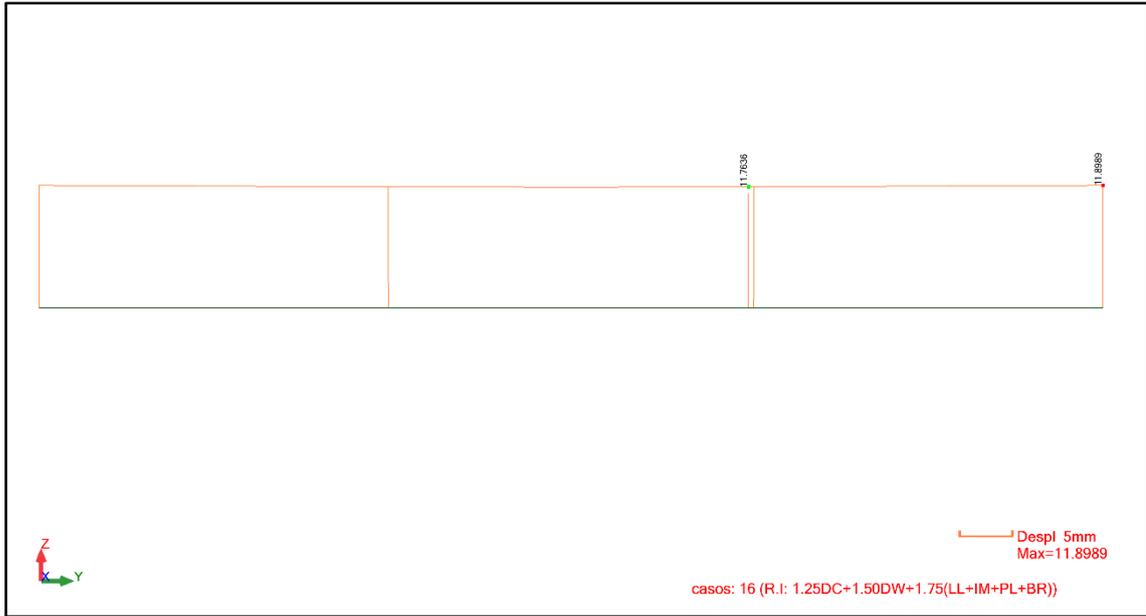
<b>Uz (mm)</b>				
<b>CASO</b>	<b>R.I</b>	<b>R.III</b>	<b>S.I</b>	<b>F.I</b>
Max	11.73	255.84	241.83	309.86
Min	11.59	242.25	238.92	309.20

*Nota: Elaboración propia*

Para el punto 0+150.00, el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene una máxima deformación de 11.73mm y una mínima deformación de 11.59mm.

**Figura 192**

*Deformación de la Viga Transversal 0+150 del Caso 16 - Losa con CFRP.*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

#### 4.6.7.3. Resultado de cables

##### 4.6.7.3.1. Esfuerzo y tensión axial

Se obtienen un resumen de tensiones axiales de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de los cables

**Tabla 222**

*Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa con CFRP*

CABLE	FX (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T1-I	-902.14	-1072.08	-943.27	-991.15	-901.99	-832.50
T1'-I	-902.14	-1012.63	-928.85	-959.54	-902.34	-856.73
T2-I	-902.32	-1109.23	-952.37	-1010.81	-902.18	-820.69
T2'-I	-902.32	-1055.08	-939.25	-982.03	-902.54	-842.86
T3-I	-1103.92	-1440.92	-1185.36	-1280.62	-1103.66	-974.59
T3'-I	-1103.92	-1369.67	-1168.13	-1242.83	-1104.36	-1004.08
T4-I	-904.82	-1271.49	-993.01	-1096.61	-904.42	-768.15
T4'-I	-904.82	-1212.66	-978.90	-1065.61	-905.45	-793.28
T5-I	-1005.08	-1330.46	-1083.35	-1175.27	-1004.55	-884.91
T5'-I	-1005.08	-1304.42	-1077.10	-1161.71	-1005.85	-899.05
T6-I	-1506.55	-1837.44	-1586.30	-1679.76	-1505.74	-1384.26
T6'-I	-1506.55	-1859.97	-1591.68	-1692.11	-1507.63	-1383.39
T1-D	-902.14	-1071.85	-943.20	-991.02	-902.29	-832.63

CABLE	FX (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T1'-D	-902.14	-1012.27	-928.75	-959.33	-901.94	-856.89
T2-D	-902.32	-1108.99	-952.30	-1010.67	-902.45	-820.84
T2'-D	-902.32	-1054.79	-939.16	-981.85	-902.10	-843.01
T3-D	-853.93	-1189.46	-934.85	-1029.66	-854.18	-725.81
T3'-D	-953.92	-1218.80	-1017.85	-1092.27	-953.49	-854.64
T4-D	-1354.81	-1724.21	-1444.01	-1548.44	-1355.21	-1215.66
T4'-D	-1354.81	-1665.04	-1429.72	-1517.14	-1354.17	-1241.42
T5-D	-1005.08	-1330.19	-1083.27	-1175.11	-1005.61	-885.06
T5'-D	-1005.08	-1304.01	-1076.98	-1161.46	-1004.31	-899.25
T6-D	-1506.55	-1837.35	-1586.28	-1679.72	-1507.35	-1384.30
T6'-D	-1606.54	-1960.19	-1691.77	-1792.27	-1605.46	-1483.19

Nota: Elaboración propia

**Tabla 223**

*Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa con CFRP*

CABLE	FX (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T1-I	-902.14	-1072.08	-943.27	-991.15	-901.99	-862.97
T1'-I	-902.14	-1012.65	-928.85	-959.54	-902.34	-877.40
T2-I	-902.32	-1109.23	-952.37	-1010.81	-902.18	-851.44
T2'-I	-902.32	-1055.09	-939.25	-982.03	-902.54	-864.42
T3-I	-1103.92	-1440.93	-1185.36	-1280.62	-1103.66	-1017.82
T3'-I	-1103.92	-1369.69	-1168.14	-1242.83	-1104.36	-1034.33
T4-I	-904.82	-1271.50	-993.01	-1096.61	-904.42	-809.69
T4'-I	-904.82	-1212.68	-978.90	-1065.61	-905.45	-821.71
T5-I	-1005.08	-1330.46	-1083.35	-1175.27	-1004.55	-919.27
T5'-I	-1005.08	-1304.44	-1077.11	-1161.71	-1005.85	-921.52
T6-I	-1506.55	-1837.45	-1586.30	-1679.76	-1505.74	-1418.34
T6'-I	-1506.55	-1859.96	-1591.68	-1692.11	-1507.63	-1404.69
T1-D	-902.14	-1071.85	-943.20	-991.02	-902.29	-863.07
T1'-D	-902.14	-1012.26	-928.74	-959.33	-901.94	-877.56
T2-D	-902.32	-1108.99	-952.30	-1010.67	-902.45	-851.56
T2'-D	-902.32	-1054.78	-939.16	-981.85	-902.10	-864.57
T3-D	-853.93	-1189.45	-934.84	-1029.66	-854.18	-768.60
T3'-D	-953.92	-1218.78	-1017.85	-1092.27	-953.49	-884.78

CABLE	FX (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T4-D	-1354.81	-1724.20	-1444.00	-1548.44	-1355.21	-1258.14
T4'-D	-1354.81	-1665.02	-1429.71	-1517.14	-1354.17	-1270.47
T5-D	-1005.08	-1330.18	-1083.27	-1175.11	-1005.61	-919.39
T5'-D	-1005.08	-1303.99	-1076.97	-1161.45	-1004.31	-921.72
T6-D	-1506.55	-1837.34	-1586.28	-1679.72	-1507.35	-1418.36
T6'-D	-1606.54	-1960.20	-1691.77	-1792.27	-1605.46	-1504.54

Nota: Elaboración propia

**Tabla 224**

Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Abajo) –  
Losa con CFRP

CABLE	FX (kN)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
T1-I	-1473.90	-1151.81	-1180.58	-1096.68
T1'-I	-1276.02	-1063.91	-1083.43	-1028.64
T2-I	-1600.53	-1211.92	-1242.51	-1139.45
T2'-I	-1419.56	-1131.96	-1153.97	-1077.49
T3-I	-2244.07	-1614.11	-1659.36	-1490.25
T3'-I	-2005.02	-1509.42	-1543.04	-1409.06
T4-I	-2153.34	-1465.98	-1511.23	-1325.29
T4'-I	-1954.91	-1381.20	-1415.74	-1258.97
T5-I	-2114.66	-1506.13	-1543.53	-1377.94
T5'-I	-2027.43	-1472.63	-1503.04	-1350.03
T6-I	-2633.93	-2017.86	-2053.59	-1885.20
T6'-I	-2712.70	-2062.16	-2095.31	-1914.59
T1-D	-1473.87	-1151.54	-1180.55	-1096.88
T1'-D	-1274.31	-1063.41	-1082.46	-1027.63
T2-D	-1600.44	-1211.63	-1242.43	-1139.58
T2'-D	-1418.16	-1131.61	-1153.12	-1076.51
T3-D	-1992.52	-1362.62	-1407.96	-1239.43
T3'-D	-1852.00	-1358.59	-1391.00	-1256.80
T4-D	-2608.23	-1918.41	-1965.37	-1779.39
T4'-D	-2406.05	-1833.27	-1867.50	-1709.61
T5-D	-2115.74	-1505.74	-1544.18	-1379.22
T5'-D	-2023.83	-1472.17	-1500.88	-1347.24
T6-D	-2636.29	-2017.64	-2055.03	-1887.51

CABLE	FX (kN)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
T6'-D	-2808.83	-2162.19	-2193.36	-2011.56

Nota: Elaboración propia

**Tabla 225**

Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa con CFRP

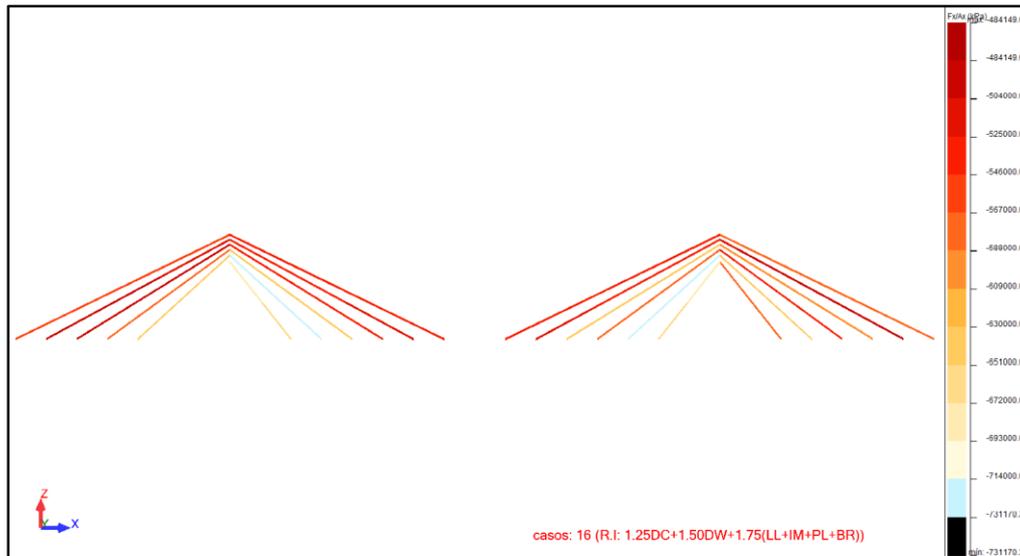
CABLE	FX (kN)			
	CASO 16	CASO 17	CASO 20	CASO 21
T1-I	-1473.91	-1194.34	-1189.69	-1096.68
T1'- I	-1276.04	-1092.93	-1089.65	-1028.65
T2-I	-1600.54	-1254.89	-1251.72	-1139.45
T2'-I	-1419.59	-1162.22	-1160.47	-1077.49
T3-I	-2244.09	-1674.81	-1672.38	-1490.25
T3'-I	-2005.06	-1552.02	-1552.20	-1409.07
T4-I	-2153.35	-1525.55	-1524.03	-1325.29
T4'-I	-1954.96	-1421.97	-1424.52	-1258.98
T5-I	-2114.67	-1555.27	-1554.10	-1377.94
T5'-I	-2027.47	-1504.86	-1509.99	-1350.04
T6-I	-2633.94	-2066.11	-2063.96	-1885.20
T6'-I	-2712.67	-2092.49	-2101.83	-1914.59
T1-D	-1473.87	-1194.02	-1189.65	-1096.88
T1'-D	-1274.29	-1092.40	-1088.66	-1027.62
T2-D	-1600.44	-1254.57	-1251.63	-1139.58
T2'-D	-1418.13	-1161.85	-1159.59	-1076.50
T3-D	-1992.51	-1423.16	-1420.94	-1239.43
T3'-D	-1851.96	-1401.09	-1400.10	-1256.80
T4-D	-2608.22	-1978.16	-1978.18	-1779.38
T4'-D	-2406.00	-1874.19	-1876.26	-1709.60
T5-D	-2115.72	-1554.82	-1554.72	-1379.22
T5'-D	-2023.78	-1504.34	-1507.79	-1347.23
T6-D	-2636.27	-2065.85	-2065.39	-1887.51
T6'-D	-2808.85	-2192.54	-2199.90	-2011.57

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica la tensión axial en los cables.

**Figura 193**

*Tensión Axial (Fx) del Caso 16 de los Cables – Losa con CFRP*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.7.4. Resultado de torres

##### 4.6.7.4.1. Momentos

Se obtienen un resumen de los momentos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), en la Torre 01.

**Tabla 226**

*Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	MX (tfm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	9.6	-30.11	0	-11.3	12.92	25.54
6	-3.5	-5.12	-3.89	-4.34	-4.22	11.09
7	-3.5	3.7	-1.76	0.28	-4.56	7.88
8	0	0.01	0	0	0	-16.11
21	-9.6	30.1	0	11.3	-12.92	-19.11
22	3.5	5.1	3.88	4.34	4.22	17.06
23	3.5	-3.71	1.76	-0.28	4.56	19.5
24	0	0.01	0	0	0	-16.11
37	-93.7	148.79	-35.1	33.96	-122.03	-180.27

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 227***Momentos (My) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

<b>MY (tfm)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
3	-300.85	-269.48	-293.29	-284.36	-371.1	-307.06
6	0.12	-607.16	-146.62	-319.53	17.3	208.81
7	-0.04	-139.44	-33.71	-73.14	5.18	51.06
8	-107.96	-120.67	-111.03	-114.57	-107.96	-112.24
21	-300.85	-269.46	-293.28	-284.35	-371.09	-314.68
22	0.12	-607.15	-146.62	-319.53	17.3	180.79
23	-0.04	-139.44	-33.71	-73.14	5.18	37.95
24	-107.95	-120.66	-111.02	-114.57	-107.95	-95.6
37	54.98	-23.61	36.1	12.9	54.98	102.41

*Nota: Elaboración propia***Tabla 228***Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

<b>MZ (tfm)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
3	-34.24	7.84	-24.2	-11.1	-34.24	-76.07
6	-51.32	-43.73	-49.48	-47.39	-51.32	-48.05
7	11.4	19.15	13.26	15.48	11.4	0.6
8	-3.5	3.7	-1.76	0.28	-4.56	7.88
21	34.33	-7.74	24.29	11.21	34.33	19.98
22	51.31	43.72	49.47	47.38	51.31	59.39
23	-11.4	-19.16	-13.27	-15.49	-11.4	-17.25
24	3.5	-3.71	1.76	-0.28	4.56	19.5
37	18.98	-34.8	5.98	-9.34	24.82	25.9

*Nota: Elaboración propia*

Se obtienen un resumen de los momentos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), en la Torre 02.

**Tabla 229***Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

<b>MX (tfm)</b>						
<b>Barra</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>PL</b>	<b>LL</b>	<b>BR</b>	<b>WS</b>
38	-30.81	8.87	-21.22	-9.92	-27.48	-46.73
39	-6.18	-4.59	-5.8	-5.35	-6.91	-20.74
40	5.63	-1.58	3.89	1.85	4.57	-5.73

Barra	MX (tfm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
41	0	0.01	0	0	0	16.08
54	30.81	-8.87	21.22	9.92	27.48	40.31
55	6.18	4.58	5.79	5.35	6.91	-7.36
56	-5.63	1.56	-3.89	-1.85	-4.57	-21.6
57	0	0.01	0	0	0	16.08
70	151.94	-90.47	93.37	24.32	123.6	238.46

Nota: Elaboración propia

**Tabla 230**

Momentos ( $M_y$ ) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	MY (tfm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	253.56	285.62	261.32	270.44	323.81	247.06
39	613.62	7.11	467.09	294.4	596.44	821.97
40	186.9	47.75	153.3	113.95	181.69	237.9
41	-109.14	-121.85	-112.21	-115.76	-109.14	-113.44
54	253.55	285.61	261.31	270.43	323.8	239.45
55	613.62	7.1	467.09	294.4	596.44	794.01
56	186.9	47.75	153.3	113.95	181.69	224.8
57	-109.15	-121.86	-112.22	-115.77	-109.14	-96.77
70	62.06	-16.56	43.18	19.97	62.06	109.49

Nota: Elaboración propia

**Tabla 231**

Momentos ( $M_z$ ) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	MZ (tfm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	38.27	-3.82	28.22	15.13	38.27	80.08
39	53.08	45.48	51.24	49.14	53.07	49.8
40	-13.2	-20.97	-15.07	-17.29	-13.2	-2.39
41	5.63	-1.58	3.89	1.85	4.57	-5.73
54	-38.17	3.94	-28.12	-15.02	-38.17	-23.83
55	-53.08	-45.48	-51.24	-49.15	-53.08	-61.18
56	13.2	20.95	15.07	17.29	13.19	19.06
57	-5.63	1.56	-3.89	-1.85	-4.57	-21.6
70	-34.64	19.13	-21.65	-6.33	-28.79	-41.57

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de momentos de las combinaciones de cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 01.

**Tabla 232**

*Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	MX (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	-118.93	-49.5	-52.36	-31.06
6	-10.27	13.72	-2.67	-6.43
7	19.07	27.32	11.59	3.18
8	0.01	-22.69	-4.86	0
21	118.92	58.54	54.3	31.06
22	10.24	25.9	11.15	6.43
23	-19.1	11.2	-3.35	-3.19
24	0.01	-22.69	-4.86	0
37	677.24	282.43	279.99	142.64

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 233**

*Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	MY (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	-317.17	-245.05	-317.51	-370.13
6	-2024.68	-953.23	-991.91	-672.33
7	-464.01	-214.6	-225.51	-152.23
8	-169.37	-158.48	-131.67	-122.5
21	-317.15	-255.78	-319.8	-370.12
22	-2024.65	-992.62	-1000.34	-672.32
23	-464	-233.14	-229.49	-152.23
24	-169.35	-134.98	-126.62	-122.49
37	-220.57	-48.04	-70.29	-36.41

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 234**

*Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	MZ (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	114.59	-1.74	28.44	15.5
6	-31.08	-36.44	-36.97	-42.68
7	29.93	4.24	21.86	20.34

Barra	MZ (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
8	19.07	27.32	11.59	3.18
21	-114.44	-76.72	-45.15	-15.39
22	31.07	52.49	40.41	42.67
23	-29.95	-27.75	-26.91	-20.35
24	-19.1	11.2	-3.35	-3.19
37	-152.75	-81.72	-68.04	-34.1

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de momentos de las combinaciones de cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 02.

**Tabla 235**

*Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	MX (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	109.29	28.26	37.77	19.8
39	-2.02	-23.39	-8.48	-5.44
40	-20.66	-25.17	-11.58	-4.23
41	0.01	22.66	4.86	0
54	-109.3	-37.29	-39.71	-19.81
55	1.99	-16.18	-0.01	5.44
56	20.63	-13.31	3.32	4.22
57	0.01	22.66	4.86	0
70	-717.97	-224.11	-278.31	-169.31

Nota: Elaboración propia

**Tabla 236**

*Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	MY (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	484.87	310.23	378.42	395.77
39	-1469.36	-338.79	-411.63	-109.54
40	-294.64	-27.35	-48.61	19.35
41	-170.53	-159.66	-132.85	-123.67
54	484.84	299.5	376.11	395.76
55	-1469.39	-378.13	-420.07	-109.55
56	-294.64	-45.87	-52.58	19.35

Barra	MY (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
57	-170.55	-136.18	-127.82	-123.68
70	-213.64	-41.02	-63.26	-29.36

Nota: Elaboración propia

**Tabla 237**

Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

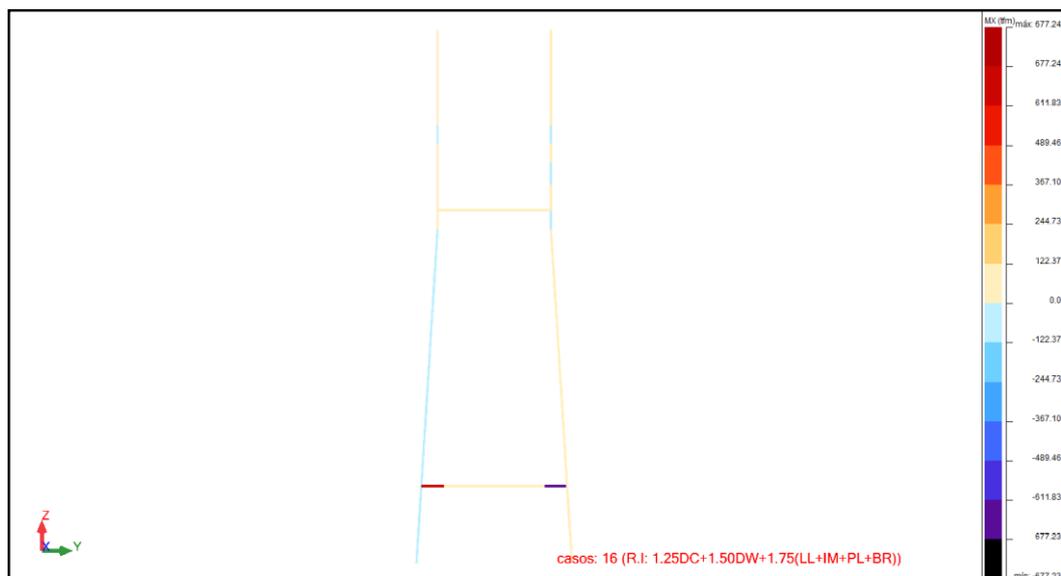
Barra	MZ (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	-110.6	5.74	-24.42	-11.48
39	32.8	38.18	38.72	44.42
40	-31.73	-6.05	-23.66	-22.14
41	-20.66	-25.17	-11.58	-4.23
54	110.76	72.95	41.38	11.6
55	-32.8	-54.24	-42.17	-44.43
56	31.71	29.53	28.69	22.13
57	20.63	-13.31	3.32	4.22
70	157.52	66.02	64.05	35.96

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de momento en X (Mx), de la torre:

**Figura 194**

Momento (Mx) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP

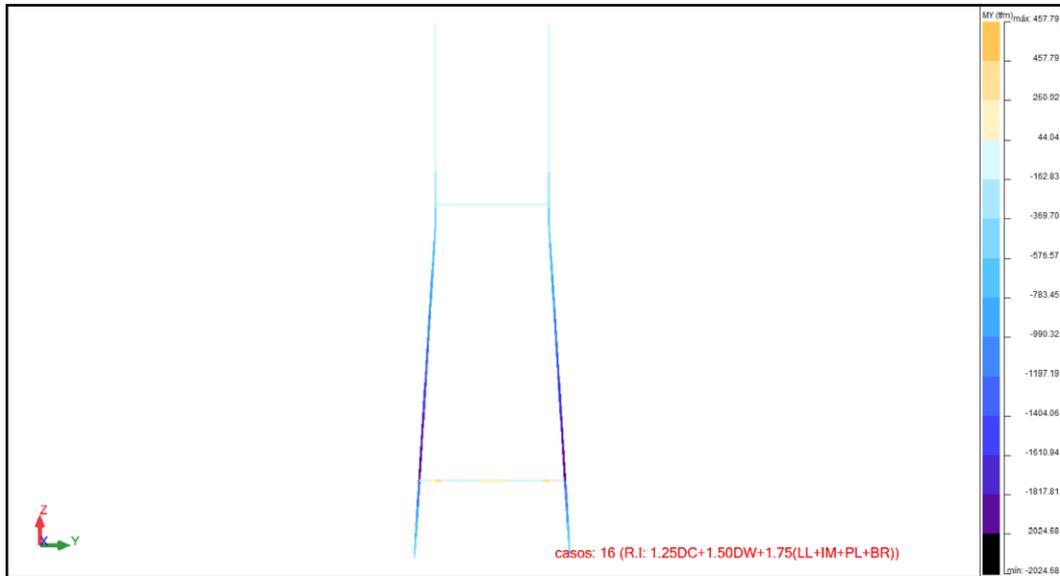


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de momento en Y (My), de la torre:

**Figura 195**

*Momento (My) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP*

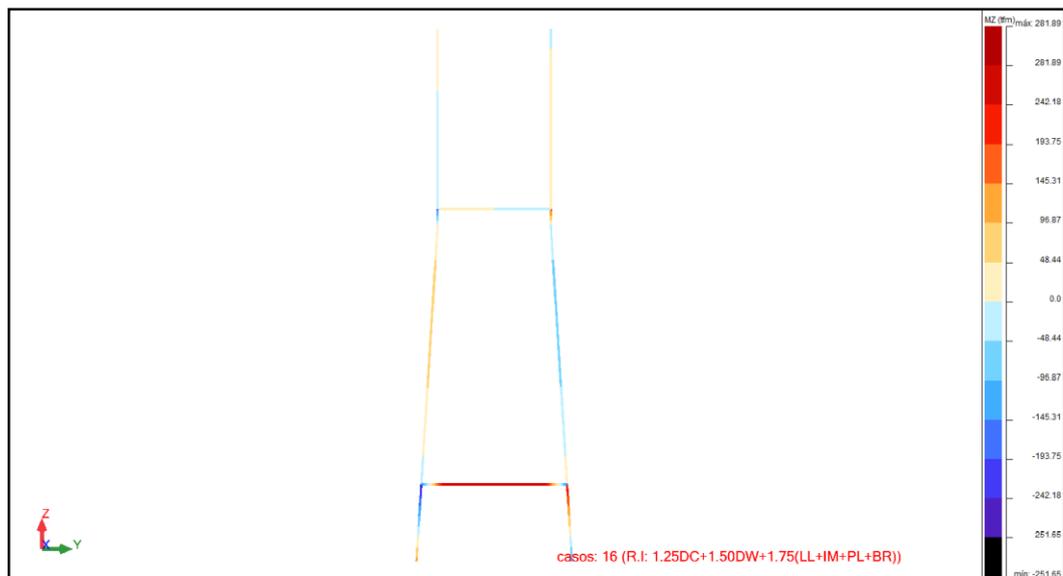


*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de momento en Z (Mz), de la torre:

**Figura 196**

*Momento (Mz) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.7.4.2. Esfuerzos

Se obtienen un resumen de los esfuerzos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las Torre 01.

**Tabla 238**

*Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	FX (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	1285.97	1563.83	1353	1431.53	1286.02	1159.15
6	1220.04	1401.29	1263.76	1314.88	1220.1	1153.39
7	970.81	1151.7	1014.44	1065.46	970.87	904.26
8	66.69	78.13	69.45	72.67	66.69	63.05
21	1285.95	1563.83	1352.99	1431.51	1286.01	1235.81
22	1220.04	1401.3	1263.76	1314.88	1220.1	1171.41
23	970.81	1151.7	1014.44	1065.45	970.87	922.31
24	66.69	78.13	69.45	72.67	66.69	63.05
37	5.95	27.15	11.04	17.35	5.95	-10.84

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 239**

*Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	FY (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	-7.59	7.74	-3.92	0.72	-7.59	-20.14
6	-10.37	-10.37	-10.37	-10.37	-10.37	-9.79
7	66.69	78.12	69.45	72.67	66.69	63.05
8	0	0	0	0	0	2.54
21	7.61	-7.72	3.94	-0.7	7.61	5
22	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	10.93
23	-66.69	-78.12	-69.45	-72.67	-66.69	-63.05
24	0	0	0	0	0	2.54
37	27.97	-44.41	10.48	-10.14	36.43	51.79

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 240**

*Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	FZ (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	27.97	-25.36	15.09	-0.09	35.94	45.34
6	0	19.05	4.61	10.04	-0.48	-6.45

Barra	FZ (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
7	0	19.05	4.61	10.04	-0.48	-6.45
8	40.44	40.44	40.44	40.44	40.44	41.98
21	27.97	-25.36	15.09	-0.1	35.94	44.79
22	0	19.05	4.61	10.04	-0.48	-5.77
23	0	19.05	4.61	10.04	-0.48	-5.77
24	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	38.89
37	-11.85	83.64	11.2	38.27	-11.85	-71.07

Nota: Elaboración propia

Se obtienen un resumen de los esfuerzos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las Torre 02.

**Tabla 241**

*Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	FX (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	1307.41	1585.35	1374.47	1453.02	1307.36	1180.53
39	1248.82	1430.09	1292.55	1343.68	1248.76	1182.1
40	999.54	1180.45	1043.19	1094.21	999.48	932.92
41	68.36	79.8	71.12	74.34	68.36	64.72
54	1307.43	1585.36	1374.49	1453.04	1307.38	1257.25
55	1248.82	1430.09	1292.55	1343.68	1248.76	1200.16
56	999.54	1180.44	1043.19	1094.21	999.48	951.01
57	68.36	79.8	71.12	74.34	68.36	64.72
70	4.35	25.56	9.44	15.75	4.35	-12.44

Nota: Elaboración propia

**Tabla 242**

*Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	FY (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	8.86	-6.48	5.19	0.55	8.86	21.4
39	10.51	10.52	10.51	10.52	10.51	9.94
40	-68.36	-79.8	-71.12	-74.34	-68.36	-64.72
41	0	0	0	0	0	-2.53
54	-8.84	6.5	-5.17	-0.52	-8.84	-6.24
55	-10.51	-10.52	-10.51	-10.52	-10.51	-11.08

Barra	FY (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
56	68.36	79.8	71.12	74.34	68.36	64.72
57	0	0	0	0	0	-2.53
70	-45.35	27.01	-27.87	-7.26	-36.9	-69.16

Nota: Elaboración propia

**Tabla 243**

*Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	FZ (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	27.97	-25.36	15.09	-0.1	20	45.34
39	-17.38	1.65	-12.78	-7.36	-16.9	-23.83
40	-17.38	1.65	-12.78	-7.36	-16.9	-23.83
41	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	41.98
54	27.97	-25.36	15.09	-0.09	20	44.79
55	-17.38	1.65	-12.78	-7.36	-16.9	-23.15
56	-17.38	1.65	-12.78	-7.36	-16.9	-23.15
57	40.44	40.44	40.44	40.44	40.44	38.89
70	-19.09	76.44	3.96	31.04	-19.09	-78.33

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos (FX, FY y FZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 01.

**Tabla 244**

*Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	FX (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	2385.75	1835.68	1738.52	1605
6	1957.33	1620.53	1520.04	1428.07
7	1644.88	1308.7	1270.2	1178.42
8	111.36	90.92	85.79	79.81
21	2385.76	1943.09	1761.53	1604.99
22	1957.34	1646	1525.51	1428.07
23	1644.89	1334.22	1275.68	1178.42
24	111.36	90.92	85.79	79.81
37	83.97	31.73	38.58	30.66

Nota: Elaboración propia

**Tabla 245***Esfuerzo (Fy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	FY (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	46.6	8.16	15.95	10.38
6	-12.25	-11.42	-10.21	-10.38
7	111.36	90.92	85.79	79.81
8	0	3.57	0.76	0
21	-46.57	-29.33	-20.47	-10.35
22	12.25	13.03	10.55	10.38
23	-111.36	-90.92	-85.79	-79.81
24	0	3.57	0.76	0
37	-202.16	-87.15	-84.19	-42.58

*Nota: Elaboración propia***Tabla 246***Esfuerzo (Fz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	FZ (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	-138.6	-57.12	-52.98	-21.39
6	63.56	30.04	31.21	21.19
7	63.56	30.04	31.21	21.19
8	50.55	52.72	40.9	40.44
21	-138.6	-57.89	-53.15	-21.39
22	63.56	30.98	31.41	21.19
23	63.56	30.98	31.41	21.19
24	50.54	48.37	39.97	40.43
37	327.11	116.69	138.96	97.83

*Nota: Elaboración propia*

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos (FX, FY y FZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 02.

**Tabla 247***Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	FX (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	2407.03	1857.16	1759.92	1626.34
39	1985.72	1649.25	1548.69	1456.69
40	1673.22	1337.37	1298.8	1206.99

Barra	FX (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
41	113.01	92.59	87.45	81.47
54	2407.02	1964.58	1782.95	1626.36
55	1985.71	1674.71	1554.15	1456.68
56	1673.21	1362.88	1304.27	1206.99
57	113.01	92.59	87.45	81.47
70	82.4	30.14	36.99	29.07

Nota: Elaboración propia

**Tabla 248**

*Esfuerzo (Fy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	FY (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	-45.35	-6.9	-14.69	-9.11
39	12.39	11.57	10.35	10.52
40	-113.01	-92.59	-87.45	-81.47
41	0	-3.56	-0.76	0
54	45.38	28.12	19.26	9.13
55	-12.39	-13.18	-10.7	-10.52
56	113.01	92.59	87.45	81.47
57	0	-3.56	-0.76	0
70	214.32	69.74	83.69	50.54

Nota: Elaboración propia

**Tabla 249**

*Esfuerzo (Fz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

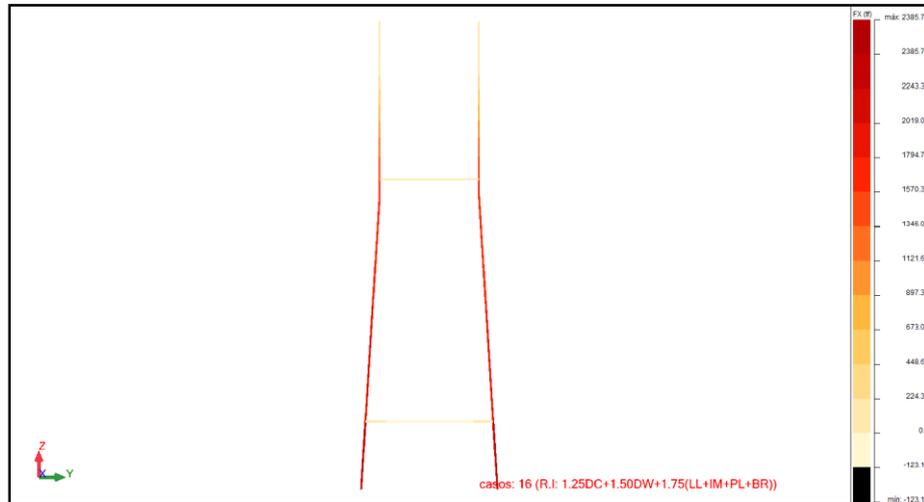
Barra	FZ (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	-166.5	-57.12	-68.93	-45.3
39	47.82	12.62	14.76	5.24
40	47.82	12.62	14.76	5.24
41	50.54	52.72	40.9	40.43
54	-166.5	-57.89	-69.09	-45.3
55	47.82	13.57	14.97	5.24
56	47.82	13.57	14.97	5.24
57	50.55	48.37	39.97	40.44
70	320.07	109.53	131.81	90.64

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en X ( $F_x$ ), de la torre:

**Figura 197**

*Esfuerzo ( $F_x$ ) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP*

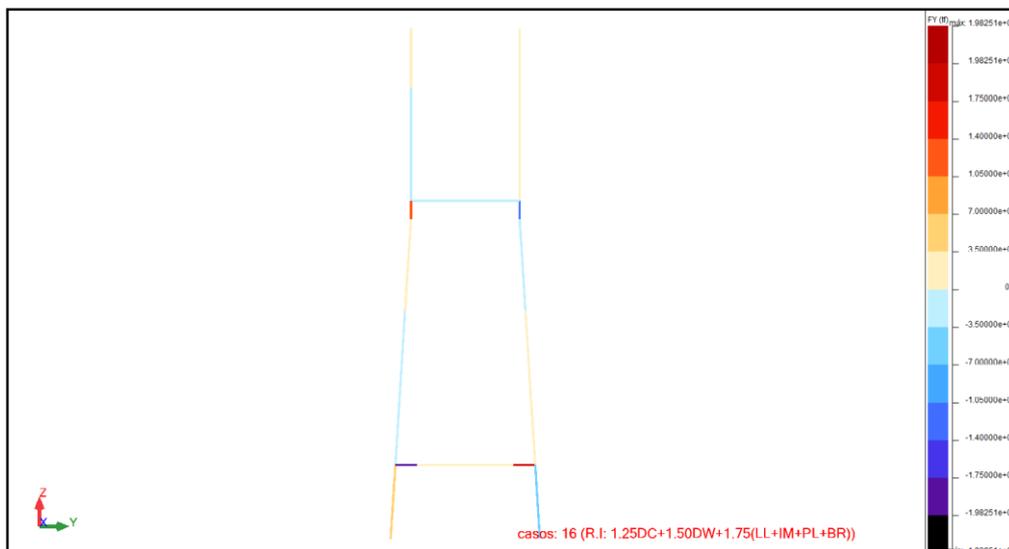


*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en Y ( $F_y$ ), de la torre:

**Figura 198**

*Esfuerzo ( $F_y$ ) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en Z ( $F_z$ ), de la torre:

**Figura 199**

*Esfuerzo (Fz) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

#### 4.6.7.4.3. Deformaciones

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la torre 01.

**Tabla 250**

*Deformación (Ux) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	UX (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0
6	-0.8874	-1.0852	-0.9351	-0.991	-0.8874	-0.797
7	-3.6122	-4.2618	-3.7689	-3.9522	-3.6124	-3.3507
8	0.0496	0.0581	0.0517	0.0541	0.0496	-0.0227
21	0	0	0	0	0	0
22	-0.8874	-1.0852	-0.9351	-0.991	-0.8874	-0.8517
23	-3.6123	-4.2619	-3.7689	-3.9522	-3.6124	-3.4605
24	0.0502	0.0588	0.0523	0.0547	0.0502	0.1171
37	0.0298	0.0081	0.0248	0.0167	0.0298	0.0787

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 251**

*Deformación (Uy) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	UY (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0

Barra	UY (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
6	0.086	0.0767	0.084	0.0794	0.086	0.1293
7	0.132	0.1728	0.1419	0.1533	0.132	0.0371
8	-4.3608	-23.9608	-9.097	-14.6739	-4.7944	2.439
21	0	0	0	0	0	0
22	-0.0862	-0.077	-0.0842	-0.0797	-0.0863	-0.05
23	-0.1325	-0.1736	-0.1424	-0.1539	-0.1325	-0.2014
24	4.3608	23.9603	9.0968	14.6739	4.7944	-1.4033
37	-0.6077	-0.8775	-0.6729	-0.7497	-0.74	-0.5093

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 252**

*Deformación (Uz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	UZ (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0
6	-0.6077	-0.8775	-0.6729	-0.7497	-0.74	-0.5093
7	-4.1063	-21.7303	-8.365	-13.38	-4.5403	1.9977
8	-3.7855	-4.4677	-3.95	-4.1425	-3.7857	-3.512
21	0	0	0	0	0	0
22	-0.6077	-0.8774	-0.6729	-0.7497	-0.74	-0.533
23	-4.1062	-21.7298	-8.3648	-13.38	-4.5403	1.0874
24	-3.7855	-4.4677	-3.9501	-4.1426	-3.7857	-3.625
37	-0.891	-1.0879	-0.9385	-0.9941	-0.8911	-0.8036

*Nota: Elaboración propia*

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la torre 02.

**Tabla 253**

*Deformación (Ux) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	UX (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	-0.9026	-1.1006	-0.9504	-1.0063	-0.9026	-0.8122
40	-3.6991	-4.3488	-3.8558	-4.0392	-3.6989	-3.4373
41	0.0514	0.0601	0.0535	0.056	0.0514	-0.0213
54	0	0	0	0	0	0

Barra	UX (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
55	-0.9026	-1.1006	-0.9504	-1.0063	-0.9026	-0.8669
56	-3.6991	-4.3487	-3.8558	-4.0391	-3.6989	-3.5472
57	0.0509	0.0593	0.0529	0.0553	0.0509	0.1182
70	0.0323	0.0105	0.0272	0.0191	0.0323	0.0811

Nota: Elaboración propia

**Tabla 254**

*Deformación (Uy) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	UY (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	-0.0894	-0.0802	-0.0874	-0.0829	-0.0894	-0.1326
40	-0.1367	-0.1778	-0.1466	-0.1581	-0.1367	-0.0414
41	-24.5917	-5.0279	-19.8655	-14.2988	-25.0252	-31.3755
54	0	0	0	0	0	0
55	0.0892	0.0799	0.0872	0.0826	0.0892	0.053
56	0.1361	0.177	0.146	0.1574	0.1361	0.2055
57	24.5917	5.0274	19.8653	14.2988	25.0252	30.3419
70	-0.8528	-0.5848	-0.7881	-0.7118	-0.9851	-0.9504

Nota: Elaboración propia

**Tabla 255**

*Deformación (Uz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	UZ (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	0.8528	0.5848	0.7881	0.7118	0.9851	0.9504
40	22.2355	4.6444	17.9858	12.9801	22.6694	28.3249
41	-3.8775	-4.5598	-4.0421	-4.2347	-3.8773	-3.6037
54	0	0	0	0	0	0
55	0.8528	0.5848	0.788	0.7118	0.9851	0.9267
56	22.2355	4.6439	17.9857	12.9801	22.6694	27.4166
57	-3.8775	-4.5597	-4.0421	-4.2346	-3.8773	-3.7169
70	-0.9065	-1.1034	-0.954	-1.0095	-0.9064	-0.819

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de las deformaciones (UX, UY y UZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la torre 01.

**Tabla 256***Deformación (Ux) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	UX (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	0	0	0	0
6	-1.6635	-1.2717	-1.2096	-1.1146
7	-6.1477	-4.9094	-4.6806	-4.3578
8	0.0828	-0.0317	0.0424	0.0594
21	0	0	0	0
22	-1.6635	-1.3483	-1.226	-1.1145
23	-6.1478	-5.064	-4.7138	-4.3579
24	0.0839	0.1678	0.086	0.0601
37	-0.0484	0.0516	0.0045	0.0025

*Nota: Elaboración propia***Tabla 257***Deformación (Uy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	UY (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	0	0	0	0
6	0.0568	0.1322	0.081	0.073
7	0.2741	0.0847	0.1751	0.1788
8	-71.4541	-35.0415	-37.3463	-27.5423
21	0	0	0	0
22	-0.0571	-0.0213	-0.0575	-0.0733
23	-0.2752	-0.3187	-0.226	-0.1795
24	71.453	36.4988	37.6582	27.5421
37	-1.7514	-1.023	-1.1865	-1.1164

*Nota: Elaboración propia***Tabla 258***Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	UZ (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	0	0	0	0
6	-1.7514	-1.023	-1.1865	-1.1164
7	-64.5109	-31.7081	-33.8136	-25.0172
8	-6.442	-5.1431	-4.9078	-4.5685
21	0	0	0	0

UZ (mm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
22	-1.7514	-1.0564	-1.1937	-1.1163
23	-64.5099	-32.9887	-34.0876	-25.017
24	-6.4421	-5.3023	-4.942	-4.5686
37	-1.6637	-1.2775	-1.2123	-1.1169

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de las deformaciones (UX, UY y UZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la torre 02.

**Tabla 259**

*Deformación (Ux) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	UX (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	0	0	0	0
39	-1.6786	-1.287	-1.2249	-1.1298
40	-6.2335	-4.9961	-4.7671	-4.4442
41	0.0851	-0.0297	0.0445	0.0614
54	0	0	0	0
55	-1.6786	-1.3636	-1.2413	-1.1298
56	-6.2334	-5.1506	-4.8001	-4.4442
57	0.084	0.1682	0.0864	0.0606
70	-0.0458	0.0541	0.007	0.005

Nota: Elaboración propia

**Tabla 260**

*Deformación (Uy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	UY (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	0	0	0	0
39	-0.0603	-0.1356	-0.0845	-0.0765
40	-0.2793	-0.0896	-0.1801	-0.1836
41	40.8909	6.0442	7.4724	-2.7503
54	0	0	0	0
55	0.0599	0.0242	0.0604	0.0762
56	0.2781	0.3221	0.2293	0.1829
57	-40.892	-7.5	-7.7849	2.7501
70	-0.177	-0.4398	-0.5414	-0.7432

Nota: Elaboración propia

**Tabla 261***Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	UZ (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	0	0	0	0
39	0.177	0.4398	0.5414	0.7432
40	-36.5655	-5.3256	-6.5545	2.6623
41	-6.5329	-5.235	-4.9994	-4.66
54	0	0	0	0
55	0.1769	0.4064	0.5342	0.7432
56	-36.5665	-6.6049	-6.8291	2.6621
57	-6.5328	-5.3941	-5.0335	-4.66
70	-1.6791	-1.293	-1.2278	-1.1323

*Nota: Elaboración propia***4.6.8. Modos y Periodos del Puente**

Para el puente tiene veinte modos de vibración, que han sido empleados en el análisis espectral multimodal, los necesarios para estimar el total de la respuesta sísmica estructural.

**Tabla 262***Periodos de Vibraciones del Caso 22 (Modal)*

Modo	Frecuencia (Hz)	Período (sec)
1	0.53	1.88
2	0.83	1.2
3	0.95	1.05
4	0.99	1.01
5	1.3	0.77
6	1.45	0.69
7	1.54	0.65
8	1.68	0.59
9	1.98	0.5
10	2.03	0.49
11	2.03	0.49
12	2.34	0.43
13	2.41	0.42
14	2.68	0.37
15	2.76	0.36

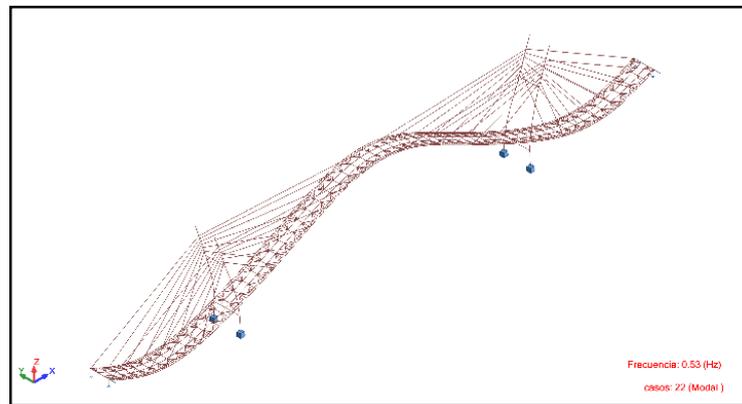
Modo	Frecuencia (Hz)	Período (sec)
16	2.83	0.35
17	2.88	0.35
18	3.05	0.33
19	3.47	0.29
20	3.53	0.28

*Nota:* Elaboración propia

En las siguientes imágenes se observan los modos de vibración para el caso 22 (modal), para las siguientes frecuencias: 0.53Hz, 0.83Hz, 0.95Hz, 0.99Hz, 1.30Hz y 1.45Hz.

**Figura 200**

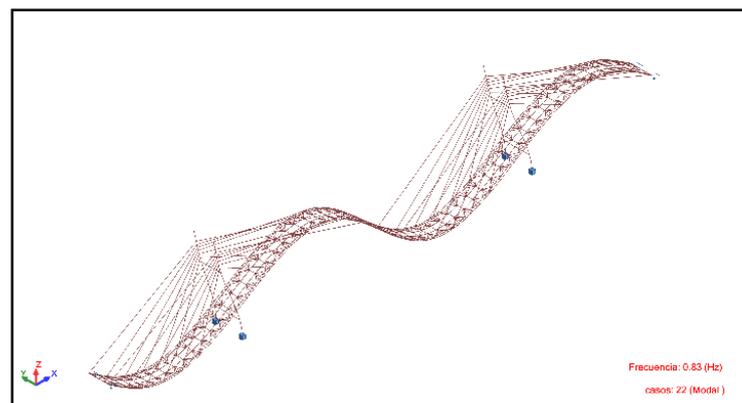
*Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.53 Hz*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 201**

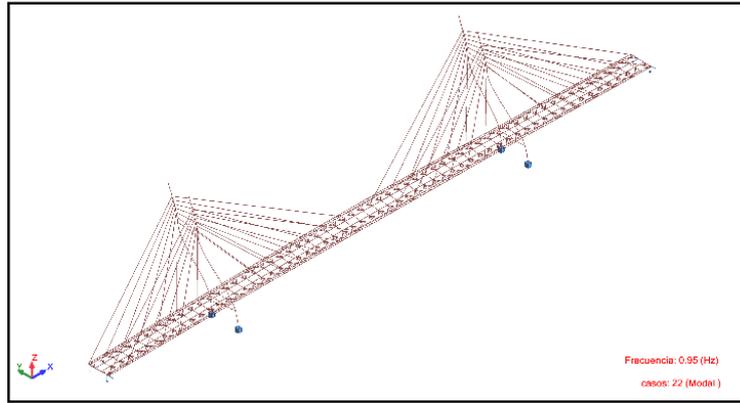
*Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.83 Hz*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 202**

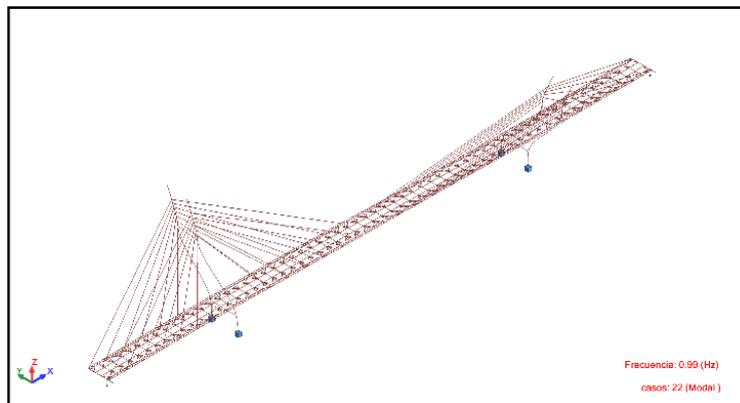
*Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.95 Hz*



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 203**

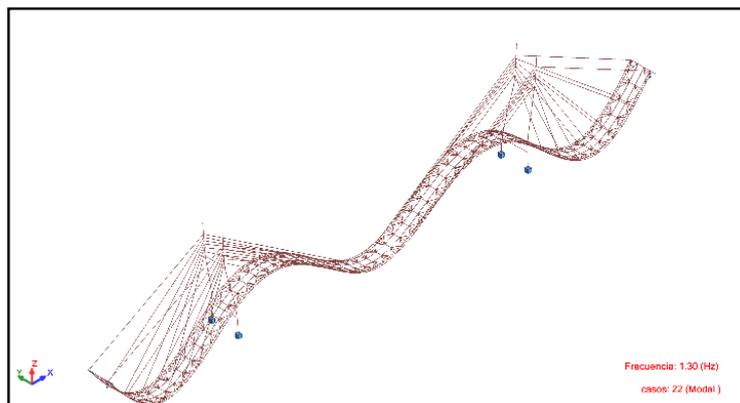
*Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.99 Hz*



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 204**

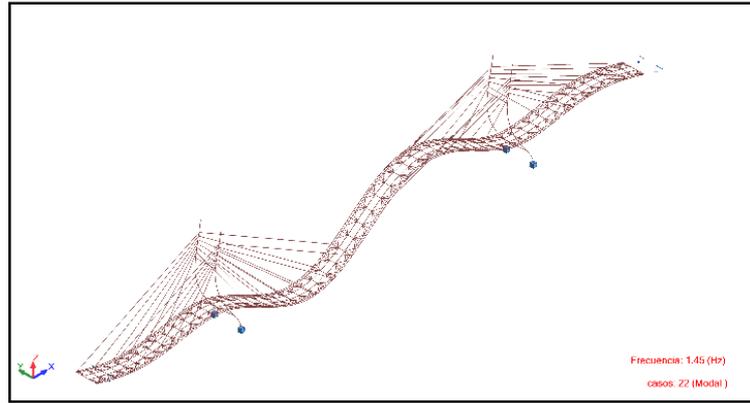
*Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 1.30 Hz*



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 205**

*Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 1.45 Hz*



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.8.1. Mínimo número de modos

Se incluyeron veinte modos para una estimación precisa de la respuesta y fuerzas internas.

