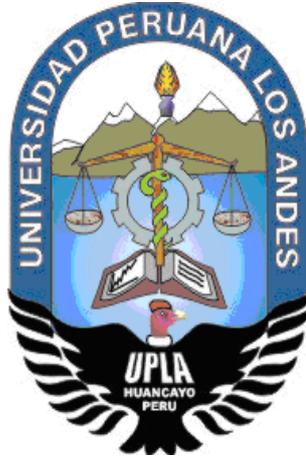


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE  
CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL  
ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL  
PUENTE LA BREÑA**

**PRESENTADO POR:**

Bach. SALAS PALOMINO, Leo Raymond.

**Línea de Investigación Institucional:**

Salud y gestión de la salud.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO CIVIL.

**HUANCAYO – PERÚ**

**2019**



**ASESOR METODOLÓGICO**

Dr. VIERA PERALTA, Deybe Eryn.

**ASESOR TEMÁTICO**

Ing. FABIÁN BRAÑEZ, Alcides Luis.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo es dedicado a mis Padres con amor y gratitud por el esfuerzo e ímpetu de su apoyo; a los asesores, maestros y compañeros que manifestaron su opinión técnica para el desarrollo de la presente investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por brindarnos salud a mí y a mi familia.

A mis Padres, los cuales supieron orientar en el transcurso de mi educación familiar, social y ética.

A la Universidad por otorgar conocimientos que dieron matiz a mi desempeño profesional.

Al Ingeniero Julio Alberto Villalobos Silva especialista de SENAMHI Dz-11 Junín, por su apoyo y orientación en el desarrollo de la presente investigación y también como ejemplo profesional.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

---

DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ  
PRESIDENTE

---

ING. JULIO BUYU NAKANDAKARE SANTANA  
JURADO

---

ING. JEANNELLE SOFIA HERRERA MONTES  
JURADO

---

ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO  
JURADO

---

MG. MIGUEL ÁNGEL, CARLOS CANALES  
SECRETARIO DOCENTE

## ÍNDICE

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>RESUMEN</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xviii
<b>CAPÍTULO I</b> .....	21
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	21
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	<b>21</b>
<b>1.2. Formulación y sistematización del problema</b> .....	<b>23</b>
1.2.1. Problema general.....	23
1.2.2. Problemas específicos.....	23
<b>1.3. Justificación</b> .....	<b>23</b>
1.3.1. Justificación práctica o social.....	23
1.3.2. Justificación metodológica.....	24
<b>1.4. Delimitaciones</b> .....	<b>24</b>
1.4.1. Delimitación espacial.....	24
1.4.2. Delimitación temporal.....	26
1.4.3. Delimitación económica.....	26
<b>1.5. Limitaciones</b> .....	<b>26</b>
1.5.1. Limitación económica.....	26
1.5.2. Limitación tecnológica.....	26
<b>1.6. Objetivos</b> .....	<b>27</b>
1.6.1. Objetivo general.....	27
1.6.2. Objetivos específicos.....	27
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>28</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>28</b>
<b>2.1. Antecedentes de la investigación</b> .....	<b>28</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	28

2.1.2. Antecedentes nacionales.....	33
<b>2.2. Marco conceptual.....</b>	<b>36</b>
2.2.1. Topografía.....	36
2.2.2. Estudio de mecánica de suelos.....	37
2.2.3. Métodos estadísticos para la estimación de caudales.....	37
2.2.4. Tecnología del efecto Doppler.....	40
2.2.5. Perfilador de corriente acústica Doppler M9 (Acustic Doppler Current Profiler ADCP M9-SONTEK).....	42
2.2.6. Hidrología.....	46
2.2.7. Hidráulica.....	46
2.2.8. Socavación.....	46
<b>2.3. Marco normativo.....</b>	<b>47</b>
<b>2.4. Definición de términos.....</b>	<b>48</b>
<b>2.5. Hipótesis.....</b>	<b>54</b>
2.5.1. Hipótesis general.....	54
2.5.2. Hipótesis específicas.....	54
<b>2.6. Variables.....</b>	<b>55</b>
2.6.1. Definición conceptual de las variables.....	55
2.6.2. Definición operacional de las variables.....	55
2.6.3. Operacionalización de las variables.....	56
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>58</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>58</b>
<b>3.1. Método de investigación.....</b>	<b>58</b>
<b>3.2. Tipo de investigación.....</b>	<b>58</b>
<b>3.3. Nivel de investigación.....</b>	<b>58</b>
<b>3.4. Diseño de la Investigación.....</b>	<b>59</b>
<b>3.5. Población y muestra.....</b>	<b>59</b>
3.5.1. Población.....	59
3.5.2. Muestra.....	59
<b>3.6. Técnicas, instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>59</b>
3.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	59
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	60
<b>3.7. Procesamiento de la información.....</b>	<b>60</b>

<b>3.8. Técnica y análisis de datos .....</b>	<b>61</b>
3.8.1. Pre campo .....	61
3.8.2. Campo.....	61
3.8.3. Laboratorio .....	62
3.8.4. Gabinete.....	62
3.8.5. Elaboración de informe.....	62
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>63</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>63</b>
<b>4.1. Medición de la geometría del puente La Breña .....</b>	<b>63</b>
<b>4.2. Levantamiento topográfico.....</b>	<b>69</b>
<b>4.3. Estudio de mecánica de suelos.....</b>	<b>74</b>
<b>4.4. Geología Valle del Mantaro – puente La Breña .....</b>	<b>84</b>
<b>4.5. Recolección de parámetros hidráulicos con tecnología Doppler (ADCP M9).....</b>	<b>85</b>
<b>4.6. Hidrología en el puente La Breña.....</b>	<b>93</b>
<b>4.7. Resultados de socavación producida en estribos del puente La Breña .....</b>	<b>119</b>
<b>4.8. Resultados de cálculo de socavación proyectada en estribos del puente La Breña .....</b>	<b>120</b>
<b>4.9. Resumen de resultados de socavación producida y proyectada ..</b>	<b>146</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>147</b>
<b>DISCUSIÓN RESULTADOS .....</b>	<b>147</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>149</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>150</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>151</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>153</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>154</b>
<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>154</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>157</b>
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>157</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>169</b>
<b>PLANOS M.T.C. – PROVIAS NACIONAL – SUB DIRECCIÓN DE OBRAS DE PUENTES - PLANOTECA .....</b>	<b>169</b>