**Tabla 263**

*Ratios de Masa Participativa Modal del Análisis en el Caso 22*

Modo	Período (sec)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)
1	1.88	0	0	9.76	0	0	9.76
2	1.2	14.36	0	9.76	14.36	0	0
3	1.05	14.36	37.04	9.76	0	37.04	0
4	1.01	14.36	37.04	9.76	0	0	0
5	0.77	14.36	37.04	30.83	0	0	21.07
6	0.69	71.75	37.04	30.83	57.39	0	0
7	0.65	86.45	37.04	30.83	14.7	0	0
8	0.59	86.45	37.05	30.83	0	0.01	0
9	0.5	86.45	37.05	45.2	0	0	14.37
10	0.49	86.45	37.05	45.2	0	0	0
11	0.49	86.45	37.05	45.27	0	0	0.07
12	0.43	86.45	37.05	45.27	0	0	0
13	0.42	86.45	37.05	45.3	0	0	0.03
14	0.37	86.45	37.34	45.3	0	0.29	0
15	0.36	86.45	50.86	45.3	0	13.52	0
16	0.35	87.34	50.86	45.3	0.89	0	0
17	0.35	87.34	50.86	45.3	0	0	0
18	0.33	90.57	50.86	45.3	3.23	0	0
19	0.29	90.57	50.86	45.3	0	0	0

Modo	Período (sec)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)
20	0.28	90.57	81.7	45.3	0	30.84	0

Nota: Elaboración propia

#### 4.6.9. Resultados de Sismo en el Puente

##### 4.6.9.1. Losa

Resultados del momento flector (Mxx), fuerza a tracción (Sxx), fuerza a compresión (Sxx), esfuerzo cortante (Qxx) y deformación (Ugz) de los sismos en X e Y de la losa:

**Tabla 264**

Sismo X en Losa

	Mxx (tfm/m)	Sxx (tf/m <sup>2</sup> ) (compresión)	Sxx (tf/m <sup>2</sup> ) (tracción)	Qxx (tf/m)	Ugz (mm)
Max	127.90	15449.26	14868.01	27.56	80.03
Min	-120.87	-14457.75	-14207.22	-16.30	-63.16

Nota: Elaboración propia

**Tabla 265**

Sismo Y en Losa

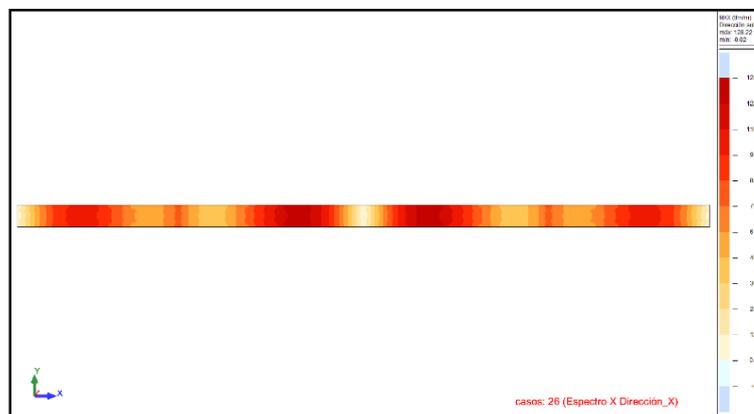
	MYX (tfm/m)	sYY (tf/m <sup>2</sup> ) (compresión)	sYY (tf/m <sup>2</sup> ) (Tracción)	QYY (tf/m)	UGZ (mm)
Max	161.78	18914.89	19444.60	65.60	4.69
Min	-131.14	-15073.94	-16010.26	-3.28	-4.00

Nota: Elaboración propia

#### Momento

**Figura 206**

Momento de Losa – Sismo X

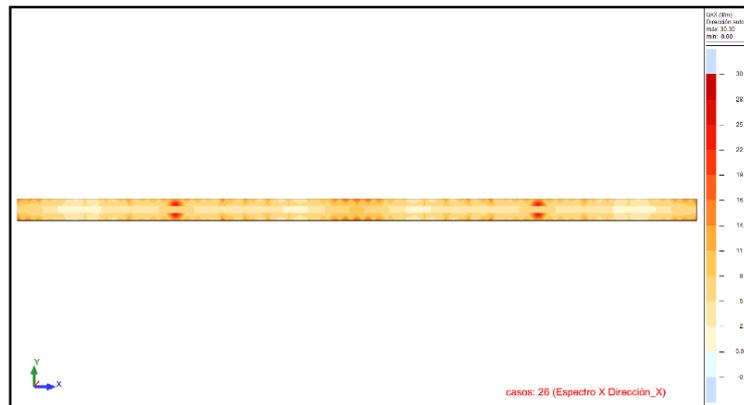


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

## Esfuerzo Cortante

**Figura 207**

*Esfuerzo Cortante de Losa – Sismo X*

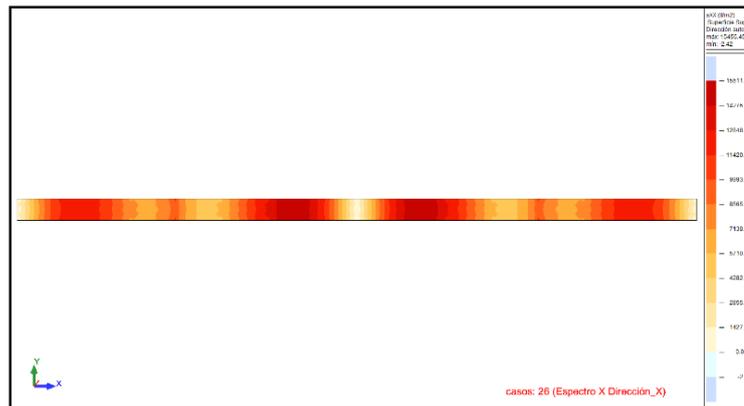


*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

## Esfuerzo a compresión

**figura 208**

*Esfuerzo a Compresión de Losa – Sismo X*

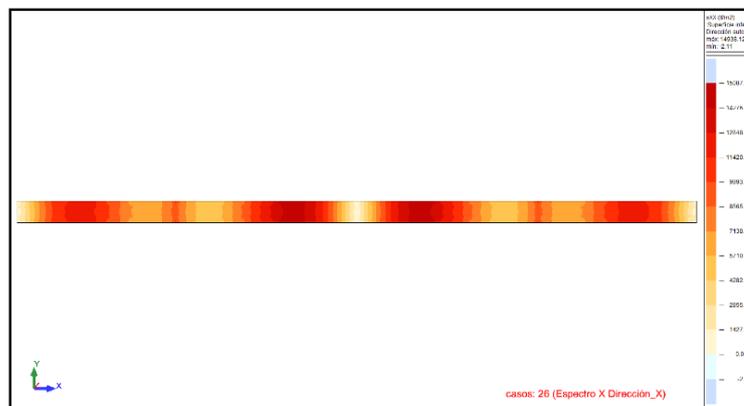


*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

## Esfuerzo a tracción

**Figura 209**

*Esfuerzo a Tracción de Losa – Sismo X*

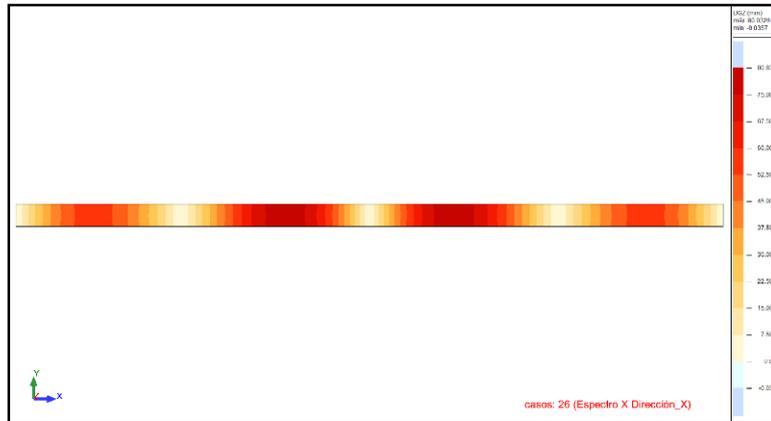


*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

## Deformación

**Figura 210**

Deformación de Losa – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

### 4.6.9.2. Vigas

Resultados del momento flector ( $M_y$ ), esfuerzo cortante ( $F_z$ ) y deformación ( $U_z$ ) de los sismos en X e Y de las vigas longitudinales:

**Tabla 266**

Sismo X en Vigas Longitudinales Externas

	Viga Longitudinal (Aguas Arriba)			Viga Longitudinal (Aguas Abajo)		
	Fz (tf)	My (tfm)	Uz (mm)	Fz (tf)	My (tfm)	Uz (mm)
Max	20.46	112.12	80.03	20.46	112.12	80.03
Min	-22.97	-116.35	-63.08	-22.97	-116.36	-63.08

Nota: Elaboración propia

**Tabla 267**

Sismo Y en Vigas Longitudinales Externas

	Viga Longitudinal (Aguas Arriba)			Viga Longitudinal (Aguas Abajo)		
	Fz (tf)	My (tfm)	Uz (mm)	Fz (tf)	My (tfm)	Uz (mm)
Max	26.01	17.82	4.68	26.03	4.53	4.69
Min	-21.69	-20.80	-4.00	-21.68	-20.77	-3.65

Nota: Elaboración propia

**Tabla 268**

Sismo X en Vigas Longitudinales Internas

	VIGA LONGITUDINAL - INTERMEDIA 1			VIGA LONGITUDINAL - INTERMEDIA 2		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	0.22	2.95	79.77	0.22	2.95	79.77
Min	-0.19	-3.26	-62.81	-0.19	-3.26	-62.81

Nota: Elaboración propia

**Tabla 269**

Sismo Y en Vigas Longitudinales Internas

	VIGA LONGITUDINAL - INTERMEDIA 1			VIGA LONGITUDINAL - INTERMEDIA 2		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	0.24	0.35	1.56	0.24	0.61	1.57
Min	-0.19	-0.76	-1.32	-0.19	-0.76	-1.22

Nota: Elaboración propia

Resultados del momento flector (My), esfuerzo cortante (Fz) y deformación (Uz) de los sismos en X e Y de las vigas transversales:

**Tabla 270**

Sismo X en Vigas Transversales (0+000 – 0+035)

	VIGA TRANSVERSAL - 0+000			VIGA TRANSVERSAL - 0+035		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	21.25	19.20	1.38	2.30	2.38	56.08
Min	-15.56	-18.51	-1.19	-2.16	-2.78	-43.12

Nota: Elaboración propia

**Tabla 271**

Sismo Y en Vigas Transversales (0+000 – 0+035)

	VIGA TRANSVERSAL - 0+000			VIGA TRANSVERSAL - 0+035		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	120.05	6.71	0.07	2.13	0.09	3.63
Min	-1.99	-10.95	-0.06	-1.94	-0.12	-3.06

Nota: Elaboración propia

**Tabla 272**

Sismo X en Vigas Transversales (0+070 – 0+150)

	VIGA TRANSVERSAL - 0+070			VIGA TRANSVERSAL - 0+150		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	21.49	37.29	0.45	0.02	0.00	0.05
Min	-21.51	-33.54	-0.40	-0.02	0.00	-0.04

Nota: Elaboración propia

**Tabla 273**

*Sismo Y En Vigas Transversales (0+070 – 0+150)*

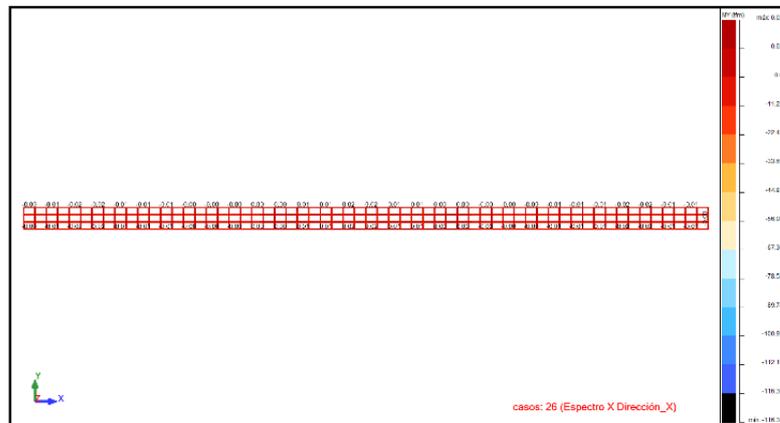
	VIGA TRANSVERSAL - 0+070			VIGA TRANSVERSAL - 0+150		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	183.72	281.10	2.10	1.75	0.53	4.69
Min	-149.14	-346.39	-1.29	-0.82	-0.58	-4.00

*Nota:* Elaboración propia

**Momento**

**Figura 211**

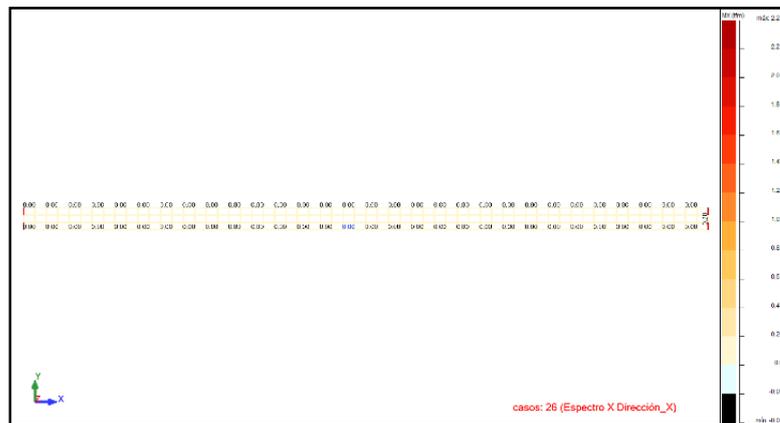
*Momento de Viga – Sismo X*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 212**

*Momento de Viga – Sismo Y*

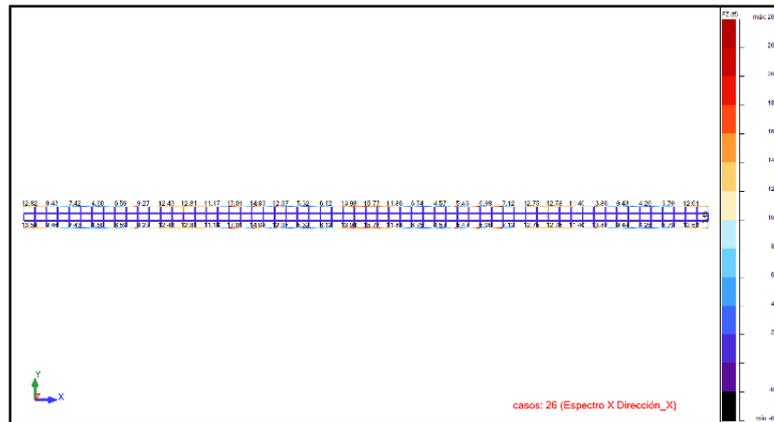


*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Esfuerzo Cortante**

**Figura 213**

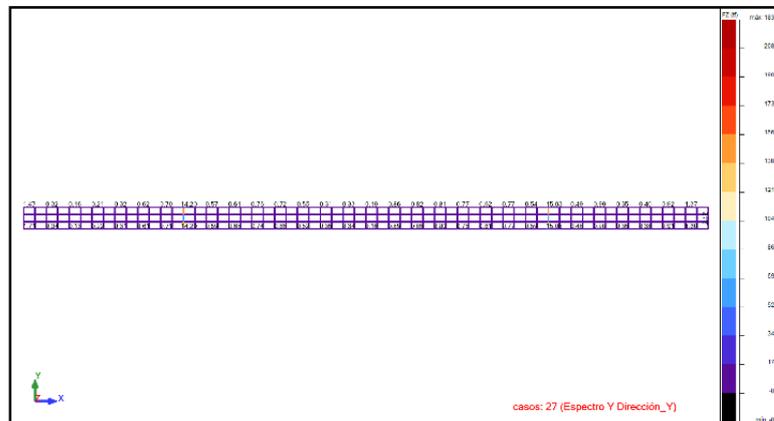
*Esfuerzo Cortante de Viga– Sismo X*



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 214**

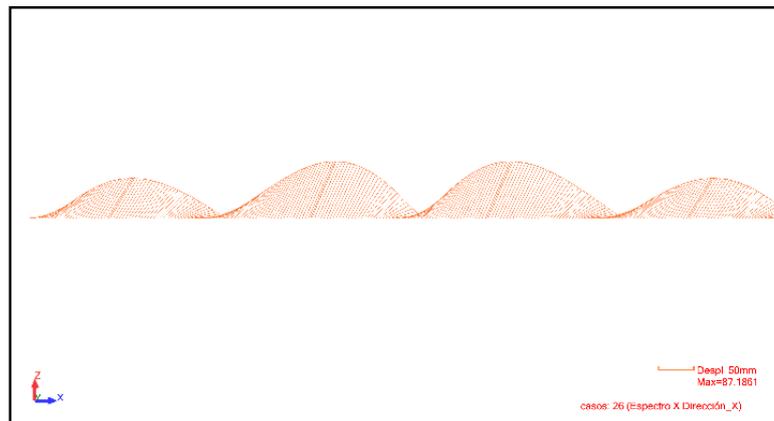
*Esfuerzo Cortante de Viga– Sismo Y*



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 215**

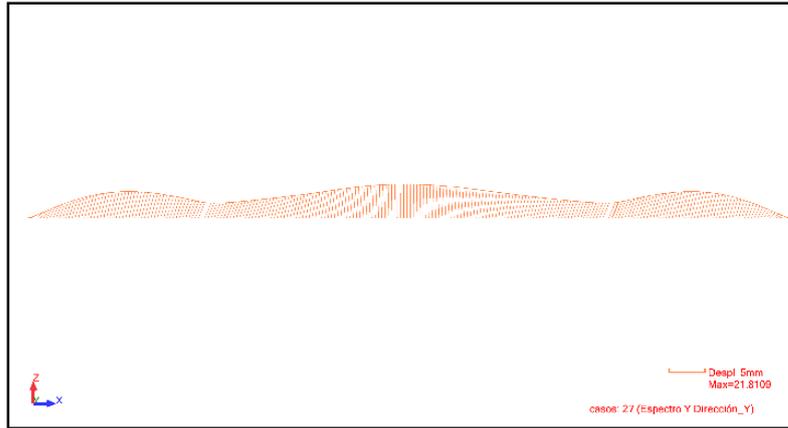
*Deformación de Viga Longitudinal – Sismo X*



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 216**

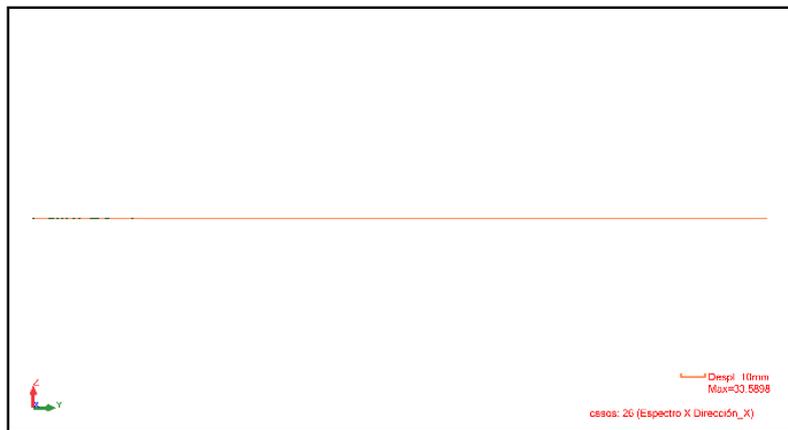
*Deformación de Viga Longitudinal – Sismo Y*



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia  
Deformación (Viga transversal)

**Figura 217**

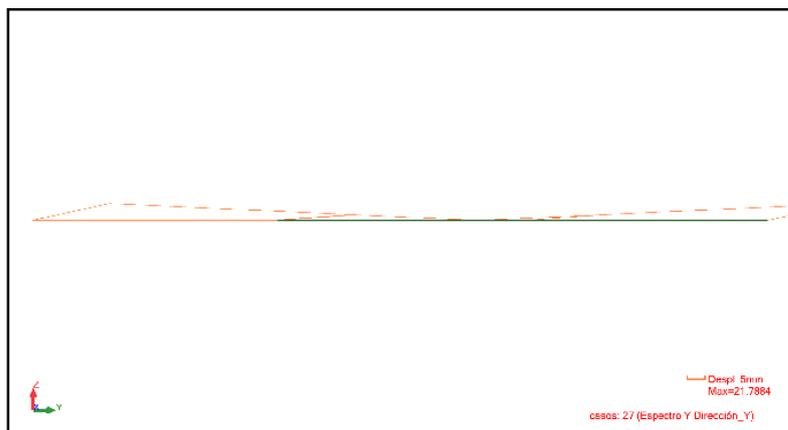
*Deformación de Viga Transversal – Sismo X*



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 218**

*Deformación de Vigas Transversal - Sismo Y*



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

#### 4.6.9.3. Cables

Resultados de la tensión (Fx) de los cables aguas abajo y arriba en los sismos X e Y:

**Tabla 274**

*Sismo X en Cables*

	<b>AGUAS ABAJO</b>	<b>AGUAS ARRIBA</b>
<b>Cable</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>
T1-I	20584.79	20584.78
T1'-I	4512.85	4512.87
T2-I	21838.28	21838.27
T2'-I	5796.84	5796.87
T3-I	31188.61	31188.60
T3'-I	7840.14	7840.21
T4-I	30823.54	30823.53
T4'-I	6833.74	6833.82
T5-I	29126.46	29126.45
T5'-I	8211.14	8211.19
T6-I	34797.29	34797.28
T6'-I	12788.79	12788.87
T1-D	18721.05	18721.10
T1'-D	6751.24	6751.13
T2-D	19914.48	19914.52
T2'-D	8204.10	8203.98
T3-D	26066.34	26066.40
T3'-D	10262.86	10262.66
T4-D	31488.75	31488.79
T4'-D	14760.77	14760.53
T5-D	25886.32	25886.34
T5'-D	11867.11	11866.92
T6-D	30812.22	30812.23
T6'-D	17751.29	17751.20

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 275**

*Sismo Y en Cables*

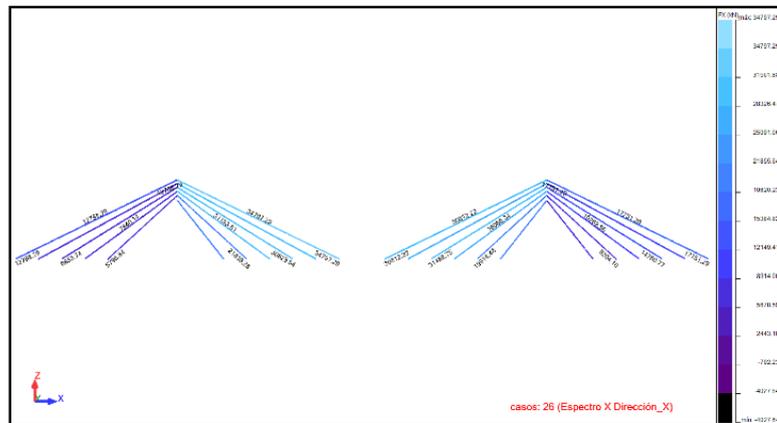
	<b>AGUAS ABAJO</b>	<b>AGUAS ARRIBA</b>
<b>Cable</b>	<b>FX (kN)</b>	<b>FX (kN)</b>
T1-I	20653.08	20661.13
T1'-I	4440.11	4410.09
T2-I	21894.16	21901.05
T2'-I	5738.07	5718.14
T3-I	31255.14	31264.68
T3'-I	7764.25	7750.39
T4-I	30879.00	30888.33
T4'-I	6762.10	6764.35
T5-I	29165.42	29172.24
T5'-I	8153.29	8170.61
T6-I	34828.90	34833.03
T6'-I	12729.42	12765.18
T1-D	18634.66	18642.79
T1'-D	6829.45	6799.32
T2-D	19843.01	19850.02
T2'-D	8268.23	8248.21
T3-D	25979.11	25988.85
T3'-D	10336.15	10322.06
T4-D	31416.13	31425.65
T4'-D	14819.21	14821.28
T5-D	25836.02	25842.99
T5'-D	11898.61	11916.04
T6-D	30772.73	30776.98
T6'-D	17763.05	17799.05

*Nota:* Elaboración propia

## Esfuerzo

**Figura 219**

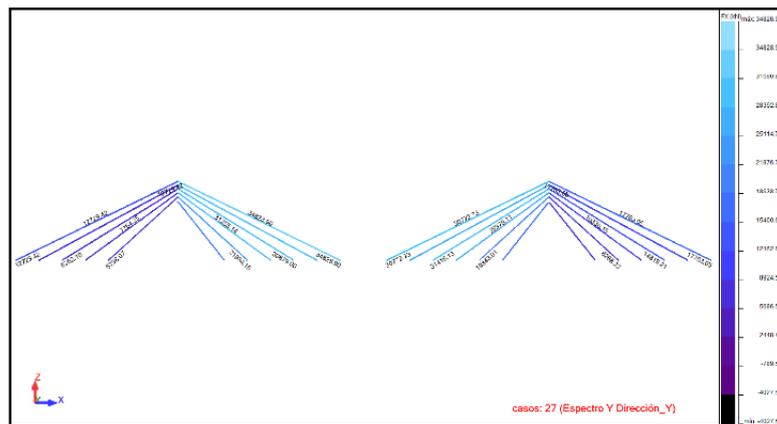
*Esfuerzo de Cables – Sismo X*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

**Figura 220**

*Esfuerzo de Cables – Sismo Y*

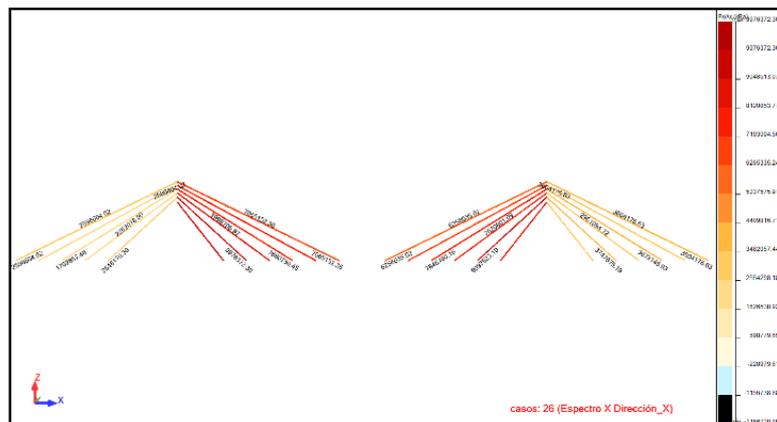


*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

## Tensión normal

**Figura 221**

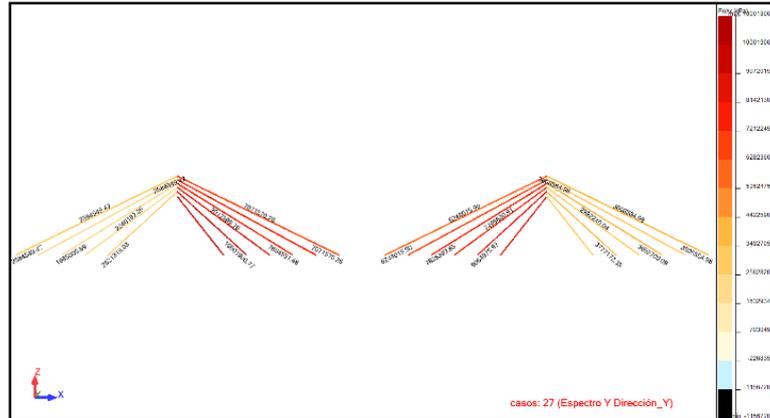
*Tensión Normal de Cables – Sismo X*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

**Figura 222**

Tensión Normal de Cables – Sismo Y



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**4.6.9.4. Torres**

Resultados de los esfuerzos (Fx, Fy, Fz), momentos flectores (Mx, My, Mz) y deformaciones (Ux, Uy, Uz) de los sismos en X e Y de la torre 1:

**Tabla 276**

Sismo X en Torre 01

Barra	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)	Ux (mm)	Uy (mm)	Uz (mm)
3	176.63	11.28	875.80	305.25	-8095.46	31.39	0.00	0.00	0.00
6	112.22	0.22	35.96	42.35	-1492.43	5.19	0.13	0.01	15.56
7	111.32	6.99	111.10	115.74	-1173.94	7.10	0.40	0.03	61.37
8	6.50	16.94	0.14	0.98	-11.89	135.19	0.00	61.59	0.42
21	176.46	11.29	875.79	305.25	-8095.45	31.47	0.00	0.00	0.00
22	112.13	0.22	35.96	42.34	-1492.41	5.18	0.13	0.01	15.56
23	111.24	6.97	111.11	115.77	-1173.96	7.15	0.40	0.03	61.37
24	6.50	16.91	0.12	0.99	-11.82	135.33	0.01	61.59	0.42
37	15.65	783.68	67.40	2578.01	-55.91	506.98	0.02	15.56	0.13

Nota: Elaboración propia

**Tabla 277**

Sismo Y en Torre 01

Barra	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)	Ux (mm)	Uy (mm)	Uz (mm)
3	1135.63	861.78	34.67	63.36	-359.39	4322.74	0.00	0.00	0.00
6	760.05	216.32	22.33	54.67	-125.24	2694.49	0.82	10.39	0.72
7	745.98	187.10	17.47	64.90	-275.16	2365.05	3.86	92.23	2.92
8	25.16	6.23	738.50	118.74	-3988.16	34.87	93.39	2.57	3.77

Barra	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)	Ux (mm)	Uy (mm)	Uz (mm)
21	1135.79	861.73	34.47	63.33	-358.51	4322.67	0.00	0.00	0.00
22	760.03	216.30	22.30	54.71	-124.99	2694.37	0.82	10.39	0.72
23	745.98	187.05	17.55	64.89	-274.97	2365.28	3.86	92.23	2.92
24	25.41	6.23	738.50	118.78	-3988.01	34.65	93.39	2.57	3.77
37	866.16	23.20	606.14	132.76	-2400.57	25.80	10.42	0.72	0.44

*Nota: Elaboración propia*

Resultados de los esfuerzos (Fx, Fy, Fz), momentos flectores (Mx, My, Mz) y deformaciones (Ux, Uy, Uz) de los sismos en X e Y de la torre 2:

**Tabla 278**

*Sismo X en Torre 02*

Barra	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)	Ux (mm)	Uy (mm)	Uz (mm)
38	176.64	11.37	875.83	305.28	-8095.46	31.64	0.00	0.00	0.00
39	112.18	0.24	35.96	42.35	-1492.96	5.13	0.13	0.01	15.56
40	111.29	7.14	111.10	115.75	-1173.95	6.82	0.40	0.03	61.36
41	6.67	16.94	0.11	0.97	-12.09	135.03	0.01	61.58	0.42
54	176.69	11.37	875.83	305.24	-8095.53	31.62	0.00	0.00	0.00
55	112.22	0.24	35.96	42.40	-1492.81	5.10	0.13	0.01	15.56
56	111.33	7.16	111.14	115.80	-1173.96	6.73	0.40	0.03	61.36
57	6.67	16.90	0.12	1.00	-12.16	135.21	0.00	61.58	0.42
70	15.79	783.74	67.44	2578.22	-55.87	507.02	0.02	15.56	0.13

*Nota: Elaboración propia*

**Tabla 279**

*Sismo Y en Torre 02*

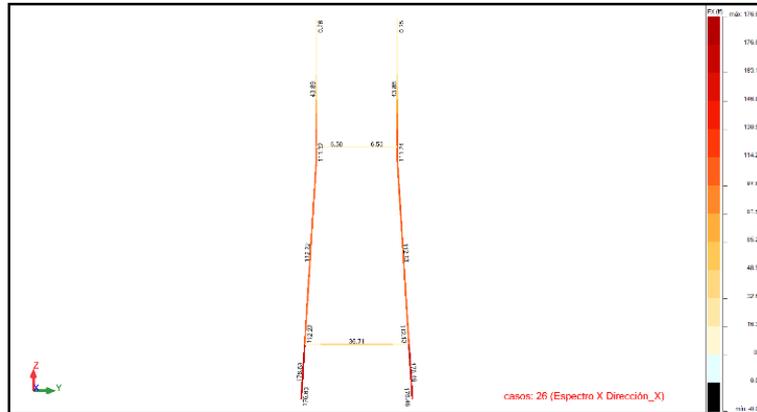
Barra	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)	Ux (mm)	Uy (mm)	Uz (mm)
38	1135.75	862.13	34.43	63.41	-358.32	4324.80	0.00	0.00	0.00
39	760.25	216.30	22.33	54.74	-125.33	2694.50	0.82	10.40	0.72
40	746.16	187.06	17.52	64.64	-275.50	2365.24	3.86	92.23	2.92
41	25.46	6.21	738.64	118.70	-3988.51	34.47	93.39	2.57	3.77
54	1135.66	862.22	34.68	63.35	-359.17	4325.01	0.00	0.00	0.00
55	760.11	216.32	22.28	54.65	-124.89	2694.59	0.82	10.40	0.72
56	746.04	187.33	17.42	64.59	-274.71	2365.07	3.86	92.23	2.92
57	25.09	6.21	738.61	118.66	-3989.04	34.87	93.39	2.57	3.77
70	866.08	23.23	606.38	132.28	-2401.58	25.37	10.42	0.72	0.44

Nota: Elaboración propia

## Esfuerzo (Fx)

**Figura 223**

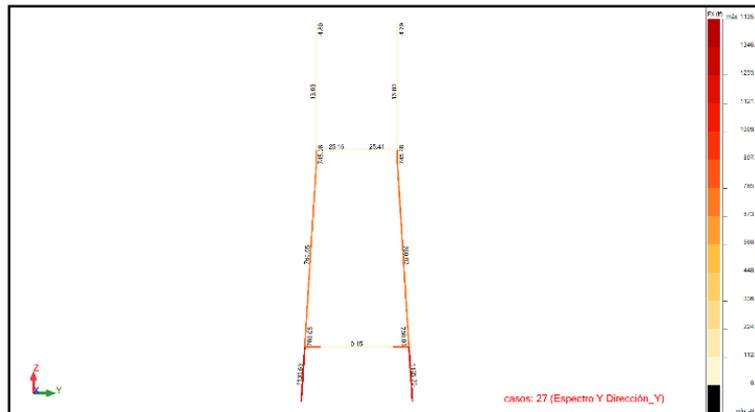
Esfuerzo de Torre – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 224**

Esfuerzo de Torre – Sismo Y

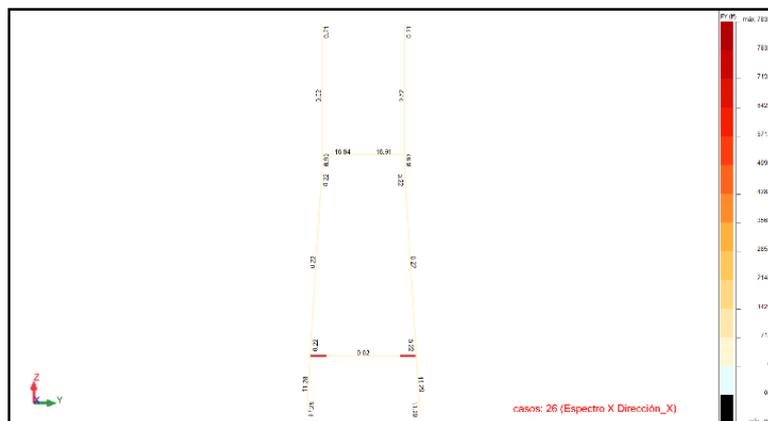


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

## Esfuerzo (Fy)

**Figura 225**

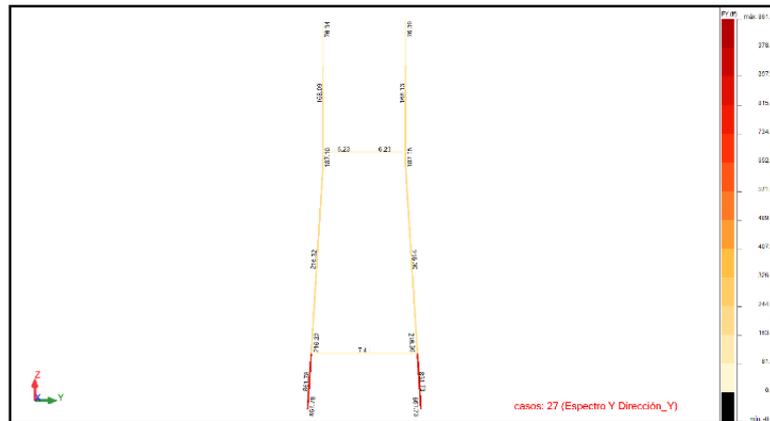
Esfuerzo de Torre – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 226**

*Esfuerzo de Torre – Sismo Y*

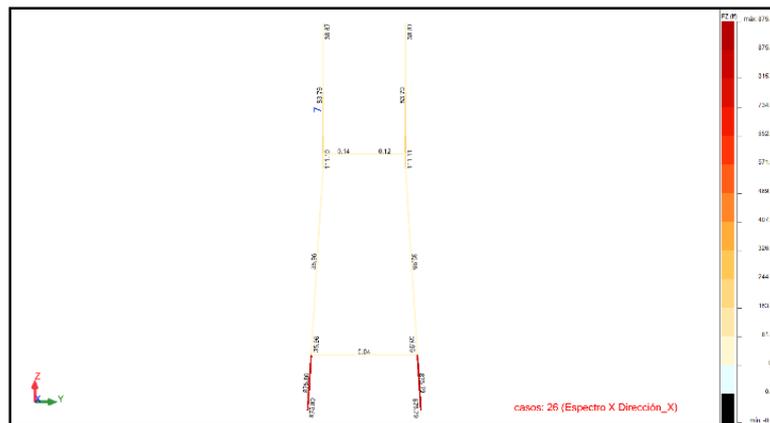


*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

**Esfuerzo (Fz)**

**Figura 227**

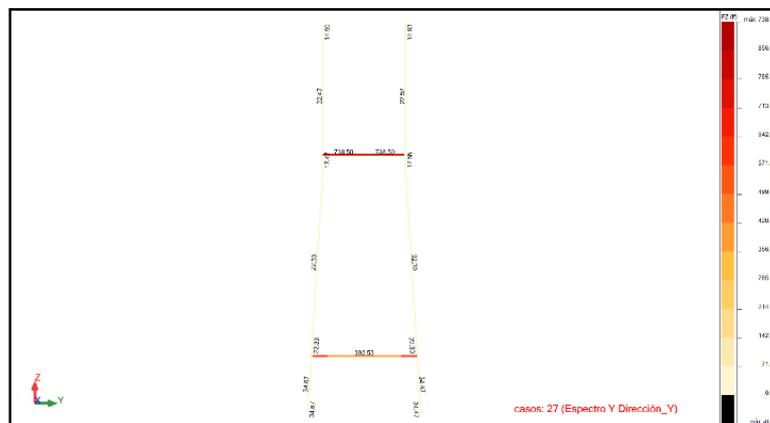
*Esfuerzo de Torre – Sismo X*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

**Figura 228**

*Esfuerzo de Torre – Sismo Y*

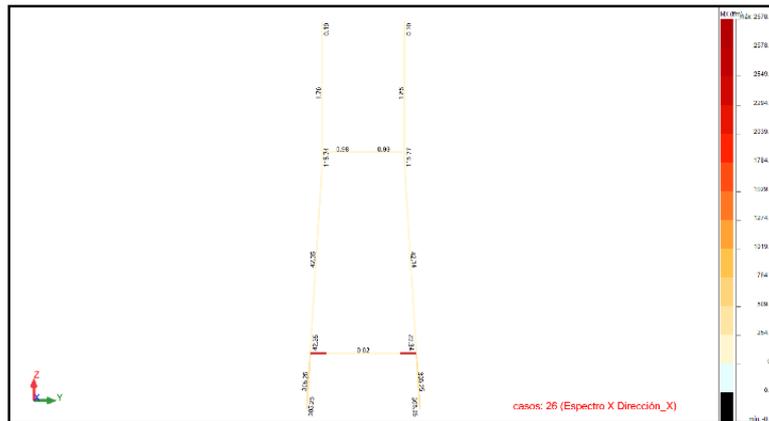


*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

**Momento (Mx)**

**Figura 229**

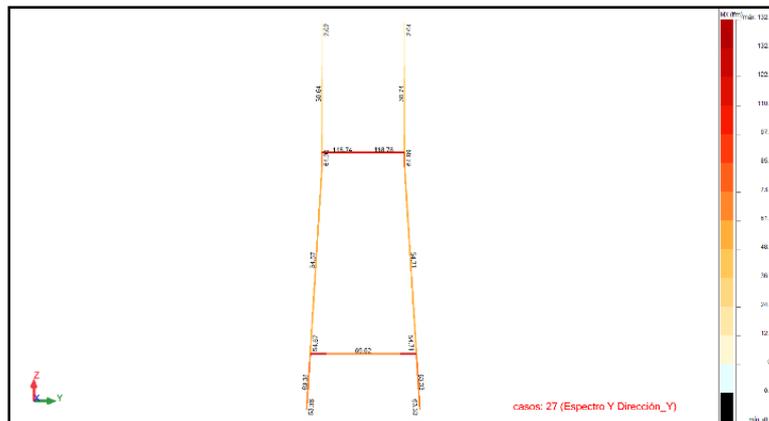
*Momento de Torre – Sismo X*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

**Figura 230**

*Momento de Torre – Sismo Y*

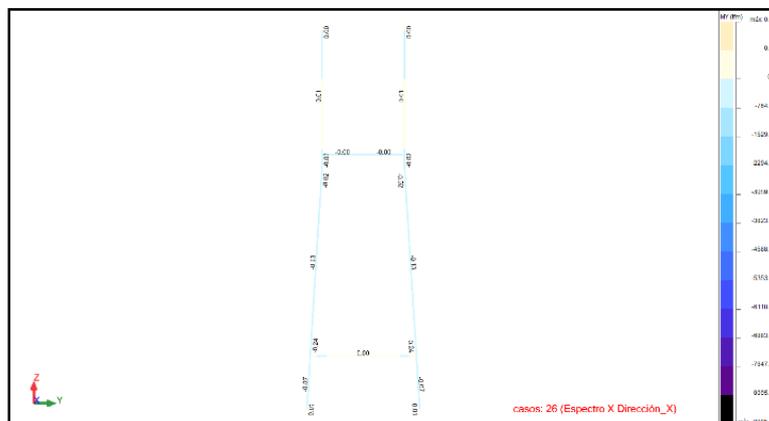


*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

Momento (My)

**Figura 231**

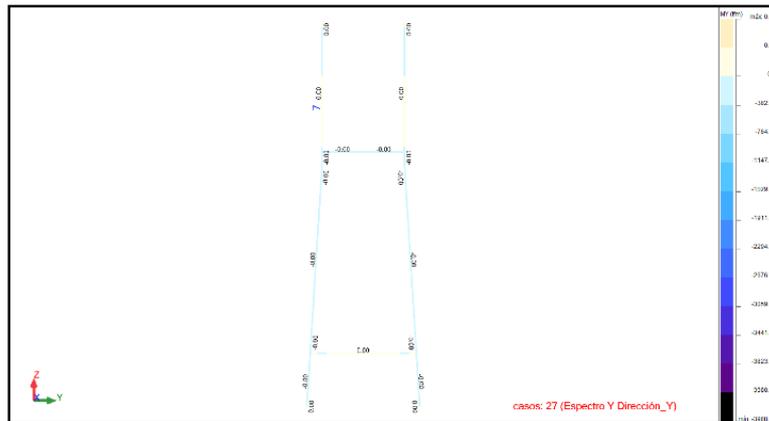
*Momento de Torre – Sismo X*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

**Figura 232**

*Momento de Torre – Sismo Y*

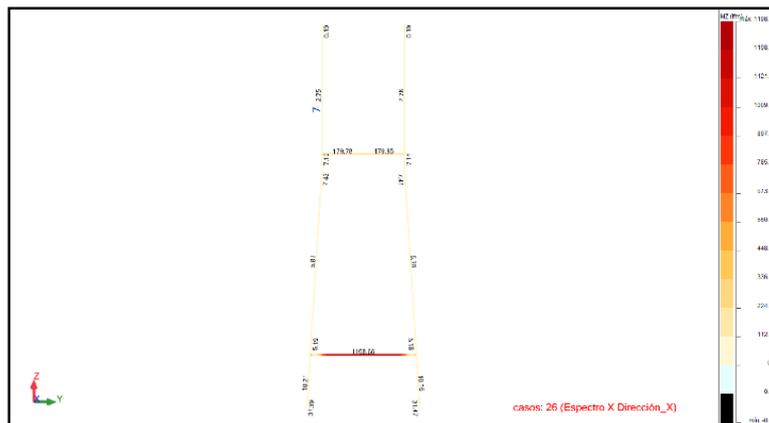


*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

**Momento (Mz)**

**Figura 233**

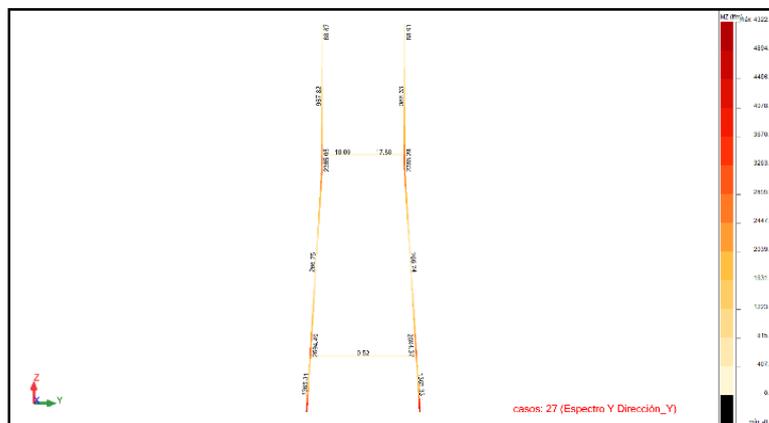
*Momento de Torre – Sismo X*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

**Figura 234**

*Momento de Torre – Sismo Y*



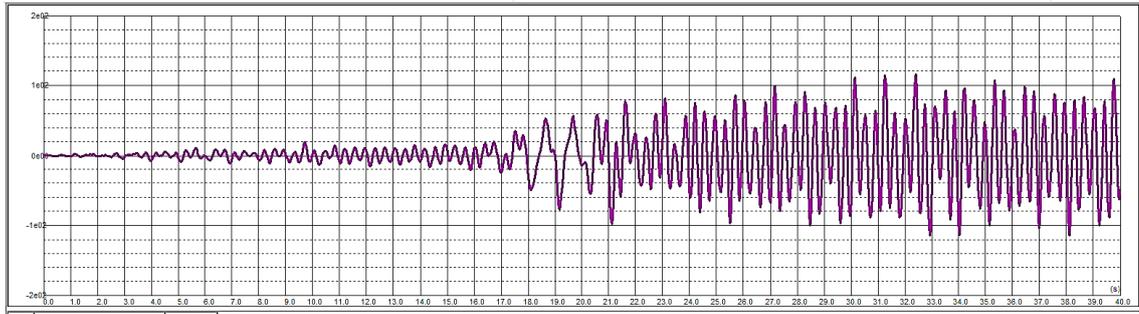
*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

#### 4.6.10. Tiempo – Historia del Puente

El tiempo – historia es una forma de conocer la resistencia del puente ante eventos externos que experimenta la subestructura y superestructura, tal como se muestran en los siguientes cuadros:

**Figura 235**

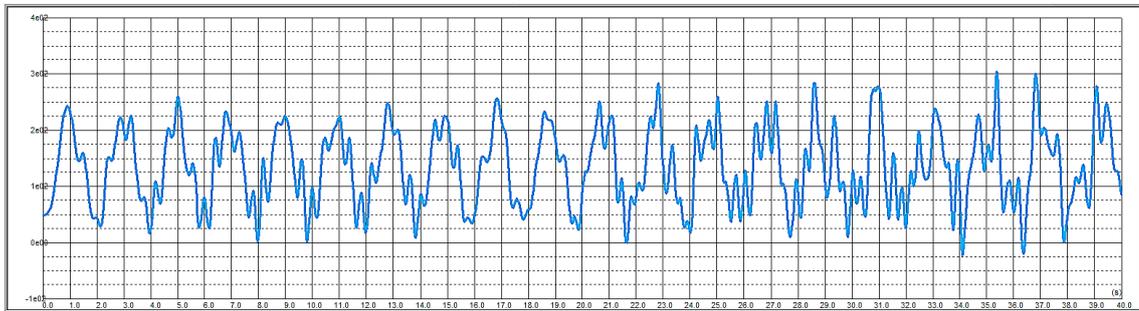
*Gráfico de Desplazamiento del Puente según del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente NS.*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 114.87mm. Elaboración propia

**Figura 236**

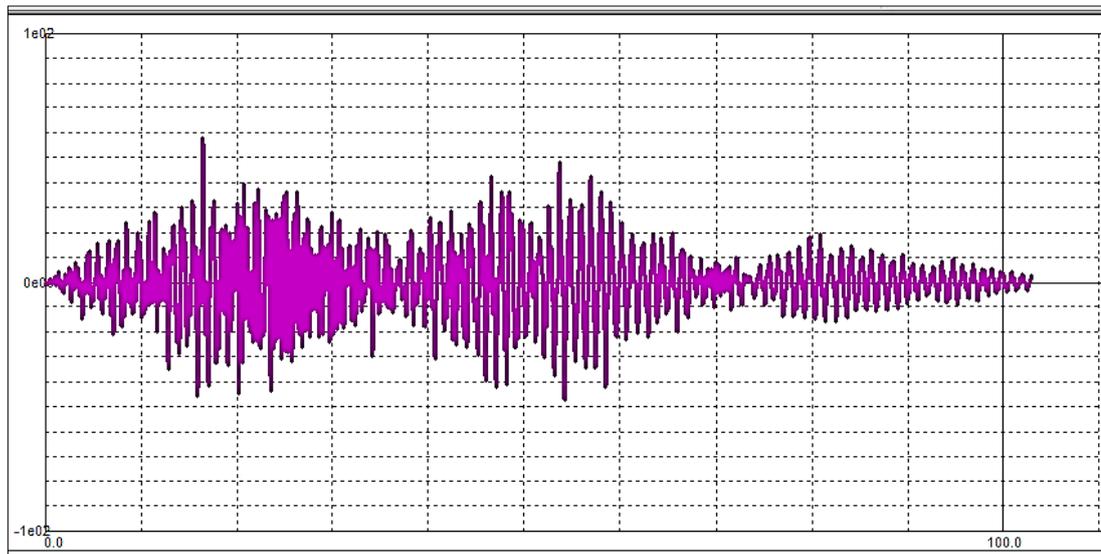
*Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente EW.*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 303.32mm. Elaboración propia

**Figura 237**

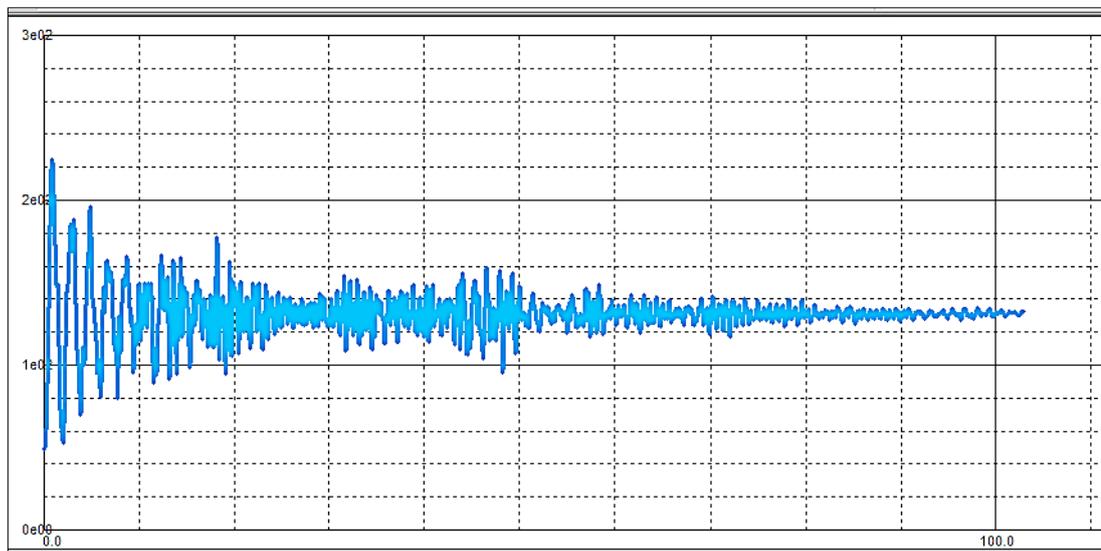
*Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente NS.*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 57.47mm. Elaboración propia*

**Figura 238**

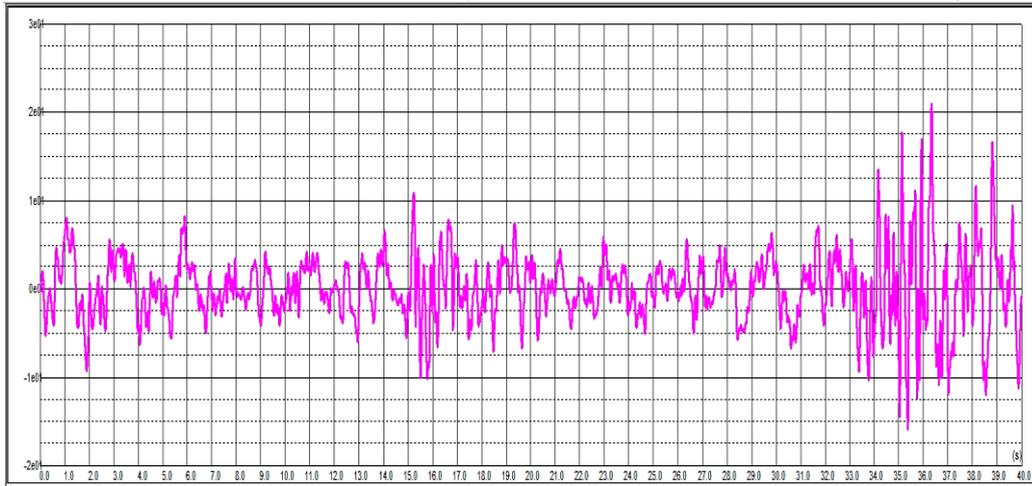
*Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente EW.*



*Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 224.12mm. Elaboración propia*

**Figura 239**

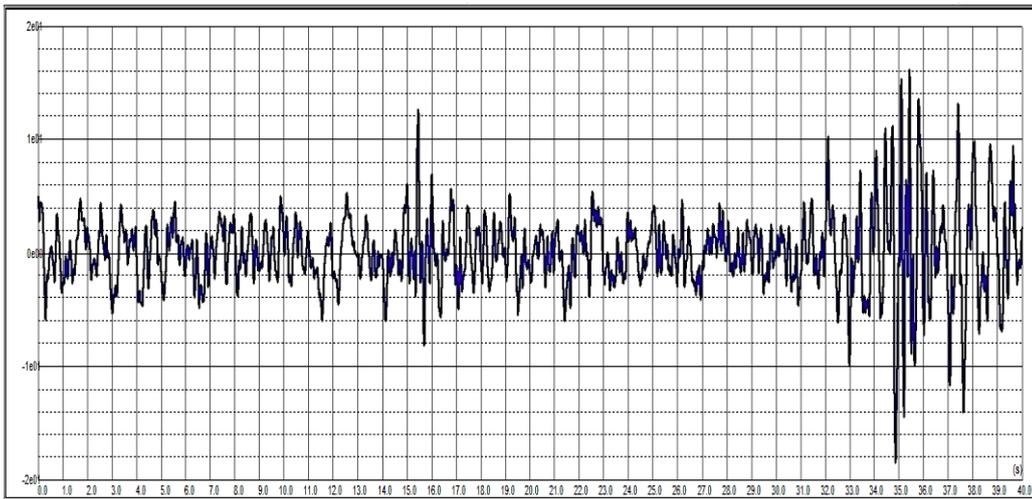
*Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente NS.*



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 240**

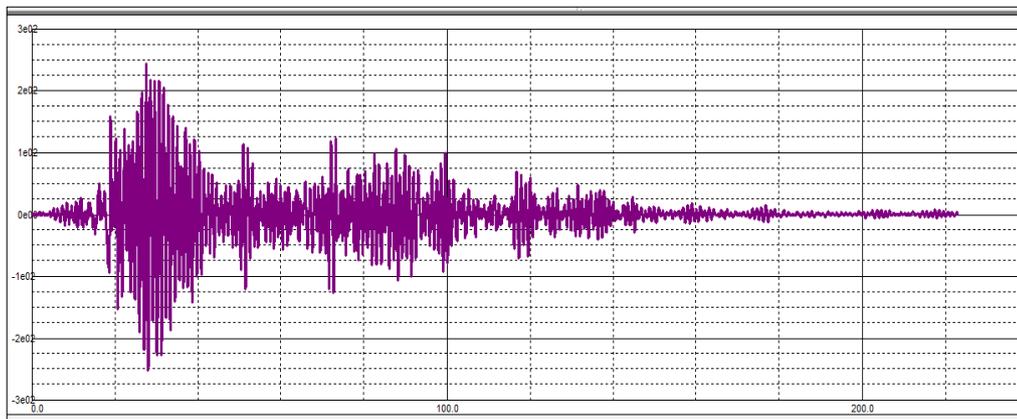
Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente EW.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

**Figura 241**

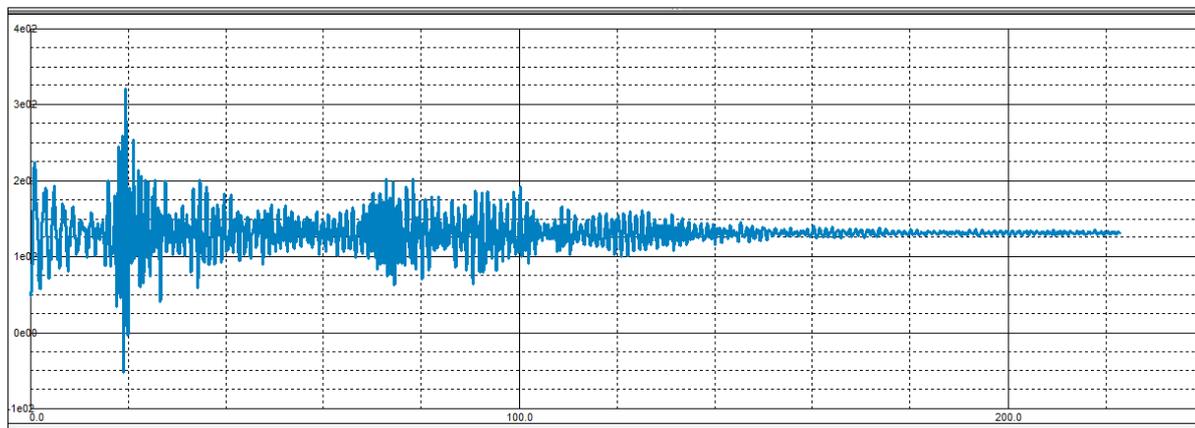
Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente NS.



Nota Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 244.061mm. Elaboración propia

**Figura 242**

Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente EW.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 319.627mm. Elaboración propia

#### 4.7. Control del Espesor de la Capa Seca de la Pintura

Luego de haberse sacado la lectura puntual y la lectura individual del área de muestra de cada viga, se obtiene los siguientes resultados:

**Tabla 280**

Resumen de Comparación

EQUIPO DE INSPECCION: POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03

EQUIPO DE INSPECCION: POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03

ITEM	CODIGO	DIMENSIONES	ESPESOR NOMINAL	ESPESOR	CALF
				(mils) P.Y.	
1	VT-MI	1/2	2-3 mils	2.7	AC.
2	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.9	AC.
3	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.5	AC.
4	VT-MI	1/2	6-8 mils	7.5	AC.
5	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.6	AC.
6	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.5	AC.
7	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.8	AC.
8	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.6	AC.
9	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.7	AC.
10	VT-MI	1/2	6-8 mils	7.8	AC.
11	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.7	AC.

---

**EQUIPO DE INSPECCION: POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03**

**EQUIPO DE INSPECCION: POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03**

---

ITEM	CODIGO	DIMENSIONES	ESPESOR NOMINAL	ESPESOR	CALF
				(mils) P.Y.	
12	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.7	AC.
13	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.8	AC.
14	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.9	AC.
15	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.5	AC.
16	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	8	AC.
17	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.7	AC.
18	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.7	AC.
19	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.8	AC.
20	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.8	AC.
21	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.6	AC.
22	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.5	AC.
23	VT-MI	1.99 x 8.30m	2-3 mils	2.8	AC.
24	VP-MI	1.99 x 8.30m	6-8 mils	7.4	AC.
25	VP-MI	1.99 x 9.75m	2-3 mils	2.6	AC.
26	VP-MI	1.99 x 9.75m	6-8 mils	7.7	AC.
27	VT-MI	1.99 x 9.30m	2-3 mils	2.7	AC.
28	VP-MI	1.99 x 9.30m	6-8 mils	7.9	AC.
29	VP-MI	1.98 x 9.75m	2-3 mils	2.5	AC.
30	VP-MI	1.98 x 9.75m	6-8 mils	8.1	AC.
31	VT-MI	1.98 x 9.75m	2-3 mils	2.6	AC.
32	VP-MI	1.98 x 9.75m	6-8 mils	7.8	AC.
33	VP-MI	1.98 x 9.17m	2-3 mils	2.5	AC.
34	VP-MI	1.98 x 9.17m	6-8 mils	7.9	AC.
35	VP-MI	1.99 x 8.30m	2-3 mils	2.6	AC.
36	VP-MI	1.99 x 8.30m	6-8 mils	7.8	AC.
37	VP-MI	1.98 x 9.75m	2-3 mils	2.5	AC.
38	VP-MI	1.98 x 9.75m	6-8 mils	7.6	AC.
39	VP-MI	1.99 x 9.30m	2-3 mils	2.5	AC.
40	VP-MI	1.99 x 9.30m	6-8 mils	7.9	AC.
41	VP-MI	1.98 x 9.75m	2-3 mils	2.7	AC.
42	VP-MI	1.98 x 9.75m	6-8 mils	7.8	AC.

---

---

**EQUIPO DE INSPECCION:** POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03

**EQUIPO DE INSPECCION:** POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03

---

ITEM	CODIGO	DIMENSIONES	ESPESOR NOMINAL	ESPESOR	CALF
				(mils) P.Y.	
43	VP-MI	1.98 x 9.75m	2-3 mils	2.5	AC.
44	VP-MI	1.98 x 9.75m	6-8 mils	8	AC.
45	VP-MI	1.98 x 9.17m	2-3 mils	2.6	AC.
46	VP-MI	1.98 x 9.17m	6-8 mils	8	AC.

---

*Nota:* Elaboración propia

**Resultados:**

Las vigas principales y transversales del Puente Comunero I cumplen con los requisitos exigidos por la NORMA SSPC PA2 – 2004.

## CAPÍTULO V

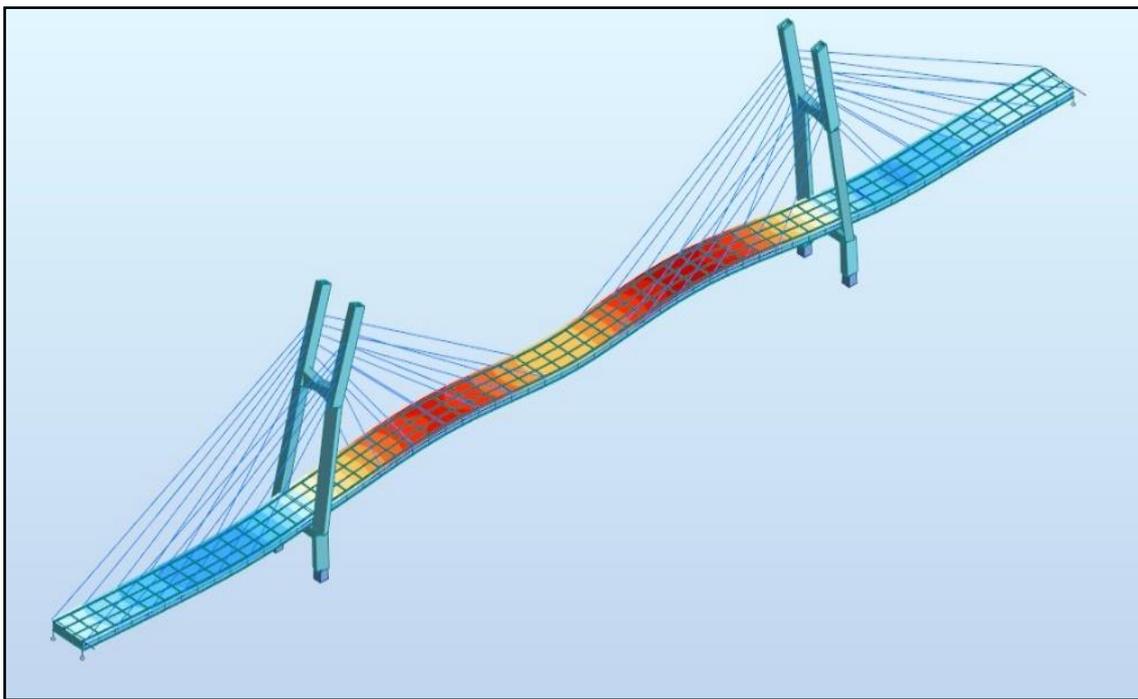
### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. La identificación de patologías luego de su rehabilitación del puente Comunero I se encontraron: cangrejas en el pilón, eflorescencia en la losa de concreto, desgaste y desprendimiento de la pintura en la baranda metálica, desconchamiento y fisuras de la pintura en las barandas de concreto, generando una inestabilidad estructural futura para los elementos de concreto y un daño a la baranda metálica.
2. El levantamiento topográfico se desarrolló con un área de influencia de 840m aguas arriba y 590m aguas abajo, teniendo como pendiente del Río Mantaro de 0.27 ‰.
3. Los resultados granulométricos del objeto de estudio, realizado con el Manual de Puentes, se realizaron 6 calicatas de profundidades de 1.50 m, además el sondeo abarco una profundidad de 3.0 m teniendo como resultado: C-01 es GP, C-02 es GW, C-03 es GW, C-04 es GP, C-05 es GP y C-06 es GP, según la clasificación S.U.C.S. y ASHTHO es grava mal gradada con arena y como D50 igual a 15.20.
4. La socavación general para los caudales de los periodos de retorno de 100 y 500 años, con un caudal máximo de 724.53 m<sup>3</sup>/s para 500 años de 1.68 m de altura. Por lo cual no perjudicaría la estabilidad del Puente.
  - La socavación local de los pilares del Puente Comunero I, realizada en el software HEC-RAS, las profundidades obtenidas en el modelo son: 6.85m para un caudal de 623.94 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 100 años, y 7.18m para un caudal de 724.53 m<sup>3</sup>/s para un periodo de 500 años. Por lo cual perjudicaría la estabilidad del Puente.
  - La socavación local de los estribos del Puente Comunero I, realizada en el software HEC-RAS, las profundidades obtenidas en el modelo: del estribo derecho es 13.55 m para un caudal de 623.94 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 100 años, y 14.34 m para un caudal de 724.53 m<sup>3</sup>/s para un periodo de 500 años y del estribo izquierdo es 16.36m para un caudal de 623.94 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 100 años, y 17.21 m para un caudal de 724.53 m<sup>3</sup>/s para un periodo de 500 años. Por lo cual perjudicaría la estabilidad del Puente.

5. La resistencia a la compresión obtenida con el ensayo de Esclerometría de los elementos de concreto como: losa, estribos y pilón, tienen incidencia considerable en comparación con la resistencia diseñada, por lo que se puede deducir que todos los elementos de concreto armado tienen una óptima funcionalidad, así mismo la resistencia del acero estructural, barra de fibra de carbono y lamina de fibra de carbono se tomaron del expediente técnico del proyecto, datos insertados al software robot estructural para su posterior evaluación de las condiciones reforzadas y no reforzadas.
6. Obtenidos los resultados del software, muestran la deflexión sometida a la estructura antes y después de su reforzamiento en la losa, se procedió a comparar los datos simulados a las condiciones reales del mismo.
  - La simulación del puente realizada en el software AUTODESK ROBOT, concluye los siguientes resultados según las cargas aplicadas, teniendo una resistencia para el concreto en la losa de  $600 \text{ kgf/cm}^2$  y con el reforzamiento con CFRP.

**Figura 243**

*Deflexión en el Software AUTODESK ROBOT*



*Nota:* Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

- Atendiendo al objetivo principal, se realizó una gráfica comparativa entre la losa sin CFRP y con CFRP, según el modelo de elementos finitos.

**Figura 244**

*Curva de Deflexión de Losa sin CFRP vs. con CFRP*



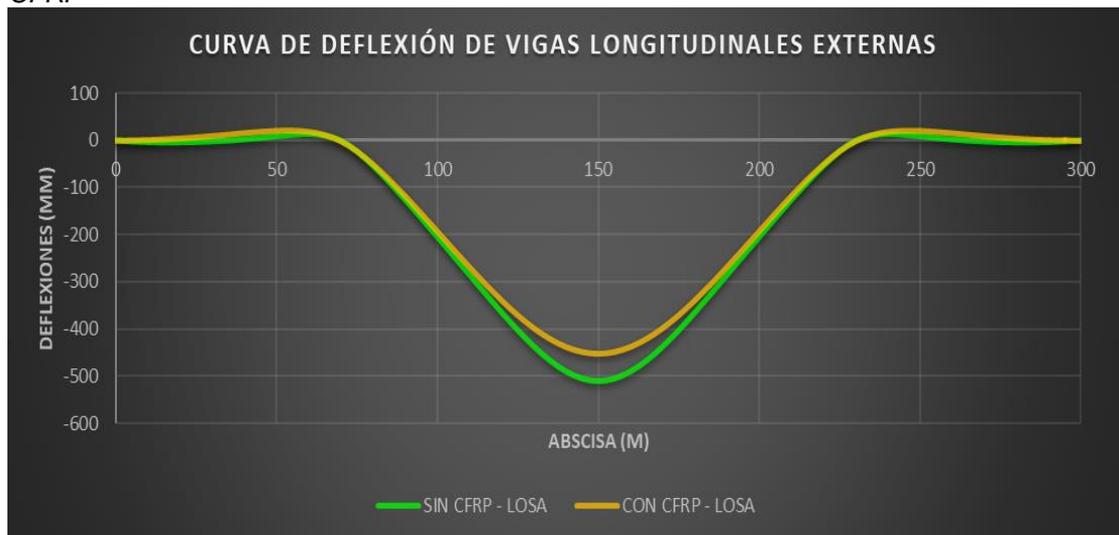
*Nota:* Elaboración propia

El resultado que se observa, se tiene una flecha máxima de -510.53 mm para la losa sin CFRP y una flecha máxima de -451.38 mm para la losa con CFRP, entonces el reforzamiento estructural de la losa, tiene una influencia significativa en la rigidez a flexión del puente Comunero I.

- Se realizó una gráfica comparativa de cómo influye la losa reforzada CFRP en las vigas longitudinales, según el modelo de elementos finitos.

**Figura 245**

*Curva de Deflexión de Viga Longitudinales en los Extremos de Losa sin CFRP vs. con CFRP*

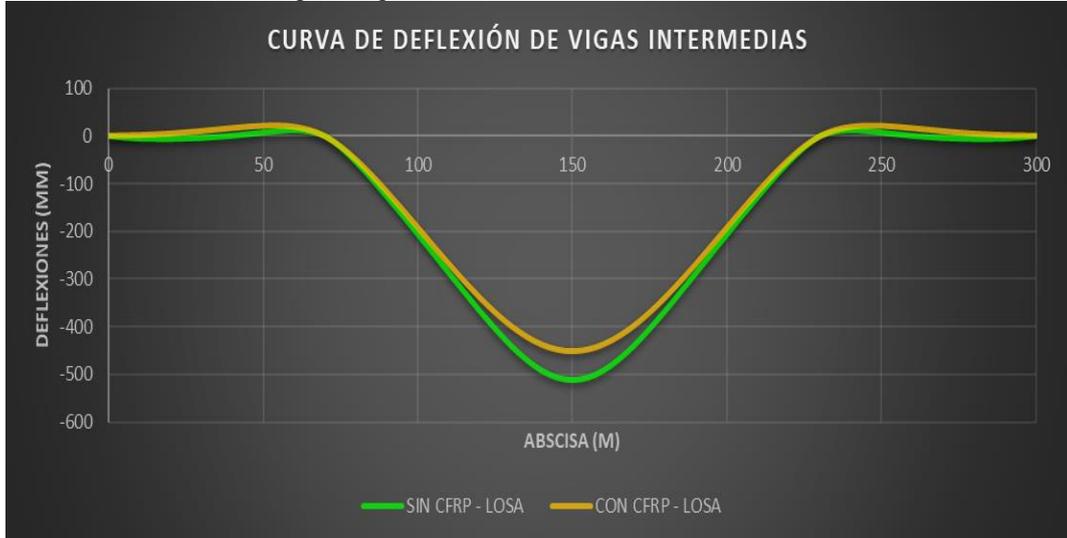


*Nota:* Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga longitudinales externas tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -509.44 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -452.11 mm.

**Figura 246**

*Curva de Deflexión de Viga Longitudinales Intermedias de Losa sin CFRP vs. con CFRP*



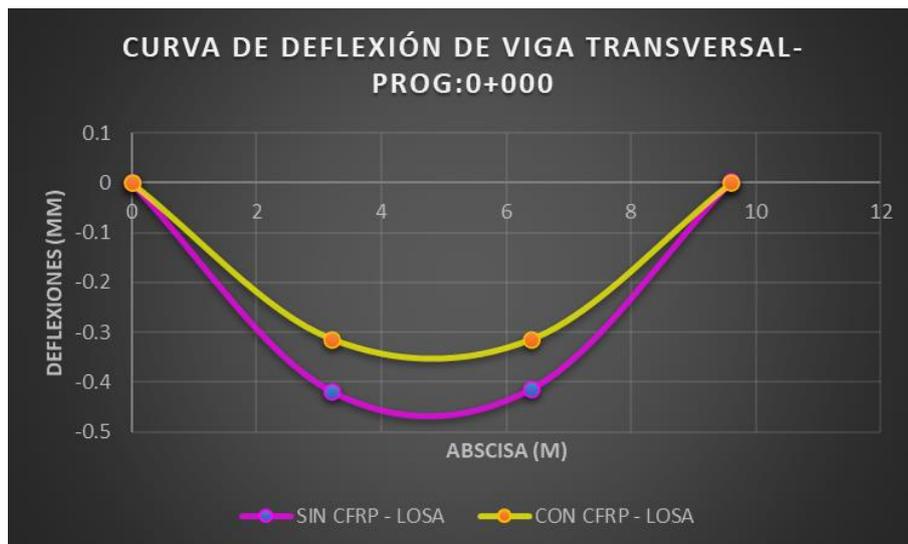
*Nota:* Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga longitudinales externas tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -510.53 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -451.38 mm.

- Se realizó una gráfica comparativa de cómo influye la losa reforzada CFRP en las vigas transversales, según el modelo de elementos finitos.

**Figura 247**

*Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+000 de Losa sin CFRP vs. con CFRP*

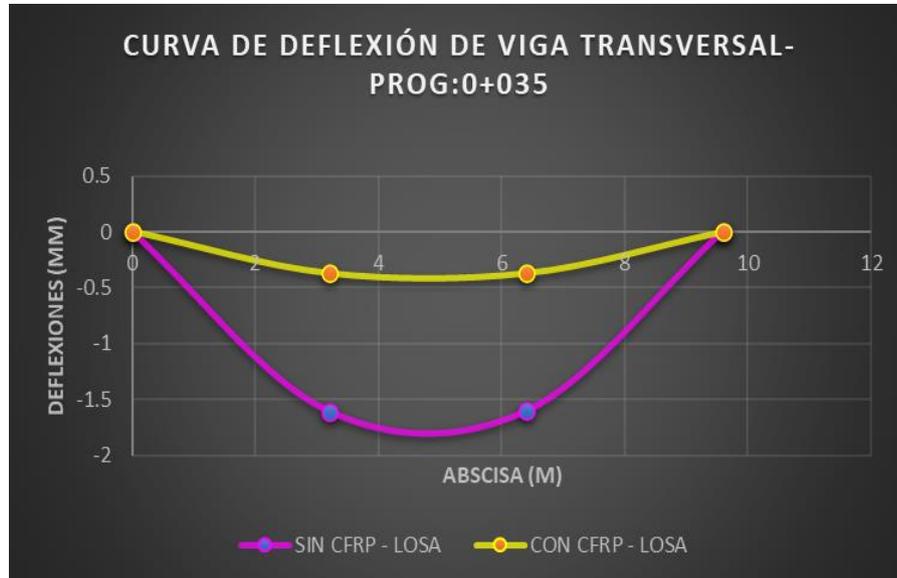


*Nota:* Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -0.461 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.354mm.

**Figura 248**

Curva de deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+035 de Losa sin CFRP vs. con CFRP

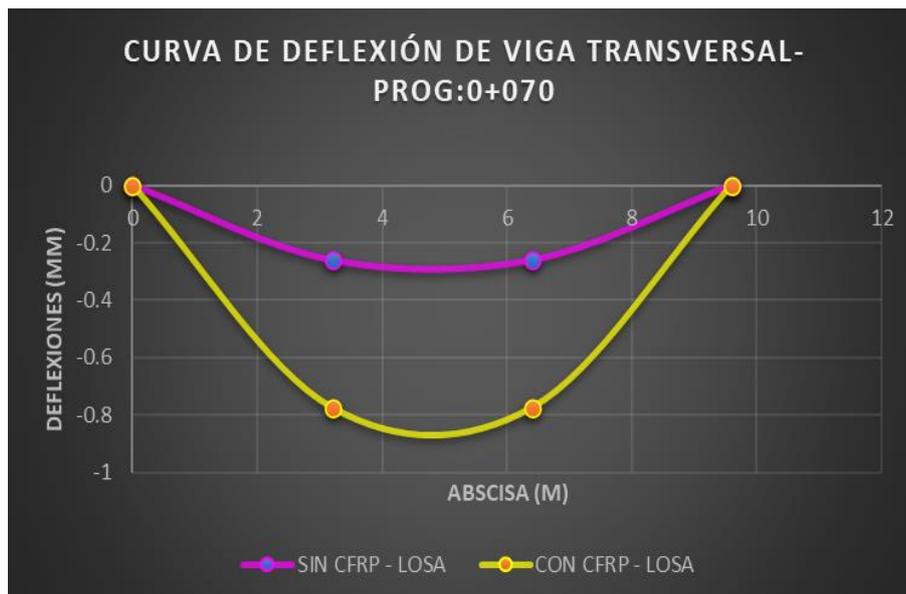


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -1.73 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.415mm

**Figura 249**

Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+070 de Losa sin CFRP vs. con CFRP

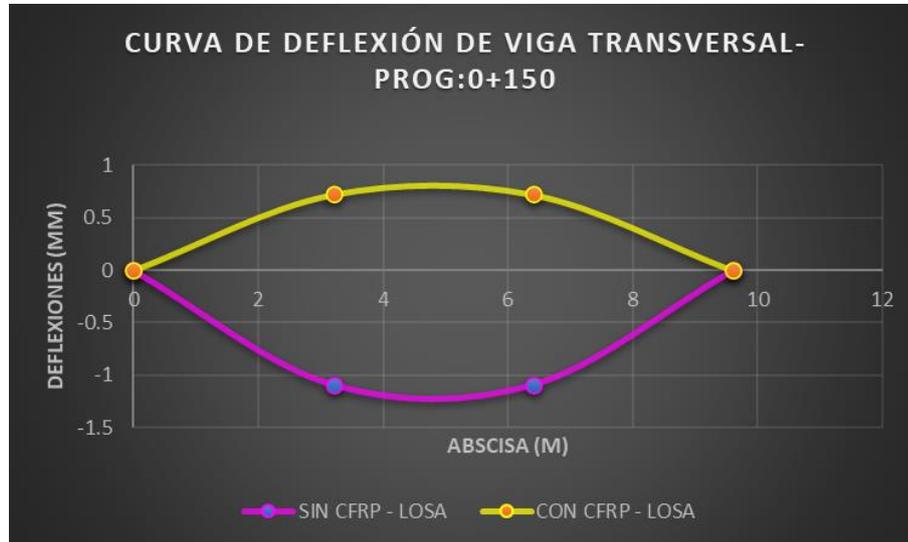


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -0.294 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.829mm

**Figura 250**

Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+150 de Losa sin CFRP vs. con CFRP

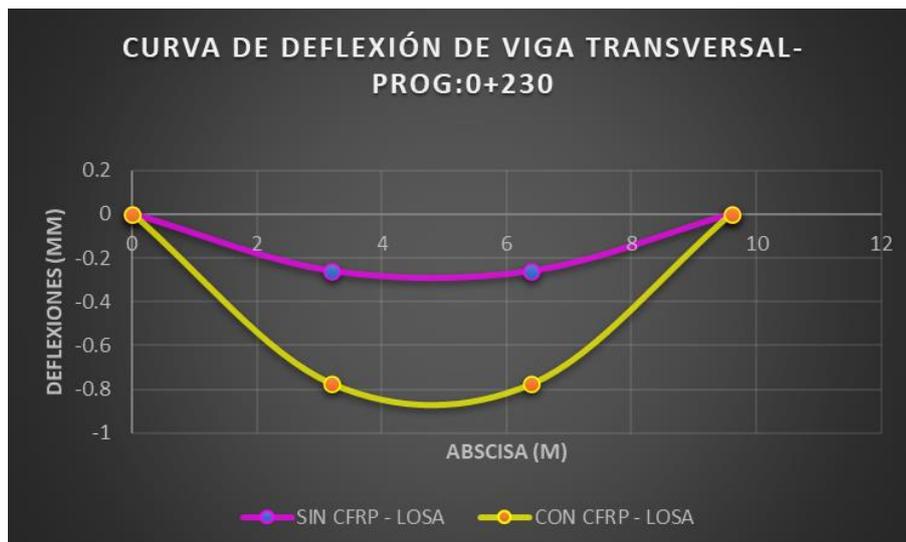


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -1.215 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de 0.818 mm

**Figura 251**

Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+230 de Losa sin CFRP vs. con CFRP

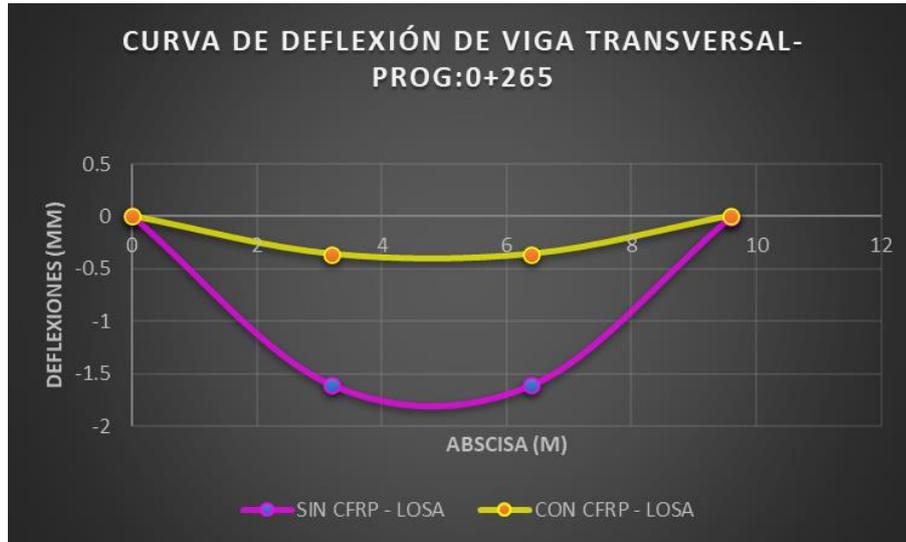


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -0.292 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.832 mm

**Figura 252**

Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+265 de Losa sin CFRP vs. con CFRP

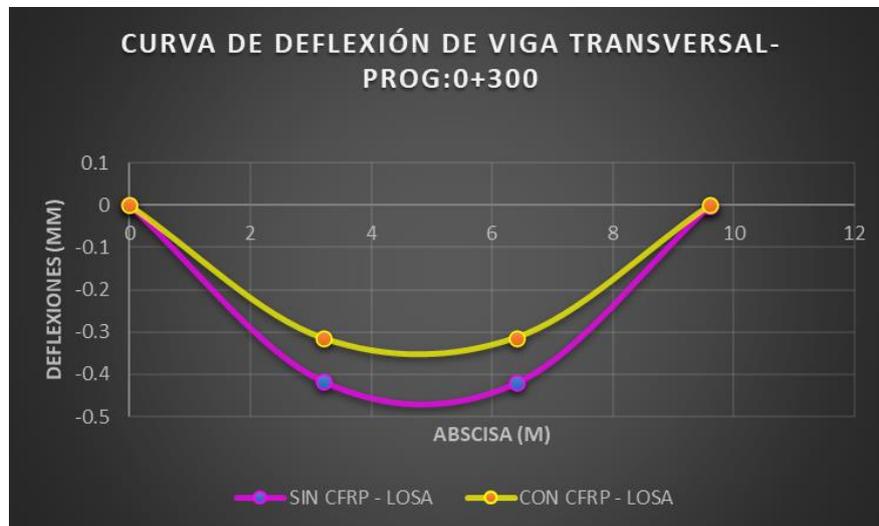


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -1.723 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.405 mm

**Figura 253**

Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+300 de Losa sin CFRP vs. con CFRP



Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -0.45 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.344 mm

- El tipo de cable utilizado en el puente Comunero I está de acuerdo al AASHTO A416 GR270, por lo cual se realizó la verificación de la resistencia a tracción en los tirantes con el Manual de Puentes.

**Tabla 281**

*Propiedades de Torón de Pretensar y de Barras*

Material	Grado o Tipo	Diámetro (in)	Resistencia a la Tracción $f_{pu}$ en (ksi)	Resistencia a la Fluencia $f_{py}$ en (ksi)
Toron (Strand)	250 ksi (17,600 kg/cm <sup>2</sup> )	1/4 a 0.60	250 ksi (17,600 kg/cm <sup>2</sup> )	85% de $f_{pu}$ , excepto
	270 ksi (19,000 kg/cm <sup>2</sup> )	3/8 a 0.60	270 ksi (19,000 kg/cm <sup>2</sup> )	90% de $f_{pu}$ , para torones de baja relajacion
Barra	Tipo 1, liso	3/4 a 1-3/8	150 ksi (10,560 kg/cm <sup>2</sup> )	85% de $f_{pu}$
	Tipo 2, corrugado	5/8 a 1-3/8	150 ksi (10,560 kg/cm <sup>2</sup> )	80% de $f_{pu}$

*Nota:* Adaptado de Manual de Puentes (p.137), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

**Tabla 282**

*Cuadro de Verificación de la Resistencia a Tracción de los Tirantes-Aguas Abajo*

CABLES	FX (kN)	Fx/Ax (kPa)	Fpu (kPa)	VERIFICACIÓN
CABLE_T1_I	-1473.90	-673322.21	1863263.50	OK
CABLE_T2_I	-1600.53	-731170.37	1863263.50	OK
CABLE_T3_I	-2244.07	-647472.30	1863263.50	OK
CABLE_T4_I	-2153.34	-536577.18	1863263.50	OK
CABLE_T5_I	-2114.66	-526938.13	1863263.50	OK
CABLE_T6_I	-2633.93	-534785.67	1863263.50	OK
CABLE_T1_D	-1473.87	-673307.39	1863263.50	OK
CABLE_T2_D	-1600.44	-731130.31	1863263.50	OK
CABLE_T3_D	-1992.52	-574893.53	1863263.50	OK
CABLE_T4_D	-2608.23	-649929.82	1863263.50	OK
CABLE_T5_D	-2115.74	-527207.66	1863263.50	OK
CABLE_T6_D	-2636.29	-535265.16	1863263.50	OK
CABLE_T1_D'	-1274.31	-582142.49	1863263.50	OK
CABLE_T2_D'	-1418.16	-647856.07	1863263.50	OK
CABLE_T3_D'	-1852.00	-534349.31	1863263.50	OK
CABLE_T4_D'	-2406.05	-599549.70	1863263.50	OK
CABLE_T5_D'	-2023.83	-504304.67	1863263.50	OK
CABLE_T6_D'	-2808.83	-570296.89	1863263.50	OK
CABLE_T1_I'	-1276.02	-582922.33	1863263.50	OK

CABLES	FX (kN)	Fx/Ax (kPa)	Fpu (kPa)	VERIFICACIÓN
CABLE_T2_I'	-1419.56	-648496.94	1863263.50	OK
CABLE_T3_I'	-2005.02	-578498.17	1863263.50	OK
CABLE_T4_I'	-1954.91	-487132.29	1863263.50	OK
CABLE_T5_I'	-2027.43	-505202.58	1863263.50	OK
CABLE_T6_I'	-2712.70	-550778.85	1863263.50	OK

*Nota:* Elaboración propia con el software Robot Structural

**Tabla 283**

*Cuadro de Verificación de la Resistencia a Tracción de los Tirantes-Aguas Arriba*

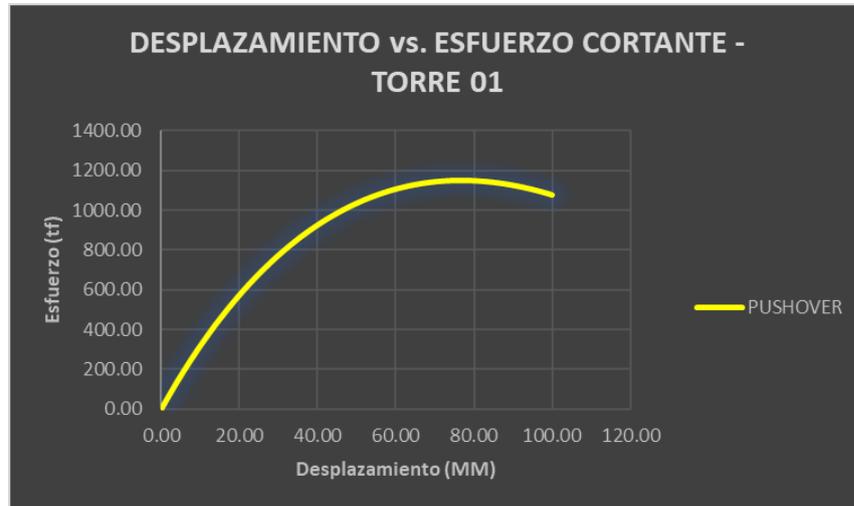
CABLES	FX (kN)	Fx/Ax (kPa)	Fpu (kPa)	VERIFICACIÓN
CABLE_T1_I	-1473.87	-673305.65	1863284.50	OK
CABLE_T2_I	-1600.44	-731127.55	1863283.50	OK
CABLE_T3_I	-1992.51	-574890.28	1863282.50	OK
CABLE_T4_I	-2608.22	-649926.31	1863281.50	OK
CABLE_T5_I	-2115.72	-527204.01	1863280.50	OK
CABLE_T6_I	-2636.27	-535261.40	1863279.50	OK
CABLE_T1_D	-1473.91	-673323.94	1863273.50	OK
CABLE_T2_D	-1600.54	-731173.12	1863272.50	OK
CABLE_T3_D	-2244.09	-647475.53	1863271.50	OK
CABLE_T4_D	-2153.35	-536580.66	1863270.50	OK
CABLE_T5_D	-2114.67	-526941.76	1863269.50	OK
CABLE_T6_D	-2633.94	-534789.41	1863268.50	OK
CABLE_T1_D'	-1276.04	-582933.29	1863267.50	OK
CABLE_T2_D'	-1419.59	-648509.08	1863266.50	OK
CABLE_T3_D'	-2005.06	-578510.42	1863265.50	OK
CABLE_T4_D'	-1954.96	-487144.25	1863264.50	OK
CABLE_T5_D'	-2027.47	-505212.71	1863263.50	OK
CABLE_T6_D'	-2712.67	-550773.54	1863285.50	OK
CABLE_T1_I'	-1274.29	-582131.46	1863278.50	OK
CABLE_T2_I'	-1418.13	-647843.85	1863277.50	OK
CABLE_T3_I'	-1851.96	-534336.97	1863276.50	OK
CABLE_T4_I'	-2406.00	-599537.62	1863275.50	OK
CABLE_T5_I'	-2023.78	-504294.45	1863274.50	OK
CABLE_T6_I'	-2808.85	-570302.24	1863286.50	OK

*Nota:* Elaboración propia con el software Robot Structural

7. Como resultado del Análisis No lineal Estático de las torres del Puente Comunero I en el software AUTODESK ROBOT, se obtuvo el análisis

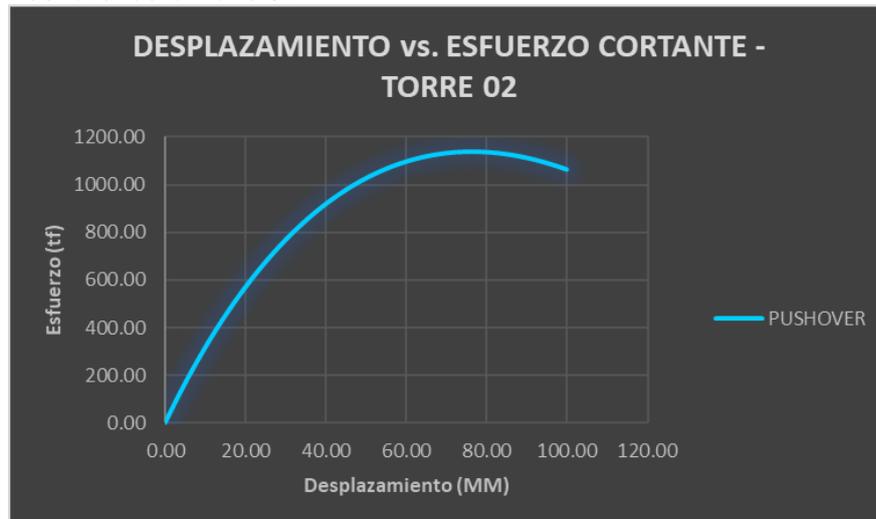
Pushover, la cual presenta la curva de capacidad, es decir, la fuerza cortante vs. el desplazamiento.

**Figura 254**  
*Análisis Pushover de la Torre 01*



*Nota:* Elaboración propia

**Figura 255**  
*Análisis Pushover de la Torre 02*



*Nota:* Elaboración propia

Vemos como la estructura va perdiendo rigidez a medida que aumenta la deformación o ductilidad, simplemente la estructura está disipando la energía que produce el sismo.

8. Ante los eventos extremos analizados de los años 1966, 1974, 2001 y 2007, en direcciones “X” y “Y” según establece la Norma Técnica Peruana E030, el Puente Comunero I, tolera las deformaciones sufridas con el evento de 2007 con un máximo de en X=319.63mm e Y=224.06mm según el límite de seguridad, por lo tanto, en ningún caso llega a la zona de prevención de colapso.

9. El instrumento de medición POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03 permitió tomar los datos de los espesores de pintura en las vigas principales y transversales del puente Comunero i, bajo el criterio de la norma SSPC PA2 - 2004, se realizó un control de los espesores de la pintura, obteniéndose los resultados aceptables.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que los elementos que integran al puente Comunero I, están expuestos a la presencia de patologías, dejándolos vulnerables a los eventos externos (condiciones climáticas, vientos, sismos, socavación, etc.) causando impactos negativos en la subestructura y superestructura, así. afectando su funcionalidad.
- Se calculo las profundidades de socavación para la subestructura (estribos y pilones) en los periodos de retorno de 100 y 500 años concluyendo que: la socavación general no perjudicaría su estabilidad y la socavación local perjudicaría la estabilidad del puente Comunero I.
- De la evaluación estructural después de realizar los reforzamientos a la losa de concreto del puente Comunero I, se concluye que: con el reforzamiento estructural (CFRP) en la losa, tiene una influencia significativa en la rigidez a flexión de la superestructura; la resistencia a tracción de los tirantes según la AASHTO A416 GR270 tiene un rango aceptable; según el análisis pushover se tiene que los elementos estructurales bajo el aumento de las cargas estáticas este tiene a deformarse y a disiparse la energía producida y según el análisis tiempo historia los registros sísmicos de los años 1966, 1974, 2001 y 2007 en direcciones “X” y “Y”, se denotó que el puente no llega al colapsar
- La inspección realizada a los componentes del puente Comunero I después de su rehabilitación, se concluye que se encontraron patologías en el concreto que afectarían a su función estructural; y patologías encontradas en la pintura provocando alteraciones del material expuesto a las condiciones climáticas de la zona.
- De la evaluación del espesor de la pintura en los elementos de acero estructural (vigas principales y transversales) del puente Comunero I, se concluye que cumplen con la variación del espesor mínimo y máximo (entre el 80% y 120%), de la medida especificada según la norma SSPC PA2 – 2004.

## RECOMENDACIONES

En base de los resultados y conclusiones obtenidos de la presente investigación se recomienda:

- Realizar el análisis no lineal estático (Pushover) y el análisis no lineal dinámico (tiempo-historia), para ver el desempeño del puente ante situaciones extremas.
- Proteger de forma local la subestructura (pilones y estribos) por medio del enrocado, rellenando con un mínimo de tres capas hasta las elevaciones que alcanza la socavación a largo plazo.
- Implementar estudios que ayuden a los ingenieros en los reforzamientos de las estructuras con los materiales necesarios para prevenir su destrucción y por ende pérdidas económicas.
- Realizar mantenimientos rutinarios y periódicos a fin de asegurar y prolongar la vida útil de los puentes, con una rápida intervención de los elementos de la estructura dañados (en el concreto, acero y pintura) con el equipo técnico especializado.
- Realizar el mantenimiento de la lámina de fibra de carbono colocada en la parte inferior de la losa del puente Comunero I, teniendo como énfasis la pérdida de adherencia de este material.
- Adaptar las normas internacionales sobre reforzamiento estructural a las normas técnicas peruanas respetando los parámetros mínimos y máximos, teniendo en consideración los materiales que se encuentran en nuestro país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI 440 2R-08. (2008). *Guía para el Diseño y Construcción*. Estados Unidos: American Concrete Institute.
- Baquedano, F. (1982). *Vida útil de puentes*. Francia: I.E.T.c.c.
- Blas Francia, J. M., & Sosa Altamiza, E. P. (2019). Evaluación del desempeño sísmico bajo el método de análisis estático no lineal pushover, caso puente ricito ubicado en el Distrito de Bellavista - Piura. *Para optar el título profesional de ingeniero civil*. Universidad Ricardo Palma, Perú.
- Caballero Talledo, R. D. (2019). Evaluación por desempeño hidraulico y estructura del puente pasamayito antes maximas avenidas. *Para optar el título profesional de ingeniero civil*. Universidad Señor de Sipán, Perú.
- CIIFEN. (2018). *Entiendo el clima de la cuenca del Rio Mantaro, Perú*. Perú: USAID.
- Contreras Pérez, C. A., & Reyes Ravelo, E. d. (2014). Evaluación, diagnóstico patológico y propuesta de intervención del Puente Romero Aguirre. *Tesis para optar el grado academico de ingeniero civil*. Universidad de Cartagena, Colombia.
- De la Cruz Sulca, J. C. (2012). Diseño estructural de puentes atirantados con refuerzo de fibras de carbono expuestos en zonas de alto grado de corrosión. *Para optar el titulo profesional de ingeniero civil*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- Felipe Matías, E. (2016). Socavación producida por el río huallaga al puente colpa alta en la provincia de huánuco, utilizando los métodos de artamanov, straub y maza, en el HEC-RAS. *Máster en Ingeniería civil con mención en ingeniería vial*. Universidad de Piura, Perú.
- Gutierrez Gracia, V. J. (2016). Respuesta estructural de un puente de tirantes de gran luz variando las condicones de los vanos laterales. *Tesis de master*. Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech, España.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- López Salamea , D. J. (2018). Diagnóstico y propuesta de intervención del puente Ochoa León. *Trabajo de titulación previo a la obtención del titulo de ingeniero civil*. Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Mayhua Matamoros, D. (2014). Evaluación del colapso del Puente Atirantado Yanango – Tarma – Junín. *Para optar el titulo profesional de ingeniero civil*. Universidad Nacional del centro del Perú, Perú.
- Millán, A. (24 de Marzo de 2017). *Perú: cómo un puente del siglo XVII resistió más que uno moderno a las fuertes inundaciones en Lima*. Obtenido de BBC NEWS Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39381349>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC]. (2008). *Manual de hidrologia, hidraulica y drenaje*. Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC]. (2018). *Manual de Puentes*. Perú.
- Muñoz Lozano, I. (2018). Estudio de la erosión local en pilas de puentes. Aplicación al puente de la N II Río Tordera. *Trabajo de fin de master*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- R., W. (1999). *Cable – Stayed Bridges 2th edition*. London: Thomas Telford Ltd.
- SSPC-PA 2. (2004). *Medida de Espesor de Capa Seca con Calibrador Magnético*.
- T. Velásquez, C. (26 de Mayo de 2019). *Reporte Complementario N° 1260 - 26/05/2019 / COEN - INDECI / 17:20 HORAS*. Lima - Perú: COEN. Obtenido de COEN.

- Tadeu Mascia, N., & Lenz Sartorti, A. (Abril de 2011). *Identificación y análisis de patologías en puentes de carreteras urbanas y rurales*. Obtenido de Revista ingeniería de construcción:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732011000100001#back](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732011000100001#back)
- Valdebenito, G. E., & C. Aparicio, Á. (2005). Comportamiento sísmico de puentes ttirantados y disipación de energía adicional: un estado del conocimiento. *Monografías de ingeniería sísmica*. Centro Internacional de Metodos Numericos en Ingenieria, Barcelona.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<b>Problema general:</b> ¿Cuál es la condición real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?	<b>Objetivo general:</b> Determinar la condición real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.	<b>Hipótesis general:</b> La condición real del puente de Comunero I es confiable después de su rehabilitación, región Junín 2020.	<b>Variable Independiente:</b> Rehabilitación	Hidrológica Estructural Inspección Pintura	Caudal Desplazamientos Patologías Calidad	<b>Método de investigación:</b> Cuantitativo. <b>Tipo de investigación:</b> Aplicado. <b>Nivel de investigación:</b> Explicativo <b>Diseño de investigación:</b> El diseño de investigación utilizará un esquema Cuasi experimental, considerando que el análisis a realizar es teórico, bajo el siguiente esquema. OE → SA → XP → CE → RE Donde: OE = Objeto de Estudio SA = Puente comunero I XP = Rehabilitación CE = Condición Real RE = Resultados y Conclusiones <b>Cuando: 2020.</b> <b>Población y muestra:</b> <b>Población.</b> La población está constituida por el puente Comunero I. <b>Muestra:</b> La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, y referida a los componentes del Puente Comunero I. <b>Técnicas e instrumentos:</b> Procedimiento a seguir en la prueba de hipótesis - Recolección de datos - Realizar estudios necesarios y ensayos para la evaluación - Realizar inspección - Seleccionar el programa de análisis - Ejecutar el programa - Explorar los datos - Evaluar la infraestructura - Analizar resultados - Prepara los resultados para presentarlos <b>Técnicas de procesamiento de datos:</b> Estadístico.
<b>Problemas específicos:</b> a) ¿Cuál es la situación hidrológica real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020? b) ¿Cómo es la condición estructural real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020? c) ¿Cuáles son las patologías encontradas en el puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020? d) ¿Cuál es la situación real de la pintura del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?	<b>Objetivos específicos:</b> a) Calcular la situación hidrológica real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020. b) Evaluar la condición estructural real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020. c) Analizar las patologías del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020. d) Evaluar la situación real de la pintura del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.	<b>Hipótesis específicas</b> a) La situación hidrológica real del puente comunero I es compatible después de su rehabilitación, región Junín 2020. b) La condición estructural real del puente comunero I mejoro después de su rehabilitación. c) Las patologías del concreto presentado en el puente comunero I disminuyeron después de su rehabilitación, región Junín 2020. d) La situación real de la pintura del puente comunero I es deficiente después de su rehabilitación, región Junín 2020.	<b>Variable dependiente:</b> Condición real del Puente Comunero I	Estribos Susceptibilidad sísmica Materiales Recubrimiento	Socavación Comportamiento dinámico Deterioro Espesor de pintura	

## **ANEXO 2. FICHAS DE INSPECCIÓN DEL PUENTE**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TROPICADOR		ADAPTADO DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES PROVIAS NACIONAL: UNIDAD GERENCIAL DE CONSERVACION AREA DE CONSERVACION DE PUENTES		UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TROPICADOR	
FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL					
<b>TESIS:</b> EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNIN 2020. <b>TESISTAS:</b> CHANCA TEJEDA MARYORIT VARGAS RAMOS JUAN CARLOS					
<b>Sección (a) : Identificación y Ubicación</b>			<b>Sección (b): Datos Generales</b>		
Nombre	: Puente Comunero I	Altitud:	: 3181.00 msnm	Puente sobre	: Río Ancho de Calzada : 7.20 m
Region	: Junín	Este:	: 474571.02 E	Nombre	: Mantaro Ancho de Vereda : 1.20 m
Provincia	: Huancayo	Norte:	: 8663172.32 N	Longitud Total	: 300 m Año de Const. : 2012
Distrito	: Chilca y Tres de Diciembre			Nº de vías d tránsito	: 1 Último Trabajo : 2018
<b>Sección (c): Datos del Puente</b>					
Número de Tramos	: 3	Longitud 2º Tramo	: 160 m	Tramos	: Iguales Luz Principal : 160 m
Longitud 1º Tramo	: 70 m	Longitud 3º Tramo	: 70 m	Longitud Total	: 300
<b>c.1: Tramos 1, 2 y 3</b>					
Tipo de Puente	: Atirantado	Caract. Secundarias	: 2 carril	Distrib. de Tirante	: Simetrico Mat. Predominante : Mixto
Caract. de la torre	: Torre en H	Condic. de Borde:	: Simplemente apoyado		
<b>c.2 : Tablero de Rodadura</b>			<b>C.3 : Subestructura</b>		
<b>Losa</b>			<b>Estribos</b>		
Material:	: Concreto Armado	Sup. de Desgaste	: Asfalto	Margen	: Izquierdo Margen : Derecho
Espesor:	: 0.225 m	Esp. Sup. de desgast	: 0.05 m	Mat. Superf.	: Concreto Armado Mat. Superf. : Concreto Armado
<b>Vigas</b>			Mat. Cimen. : Concreto Armado Mat. Cimen. : Concreto Armado		
Tipo:	: Longitudinal	Tipo	: Transversal	<b>Pilones</b>	
Numero de vigas	: 4	Numero de vigas	: 61	Tipo	: Pilon N°1 Tipo : Pilon N°2
Material	: Metálico	Material	: Metálico	Mat. Superf	: Concreto Armado Mat. Superf. : Concreto Armado
Forma	: I	Forma	: I y cajón	Mat. Cimen.	: Concreto Armado Mat. Cimen. : Concreto Armado
Peralte	: 1.857 m, 1.870 m	Peralte	: 1.832 m, 1.532 m, 1.232 m		
Separación de ejes	: 3.20 m	Separación de ejes	: 5.00 m		
Ancho Base	: Exp. Tec	Ancho Base	: Exp. Tec		
Ancho Alma	: Exp. Tec	Ancho Alma	: Exp. Tec		
<b>c.4 : Detalles</b>					
<b>Barandas</b>		<b>Veredas y Sardinels</b>		<b>Junta de Dilatación</b>	
Tipo	: Mixto	Ancho de Vereda	: 1.20 m	Tipo	: Peine o sierra
Material	: Concreto y Acero	Altura de Sardinel	: 1.15 m	Material	: Acero
Caract. Sec.	: Muro, Postes y Pasamanos	Material	: Concreto		
<b>Apoyo</b>		<b>Apoyo</b>		<b>Drenaje</b>	
Ubicación	: Estribo	Tipo:	: Basculante	Ubicación	: Pilon Tipo: : Neopreno
Material	: Acero	Número	: 2	Material	: Laminas de Acero Número : 2
<b>c.5 : Accesos</b>					
<b>Rampa N°01</b>			<b>Rampa N°02</b>		
Long. de Transición	: 80 m	Ancho de Calzada	: 6.60 m	Long. de Transición	: 136 m Ancho de Calzada : 6.60 m
Pendiente Alta	: Si	Visibilidad	: Regular	Pendiente Alta	: No Visibilidad : Regular
<b>Sección (d): Datos Topograficos de Suelos e Hidrologicos</b>					
<b>d.1 : Niveles de Agua</b>			<b>d.2 : Capacidad Aídraulica del Puente</b>		
Periodo de Aguas Máx	: Setiembre a Abril			Longitud Aceptable	: Si Necesita Encauzamiento : No
Periodo de Estiaje	: Mayo a Agosto			Altura Aceptable	: Si Socavación del Cauce : Si
<b>d.4 : Perfil Longitudinal del Terreno</b>					

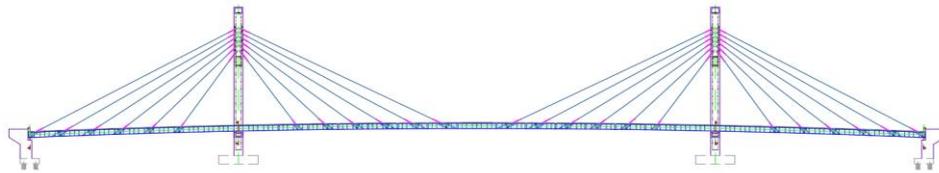


### FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

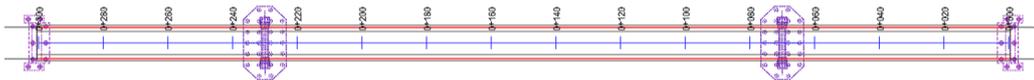


#### Sección (e): Croquis del Puente

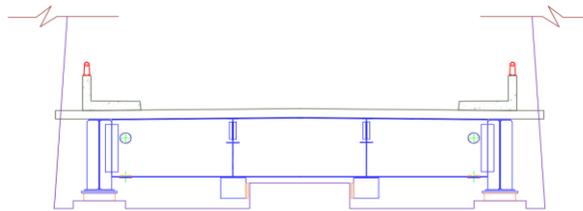
##### Elevación del Puente Comeneros I



##### Planta



##### Seccion Transversal





FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

**TESIS:** EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNIN 2020.

**TESISTAS:** CHANCA TEJEDA MARYORIT  
VARGAS RAMOS JUAN CARLOS

Sección (f): Condicion del Puente

N°	Descripción	Fotografía																					
01	<b>Progresiva:</b> 0+000 <b>Tipo de elemento:</b> Alero <b>Material compuesto:</b> Concreto <b>Tipo de patología:</b> Cangrejera <b>Calificación de la condición</b>																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular		4	Malo	X	5	Muy Malo		6	Pésimo	
	N°		Condición	Claificación																			
	1		Muy Bueno																				
	2		Bueno																				
	3		Regular																				
	4		Malo	X																			
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						
<b>Nota:</b> La cangrejera se encontró aguas arriba del puente Comunero I en la margen izquierda, se denota una separación de los agregados con vacíos dentro del concreto, percibiendo imperfecciones en su superficie.																							
02	<b>Progresiva:</b> 0+007 <b>Tipo de elemento:</b> Baranda <b>Material compuesto:</b> Pintura <b>Tipo de patología:</b> Fisura, Desgaste <b>Calificación de la condición</b>																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo	
	N°		Condición	Claificación																			
	1		Muy Bueno																				
	2		Bueno	X																			
	3		Regular																				
	4		Malo																				
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						
<b>Nota:</b> En la baranda aguas abajo de la margen izquierda, se encontraron las siguientes patologías en la parte superficial de los materiales: - La fisura de la pintura esta en el concreto, visualizando una abertura de 0.7mm. - El desgaste de la pintura esta en el acero, presentando una desigualdad en el espesor.																							



FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
03	<p><b>Progresiva:</b> 0+016</p> <p><b>Tipo de elemento:</b> Baranda - acero</p> <p><b>Material compuesto:</b> Pintura</p> <p><b>Tipo de patología:</b> Desprendimiento</p> <p><b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> En la baranda metálica aguas arriba de la margen izquierda presenta desprendimiento de la pintura en la parte superficial exponiendo al acero a la oxidación.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno	X																				
	3	Regular																					
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						
04	<p><b>Progresiva:</b> 0+026</p> <p><b>Tipo de elemento:</b> Baranda</p> <p><b>Material compuesto:</b> Pintura</p> <p><b>Tipo de patología:</b> Fisura Desgaste</p> <p><b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> En la baranda aguas abajo de la margen izquierda, se encontraron las siguientes patologías en la parte superficial de los materiales: - La fisura de la pintura esta en el concreto, visualizando una abertura de 0.9mm. - El desgaste de la pintura esta en el acero, presentando una desigualdad en el espesor.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno																					
	3	Regular	X																				
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						



FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
05	<p><b>Progresiva:</b> 0+070</p> <p><b>Tipo de elemento:</b> Pilón</p> <p><b>Material compuesto:</b> Concreto</p> <p><b>Tipo de patología:</b> Cangrejera Eflorescencia</p> <p><b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> En el pilon de la parte inferior de la losa de la margen izquierda, se encontraron las siguientes patologías: - La eflorescencia es de apariencia de color gris-blanco, en una parte del elemento. - Las cangrejeras son pequeñas, teniendo una separación del agregado del concreto, no siendo dañino.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno	X																				
	3	Regular																					
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						
06	<p><b>Progresiva:</b> 0+090</p> <p><b>Tipo de elemento:</b> Baranda - concreto</p> <p><b>Material compuesto:</b> Pintura</p> <p><b>Tipo de patología:</b> Fisuras Desconchado</p> <p><b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> En la baranda aguas abajo de la margen izquierda, se encontraron las siguientes patologías en la parte superficial del material: - La fisura de la pintura presenta una abertura de 0.9mm. - El desconchado de la pintura presenta cuarteo en forma de figuras irregulares generando su desprendimiento.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno																					
	3	Regular	X																				
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						



FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
07	<b>Progresiva:</b> 0+110 <b>Tipo de elemento:</b> Baranda - concreto <b>Material compuesto:</b> Pintura <b>Tipo de patología:</b> Fisuras <b>Calificación de la condición</b>																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo	
	N°		Condición	Claificación																			
	1		Muy Bueno																				
	2		Bueno	X																			
	3		Regular																				
	4		Malo																				
	5		Muy Malo																				
6	Pésimo																						
<b>Nota:</b> En la baranda aguas arriba de la margen izquierda se observó una fisura en la pintura con una abertura de 0.5mm.																							
08	<b>Progresiva:</b> 0+130 <b>Tipo de elemento:</b> Baranda - concreto <b>Material compuesto:</b> Pintura <b>Tipo de patología:</b> Fisuras <b>Calificación de la condición</b>																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo	
	N°		Condición	Claificación																			
	1		Muy Bueno																				
	2		Bueno																				
	3		Regular	X																			
	4		Malo																				
	5		Muy Malo																				
6	Pésimo																						
<b>Nota:</b> En la baranda aguas abajo en la zona central del puente Comunero I se observaron fisuras en la pintura con una abertura entre 0.5 - 0.9mm.																							
09	<b>Progresiva:</b> 0+156 <b>Tipo de elemento:</b> Baranda - concreto <b>Material compuesto:</b> Pintura <b>Tipo de patología:</b> Fisuras <b>Calificación de la condición</b>																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo	
	N°		Condición	Claificación																			
	1		Muy Bueno																				
	2		Bueno	X																			
	3		Regular																				
	4		Malo																				
	5		Muy Malo																				
6	Pésimo																						
<b>Nota:</b> En la baranda aguas abajo en la zona central del puente Comunero I se observaron fisuras en la pintura con una abertura entre 0.3 - 0.7mm.																							



FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
10	<p><b>Progresiva:</b> 0+183</p> <p><b>Tipo de elemento:</b> Alero</p> <p><b>Material compuesto:</b> Pintura</p> <p><b>Tipo de patología:</b> Desconchado</p> <p><b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> En la baranda aguas abajo en la zona central del puente Comunero I se genero el desprendimiento de la pintura a causa del desconchado que presentó.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno																					
	3	Regular	X																				
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						
11	<p><b>Progresiva:</b> 0+230</p> <p><b>Tipo de elemento:</b> Pilón</p> <p><b>Material compuesto:</b> Concreto</p> <p><b>Tipo de patología:</b> Cangrejera, Eflorescencia</p> <p><b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> En el pilon de la parte inferior de la losa de la margen derecha, se encontraron las siguientes patologias: - La eflorescencia es de apariencia de color gris-blanco, en una parte del elemento. - Las cangrejeras son pequeñas, teniendo una separacion del agregado del concreto, no siendo dañino.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno	X																				
	3	Regular																					
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						
12	<p><b>Progresiva:</b> 0+235</p> <p><b>Tipo de elemento:</b> Baranda - concreto</p> <p><b>Material compuesto:</b> Pintura</p> <p><b>Tipo de patología:</b> Fisura</p> <p><b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> En la baranda aguas arriba de la margen derecha se observó una fisura en la pintura con una abertura entre 0.9mm..</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno																					
	3	Regular	X																				
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						



FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
13	<p><b>Progresiva:</b> 0+240  <b>Tipo de elemento:</b> Alero  <b>Material compuesto:</b> Concreto  <b>Tipo de patología:</b> Eflorescencia  <b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> La eflorescencia se encontró aguas arriba del puente Comunero I en la margen derecha, formado en la superficie inferior del tablero de apariencia de color gris-blanco</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
N°	Condición	Claificación																					
1	Muy Bueno																						
2	Bueno																						
3	Regular	X																					
4	Malo																						
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						
14	<p><b>Progresiva:</b> 0+254  <b>Tipo de elemento:</b> Baranda - concreto  <b>Material compuesto:</b> Pintura  <b>Tipo de patología:</b> Desconchado  <b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> En la baranda aguas abajo de la margen derecha, se encontró desconchado en la pintura presentando cuarteo en forma de figuras irregulares.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
N°	Condición	Claificación																					
1	Muy Bueno																						
2	Bueno																						
3	Regular	X																					
4	Malo																						
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						
15	<p><b>Progresiva:</b> 0+273  <b>Tipo de elemento:</b> Baranda - acero  <b>Material compuesto:</b> Pintura  <b>Tipo de patología:</b> Desprendimiento  <b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> En la baranda aguas arriba de la margen derecha, se encontró mínimas partes del acero que estaban expuestas a las condiciones ambientales a causa del</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno	X	2	Bueno		3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
N°	Condición	Claificación																					
1	Muy Bueno	X																					
2	Bueno																						
3	Regular																						
4	Malo																						
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						



FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
16	<p><b>Progresiva:</b> 0+287</p> <p><b>Tipo de elemento:</b> Baranda - concreto</p> <p><b>Material compuesto:</b> Pintura</p> <p><b>Tipo de patología:</b> Fisuras</p> <p><b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> En la baranda aguas arriba de la margen derecha se observaron fisuras en la pintura con una abertura entre 0.3 - 0.7mm.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno	X																				
	3	Regular																					
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
	6	Pésimo																					
16	<p><b>Progresiva:</b> 0+070 y 0+230</p> <p><b>Tipo de elemento:</b> Pilón</p> <p><b>Material compuesto:</b> Acero</p> <p><b>Tipo de patología:</b> Oxidación</p> <p><b>Calificación de la condición</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Nota:</b> En la placa de protección ubicado en la parte superior del pilon de las margenes derecha e izquierda, posee oxido en la parte superficial del material</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno	X																				
	3	Regular																					
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
	6	Pésimo																					

### **ANEXO 3. ESTUDIO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO**

# Informe de calidad



Generado con Pix4Dmapper Pro versión 4.2.17 Vista previa

## Resumen

Proyecto	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020
Procesado	2020-02-26 14:04:19
Nombre(es) del modelo de cámara(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Distancia media de muestreo de suelo (GSD)	2,62 cm / 1,03 en
Área cubierta	0.192 km <sup>2</sup> / 19.2307 ha / 0.07 sq. mi. / 47.5446 acres

## Comprobación de calidad

Imágenes	mediana de 97459 puntos clave por imagen	✓
conjunto de datos	297 de las 297 imágenes calibradas (100%), todas las imágenes habilitadas	✓
Optimización de la cámara	0,92% de diferencia relativa entre los parámetros iniciales y optimizados de la cámara interna	✓
cotejo	mediana de 47557 partidos por imagen calibrada	✓
Georreferenciación	Sí, 3 GCPs (3 3D), error rms medio = 0,005 m	✓

## Vista previa

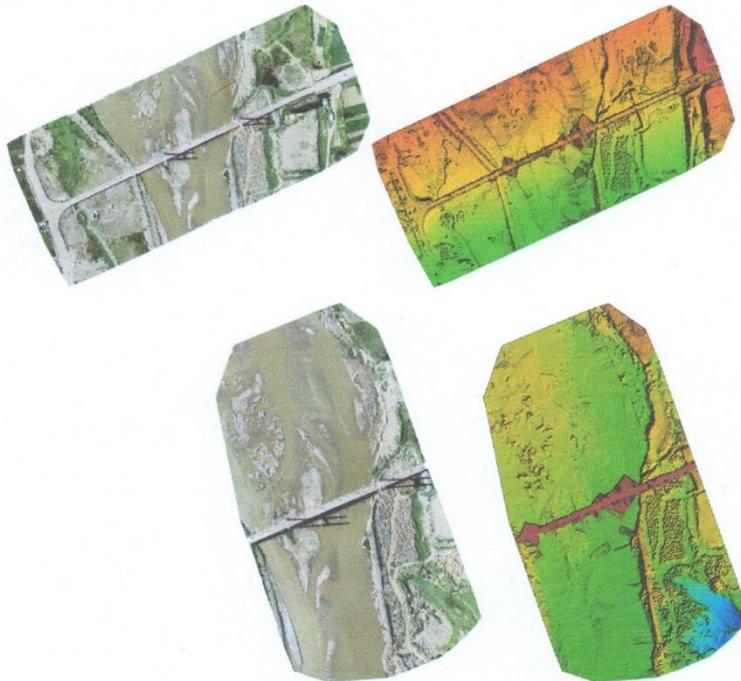


Figura 1: Ortosomosaica y el modelo de superficie digital (DSM) escaso correspondiente antes de la densificación.

 César Vigil Cáceres Villanuel  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 246985

## Detalles de calibración

Número de imágenes calibradas	287 de 287
Número de imágenes geolocaladas	287 de 287

# Informe de calidad



Generado con Pix4Dmapper Pro versión 4.2.17 Vista previa

## Resumen

Proyecto	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020
Procesado	2020-02-26 14:04:19
Nombre(es) del modelo de cámara(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Distancia media de muestreo de suelo (GSD)	2,62 cm / 1,03 en
Área cubierta	0.192 km <sup>2</sup> / 19.2307 ha / 0.07 sq. mi. / 47.5446 acres

## Comprobación de calidad

Imágenes	mediana de 97459 puntos clave por imagen	✓
conjunto de datos	297 de las 297 imágenes calibradas (100%), todas las imágenes habilitadas	✓
Optimización de la cámara	0,92% de diferencia relativa entre los parámetros iniciales y optimizados de la cámara interna	✓
cotejo	mediana de 47557 partidos por imagen calibrada	✓
Georreferenciación	Sí, 3 GCPs (3 3D), error rms medio = 0,005 m	✓

## Vista previa

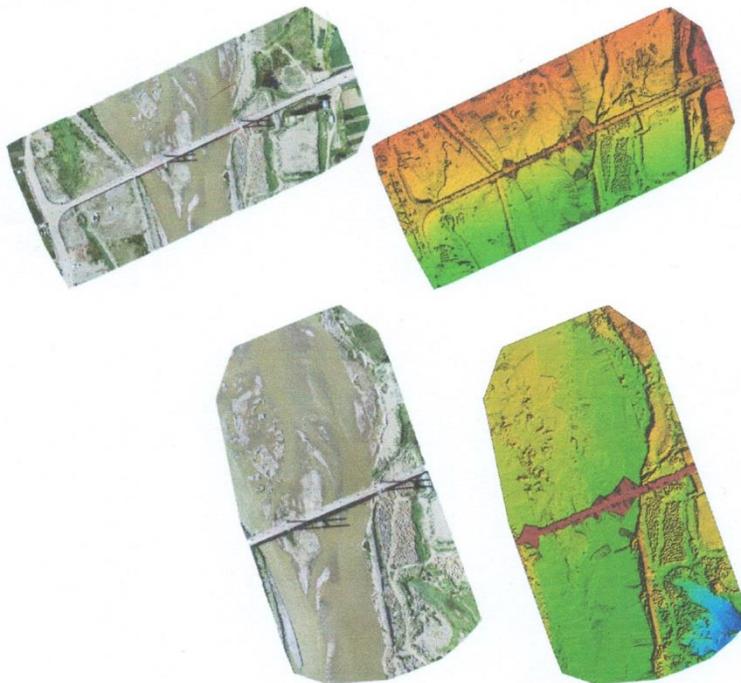


Figura 1: Ortosomosaica y el modelo de superficie digital (DSM) escaso correspondiente antes de la densificación.

 César Vigil Cáceres Villanuel  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 246985

## Detalles de calibración

Número de imágenes calibradas	287 de 287
Número de imágenes geolocaladas	287 de 287

# Informe de calidad



Generado con Pix4Dmapper Pro versión 4.2.17 Vista previa

## Resumen

Proyecto	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020
Procesado	2020-02-26 14:04:19
Nombre(es) del modelo de cámara(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Distancia media de muestreo de suelo (GSD)	2,62 cm / 1,03 en
Área cubierta	0.192 km <sup>2</sup> / 19.2307 ha / 0.07 sq. mi. / 47.5446 acres

## Comprobación de calidad

Imágenes	mediana de 97459 puntos clave por imagen	✓
conjunto de datos	297 de las 297 imágenes calibradas (100%), todas las imágenes habilitadas	✓
Optimización de la cámara	0,92% de diferencia relativa entre los parámetros iniciales y optimizados de la cámara interna	✓
cotejo	mediana de 47557 partidos por imagen calibrada	✓
Georreferenciación	Sí, 3 GCPs (3 3D), error rms medio = 0,005 m	✓

## Vista previa

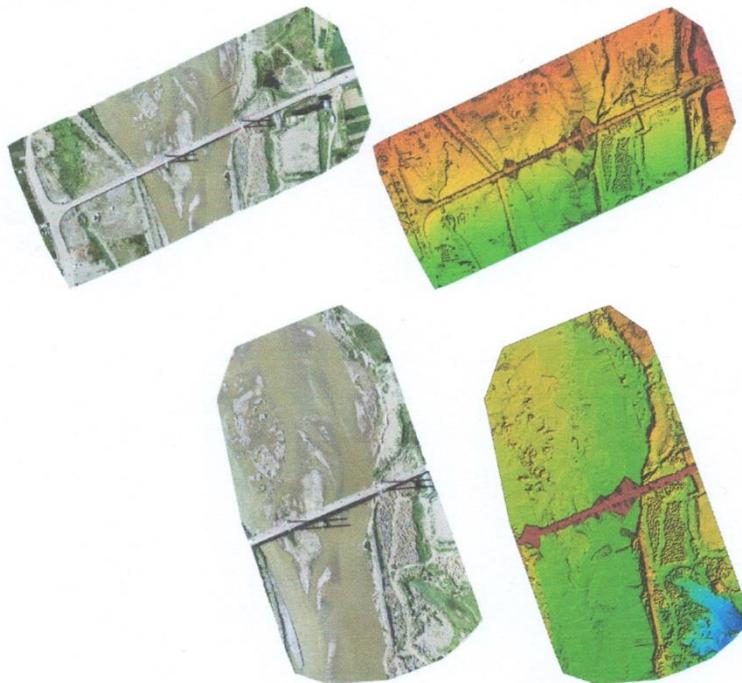


Figura 1: Ortosomosaica y el modelo de superficie digital (DSM) escaso correspondiente antes de la densificación.

 César Vigil Cáceres Villanuel  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 246985

## Detalles de calibración

Número de imágenes calibradas	287 de 287
Número de imágenes geolocaladas	287 de 287

# Informe de calidad



Generado con Pix4Dmapper Pro versión 4.2.17 Vista previa

## Resumen

Proyecto	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020
Procesado	2020-02-26 14:04:19
Nombre(es) del modelo de cámara(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Distancia media de muestreo de suelo (GSD)	2,62 cm / 1,03 en
Área cubierta	0.192 km <sup>2</sup> / 19.2307 ha / 0.07 sq. mi. / 47.5446 acres

## Comprobación de calidad

Imágenes	mediana de 97459 puntos clave por imagen	✓
conjunto de datos	297 de las 297 imágenes calibradas (100%), todas las imágenes habilitadas	✓
Optimización de la cámara	0,92% de diferencia relativa entre los parámetros iniciales y optimizados de la cámara interna	✓
cotejo	mediana de 47557 partidos por imagen calibrada	✓
Georreferenciación	Sí, 3 GCPs (3 3D), error rms medio = 0,005 m	✓

## Vista previa

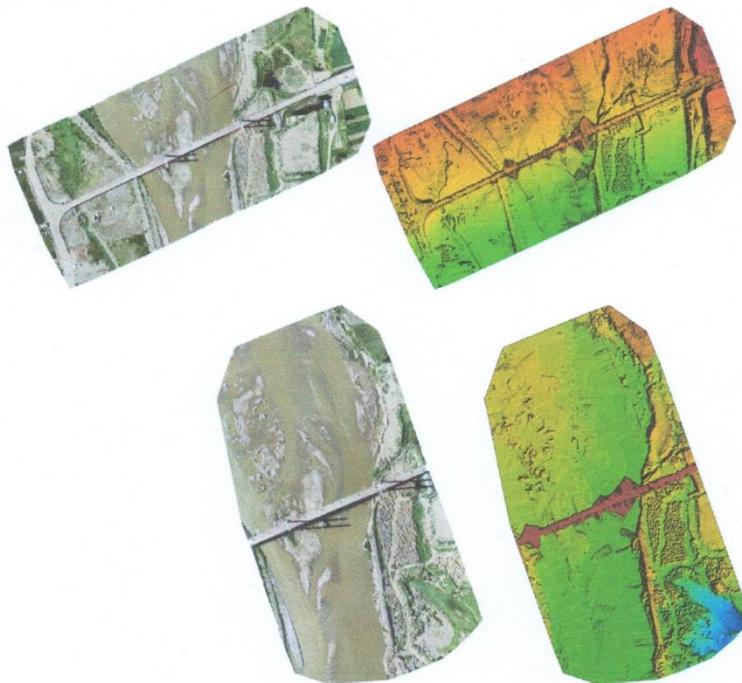


Figura 1: Ortosomosaica y el modelo de superficie digital (DSM) escaso correspondiente antes de la densificación.

 César Vigil Cáceres Villanuel  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 246985

## Detalles de calibración

Número de imágenes calibradas	287 de 287
Número de imágenes geolocaladas	287 de 287

# Informe de calidad



Generado con Pix4Dmapper Pro versión 4.2.17 Vista previa

## Resumen

Proyecto	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020
Procesado	2020-02-26 14:04:19
Nombre(es) del modelo de cámara(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Distancia media de muestreo de suelo (GSD)	2,62 cm / 1,03 en
Área cubierta	0.192 km <sup>2</sup> / 19.2307 ha / 0.07 sq. mi. / 47.5446 acres

## Comprobación de calidad

Imágenes	mediana de 97459 puntos clave por imagen	✓
conjunto de datos	297 de las 297 imágenes calibradas (100%), todas las imágenes habilitadas	✓
Optimización de la cámara	0,92% de diferencia relativa entre los parámetros iniciales y optimizados de la cámara interna	✓
cotejo	mediana de 47557 partidos por imagen calibrada	✓
Georreferenciación	Sí, 3 GCPs (3 3D), error rms medio = 0,005 m	✓

## Vista previa

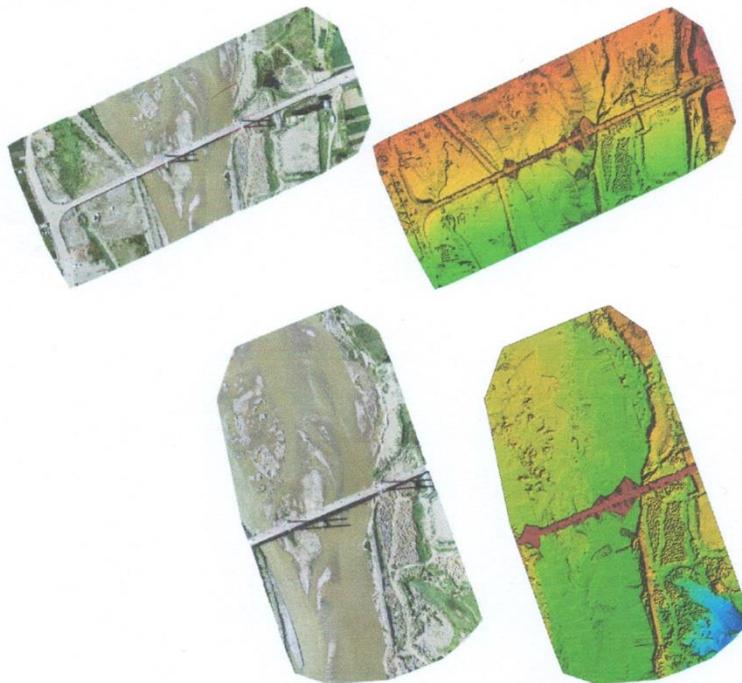
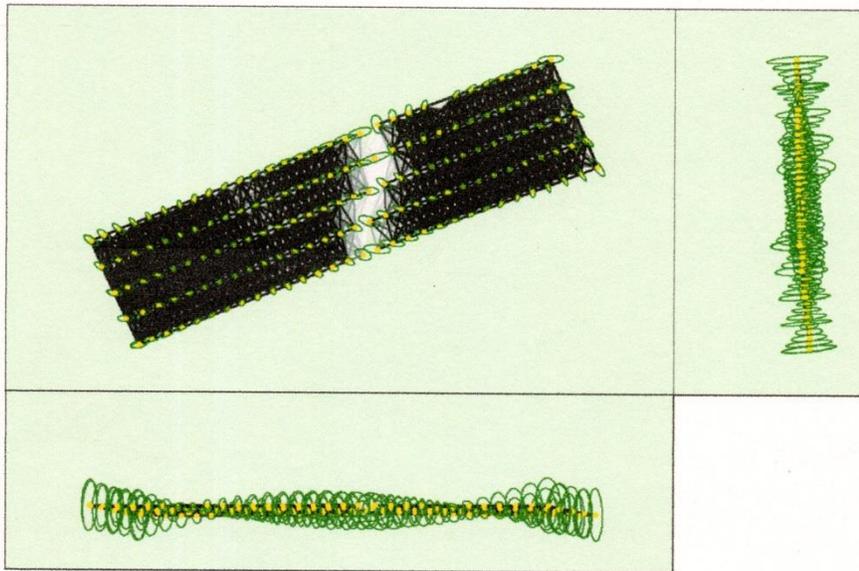


Figura 1: Ortosomosaica y el modelo de superficie digital (DSM) escaso correspondiente antes de la densificación.

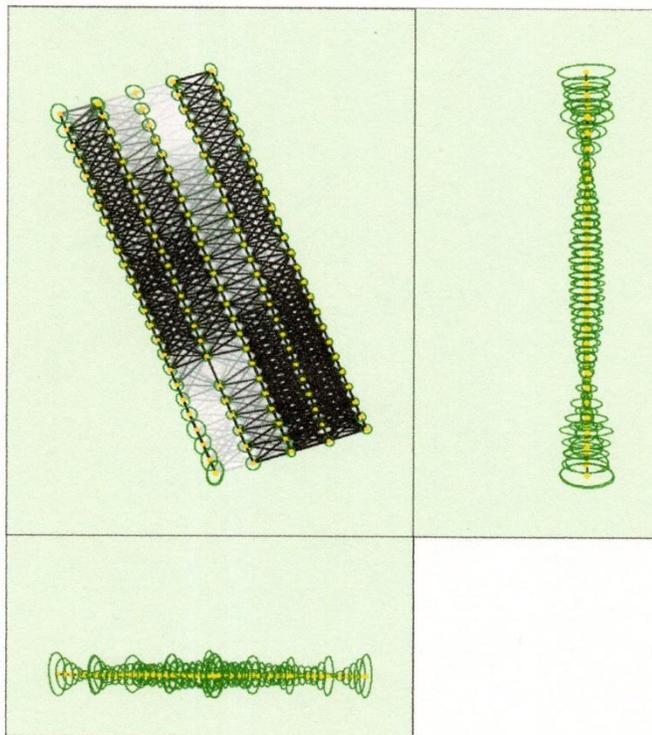
  
César Vigil Cáceres Villanar  
INGENIERO CIVIL  
CP. N° 246985

## Detalles de calibración

Número de imágenes calibradas	287 de 287
Número de imágenes geolocaladas	287 de 287



Incertidumbreleapses 500xmagnified

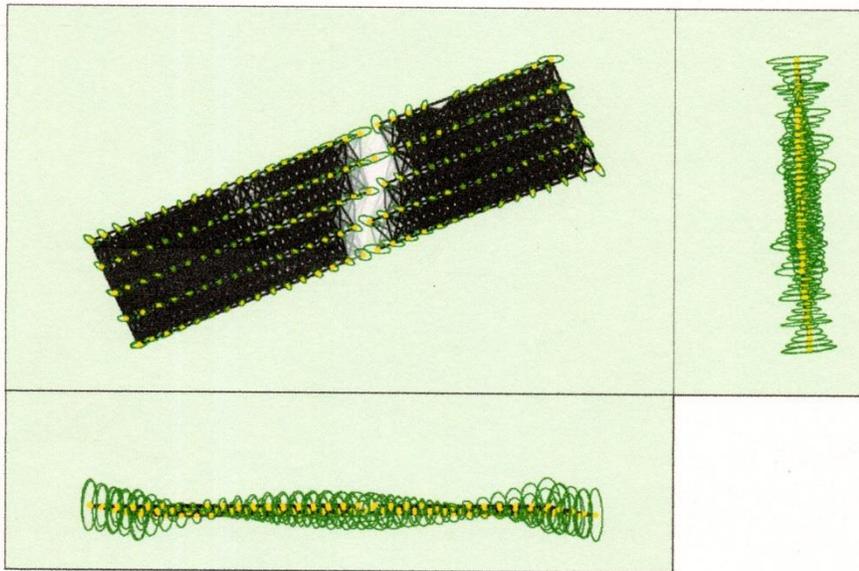


Incertidumbreellipses 1000xmagnified

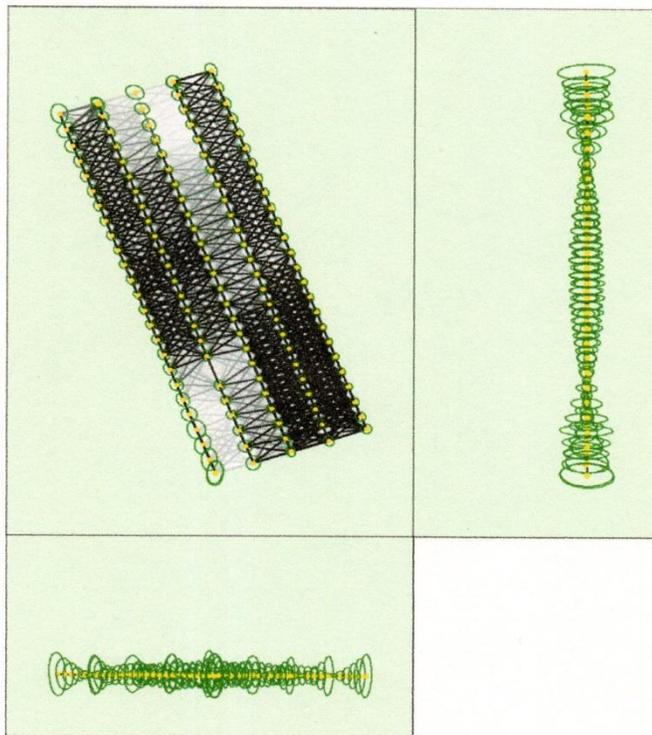
Número de partidos

25 222 444 666 888 1111 1333 1555 1777 2000

*César*  
 César Vidal Cárdenas Villarroel  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 240968



Incertidumbreleapses 500xmagnified

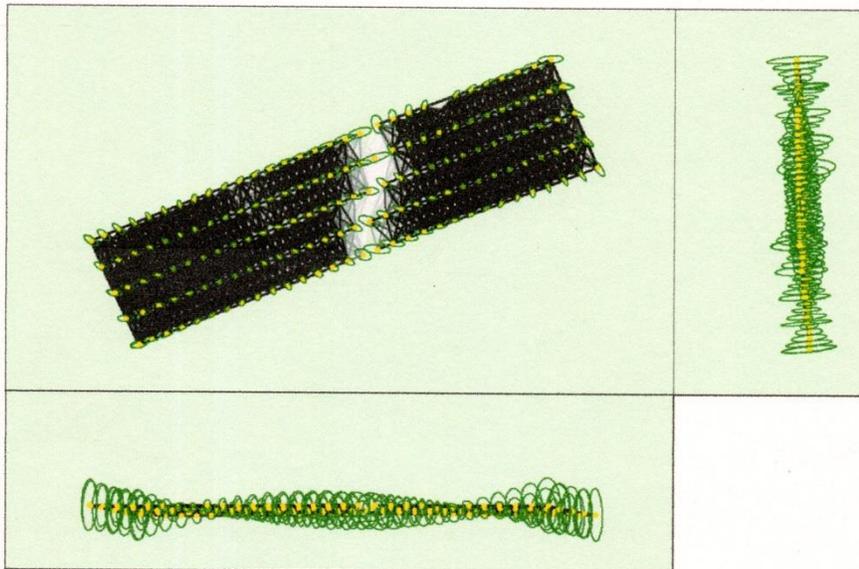


Incertidumbreellipses 1000xmagnified

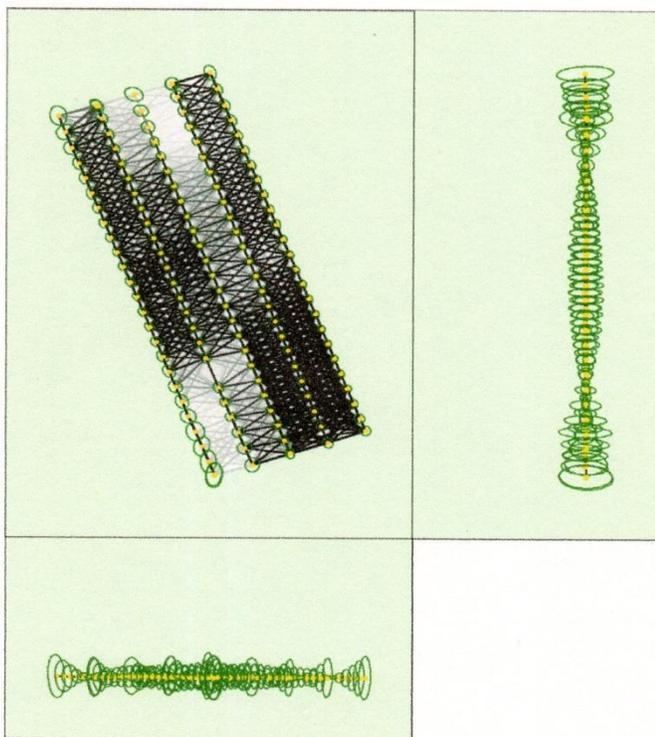
Número de partidos

25 222 444 666 888 1111 1333 1555 1777 2000

*César*  
 César Vidal Cárdenas Villarroel  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 240968



Incertidumbreleapses 500xmagnified

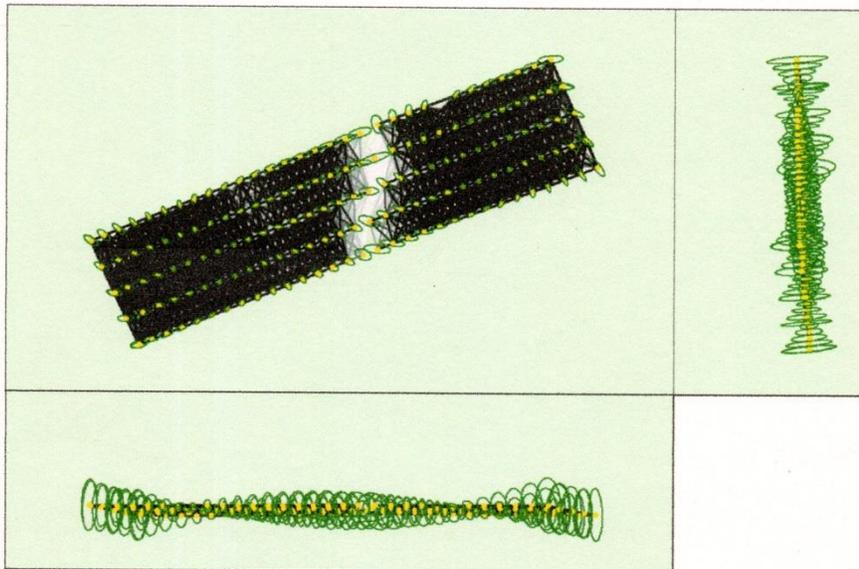


Incertidumbreellipses 1000xmagnified

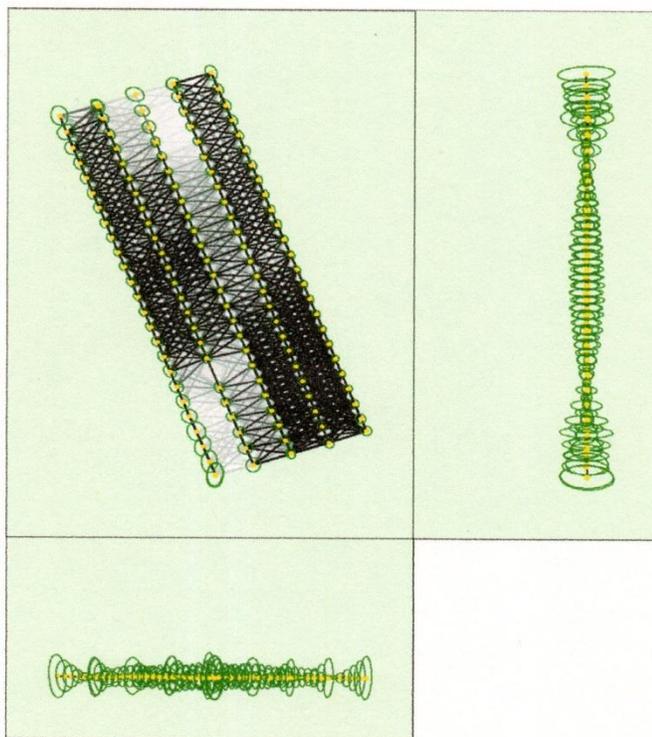
Número de partidos

25 222 444 666 888 1111 1333 1555 1777 2000

*César*  
**César Vidal Cáceres Villarroel**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 240968



Incertidumbreleapses 500xmagnified



Incertidumbreellipses 1000xmagnified

Número de partidos

25 222 444 666 888 1111 1333 1555 1777 2000

*César*  
**César Vidal Cáceres Villarroel**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 240968

Ortosomosaico	Generado: Sí Combinar teselas: sí GeoTIFF sin transparencia: sin iconos de Google Maps y KML: no
Tiempo para DSMGeneration	20m:59s
Tiempo para la generación ortosomosaica	37m:26s
Tiempo para DTMGeneration	605
Tiempo para la generación de líneas de contorno	605
Tiempo para la generación de mapas de reflectancia	605
Tiempo para la generación de mapas de índice	605

 César Vigil Cáceres Villamed  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 249998

## **ANEXO 4. ESTUDIO GEOTECNICO**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

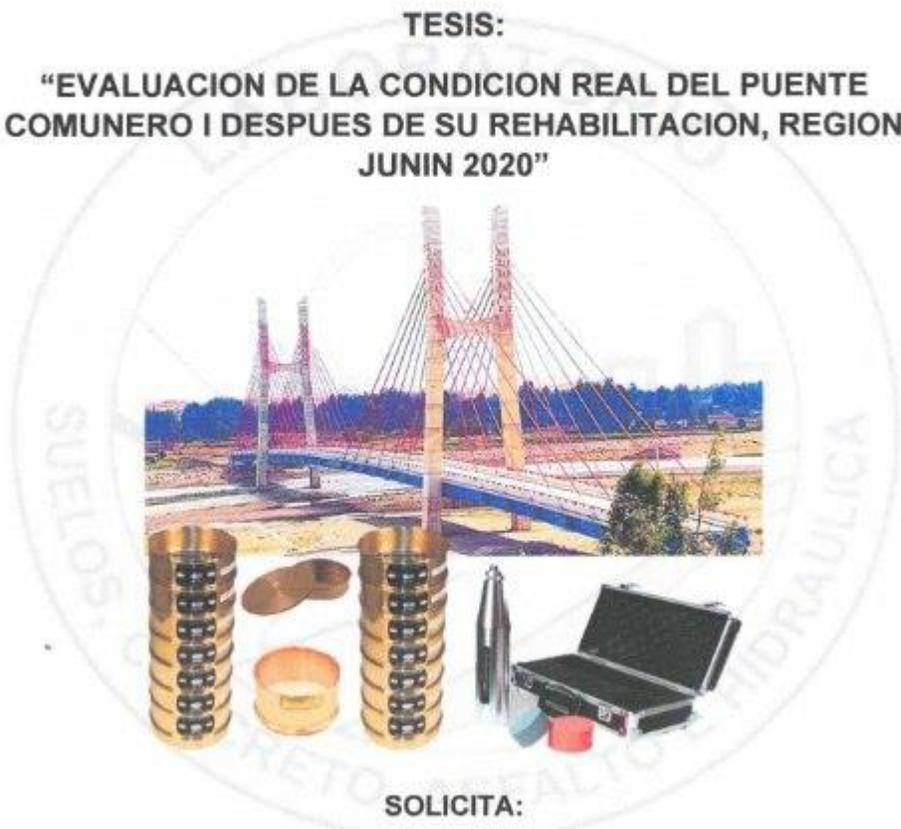
<p><b>DIRECCIÓN :</b> Jr. GRAU N°211-CHILCA (Oficina una cuadra frente al parque Pozo Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)</p> <p><b>CELULAR :</b> 952525151 - 972831911-991375093</p>	<p><b>E-MAIL :</b> labgeotestv02@gmail.com geotest.v@gmail.com</p> <p><b>FACEBOOK :</b> Geo Test V.S.A.C</p> <p><b>RUC :</b> 20606529229</p>
--	--



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE  
INVESTIGACIÓN**

**TESIS:**

**“EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE  
COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION  
JUNIN 2020”**



**SOLICITA:**

**Bach.Ing. Maryorit Chanca Tejeda  
Bach.Ing. Juan Carlos Vargas Ramos**

**REGIÓN : Junín  
PROVINCIA : Huancayo  
DISTRITO : Huancayo**


**GEO TEST V. SAC**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
**ING. MAX JERRY**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(ReLa una cuadra frente al parque Pizo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



## 1. GENERALIDADES

### 1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente informe técnico, es realizar una investigación geotécnica así analizar la Evaluación de la Condición Real Del Puente Comunero I después de su Rehabilitación, Región Junín 2020. Para tal efecto, se ha realizado la correspondiente investigación geotécnica con trabajos de campo y ensayos de laboratorio.

### 1.2. UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

El proyecto "PUENTE COMUNEROS", se encuentra ubicado en:

- **Región** : Junín
- **Provincia** : Huancayo
- **Distrito** : Huancayo

### UBICACIÓN DE LA REGION JUNIN EN EL MAPA POLITICO DEL PERU



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(ReLa una cuadra frente al parque Pazo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



UBICACIÓN DE LA REGION JUNIN EN EL MAPA POLITICO DEL PERU



UBICACIÓN DE LA REGION JUNIN EN EL MAPA POLITICO DEL PERU



GEO TEST V SAC  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
*[Signature]*  
RUC: 20606529229

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

**DIRECCIÓN :** Jr. GRAU N°211-CHILCA  
(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

**E-MAIL :** [labgeotesty02@gmail.com](mailto:labgeotesty02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

**FACEBOOK :** Geo Test V.S.A.C

**CELULAR :** 952525151 - 972831911-991375093

**RUC :** 20606529229



**UBICACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO EN EL DISTRITO DE HUANCAYO**



FUENTE: UBICACIÓN DE LA ZONA DE LA ZONA CON GOOGLE MAPS

El valle del Mantaro es la depresión andina ubicada entre las poblaciones de Jauja y Huancayo, en la zona sur este de la región Junín, ubicado entre la cordillera oriental. Tiene un largo de 70 km desde el norte de la laguna de Paca hasta lado este de Pucará. El ancho fluctúa entre 18 km, en la zona de Huancayo a Huarisca (palta río del río Cunus) y 3km, desde el sur de Concepción al paraje de la Huaycha. Las características geomorfológicas más importantes del área es el valle conformado por el río Cunus y los pequeños valles conformados por el río Negro en Jarpa, el cual nace en la pampa de Uculullo (lugar donde hay puquiales) y parte de la laguna de Chaclococha, y el río Apahuay denominado así en Shicuy y Huashapá en Misquipata, el cual nace en Toro paccha y Vicuñamechay.

En los alrededores del área se observan expresiones morfológicas que acompañan la evolución del valle del río Cunus, que atraviesa en dirección sur-oeste/ noreste.

El distrito de Huancayo es uno de los veintiocho que conforman la provincia de Huancayo, ubicado en el departamento de Junín. Limite por el norte con el distrito de El Tambo; por el este con el Distrito de Pariahuanca; por el sur con los distritos de Chilca y Sapallanga así como con el Departamento de Huancavelica, y, por el oeste la provincia de Chupaca. Este distrito fue creado por ley sin números del 2 de enero de 1857, en el gobierno del presidente Ramon Castilla. Su capital es la incontratable ciudad de Huancayo fundada en 1223, con el nombre de Santísima Trinidad de Santiago. Tiene un área de 237,55 kilómetros cuadrados.

El distrito se encuentra a una altura de 3 249 msnm y tiene una población aproximada superior a los 116 000 habitantes. Su superficie territorial es de 488.32 km<sup>2</sup>.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

**DIRECCIÓN :** Jr. GRAU N°211-CHILCA  
(Retra una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

**E-MAIL :** [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)  
**FACEBOOK :** Geo Test V.S.A.C



**CELULAR :** 952525151 - 972831911-991375093

**RUC :** 20606529229

**UBICACIÓN GEOGRAFICA**

- Latitud Oeste : 75°13'00"
- Longitud sur : 12°04'00"
- Altitud : 3249 m.s.n.m.

**LIMITE TERRITORIAL**

- Norte : Distrito del El Tambo
- Sur : Distrito de Chilca y Sapallanga
- Este : Distrito de Pariahuanca
- Oeste : Provincia de Chupaca

**1.3. CONDICIONES CLIMATICAS**

**CLIMA.**

Corresponde al tipo húmedo y frío desde moderado a intenso, con una temperatura media anual máxima de 11,8 °C y una media anual mínima de 4,5 °C, produciéndose las temperaturas mas bajas en los meses de junio, julio y agosto. Tiene una precipitación media anual de 726.6 mm.

Durante el año se distinguen épocas diversas; así hay una época bien definida de "estación de lluvias" (noviembre de abril); una época intermedia al inicio de las lluvias (septiembre) y al final de las lluvias de mayo, y una "estación seca" (junio de septiembre). Las variaciones en cuanto a las precipitaciones, ocurren no solo a lo largo del año, sino también entre los años, ya que pueden presentarse años con condiciones secas, intermedias y lluviosas. El tipo de clima está distribuido de la siguiente manera:

- Clima templado sub húmedo: en la Sierra entre los 1,000 y los 3,000 msnm, con temperaturas alrededor de los 20 °C, y precipitaciones entre los 500 y 1,200 mm/año.
- Clima frío: Propio de los valles interandinos entre los 3,000 y 4,000 msnm. Las precipitaciones promedio están en 700 mm/año y la temperatura promedio alrededor de 12 °C, con heladas durante el invierno.
- Clima Frígido o de una puna: Entre los 4,000 y 5,000 msnm, con precipitaciones promedio de 700 mm y temperaturas promedio de 6 °C. Los veranos son lluviosos y los inviernos secos.

PISOS ECOLOGICOS	EPOCA DE ESTIAJE		EPOCA DE LLUVIAS	
2,500 a 2750 m.s.n.m.	25° Dia	4° Noche	29° Dia	13° Noche
2,750 a 3,000 m.s.n.m.	23° Dia	1° Noche	27° Dia	10° Noche
3,250 a 3,500 m.s.n.m.	21° Dia	-2° Noche	25° Dia	8° Noche
3,500 a 3,750 m.s.n.m.	19° Dia	-5° Noche	23° Dia	6° Noche
3,750 a 4,300 m.s.n.m.	17° Dia	-8° Noche	21° Dia	5° Noche

GEO TEST V. SAC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
 RUC: 20606529229

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



## ECOLOGIA

El proyecto se encuentra dentro de las zonas de vida.

### • ESTEPA MONTANO SUB TROPICAL (E-MS)

Esta formación ecológica se extiende hasta alcanzar una altitud que oscila entre los 2,900 a 3,300 m.s.n.m. El medio ambiente, se caracteriza por presentar un clima subhúmedo y frío, es decir, con precipitaciones pluviales de mediana intensidad cuyo promedio es del orden de los 450 mm anuales, oscilando entre 250 mm en su nivel inferior y 550 mm en el nivel más alto. La temperatura promedio anual está alrededor de 12° y 9°C.

Topográficamente, la formación muestra dos partes bien definidas: una constituida por el área agrícola de ladera de relieve semi – accidentada, con suelos superficiales y/o profundos y de fertilidad media a buena, y la otra, conformada por los suelos rocosos de relieve muy accidentado con suelos muy superficiales y de fertilidad alta.

## 1.4. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El puente proyectado, el cual cruzará el río Mantaro, se ubica sobre la prolongación de la Av. Leoncio Prado, cuya ruta que conectará la capital de la provincia de Huancayo (distritos de Chilca) con la provincia de Chupaca (distritos de Tres de Diciembre). La obra se ubica en el departamento y región Junín.

- Longitud: 300.00m
- Número de tramos: 3 (70.00 + 160.00 + 70.00)
- Tipo: Atirantado simétrico con arreglo de cables tipo semi harpa y tres o pifones en forma de H.
- N° vías: 2
- Ancho Total del Tablero: 11 600 mm
- Ancho de rodadura: 6 600 mm
- Bermas: 500 mm
- Veredas: 2 de 1 200 mm = 2 400 mm
- Baranda combinada: 2 de 200 mm = 400 mm
- Espacio para cables: 2 de 600 mm = 1 200 mm

## 2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

### 2.1. GEOLOGÍA

El cuadrángulo de Huancayo abarca sectores de las Altas Mesetas Centrales y de la Cordillera Oriental; además, incluye la depresión de Ingahuasi y la parte sur – oriental de la Depresión de Huancayo – Jauja, que contiene un espeso relleno Cuaternario. Tanto en las Altas Mesetas Centrales

ING. MAX JERRY VELIZ SULLCAS-AY

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



en la Cordillera Oriental, (4,000 – 4,500 m.s.n.m.) se observan restos de la superficie "Puna", la cual fue profundamente erosionada por los glaciares y la escorrentía superficial. La columna estratigráfica se inicia con flyschs Excelsior parcialmente de edad Devónica media.

Los flyschs fueron plegados a fines del Devónico y están cubiertos por las capas mayormente continentales del Carbonífero y del Pérmico inferior, las cuales infrayacen con discordancia de erosión a las capas rojas y a los volcánicos del Pérmico superior. A partir del Noriano, cuyos estratos cubren con discordancia de erosión a los del Pérmico superior, se diferenciaron paulatinamente en la región una plataforma sur-occidental y un geanticlinal nor-oriental, disposición paleográfica que controló claramente la sedimentación en el lapso. Aaleniano – Bajociano las areniscas de la formación Cercapuquio (750 m. máx.) y las calizas de la Formación Chunumayo (250 m. max.). Después de una gran laguna deposicional que abarco el Batoniano y el Malm se depositaron las areniscas, en parte marinas y en parte continentales, del Neocomiano – Aptiano (Grupo Goyllarisquisga, 700 m.) que no se encuentran sobre el geanticlinal. Luego la plataforma fue invalidada por un mar somero, en el cual se acumuló la sucesión clásica de estratos calcáreos del cretáceo medio superior (formaciones Chulec, Pariatambo y Jumasha); solamente la transgresión Chulec afecto al geoanticlinal. La sedimentación marina se interrumpió definitivamente después del Coniaciano, debido a la emersión general que siguió a los movimientos tardiacretaceos, y luego depositaron sé en un ambiente continental las areniscas y conglomerados rojos llamados Capas rojas o formación Casapalca, localmente dotados del Eoceno medio, sedimentos que no se encuentran sobre el ge. anticlinal. después de un largo periodo sin sedimentación durante el cual ocurrieron además varias fases de formación y de erosión, tiene lugar, ya en el Terciario superior (Mioceno a Plioceno), exclusivamente en las Altas Mesetas, un extenso volcanismo; los productores más antiguos son básicos a intermedios (Volcánicos Astobamba), luego aparecen cuerpos hipa bisales de composición intermedia (Volcánicos Heru) y finalmente volcánicos ácidos en su mayor parte depositados (Tobas Ingahuasi). Los depósitos cuaternarios son particularmente abundantes; se reconocen depositados lacustres Pleistocenicos y tres conjuntos sedimentarios más recientes (morrenas, escombros y terrazas) que se relacionan con tres etapas de glaciación. En el aspecto tectónico se reconocen en Huancayo los efectos de varias fases tectónicas. La primera es la tectorogenesis eo-hercinica que plegó intensamente lo0s flysch Excélsior según direcciones E-W, a NE-SW en un primer tiempo, y NW-SE en un segundo. Los pliegues son asociables, acompañados por esquistosidad y a veces por el desarrollo de un epimetamorfismo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC  
ING. MAX JERRY VELIZ SANCHEZ

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

**DIRECCIÓN :** Jr. GRAU N° 211-CHILCA

(Rela una cuadra frente al parque Pazo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

**E-MAIL :** labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

**FACEBOOK :** Geo Test V.S.A.C

**CELULAR :** 952525151 - 972831911-991375093

**RUC :** 20606529229



Después de un largo periodo de cuasi-inactividad tectónicamente lugar la tectorogenesis del Cretáceo tardío que afecto la parte NE de la plataforma y probablemente el geanticlinal. Los movimientos de terciario inferior fueron intensos en toda la hoja y fueron seguidos por varias fases más débiles en el curso de terciario medio y superior y hasta el Cuaternario (Neo tectónica). Todas las fases mesozoicas edificación pliegues. NW-se bastante abiertos, por lo general acompañados por fallas inversas del alto ángulo de la misma dirección, en la Cordillera Oriental, una de estas fases dio lugar a un epimetamorfismo. Las fallas normales son frecuentes, en particular las transversales. Las rocas intrusivas ocupan áreas reducidas. En la cordillera Oriental se encuentran algunos cuerpos hipa bisales asociados con los volcánicos del pérmico superior. En las Altas Mesetas el único instrumento importante es el stock acido del C° Huacravilca; en la Cordillera Oriental de hallan pequeños yacimientos de cobre del tipo de relleno de fisuras. Los depósitos no metálicos son numerosos, incluyen carbón y arcillas refractarias, areniscas en lajas, yeso, travertino, etc.