<b>ANEXO D</b> .....	175
PLANOS 3D – PUENTE LA BREÑA.....	175
<b>ANEXO E</b> .....	178
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS .....	178
<b>ANEXO F</b> .....	195
PLANO GEOLÓGICO.....	195
<b>ANEXO G</b> .....	197
PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE MEDICIÓN CON ADCP M9.....	197
<b>ANEXO H</b> .....	202
DATOS SENAMHI. ....	202
<b>ANEXO I</b> .....	210
PLANO DE CUENCA RÍO MANTANRO .....	210
<b>ANEXO J</b> .....	212
PLANO HIDRÁULICO.....	212
<b>ANEXO K</b> .....	215
REPRESENTACIÓN DE SOCAVACIÓN PRODUCIDA Y PROYECTADA ....	215
<b>ANEXO L</b> .....	217
COTIZACIÓN.....	217

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de Variables. ....	56
Tabla 2: Resumen de puntos topográficos principales. ....	70
Tabla 3: Primer transecto (Batimetría). ....	88
Tabla 4: Segundo transecto (Batimetría). ....	89
Tabla 5: Tercer transecto (Batimetría). ....	90
Tabla 6: Cuarto transecto (Batimetría). ....	91
Tabla 7: Resultado promedio de los parámetros hidráulicos con ADCP M9. ....	92
Tabla 8: Caudal mínimo mensual. ....	95
Tabla 9: Caudal máximo mensual. ....	96
Tabla 10: Caudal promedio mensual. ....	97
Tabla 11: Caudales anuales promedio ordenados de forma ascendente. ....	99
Tabla 12: Valores de la variable tipificada $z_t$ . ....	99
Tabla 13: Caudales ordenados de forma ascendente y asignación de probabilidades. ....	106
Tabla 14: Resultado de caudales para periodos de retorno probabilísticos – Métodos Estadísticos. ....	111
Tabla 15: Valores del coeficiente de rugosidad de Manning ( $n$ ). ....	112
Tabla 16: Resultado de parámetros hidráulicos de caudales para periodos de retorno probabilísticos. ....	117
Tabla 17: Resultados de socavación producida o presentada desde el año 1979 al 2019. ....	119
Tabla 18: Coeficiente de contracción $\mu$ . ....	123
Tabla 19: Valores del coeficiente correctivo $P_a$ . ....	133
Tabla 20: Valores del coeficiente correctivo $P_q$ en función de $Q_1/Q_{NAME}$ . ....	135
Tabla 21: Valores del coeficiente correctivo $P_R$ en $R$ . ....	136
Tabla 22: Resumen socavación proyectada mediante los métodos de Lischtván-Levediev (Socavación General) y Artamonov (Socavación Local). ....	145

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Puentes de la Solidaridad y Allccomachay fallaron por socavación y máxima avenida.....	xix
Figura 2: Puentes Amaybamba y Puyhuán con falla por máxima avenida y socavación.....	xix
Figura 3: Puentes Asca y Chupuro con falla por máxima avenida y socavación. .....	xix
Figura 4: Mapa Departamental de Junín y distrito de la provincia de Huancayo. .....	25
Figura 5: Mapa ruta nacional PE-24.....	25
Figura 6: Comportamiento de onda con emisor estacionario y subsónico.....	41
Figura 7: Comportamiento de onda con emisor sónico y supersónico. ....	41
Figura 8: Perfilador de corriente acústica Doppler M9 (Acoustic Doppler Current Profiler M9 – ADCP M9).....	42
Figura 9: Laptop Rugged marca Gettac (Laptop resistente al intemperismo, golpes, caídas y vibraciones).....	43
Figura 10: Hydroboard modelo II.....	43
Figura 11: PCM, fuente de poder y módulo de transferencia de información. ..	44
Figura 12: Partes del componente ADP (Acoustic Doppler Profiler M9). ....	44
Figura 13: Antena de G.P.S. y de radio.....	45
Figura 14: Manuales técnicos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. .....	48
Figura 15: Sección transversal del puente La Breña. ....	64
Figura 16: Estribos existentes del puente anterior que sirve de protección. ....	64
Figura 17: Anterior puente colgante La Breña 1941. ....	65
Figura 18: Anterior puente reticulado La Breña (Inaugurado en 1969, demolido en 1980). ....	65
Figura 19: Actual puente reticulado La Breña (Inaugurado el 28 de Julio de 1981). ....	65
Figura 20: Estribo margen derecha de concreto armado $F'c=210\text{kg/cm}^2$ . ....	66
Figura 21: Estribo margen izquierda de concreto ciclópeo $F'c=140\text{kg/cm}^2$ y en su núcleo de apoyo de concreto armado de $F'c=210\text{kg/cm}^2$ . ....	66

Figura 22: Vista de planta del puente La Breña. ....	66
Figura 23: Vista de la parte inferior de la estructura. ....	67
Figura 24: Perfil del puente, longitud entre apoyos 60.05m.....	67
Figura 25: Plano del estribo izquierdo - M.T.C. – Provias Nacional (Ver anexo C).....	67
Figura 26: Plano del estribo derecho - M.T.C. – Provias Nacional (Ver anexo C). .....	68
Figura 27: Plano del estribo derecho de armadura de acero - M.T.C. – Provias Nacional (Ver anexo C).....	68
Figura 28: Plano de planta - M.T.C. – Provias Nacional (Ver anexo C).....	68
Figura 29: Plano de perfil longitudinal - M.T.C. – Provias Nacional (Ver anexo C).....	69
Figura 30: Foto panorámica del puente.....	69
Figura 31: Plano topográfico en planta (Ver anexo B).....	70
Figura 32: Sección 1-1 del puente La Breña (Ver anexo B). ....	71
Figura 33: Sección 2-2 del puente La Breña (Ver anexo B). ....	71
Figura 34: Sección 3-3 del puente La Breña (Ver anexo B). ....	71
Figura 35: Isométrico del levantamiento topográfico. ....	72
Figura 36: Pendiente equivalente a $S\%=0.0051\text{m/m}$ del río Mantaro, tramo puente La Breña. ....	72
Figura 37: Apreciación de la subestructura existente (Estribos) del Puente. ....	72
Figura 38: Isométrico del puente en 3D. ....	73
Figura 39: Triangulación de la topografía e incrustación del 3D.....	73
Figura 40: El puente se encuentra en la Ruta Nacional PE-24.....	73
Figura 41: Perfil estratigráfico de la exploración del suelo.....	74
Figura 42: Granulometría del primer estrato (Ver anexo E).....	75
Figura 43: Distribución granulométrica del primer estrato (Ver anexo E).....	76
Figura 44: Recolección de muestra del primer estrato de suelo.....	76
Figura 45: Granulometría del segundo estrato (Ver anexo E). ....	77
Figura 46: Distribución granulométrica del segundo estrato (Ver anexo E). ....	78
Figura 47: Recolección de muestra del segundo estrato de suelo. ....	78
Figura 48: Granulometría del tercer estrato (Ver anexo E).....	79
Figura 49: Distribución granulométrica del tercer estrato (Ver anexo E).....	80