INGEMMET. Boletín, Serio A: Carta Geológica Nacional. N°18.

**MAPA GEOLOGICO DE LA REGION JUNIN**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Pizaro  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



2.2. SISMICIDAD

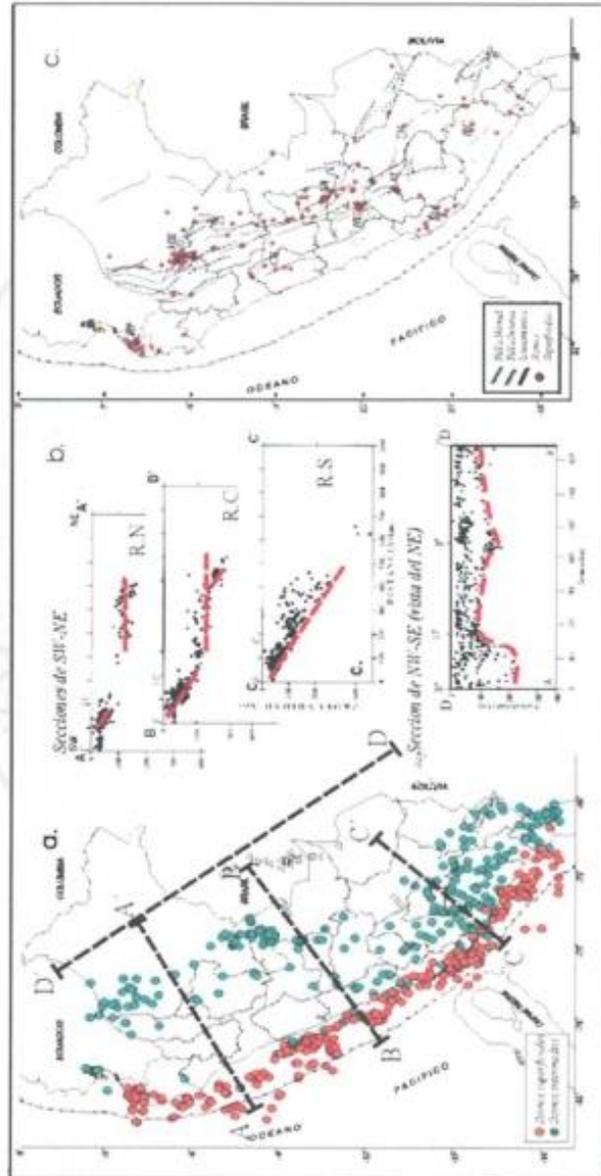


Figura 1 - a) Mapa de sismicidad asociada al proceso de subducción y deformación de la placa de Nazca por debajo del continente, estapas con focos superficial (sísmos resaca) intermedios (sísmos videntes) y profundos (sísmos tectónicos). b) Secciones verticales perpendiculares y paralelas a la línea de costa, según la orientación AA', BB', CC' y DD'. Las secciones Norte, Centro y Sur son indicadas con RN, RC y RS respectivamente. c) Mapa con la distribución de la sismicidad asociada a la deformación continental; los principales sistemas de falla: RP = Huancayo, MB = Moyobamba, CB = Cordillera Blanca, RR' = Ayacucho, TM = Tumbucachay, MA = Marcona y JC = Ihuayo y

*[Handwritten signature]*

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

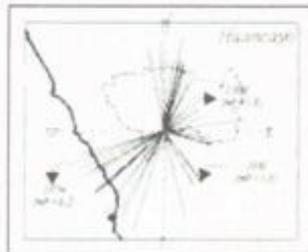
CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



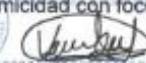
#### Gráfico polar para la ciudad de Huancayo:

En el gráfico polar se observa que el mayor número de sismos que afectaría a la ciudad de Huancayo se ubica en dirección del primer y tercer cuadrante. Los sismos del primer cuadrante se deben a dos fuentes, una localizada a una distancia de 20 Km (falla de Huaytapallana) y la otra a 120 Km (falla de Satipo). Siendo la primera la que afecta directamente a la ciudad de Huancayo y que dio origen a los sismos de 1969 (5.7, 5.9 mb) que produjeron intensidades de VI-VII MM en dicha ciudad. En el tercer cuadrante, los sismos se presentan a una distancia media de 220 Km; por tanto, no causarían mayor efecto a esta ciudad.

#### GRAFICOS POLARES

A la ocurrencia de un sismo, las ondas sísmicas se propagan en todas direcciones afectando de diferente modo al medio por donde estas se propagan, así como a las diversas localidades o ciudades emplazadas en superficie. Generalmente, la distribución de los daños observados en un determinado lugar, permite de manera indirecta evaluar el riesgo de la misma ante un peligro, que en este caso lo constituye el sismo. Asimismo, y la ubicación y la geometría de las diferentes fuentes sismogénicas, con relación a las características físicas de un determinado lugar, es un factor importante que se debe considerar para evaluar el riesgo sísmico.

Un procedimiento práctico para evaluar o conocer en detalle a que distancia y dirección en particular se ubica en sí el peligro, es a partir de los denominados Gráficos Polares. Estos gráficos han sido construidos para la capital de algunos departamentos del Perú siguiendo el criterio establecido por Oteros (1972) y Bernal (2002). En este estudio, cada gráfico polar, considera un círculo de radio igual a 250 km con centro en la capital de cada departamento. La longitud de este radio fue determinada considerando la distancia media a la cual se localizan los sismos que, durante el periodo de estudio, afectaron a cada localidad con una intensidad mínima de III en la escala de Mercalli Modificada, independientemente del tamaño del sismo o magnitud. La distribución de los sismos sobre cada cuadrante de los gráficos polares (enumerados en sentido contrario al movimiento de las agujas del reloj), permitirá evaluar la dirección en la cual una determinada localidad puede ser más o menos afectada por los sismos producidos en cada una de las fuentes sismogénicas antes indicadas. Para la construcción de los gráficos polares se utilizará únicamente la sismicidad con foco

  
ING. MAX JERDY VILIZ SULCARAY

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Referencia cuadra frente al parque Pazo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

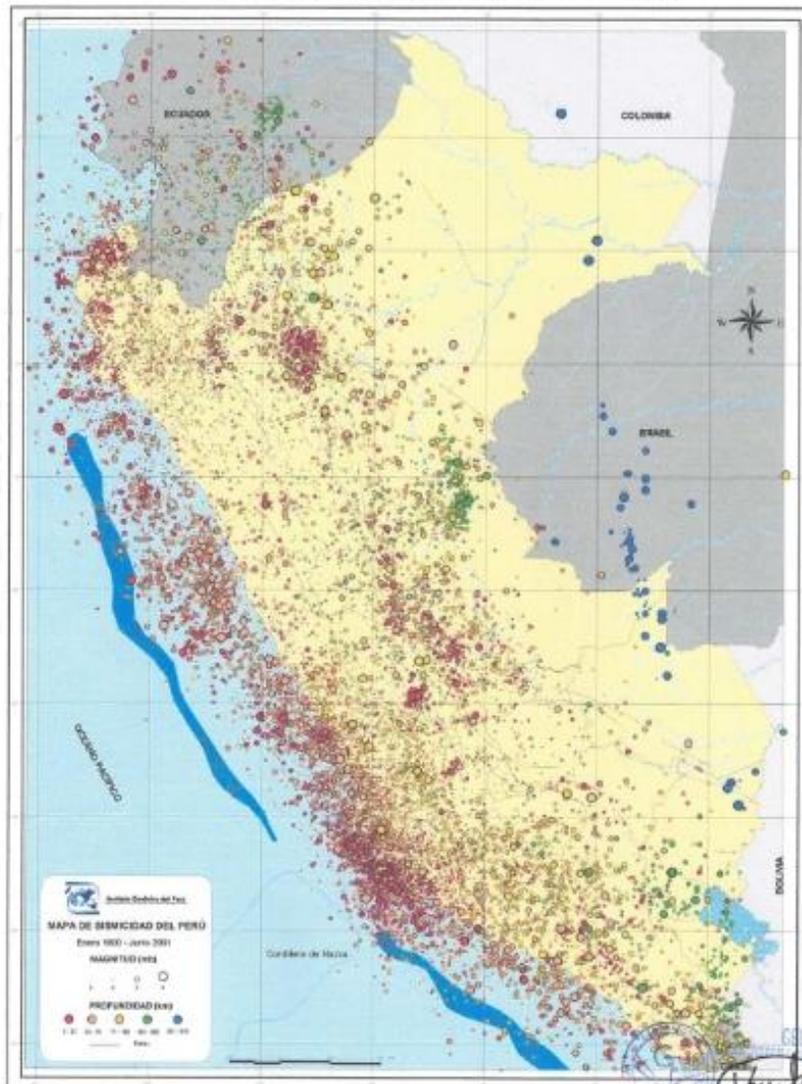
CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



superficial (h<sub>s</sub>60 Km), debido a que estos sismos son los que generalmente producen mayores efectos su superficie (Figura 4).

**MAPA DE PELIGROS POR SISMOS DEL PERU**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref: a una cuadra frente al parque Pazo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



### 3. INVESTIGACION DE CAMPO

#### 3.1 CALICATA O POZO DE EXPLOTACION

Se realizó 06 calicatas o pozos de exploración "a cielo abierto", designado como: CAL, seguidos de un número que lo identifica, realizadas en el PUENTE COMUNEROS. La cual fue ubicada convenientemente y con profundidad suficiente de acuerdo a la intensidad de las cargas estimadas en el Proyecto. Este sistema de exploración nos permite evaluar directamente las diferentes características del subsuelo en su estado natural. Hasta la profundidad explorada no se encontró el nivel freático. La excavación alcanzó la siguiente profundidad:

CALICATA	ESTRUCTURA	PROF. (m)
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN DERECHA	1.50
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN DERECHA	1.50
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN DERECHA	1.50
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN IZQ UERDA	1.50
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN IZQ UERDA	1.50
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDA	1.50

#### 3.2. MUESTREO DISTURBADO.

Se tomó una muestra representativa del estrato atravesado en dichas calicatas y en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de identificación, clasificación y parámetros de cálculo de capacidad portante del terreno. Paralelamente al muestreo se realizaron los registros de exploración, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, plasticidad, compacidad, etc. Para el número de muestreo de calicatas se realizó a petición del solicitante.

### 4. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO Y CLASIFICACION SUCS

#### 4.1 ENSAYOS EFECTUADOS

Se realizaron los respectivos ensayos de Mecánica de Suelos de acuerdo a las normas ASTM y según la relación que se indica. Los que han permitido determinar la clasificación de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

- ✚ Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422
- ✚ Contenido de Humedad ASTM-2216
- ✚ Límite Líquido ASTM D-4318
- ✚ Densidad Húmeda
- ✚ Perfil Estratigráfico

Los ensayos estándar permitieron la clasificación de los suelos representativos, con el ensayo de corte directo se determinó los parámetros de resistencia del subsuelo.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo)

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotestv@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



#### 4.2. CLASIFICACION DE SUELOS

El suelo ha sido clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según se muestra en los certificados de los ensayos realizados. El siguiente cuadro nos da un resumen de lo que se presenta en los certificados.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		
DIVISIÓN PRINCIPAL	CRITERIOS	SIMBOLO DE GRUPO
Suelo de grano grueso R200 > 50 Suelo con grava R4 > 0.50 R200	F200<5, Cu ≥ 4, 1 ≤ Cz ≤ 3 F200<5, Cu ≥ 4, y Cz no tiene 1 y 3 F200<12, PI < 4, o límites de Atterberg Debajo de la línea A (figura 1.7) F200 < 12, LL > 7, y límites de Atterberg en o arriba de la línea A (figura 1.7) F200>12, LL <50, 4 ≤ PI ≤ 7, y límites de Atterberg en o arriba de la línea A 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de GW y los criterios de plasticidad de GM 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de GW y los criterios de plasticidad de GC 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de GP y los criterios de plasticidad de GM 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de GP y los criterios de plasticidad de GC	GW GP GM  GC  GC – GM GW – GW GW - GC GP – GM GP - GC
Suelo arenoso, R4 ≤ 0.5 R200	F200<5, Cu ≥ 6, 1 ≤ Cz ≤ 3 F200<5, Cu < 6, y/o Cz no entre 1 y 3 F200 > 12, PI < 4, o límites de Atterberg debajo de la línea A (figura 1.7) F200 > 12, PI > 7, o límites de Atterberg sobre o arriba de la línea A (figura 1.7) F200>12, LL > 50, 4 ≤ PI ≤ 7, y límites de Atterberg sobre o arriba de la línea A (figura 1.7) 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de SW y los criterios de plasticidad de SM 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de SW y los criterios de plasticidad de SC 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de SP y los criterios de plasticidad de SM 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de SP y los criterios de plasticidad de SC	SW SP SM  SC  SC – SM SW – SM SW – SC SP – SM SP – SC
Suelo de grano fino (inorgánico), R200 ≤ 50 Suelo limoso y arcilloso LL < 50 Suelo limoso y arcilloso LL ≥ 50	PI < 4, o límites de Atterberg debajo de la línea A (figura 1.7) PI > 7, y límites de Atterberg sobre o arriba de la línea A (figura 1.7) 4 ≤ PI ≤ 7; y límites de Atterberg arriba de la línea (figura 1.7) Límites de Atterberg debajo de la línea A (figura 1.7) Límites de Atterberg en o arriba de la línea A (figura 1.7)	ML CL  CL – ML MH CH
Suelo de grano fino (orgánico) Limo orgánico y arcilla LL < 50  Limo orgánico y arcilla LL ≥ 50	$\frac{LL \text{ no secado en horno}}{LL \text{ secado en horno}} < 0.75$  $\frac{LL \text{ no secado en horno}}{LL \text{ secado en horno}} < 0.75$	OL  OH
Nota: F200 = por ciento que pasa la malla no. 200; R200 = por ciento retenido en la malla no. 200; R4 = por ciento retenido en la malla no.4; Cu = coeficiente de graduación; LL = límite líquido; PI = índice de plasticidad, límite de Atterberg basado en la fracción menos no. 40 * Caso de la frontera, clasificación doble.		

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref: a una cuadra frente al parque Puzo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C



CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229

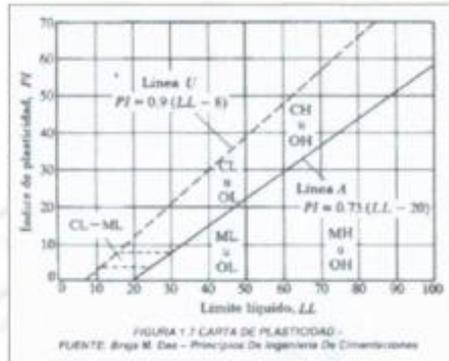


FIGURA 1.7 CARTA DE PLASTICIDAD - FIGURA: Braja M. Das – Principios De Ingeniería De Cimentaciones

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	GRANULOMETRIA (%)			LIMITES (%)		Índice de plasticidad (%)	C.H. (%)
			GRAVA	ARENA	FINOS	L.L.	L.P.		
CAL - 01	M - 1	1.50	69.48	29.16	1.36	N.P.	N.P.	N.P.	2.70
CAL - 02	M - 1	1.50	71.81	26.75	1.44	N.P.	N.P.	N.P.	2.90
CAL - 03	M - 1	1.50	69.78	28.80	1.42	N.P.	N.P.	N.P.	1.60
CAL - 04	M - 1	1.50	64.09	35.79	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	2.00
CAL - 05	M - 1	1.50	63.78	36.09	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	5.90
CAL - 06	M - 1	1.50	63.38	36.50	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	1.20

**CUADRO DE CLASIFICACION DEL TIPO DE SUELO**

CALITAS	ESTRUCTURA	PROF. (m)	TIPO DE SUELO	CLASIF. SUCS	Cu.	Cc.	D50
CAL - 01	Estribo margen derecha	1.50	Grava mal gravada	GP	32.01	0.70	21.720
CAL - 02	Estribo margen derecha	1.50	Grava bien gravada con arena	GW	30.03	1.24	21.019
CAL - 03	Estribo margen derecha	1.50	Grava mal gravada	GP	36.80	0.68	21.391
CAL - 04	Estribo margen izquierda	1.50	Grava mal gravada	GP	14.39	0.43	11.000
CAL - 05	Estribo margen izquierda	1.50	Grava mal gravada	GP	14.21	0.42	11.119
CAL - 06	Estribo margen izquierda	1.50	Grava mal gravada	GP	14.63	0.37	10.865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Red. a una cuadra frente al parque Pazo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



## 5. ANALISIS DE CIMENTACIÓN

### 5.1. ANALISIS Y PARAMETROS SISMICOS PARA LAS ESTRUCTURAS:

Para esta condición el área en estudio se encuentra en la provincia de Huancayo, región Junín, donde se tiene suelos susceptibles de ampliación bajo condiciones de sollicitación dinámica, en base a las normas de Diseño Sismo Resistente Norma E-030. Para las calicatas le corresponde el perfil tipo S2. Donde  $S2=1.15$ , para un periodo predominante DE  $Tp=0.6$  s  $Tl=2.0$ , también el factor de uso es  $U=1.5$  (EDIFICACION ESCENCIAL)

Y de acuerdo a los factores de zona nos encontramos ubicados en la zona 3, el factor de zona  $Z=0.35g$ . Para el cálculo del coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas "R" se debe determinar mediante el producto del coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas por los factores de irregularidad estructural en altura y planta según la estructuración de la edificación y apoyado con la norma E-030. Para lo cual también se deberá saber el sistema estructural a emplear en el proyecto. Para el cálculo del coeficiente de amplificación sísmica "C", se deberá determinar mediante del cálculo del periodo fundamental de vibración de cada estructura a diseñar y apoyado de las restricciones según sea el resultado de este periodo con la norma E-030.

ING. MAX JERRY VELIZ SANCHAY

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C



CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229

**6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- ⚡ El presente audio se ha elaborado en base a la norma técnica E.050 de suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- ⚡ Durante el reconocimiento geológico del área de estudio y alrededores no se han apreciado riesgos geológicos por procesos de geodinámica externa que pudiera afectar la vulnerabilidad de las estructuras proyectadas.
- ⚡ Es conveniente que todos los elementos estructurales se apoyen a la misma profundidad y calculados de acuerdo a las normas de Diseño Sismorresistente.
- ⚡ Dada las características del suelo, se recomienda utilizar refuerzos para mejorar la resistencia y capacidad de deformaciones del suelo, el refuerzo debe considerar materiales de préstamo con características similares a un afirmado y si es necesario el uso de geo sintéticos. Además, se deberá modelar el comportamiento de la estructura de este suelo a la cimentación.
- ⚡ Los resultados obtenidos en el presente audio, así como las conclusiones y recomendaciones establecidas solo son válidos para el área de influencia en cada calicata investigada y no garantizada a otros proyectos que lo toman como referencia.
- ⚡ Se recomienda cimentar por debajo del nivel activo o erosión potencial, si se trata de arenas compactas. En el caso de arcillas o limos firmes, recomienda cimentar por debajo del nivel activo por cambios de volumen.
- ⚡ Los resultados obtenidos para el análisis de socavación son:

CALICATA	STRUCTURA	PROF. (m)	CLASIF. SUCS	Cu	Cc	D50
CAL - 01	Estribo margen derecha	1.50	GP	32.01	0.70	21.720
CAL - 02	Estribo margen derecha	1.50	GW	30.03	1.24	21.019
CAL - 03	Estribo margen derecha	1.50	GP	36.80	0.68	21.391
CAL - 04	Estribo margen izquierda	1.50	GP	14.39	0.43	11.000
CAL - 05	Estribo margen izquierda	1.50	GP	14.21	0.42	11.119
CAL - 06	Estribo margen izquierda	1.50	GP	14.63	0.37	10.865

CALICATA	Granulometría (%)			Límites (%)		Índice de plasticidad	C.H. (%)
	GRAVA	ARENA	FINOS	L.L.	L.P.		
CAL - 01	69.48	29.16	1.36	N.P.	N.P.	N.P.	2.70
CAL - 02	71.81	26.75	1.44	N.P.	N.P.	N.P.	2.90
CAL - 03	69.78	28.80	1.42	N.P.	N.P.	N.P.	1.80
CAL - 04	64.09	35.79	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	2.00
CAL - 05	63.78	36.09	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	5.90
CAL - 06	63.38	36.50	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	1.20



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

**DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA**  
(Ref: una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

**E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com**  
**geotest.v@gmail.com**

**FACEBOOK : Geo Test V S.A.C**



**CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093**

**RUC : 20606529229**

**7. ANEXOS**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. GRAN N°211, DISTRITO DE LA ORO, GUARAPORTE, AL PAMPA  
 RUCO AV. FERROCARRIL CRUCES SUR  
 Av. Ferrocarril Cruc. Sur  
 DELEGADO : 952526151 / 952821011 / 961378093  
 E-MAIL : LABORATORIO@GEOV.COM  
 LABORATORIO@GMAIL.COM  
 GEO TEST V R.L.C.  
 20605529225

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
 NORMA TÉCNICA : MTC E 107, AASHTO T 88, ASTM D 422

PROYECTO : TESTS EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUBRID (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION JUNIN 2020)  
 SOLICITA : Ing. Mayra Chaca Tojeda, Ing. Juan Carlos Vargas Rivas  
 UBICACION : Huancayo  
 MATERIAL : Calicla 60, N°1  
 ESTADO : A.F.O  
 FECHA : Octubre 2020

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS						RESULTADOS DE ENSAYO			
Tamaño	Área de Abertura (mm²)	% Retenido	% Retenido Acumulada	% Que Pasa	Equival. Fracción	CURVA GRANULOMÉTRICA			
Ø	(mm)					CURVA GRANULOMÉTRICA			
75	577.00	0.00	0.00	100.00	100.00		FINO = 1.00      ARENA = 26.12      GRASA = 66.88		
45	105.00	0.00	0.00	100.00	100.00				
30	25.00	0.00	0.00	100.00	100.00				
15	10.00	0.00	0.00	100.00	100.00				
7.5	5.00	0.00	0.00	100.00	100.00				
4.75	2.00	0.00	0.00	100.00	100.00				
2.5	0.85	0.00	0.00	100.00	100.00				
1.5	0.425	0.00	0.00	100.00	100.00				
0.85	0.212	0.00	0.00	100.00	100.00				
0.425	0.106	0.00	0.00	100.00	100.00				
0.25	0.075	0.00	0.00	100.00	100.00				
0.15	0.05	0.00	0.00	100.00	100.00				
0.075	0.025	0.00	0.00	100.00	100.00				
0.045	0.018	0.00	0.00	100.00	100.00				
0.025	0.01	0.00	0.00	100.00	100.00				
0.015	0.0075	0.00	0.00	100.00	100.00				
0.0075	0.00375	0.00	0.00	100.00	100.00				
FINO INICIAL	15000.00								

**DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS**

Grande	0.00	Tamaño donde pasa el 10% del material
Mediana	0.00	Tamaño donde pasa el 50% del material
Pequeña	0.00	Tamaño donde pasa el 90% del material
Muy Pequeña	0.00	Tamaño donde pasa el 95% del material
Muy Muy Pequeña	0.00	Tamaño donde pasa el 98% del material

**INDICADORES DE UNIFORMIDAD**

Medida de uniformidad (gradiente del suelo)

U<sub>1</sub> = 0.00      U<sub>2</sub> = 0.00

Si U<sub>1</sub> < 1.0, el suelo es bien graduado.  
 Si U<sub>1</sub> > 1.0, el suelo es mal graduado.

**INDICADOR DE CURVATURA**

Dato complementario para definir la uniformidad de la distribución

C<sub>u</sub> = 0.00      C<sub>w</sub> = 0.00

| Ø (mm) |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 75     | 45     | 30     | 15     | 7.5    | 4.75   |
| 30     | 15     | 7.5    | 4.75   | 2.5    | 1.5    |
| 15     | 7.5    | 4.75   | 2.5    | 1.5    | 0.85   |
| 7.5    | 4.75   | 2.5    | 1.5    | 0.85   | 0.425  |
| 4.75   | 2.5    | 1.5    | 0.85   | 0.425  | 0.25   |
| 2.5    | 1.5    | 0.85   | 0.425  | 0.25   | 0.15   |
| 1.5    | 0.85   | 0.425  | 0.25   | 0.15   | 0.075  |
| 0.85   | 0.425  | 0.25   | 0.15   | 0.075  | 0.045  |
| 0.425  | 0.25   | 0.15   | 0.075  | 0.045  | 0.025  |
| 0.25   | 0.15   | 0.075  | 0.045  | 0.025  | 0.015  |
| 0.15   | 0.075  | 0.045  | 0.025  | 0.015  | 0.0075 |
| 0.075  | 0.045  | 0.025  | 0.015  | 0.0075 |        |
| 0.045  | 0.025  | 0.015  |        |        |        |
| 0.025  | 0.015  |        |        |        |        |
| 0.015  |        |        |        |        |        |
| 0.0075 |        |        |        |        |        |

**CONSIDERACIONES**

\* Los datos presentados son el resultado de un solo ensayo y no se debe considerar para fines de diseño.  
 \*\* Se recomienda utilizar el método de ensayo de laboratorio para la determinación de la distribución granulométrica.  
 \*\*\* Los resultados obtenidos sobre la muestra representativa por el método de laboratorio de ensayo de campo, pueden variar.  
 \*\*\*\* Los valores deben ser verificados mediante el método de ensayo de laboratorio referenciado anteriormente.

GEO TEST V. SAC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELLO SULCARAY  
 CIP N° 24742  
 APO. CC LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA DEO TEST V. S.A.S



DIRECCIÓN: JUN. BRIGUI N° 211 - CHILCA  
 OFICINA: JUN. LUISANA TORRES AL PARQUE  
 PASEO AV. FERROVIARIA, CARRERA 60N  
 AS. LINDERO (BARRIO)  
 CELULAR: 992525181 - 978821911  
 091 978888

E-MAIL: LABDEOTESTV@GMAIL.COM  
 DEOTESTV@GMAIL.COM  
 FACEBOOK: DEO TEST V S.A.S.  
 WWW: 20606529279

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMA TÉCNICA: MTC E 107 AASHTO T 88 ASTM D 422

PROYECTO: TESIS: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COLMERO (DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020)  
 SOLICITA: Bach Ing Mayra Chanco Tejeda Bach Ing Juan Carlos Vargas Ramos  
 UBICACIÓN: Huanuco  
 MATERIAL: Grava M3 N°2 TÉCNICO AYO F804 Octubre 2020

ENSAYO GRANULOMÉTRICO							FINES DE MUESTRA	
Tamiz		Peso Retenido (g)	% Retenido (Porcentaje)	% Retenido Acumulativo	% Que Pasa	Tamaño (mm)	CURVA GRANULOMÉTRICA	
5"	127.00	0.00	0.0000	0.000	100.000		<p>Curva Granulométrica</p> <p>FINES = 1.41 ABNA = 35.75 OFANA = 71.02</p>	
4"	101.60	0.00	0.0000	0.000	100.000			
3"	76.20	1233.00	9.3961	9.396	90.602			
2"	50.80	1847.00	30.6174	39.995	60.002			
1 1/2"	38.10	3838.00	7.7154	27.285	72.715			
3"	25.40	2468.00	17.9018	44.999	55.001			
1/4"	18.00	1613.00	7.8079	32.801	67.199			
1/2"	12.50	1397.00	7.8077	30.601	69.399			
3/8"	9.525	597.00	4.4280	34.901	65.099			
1/4"	4.750	571.00	4.2468	39.147	60.853			
Nº 4	4.750	398.00	2.4824	71.831	28.169			
Nº 8	2.360	527.00	3.9151	75.729	24.271			
Nº 10	2.000	139.00	0.8804	76.613	23.387			
Nº 20	0.840	985.00	7.3753	83.947	16.053			
Nº 30	0.600	1242.00	9.2305	93.180	6.820			
Nº 40	0.599	628.00	4.6701	97.854	2.146			
Nº 60	0.250	21.00	0.2008	98.054	1.946			
Nº 80	0.250	21.90	0.1962	98.211	1.789			
Nº 100	0.250	12.30	0.0930	98.304	1.696			
Nº 150	0.100	11.11	0.0807	98.386	1.614			
Nº 200	0.075	10.90	0.1041	98.490	1.510			
Fondo	0.00	193.00	1.4311	100.000	0.000			
PESO TOTAL		13238.02						

127" FUNDOS DE TAMAÑO DE PARTÍCULA

Tamaño donde pasa el 10% del material	0.075
Tamaño donde pasa el 30% del material	0.150
Tamaño donde pasa el 50% del material	0.300
Tamaño donde pasa el 70% del material	0.600
Tamaño donde pasa el 90% del material	1.180
Tamaño donde pasa el 100% del material	2.000

CALCULAR COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD

Módulo de uniformidad (graduado del suelo):

U<sub>1</sub> = 1.41

Si U<sub>1</sub> < 1.18, el suelo es uniforme  
 Si 1.18 < U<sub>1</sub> < 2.00, los grumos bien graduados o Cu-4  
 Si U<sub>1</sub> > 2.00, los arena bien graduados o Cu-5

CALCULAR COEFICIENTES DE CURVATURA

Dato complementario para definir la uniformidad de la curva:

U<sub>2</sub> = 1.19

Los suelos bien graduados: U<sub>2</sub> entre 1 y 3.

D60	D30	D60	D30	D10	D10
87.11					
	34.71				
		28.44			
			21.00		
				5.75	
					0.85
RESULTADOS					
D60	D30	D60	D30	D10	D10
87.11	34.71	28.44	21.00	5.75	0.85

DESCRIPCIONES

\*Una falta proporcional por el procedimiento de selección en la parte superior de este informe.  
 \*\*El presente documento es un informe preliminar de laboratorio, siendo imprescindible su validación.  
 \*\*\*Los resultados reflejados en los cuadros presentados por el cliente al momento de la emisión de pruebas, informes, actas.  
 \*\*\*\*Cualquier dote de cualquier tipo de responsabilidad por errores de transcripción de datos, errores, omisiones, etc.

DEO TEST V S.A.S  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

*[Firma]*

ING. MAX JERRY VELAZ SUZCANA  
 CIP 142019  
 "MILITARE" LABORATORIO





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA DEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. ORAU N°211 CHILCA  
 DEPTO. A GNA CUADRA FRENTE AL PARQUE  
 PUZO AV. FERRECARRELL CRUCE CON  
 AV. LEONDO PRADO  
 CELULAR : 0999951511 978831911  
 9912976943  
 E-MAIL : LABOR@DEOTESTV2@GMAIL.COM  
 DEO@TEST-V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : DEO TEST V S.A.S.  
 WEB : 20806529239

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
 NORMA TÉCNICA : MTC E 107, AASHTO T 88, ASTM D 422

PROYECTO : TESIS: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUESTO COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020  
 SOLICITA : Bach. Ing. Mayra Chanca Tajeda, Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Rance  
 UBICACIÓN : Huancayo  
 MATERIAL : Calicanto M. NPS  
 TEMPO : A.S.  
 FECHA : Octubre 2020

TAMAYO	RETEÑO	RESIDUO	PERCENTUAL	ACUMULADO	% CUM. PASA	ESPECIFICACIONES
5"	127.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
4"	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
3"	76.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	40.00	866.00	4.25	4.25	95.75	
1"	25.00	2405.00	12.45	16.70	83.30	
3/4"	18.00	2005.00	14.29	30.99	69.01	
1/2"	12.00	3045.00	15.25	46.24	53.76	
3/8"	8.00	1008.00	8.35	54.59	45.41	
1/4"	6.00	1208.00	6.30	60.89	39.11	
NP 4	4.75	459.00	2.30	63.19	36.81	
NP 6	2.50	1405.00	7.03	70.22	29.78	
NP 10	2.00	873.00	4.36	74.58	25.42	
NP 15	1.50	2403.00	12.02	86.60	13.40	
NP 20	0.84	1582.00	7.80	94.40	5.60	
NP 30	0.60	856.00	4.25	98.65	1.35	
NP 40	0.425	50.00	0.26	98.91	0.09	
NP 60	0.25	9.00	0.26	99.17	0.01	
NP 80	0.15	0.00	0.00	99.17	0.01	
NP 100	0.125	0.00	0.00	99.17	0.01	
NP 200	0.075	0.00	0.00	99.17	0.01	
Fondo	0.075	35.00	0.13	100.00	0.00	
PESO TOTAL		3987.30				



CONTINGENCIA DE TAMAÑO DE PARTÍCULA

Fin (mm)	1.75	Tamaño donde pasa el 30% del material
Fin (mm)	2.50	Tamaño donde pasa el 50% del material
Fin (mm)	11.25	Tamaño donde pasa el 50% del material
Fin (mm)	14.75	Tamaño donde pasa el 90% del material
Fin (mm)	21.25	Tamaño donde pasa el 90% del material
Fin (mm)	47.50	Tamaño donde pasa el 95% del material

CALCULAR COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Módulo de uniformidad (graduación del suelo)

U <sub>1</sub>	14.33
----------------	-------

Si U<sub>1</sub> < 1.5, el suelo es uniformemente graduado.  
 Si 1.5 < U<sub>1</sub> < 2.0, el suelo es bien graduado.  
 Si U<sub>1</sub> > 2.0, el suelo es mal graduado.

CALCULAR COEFICIENTE DE CURVATURA

Dato complementario para definir la uniformidad de la curva

C <sub>u</sub>	0.43
----------------	------

Los suelos bien graduados: C<sub>u</sub> entre 1 y 3.

D60	D90	D40	D50	D20	D10
37.146	11.577	14.953	11.133	5.575	1.051

OBSERVACIONES  
 \*Los datos expresados en este informe son válidos en la fecha y lugar de su emisión.  
 \*El presente documento es de carácter confidencial y no debe ser divulgado sin el consentimiento expreso del laboratorio.  
 \*Los resultados reflejados en este informe son válidos para el tipo de muestra y condiciones de ensayo especificadas.  
 \*Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos de la Universidad de Huancayo.

DEO TEST V. SAC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELAZQUEZ SUICABAY  
 CIP N° 247292  
 INGENIERO DE LABORATORIO



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO  
TEST V. SAC**

<b>DIRECCION</b>	CALLE SURABO N° 211 - CHIMBUTA	<b>E-MAIL</b>	LABORIOS@GEOCONCRETOASFALTO.COM
	EDIFICIO VILLA SANCOS, CANTON ALVARADO, PUNO AV. FERREYROS		LABORIOS@GEOCONCRETOASFALTO.COM
	AV. SAN ALVARADO DESVIE	<b>PAIS/CODIGO</b>	PERU TEST V. D. S. A. S.
<b>CELULAR</b>	995200191 - 995200191 - 995200191	<b>RUC</b>	204001242001



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**Proyecto** : TESIS: "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020"

**Peticionario** : Bach Ing Mayorki Chanco Tajeda; Bach Ing Juan Carlos Vargas Ramos

**Código de formato** : PCA-EX-011 REV 01/FECHA 2021-02-11

**Ubicación** : Huancayo

**Fecha de emisión** : Octubre 2020

**Clase de material** : Calicata MD. N°1

**Norma** : NTP-ASTM-MTC

**Ensayado por** : A.Y.G

Hoja: 01 de 01

REGISTRO DE SONDAJE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROF (m)	ESPESOR (m)	NOMBRE	CLASE SUCS	SIMBOLO GRAFICO	R. H. %	D. H. g/cm <sup>3</sup>	
0.00	0.15	SM	---	---	---	---	Relevo contaminado en matriz arcillosa, presencia de raíces y restos de plástico.
	0.15	SM	---	---	---	---	Terreno de cultivos, fino arenoso con abundantes raíces.
0.50							
1.00							
1.50	2.70	MQ1	GP		---	---	Grava mal graduada con arena, el material presenta TM= 3%. Se encuentra húmeda a saturada y de consistencia suelta. La granulometría presenta: Grava=69.40%, Arena=29.16%, Fines=1.30%.
2.00							
2.50							
3.00							


  
**GEO TEST V. SAC**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SUGARAY**  
 CIP N° 342712  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. S.A.C**

DIRECCIÓN : JR. OSORIO N° 513 - CHILEA E-MAIL : LABORATORIO@GEOTESTV.COM  
 OFICINA : AV. LAZARO BARRERA N° 1000 - SANTIAGO DE CHILE WEBPAGE : WWW.GEOTESTV.COM  
 TELÉFONO : +56 2 24731220 FAX : +56 2 24731220 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 RUC : 900001099220



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**Proyecto** : TESIS "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020"  
**Peticionario** : Bach. Ing. Mayroli Charca Topeda; Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos  
**Código de formato** : PCA-EX-01/ REV.31/FECHA 2021-02-11  
**Ubicación** : Huacayo  
**Fecha de emisión** : Octubre 2020  
**Clase de material** : Calicata MD. N°2  
**Norma** : NTP-ASTM-MTC  
**Ensayado por** : A.Y.G.

Hoja: 01 de 01

REGISTRO DE SONDAJE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROF. (m)	ESPAESOR (m)	NOMBRE	CLASIF. SUCS	SIMBOLO GRAFICO	R. M. %	D. M. gradó	
0.00	0.10	S.M	---	---	---	---	Refrero contaminado en matriz limosa, presencia de raíces y restos de plástico.
0.10	0.30	S.M	---	---	---	---	Refrero en matriz limosa, presencia de abundantes raíces.
0.40							
0.50							
1.00							
1.50	2.60	M-02	GW				Grava bien gradada con arena, el material presenta TM= 3". Se encuentra húmeda a saturada y de compesidad suelta.  La granulometría presenta: Grava=71.81%, Arena=26.75%, Fines=1.44%.
2.00							
2.50							
3.00							


**GEO TEST V. S.A.C.**  
 INGENIERIA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
 A.Y.G. INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
 CIP N° 247312  
 JEFE DEL LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

UBICACIÓN	LABORAL N° 211 CHICLA	E-MAIL	LABORTESTV@GMAIL.COM
	IND. A. UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUEBLO YERBA BUENA		TESTV@GMAIL.COM
	CRUCE CON AV. LEONOR PRADO	FACEBOOK	GEO TEST V S.A.S
CELULAR	950560191 - 975231011 - 981076092	WEB	33404520039



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020"
<b>Peticionario</b>	: Bach. Ing. Mayroli Chenco Tejada; Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos
<b>Código de formato</b>	: PCA-E4-01/REV.01/FECHA 2021-02-11
<b>Ubicación</b>	: Huancayo
<b>Fecha de ensayo</b>	: Octubre 2020
<b>Clase de material</b>	: Calicata MD. N°3
<b>Norma</b>	: NIP-ASTM/C
<b>Ensayo por</b>	: A.Y.G

Hoja 01 de 01

REGISTRO DE SONDAJE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROF (m)	ESPESOR (m)	NOMBRE	CLASIF. SUCS	SIMBOLO GRAFICO	R. M. %	Q. R. g/cm <sup>3</sup>	
0.00	0.20	SM	---	---	---	---	Resilno contaminado en matriz arcillosa, presencia de raíces y restos de plástico.
0.25							
0.50							
1.00							
1.50	2.80	M-03	GW		---	---	Grava bien graduada con arena, el material presenta TM= 3". Se encuentra húmeda a saturada y de consistencia suelta.  La granulometría presenta: Grava=69.76%, Arena=26.80%, Fines=1.42%.
2.00							
2.50							
3.00							

**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 247212  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN: Av. Grau N° 311 - CHILCA  
 E-MAIL: LABORATORIO@GEOTESTV.COM  
 GEO TEST V. SAC  
 TEL: +51 011 47800000 FAX: +51 011 47800000  
 WWW.GEOTESTV.COM  
 GEO TEST V. SAC S.R.L.  
 DELEGADO: ROBERTO L. VASCOLOTTI - QUETZILCO  
 RUC: 2050039029

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto: TESIS: "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020"  
 Peticionario: Bach. Ing. Mayork Chance Tojeda; Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos  
 Código de formato: PCA-EX-01 REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Ubicación: Huanayo  
 Fecha de emisión: Octubre 2020  
 Clase de material: Calicata MD. N°4  
 Norma: NTP-431M-MTC  
 Ensayado por: A.Y.G.

Hoja: 01 de 01

REGISTRO DE SONDAJE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROF. (m)	ESPEJOR (m)	NOMBRE	CLASIF. SUCS	SÍMBOLO GRÁFICO	H. R. %	D. R. gr/m <sup>3</sup>	
0.00	0.15	S/M	---	---	---	---	relleno contaminado en matriz arcillosa, presencia de raíces y restos de plástico.
0.50							
1.00							
1.50	2.85	M-04	GP		---	---	Grava bien graduada con arena, el material presenta TM= 1 1/2". Se encuentra húmeda a saturada y de consistencia suelta. La granulometría presenta: Grava=84.06%, Arena=35.70%, Fines=0.13%.
2.00							
2.50							
3.00							



ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 24702  
JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



**DIRECCIÓN:** JIRÓN MECÁNICA  
**DIRECCIÓN:** BOULEVARD GENERAL SUAREZ AL PARQUE PUERTO AL FERROCARRIL  
**DIRECCIÓN:** BOULEVARD GENERAL SUAREZ AL PARQUE PUERTO AL FERROCARRIL  
**TELÉFONO:** 958551311 - 973601911 - 951375093  
**E-MAIL:** LABORATORIO@GEOTESTV.COM  
**WEBSITE:** www.geotestv.com  
**FACEBOOK:** Geo Test V S.A.C  
**RUC:** 8060559927

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**Proyecto:** : TESIS: "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUNTE COMINERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020"  
**Peticionario:** : Bach Ing Mayrith Cuenca Tejeda, Bach Ing Juan Carlos Vargas Ramos  
**Código de formato:** : PCA-EX-01/REV 01/FECHA 2021-02-11  
**Clase de material:** : Calicata MD, N°5  
**Ubicación:** : Huacayo  
**Norma:** : NTP-ASTM MTC  
**Fecha de emisión:** : Octubre 2020  
**Ensayado por:** : A.Y.G

Hoja: 01 de 01

REGISTRO DE SONDAJE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROP (m)	ESPESOR (m)	NOMBRE	CLASIF. SUCS	SIMBOLO GRABADO	M. R. %	D. N. g/cm <sup>3</sup>	
0.00							
0.50							
1.00							
1.50	3.00	M-05	GP		---	---	Grava bien gradada con arena, el material presenta TM= 1.12". Se encuentra húmeda a saturada y de consistencia suelta.  La granulometría presenta: Grava=63.78%, Arena=36.09%, Finos=0.13%.
2.00							
2.50							
3.00							

**GEO TEST V. SAC**  
 INVESTIGACIONES Y ENSAYOS DE MATERIALES  
  
**JEFE DEL LABORATORIO**  
 CIP N° 247312

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. S.A.C



DIRECCION : AV. DAVILA Nº 113 - CHILECA  
 F. MAIL : LABORATORIO@GEOTESTV.COM  
 TEL. : 0056 2 2201914 - 991273093  
 WEB : WWW.GEOTESTV.COM  
 F. WEB : GEO TEST V. S. A. C.  
 CELULAR : 991273093  
 RUC : 80600029229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMANERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2007"  
 Peticionario : Bach. Ing. Mayroli Chance Tejedo; Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos  
 Código de formato : PCA-E31-01 REV 01 FECHA 2014-02-11  
 Ubicación : Huancayo  
 Fecha de emisión : Octubre 2020  
 Clase de material : Calicata MD, N°6  
 Norma : NTP-ASTM/MTC  
 Ensayado por : A.Y.G.

Hoja: 01 de 01

REGISTRO DE SONDAGE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROF. (m)	ESPESOR (m)	NOMBRE	CLASIF. SUCS	SIMBOLO GRAFICO	R. N. %	D. N. g/cm <sup>3</sup>	
0.00	0.25	S/M	---	---	---	---	Refrano contaminado en matriz limosa, presencia de raíces y restos de plástico.
0.50							
1.00							
1.50	2.75	M-06	GP		---	---	Grava bien graduada con arena, el material presenta TM= 1 1/2". Se encuentra húmeda e saturada y de consistencia suelta.  La granulometría presenta: Grava=63.38%, Arena=36.50%, Fines=0.13%
2.00							
2.50							
3.00							

GEO TEST V. S.A.C.  
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 FPS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°g11-CHILCA  
(Ref. a una cuadra frente al parque Pozo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv@gmail.com  
geotestv@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229

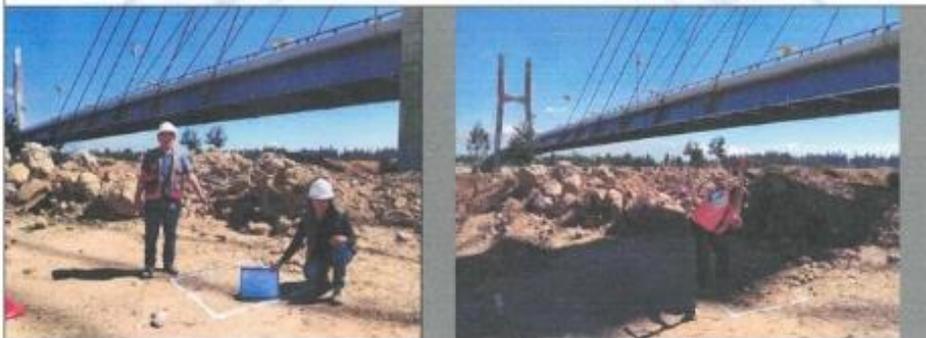


PANEL FOTOGRÁFICO DE ESTUDIO GEOTECNICO

TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I  
DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020

I. Informe Fotográfico

Calicatas



Calicata N°01 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°02 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.

GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
ING. MAX JERRY VELIZ BULCARAY

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA  
(Ref. a una cuadra frente al parque Puro  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Lencón Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com

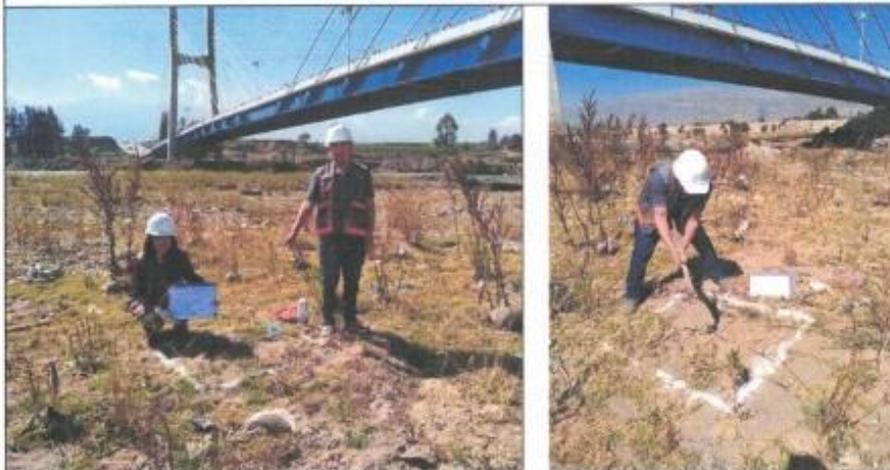
FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Calicata N°05 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°06 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

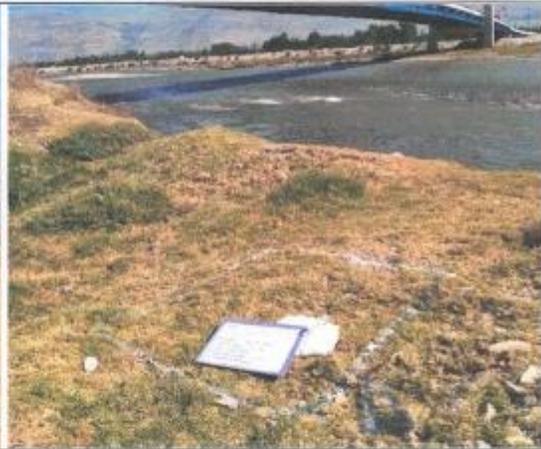
DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211 - CHILCA  
(Ref: a una cuadra frente al parque Pazo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
geotest.v@gmail.com

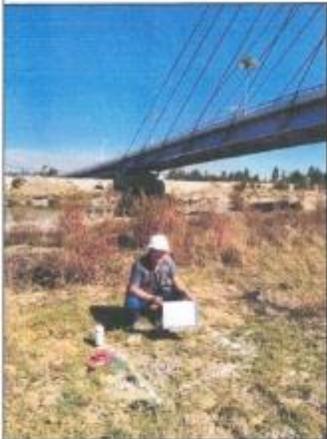
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Calicata N°03 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°04 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



**ANEXO 5. CERTIFICADO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE SENAMHI**



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Zonal 11

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD"

ESTACIÓN: **CO JAUJA**

LATITUD: 11°47'11.97" Sur  
LONGITUD 75°29'12.76" Oeste  
ALTITUD: 3366 msnm

DPTO.: Junin  
PROV: Jauja  
DIST.: Xauxa

Parametro: **Precipitación Maxima 24 horas (mm)**

Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2010	11.8	18.6	7.4	29.2	5.0	1.8	0.5	0.6	20.2	14.0	13.4	18.9
2011	14.2	21.9	31.9	14.3	9.0	0.0	1.1	1.5	5.5	10.5	17.6	31.4
2012	13.7	16.3	8.5	13.5	18.4	1.3	0.4	4.4	13.8	17.6	41.2	17.2
2013	20.4	20.1	19.6	7.4	5.6	2.6	2.0	17.5	1.8	27.4	20.9	11.4
2014	13.3	27.0	29.1	8.3	12.7	2.4	7.2	0.6	9.7	7.4	16.1	17.5
2015	22.2	23.1	15.7	13.8	9.7	6.2	6.8	2.2	24.3	22.4	45.6	46.4
2016	14.5	19.6	16.0	10.4	6.2	1.5	5.4	1.7	16.2	8.3	12.6	38.3
2017	15.3	19.5	28.4	8.0	8.8	0.5	0.5	8.2	13.4	24.2	24.4	13.5
2018	22.9	30.6	15.2	9.6	33.6	1.4	2.7	3.6	10.3	26.7	8.0	22.3
2019	35.0	16.9	17.8	16.8	5.5	1.1	0.4	0.3	5.2	12.1	18.7	57.6

INFORMACION PREPARADA PARA

TESISTAS:

BACH. VARGAS RAMOS, JUAN CARLOS

BACH. CHANCA TEJEDA, MARYORIT

FECHA: 19 DE FEBRERO DEL 2020



*ING. ADAM RAMOS CADILLO*

ING. ADAM RAMOS CADILLO  
CIP N° 46100  
DIRECTORA ZONAL 11  
SENAMHI - JUNIN



Dirección Zonal SENAMHI-JUNÍN  
JR. TRES DE MARZO S/N, CONCEPCION  
Tel: 990866893  
Email: esanchez@senamhi.gob.pe  
www.senamhi.gob.pe

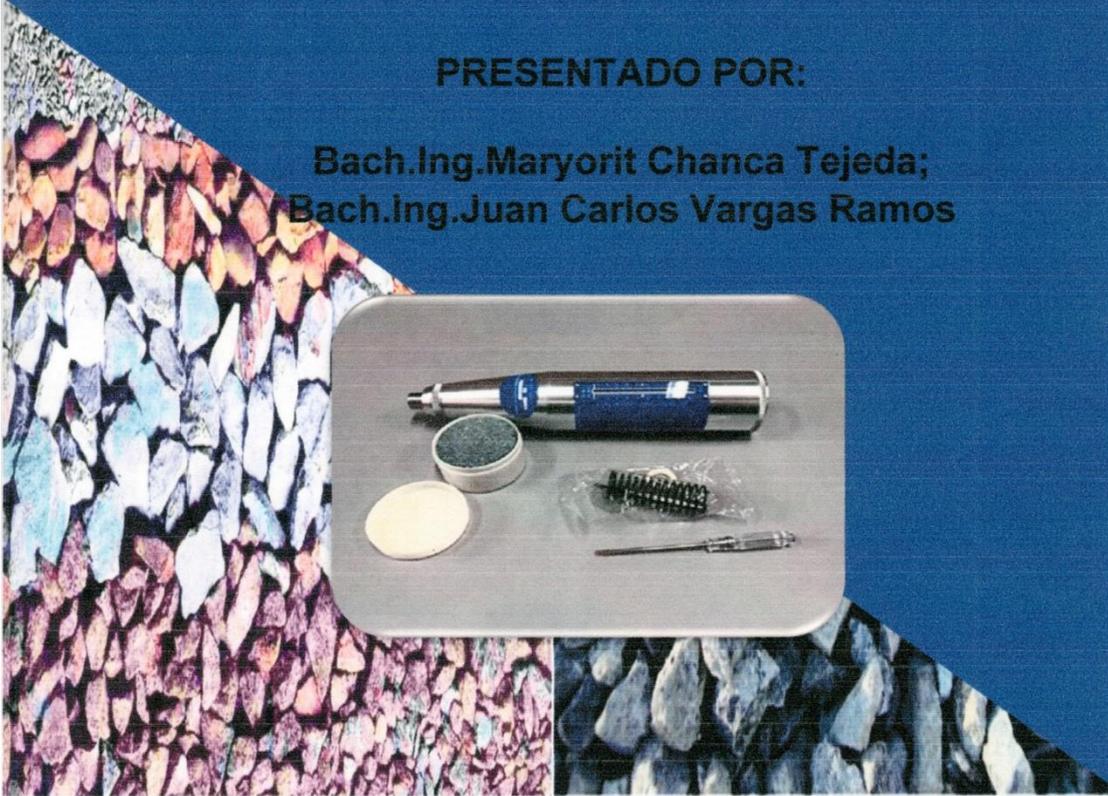
**ANEXO 6. CERTIFICADO DE ESCLEROMETRÍA**

2021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PRESENTADO POR:

Bach.Ing.Maryorit Chanca Tejeda;  
Bach.Ing.Juan Carlos Vargas Ramos



**“EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL  
PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU  
REHABILITACION, REGION JUNIN 2020”**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E  
HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO  
E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. BRAL N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV03@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO Av. FERROBARRIL CRUCE CON AV. LEONORO Prado) FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C.  
 CELULAR : 992525151 - 972831911 WHATSAPP : 991375093



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**Proyecto** : (TESIS) EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020  
**Peticionario** : Bach. Ing. Maryvivi Chanca Tajeda Norma : MTC E-725/NTP 339.181  
 : Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos  
**Estructura** : Puente Adriantado Ensayado por : A.Y.G.  
**Ubicación** : Huancayo Fecha de recepción : Octubre 2020  
**Código Formato** : ESC-EX-01/ REV.02 Fecha de emisión : Octubre 2020

**NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)  
MTC E-725/NTP 339.181(2013)**

**1. DATOS DEL ELEMENTO**

Elemento : Estílo y Pínon  
 Ubicación : Lado Derecho  
 Dimensiones : -

**2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO**

Equipo : Concrete Test Hammer  
 Modelo : FORNEY Type N  
 Serie : LA-0352

**3. NUMERO DE REBOTES DEL CONCRETO**

N° LECTURA	Punto N° 1			Punto N° 2			Punto N° 3		
	ESTRIBO DERECHO $\alpha = 90^\circ$			PILON DERECHO AGUAS ABAJO $\alpha = 90^\circ$			PILON DERECHO AGUAS ARRIBA $\alpha = 90^\circ$		
	LECTURA			LECTURA			LECTURA		
	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA
1.00	48.00	48.00	--	53.00	53.00	--	48.00	48.00	--
2.00	55.00	55.00	--	57.00	--	57.00	51.00	--	51.00
3.00	47.00	--	47.00	58.00	--	58.00	48.00	--	48.00
4.00	51.00	--	51.00	61.00	61.00	--	50.00	--	50.00
5.00	50.00	--	50.00	61.00	61.00	--	45.00	45.00	--
6.00	45.00	--	45.00	45.00	45.00	--	55.00	55.00	--
7.00	58.00	58.00	--	53.00	53.00	--	50.00	--	50.00
8.00	45.00	45.00	--	57.00	--	57.00	45.00	45.00	--
9.00	50.00	--	50.00	50.00	--	50.00	55.00	55.00	--
10.00	53.00	53.00	--	61.00	61.00	--	48.00	--	48.00
11.00	45.00	45.00	--	62.00	62.00	--	52.00	--	52.00
12.00	53.00	53.00	--	50.00	--	50.00	58.00	58.00	--
13.00	50.00	--	50.00	50.00	50.00	--	47.00	47.00	--
14.00	46.00	46.00	--	50.00	--	50.00	59.00	59.00	--
15.00	47.00	--	47.00	58.00	--	58.00	48.00	--	48.00
16.00	50.00	--	50.00	59.00	--	59.00	55.00	--	55.00
LECTURAS	16.00			16.00			16.00		
SUMA	792.00			919.00			814.00		
VALORES LIMITES ESTADISTICOS	45.00			49.00			45.00		
PROMEDIO	49.50			57.44			50.88		
PROM. CORREG.	48.98			56.63			50.25		
DESV. ESTANDAR	1.89			1.41			2.43		
VALOR PROMEDIO DE ESCLEROMETRIA DE LOS PUNTOS TOMADOS	48.98			56.63			50.25		
RESISTENCIA ESTIMADA $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	560.00			MAYOR A 600			520.00		

OBSERVACIONES  
 \* Los datos proporcionados por el personal con las referencias en la parte superior de este informe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO  
E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211-CHILCA E-MAIL : LABORTESTV@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONOR PRADO) GEO TEST V@GMAIL.COM  
 DELULAR : 95255151 - 970031911 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.S. RUC : 201606529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020  
 Peticionario : Bach. Ing. Maryori Chanca Tejeda Norma : MTC E-725/NTP 339.181  
 : Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos Ensayado por : A.Y.G.  
 Estructura : Puente Atravesado Fecha de recepción : Octubre 2020  
 Ubicación : Hancayo Fecha de emisión : Octubre 2020  
 Código Formato : ESC-EX-01/ REV.02

**NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)  
MTC E-725/NTP 339.181(2013)**

**1. DATOS DEL ELEMENTO**

Elemento : Estribo y Pilones  
 Ubicación : Lado izquierdo  
 Dimensiones : -

**2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO**

Equipo : Concrete Test Hammer  
 Modelo : FORNEY Type N  
 Serie : LA-0362

**3. NUMERO DE REBOTES DEL CONCRETO**

N° LECTURA	Punto N° 4			Punto N° 5			Punto N° 6		
	ESTRIBO IZQUIERDO $\alpha = 90^\circ$			PILON IZQUIERDO AGUAS ABAJO $\alpha = 90^\circ$			PILON IZQUIERDO AGUAS ARRIBA $\alpha = 90^\circ$		
	LECTURA			LECTURA			LECTURA		
	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA
1.00	46.00	45.00	-	56.00	58.00	-	54.00	54.00	-
2.00	55.00	55.00	-	61.00	61.00	-	54.00	54.00	-
3.00	47.00	-	47.00	56.00	56.00	-	51.00	-	51.00
4.00	51.00	51.00	-	60.00	-	60.00	52.00	-	52.00
5.00	50.00	-	50.00	60.00	-	60.00	60.00	60.00	-
6.00	40.00	-	40.00	56.00	56.00	-	48.00	48.00	-
7.00	58.00	58.00	-	58.00	56.00	-	52.00	-	52.00
8.00	45.00	45.00	-	54.00	64.00	-	48.00	48.00	-
9.00	50.00	-	50.00	58.00	-	58.00	46.00	46.00	-
10.00	43.00	43.00	-	62.00	62.00	-	46.00	46.00	-
11.00	45.00	45.00	-	57.00	-	57.00	53.00	-	53.00
12.00	53.00	53.00	-	60.00	-	60.00	60.00	60.00	-
13.00	50.00	-	50.00	58.00	-	58.00	51.00	-	51.00
14.00	48.00	-	48.00	58.00	-	58.00	50.00	-	50.00
15.00	47.00	-	47.00	62.00	62.00	-	53.00	-	53.00
16.00	50.00	-	50.00	61.00	-	61.00	54.00	-	54.00
LECTURAS	16.00			16.00			16.00		
SUMA	792.00			945.00			834.00		
VALORES LIMITES	MÁXIMO 58.00			MÁXIMO 64.00			MÁXIMO 60.00		
ESTADISTICOS	MÍNIMO 43.00			MÍNIMO 56.00			MÍNIMO 46.00		
PROMEDIO	48.86			59.06			52.13		
PROM. CORREG.	48.25			58.00			52.00		
DESV. ESTANDAR	1.91			1.15			1.31		
VALOR PROMEDIO DE ESCLEROMETRIA DE LOS PUNTOS TOMADOS	48.25			58.00			52.00		
RESISTENCIA ESTIMADA $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	485.00			MAYOR A 600			590.00		

**OBSERVACIONES**

\* Los datos presentados son el resultado de las lecturas en la parte superior de cada estribo.  
 \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO  
E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : UR. GRAM N° 311 - CHILCA  
 (REF. A UNA QUADRA FRENTE AL PARQUE FUZZ)  
 AV. FERROARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO  
 PRADO  
 CELULAR : 952925151 / 972931911  
 991275093

E-MAIL : LABRTESTV@GMAIL.COM  
 GEOTESTV@GMAIL.COM

VADENITE  
 RUC : 20606529209

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

**Proyecto** : TESIS: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020

**Peticionario** : Bach. Ing. Maryori Chanca Tajeda  
 Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos

**Estructura** : Puente Alentado

**Ubicación** : Huanuco

**Código Formato** : ESC-EI-01/REV.02

**Norma** : MTC E-725/NTP 339.181

**Ensayado por** : J.A.B.

**Fecha de recepción** : Octubre 2020

**Fecha de emisión** : Octubre 2020

**NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)  
MTC E-725/NTP 339.181(2013)**

**1. DATOS DEL ELEMENTO**

Elemento : Losa  
 Ubicación : -  
 Dimensiones : -

**2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO**

Equipo : Concrete Test Hammer  
 Modelo : FORNEY Type N  
 Serie : LA-0352

**3. NUMERO DE REBOTES DEL CONCRETO**

N° LECTURA	Punto N° 1			Punto N° -			Punto N° -		
	LOSA $\alpha = 45^\circ$			LECTURA			LECTURA		
	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA
1.00	48.00	48.00	-	-	-	-	-	-	-
2.00	46.00	46.00	-	-	-	-	-	-	-
3.00	57.00	-	57.00	-	-	-	-	-	-
4.00	60.00	60.00	-	-	-	-	-	-	-
5.00	52.00	52.00	-	-	-	-	-	-	-
6.00	52.00	-	52.00	-	-	-	-	-	-
7.00	66.00	-	66.00	-	-	-	-	-	-
8.00	58.00	-	58.00	-	-	-	-	-	-
9.00	62.00	62.00	-	-	-	-	-	-	-
10.00	58.00	58.00	-	-	-	-	-	-	-
11.00	62.00	62.00	-	-	-	-	-	-	-
12.00	56.00	-	56.00	-	-	-	-	-	-
13.00	54.00	-	54.00	-	-	-	-	-	-
14.00	63.00	63.00	-	-	-	-	-	-	-
15.00	58.00	-	58.00	-	-	-	-	-	-
16.00	58.00	-	58.00	-	-	-	-	-	-
LECTURAS	16			-	-	-	-	-	-
SUMA	698.00			-	-	-	-	-	-
VALORES LIMITES	MAYIMO			-	-	-	-	-	-
ESTADISTICAS	MINIMO			-	-	-	-	-	-
PROMEDIO	$\bar{X} = S/N$			-	-	-	-	-	-
PROM. CORREG.	$\bar{X}' = S'/N$			-	-	-	-	-	-
DESV. ESTANDAR	s			-	-	-	-	-	-
VALOR PROMEDIO DE ESCLEROMETRIA DE LOS PUNTOS TOMADOS	56.88			-	-	-	-	-	-
RESISTENCIA ESTIMADA $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	MAYOR A 900			-	-	-	-	-	-

**OBSERVACIONES**

- \* Los datos proporcionados por el peticionario son los reflejados en la parte superior de este informe.
- \* El presente documento no debe ser reproducido sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad.
- \* Los resultados obtenidos sobre los muestreos proporcionados por el cliente al laboratorio de mezcla de asfalto, concreto, acrílico.
- \* Los ensayos fueron realizados respetando las Normas Técnicas Peruanas referenciadas anteriormente.

**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 D.P. N° 217312  
 "EL GEO LABORATORIO"  
 GEO TEST V. SAC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**ANEXO 7. CERTIFICADO DE MEDICION DE ESPESORES DE LA**  
**PINTURA**



FORMATO																										
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS											FECHA:	Página:														
OBRA : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMARCADO DEPUES DE SU REHABILITACIÓN, REGION JUNIN 2020											Octubre . 2020	1														
TESTEAS : OMINCA "SIEM MARI ORT" YARDAS RUMOS JUAN CARLOS																										
PINTURA : PRIMERA CAPA - JET ZINC 1800																										
CRITERIO DE ACEPTACION : NORMA SSPC PA2 - 2004																										
GRUPO DE INSPECCION : POSICION 6300-FIN-200-416-23																										
COMPONENTE : VIGA TRANSVERSAL DE MARGEN DERECHO																										
REFERENCIA : (SP-PT-152-03-REV.1																										
ESPESOR NOMINAL : 2.5 mm																										
DIMENSIONES : 1.02																										
ITEM	COORDO	SUPERFICIE	ESPESOR (mm)										CALIF.													
			SECCION 1	PROM. 1	SECCION 2	PROM. 2	SECCION 3	PROM. 3	SECCION 4	PROM. 4	SECCION 5	PROM. 5		P.P.												
1	VIGA-PT152		HOJALATA (CONCRETO)										AC													
			1	2.2	2.5	3.0	2.4	3.1	2.3	2.4	2.9	2.3		2.4	2.3	2.6	2.3	2.4	2.4							
			2	2.1	3	2.8	3	2.9	2.6	2.7	2.7	3.3		3.2	3.3	3.3	2.9	2.8	3	2.9	2.9	2.9				
			3	2.6	3.1	2.8	2.8	3.1	3.2	3.1	3.1	3.4		3.3	3.2	3.3	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.3	3.1			
			4	2.8	2.8	2.7	2.8	3.0	3.1	3.2	3.2	3.2		3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1			
			5	2.8	2.8	3	2.9	2.8	3	3.1	3	3.2		3.3	3.2	3.2	2.8	2.7	2.9	2.8	2.8	2.9	2.7	2.8		
			6	2.5	2.6	2.4	2.5	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4		2.7	2.8	2.6	2.2	2.4	2.1	2.2	2.3	2.4	2.2	2.3	2.4	
			7	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.9	2.6	2.6	3		3	2.8	3	2.6	2.8	2.4	3.0	2.4	2.6	2.1	2.4	2.6	
			8	2.3	2.2	2.2	2.2	3.1	2	3.1	3.1	3.1		3.7	3.4	3.5	3.6	2	3.3	3.1	3.1	2.1	3	2.8	3.2	2.2
			9	2.8	3.1	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3.1		3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
			10	3	2.8	2.8	2.8	3.3	3.3	3	3.2	3.3		3.3	3.4	3.3	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3	3.2	3.1	3.1	3.1
			11	2.0	2.7	2.8	2.8	3.1	3	3.2	3.1	3.4		3.4	3.2	3.3	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.1
12	2.4	2.5	2.5	2.5	3.2	2	2	2.1	2.7	2.6	2.6	2.8	2.4	3.3	2.6	2.4	2.2	2.1	2.4	2.2	2.1	2.4	2.4			



GEO TEST V S.A.C.
   
 REG. COMERCIAL: 28102
   
 RUC: 20100101000000000000000000000000
   
 DIRECCION: AV. BOLIVAR 1001
   
 LIMA - PERU
   
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

**GEO TEST V S.A.C.**



FORMATO																								
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS										FECHA:	PÁGINA:													
OBRA: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PAVIMENTO COMARCADO (DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGION JUNIN 2003) TERRENTAS: CHANGA TELERA MARI ORE / VASCO S RAMOS JAIM GARCILAS PINTURA: SOLERA CAPA - JET MASTIKING CRITERIO DE ACEPTACIÓN: NORMA SSPC PA2 - 2004 EQUIPO DE INSPECCIÓN: POSICIONADOR 6000-F16-0090-119-23 COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL DE MANEJO DE CUERPO										Octubre - 2008	2													
REFERENCIA: ET-PT-182-23-REV 1 6-8 986 7-9 986 1.38 X 0.103M																								
ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	SECCION 1	PROM. 1	SECCION 2	PROM. 2	SECCION 3	PROM. 3	SECCION 4	PROM. 4	SECCION 5	PROM. 5	P.P.	P.T.	CALIF.									
1	VTMP112	1	8	1.78	8.1	8	6.2	8.8	8.3	8.5	7.8	6.8	12	8.0	7	7.4	1.8	7.0	7.6	7.8				
		2	7.6	7.6	7.7	7.7	8.8	8.0	7.9	8.4	9.5	9	8.8	8.9	7.6	7.0	7.0	6	6.7	7.0	8.3			
		3	7.1	6.8	6.5	6.5	9.2	8.6	8.4	8.4	9.2	8.7	8.9	8.9	7.5	7.3	7.4	7.4	8.2	8.2	7.6	8	8.3	
		4	7.8	8.2	7.7	7.9	8.7	8.6	9	8.8	8	8.8	8.0	8.5	7.8	7.9	7.7	7.8	6.7	8.7	7.8	8.4	8.3	
		5	7.9	7.1	7.6	7.5	8.6	9.4	9.5	9.5	9.8	9.6	8.7	9.4	6.2	8	7.8	8	7.8	8.1	8.6	8.2	8.5	
		6	7.6	8.3	8	8.3	8.2	8.5	8.0	8.5	7.9	8	9.1	8.7	7.7	8.1	7.6	7.6	8.3	8	8	8.4	8.3	8.5
		7	7.5	7.3	6.8	7.2	7	6.4	8.8	8.7	7.1	3.2	6.8	7.1	7.3	7.6	7	7.9	6.3	8	8.9	8	7.2	8.1
		8	7.1	7.3	6.9	7.1	6.7	9.2	10.1	9.3	9.5	9.3	8.1	9.3	7.7	7.4	7.9	7.7	8.2	8.3	8.8	8.1	8.3	8.3
		9	8.1	8.6	8.7	8.5	8	7.8	7.8	7.9	8.1	8.3	8.2	8.2	8	10	7.0	7.0	8.1	8.5	8.5	8.7	7.9	7.9
		10	8.7	8.9	8.2	8.9	8.9	6.7	6.8	6.6	7.2	6.5	6.4	6.6	7.1	7.6	7.7	7.5	7.1	8.9	8	8.7	7.7	7.7
		106	7.5	7.8	7.6	7.6	6.8	6.2	6.3	6.4	6.4	6	6.3	6.4	7.8	7.0	7.5	7.7	7.6	7.8	8.9	8.1	7.2	7.2
		11	8.5	8.2	8.5	8.5	7.7	7.6	7.8	7.7	8.8	7.4	8	8.2	7.0	7.3	7.4	7.5	8.1	8.7	8.8	8.5	8.1	8.1
12	8	8.7	8.3	8.7	7.6	7.5	7.9	7.8	7.5	7.1	7	7.2	8	7.6	7.7	7.8	8.6	9.1	8	8.8	8.1	8.1		

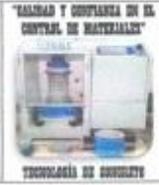



**GEO TEST V S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA  
 INGENIERO CIVIL EN INGENIERÍA DE MATERIALES  
 INGENIERO CIVIL EN INGENIERÍA DE SISTEMAS  
 JEFE DEL LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

**GEO TEST V S.A.C.**



FORMATO		FECHA:	PAGINA:																				
		06/06/2020	3																				
<b>FORMATO</b>																							
<b>MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS</b>																							
OBRA	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMPLEJO (ESPAÑAS DE SU REEVALUACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020)																						
TESTEAS	CHUACA, TEBERA MARICOTE VARIAS RAMAS JUAN CRISTÓBAL																						
PINTURA	PRIMERA CAPA - JET ZINC 1403																						
CRITERIO DE ADOPTACIÓN	NORMA SSPC PA2 - 2004																						
EQUIPO DE INSPECCIÓN	PROYECTOR 8000-INS-0983-116-03																						
COMPONENTE	VIGA TRANSVERSAL EN MARGEN DERECHO																						
REFERENCIA	ET-01-102-03-REV 1																						
ESPESOR NOMINAL	2.3 mm																						
ESPESOR REAL	2.5 mm																						
DIMENSIONES	1.36 X 0.09																						
ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12	P.P.	F.V.	CAUF.						
1			2.1	2.6	3.7	2.8	1.6	1.1	2.2	3	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.3	2.6	2.1	2.3	2.3			
2			2.6	2.8	3.5	2.6	3.1	3.1	3.2	3.1	2.9	3.1	2.8	2.9	3.7	2.8	2.8	2.8	3	2.8	2.8		
4			3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	2.9	3.1	3.1	2.1	2.8	3	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1		
4b			3.1	3	3.3	3.3	3.1	3.1	3.1	2.8	3.1	2.8	2.9	3.2	3	3.3	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.1	
5			2.8	2.8	3	2.8	2.8	3	3.2	3	2.9	2.7	2.6	2.7	2.9	3.1	3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	
6			2.3	2.2	2.4	2.3	2.3	2.6	2.7	2.5	2.1	2	2.4	2.2	2.3	2.4	2.3	2.2	2.4	2.1	2.2	2.3	
7			2.5	2.6	2.4	2.5	2.5	2.9	3	2.8	3.1	2.4	2.8	2.4	2.8	2.8	2.7	2.7	2.5	2.8	2.4	2.8	2.8
8			3	3.2	3.1	2.1	2.1	2.7	2.5	3.4	3.2	3.4	2.3	2.3	3.2	3.3	2.3	2	3.3	2.1	2.1	2.3	
8			2.7	2.8	2.8	3.8	3.1	3.1	3	2.7	2.4	2.8	2.8	3.1	3.9	2.8	3	2.8	2.9	3	3.6	2.9	
10			3.4	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3	2.7	2.6	2.8	3.2	3.3	3.1	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.1	
10b			3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3	3.1	2.8	2.8	2.7	2.8	3	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3	
11			2.7	2.8	2.8	2.8	3	3.1	3	2.7	2.8	2.9	2.8	3.1	3	3	2.8	2.9	2.9	2.8	3	3	
12			2.2	2	3.9	2	2	3.8	2.8	2.5	1.9	2.1	2.3	2.1	2.4	2.4	2.2	2.3	2.4	2.2	2.4	2.4	2.3




**GEO TEST V S.A.C.**  
 INGENIERIA DE CONTROL DE MATERIALES  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 23010  
 JEFE DE LABORATORIO



FORMATO																										
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS																										
OBRA: EVALUACIÓN DE LA COCERCIÓN REAL DEL PAVIMENTO CONVENCIONAL (DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2018) UBICACIÓN: TAZOJA MARICORT, VARIANTE SAN JOSÉ DE LOS RIOS PINTURA: SOLUCIÓN CALPA - JET MASTIC 808 CRITERIO DE ACEPTACIÓN: NORMA SSPC PA2 - 2004 EQUIPO DE INSPECCIÓN: PORTÁTILO 8550-FIN-DMA-118-03 COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL DE HERRAJE CUADRO																										
REFERENCIA: ET-PT-182-03-REV.1 ESPESOR NOMINAL: 2.3 mm ESPESOR REAL: 2.6 mm UNIDADES: µg																										
ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	SECCION 1	SECCION 2	PROM 2	SECCION 3	PROM 3	SECCION 4	PROM 4	SECCION 5	PROM 5	P.T.	CAUF.													
			NO BALANZA (CONCRETO)																							
1			7.8	8	7.7	7.8	7.6	8	8.8	7.6	8.2	6	10.3	8.2	5.9	7	6.9	7.2	7	8.0	7.9	8.1	6.8	7.6	7.6	
2			7.5	8.2	8	7.9	8.1	7.8	8.3	8.1	7.7	7.8	7.9	7.7	8.0	7.2	7.8	7.8	8	7.9	7.8	7	7.8	8.1	6.8	7.6
3			7.9	7.1	7.8	7.6	7.5	8.4	8.1	8.1	7.2	7	7.5	7.2	7.8	8	7.9	7.8	8	7.9	7.8	7	7.8	8.1	7.5	7.7
4			8.1	8	7.7	7.8	8	8.6	7.9	8.2	7.9	8.5	8.2	8.2	7.6	8.9	7.2	7.2	7.9	8.4	8.1	8.1	8.1	8.1	7.8	
5			7.8	8	7.8	7.9	8.3	7.9	8.1	8.1	8	8.2	8.1	8.3	8	7.9	7.8	7.6	8.1	8.3	7.6	8.1	8.1	8.1	7.8	
6			8.2	8.6	8.2	8.4	7.7	7.8	8	7.5	8.2	7.7	7.9	8.3	8	7.1	8.0	8.3	8.5	8.2	8.4	8.4	7.4	7.8	7.8	
7			8.7	7	8.9	8.9	7.3	8	8.1	7.8	8.4	8.1	8.6	8.4	8.9	8.6	7	8.8	8.4	8.5	8.1	8.7	7.3	7.8	7.8	
8			8	8.2	8.7	7	7.2	7.1	7	7.1	8.3	8.7	8.4	8.5	6	8.1	8.1	8.1	8.1	8.2	8.4	8.5	7	7.2	7.8	
9			7.4	7.8	7.7	7.6	7.9	7.4	7.5	7.5	8	8.1	8.2	8.2	8.5	7.4	3	8.8	8.3	8.2	8.8	7	7	7.8	7.8	
10			7.5	8	7.8	7.9	7.8	8.3	7.2	7.2	7	8	8.2	7.7	8.1	7.9	7.9	8	8.1	8	8.1	8	8.1	8.1	7.6	
10a			7.6	7.7	8.9	7.5	8.9	7.3	7.6	7.3	7.4	7	7.2	7.2	7.8	7.9	7.9	7.8	7.9	8.2	8.2	8.1	8.1	7.6	7.6	
11			8	8.2	7.2	7.8	7.7	8.3	7	7.7	8.9	7.8	8.1	7.8	7.9	7.6	7.7	7.7	8.4	8.3	8.1	8.3	7.8	7.8	7.8	
12			8.2	8	8.1	8.1	8	7.6	7.5	7.8	7.5	8	7.8	8.0	8.9	8.8	6.8	8.2	8.2	8.4	8.3	7.8	7.8	7.8	7.8	



GEO TEST V S.A.C.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA  
 Ing. [Signature]  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA







**FORMATO**

**MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

DIR: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMARCADO (DESPUES DE SU REHABILITACION - REDON JUNIO 2025)

TECNISTAS: CHAVICA, TULEIDA WAWO GIBET; VARGAS RAMOS JUAN CAULLOS

FECHA: Octubre - 2025

PAGINA: 7

REFERENCIA: ET-PT-152-03-REV.1

2.3 mm

2.0 mm

1.30 x 0.03m

REF: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMARCADO (DESPUES DE SU REHABILITACION - REDON JUNIO 2025)

TECNISTAS: CHAVICA, TULEIDA WAWO GIBET; VARGAS RAMOS JUAN CAULLOS

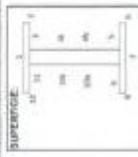
REGLA DE CALIBRACION: JET 230C1100

NORMA SSPC PA2 - 2004

POSTERIOR 6005-PMS 0058-416-03

VIGA TRILIBULSALES-MAJEN-02/BERDO

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VT/PT/12	NO ALIAGA (CONCRETO)	1	2.5	2.6	2.3	2.5	2.7	2.5	3	2.4	2.7	2.4	2.4	2.5	2.3	2.5	2.6	2.5	2.2	2.3	2.4	2.3	2.5	
			2	2.1	2.2	2.0	2	2.1	2.2	2.3	2.2	2.0	2.0	2.2	2.5	2.1	2.2	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2
			3	3.3	3	3.2	3.3	3.3	3.4	3.3	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
			4	3.2	3.3	3.1	3.2	3.4	3.4	3.3	3.4	3	3	3	3	3	3.2	3	3.1	3.1	3.2	3	3.2	3.2	3.2
			5	3.1	3	3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
			6	2.7	2.8	2.2	2.6	2.6	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.8	2.7	2.5	2.5	2.6	2.4	2.5	2.5	2.6
			7	2.8	3	2.9	2.8	3	3.1	3.2	2.9	2.8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
			8	2.8	2.7	3	3.4	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
			9	3.2	3.3	2.8	3.1	3.4	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2
			10	3.2	3.1	3	3.1	3.4	3.2	3.2	3.3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
			11	3	2.8	2.9	2.9	3.4	3.2	3.2	3.3	3	2.9	2.9	2.9	3.1	3	3.2	3.1	2.8	2.9	2.7	2.8	2.9	3
			12	2.7	2.4	2	2.4	2.6	2.7	2.6	2.6	2.7	2.3	2.3	2.4	2.6	2.4	2.6	2.4	2.6	2.5	2.5	2.3	2.1	2.3



GEO TEST V S.A.C.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

*[Signature]*

ING. TAYDIEY VILLA SUCRAY  
C.R.P. 20124  
CALLE 10/100/100m





FORMATO																											
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS											FECHA:	PAGINA:															
OBRA: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMPLEJO (DEPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2023). UBICACIÓN: CHANCA TEJEDA MARI ORPE VARIANTE: VARIANTE JUAN CARLOS PINTURA: PRIMERA CAPA - JET ZINC 1485 CRITERIO DE ACEPTACIÓN: NORMA SSPC PA2 - 2004 EQUIPO DE INSPECCIÓN: PORTÁCTOM 6500-FMS-0284-416-03 COMPONENTE: VIGA 10A105/10B104/10C103/MARCO EN VOLANTE											October - 2020	8															
REFERENCIA: ET-PT-102-03-08V-1 2.3 PMS 2.7 PMS 1.30 X 0.02m																											
ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en $\mu$ m)										CALC.														
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10															
1	VT10A1102		1	2.6	2.7	2.5	2.6	2.8	2.7	2.9	2.7	3.0	3.1	2.6	2.8	2.4	2.4	2.5	2.4	2.3	2.1	2.6	2.5	2.8			
			2	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.3	3.1	3	2.8	2.9	2.9	2.8	3	2.8	2.8	2.8	3	
			3	3.4	3.2	3.2	3.3	3.2	3.1	3.2	3.3	3.2	3.3	3.3	3.2	3.3	3.1	3.3	3	3.1	3.1	2.9	2.8	3	3.2	3	
			4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.1	3	3	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3	3.1	2.8	3	3.1	2.8	3	3.1	3.1	
			5	3	3.3	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2.9	2.8	3	2.8	2.8	3	3.1	3.2	3	3	
			6	2.8	2.8	2.8	2.9	2.8	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
			7	3	2.7	2.8	2.8	2.9	2.8	2.8	2.9	2.9	3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
			8	2.8	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.3	2.4	2.5	2.5	2.3	2.6	3	2.8	3
			9	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
			10	3.4	3.3	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2
			11	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2
12	3.5	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8			



INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA  
 SULLCARAY



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

**GEO TEST V S.A.C.**



FORMATO											
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS										FECHA:	PÁGINA:
OBRA: CHINGA "BARRA MARICORE" VARIAS BARRAS JUAN GARCÉS										Octubre - 2018	10
PINTURA: SELLADERA CALVA - JET MASTIC 800											
CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004											
EQUIPO DE INSPECCION: FOGOSTICION 800 / IN6-0028-416-23											
COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL DE HAZEN SUCLEPICO											
REFERENCIA: ET-PT-182-03-REV 1											
ESPESOR NOMINAL: 6-8 mm											
ESPESOR REAL: 7.8 mm											
DIMENSIONES: 1 x 12											

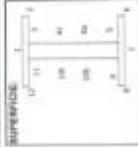
ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	SENSOR (en mm)												CALIF.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VITRUMS	1	7.8	7.4	7.1	7.0	7.0	6.9	6.7	7.2	7.4	7.1	7.8	7.7	7.8	8.4	7.9	7.9	7.3	8.9	7.6	7.2	7.6		
		2	8.3	8.5	9	8.6	7.9	8	7.8	7.9	7.8	7.4	7.7	7.8	8.7	8.4	7.9	7.7	8.2	8.6	7.8	8.2	8	8	8
		3	7.4	7	7.3	7.2	6.9	7	7.2	7	6.8	6.9	7.7	7.8	8.2	8	7.6	7.8	7.6	7.5	7.9	6.7	7.1	7.4	7.4
		4	7.4	8.1	7.8	7.7	8.6	7.9	8.1	7.6	7.8	7.6	7.7	8.7	8.1	7.8	8.2	7.2	8.5	8.9	8.0	8.0	7.7	7.7	7.7
		5	8.1	7.7	7.9	7.9	8.8	7.8	7	8.2	8.8	8.8	8.2	8.1	8.6	8.2	7.5	8.6	7.8	8	8	8	8	8	8
		6	7.2	7.4	6.9	7.2	6.5	6.9	6	6.2	6.1	6.4	6.2	7	8.1	9	8.4	8.8	8.8	8.0	8.3	7.6	7.2	7.2	7.2
		7	8.9	7	7.1	7	8.3	8.4	8.7	8.6	8.2	8.1	8.5	8.3	8	8.8	8.9	8.9	9	7	8.3	7.2	7	7.8	7.8
		8	7.9	7.0	7.3	7.6	7.7	8	7.5	7.7	8	7.2	7.5	7.7	7.5	8.9	8.9	9	7	8.3	7.2	7	7.8	7.8	7.8
		9	7.8	8	7.8	7.8	8.8	8.8	8.7	8.7	7.1	7.8	7.5	7.5	8.5	7.9	8.8	8.4	7.1	7.7	7.4	7.4	7	7	7
		10	7.5	8.1	7.9	7.8	8.7	8.8	7.9	7.6	7.9	7.7	7.6	7.8	8.8	8.9	9	8.1	7.4	7.8	7.2	7.8	8.1	8.1	8.1
		10B	8.1	7.6	7.8	7.8	8.8	7.2	7.1	7	7.1	7.8	7.3	7.4	7.8	8.1	8.9	8.0	7.5	8	7.9	7.8	7.7	7.7	7.7
		11	8.2	7.7	7.9	7.9	8.7	10	9.9	9.6	8.6	8.1	8.5	8.7	8.7	9	8.8	7.5	7.2	7.4	8	7.3	8.8	8.8	8.8
12	7.6	7.4	7.1	7.4	7.9	6.5	8.2	8.2	6	9.2	8.4	7.9	9.1	8.2	9	8.1	8	8.2	7.9	8	7.8	7.8	7.8		



GEO TEST V S.A.C.
   
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA
   
 ING. FRANCISCO VELAZQUEZ SUCLEPICO
   
 C.O.R. N° 28512
   
 I.D.E. DE LABORATORIO



FORMATO													FECHA:	PAGINA:															
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS													Octubre - 2020	11															
OSIA	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMARTEO (DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, RECORDADA EN 2020)																												
TESTEAS	CHUACA - TEJEDA INVIÓRDE VARIAS RIBES JUAN CARLOS																												
PINTURA	BEJADA CARA - JETMASTER600																												
CRITERIO DE ACEPTACIÓN	NORMA SSPC PAZ - 2004																												
EQUIPO DE INSPECCIÓN	POSTESTION 8000-FMG-0084-115-C3																												
COMPONENTE	VIGA TRANSVERSAL DEL MARGEN 2 QUERPO																												
		ESPESOR (mm)																											
		VIGAS (CONCRETO)																											
ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	PROM. 4	SECCIONS	PROM. 5	P.P.	P.Y.	CALIF.											
1	VTH01R111		3.7	3.8	3.6	3.7	3.9	3.8	3.9	3.1	3.1	3.2	3.3	3.1	3.2	3.7	3.8	3.5	3.2	3.7	3.8	3.5	3.2	3.1	3.1	3.2			
			3.5	3.2	3.3	3.3	3.1	3	3.3	3.1	3.2	3.3	3.3	3.1	3.2	3.2	3.1	3.3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2			
			3.4	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.3	3.1	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.1	3.2	3.3	3	3.2	3.1	3.2	3.3	3	3.1	3.1	3.2		
			3.2	3.3	3.3	3.3	3.1	3	3.1	3.3	3.1	3.1	3.2	3.4	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2		
			3.2	3.1	3.3	3.2	3	3.1	3.2	3.1	3	3.3	2.7	2.9	3.1	2.9	2.8	3	2.8	2.8	3	2.8	2.8	3	2.8	2.8	3		
			2.7	2.6	2.8	2.7	2.5	2.6	2.7	2.6	2.8	2.5	2.6	2.5	2.4	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.6		
			2.9	2.7	2.9	2.8	2.9	2.7	2.6	2.7	2.8	2.8	2.4	2.6	2.9	2.6	3	2.8	2.7	2.8	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4		
			3.2	3.1	3	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1		
			3.4	3.3	3.2	3.3	3.4	3.3	3.2	3.3	3.1	3.1	3.2	3.3	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1		
			3.2	3.4	3.2	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	3.1	3	3.1	3.1		
			3.1	3.2	3.1	3	3	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3	3.1	3	3	3.1	3	3.1	3	3.1	3	3	3.1	3	3.1	3.1		
			2.7	2.6	2.4	2.6	2.7	2.3	2.4	2.5	2.4	2.1	2.7	2.5	2.7	2.4	2.6	2.5	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5		



GEO TEST V S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 JEFE DE LABORATORIO





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**



**FORMATO**

**MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

OBRA: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUNTE COMPLEJO (DESPLAZ. DE SU REPARACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2025)

FECHA: Octubre - 2025

PÁGINA: 13

ORIGEN: TERESA MARI ORE  
 VARELA RAMOS JUAN CARLOS

REFERENCIA: ET-95-102-03-REV.1  
 2.2 NIG.  
 2.7 NIG.  
 1.36 X 0.026

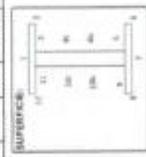
PROYECTO: VIGA TRANSVERSAL DE UNIÓN COLECCED

CRITERIO DE ACEPTACIÓN: NORMA SSPFC IN2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCIÓN: INSPECCIÓN REAL

COMPONENTE: DIMENSIONES

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12	P.R.	P.Y.	CALIF.					
I	VT/PT/IG	NO APLICAR (CONCRETO)	1	2.4	2.6	2.8	2.6	2.4	2.5	2.7	2.5	2.4	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6				
			2	2.3	2.4	2.6	2.4	2.6	2.4	2.5	2.7	2.5	2.4	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6			
			3	2.8	3	3.1	3	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1		
			4	3.5	3.2	3.3	3.3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3	3.2	3.1	
			5	3.3	3.4	3.2	3.3	3	3.2	3	3.1	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	
			6	3.4	3.1	3.2	3.2	3.1	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
			7	2.7	2.9	2.8	2.8	2.7	2.4	2.5	2.5	2.6	2.4	2.5	2.6	2.7	2.6	2.4	2.7	2.4	2.4	2.8
			8	2.6	2.4	2.5	2.5	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	2.8
			9	3.3	3.2	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1
			10	2.2	2.3	2.4	2.3	2.2	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	2.3
			11	3.3	3.1	3.2	3.3	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1
			12	2.6	2.5	2.6	2.6	2.2	2.2	2.6	2.4	2.4	2.5	2.3	2.4	2.6	2.6	2.7	2.6	2.7	2.4	2.6



**GEO TEST V S.A.C.**
  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

JEFE DE INSPECCIÓN



<b>FORMATO</b>	
CODIGO:	E37-DC-01-001
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2000
PAGINA:	18

**MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

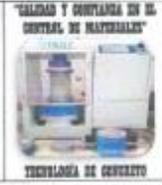
OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLETO (DESPUES DE SU REHABILITACION) (RESOL. J.ARN. 2003)  
 TENDIDAS: OBRERA TENDIDA MARIORI  
 VANDAS RAMCO JARA CARLOS  
 PINTURA: SERRAJO GARA - JET MAS 70 605  
 CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA ISOPALZ - 2004  
 EQUIPO DE INSPECCION: PORTAFON 6000-FHE-0069-416-03  
 COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL DE MARSEN 1021 BR00

REFERENCIA: E3-01-152-03-REV.1  
 0-8 mm  
 7.3 mm  
 1.30 x 9.00m

ITEM	CODIGO	ESPESOR (en mm)												CALC.									
		SUPERFICIE			SECCION 1			SECCION 2			SECCION 3				SECCION 4								
1	VIGAS	1	7.2	7.8	6.5	7.2	7.2	7	6.8	7	7.9	8.4	8.1	8.1	8.3	8.5	8.3	7.8	7.8	7.5	7.7	7.7	
		2	7.2	7.9	7.2	7.4	7.9	8.1	7.7	7.9	8.2	8.5	8.7	8.5	8.7	7.9	8.3	8.3	8.1	8.2	8	8.1	8
		3	8.2	8.5	8.2	8.5	7.1	7	6.9	7	8.2	8.1	8.6	8.2	8	8.9	8.9	9.1	7.1	7	6.9	7	8
		4b	8.5	7.8	8.4	8.2	8	7.3	7.7	7.7	7.9	8.3	8.5	8.2	8.1	8.9	8.3	8.1	8.2	8.6	7.9	8.2	8.3
		5	7.8	7.8	7.6	7.8	8.1	7.8	7.9	7.9	8.6	8.5	9.7	9.6	8	8.3	8.1	8.1	7.2	7.2	7.7	7.4	8.4
		6	8.2	8.4	8.4	7.3	8.9	7.5	7.4	7.5	8	8.1	8.5	8.1	8.2	8	8.9	8.7	8.1	8.2	8.5	8.3	8
		7	6.4	8.9	8.8	7.4	7	7.4	7.3	7.2	7.1	6.8	7.4	7.1	7.1	7.2	6.9	7.1	7.1	6.9	7.3	7.1	7.2
		8	6.8	7.0	8.3	7.7	7.5	7.6	7.8	7.7	8.9	8.6	9.3	9.3	8.9	9.2	8.5	8.6	8.9	7.9	7.2	7.2	8.2
		9	7.6	9.8	7.6	8.4	7.9	7.7	7.9	7.8	7.8	7.9	8.4	8.7	8.3	8.3	8.1	8.2	8.2	8	8.3	8.6	8.3
		10b	8.2	7.6	8.2	8	7.1	6.9	7	7	8.1	6.9	6.9	6.9	7.2	6.8	7.3	7.1	8.9	8	8.0	8.9	7.5
		11	8.5	8	8.4	8.8	7.8	7.7	7.4	7.8	8.6	8.7	8.5	8.4	8.2	7.9	8.3	8.1	8.2	8.7	8.6	8.8	8.3
		12	7	8.8	7	7.9	7.7	7.4	7.5	7.5	8.7	7.4	7.3	7.1	7.2	8.2	7.5	7.6	8.1	8.6	8	8.2	7.7



JERRY VILLALBA SUICARAY  
 INGENIERO EN CIVIL  
 JEFE DE LABORATORIO



<b>FORMATO</b>	
CODIGO	F-27-02-01-02H
VERSION	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	15

OBJETO: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMERCIO (DESPUES DE SU REABILITACION, REGION JUNIN 2020)

UBICACION: CARANCA, TEBEDA, MARICORTE, VARGAS RAMOS, JUNIN, CALLE 2

PROYECTO: RECONSTRUCCION DE LA CARANCA, TEBEDA, MARICORTE, VARGAS RAMOS, JUNIN, CALLE 2

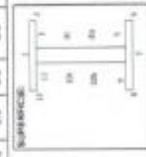
CLIENTE: DINA - JET ZPMC 180

PROYECTO: PROYECTO 0007-PNS-1005-4-15-25

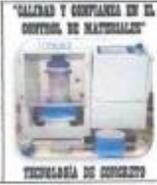
COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL DE ALMOCORRIER

REFERENCIA: E.T. 01-132-03-REV. 1  
2.3.06  
2.7.06  
1.26 X 5.00m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)										CALIF.													
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10														
1		SUPERFICIE	1	2.1	2.3	2.4	2.3	2.3	2.6	2.5	2.4	3.1	2.7	2	2.1	2.3	2.0	2.1	2.3	2.6	2.5	2.5	2.3	2.6	2.3	
			2	2.8	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8	2.9	2.7	2.5	2.8	2.7	2.9	2.8	2	2.9	3	3.1	3.2	3.3	3.1	3	2.8	
			3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	3.1	3	3.2	
			4	3.3	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	3.1	3	3.2	
			5	2.8	3	3.1	3	2.8	2.9	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	3	3	3.2
			6	3.1	2.2	3.3	3.3	3.3	3.4	3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.4	2.1	2.2	2.5	2.9	2.2	3.4	3.4	2.3	2.3	2.3
			7	2.7	2.5	2.6	2.6	2.4	2.7	2.1	2.4	2.6	2.7	2.5	2.6	2.5	2.8	2.4	2.6	2.9	2.7	2.5	2.8	2.8	2.8	2.8
			8	2.7	2	2.1	2.1	2.1	2	2.5	2.2	2.2	2.1	2	2.1	2	2.3	2.1	2.1	2.6	2.3	2.4	3.1	2.2	2.2	2.2
			9	3	2.8	2.9	2.9	2.6	2.9	2.7	2.8	2.9	2.7	2.8	2.8	2.9	3	2.9	3	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	2.9
			10	3.3	3.2	3	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.3	3.1	3.3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	3.1	3.1	3.1	3.1
			10b	3.1	3	3.2	3.1	3	3.2	3.1	3	3.1	3	3.2	3.2	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.3	3.3	3.1	3	3.1	3.1
			11	3	2.9	3.1	3	3	2.8	3	3	2.7	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	3.1	3	3.1
			12	2.2	2	2	2.1	2.1	2.1	2.4	2.2	2.3	2.1	2.4	2.3	2.4	2.3	2.4	2.3	2.6	2.3	2.6	2.3	2.6	2.3	2.6



**GEO TEST V S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA  
CALLE 2 DE ABRIL 1005, JUNIN  
DINA - JET ZPMC 180  
PROYECTO 0007-PNS-1005-4-15-25



<b>FORMATO</b>		CODIGO: F-27-02-01-02N VERSION: 1 FECHA: Octubre - 2020 PAGINA: 18
<b>MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS</b>		

OBJETO: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUEBLO COMPLEJO (DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION AURA 2020)

OBRA: CHENCA TEBECK WARYONS  
 VARDAS RAMOS ALAN CARLOS  
 PINTURA: SELLERA CPA - ETIMASTIC 800  
 CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SPEC INZ 7-204  
 EQUIPO DE INSPECCION: PORTAFON 6000-FHS-0084-19-03  
 COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL EN ANCHO DE CARRILLO

REFERENCIA: ET-PT-03-03-REV 1  
 ESPESOR NOMINAL: 2.8 mm  
 ESPESOR REAL: 1.77 mm  
 DIMENSIONES: 1.38 x 0.02m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALC.		
			NEURICA (CONCRETO)														
			SECCION 1	SECCION 1	SECCION 2	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 6	P.P.	P.Y.	
1			3.3	3.1	8.1	8.0	8.0	9	8.8	7.8	8.2	8	6.8	7	8.2	7.8	8
2			7.8	8	7.8	7.9	8.2	9.2	8.4	8.7	8	8.3	8.7	8	7.7	7.8	7.8
3			6.5	6.8	6	6.4	6.6	5.3	6.2	6	7.8	8	8.4	8.1	7.5	7.9	6.2
4			8.3	8.5	8	8.3	8	8.2	8.3	8.2	8.1	8.4	8	9.2	7.8	7.9	7.7
5			7.3	7.5	7.8	7.5	8.9	8.8	8.5	8.7	8.8	8	10.1	9.6	7.6	8.1	8
6			8.3	8.8	8.8	8.7	8.2	8.4	8.7	8.4	8.4	8.2	8.4	7.2	7.7	7	7.3
7			7.2	7.5	7.4	7.5	7.4	7.3	7.6	7.4	7.8	7.8	7.8	7.4	7.6	7.5	7.6
8			7.4	7.2	7.3	7.4	8.1	8.4	8.8	8.4	9.2	9.4	9.1	9.2	7	7.4	7.6
9			8.3	8.5	8.0	8.5	8	8.6	8.8	8.4	8	8.6	8.2	8.3	8.1	8	7.7
10			7.8	8.4	8.0	8.2	8.6	8.9	7	6.8	7.8	7.7	7.7	6.7	6.8	7.2	6.9
11			7.4	7.6	7.3	7.2	8.9	7.2	7.1	8.9	8.5	8.8	8.7	7.8	7.2	7.4	7.4
12			8.7	8.4	8	8.2	8	7.8	7.7	7.8	8.4	8	8.3	7.6	8.0	7.4	7.6
			8.2	7.8	8.4	8.2	8.1	7.8	7.9	8	8.9	8.8	8.8	7.9	7.8	8	7.8

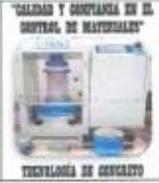


GEO TEST V S.A.C. LABORATORIO  
 CALIDAD Y CUMPLIMIENTO EN EL CONTROL DE MATERIALES  
 SECRETARÍA DE CONTROL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
<b>CODIGO:</b> F-37-02-01-004 <b>VERSION:</b> 1 <b>FECHA:</b> Octubre - 2020 <b>PAGINA:</b> 17	<b>CODIGO:</b> F-37-02-01-004 <b>VERSION:</b> 1 <b>FECHA:</b> Octubre - 2020 <b>PAGINA:</b> 17

**MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLEJO (DESPUES DE SU REPARACION), REGION JUNIN 2020

**OBRA:** OBRA DE REPARACION DEL PUENTE COMPLEJO (DESPUES DE SU REPARACION), REGION JUNIN 2020  
**PROYECTO:** VASO DE NAYO JARA CARLOS  
**PROYECTISTA:** INGENIERO CIVIL JET ZINCO 1680  
**PROYECTO:** NORMA ISO 9001:2015 - 2004  
**PROYECTO:** INSPECCION 6000-FMS-0064-415-03  
**PROYECTO:** VIGA TRANSVERSAL AISLADA EN EL PUENTE

**REQUISITOS:** DT-PT-105-03-REV.1  
 2-3 mm  
 2.7 mm  
 1.36 x 9.00m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.										
			SECCION 1	PROM. 1	SECCION 2	PROM. 2	SECCION 3	PROM. 3	SECCION 4	PROM. 4	SECCION 5	PROM. 5	P.P.	P.Y.											
1	VIGAS	SUPERFICIE	1	2.5	2.8	2.7	2.4	2.7	2.9	2.7	2.7	2.6	2.7	2.7	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.4	2.6	2.6		
			2	3.5	3.1	3	3.2	3.4	3.2	3.3	3	3.3	2.9	3.1	2.9	3.2	2.8	2.5	3.2	3.3	3.2	3.3	3.1		
			3	3.1	3.2	3.2	3.5	3.1	3.4	3.3	3.3	3	3.1	3.1	3.2	3.3	3	3.2	3.1	3	3.2	3.2	3.2	3.1	
			4a	2.9	3.1	2.9	3	3.1	3	3.3	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.3	3.2	3.1	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	
			5	3	3	3	3	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3	3.1	3.1	3	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	
			6	2.9	2.9	2.8	2.8	2.9	2.8	2.4	2.7	2.6	2.8	2.5	2.6	2.7	2.7	2.5	2.6	2.7	2.6	2.7	2.5	2.6	2.6
			7	1.6	2.8	2.6	2.7	3.4	2.7	2.6	2.6	2.7	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7
			8	2.4	2.3	2.7	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.9	2.6	2.7	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
			9	3.3	3.1	2.9	3.3	3	2.9	2.8	2.9	2.6	2.7	2.6	2.8	2.7	2.9	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
			10	3.1	3.4	3.2	3.2	3.3	3.1	2.9	3.1	3.2	2.9	3.3	3.1	3.1	3.2	3.2	3	3.1	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2
			10a	3.4	3.2	3.5	3.3	3.1	3	3	3	3.3	3.1	3	3.1	3.3	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.3	3.2	3.1	3.1
			11	3.2	3.1	3.1	3.1	3	2.9	3.2	3	3	2.9	3.2	3	3	2.9	3.2	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
12	2.5	2.6	2.7	2.6	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.7	2.6	2.8	2.5	2.6	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6			




**GEO TEST V S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA  
 INGENIERO CIVIL JET ZINCO 1680  
 VASO DE NAYO JARA CARLOS  
 JUNIN - PERU



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**

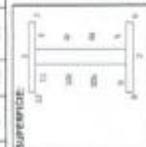


<b>FORMATO</b>	
CODIGO:	F-SEC-01-601
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINAL:	16

**OBRA:** EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLEJO (DESPUES DE SU REABILITACION, REGION-JAEN 2020)  
**TECNICAS:** OPINIA TUJEDA (BARYOET) VARGAS RAMOS/JUAN CARLOS  
**PINTURA:** SOLUCION CAJON - JET MASTIC 800  
**CRITERIO DE ACEPTACION:** NORMA SSEC PRO - 2024  
**EQUIPO DE INSPECCION:** INSPECTOR RICO-INGENIERO-416-03  
**COMPONENTE:** VIGA TRANSVERSAL-MARZEN-DOJERTO

**REFERENCIA:** E1-PI-102-03-REV. 1  
**ESPESOR NOMINAL:** : 6.3 mm  
**ESPESOR REAL:** : 7.7 mm  
**DIMENSIONES:** : 1.26 x 9.0cm

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (mm)												P.Y.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VITRIFIC		1	7.4	8	7.8	7.7	7.5	8.2	7.9	7.9	8.4	8.2	8.1	8.2	6	8.2	6.1	6.1	7.6	7.2	7	7.3	7	
			2	8.1	7.6	7.4	7.8	7.8	8.2	9	8.3	7.9	8.2	7.8	8	7.2	7.9	7.4	7.5	8.9	7.4	7.1	7.1	7.1	7.6
			3	8.2	8	7.6	8	8.3	7.8	8.6	8.3	7	7.2	7.1	7.1	8.5	8	8.2	8.2	7	8.1	7.8	7.8	7.8	7.6
			4	7.8	7.9	8.1	7.9	7.8	8.4	8.2	8.4	8.7	8.3	8.2	8.7	8	8.2	7.8	8	7.3	7.9	8	7.7	8.1	8.1
			5	8.2	8.3	7.9	8.1	7.9	8.3	8.1	8.1	7.8	8.3	8.2	8.1	8	7.6	7.1	7.6	8.1	8.3	7.9	7.4	8	8
			6	8.7	8.8	8.4	8.5	7.6	8.1	8.3	8	8.1	7.6	7	7.8	8.3	8.4	7	8.5	8.2	8.1	8.2	8.1	8.7	7.6
			7	8.9	7.2	7.1	7.3	7.2	8.2	7.8	7.7	8.3	8.7	8	8.3	7.3	8.9	7.2	7.1	8.6	8	8.7	8.4	7.4	7.4
			8	7.2	7.8	8	7.7	8.8	7.2	7.1	7.1	6.6	8.1	8.4	8.4	8.2	8.4	8.1	8.2	8.9	8.3	10.1	8.4	7.4	7.4
			9	8.1	7.8	8.2	8.1	7	7.4	7.7	7.4	8.9	8.2	9	8.1	7.1	7.2	8.1	7.5	8.7	8.5	8.1	8.5	8.1	8.1
			10	7.8	7.7	7.6	7.8	6.4	8.9	7	8.6	7.8	7.9	8.1	7.8	8.2	8	7.9	8	7.3	7.9	8.2	7.8	7.7	7.7
			100	7.4	8.9	7	7.1	7.5	7.9	7.1	7.5	7	7.4	8.9	7.1	7.5	8.9	7	7.2	8.8	8.1	8.3	8.4	7.5	7.5
			11	7.7	8.1	8.4	8.1	7.2	7.1	7.6	7.2	7.4	8.8	8.2	7.8	8	7.9	7.8	7.8	8.7	8.9	8	8.9	7.9	7.9
			12	8.5	8	7.8	8.1	7.4	8.1	7.8	7.8	8.3	8.4	8	8.3	8.8	7	7.1	7	8.2	8.1	8.2	8.2	8	8



**GEO TEST V S.A.C.**  
 INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNIA  
 ING. RAFAEL JERRY VELIZ SANCHEZ  
 CIP 117 241312  
 JEFE DE LABORATORIO



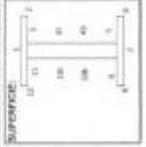
<b>FORMATO</b>	
CODIGO:	F-27-02-01-02H
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	18

**MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION DEL PUENTE COMERCIO LIBRES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020  
 TENDIDO TAB: OYUNCA TELADA MARI GRI  
 VARGAS RAMOS JUAN CARLOS  
 PINTURA: SEGUNDA OSM - JET ZINC 180  
 CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004  
 EQUIPO DE INSPECCION: PORTAFIDUCIOS 1000-FHS 1000-416-03  
 COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL ES-AR-REN 02-AR-02

REFERENCIA: ES-FC-152-04-REV.1  
 ESPESOR NOMINAL: 2.3 mm  
 ESPESOR REAL: 2.8 mm  
 DIMENSIONES: 1.36 X 8.00m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALC.									
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12										
1	VT-01-01	SUPERFICIE	1	2.5	2.8	2.6	2.7	2.6	2.7	2.5	2.6	2.6	2.7	2.4	2.7	2.5	2.6	2.4	2.8	2.1	2.4	2.6		
			2	3.3	3.1	3	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.1	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	
			3	3.4	3.2	3.3	3.3	3.4	3.2	3.3	3.4	3.2	3.3	3.4	3.2	3.3	3.4	3.2	3.3	3.4	3.3	3.2	3.3	3.3
			4	3.3	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.2	3.1	3.1	3.3
			5	3.1	3.3	3	3.1	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2
			6	2.8	2.8	2.5	2.6	2.8	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
			7	2.7	2.9	2.4	2.7	2	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
			8	2.4	2.5	2.6	2.6	2.6	2.4	2.5	2.5	2.4	2.6	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
			9	3.1	3.2	3	3.1	3.1	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.3	3.4	3.2	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	3.2
			10	3.3	3.4	3.3	3.3	3.4	3.3	3.2	3.3	3.4	3.3	3.2	3.3	3.4	3.3	3.2	3.3	3.4	3.3	3.4	3.3	3.3
			11	3.2	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2
			12	2.6	2.5	2.7	2.6	2.5	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6



GEO TEST V S.A.C.
   
 INGENIERIA DE CONTROL DE MATERIALES
   
  
 ING. NANCY VICTORIA BOLCARI
   
 CIP N° 24752
   
 JEFE DE LABORATORIO





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>		CODIGO	F.37-02-01-50N
		VERSION	1
		FECHA	Octubre - 2016
		PAGINA	21

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	SECCION 1	PROM. 1	SECCION 2	PROM. 2	SECCION 3	PROM. 3	SECCION 4	PROM. 4	SECCION 5	PROM. 5	P.P.	P.Y.	CAUF.							
1	VTART32		2	2.6	2.5	2.3	2.2	2.4	3.3	2.9	2.7	2.8	2.7	2.4	2.2	2.1	2.4	2.2	2.4			
			3	3	3.1	2.9	3	3	3.2	2.9	3	3	2.7	2.8	2.7	2.7	2.8	2.6	2.8	2.5		
			4	3.2	3.3	3.1	3.2	3.3	3.1	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3	3.2	3.2	3	3.2	3.2	
			4b	3.1	3.2	3.3	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	
			5	3	3	3	3	3.1	3.0	3	3	3	3	3.1	3.0	3	3	3.0	3.2	3.0	3	
			6	2.9	2.9	2.9	2.4	2.4	2.7	2.5	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.3	2.2	2.8	2.4	2.2	2.8
			7	2.9	2.7	2.5	2.7	2.9	2.6	2.7	2.6	3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7
			8	2.8	2.3	2.4	2.4	2.3	2.4	2.4	2.4	2.5	2.6	3.2	2.5	2.3	2.4	2.3	2.8	2.4	2.4	2.4
			9	3	3	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
			10	3.3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.3	3.3	3.2	3.1	3.2	3.2	3	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2
			10b	3.2	3.3	3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2
			11	3.1	3	2.8	3.1	3.1	3.2	3	3.1	3.1	3.2	3	3	3.1	3.1	3.2	3	3	3	3
12	2.9	2.8	2.3	2.6	2.5	2.6	2.4	2.5	2.6	2.3	2.8	2.5	2.6	2.3	2.4	2.6	2.4	2.4	2.5			



GEO TEST V S.A.C.  
 INGENIERO EN CIENCIAS DE LOS MATERIALES  
 ING. WALTER VELIZ SULCARAY  
 CIP N. 247312  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
CODIGO	F-27-02-01-001
VERSION	1
FECHA	Octubre - 2020
PAGINA	22

**MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLETO (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION JUNIN 2020)

OBRA: OBRA TEJEDA MAYORES

VARANAS PALMOS AJAN CARLOS

SERIE: CUPA - JET MASTIC 60

NORMA: SPEC PAZ - 2004

PROYECTO: 6000-PNS-00M-416-03

VIGA TRANSVERSAL: ANILLEN DQUESTO

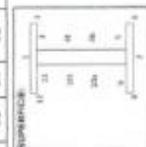
REFERENCIA: E1-PT-103-02-001/1

6.8 mm

7.5 mm

1.36 a 9.00m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.														
			SECCION 1	PROM. 1	SECCION 2	PROM. 2	SECCION 3	PROM. 3	SECCION 4	PROM. 4	SECCION 5	PROM. 5	P.P.	P.Y.															
1	VIGAS	SUPERFICIE	1	81	79	78	79	78	69	01	76	62	7	72	68	60	69	71	69	72	75	78	75	73	AC				
			2	82	89	85	87	76	78	81	92	81	85	86	79	78	8	79	78	071	76	74	76	74		81			
			3	79	72	75	75	69	65	64	65	62	61	6	61	61	60	64	64	70	61	6	6	6		6	61		
			4	77	84	78	8	71	69	7	60	84	6	81	70	8	83	8	78	78	8	78	78	8		78	78	6	
			5	78	8	83	8	62	64	61	62	8	75	81	8	79	8	78	70	81	8	72	0	0		0	0	0	
			6	78	68	68	72	78	8	88	85	68	63	60	66	77	76	78	77	72	61	84	78	78		78	78	78	6
			7	82	84	61	62	63	65	7	66	71	69	74	71	8	77	74	77	62	61	61	63	66		66	66	6	
			8	68	72	71	7	71	65	63	66	69	72	60	7	71	7	72	71	64	62	62	63	68		68	68	6	
			9	66	68	7	88	7	74	71	72	79	82	83	81	89	78	6	69	71	78	75	75	74		74	74	74	6
			10	74	75	68	72	76	79	7	76	74	81	77	8	79	83	61	76	77	76	76	76	76		76	76	76	6
			100	69	8	79	76	74	7	72	83	88	8	84	79	62	84	82	71	78	73	74	74	77		77	77	77	6
			11	78	79	0	75	64	66	61	64	76	62	6	66	70	61	63	63	62	69	62	64	64		64	64	64	6
12	83	82	6	62	66	74	67	69	62	65	6	62	6	61	63	61	6	62	64	62	63	63	63	63	6				



GEO TEST V S.A.C.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
 ING. FREDY VILLOTA SULLCARAY  
 CIP 10 247012  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

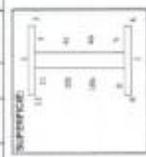
**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
CODIGO: F-27.00.01-82H VERSION: 1 FECHA: Octubre - 2006 PAGINA: 23	

**OBRA:** EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUNTE COMPLETO / PUENTES DE SU DISTRIBUCIÓN, REGIÓN ZARZA 2006  
**TIENDAS:** CHINCA, TEBEDA, MARIQUIT, VARGAS RAMOS, JUAN CALLES  
**PINTURA:** (SEGUNDA OBRERA - JET 2941 180)  
**CRITERIO DE ACEPTACIÓN:** NORMA SSPC PA2 - 2004  
**EQUIPO DE INSPECCIÓN:** POSITIVO 560 FINE 0669 416-03  
**COMPONENTE:** VIGA TRANSVERSAL DE ALACRÉN CUADRADO

ITEM	CODIGO	ESPESOR (en mm)												CALIF.							
		SECCION 1			SECCION 2			SECCION 3			SECCION 4				SECCION 5						
1	VTRP125	SUPERFICIE												2,8							
		100% (COLOR)																			
		1	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,1	3,2	2,8	3,1	2,8	2,9		3,1	2,8	2,8	3,1	2,9	3,1	
		2	2,8	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1		3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2
		3	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1		3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2
		4	3,4	3,3	3,1	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2		3,3	3,3	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2
		5	3,2	3,2	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3		3,2	3,3	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2
		6	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1		3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
		7	2,8	2,8	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8		2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
		8	2,7	2,8	2,6	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8	2,9	2,8	2,9		2,8	2,9	2,8	2,9	2,8	2,9	2,8
		9	3,1	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2	3,1	3,1	3,2	3,1	3,2		3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1
		10	3,1	3,1	3,2	3,3	3,3	3,2	3,1	3,2	3,3	3,3	3,3		3,4	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,2
11	3,2	3,2	3,1	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2			
12	2,7	2,8	3,1	2,8	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1			



GEO TEST V S.A.C.
   
 CONTROL DE CALIDAD Y SEGURIDAD
   
 124 MIRA JIMMY VILTE SULLARAY
   
 09 11 247012
   
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



<b>FORMATO</b>	
<b>MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS</b>	P-27-02-01-02H
CODIGO	1
VERSION	01
FECHA	Octubre - 2020
PAGINA	24

OBRA: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DE PUENTE COMPLETO (DESARME DE SU RESALTO) LOCAL REGION JUNIN 2020  
 CHINCA TELUDA MARICORE  
 VARIAS MARCAS Y ANCHOS  
 PINTURA: RESINA C/PA - JET MASTIC 60  
 CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSP/CMZ - 2004  
 EQUIPO DE INSPECCION: PORTAFONIA 9003-PNS-0984-175-03  
 COMPONENTE: VIGA PRECUNTA-MARCOA, EQUINO

REFERENCIA: DT-PT-105-03-REV.1  
 C-6 98  
 7.4 98  
 1.30 x 8.50m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en $\mu$ m)												CALIF.												
			SECCION 1	SECCION 1	SECCION 2	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 5	P.P.	P.T.													
1	VTRP132	NO LUCIA (CONCRETO)	1	83	79	83	82	0	76	79	76	72	7	74	72	64	67	63	74	78	82	74	0	76			
			2	81	81	85	85	84	83	71	74	75	74	8	77	74	8	75	82	8	77	78	78	0	78		
			3	81	83	79	81	85	87	71	74	72	75	74	8	75	82	8	75	82	8	77	78	78	0	77	
			4	81	83	79	81	85	87	71	74	72	75	74	8	75	82	8	75	82	8	77	78	78	0	77	
			5	87	83	83	81	78	81	78	79	87	85	80	88	78	79	81	79	83	81	8	81	78	78	0	78
			6	78	77	78	77	82	80	71	87	84	83	81	91	82	8	78	8	81	85	84	83	78	78	0	78
			7	86	83	85	85	78	78	73	76	81	74	69	75	81	82	83	83	83	66	7	87	83	78	0	78
			8	81	78	82	8	75	78	76	77	81	78	75	78	79	8	77	79	7	68	66	68	76	76	0	78
			9	82	85	87	85	81	7	7	74	93	8	95	93	87	89	92	89	81	8	82	79	8	0	78	
			10	89	82	85	85	76	75	81	77	87	89	78	85	81	79	8	8	82	79	8	0	78	74	0	78
			11	8	79	83	81	77	7	81	76	99	96	90	98	81	76	78	78	79	84	86	83	83	83	0	78
			12	81	8	84	82	78	82	85	82	81	87	80	89	86	81	82	86	78	83	84	82	8	0	78	

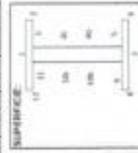


GEO TEST V S.A.C.
   
 1701 PROYECTO VIAL SULCARAY
   
 CIP 42-247312
   
 2016 DE LABORATORIO



<b>FORMATO</b>	
<b>OBRA</b> EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLETO (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION JUNIN 2002) CHANGA TUBIDA MARI ORTE VIGAS PAREOS JUAN CARLOS	CODIGO: F-27.00.01.06H VERSION: 1 FECHA: Octubre - 2009 PAGINA: 25
<b>MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS</b>	
<b>CRITERIO DE ACEPTACION</b> NORMA SSPC PA2 - 2004 EQUIPO DE INSPECCION POLIESTER 6000-PT65-0050-416-03	REFERENCIA: ESPESOR NOMINAL ESPESOR REAL DIMENSIONES 2.3 mm - 2.5 mm 1.80 X 0.70 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.											
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12		P.P.	P.Y.									
VIGAS	1	3.2	3.4	3.5	2.4	3.1	2.3	3.5	3.3	3.2	2.5	3.6	2.5	3.5	3.6	2.3	2.5	2.6	3.6	3.7	2.6	2.5	AC			
	2	2.8	2.9	3	2.9	3.1	3.2	3	3.1	3	2.8	2.8	2.9	3.1	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	2.9	3.1		3		
	3	3.3	2.8	3.2	3.3	3.2	3.1	3.1	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	2.9	3.1	3.2		3.1	3.2	
	4	3.2	3.2	3.1	3.2	3	3	2.7	3.2	3.1	3.3	3.2	3.2	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1		3.1	3.1	3.1
	5	3	2.9	3	3	3.1	2.9	3.9	3	3	3.2	3	3.1	3	3.9	3	3	3	3	3.2	3.1	3		3	3	3
	6	2.3	2.5	2.5	2.4	2.3	2.2	2.6	2.4	2.4	2.6	2.6	2.5	2.5	2.6	2.4	2.5	2.6	2.5	2.7	2.6	2.7		2.6	2.5	2.5
	7	2.6	3.7	3.7	2.7	2.4	2.6	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8	2.7	3	2.6	2.6	2.8	2.9	2.9	3	2.9		2.8	2.8	2.8
	8	3.5	3.4	3.4	3.4	3.5	2.7	3.5	3.6	3.5	3.5	2.5	3.4	3.5	3.5	2.5	2.6	2.6	2.7	2.6	2.5	2.6		2.5	2.5	2.5
	9	3.1	3.1	3	3.1	2.9	2.6	3.7	3.7	3.1	3	3.1	3.1	3	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1		3.1	3.1	3.1
	10	3.1	3.3	3.2	3.2	3.1	2.9	2.8	2.9	2.9	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.3	3.3	3.2		3.3	3.1	3.1
	11	3	3.2	3.3	3.2	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2		3.1	3.1	3.1
	12	2.5	2.4	2.6	2.5	2.3	2.4	2.5	2.4	2.5	2.3	2.3	2.4	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.9	2.6	2.7	2.6		2.8	2.5	2.5



  
**ING. MAX J. ORTIZ SULCARAY**  
 CIP 12 54702  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
CODIGO:	F-27-00-01-02H
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	26

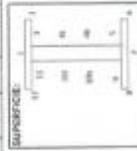
**MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

OBJETO: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUERTE COMERCIO LOS PIES DE SU REHABILITACION, SECCION JUNTA 1002.  
 ORIGEN: TESDA MARIQUE  
 VIGAS: 100203 JUNTA 100203  
 PINTURA: SOLUBIA CAPIA - JET MASTIC 505  
 CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSP/CI-02 - 2004  
 EQUIPO DE INSPECCION: POSICION 6300-FIN-0084-15-03  
 COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL MARIQUE COMERCIO

REFERENCIA:  
 ESPESOR NOMINAL  
 ESPESOR REAL  
 DIMENSIONES

ET-PE-103-03-REV.1  
 0-5 mm  
 7.7 mm  
 1.00 x 9.75 m

ITEM	CODIGO	ESPESOR (en mm)												CALIF.											
		SUPERFICIE		SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10		P.P.	P.V.									
1	VITRIFIC	1	7.8	8.9	8.1	7.6	7.8	8.5	7.5	7.8	6.3	6.5	6.1	6.3	6.5	6.7	6.4	6.5	7.3	7.1	7.1	7.1	7.1		
		2	8.7	7.6	7.9	8.1	8.7	8.4	7.9	7.7	7.2	6.9	7.4	7.2	6	7.7	7.8	7.8	8	8.1	7.6	8	7.7	7.7	
		3	8.9	8.5	8.4	8.8	8.2	8	7.8	7.9	6.9	7.3	7.1	7.1	8.2	8.5	8.6	8.4	8.3	9.2	8	8.3	8.2	8.3	8.2
		4	7.1	8.9	7	8.7	8.1	7.8	6.7	7.1	6.5	7	6.7	6	6.9	8	8.9	8.6	8	8.8	8.4	7.9	8	8.4	7.9
		5	6	5.2	6.7	9	8.1	8	6.5	6.5	6.2	7.8	6.9	7.7	7.8	7.9	8.1	7.9	8.1	8	7.8	8	7.8	8	8.1
		6	7.8	9	8.8	8.5	8	6.1	8	8.7	6.6	6	6	6	6	6.5	6.3	6	7.8	8	7.3	7.8	7.1	7.3	7.8
		7	8.3	8.5	7	8.6	6	6.8	6.9	6.9	6.4	6.2	6	6	6.2	6.1	6.2	6.5	6.3	7.6	7.2	7.5	7.5	7.5	7.1
		8	7	7.4	7.1	7.2	6.5	7.9	6.9	6.4	7.8	7.2	7.4	7.5	6.7	6.9	6.2	6.8	6.8	7.7	7.9	7.6	7.7	7.7	8
		9	7.6	7.9	7	7.5	6.9	6.5	9	6.1	8	7.5	7.8	7.8	8.1	7.9	8	8	6.8	7.3	7.2	7.1	7.8	7.8	7.8
		10	7.4	7	7.2	7.2	7.8	6.1	6.9	6.6	6	7.6	7.8	7.8	6.7	7.1	7.1	7.2	7.5	7.9	7.5	7.8	7.8	7.8	7.8
		11	8.1	8.3	8	8.1	8.2	8.4	8.3	8.3	7.9	7.8	7.7	7.7	8.1	7.8	7.8	7.9	7.9	7.1	6.9	7.4	7.1	7.8	7.8
		12	6.6	7.4	6.7	6.9	6.1	6	6	6	6	6.6	6.6	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3



**GEO TEST V S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
 HAYATA JINSHI SEIKO SODOKUARY  
 C/P HAYATAZ  
 2024 DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
<b>CODIGO:</b>	F-27-02-01-50H
<b>VERSION:</b>	1
<b>FECHA:</b>	Octubre - 2026
<b>PAGINA:</b>	27

**MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

**OBRA:** EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE CON METRO DEPIENTES DE SAURO (VIA TUPIZA) REGION JUNIN 2020

**TECNICAS:** CARACA, TUBO DE MUYGORE, VARGAS RAMOS, JUAN CARLOS

**PINTURA:** SIEDUXA DUNA - JET ZNFC-180

**CRITERIO DE ACEPTACION:** NORMA SSPC PA2 - 2004

**ESQUIPO DE MEDICION:** PROTECTOR 6032-F165-10056-416-05

**COMPONENTE:** VIGA TRANSVERSAL DE MARCHE (COLUMBO)

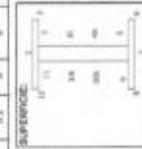
**REFERENCIA:** ET-PT-02-01-REV.1

**ESPESOR NOMINAL:** 2-3 mm

**ESPESOR REAL:** 2.7 mm

**DIMENSIONES:** 1.00 x 0.30 m

ITEM	CODIGO	ESPESOR (mm)												CALC.										
		SUPERFICIE			SECCION 1			SECCION 2			SECCION 3				SECCION 4									
1	VT1PT102	1	2.8	2.8	2.9	2.8	3	3.1	2.8	3	2.7	3.1	2.9	2.9	2.7	0.0	3	2.1	3.1	2.9	2.7	3.0	2.9	
		2	2.7	2.8	3	2.8	3	3.1	3.0	3	2.7	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8
		3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1
		4	3.3	3.1	3.2	3.1	2.9	3.2	3	3.2	3	3.2	3	3.2	3	3.2	3	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1
		5	2.7	3	2.7	2.9	2.9	3.1	3	3.1	2.9	3.1	2.9	3.1	3	3	2.9	3.1	3	3	2.9	3.1	3	3
		6	2.8	3	3	2.9	3.1	2.8	2.8	2.9	2.9	3	2.9	2.8	2.8	3.2	3	2.8	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.8
		7	2.7	2.5	2.6	2.7	2.5	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7
		8	2.8	2.9	3	2.9	3.2	3.3	3.0	3.1	2.9	3.3	3.1	3.1	3.1	3	2.9	2.8	2.9	3.2	2.9	3.1	3.1	3
		9	2.7	2.8	2.9	2.9	3.1	3	3.0	3	3	3.0	2.7	3	2.9	3.1	2.9	2.9	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2.9
		10	3	3.2	3	3.1	2.8	3.2	3.2	3.1	0	3.1	2.9	4	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.1
		10a	3.3	3	3.1	3.1	2.7	3.1	3.2	3	0.2	3.2	3	4.1	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
		11	2.8	2.9	2.9	2.9	2.7	2.9	2.8	2.9	6.1	2.7	3	3.0	3.1	3	3	3.2	3	3	3.1	3.1	3.1	2.8
12	2.5	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.9	2.8	2.4	2.7	2.5	2.7	3	2.8	3.1	3	2.7	3.2	3	3	2.8	2.8		

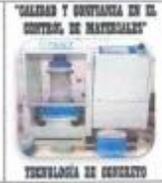


**GEO TEST V S.A.C.**  
**ING. JUAN CARLOS VARGAS RAMOS**  
**COORDINADOR GENERAL**  
**ING. JUAN CARLOS VARGAS RAMOS**  
**COORDINADOR GENERAL**  
**ING. JUAN CARLOS VARGAS RAMOS**  
**COORDINADOR GENERAL**



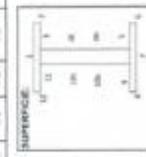
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
<b>MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS</b>	
OBRA : EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLETO (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION JUNIN 2008) CARREGA TEORICA : MARIO GORE VARGAS RAMOS : JUAN CARLOS PINTURA : SIKKENS OUPH - JETMASTER 800 CRITERIO DE ACEPTACION : NORMA ESP/ENL - 2004 EQUIPO DE INSPECCION : PORTAFONOMETRO PHS-0864-FHS-03 COMPONENTE : VIGA PRECUNTA-VAJONEN COBERTO	CODIGO : F-27-00-01-02H VERSION : 1 FECHA : Octubre - 2020 PAGINAS : 1 de 1

ITEM	CODIGO	ESPESOR (en mm)												CALIF.											
		SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12												
1	VIGAS	1	7.9	6.2	7.8	8	7	7.2	7.7	7.3	7.5	6.9	7	7	7.4	7.7	7.8	7.7	8.5	8.2	8.7	8.5	7.3	AC	
		2	8.3	7.8	7.6	7.9	7.9	8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	8.3	8.8	8.5	8.5	8.2	8.5	8.6	8.5		8.1
		3	7.9	8.1	8	8	8.3	7	7.2	7	7.7	7.2	8	7.6	8.2	8.7	8.6	8.5	8.7	9.3	9.6	9.2	9.2		9.1
		4b	8.2	7.9	7.7	7.9	7.8	8.6	7.9	8.5	8.1	7.6	7.5	7.7	8.1	8	8.8	8.9	8.9	9.9	9.2	9.4	9.2		9.4
		5	8.3	8.1	8	8.1	8.6	7.2	7	7.9	7.7	8.1	7.9	8.8	8.2	8.5	8.6	8.6	7.8	8.0	9.5	9.1	9.1		8.2
		6	8.1	8.5	8.6	8.3	8.5	8.9	9	8.1	8.8	7.2	7.8	7.2	8.4	8.7	7.5	8.7	8.1	8.2	8.4	8.2	7.9		7.9
		7	8.3	8.6	7	8.7	8.3	8.4	8.8	8.5	7.1	7.3	8.1	7.5	8.7	8.8	7.3	7	8.5	8.9	8.6	8.7	8.9		8.9
		8	7	6.8	6.5	6.8	7.7	6	7.5	7.7	7.7	6	7.5	7.8	7.9	8.9	8.5	8.8	9	8.9	9.4	9.4	9.4		8.1
		9	8.7	8	8.2	8.1	8.6	8.9	8.7	8.4	8.2	7.8	8.9	7.7	7.9	8.1	8.5	8.1	8.2	8	8.2	8.2	8.2		8.3
		10	8.2	7.9	8	8	8.7	8.8	7.9	8.5	7.2	7.4	7.8	7.5	8.6	8.2	8.8	8.5	8.2	7	7.2	8.8	7.5		7
		11	7.8	7.5	7.6	7.2	6.6	7.2	7.1	7	7.8	7.8	7.8	7.7	8.3	8.7	8.9	7.3	8.4	8.1	8.3	8.3	8.4		8.4
		12	7.8	8.3	8.4	8.2	7.9	8.5	8.2	8.2	8.1	7.8	8	8	7.3	7.8	7.2	7.3	7.1	7.9	7.6	7.7	7.9		7.9



GEO TEST V S.A.C.  
 CONTROL DE CALIDAD  
 OFICINA GENERAL  
 AV. SAN JUAN DE LOS RIOS 1000  
 LIMA - PERU  
 Telf: 011 476 1000



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
CODIGO:	F-27-02-01-604
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	23

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUEIRO (DESPIES DE SU REHABILITACION REGIONAL 2002)

TERMINOS: CHINGA TELERA MARIQORT  
VARCASA FOMES JANCOCALCO

PINTURA: PMSBERA CAIN - JET 201C L880

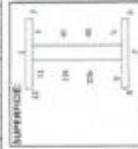
CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA 207PC IN2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: PROYECTOR 6000-FMS-0059-419-03

COMPONENTE: VIDA PRINCIPAL (MASON) CUERPO

REFERENCIA: ET-PT-102-03-REV.1  
ESPESOR NOMINAL: 2.3 mm  
ESPESOR REAL: 2.5 mm  
DIMENSIONES: 1.38 x 8.75 in

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en in)												CALIF.											
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12												
1	VIGAS		1	2.2	2.0	3.1	2.5	2.2	2.6	2.5	2.4	2.1	2.2	2.4	2.3	2.1	2.2	2	2.1	2.5	2.1	2.2	2.3	2.3		
			2	2.6	2.8	3	2.9	3	2.8	2.8	2.8	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.5	2.8	2.7	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7	2.8	
			3	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3	2.8	2.9	3.2	3.1	
			4	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3	2.8	2.9	3.2	3.1	
			5	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3	2.8	2.9	3.2	3.1	
			6	2.8	2.7	2.8	2.6	2.8	0.3	2.7	1.9	2.8	3	3.1	3	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.5	2.6	2.7	2.8
			7	2.5	2.8	2.4	2.6	2.4	2.5	2.1	2.4	2.7	2.5	2.8	2.8	2.6	2.7	2.5	2.6	2.3	2.5	2.3	2.4	2.4	2.5	
			8	2.4	2.6	2.5	2.5	2.6	2.7	3	2.8	2.8	2.5	2.9	2.7	2.8	2.6	2.5	2.4	2.7	2.6	2.5	2.7	2.7	2.7	
			9	2.8	2.8	3	2.9	2.8	2.9	3.7	2.8	3	2.8	2.9	2.9	2.9	2.7	2.8	2.8	2.8	2.4	2.3	2.2	2.3	2.7	
			10	3.2	3	3.2	3.1	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3	3.2	3.3	3	3.1	3.1	2.8	2.8	2.8	2.8	3.1	
			11	2.8	2.9	2.9	2.9	2.8	2.9	3	2.9	3	2.9	3.1	3	2.7	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.5	2.6	2.7	2.8	
			12	2.4	2.3	2.6	2.4	2.2	2.1	2.4	2.2	2.2	2	2	2.1	2.3	2.1	2.4	2.3	2	2.6	2.4	2.3	2.3	2.3	

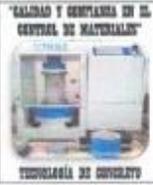


*[Signature]*  
GEO TEST V S.A.C.  
INGENIERIA DE CONTROL DE CALIDAD  
INGENIERIA DE CONTROL DE CALIDAD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
CODIGO:	F-27-02-01-604
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2009
PAGINA:	30

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLETO (DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2008)

TERMINOS: OMBACA TRUJEDA MARICOP  
VAJOS PANGOS JAHN CARLOS

REVISOR: SEDUEJA CAPA - JET MATEO 600

CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: POSICION 6000-FMS-008414-03

COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL MARIBEN COBRIECO

REFERENCIA:  
ESPEJOR NORMAL  
ESPEJOR REAL  
OMBRIGONES  
1.30 x 9.75 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPEJOR (en %) NO A SUJETA (CONDICION)													CALIF.												
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12	SECCION 13		P.P.	P.T.										
1	VITRIFICADO	1	7.6	7.5	7.8	7.6	8.7	7.4	8.1	8.1	8.8	8.2	8.4	9.1	8.4	7.9	8.2	8.5	7.1	7	6.8	8.1	8.1	AC				
		2	7.8	7.8	7.8	7.8	8	7.9	8.6	7.9	8.8	7.8	8.1	8.9	8.0	8.0	8.0	8.1	8.8	7.7	7.6	8.1			7.5	8.3		
		4	8.7	7.1	7.4	7.1	7.4	8.0	8.8	7	8.3	8.8	8.8	9.2	7.9	8.8	8.2	8.6	7.4	7	7.4	7.3			7.8	7.8		
		40	8.4	8.1	8	8.2	8.9	8.6	8.1	8.6	8.1	8.8	9.4	9.6	9	8.0	8.6	8.6	7.4	8.1	7.0	7.7			7.7	8.0		
		5	7.5	8	7.7	7.7	7.2	7.1	7.5	7.3	8.8	8.8	10.1	9.7	10.2	9.3	9.7	8.7	7.8	8	8.2	8			8.5	8.5		
		6	8.5	8.8	8.8	8.8	8.7	8.4	8.1	8.7	8.5	8	9.7	9.1	8.2	8.8	8.3	8.8	7.5	6.8	8	7.5			8.5	8.5		
		7	7.1	7.4	7.5	7.3	8.8	7.2	7	7	7.4	7.2	7.3	9.8	10.2	9.4	8.7	9.5	8.9	10.1	8.6	7.2			8.1	7.5	8.5	8.3
		8	8.8	7.2	7	7	7	7.4	7.2	7.3	8.8	8.0	8.4	8.0	8.5	8.4	8.5	8.1	8.3	7.7	7.5	8.2			7.0	8.4	8.4	
		9	8.1	8.6	8.5	8.4	8.9	8	8.2	8.4	7	8.3	8.5	8.6	8.5	7.2	7.6	7.1	7.9	6.8	8.9	7.3			7.5	7.5	7.2	
		100	7.3	7.9	7.8	7.7	7.6	7.5	7.2	7.4	8.7	8.4	7.4	8.8	8.0	8.4	8.0	8.0	7.4	7.3	7.4	7.3			7.5	7.2	7.2	
		11	8.1	8.7	8.9	8.8	8.3	8.3	8.0	8	8.1	8.9	7.5	7.9	8	8.0	8.1	8.7	7.8	7.0	7.3	7			7.4	8.4	8.4	
		13	8.8	8.5	8.7	8.7	8.3	8	8.5	8.8	7.3	8	8.4	7.8	7	7.8	8.2	7.7	8.1	7.5	8.2	7.9			8.2	7.9	8.2	



  
 POSICION 6000-FMS-008414-03  
 EQUIPO DE INSPECCION  
 SEDUEJA CAPA - JET MATEO 600



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
CODIGO	EST-02-01-001
VERSION	1
FECHA	Octubre - 2000
PAGINA	31

**MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

UBICACION DE LA COORDONADA DEL PUNTO COMERCIO LIBRES DE SU REABILITACION, REGION JUNIN 2003

OBRA: CHANCA TELERA MAPICOTE VARGAS RINCON JAMACHELOS

REVISOR: DINA - JET ZINC I-80

CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: POSICION 0000-FIN-0004-15-20

COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL EN MARSH COARDO

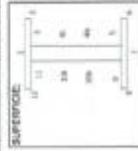
REFERENCIA: EP-01-10-03-REV 1

ESPESOR NOMINAL: 2-3 MM

ESPESOR REAL: 2.6 MM

DIMENSIONES: 1.30 X 0.15 M

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)													CALC.									
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12	SECCION 13										
1		SUPERFICIE	1	2.6	2.8	2.5	2.8	2.4	2.5	2.8	2.6	3	2.5	2.8	2.8	2	2.5	2.4	2.3	2.6	2.7	2.0	2.7	2.6	
			2	3.2	3.1	3.3	3.2	3	2.9	3.2	3	3.1	3.2	3	3.1	3.1	3.2	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	
			3	3.4	3.1	3.2	3.2	3	3.1	3.3	3.1	3.2	3	3.4	3.2	3	3.2	3.1	3.4	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
			4	3.1	3.3	3.2	3.2	3.4	3	3.3	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.4	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2
			5	3.1	3	3.2	3.1	2.9	3	3.2	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.6	3	2.8	2.8
			6	2.8	2.5	3.7	3.6	3.4	2.5	2.6	2.5	2.5	2.7	2.4	2.5	2.4	2.2	2.0	2.4	2.3	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5
			7	2.8	2.6	2.7	2.7	2.8	2.6	2.5	2.6	2.5	2.7	2.5	2.6	2.4	2.6	2.5	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5	2.6	2.4
			8	2.1	2.4	2.5	2.3	2.2	2.3	2.6	2.4	2.5	2.4	2.3	2.4	2.6	2.5	2.4	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5	2.6	2.4
			9	3.1	3	2.9	3	3.2	2.9	3	3	2.9	2.8	3.1	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3.1	2.8	3	3	3	3
			10	3.3	3.2	3.1	3.2	3.3	3.2	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.2
			11	3.1	3.3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3	3.2	3.2	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.1	3.1
			12	2.9	2.7	3	2.9	2.9	3	3.1	3	2.9	3.1	3	3	2.9	3.1	3	3	2.9	2.8	3	2.9	3.1	3
			13	2.6	2.5	2.3	2.5	2.6	2.2	2.3	2.4	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4



**GEO TEST V S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
 CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE MATERIALES  
 TECNOLÓGIA DE CONTROL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
CODIGO:	P-27-CC-01-S01
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2002
PAGINA:	22

OBRA : EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLEJO LOS RINOS DE SU REPARACION, REGION ARAUCO

TECNICAS : ORIGEN TUBERIA MORTERO  
VARIAS MARCAS JARAS CARLOS

PINTURA : SIGLADA CAJPA - JET MASTIC 800  
MORIM 55PC R2 - 2004

CRITERIO DE ACEPTACION : INSPECCION VISUAL

EQUIPO DE INSPECCION : POSICION 0400 PMS 090416-03

COMPONENTE : VIDA PRECIPITACION EQUINO

ESPESOR (en mm) : 1.38 x 8.70 m

REFERENCIA : E1-PI-102-03-REV 1  
5-0 mm  
7.0 mm

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												P.T.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VITRIFIC	1	7.8	8.3	7.6	7.9	8.5	8.1	6.9	7.8	7.6	7.4	7.1	8	6	6.3	6.1	5.8	5.6	5.9	5.8	7.1	A/C		
		2	9.1	9	8.6	8.8	7.3	8.4	8	7.9	7.7	8.2	8.1	8.7	7.5	8	8.1	7.9	8	7.4	7.6	7.7		8.2	
		3	8.2	8.7	8.5	8.9	8.1	8.2	8.5	8.3	8.6	7.5	8.1	8.3	7.8	7.7	8.7	9	8.9	9.2	9	8.5		9	8.5
		4	6	5.8	6.0	6.5	6.2	7.2	7.9	7.8	8.5	7.3	8	8.8	8.6	8.4	8.0	8.0	8.0	8.2	8.5	8.5		8.3	8.3
		5	9.8	9.8	8.7	9.4	7.9	8.1	8.4	8.1	8.5	8	8.2	8.3	7.9	8.4	8	8.1	7.8	7.1	7.2	7.4		8.2	8.2
		6	7.9	8	8.7	8.9	8.4	8.9	8.5	8.6	8.7	8.5	7.9	8.7	7.8	8.5	7.2	7.8	8.4	8.2	8.9	8.5		7.7	7.8
		7	7.1	7.3	6.8	7.1	7.5	6.1	7.2	6.9	7.8	7.4	8	7.7	6.6	6.5	6.1	6.4	7.4	7.5	7.9	7.5		7.1	7.1
		8	9.5	9.2	8.7	9.6	8.0	7.2	8.4	7.5	6.8	7.2	7.5	7.2	6.9	6	6.2	6.4	6	6.1	6.7	6.3		7.3	7.3
		9	8.1	8.3	8.2	8.2	8.5	7.6	8	8.1	7.9	7.5	7.8	7.7	8.8	8.5	8.2	8.2	8.5	7.4	7	7.7		8.9	8.9
		10	7.5	8.1	8	7.9	8.2	7.6	7.2	7.7	8.1	7.6	7.4	7	8.2	7.7	8.3	8.1	7.8	8.4	8	8.4		7.8	7.8
		10b	7.9	8.9	7.9	7.4	8.9	6.6	7.1	8.9	8.1	7.7	7.3	7.7	7.7	8.9	6.8	7.1	8.1	8.2	8.1	8.5		7.8	7.8
		11	8.8	7.9	8	8.2	8	7.2	8	8.2	7.5	8.1	8.0	8.1	8.1	8.7	7	7.9	8.5	8.1	8.6	8.4		8.2	8.2
		12	7.5	7.1	7	7.2	8	7.7	7.6	7.6	8.4	7.7	7.9	8	8.4	8.5	8.3	8.7	7.1	6.9	7.3	7.1		7.8	7.8



*[Signature]*  
 GEO TEST V S.A.C.  
 ING. FERRER VILLALBA SANCHEZ  
 ING. FERRER VILLALBA SANCHEZ  
 CIP Nº 24702  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**

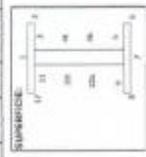


<b>FORMATO</b>	
<b>CODIGO:</b>	F-21-02-01-0201
<b>VERSION:</b>	1
<b>FECHA:</b>	Octubre - 2008
<b>PAGINA:</b>	33

**OBRA:** EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMARCERO (DEPNES) DE SU REDUCCION REGION JUNIN 2008  
**TERMINOS:** OMBAS, TERCER MARICORT, VIRGAS PAVOS JAHN CRISTOB  
**PINTURA:** PRIMERA OPA - JET ZINC-H860  
**CRITERIO DE ASFICTACION:** NORMA SSPC PA-2 - 2004  
**EQUIPO DE INSPECCION:** POSICION 6600 FIAS-009A-18-03  
**COMPONENTE:** VIGA PRINCIPAL MARISBI EDUARDO

**REFERENCIA:**  
 ESPEJOR NORMAL  
 ESPEJOR RESA  
 DIMENSIONES  
 ET-PT-152-02-REV.1  
 2-3 INCH  
 2.5 mm  
 1.98 X 8.17 IN

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPEJOR (en IN)												CALIF.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VT-PT152	NO APLICAR CONCRETO	1	1.0	2.2	2.4	2.2	2.1	2.3	2.4	2.3	2.2	2.5	2.4	2.1	2.2	2	2.1	2.2	2.8	2.1	2.3	2.3		
			2	3	2.9	2.7	2.9	2.8	2.6	2.7	2.7	3	2.6	2.8	2.8	2.7	2.5	2.0	2.6	2.8	2.6	3	2.8	2.8	
			4	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.2	
			4b	3.2	3	3.1	3.1	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3.3	3	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	
			5	3	2.9	3.1	3	2.8	2.8	3.1	2.9	2.8	2.9	2.7	2.8	2.8	2.7	2.6	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.9
			6	2.8	2.9	3.3	2.4	2.1	2.1	3.2	2.2	2.3	2.4	3.2	2.3	2.3	2	2.2	2.2	2.4	2.1	2.2	2.3	2.3	
			7	2.5	2.7	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.7	2.4	2.6	2.1	2.4	2.6	2.7	2.5	2.6	2.8	2.4	2.6	2.5	2.5	
			8	1.9	2.3	2.5	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2	2.6	2.2	2.2	2.1	2	2.1	2	2.3	2.1	2.1	2.1	2.1	
			9	3	2.9	2.8	2.8	3	3	3.8	3.9	2.7	2.8	2.9	2.7	2.8	2.9	2.8	2.8	2.9	3	3.0	2.9	2.9	
			10	3.2	3.3	3.1	3.2	3.1	3.3	3.3	3	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.2	3	3.2	3.1	
			11	2.6	2.9	2.8	2.8	3	3	3.1	3	2.8	2.9	3	2.9	2.7	2.8	2.7	2.8	2.9	2.8	2.9	2.9	2.9	
			12	2.8	2.4	2.4	2.5	2.2	2.2	2	2.1	2.2	2.1	2.4	2.2	2.3	2.1	2.4	2.3	2.4	2.3	2.6	2.4	2.3	



**GEO TEST V S.A.C.**  
 CALIDAD Y ASESORIA DE CONTROL DE MATERIAS  
 JUNIN - PERU  
 C/TA. PAVOS JAHN CRISTOB  
 JUNIN - PERU  
 JUNIN - PERU  
 JUNIN - PERU



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
<b>CODIGO:</b>	P-37-02-01-50N
<b>VERSION:</b>	1
<b>FECHA:</b>	Octubre - 2009
<b>PAGINA:</b>	36

**OBRA:** EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION JUNA 2009)

**TESTEAS:** ONVIGA TEJEDA MARIQOP  
VAICORRANCOS JUAN CARLOS

**PINTURA:** RESINA CAJON - JET MASTIC 900

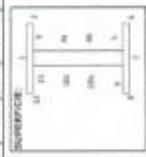
**CRITERIO DE ACEPTACION:** NORMA SSPC PAZ - 2004

**EDIFICIO DE INSPECCION:** PROYECTO R000-FIN-008-4-15-05

**COMPONENTE:** VIGA PRINCIPAL NOROCCIDENTAL (CUBIERTO)

**REFERENCIA:** ESPEJOR NORMAL  
ESPEJOR ROSAL  
DIMENSIONES  
1,30 x 0,17 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPEJOR (en in)												CALIF.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VTMPT152	NO AFILADA (CONCRETO)	1	7.4	8.3	7.9	7.9	8.1	8.9	7.1	7.4	7.9	7.4	7.1	7.5	7.5	7.9	8.1	7.8	8.1	7.7	6.5	7.9	7.7	
			2	8.5	8.7	7.9	7.7	7.9	7.8	8	7.9	8.3	8.3	8	8.8	7.2	6.5	8.7	8.8	8.2	7.8	8.2	8.1	7.8	7.8
			3	8.9	8.3	8.8	7.9	8.6	8.0	8.7	8.7	7.4	7	7.3	7.2	6.2	7.2	6.5	6.0	6.7	7.5	6.0	7	7.5	7.5
			4	8.2	8	7.8	8	8.6	8.5	8.8	8.6	7.4	8.1	7.8	7.8	6.5	6.6	6.8	6.6	8.0	7.6	7.5	8.2	8.2	7.9
			5	8.8	9	7.8	8.0	8.2	8.2	8.7	8.4	8.1	7.7	7.9	7.3	7.3	8	8.2	7.0	7.9	7	7.4	7.4	8	8
			6	7.8	9.7	8.4	8	7.9	7.6	7.8	7.8	7.2	7.4	6.8	7.1	6.4	7	6.7	6.7	8.5	10.2	8.2	9	7.9	7.9
			7	8.4	9.3	8.9	8.9	8	7.7	7.4	7.7	6.9	7	7.1	7	7.9	6.0	6.6	7.1	6.1	6.6	8.1	6.8	7.5	7.5
			8	9.3	8.6	10	9.3	7.1	7.6	7.8	7.5	7.9	7.6	7.3	7.6	8	7.3	7.5	7.6	7.6	7.6	8.4	7.8	9	9
			9	8.1	8.8	8.8	9.3	7.4	8.1	8.8	8	7.9	8	7.6	7.8	8	7.5	8.0	8.8	9.8	10.1	10.4	10.1	8.5	8.5
			10	8.6	8	7.6	8	8.9	7.9	8.3	7.7	7.6	8.1	7.9	7.8	7.9	6.9	7.6	7.4	8.7	8.8	9.2	8.9	8	8
			10B	8.5	8.2	8.8	9.2	7.3	8.2	8.4	8	8.1	7.6	7.8	7.8	7.8	7.2	7.1	7.3	7.1	6.3	7.2	7	7.9	7.9
			11	8.2	9.2	8	9.2	8.2	8.0	8.5	8.5	8.2	7.7	7.9	7.9	8.1	7.9	7.5	7.9	7.0	7.0	7.0	7.7	8.7	8.7
12	8.8	8.5	8.6	8.6	8	8.1	8.3	6.8	7.6	7.4	7.1	7.4	7.2	7.2	6.8	7.1	9	8.3	8.4	8.3	8	8			



GEO TEST V S.A.C.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

*[Signature]*

ING. PABLO GARCÍA SULLCARY  
COP 10 000 21212  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**

"CALIDAD Y CANTIDAD EN EL CONTROL DE MATERIALES"



TECNOLOGÍA DE CONCRETO

<b>FORMATO</b>	
CODIGO	F.37.00.01-501
VERSION	1
FECHA	Octubre - 2020
PAGINA	33

**MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUERTE COMERCIO (ESQUEMAS DE SU REPARABILIDAD) REGION ANCAHUECO

TESTISTAS: DANICA TEJEDA NAVI ORTIZ  
VANDERSON MORALES

PINTURA: REQUISA CAPA 1 - JET ZINC/160

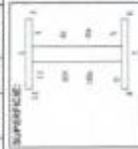
CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: POSICION 6500-FHS-005-4-16-33

COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL-ANCHOEN COBERTO

REFERENCIA: DT-FS-102-03-REV 1  
ESPESOR NOMINAL: 2.0 mm  
ESPESOR REAL: 1.16 x 8.30 m  
DIMENSIONES:

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)													CALIF.							
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12	SECCION 13		P.P.						
1	VTMPT152	NO ATACA (CONCRETO)	1	2.2	2.4	2.2	2.1	2.2	2.3	2.3	2.6	2.5	2.5	2.8	2.3	2.5	2.6	2.6	2.7	2.6	2.4		
			2	2.6	2.9	3.1	3.0	3.1	3.1	3.1	2.9	2.8	2.9	2.8	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	
			3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1
			4	3.1	3.3	3.1	3.1	2.8	3.1	2.8	2.9	3.3	3.1	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1
			5	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1
			6	3.2	2.9	3.3	3.1	3.2	3.1	3.4	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.5	3.3	3.1	2.8	2.9	3.1	3.1
			7	2.8	3.2	3.3	3.1	3.1	3.3	3.4	3.5	3.1	3.2	2.9	2.9	3.3	3.4	3.2	3.1	2.9	3.1	3.1	3.1
			8	2.9	3.1	2.2	2.5	2.2	2.4	2.3	2.3	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.3	2.4	2.3	2.4	2.2
			9	3.1	2.9	2.9	2.9	2.7	2.4	2.5	2.5	3.1	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3.1	3.2	2.9	3.1	2.9
			10	3.1	3.3	3.2	3.2	3.1	2.7	2.6	2.6	3.3	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.3	3.1
			10b	3.1	3.3	3.2	3.2	2.9	2.8	2.7	2.6	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1
			11	3.1	2.8	3.1	2.9	2.7	2.6	2.9	2.7	3.1	3.1	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
			12	2.2	2.1	2.2	2.2	1.9	2.1	2.3	2.1	2.2	2.2	2.2	2.1	2.6	2.3	2.6	2.4	2.5	2.6	2.4	2.3



**GEO TEST V S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
*[Signature]*  
ING. PABLO JERRY VÁSQUEZ SANCHEZ  
CIP N° 24722  
JEFE DE LABORATORIO



<b>FORMATO</b>	
CODIGO:	F-27-02-01-SON
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2009
PAGINA:	26

OBRA : EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMANERO (DESPUES DE SU REPARACION) REGION JUNIN 2008

TEBETAS : CHINCA TEBEDA MARICOP  
VARIOS RAMOS JUNIN CHILDS

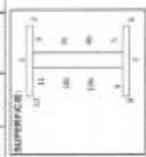
PINTURA : SEGUNDA CAPA - JET MASTIC 500  
NORMA : SSPC PA2 - 2004

CRITERIO DE ACEPTACION : POSICION 6003-FIN-0889418-03

COMPONENTE : VIGA PRINCIPAL - ANCHON TUBERADO

REFERENCIA :  
ESPEC. 102-03-REV.1  
5-5 INH.  
7.8 INH.  
1.30 x 0.30 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en IN)												CALIF.									
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12										
1	VITR-PTSL		1	8.6	9	9.2	8.9	8.8	7.8	7.7	8.1	8.4	8.7	7.3	7.5	6.4	7.7	6.7	6.9	7.1	6.5	6.8	6.8	7.0
			2	8.9	8.3	9	8.1	8.4	8.2	7.9	8.0	8.9	7.5	7.8	8.1	8.1	8.1	8.6	9	8.6	7.8	8.6	8.3	8.6
			4	8.3	8.2	7.6	7.7	8.5	7.5	7.3	7.7	9	8.2	9	8.7	8.9	8.7	8.1	8.9	8	8.2	8.5	8.2	8.3
			45	8.4	8.7	6.5	7.2	7.9	8.2	7.8	8	8.3	8.5	7.4	7.4	8.1	7.5	6.7	7.8	8.1	8.7	7.9	8.5	7.9
			5	8.9	7.9	8	8.3	8.6	8.1	8.3	8.7	8.6	8.5	9.1	9.1	8.8	9.2	7.4	8.5	8.1	9	8.8	8.6	8.0
			6	7.1	6.5	7.3	7	7.7	8.9	7.3	7.3	8.1	7.3	9.6	8.7	8.7	7.5	8.5	8.9	7	7.1	6.9	7	7.4
			7	8.7	7.5	7.9	7.4	8.0	8.3	8.5	8.5	6.8	8.8	7.1	6.8	8.8	8	7.3	7.4	7.6	7.2	6.8	7.3	7.3
			8	8.9	7.4	8.1	7.5	7.3	8.1	7.7	7.7	8.3	7.8	6	6.7	7.9	6.9	7	7.9	8.2	8.5	8	8.2	7.5
			8	7.4	7.8	8.2	7.8	8.9	8.3	8.4	8.5	7.2	7.7	7.3	7.4	9.4	7.8	8.8	9.7	8	8.4	8.2	8.5	7.8
			100	7.5	8	7.8	7.8	7.7	8.4	7.1	7.1	7.0	7	7.3	7.3	8.3	7.8	8	8.1	7.8	7.6	7.3	7.6	7.6
			106	7.3	8.2	8.5	8.1	7.5	8.8	8.2	7.9	6.9	8.8	7.2	7	8.8	8.8	8	8.5	8.5	8.2	8.3	8.1	7.9
			11	7.8	8.3	8.6	8.2	8.2	8.1	8.3	8.2	8	9	9.1	8.4	8.1	8.4	8.1	8.5	8.9	8.6	8.2	8.1	8.4
12	8.5	7.8	7.7	8	8	8.2	8.1	6.8	8.4	8.4	8.5	8.4	5.3	8.3	8.9	7	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1			

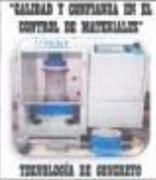


**GEO TEST V S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA  
 VÍA TACNA - SUR VÍA EL SULCARAY  
 ESP. N° 87002  
 JORE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
<b>CODIGO</b>	F-27-02-03-020
<b>VERSION</b>	1
<b>FECHA</b>	Octubre - 2023
<b>PAGINAL</b>	37

OBRA : EVALUACION DE LA COCERON REAL DEL PUENTE COMPLEJO (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION JUNIN 2023)

TIPO DE OBRA : OBRAS DE REPARACION Y MANTENIMIENTO  
 MATERIAL : VARECA SANCOS JUNIN ORTELLOS  
 NORMA : NBR 17090 - 2024  
 EQUIPO DE INSPECCION : POSICION 6603-FIB-00934-18-03  
 COMPONENTE : VIGA PRINCIPAL, MARGEN, EQUJERDO