Figura 50: Relección de muestra del tercer estrato de suelo.....	80
Figura 51: Perfil estratigráfico (Ver anexo E).....	81
Figura 52: Muestra de estratos en Laboratorio.....	81
Figura 53: Granulometría del cuarto estrato (Ver anexo E).....	82
Figura 54: Distribución granulométrica del cuarto estrato (Ver anexo E).....	83
Figura 55: Ensayo de penetración estándar, profundidad 30.10m. ....	83
Figura 56: Geología local del puente La Breña (Ver anexo F).....	84
Figura 57: Instalación del equipo ADCP M9.....	85
Figura 58: Medición del caudal del río Mantaro sección puente La Breña (Obtención de parámetros hidráulicos con tecnología Doppler). ....	86
Figura 59: Recreación de cómo se obtención los parámetros hidráulicos con tecnología Doppler (ADCP M9).....	87
Figura 60: Microcuenca del puente La Breña.....	93
Figura 61: Parámetro “x” vs Caudales Qi. ....	107
Figura 62: Tirante hidráulico para el N.A.MÍN., N.A.MÁX. y N.A.M.E. (Ver anexo J). ....	118
Figura 63: Extracción de muestra de agua del rio Mantaro y resultado del pesado de tara con volumen de 0.0005 m3 en balanza analítica. ....	120
Figura 64: Resultado del pesado de tara con volumen de 0.0005 m3 incluido agua del río Mantaro.....	121
Figura 65: Trazado del puente, vista en planta. ....	122
Figura 66: Perfil estratigráfico en sección puente La Breña (Ver anexo E).....	128
Figura 67: Ángulo que forma el eje longitudinal del puente con el eje de corriente $\alpha_1=100^\circ$ . ....	133
Figura 68: Área de 11.64m <sup>2</sup> que corresponde al estribo de protección derecho que ocupa en el cauce.....	134
Figura 69: Ángulo que forma el talud en el estribo de protección derecho (Talud R=2.61).....	136
Figura 70: Ángulo que forma el eje longitudinal del puente con el eje de corriente $\alpha_2=80^\circ$ . ....	141
Figura 71: Área de 22.20m <sup>2</sup> que corresponde al estribo de protección izquierdo que ocupa en el cauce.....	142

Figura 72: Ángulo que forma el talud en el estribo de protección izquierdo (Talud R=2.36).....	144
Figura 73: Representación de socavación producida y proyectada en el Puente la Breña (Ver anexo K). ....	146

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuáles son los resultados de medir el caudal con el perfilador de corriente acústica Doppler para el análisis de socavación de forma numérica en estribos del puente La Breña, en los distritos de El Tambo y Pilcomayo, en el año 2019?, el objetivo general fue: Evaluar los resultados de la medición del caudal con el perfilador de corriente acústica Doppler para el análisis de socavación de forma numérica en estribos del puente La Breña y la hipótesis general fue: Los resultados de la medición del caudal con el perfilador de corriente acústica Doppler sirven para analizar de forma numérica los niveles de socavación en los estribos del puente La Breña.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, nivel descriptivo-explicativo y de diseño cuasi experimental. La población estuvo conformada por todos los puentes del valle del Mantaro que cruzan el río Mantaro y el tipo de muestreo es el no probabilístico y la muestra fue el puente La Breña.

La conclusión principal fue, Los niveles de socavación producida en los estribos del puente La Breña desde el año 1979 al 2019 son de una altura de 1.28m en el estribo derecho y 1.23m en el estribo izquierdo; y la socavación proyectada que se estima es de una altura de 0.60m en el estribo derecho y 1.47m en el estribo izquierdo, siendo el estribo izquierdo el crítico con una posible falla de volteo por quedarse socavada su base de apoyo.

**Palabras clave:** Perfilador de corriente acústica Doppler (ADCP), Caudal, Estribos, Socavación.

## ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: What are the results of measuring the flow rate with the Doppler acoustic current profiler for the numerically undercut analysis in stirrups of the La Breña bridge, in the districts of El Tambo and Pilcomayo, in the year 2019?, the general objective was: To evaluate the results of the flow measurement with the Doppler acoustic current profiler for the numerical form undercut analysis in stirrups of the La Breña bridge and the general hypothesis was: The results of the measurement of the The flow rate with the Doppler acoustic current profiler is used to numerically analyze the levels of undercutting in the stirrups of the La Breña bridge.

The general method of research was the scientist, the type of research was applied, descriptive-explanatory level and quasi-experimental design. The population was made up of all the bridges of the Mantaro Valley that cross the Mantaro River and the type of sampling is non-probabilistic and the sample was the La Breña Bridge.

The main conclusion was, The levels of undermining produced in the stirrups of the La Breña bridge from 1979 to 2019 are 1.28m high in the right stirrup and 1.23m in the left stirrup; and the projected undercut that is estimated to be 0.60m high in the right stirrup and 1.47m in the left stirrup, the left stirrup being the critic with a possible flip failure because its support base is undermined.

**Keywords:** Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP), Flow, Stirrups, Undercut.

## INTRODUCCIÓN

Entre los principales problemas que se presentan en los puentes, está el fenómeno de erosión hídrica o también llamada socavación, la cual es causante de la pérdida de área de apoyo debido a la interacción de las estructuras que se encuentran en su cauce del fluido, lo pueden llevar a su inestabilidad o colapso.

Para desarrollar el análisis del fenómeno de socavación que es un problema complejo en obras hidráulicas; la presente investigación utilizó un instrumento de tecnología electrónica por principios de efecto Doppler denominado: Perfilador de corriente acústico Doppler (ADCP) con el objetivo de recopilar los parámetros hidráulicos de ríos caudalosos, los cuales son poco probables de investigar o no vadeables con métodos y/o equipos tradicionales como: el método volumétrico, velocidad – área, vertederos, molinetes o correntómetros, etc., que son también peligrosos de realizar y tienen poca precisión los resultados obtenidos como el área de sección hidráulica y velocidad del flujo.

En el mundo existe una gran lista de puentes que fueron afectados por el fenómeno de socavación, ocasionando la pérdida en su estabilidad, colapso y por consiguiente pérdidas económicas y de vidas humanas.