REFERENCIA : ET-PT-10-00-REV 1  
 EMISSION NOMINAL : 2.3 mm  
 EMISSION REAL : 2.5 mm  
 DIMENSIONES : 1.08 x 0.75 m

ITEM	CODIGO	ESPEJOR (en in)										CALIF.								
		SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10									
1	VT10-PT102	1	2.1	2.2	2	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2.3	2.4	2.3	2.4	2.1	2.2	2.2	2.5		
		2	2.7	2.5	2.8	2.7	3.1	2.8	2.5	2.8	2.8	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	3		2.9	
		3	3.3	3.1	3.2	3.2	3.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1		3.1	
		4	3.2	3.3	3	3.2	3.2	3.1	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3	3.2	3.1		3.1	
		5	2.8	2.7	2.6	2.7	2.9	3.1	2.9	3	2.6	2.8	3	3.1	2.9	2.6	2.7		2.6	
		6	2.3	2.2	2.2	2.2	1.9	2.1	2.0	2.2	2.3	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.4		2.1	2.2
		7	2.5	2.7	2.5	2.6	2.7	2.6	2.5	2.6	2.4	2.5	2.7	2.5	2.6	2.6	2.5		2.6	
		8	2.2	2.1	2	2.1	2.4	2.1	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1		2.1	
		9	2.9	2.7	2.8	2.8	3	2.9	3.1	3	2.9	3.0	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9		3	
		10	3.3	3	3.1	3.1	3.2	3	3.1	3.3	3.4	3.3	3.3	3.2	3	3.2	3.1		3.2	
		10b	3	3.3	3.2	3.2	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3.2	3.1	3	3.2	3.1	3		3.1	
		11	2.7	2.8	2.7	2.7	2.9	2.6	3	2.8	2.7	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9		2.9	
		12	2.3	2.1	2.4	2.3	2.4	2.6	2.5	2.5	2.2	2	2	2.1	2.2	2	2.1		2.4	
		13	2.4	2.6	2.5	2.5	2.6	2.2	2	2	2.1	2.1	2.2	2	2	2.1	2.4		2.3	
		14	2.4	2.6	2.5	2.5	2.6	2.2	2	2	2.1	2.1	2.2	2	2	2.1	2.4		2.3	
15	2.4	2.6	2.5	2.5	2.6	2.2	2	2	2.1	2.1	2.2	2	2	2.1	2.4	2.3				



**GEO TEST V S.A.C.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA  
 AV. HUANCA BAY VIEJO SUCARAY  
 C/P. 101 281 312  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

**GEO TEST V S.A.C.**

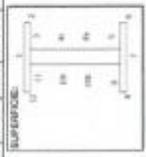


<b>FORMATO</b>	
CODIGO:	F-27-00-24-504
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	36

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUEIRO (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION ARA 2020)  
 LOCALIDAD: OVIANGA TLUEDA MARI-CORTE  
 TALLER: DINGOS JUAN CARLOS  
 PINTURA: SEQUEDA CARPA - JET MASTIC 800  
 CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004  
 EQUIPO DE INSPECCION: POSICION 8000-FIN-0084-18-03  
 COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL MARGEN COBERTO

REFERENCIA:  
 ESPECIFICACION MINIMAL  
 ESPECIFICACION REAL  
 DIMENSIONES  
 1.36 x 0.75 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.									
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12										
1	VITRUFIBRO	1	8.4	8.7	7.5	8.5	7.8	6.9	8.1	7.6	8	7.2	6.9	7.5	7.4	7.8	8.1	7.8	7.2	7.5	7.8	7.8	7.6	
		2	8.8	7.8	7.8	8.1	8.7	7.6	7.9	8.1	8.2	7.8	8	7.7	8.1	7.6	7.8	7.1	7.6	7.5	7.9	7.5	7.9	
		4	9	8.2	9	8.9	8.3	8.4	8.0	8.8	8.1	9	8.3	8.4	8	8.3	8.0	8.4	8	8.0	8.4	8.0	8.7	8.7
		4b	8.3	8.8	7.4	7.5	7.1	8.8	7	8.2	8	7.8	8	7.8	7.4	7.7	7.6	7.6	7.9	8	7.8	7.8	7.8	7.8
		5	8.6	9.3	8.1	8.1	9	8.2	8.7	9	8.8	8.2	8.9	8.7	8.4	9.2	9	8.5	8.2	8.8	8.8	8	8.9	8.9
		6	9.1	7.3	8.6	8.7	7.8	9	8.8	8.3	8.2	8	7.9	8	8.8	8.1	8.3	8.7	8.2	8.1	8.4	8.2	8.4	8.4
		7	6.6	6.8	7.1	6.8	6.5	6.5	7	6.0	6.6	6.8	6.8	6.8	7.1	6.5	6.6	6.7	6.2	6.1	6.5	6.3	6.6	6.6
		8	6.2	6.3	6	6.2	7.1	6.5	6.3	6.6	6	6.4	6.1	6.2	6	6.7	6.2	6.3	6.4	6.3	6.2	6.3	6.3	6.3
		8	7.2	7.8	7.5	7.4	7	7.4	7.1	7.2	7.3	7.3	7.5	7.3	7.2	7.7	8.0	7.3	7.1	7.6	7.6	7.4	7.3	7.3
		10b	7.6	7.7	7.3	7.5	7.6	7.9	7	7.6	7.9	7	7.6	7.2	7.4	7.1	7.8	7.8	7.6	7.7	7.6	7.6	7.6	7.6
		10c	8.9	7	7.2	7	7.4	7	7.2	7.2	6.9	7.3	7.5	7.2	7.2	7.6	7.7	7.5	7.1	7.8	7.3	7.4	7.3	7.3
		11	8	8.3	9.1	8.7	8.4	8.6	8.1	8.4	9.2	9	8.9	9	8.7	8.4	8.8	8.0	8.6	9.1	8.5	8.7	8.7	8.7
12	8.4	7.1	8.5	7.3	8.6	7.4	6.7	6.8	6.7	6.4	6.5	6.3	6.8	6.3	6.2	6.4	6	6.2	5.4	6.2	6.5	6.5		



GEO TEST V S.A.C. LABORATORIO  
 ING. JUAN JERRY VELIZ SANCHEZ  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

**Geo TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>		CODIGO: F-27-00-01-SCN
<b>MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS</b>		VERSION: 1
		FECHA: Octubre - 2020
		PAGINA: 29

ORIGEN: EVALUACIÓN DE LA DOMICIÓN REAL DEL PAVIMENTO COMPLETO (DESPUES DE SU REHABILITACION) REGION JUNIN 2020

TESTEAS: CRISTINA TUBIDA MIRALORE  
VARGAS RAMOS JUAN CARLOS

PINTURA: SIGILADA OXPA -JET ZNC(18%)

CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: POSICIONADOR 6000-FN6-099-475-03

COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL-MANCIÓN EQUIPADO

REFERENCIA: ET-PC-132-03-REV.1

ESPECIMENES: 2-3 HRS

ESPEZOR REAL: 2-5 HRS

DIMENSIONES: 1.00 X 0.30 HRS

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.									
			SECCION 1	FROM. 1	SECCION 2	FROM. 2	SECCION 3	FROM. 3	SECCION 4	FROM. 4	SECCION 5	FROM. 5	P.P.	P.V.										
1	VIGAS PRINCIPAL	SUPERFICIE	1	2.3	2.1	2.0	2.2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.2	2.2	2.2	2.5	2.6	2.4	2.3	2.0	2.5	2.0	2.4		
			2	2.6	3	2.8	2.6	3	2.8	2.9	3	2.9	2.7	2.9	3.1	3	2.8	3	2.8	2.8	3	2.0	2.6	
			3	3.1	2.9	2.8	2.9	3.1	3.3	3	3.1	3.3	3.2	3.2	2.9	3.1	2.8	2.8	3.2	3.1	3	3.1	3.1	
			4	2.8	3	2.7	2.8	3.1	2.9	2	2.7	3.2	3	3.1	3.1	2.8	2.9	2.7	2.8	3	3.2	3.1	3.1	2.8
			5	2.9	3	2.8	2.9	2.9	2.8	3	2.9	3	2.9	3.1	3	2.8	2.9	3	2.9	3.1	2.9	3	3	2.9
			6	2.3	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.5	2.4	2.4	2.5	2.3	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5	2.5	2.4	2.6	2.5	2.4
			7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.7	2.5	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6
			8	2.5	2.3	2.0	2.6	2.5	2.4	2.5	2.4	1.9	2.3	2.5	2.2	2.3	2.2	2.2	2	2	2.1	2.1	2.1	2.3
			9	2.6	2.9	2.7	2.7	3	3.7	3.0	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.8	3.1	3	3	2.8	2.9	3	3.0	2.8
			10	2.6	2.9	2.9	2.8	2.5	2.0	3.1	2.7	3	3.2	3.1	3.1	3	2.9	2.9	2.9	3.2	3	3.2	3.1	2.9
			11	2.9	2.7	3	2.8	3	3.2	3.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	2.9	2.7	2.8	2.8	3.2	3.1	3	3.1	3
			12	2.4	2.5	2.8	2.4	2.5	2.6	2.5	2.5	2.6	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.6	2.4	2.4	2.5	2.6	2.5	2.5



**Geo TEST V S.A.C.**
  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA
   
 ING. JUAN JERRY VALDEZ SULCARAY
   
 CIP N° 247312
   
 AV. DE LA LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
CODIGO	F-27-02-01-50H
VERSION	1
FECHA	Octubre - 2000
PAGINA	40

**MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

OBRA : EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNITARIO (ESPESORES DE SU REHABILITACION REGION ANAHE 2000)

TESTEAS : OMBINGA TEJEDA MARY ORTIZ  
YARDANI DOMINGUEZ JUAN CARLOS

PROYECTO : SEGURIDAD CARIN - JET MAISTIC 300

CRITERIO DE ACEPTACION : NORMA ASTM C 1424

EQUIPO DE INSPECCION : PORTULACION 6000-FEG-0059-416-03

COMPONENTE : VIGA PRINCIPAL INTERIOR CUBIERTO

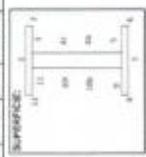
REFERENCIA : DT-PS-02-03-REV.1

ESPESOR NOMINAL : 5.0 mm

ESPESOR REAL : 7.9 mm

DIMENSIONES : 1.36 x 0.30 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.									
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12										
1	VIGAS PRINCIPALES	1	7.2	7.4	7.1	7.5	7.6	7.9	8	7.8	7.8	8.4	7.5	7.9	7.5	8.2	7.8	7.9	8.2	7.8	8	7.9	8	
		2	8.3	8.5	9	8.6	8.2	7.8	7.3	7.7	8.7	8.4	7.9	7.7	7.8	8.2	8	8.3	8.5	7.8	7.8	7.9	8	
		3	7.4	7	7.2	7.2	6.9	7.3	7.1	7.1	8.2	8	7.6	7.5	8.3	7.9	8.0	8.3	7.9	8.1	8	8	7.7	8
		4	7.4	8.1	7.9	7.8	8.1	8	7.7	7.9	8.7	8.1	7.8	8.2	7.8	8.4	8.9	8.4	8.3	7.9	7.7	8.1	8	8
		5	8.1	7.7	7.9	7.8	7.2	7.3	7	7.2	8.1	8	8.6	7.6	7.9	8.3	8.1	8.1	8.3	8.1	8	8.1	7.9	8
		6	7.2	7.4	6.9	7.1	8.3	8.6	9.3	9.1	8	9.1	9	8.7	7.6	8.1	8.3	8	8.1	8.5	8.4	8.3	7.9	7.9
		7	8.9	7	7.1	7	7.2	7.5	6.9	7.2	8	8.8	8.8	8.8	8.8	7.2	8.2	7.8	7.7	8.5	8.0	7	8.7	7.5
		8	7.2	7.6	7.3	7.8	7.6	7.6	7.9	7.7	9.3	8.9	8.8	8	8.9	7.2	7.3	7.1	7.1	7	6.8	6.5	6.9	7.6
		9	7.2	8	7.8	7.8	8.4	8.7	10	9.4	8.5	7.9	8.9	8.4	7	7.4	7.7	7.2	8.1	8	8.2	8.1	8	8.3
		10	7.5	8.1	7.9	7.8	8.1	8	8.6	8.6	6.9	9.5	9	8.6	8.4	8.9	7	8.4	8.2	7.9	8	8	8.1	8.1
		11	8.2	7.7	7.9	7.8	8.9	7.2	8.8	7.8	7.8	8.1	8.9	8.6	7.6	7.8	7.1	7.4	6.8	7.3	7.6	7.2	7.6	7.6
		12	7.6	7.4	7.1	7.4	8.1	8.7	8.2	8.3	9.1	9.2	9	9.1	7.4	8.1	7.8	7.8	7.8	8.3	8.4	8.2	8.1	8.1



**GEO TEST V S.A.C.**
  
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
   
 ING. ISAK JERRY VILLO SALCÁRAY
   
 C.R. # 247312
   
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**

"CALIDAD Y GARANTÍA EN EL CONTROL DE MATERIAS"



TECNOLOGÍA DE CONCRETO

<b>FORMATO</b>	
CODIGO:	F-37/CO-01-SCM
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2009
PAGINA:	41

**MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS**

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMANRO (DESPUES DE SU REPARACION, REGION AJARA, 2008)

TESTISTAS: CHANCA TELERA MERY OBE  
VARGAS RAMOS JUAN CARLOS

PINTURA: PINTURA CARB. -JET ZINC-1880

CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA ISOPC PA2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: PROYECTOR 6000-INS-2060-416-03

COMPONENTE: VIGA PREPARACION DOBLETE

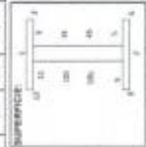
INSPECCION: ET-PT-192-03-REV 1

ESPESOR NOMINAL: 2.0 mm

ESPESOR REAL: 2.7 mm

DISTRIBUCIONES: 1.38 x 0.375 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)										CALIF.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10											
1	VTM-PT102		1	2.8	2.8	2.8	3.0	2.7	2.6	2.9	2.8	2.7	3.1	2.8	3.2	3.1	2.8	2.6	3.0	2.8	2.8	AC	
			2	2.8	2.7	2.6	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7		2.7
			3	2.8	2.7	2.6	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7		2.7
			4	2.7	2.7	2.6	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7		2.7
			5	2.7	2.7	2.6	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7		2.7
			6	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	2.7	2.8	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7		2.7
			7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.7	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6	2.7	2.6		2.6
			8	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	2.7	2.8	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7		2.7
			9	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	2.7	2.8	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7		2.7
			10	2.7	2.7	2.6	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7		2.7
			11	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	2.7	2.8	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7		2.7
			12	2.7	2.6	2.4	2.6	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4	2.4	2.3	2.4	2.3		2.3



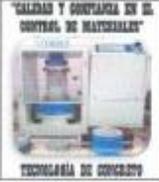
GEO TEST V S.A.C.
   
 CALIDAD Y GARANTIA EN EL CONTROL DE MATERIAS
   
 ING. FAYE VILLALBA SANCHEZ
   
 ING. FAYE VILLALBA SANCHEZ
   
 ING. FAYE VILLALBA SANCHEZ
   
 JEFE DE LABORATORIO





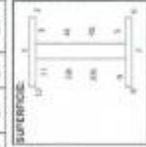
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**Geo TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
CODIGO:	F-27-00-01-BOH
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	40

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALC.							
			SECCION 1	PROM 1	SECCION 2	PROM 2	SECCION 3	PROM 3	SECCION 4	PROM 4	SECCION 5	PROM 5	P.P.	P.Y.								
1	VT/PT/150	1	2.4	2.8	2.4	2.5	2.4	2.7	2.6	2.1	2.3	2.1	2.4	2.2	2.1	2.3	2.1	2.3				
		2	3.1	2.9	2.8	2.9	2.7	2.8	2.9	2.8	3	2.9	3	2.8	2.0	2.0	3.1	2.0	3	2.8		
		3	3.1	3.2	3.3	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.1	
		4	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.1	
		5	2.8	2.9	2.7	2.8	2.7	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	2.8	2.9	2.8	3	2.9	3	2.9	3	2.9	
		6	2.6	2.8	2.9	2.8	2.5	2.9	2.4	2.6	2.6	2.7	2.5	2.6	2.5	2.2	2.3	1.8	2.3	2.2	2.5	2.5
		7	2.4	2.6	2.1	2.4	2.6	2.4	2.3	2.4	2.5	2.8	2.4	2.6	2.7	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.8	2.5
		8	2.1	2	2.5	2.2	2.2	2	2.1	2.1	2	2.3	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.4	2.1	2.2	2.2
		9	2.6	2.9	2.7	2.8	2.8	2.9	2.8	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	3	3	2.9	3.1	3	2.9
		10	3	3.2	3.1	3.1	3.2	3	3.1	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3	3.1	3.1
		11	2.8	2.9	3	2.9	3	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	2	2.8	3	3.2	3.1	3.1	3.2	3	3.1	3.1
		12	2.5	2.7	2.6	2.6	2.5	2.8	2.6	2.7	2.6	2.9	2.7	2.8	2.8	2.4	2.7	2.6	2.7	2.7	2.7	2.6



  
**JERRY VELIZ MUCARKY**  
 Ing. Civil  
 Director de Laboratorio





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**



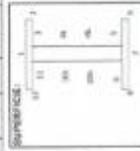
<b>FORMATO</b>	
<b>MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS</b>	
CODIGO: F-27-02-01-01-01 VERSION: 1 FECHA: Octubre - 2020 PAGINA: 43	

OBRA : EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMNERO (DORSAL DE SU REFINABILITACION, REGION LIMA 2003)

TEBISTAS : ONICA TELESIA MARICORT  
 VARIOS RUMOS JARRIGORLOS  
 PINTURA : PRIMERA CAPA - JET ZINC/ALBOS  
 CRITERIO DE ACEPTACION : NORMA - ASTM F154 - 2004  
 EQUIPO DE INSPECCION : POSICIONADOR 6000-F166-009-418-33  
 COMPONENTE : VIDA PROYECTAL MARCON COBREPPO

REFERENCIA : ET-FE-102-03-REV.1  
 ESPESOR NOMINAL : 2-3 mm  
 ESPESOR REAL : 2-6 mm  
 DIMENSIONES : 1.00 x 3.17 (1)

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALZ.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VITRINFIL		1	2.4	2.6	2.5	2.5	2.3	2.3	2.6	2.4	2.5	2.6	2.7	2.4	2.6	2.3	2.5	2.6	2.5	2.5				
			2	2.8	2.8	3	2.9	3.2	3.1	3	3.1	2.6	2.4	2.5	2.3	2.5	2.6	2.6	3	2.7	2.8	2.8			
			3	3.1	3.5	3	3.2	3.3	3.1	3	3.2	3.3	3.1	3.2	3	3.2	3.3	3.2	3	3.2	3.2	3.2			
			4	3.1	3.5	3	3.2	3.3	3.1	3	3.2	3.3	3.1	3.1	3.1	3	3.2	3	3.1	3.1	3.1	3.1			
			5	3	3.1	3.9	3	3.1	3	3.2	3.1	2.9	2.8	2.9	2.9	3	3.1	3.3	3.1	3	3.1	3.2	3.1		
			6	2.8	2.9	2.9	2.9	3.0	2.7	2.8	2.8	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.7	2.3	2.5	2.7	2.7		
			7	2.8	2.8	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.8	2.7	2.8	2.1	2.5	2.9	2.9	2.7	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7		
			8	2.3	2.4	2.5	2.4	2.6	2.4	2.8	2.6	2.5	2.5	2.8	2.6	2.3	2.6	2.2	2.4	2.5	2.1	2.5	2.4		
			9	3.3	3	2.9	3.1	3	2.7	3.8	3.8	3.7	3	3.3	2.7	2.3	2.6	2.9	2.6	2.5	2.6	2.7	2.8		
			10	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3	3.2	3.2	3.3	3.1	3.2	3.3	3.2	2.6	2.7	2.9	2.7		
			11	3	2.9	3	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	3.1	3	3.1	3	3.1	3.0	3	3.1	3.2	3.1	3.1		
			12	2.8	2.5	2.7	2.6	2.5	2.4	2.8	2.5	2.4	2.6	2.4	2.5	2.5	2.5	2.7	2.3	2.8	2.4	2.6	2.5		

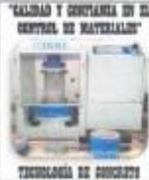


GEO TEST V S.A.C.  
 WWW.GEOTESTV.COM.PE/INTERSALDA  
 MAX JERRY VELIZ GULCARAY  
 C.R. N° 247212  
 EL LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

**GEO TEST V S.A.C.**



<b>FORMATO</b>	
<b>CODIGO:</b>	P-27-02-04-0308
<b>VERSION:</b>	1
<b>FECHA:</b>	Octubre - 2020
<b>PAGINA:</b>	06

OBRA : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUNTE COMUNERO (ESPRES) DE SU REPARACIÓN, REGIÓN JUNO 2020

TESTISTAS : CHINCA TEBEDA WERY ORTIZ  
VALDES RAMOS JUAN CARLOS

PINTURA : SECURIA DATA - JET WASTIC 303

CENTRO DE ACREDITACION : NORMA ISO/IEC 17025 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION : FORTIFICOR 6003-INS-0059-416-03

COMPONENTE : VIGA PRINCIPAL - MARGEN DERECHO

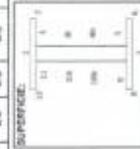
REFERENCIA : EP-PT-10-03-VEU-1

ESPESOR NOMINAL : 5.8 mm

ESPESOR REAL : 8.0 mm

DIMENSIONES : 1.26 x 9.17 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VT10-PT102	1	7.8	8.2	7.4	7.8	8.0	7.9	8	7.6	8.4	6	6.1	6.9	7	6.9	7.8	7.2	7.4	7.8	7.2	7.4	7.4	7.4	
		2	7.6	8.5	8.3	8.2	7.6	8.7	7.5	7.3	8.2	8.1	7.6	8	7.1	8.1	8.2	7.8	7.8	8	7.2	7.2	7.2	7.9	
		3	7.4	9.3	8.2	8.3	7.8	8.2	8.4	8	8.2	7.3	8	7.9	7.8	7.6	8.9	7.4	8.1	8.2	7.6	8	8.1	8	7.9
		4	8	8.2	9.1	8.8	7.7	8.7	8.1	8.2	8.5	8.4	8.1	8.7	8	8.2	8.1	8.1	8.2	8.1	8	8.1	8.1	8	8.4
		5	7.7	10	9.8	8.8	8.4	8.5	8.3	8.4	8	8.1	8.2	8.2	8.1	8.5	8.6	8.4	8	8.3	8.1	8	8.3	8.4	8.4
		6	8.2	8.2	8.4	8.5	7.6	8	8.3	7.3	7.4	7.8	8.0	7.3	7.9	10.0	9.2	11.7	7.8	6.4	7.8	6.4	7.8	7.3	7.7
		7	7.2	8.9	8.7	8.9	7	9	8.7	8.2	7.5	8.8	7	7.1	8.7	8.9	7.2	7.6	8.2	8.6	8.7	7.8	7.4	7.4	8.0
		8	7	8.0	8	8.3	7.9	8.2	8	8.4	7.4	8.3	8.9	8.6	10.1	7.1	7.8	8.3	8.2	7.6	8.6	7.5	7.8	7.8	7.8
		9	8.6	8	7.9	8.2	7.6	8.5	8	8	7.8	8.8	7.6	8.1	8.1	8.6	9.4	8.2	7.8	7.8	7.2	7.8	7.8	8.1	8.1
		10	7.5	7	8.5	7	7.7	8.9	7.9	8.2	7	8.1	7.7	7.7	8.2	8.3	8.1	8.2	8	7.7	7.9	7.9	7.8	7.8	7.8
		11	8	8.2	8.9	8.2	7.9	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	8.2	8	8.1	8.3	8	8.1	7.8	8.4	8.2	8.1	8	8
		12	8.5	8.1	8.1	8.4	7.4	8.9	8	8.1	8	8.1	7.6	7.9	9	8.1	8.5	8.6	8	8.5	8.6	8	8.3	8.3	8.3
		13	8.7	7.9	7.9	8	7.7	9.1	8.2	8.3	7.8	8.8	8.8	7.8	9.2	8.8	8.1	8.6	8.4	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3



**GEO TEST V S.A.C.**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

*[Signature]*  
**MAX JERRY VELIZ SUICARAY**  
CIP N° 24532  
4656 DE LABORATORIO

**ANEXO 8. PANEL FOTOGRÁFICO**

## PANEL FOTOGRÁFICO DE ESTUDIO GEOTECNICO

**TESIS:** EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020

### I. Informe Fotográfico

#### Calicatas



Calicata N°01 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°02 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°03 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°04 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.





Calicata N°05 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°06 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.

## Laboratorio de Suelos



Equipo de trabajo en el laboratorio de suelos



Secado y cuarteo de las muestras de las Calicatas de la margen Izquierda



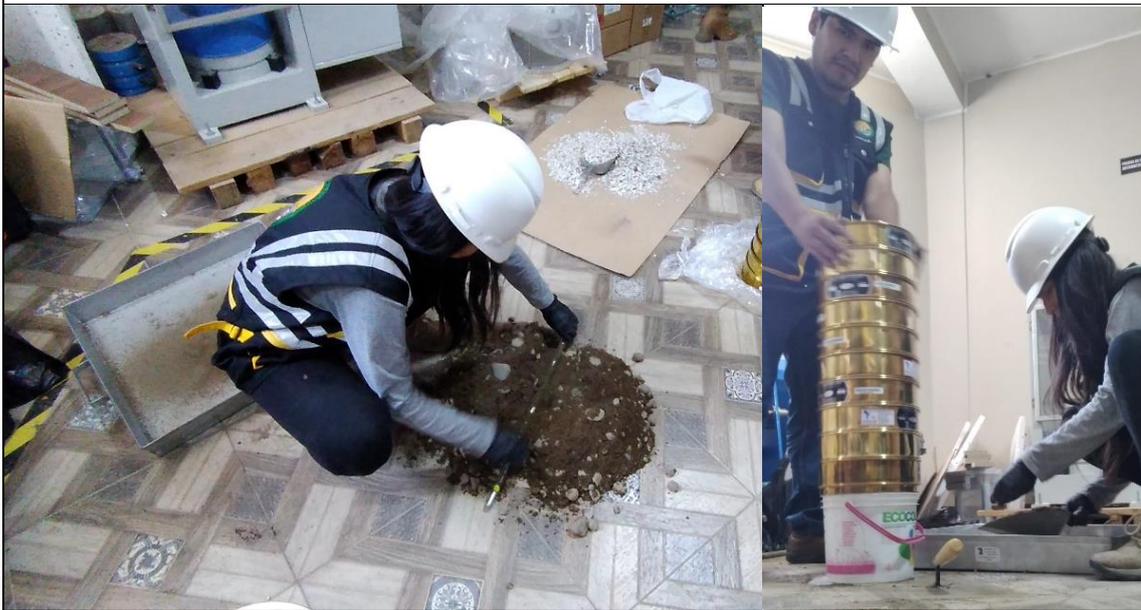
Ensayo de Granulometría y separación de las muestras según tamiz.



Pasantes separados del Tamiz 1 ½ hasta Tamiz N°4 y Pasantes separados del Tamiz 8 hasta Tamiz N°200



Tomando datos de los pesos parciales retenido en cada tamiz de las muestras de la margen izquierda.



Cuarteo y granulometría de las muestras de las Calicatas de la margen Derecha



Pasantes separados del Tamiz 1 ½ hasta Tamiz N°4



Pasantes separados del Tamiz 8 hasta Tamiz N°200



Tomando datos de los pesos parciales retenido en cada tamiz de las muestras de la margen derecha

## PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

**TESIS:** EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE  
COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN  
JUNÍN 2020

### I. Informe Fotográfico

#### Tratamiento de Fisuras en la Parte Inferior de la Losa



Toma de datos del esclerómetro en el estribo de la margen izquierda.



Toma de datos del esclerómetro en el pilón de la margen izquierda.



Limpeza en el área y toma de dato del esclerómetro en el estribo de la margen derecha.



Toma de datos del esclerómetro en el pilón de la margen derecha.



Toma de datos del esclerómetro en los pilones en la parte superior de la losa

**PANEL FOTOGRÁFICO DE LA MEDICIÓN DEL ESPESOR DE PINTURA**

**TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020**

**I. Informe Fotográfico**

**Medición de Espesor de Pintura**



La medición de espesores de pintura con el equipo de inspección POSITECTOR 6000, se realizó en las vigas transversal y longitudinales del puente Comunero I.

**PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS FISURAS ANTES DE LA REHABILITACIÓN DEL PUENTE COMUNERO I**

**TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020**

**I. Informe Fotográfico**

**Tratamiento de Fisuras en la Parte Inferior de la Losa**



Las fisuras se encuentran ubicados en áreas cercanas al estribo de la margen derecha del puente.



Fisuras en la parte inferior de la plataforma de la margen derecha del puente



Fisuras en la parte inferior de la plataforma del Puente Comuneros I del tramo central



Fisuras en la parte inferior de la plataforma del Puente Comuneros I del tramo central

## Tratamiento de Fisuras en la Parte Superior de la Losa



Fisuras en la parte superior de la plataforma del tramo central del puente



Fisuras en la parte superior de la plataforma del tramo central del puente.



Fisuras en la parte superior de la plataforma del Puente Comuneros I de la margen izquierda.

### Reforzamiento de la Losa con CFRP

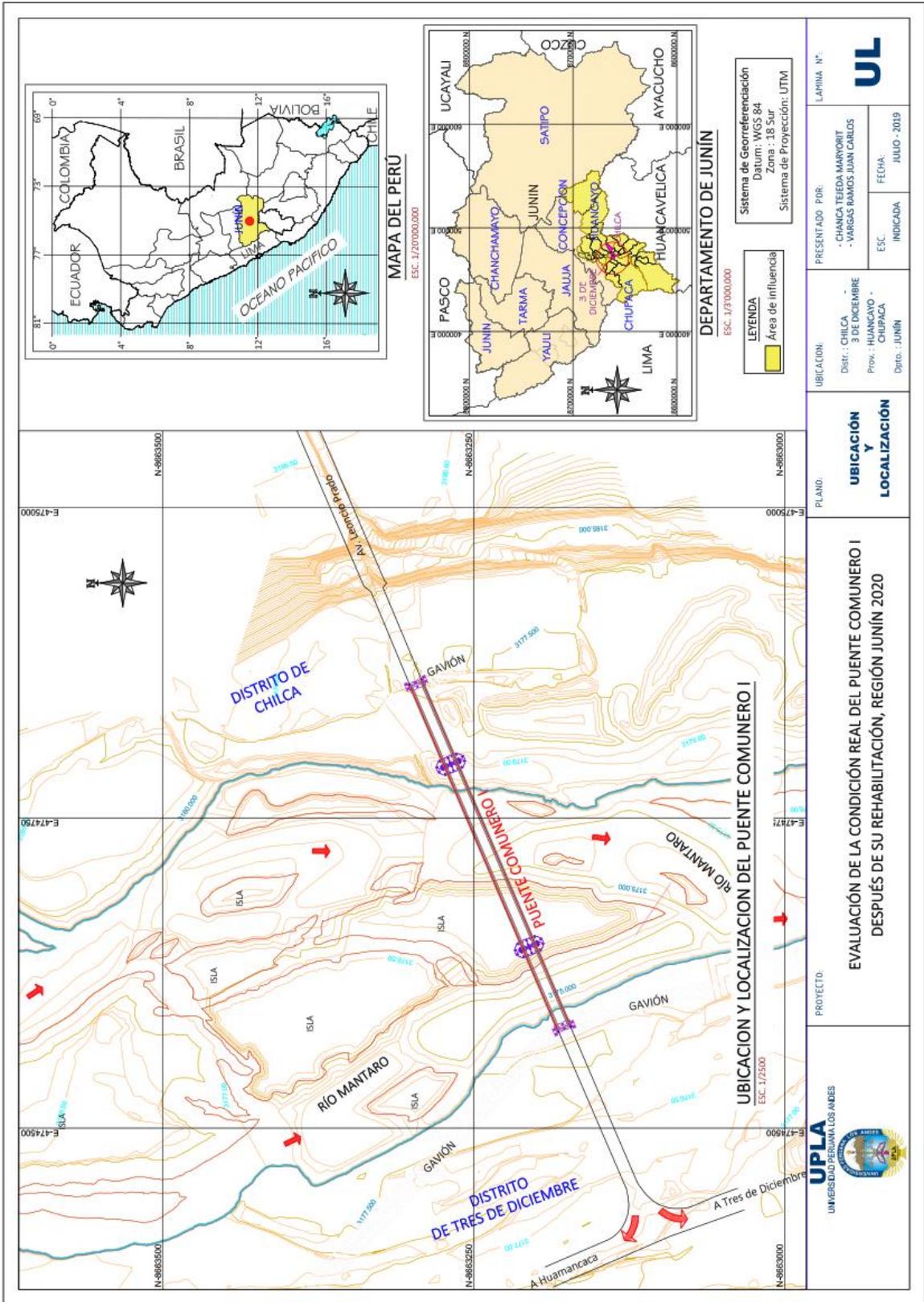


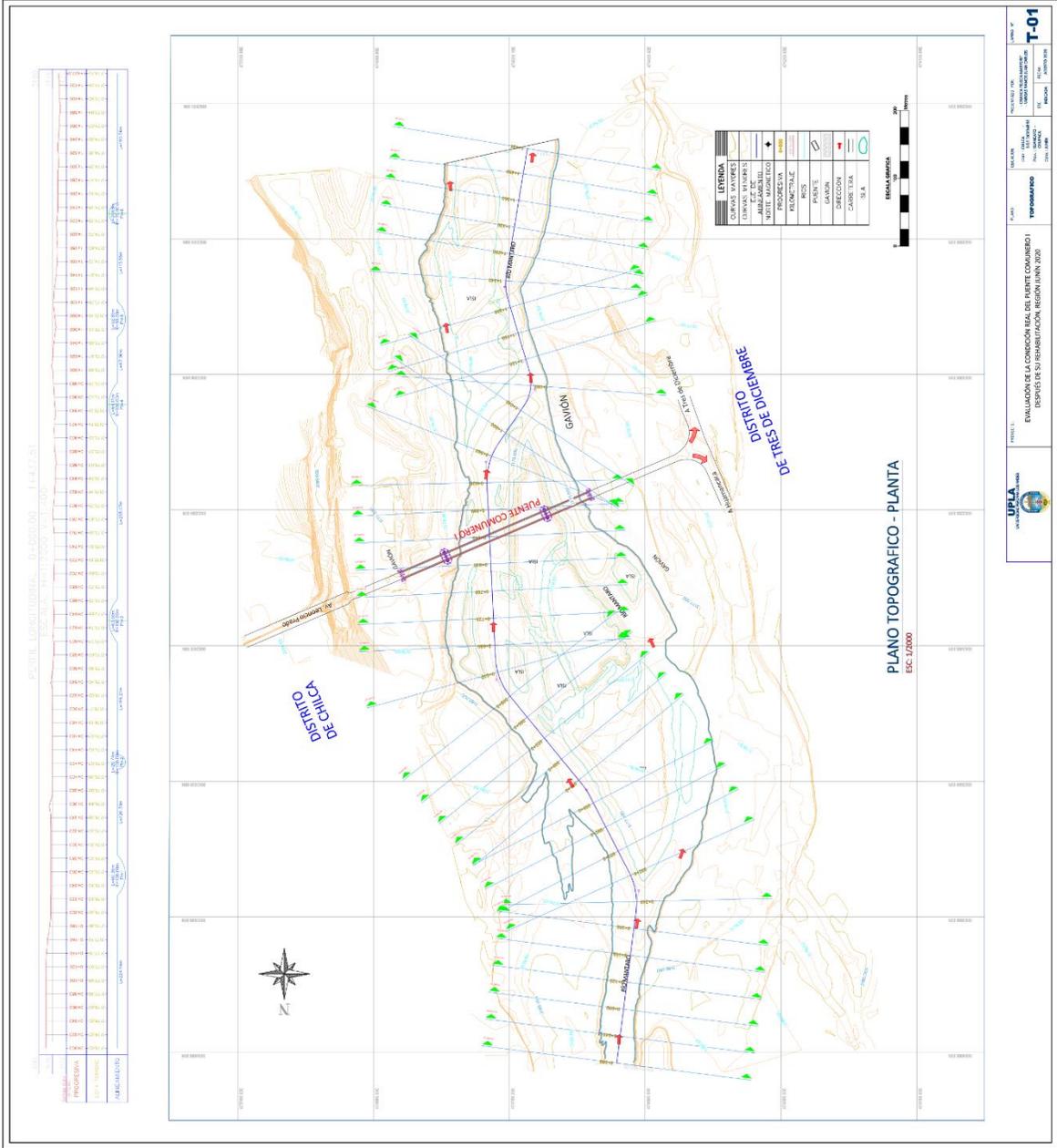
Colocación de la barra de fibra de carbono en la ranura de losa del puente



Lámina de fibra de carbono en la parte inferior de la plataforma del puente.

## **ANEXO 9. PLANOS**





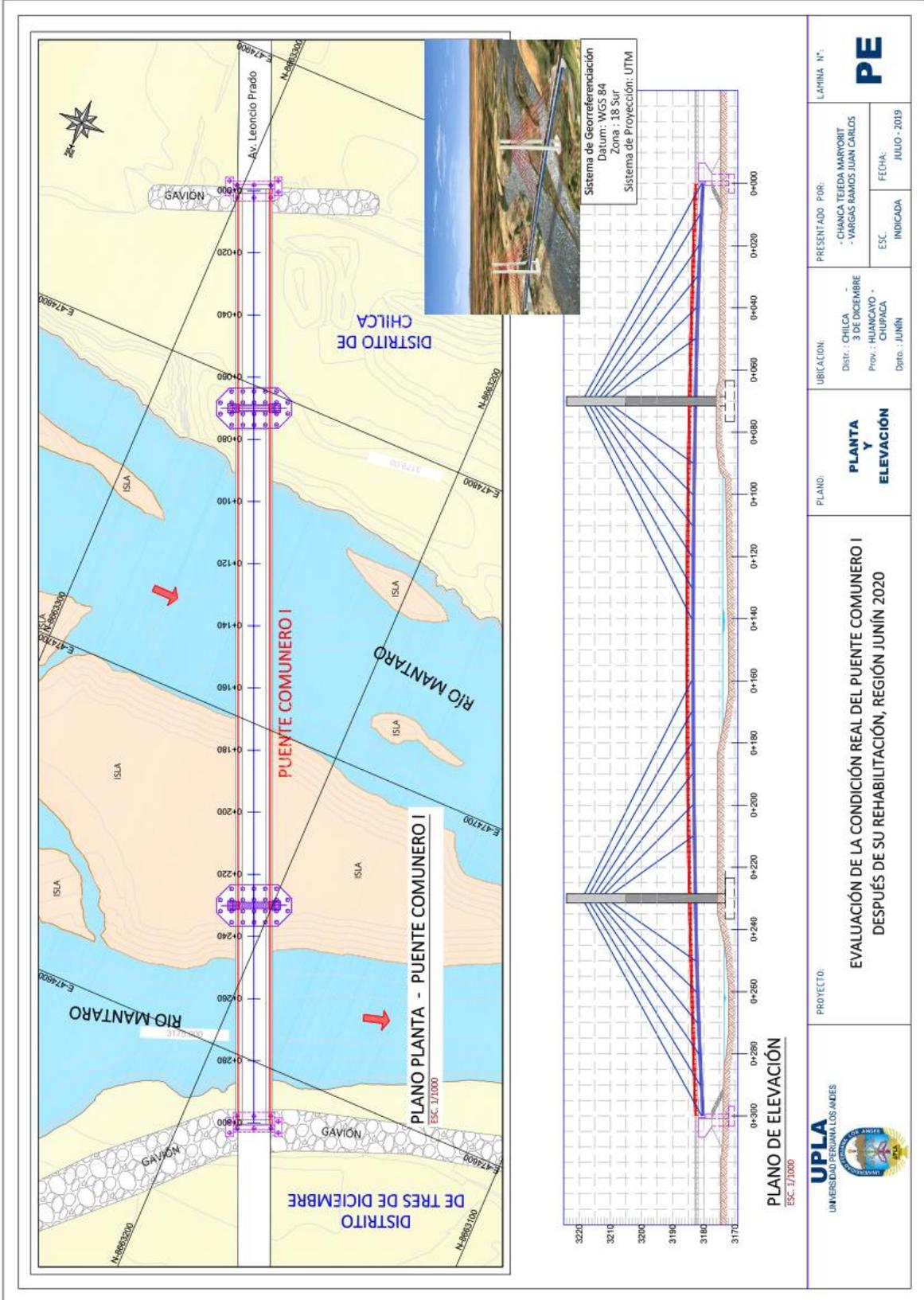


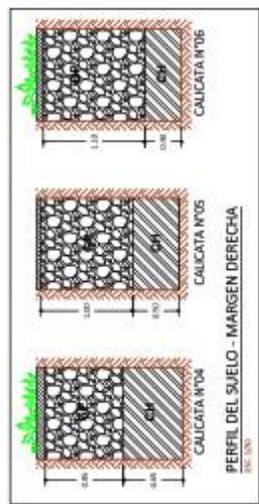
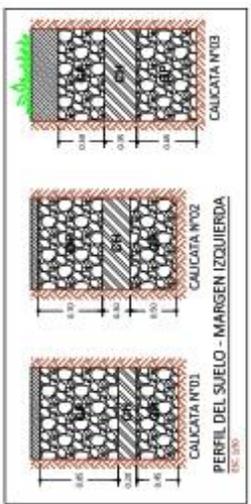
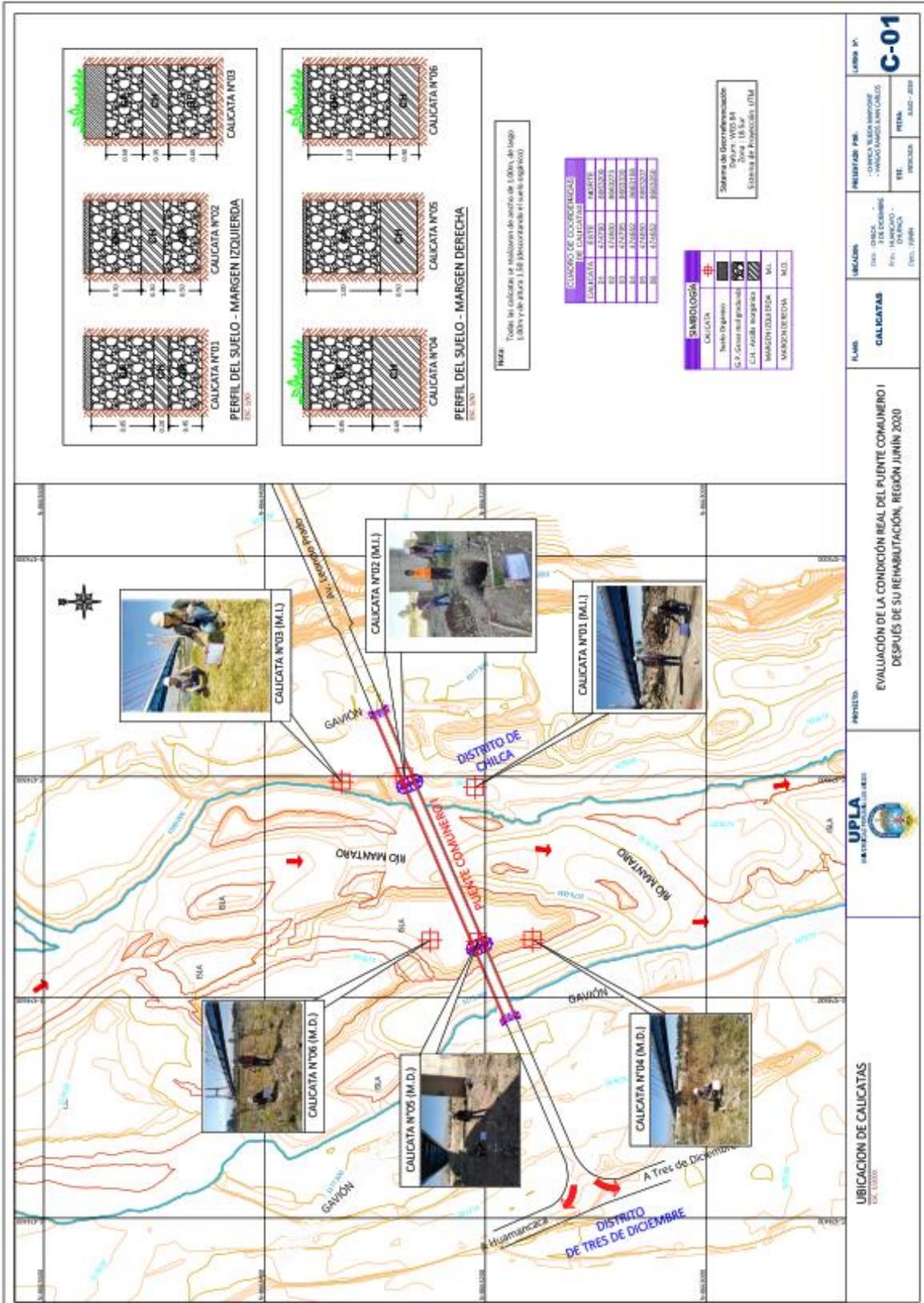
**UPLA**  
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE LA AMÉRICA LATINA  
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
 VENEZUELA

PROYECTO: **RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE COMUNITARIO DESPUÉS DE SU REMEDIACIÓN, REGIÓN JUNNY 2020**  
 REGIONES

AUTORES: **YANIS RAMÍREZ**  
 Ing. en Estructuras  
 Ing. en Estructuras  
 Ing. en Estructuras

TÍTULO: **T-02**  
 FECHA: 2020-2020





**NOTA:** Todas las calicatas se realizaron de acuerdo de 1.00m de largo, 0.05m y de altura 1.50 (horizontalmente el suelo original).

**CUADRO DE COORDENADAS DE CALICATAS**

CALICATA	Easting	Northing
N°01	474207.0	8992270.0
N°02	474207.0	8992270.0
N°03	474207.0	8992270.0
N°04	474207.0	8992270.0
N°05	474207.0	8992270.0
N°06	474207.0	8992270.0

**SIMBOLOGIA**

CALICATA	[Symbol]	CALICATA
Redes Digitales	[Symbol]	Redes Digitales
S.P. Geomorfología	[Symbol]	S.P. Geomorfología
CA. Asfalto regular	[Symbol]	CA. Asfalto regular
MARGEN DERECHA	[Symbol]	MARGEN DERECHA
MARGEN IZQUIERDA	[Symbol]	MARGEN IZQUIERDA
M.D.	[Symbol]	M.D.

Sistema de Georreferenciación  
Proy. UTM 18 S  
Datum: WGS 84  
Escala de Proyección: UTM

**UBRICACION DE CALICATAS**  
FIG. 100

**PROYECTO:** EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMALNERI DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020

**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS AGRARIAS, INGENIERIA EN AGROPECUARIO**

**UBICACION:** Dpto.: JUNIN - DISTRITO: TRES DE DICIEMBRE - PUNTO: HUAMANCAYAS - DISTRITO: HUAMANCAYAS

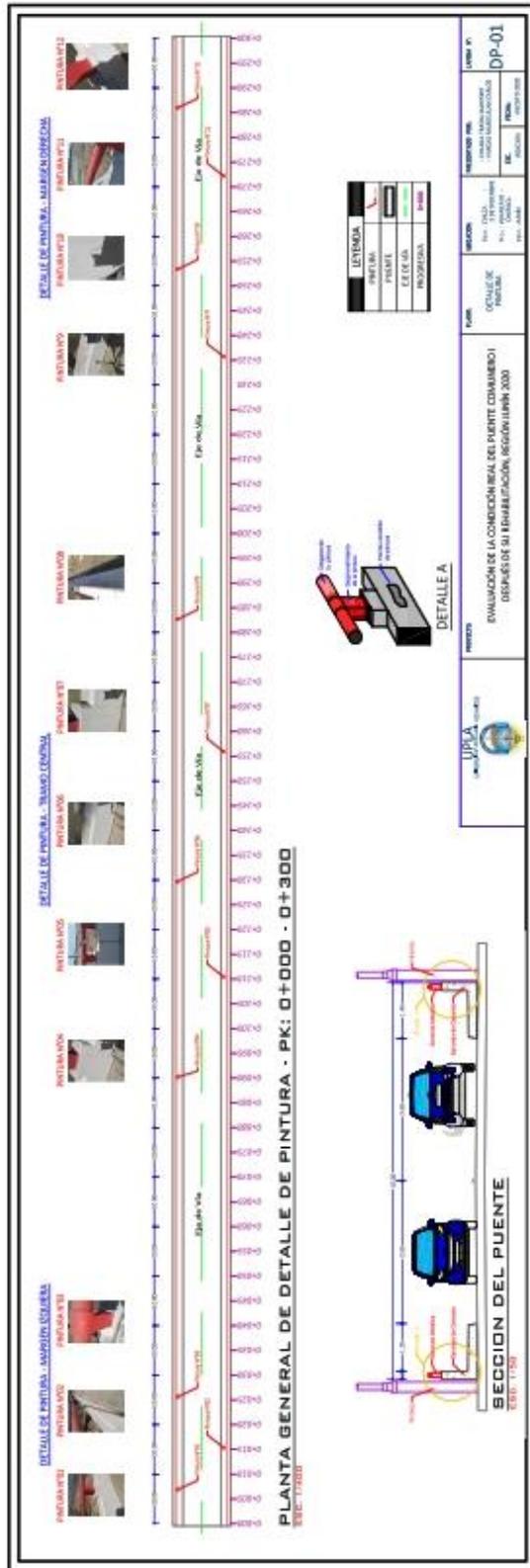
**PLANO:** CALICATAS

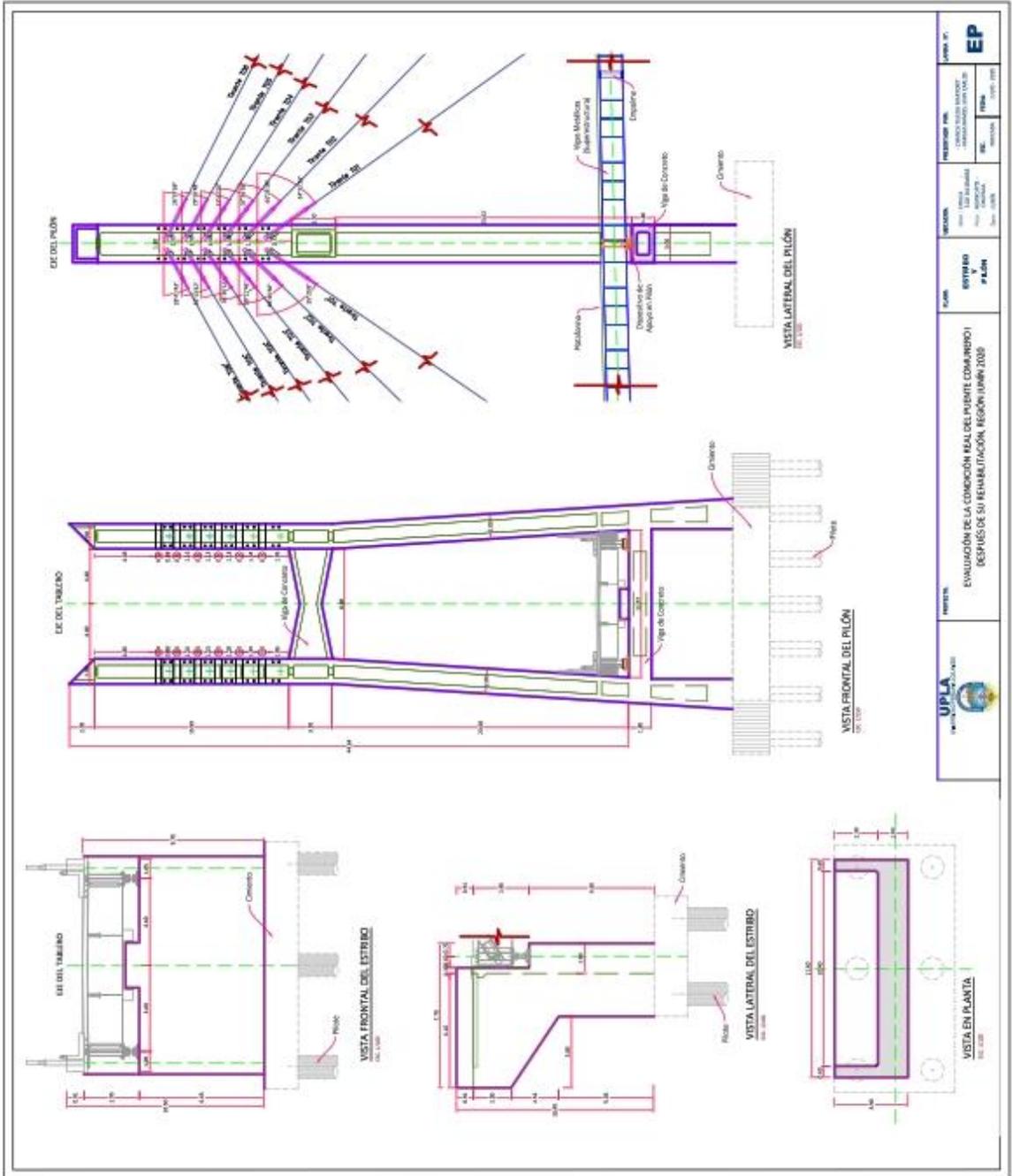
**PRESENTADO POR:** JHONATAN SANCHEZ MORALES - WILSON RAMOS LIMA CALLES

**FECHA:** 2020 - 2020

**LIBRO N°:** C-01







	<b>PROYECTO:</b> EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE (COMARRO) DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, RESOLUCIÓN 2008	<b>PLANO:</b> ESTRIBO Y PILÓN	<b>SECCIONES:</b> DE EL TABLERO DE EL PILÓN	<b>PROYECTISTA:</b> CONSULTORÍA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA S.A.	<b>ESCALA:</b> 1:100
					<b>FECHA:</b> 2010