El Perú tiene gran vulnerabilidad debido a variaciones climáticas y fenómenos como el Niño; hacen que el estudio de socavación deba ser más minucioso y preciso, debido a las máximas avenidas que puedan producirse en obras hidráulicas.

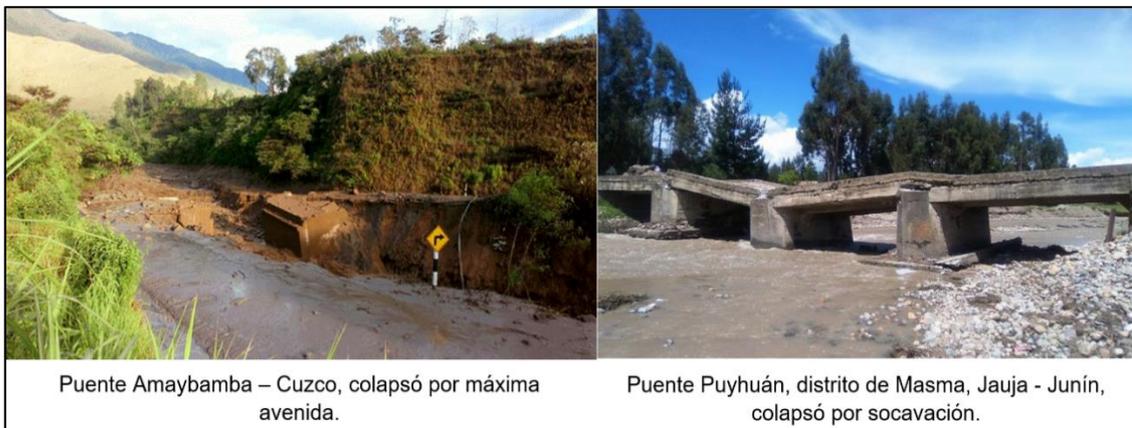
En los departamentos del Perú, debido a una defectuosa obtención del caudal y estimación de los eventos de caudales máximos extraordinarios afectaron: el puente peatonal Solidaridad en el departamento de Lima, el puente Allcomachay que une los departamentos de Huancavelica y Ayacucho, puente Amaybamba e Iyape en el departamento de Cuzco, los puentes Puyhuán y San Juan en el distrito de Masma, puente de Asca en el distrito de Pucará, puente Chupuro en el distrito de Chupuro todos estos en el departamento de Junín, así como otros; siendo estos reemplazados o clausurados por el órgano competente de su mantenimiento y jurisdicción.

Figura 1: Puentes de la Solidaridad y Allccomachay fallaron por socavación y máxima avenida.



Fuente: Buscador Google imágenes.

Figura 2: Puentes Amaybamba y Puyhuán con falla por máxima avenida y socavación.



Fuente: Buscador Google imágenes.

Figura 3: Puentes Asca y Chupuro con falla por máxima avenida y socavación.



Fuente: Buscador Google imágenes.

Vista la realidad de las variaciones climatológicas y los perjuicios producidos, es que la presente investigación se orienta a obtener parámetros hidráulicos del río Mantaro (Tramo sección puente La Breña) con el instrumento denominado: Perfilador de corriente acústica Doppler (ADCP), para el análisis de socavación en estribos del puente La Breña, puesto que el puente La Breña se encuentra en la ruta nacional PE-24 (Carretera central - margen derecha) y compromete el tránsito urbano entre los distritos de El Tambo y Pilcomayo aumentando la importancia de su estudio.

Esta investigación está organizada en 05 capítulos:

Capítulo I Planteamiento del problema: Descripción del planteamiento del problema, delimitación del problema, formulación del problema, justificación de la investigación y objetivos.

Capítulo II Marco Teórico: Antecedentes de la investigación, antecedentes internacionales, antecedentes nacionales, marco conceptual, definición de términos, hipótesis y variables.

Capítulo III Metodología de la Investigación: Método de la investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información y técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV Resultados: Se presentan los análisis, ensayos, resúmenes y análisis de socavación producidos en los estribos del puente La Breña.

Capítulo V Discusión de resultados: Se analiza los resultados de socavación producidos en los estribos del puente La Breña.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach: Salas Palomino, Leo Raymond.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

Siempre, por la inestabilidad de los cauces de los ríos y por la dinamicidad de los mismos se han producido el fenómeno de socavación, que es una de las principales causas de falla en obras hidráulicas, acentuándose el riesgo por el fenómeno no previsto como el del Niño o la Niña a nivel nacional e internacional.

Un estudio realizado, sobre el tipo de fallas acontecidos en 143 puentes en el mundo, obtuvo como uno de sus resultados concluyentes fue que el 49% de las fallas (70 puentes) tuvieron su origen en grandes descargas presentadas, esto relacionados a eventos extremos de lluvias y otra referencia bastante significativa publicada por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), aseveran que la mayor parte de los puentes que han fallado en los Estados Unidos y en el mundo, se ha debido al fenómeno de socavación. Según (Rocha F.A;2013).

En Colombia se efectuaron estudios sobre fallas de puentes para los períodos 1996-1997 y 2001-2002 y hallaron que alrededor del 73% de las fallas se debió a la socavación. Según (Muñoz D.E;2012).

En la ciudad de Huancayo el incremento del caudal del río Mantaro en la sección hidráulica del puente Chupuro, socavó parte de la base del estribo izquierdo, provocando la clausura de pase vehicular y que las autoridades del Ministerio de Transporte y Comunicaciones desvíen el tránsito por el puente La Breña. (RPP Noticias, febrero 2016).

En el Perú, la práctica del aforamiento o medición para obtener parámetros hidráulicos de en ríos caudalosos o no vadeables por sus características de alta velocidad de corriente, profundidad de cauce, ancho extenso y de peligrosidad elevada (teniendo en cuenta que un río no vadeable es aquel no superable o vencible con el ingenio, arte o eficacia cuando se ofrece una dificultad para ser investigado a detalle), influye a que no se obtenga el caudal verídico, ya que estos aforamientos son realizados por distintos métodos tradicionales como: método volumétrico, velocidad – área, canaletas, molinetes o correntómetros, etc. y al no ser precisos por consiguiente en el cálculo de la socavación generada no indica de manera óptima en que cota se encuentra la línea de influencia de la socavación, teniendo una deficiente determinación de la geometría de las obras hidráulicas en su estructura de apoyo o base.

Existen métodos tradicionales para el aforamiento o medición de caudales los cuales no son fiables; esta investigación pretende dar a conocer la facilidad, y seguridad al utilizar el Perfilador de corriente acústica Doppler (Acoustic Doppler Current Profiler - ADCP) para obtener parámetros hidráulicos en ríos caudalosos o no vadeables.

En nuestro país, la tecnología del ADCP es utilizada por la Marina de Guerra del Perú, para medición de velocidad de las corrientes marinas; es usado también por el SENAMHI y el ANA para realizar mapas de las condiciones hidrodinámicas de los ríos con datos como: área de sección hidráulica, velocidad promedio de flujo, temperatura y transporte de sedimentos obtenidos mediante el aforo de ADCP.

De acuerdo con estudios que anteceden a esta investigación; el ingeniero debe de participar en una labor multidisciplinaria, debido a que el problema es tan complejo y la determinación de la magnitud de la socavación depende del estudio hidrológico, topográfico, hidráulico

Fluvial, Geomorfológico y Geotécnico, propios para cada caso, pero en especial la obtención de parámetros hidráulicos de ríos caudalosos que brindan dificultad de ser investigados por el peligro que representan.

Es por ello la iniciativa que generó el interés para realizar la investigación de análisis de socavación en los estribos del puente La Breña con medición del perfilador de corriente acústica Doppler (ADCP); de esta manera poder apreciar los resultados de forma gráfica y numérica con mayor precisión.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son los resultados de medir el caudal con el perfilador de corriente acústica Doppler para el análisis de socavación de forma numérica en estribos del puente La Breña, en los distritos de El Tambo y Pilcomayo, en el año 2019?

### **1.2.2. Problemas específicos**

a) ¿Cuál es el resultado geométrico y gráfico del levantamiento topográfico para el análisis de socavación en estribos del puente?

b) ¿Cómo son los resultados del estudio de la mecánica de suelos para el análisis de socavación en estribos del puente?

c) ¿Cuál es el resultado de medir el caudal con el perfilador de corriente acústica Doppler para analizar y calcular el caudal máximo extraordinario en el puente?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación práctica o social**

La presente investigación nace de la necesidad de conocer nuevas tecnologías, en este caso particular el uso del perfilador de corriente acústica Doppler (Acoustic Doppler Current Profiler - ADCP) para la medición del caudal de ríos, lagos, lagunas, etc. y la obtención de sus parámetros hidráulicos de manera electrónica que son necesarios para

el análisis y cálculo de la socavación producidas y por producirse en obras hidráulicas; por consiguiente la aplicación en la rama de la Ingeniería Civil ya que como en este caso particular el estudio de socavación en estribos del puente La Breña nos permite obtener datos para prevenir su colapso ya que perjudicaría a la población por ser una obra de comunicación de alto tránsito vehicular y peatonal encontrándose en la Ruta Nacional PE-24. Fruto de este estudio se pretende evaluar y proponer dar una solución para prevenir el colapso de las obras hidráulicas y en el caso específico sobre los puentes.

#### 1.3.2. Justificación metodológica

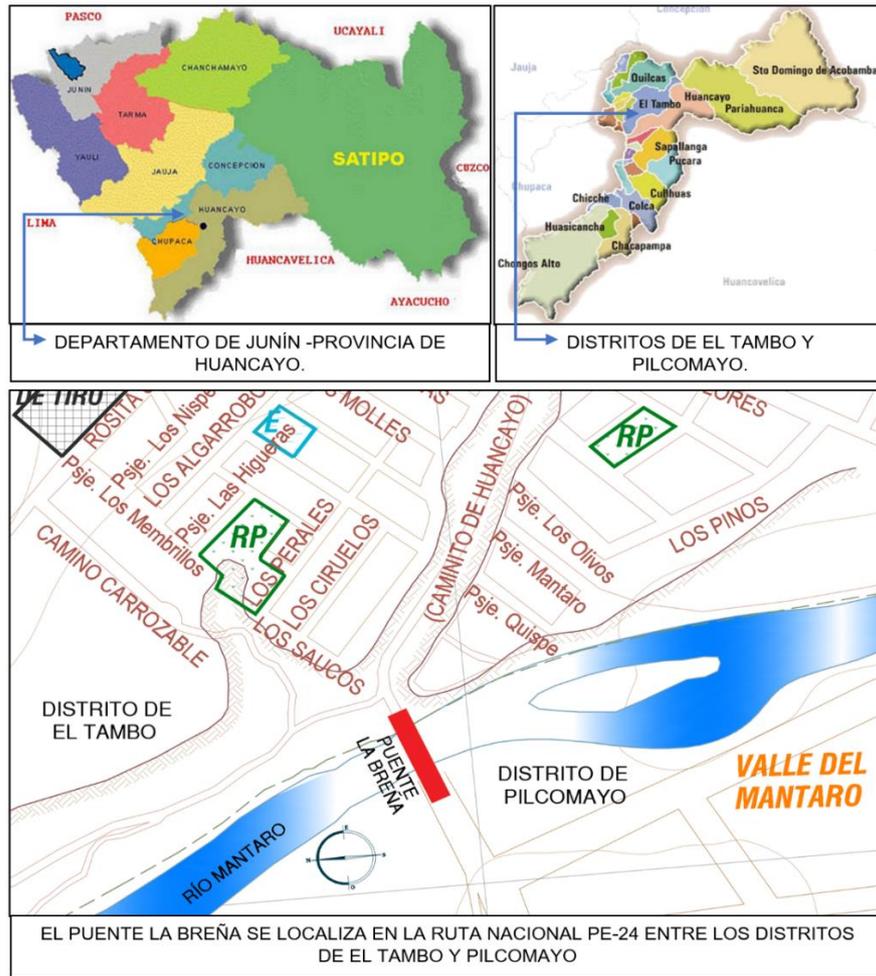
Desde el principio de la investigación, la tesis se fundó en el cumplimiento de los pasos del método científico, para que los resultados sean confiables y válidos. Se hizo uso de metodologías para recopilar información las cuales son: levantamiento topográfico, registro en formatos Excel para cálculos, estudio de la mecánica de suelos, medición del caudal (Obtención de parámetros hidráulicos con el perfilador de corriente acústica Doppler), con la finalidad que todo lo realizado pueda servir como referencia bibliográfica para investigaciones similares y en escenarios diferentes.

### 1.4. **Delimitaciones**

#### 1.4.1. Delimitación espacial

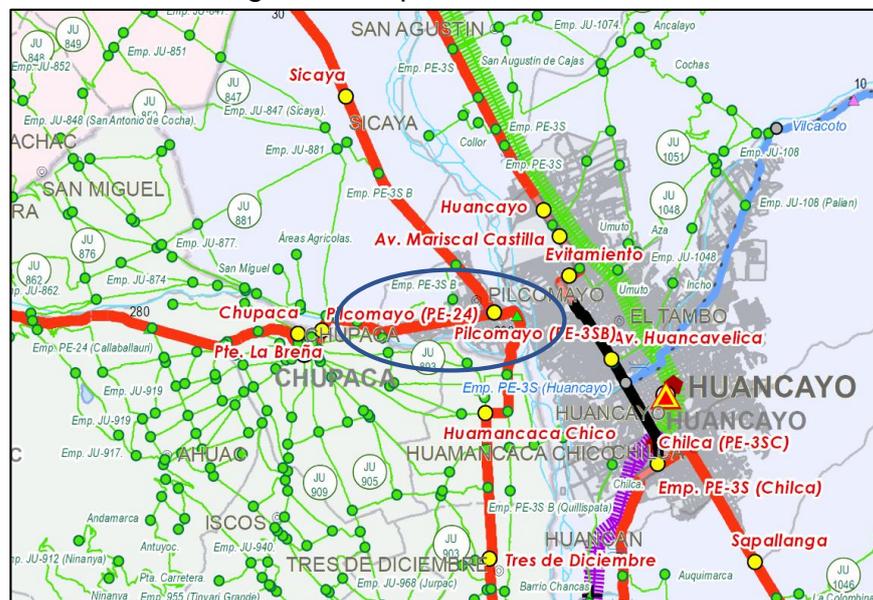
Mostrar el análisis de socavación con uso de datos del perfilador de corriente acústica Doppler en el puente La Breña, ubicado entre el distrito de El Tambo y Pilcomayo en la provincia de Huancayo y departamento de Junín.

Figura 4: Mapa Departamental de Junín distrito de la provincia de Huancayo.



Fuente: Buscador Google imágenes.

Figura 5: Mapa ruta nacional PE-24



Fuente: M.T.C. – Provias Nacional.

#### 1.4.2. Delimitación temporal

La presente investigación de desarrollo en el año 2019 y comprendió en medir el caudal del río Mantaro (Obtener los parámetros hidráulicos del río Mantaro en la sección del puente La Breña) y con estos datos analizar la socavación y sus efectos.

#### 1.4.3. Delimitación económica

La investigación estuvo delimitada económicamente en relación a los estudios básicos ingenieriles como: el levantamiento topográfico, la medición del caudal, el estudio de la mecánica de suelos y sus costos adicionales que fueron financiados mediante recursos propios.

### 1.5. Limitaciones

#### 1.5.1. Limitación económica

No se realizó el ensayo de penetración estándar en el lugar de estudio para la obtención de la granulometría por estratos a profundidades mayores de 5 metros por costos elevados de S/ 18,000.00 soles aproximadamente, siendo este ensayo reemplazado por una exploración a tajo abierto de 4.20m de profundidad e incorporando datos faltantes de un ensayo de penetración estándar del expediente técnico del puente proyectado denominado Cantuta que colinda a 700m aguas arriba del puente La Breña y cuyo uso de sus estudios es justificado debido a la conformación Geológica de sus suelos de ambas obras (Ver anexo F).

#### 1.5.2. Limitación tecnológica

No se realizó la medición con molinete o correntómetro, puesto que es un método convencional - mecánico de poca precisión y de alta peligrosidad al ser manipulado, caso específico en el río Mantaro - puente La Breña.

## **1.6. Objetivos**

### 1.6.1. Objetivo general

Evaluar los resultados de la medición del caudal con el perfilador de corriente acústica Doppler para el análisis de socavación de forma numérica en estribos del puente La Breña.

### 1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el resultado geométrico y gráfico del levantamiento topográfico para el análisis de socavación en estribos del puente.
- b) Analizar los resultados del estudio de la mecánica de suelos para el análisis de socavación en estribos del puente.
- c) Medir el caudal con perfilador de corriente acústica Doppler para analizar y calcular el caudal máximo extraordinario en el puente.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Barbosa (2015), en su investigación titulada: *Metodología para calcular la profundidad de socavación general en ríos de montaña (lecho de gravas)*, Universidad Nacional de Colombia, Colombia. “Entre las principales conclusiones se tiene que, de la investigación de cambios en el lecho para las 21 secciones transversales disponibles en el trayecto de estudio analizado, sólo se evaluó la aplicación de los modelos planteados en las secciones que mostraron profundidades de socavación significativas, mayores a 0.5 m. Con base en la capacidad de transporte de flujo del cauce, se definieron 10 secciones de análisis para la socavación general, ya que son secciones que dada su estacionamiento en planta y perfil tienden a tolerar procesos de socavación del lecho”.

“Las metodologías tradicionales para estimar socavación general muestran un gran sometimiento del caudal unitario que genera tal socavación. Para una simulación de los caudales medios del río Medellín, existe una gran variabilidad entre los productos de socavación

obtenidos entre ellas y todas subestimaron la socavación ocurrida en los períodos de análisis. Este análisis, permite concluir que todas las ecuaciones empíricas podrían simular los cambios medidos en el lecho, modificando el caudal de análisis por una de mínima recurrencia”.

“Es claro que estas metodologías consiguen reproducir el comportamiento del proceso de socavación a escala de sección, pero su formulación es limitada para evaluar los procesos a escala de trayecto, pues no tiene en cuenta el aporte o déficit de carga de sedimentos aguas arriba de la sección de interés”.

“Mediante modelación hidrodinámica los resultados obtenidos optimizan notablemente respecto a los logrados mediante las ecuaciones tradicionales, encontrando magnitudes de socavación estimadas hasta de un 80% de la socavación observada en las secciones de control determinadas en este estudio”.

“De las ecuaciones de transporte de sedimentos ajustables a sedimentos gruesos y disponibles en HEC-RAS, la ecuación que mejor simuló el cálculo de la profundidad de socavación es la propuesta por Ackers & White, con una rebaja en el parámetro de movilidad crítico. Esta disminución es válida teniendo en cuenta que en ríos de montaña el lecho es de granulometría extendida, situación que ayuda el movimiento de las partículas gruesas al quedar exhibidas a los esfuerzos de transporte tras el movimiento originario de las partículas más finas”.

“En el montaje de los modelos hidrodinámicos se encontró que el único parámetro sensible a los cambios en el lecho es la ecuación de transporte de sedimentos utilizada, pues parámetros como la temperatura, velocidad de caída, tamaño de paso y espesor de la capa activa generan cambios en los resultados del orden de centímetros”.

“La metodología propuesta para apreciar la profundidad de socavación en ríos de montaña, se fundó en la construcción y desarrollo de un modelo de socavación en el software HEC-RAS, pues posee una interfaz gráfica simple y tiene incorporada la ecuación de transporte de Ackers & White, que según los análisis realizados, modela adecuadamente los procesos de socavación en una corriente de estas

tipologías, con el valor agregado que consiente ajustar los parámetros de la ecuación para casos particulares”.

García (2016), en su investigación titulada: *Incertidumbres en mediciones de caudal con perfiladores de corriente acústicos Doppler desde plataformas móviles*, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. “Entre las principales conclusiones se tiene; se realizó una contribución en lo que respecta a las incertidumbres en las mediciones de caudal con perfiladores de corriente acústicos Doppler (ADCP) desde armazones móviles debido a fluctuaciones de baja frecuencia”.

“Con el fin de evaluar estas incertidumbres, se realizó un análisis dimensional, en el cual se evaluó el desempeño en cada una de las variables adimensionales. A partir de estas variables adimensionales y el estudio de datos generados con simulación numérica directa (DNS) se obtuvo una forma funcional adimensional que permite cuantificar la incertidumbre (error máximo relativo) en función de parámetros adimensionales relacionados a la configuración del muestreo y a las condiciones del flujo, la cual luego se comprobó con resultados de mediciones en campo y en el laboratorio. Obteniendo del estudio realizado las siguientes conclusiones”:

“Mediciones efectuadas aguas abajo de las curvas en un canal artificial, indican que una de las grandes incertidumbres en el caudal del flujo medido se puede atribuir a las vacilaciones de baja frecuencia generadas por efectos de la geometría en planta (vacilación de la capa de corte que separa la zona de recirculación)”.

“La presencia de esta separación del flujo genera una reducción cuasi - periódica en la sección efectiva de flujo (aumenta la zona de recirculación), a partir de los datos obtenidos de las mediciones realizadas en el río Suquía, se pudo verificar las hipótesis realizadas en un principio, y los resultados obtenidos en laboratorio, ya que se pueden ver una vacilación cuasi - periódica de la ubicación de la capa de corte”.

“Este comportamiento intermitente genera incertidumbres en la determinación de caudal desde plataformas móviles por lo que los

protocolos recomendados en la actualidad para la medición de caudal con ADCP en flujos estacionarios no resulta en mediciones precisas para estos casos. Los hallazgos presentados en este trabajo proveen una herramienta para definir las tácticas de muestreo óptimas, a los fines de mejorar las mediciones de caudal con ADCP”.

“Se puede verificar en los gráficos, que los datos obtenidos por DNS son los que menor incertidumbre presentan ya que en este caso solo existe turbulencia. En el caso del canal de Alemania y el Río Suquía, las incertidumbres son mayores debido a que en estos casos hay presentes otras incertidumbres como aquellas debido al ruido propio del instrumento o pericia de medición utilizada, al ruido ambiental, etc. En el caso del canal artificial las incertidumbres son menores, ya que en este método es más fácil reducir la influencia de estos errores que en el campo”.

“Los resultados exponen que aumentar el número de transectos se tiene un mayor impacto en la reducción del rol de las fluctuaciones de baja frecuencia sobre las incertidumbres de las mediciones de caudal con ADCP, que el aumento de la frecuencia de muestreo y la disminución de las velocidades del bote”.

“Se recomienda en el caso de flujo en curvas en los que haya presentes fluctuaciones de baja frecuencia, ejecutar las mediciones con ADCP desde plataformas móviles con una velocidad del bote menor a la velocidad del agua efectuando 8 transectos y promediando los caudales obtenidos; de esta manera se logrará un error máximo relativo aproximadamente del 1% o menor en algunos casos”.

Tomás (2016), en su investigación denominada: *Fundamentación teórica y experimental del cálculo de socavación en Puentes*, Universidad Piloto de Colombia, Colombia. “Entre las principales conclusiones se tiene; el análisis presentado envuelve de una manera extensa el estado del arte sobre los mecanismos que gobiernan la conducta de los sedimentos en los lechos de los ríos y que establecen condiciones de socavación”.

“Las acotaciones sobre la investigación realizada, se presentan de manera conjunta, pero indicando primero lo relacionado con los materiales granulares y a continuación lo concerniente a los suelos cohesivos”.

“Por lo general los países del mundo, conteniendo a todas las naciones en desarrollo se han adelantado y se siguen realizando investigaciones teóricas y experimentales sobre leyes que gobiernan la interacción entre flujo y los materiales del lecho en canales y ríos; como resultado de ellas se ha logrado conformar un cuadro explicativo y se han logrado avances relevantes, entre ellos resalta la aceptación universal de que los procesos de movilidad de las partículas, de velocidad de umbral y de turbulencia son aleatorios y para su descripción se deben utilizar largamente todas las herramientas aportadas por la estadística y la teoría de probabilidades”.

“El desprendimiento de sedimentos granulares del lecho conduce a socavaciones que, en muchos casos, pueden resultar muy severas. Por parte del material del lecho, su aparición y su valor dependen del tamaño de los granos, de su peso, de su forma, del coeficiente de uniformidad, de la distribución granulométrica, de la composición mineralógica y de la velocidad de caída en agua quieta”.

“Por otra parte, la velocidad de caída está en función del tamaño de la forma de concentración de sedimentos en suspensión, de tal manera que casi nunca aplica la ley de Stokes en su determinación. Este se debe a que esta ley aplica solo a partículas esféricas, aisladas y menores a 0.1mm. En la práctica casi nunca se encuentran estas condiciones y características”.

“A su vez, el flujo influye notablemente por la presencia de remolinos, de corrientes secundarias y por las variaciones de las velocidades y las fuerzas actuantes tanto por su magnitud como por su dirección y sentido”.

“El fenómeno de socavación en materiales finos, de carácter arcilloso no depende de las características de las partículas individuales sino de

la masa en su conjunto, las cuales puede presentar fisuras, sometidas a fuerzas dinámicas que producen su falla por fatiga”.

“La resistencia a la erosión hídrica de los materiales cohesivos depende de un gran número de factores difíciles de valorar, tales como sus propiedades químicas, las valencias negativas y positivas, el intercambio iónico, la plasticidad, el peso aparente o peso unitario seco y muchas otras”.

“Debido a lo anterior, aun no se han perfeccionado métodos confiables para estimar la profundidad de socavación, especialmente en suelos finos, de carácter arcilloso”.

#### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Basaldúa (2018), en su investigación denominada: *Estimación de la socavación mediante modelación numérica, para control de estabilidad de los Pilares del puente Huancas en Huancayo - 2017*, Universidad Peruana Los Andes, Perú. “Entre las principales conclusiones se tiene; que el fenómeno de socavación mediante modelación, servirá para un mejor control de la estabilidad de los pilares del puente Huancas, debido a que estos valores nos permiten prever los efectos potenciales de la socavación y la toma de medidas correctivas en función de sus profundidades, así como se indicó para períodos de retorno de 50, 100 y 500 años, las profundidades de socavación son de 0.97m, 0.77m, 0.59m, respectivamente, con una socavación estimada actual de 0.30m”.

“Para un volumen de eventos extremos (caudales atípicos – máximos extraordinarios) según los métodos de Gumbel, Nash, Levediev para períodos de retorno de 50, 100 y 500 años son de (24.83m<sup>3</sup>/s, 27.26 m<sup>3</sup>/s, 32.90 m<sup>3</sup>/s); (22.13/s, 24.80 m<sup>3</sup>/s, 30.99 m<sup>3</sup>/s); (21.06/s, 23.41 m<sup>3</sup>/s, 30.99 m<sup>3</sup>/s) respectivamente, nos servirá para un mejor control de estabilidad de los pilares del puente Huancas, pues los tres métodos y sus valores calculados nos brindan un intervalo de confianza de valores probables de los cuales utilizaremos los mayores valores que provienen dados por el método de Gumbel”.

“La relación entre magnitud de eventos extremos (Caudales atípicos – máximos extraordinarios) y transporte de sedimento para el control de estabilidad de los pilares del puente Huancas no es directa, debido de cómo se ven reflejado en los resultados se ve que para un caudal de diseño de 50 años de período de retorno se tiene socavaciones mayores (0.97m) que para períodos de retorno de mayores de 100 y 500 años se tienen socavaciones inferiores así como 0.77m y 0.59m respectivamente, esto se debe al fenómeno de socavación que está relacionado con el diámetro de las partículas de sedimento que transporta su cauce”.

“El trabajo de protección a proyectar es el enrocado para el control de estabilidad de los pilares del puente, pues el enrocado es desde el punto de vista técnico y económico, la solución más factible para minimizar el efecto de la socavación en los pilares. Este trabajo de protección del fenómeno de socavación deberá de ser monitoreada, controlada y sujeta a mantenimiento periódicamente por parte del personal técnico especializado en dichas tareas”.

Muñiz (2017), en su investigación titulada: *Estudio de socavación de la subestructura de puente y análisis de estabilidad – caso puente Nicolás Dueñas de la ciudad de Lima en el 2017*, Universidad César Vallejo, Perú. “Entre las principales conclusiones se tiene; para estimar el fenómeno de socavación general producido en el puente Nicolás Dueñas se determinó un caudal de 359.77m<sup>3</sup>/s, el cual se estableció bajo los caudales máximos históricos en base al método de Gumbel, teniendo como resultado una estimación de socavación general de 2.84 m para un período de retorno de 500 años”.

“El resultado logrado de socavación en estribos por el método de Froehlich es de 5.09 m para un período de retorno de 500 años y por el método de Artamanov es de 3.19 m, esto se basa en que ambos métodos utilizan factores diferentes, el cual se definió por el método de Froehlich debido a que utiliza factores de corrección que depende del estribo, por consecuente podemos concluir que existen diversos

parámetros para el cálculo de socavación pero se establece el método más conservador que depende de los factores que se ven inculcados ante dicho fenómeno”.

“Los cálculos de socavación en los pilares del puente Nicolás Dueñas es de 2.64 m para un período de retorno de 500 años, según el método de la Universidad Estatal de Colorado, este método utilizado es muy próximo a los resultados de los cálculos de los diversos métodos establecidos en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, teniendo en cuenta una socavación in situ de 1.30m aproximado y tras el fenómeno del niño costero acontecido en el presente año 2017, debido a este fenómeno se evidencia una falla de estabilidad”.

“Al precisar la socavación total en pilares y en estribos, podemos concluir que el puente actualmente tiene una antigüedad de 50 años aproximadamente, lo que significa que según el Manual vigente de Hidrología, Hidráulica y Drenaje MTC, ya cumplió su vida útil, sin embargo, debido a las condiciones físicas se mantiene, esto siempre y cuando se plantee mejoras con respecto a un diseño de protección que asegure el factor de seguridad”.

Vásquez (2018), en su investigación denominada: *Estudio comparativo del transporte de sedimentos en fondo en las inmediaciones del Puente Motupe*, Universidad Señor de Sipán, Perú. “Entre las principales conclusiones se tiene; Se obtuvo que las características del río Motupe en las inmediaciones del puente Motupe gracias al levantamiento topográfico realizado en dicho lugar con el fin de saber todas sus características geométricas, es decir se conocieron los distintos desniveles que presenta el río Motupe a origen de los volúmenes de sedimentación que se generan, sus secciones transversales, y las distintas pendientes que se muestran a lo largo del río Motupe”.

“Con los distintos ensayos de laboratorio que se ejecutaron a las muestras extraídas en campo, se obtuvieron los diferentes contenidos de humedad, la variación de sus pesos específicos tanto para las muestras que son retenidas en la malla número 4 y a las muestras que

pasan la malla número 4, con la finalidad de determinar sus diferentes pesos para evaluarlos a través de sus distintas ecuaciones de estudio de sedimentos, así mismo se ha puede decir que los materiales transportados en el lugar de estudio son gravas y arenas, y a través del ensayo de granulometría se logró obtener los diámetros D40, D50 y D90 que son los diámetros que se van utilizar para el estudio de las ecuaciones de transporte de sedimentos”.

“De los resultados logrados de las distintas ecuaciones que se utilizaron para determinar el transporte de sedimentos en fondo en las inmediaciones del puente Motupe se llegó a la conclusión que las ecuaciones que mostraron mejor reajuste a la muestra de transporte de sedimentos cuantificado en campo es la ecuación de Engelund y Hanzen como primer método y la ecuación de Schoklistch como segundo método”.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Topografía**

El manual de carreteras de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC indica que el levantamiento topográfico, debe abarcar el tramo involucrado donde se programará la obra hidráulica o puente, recomendando que debe contener lo siguiente:

- a) En ríos con amplias planicies de inundación, donde la obra hidráulica o puente produzca contracción del flujo de avenida, el levantamiento alcanzará 12 veces el ancho del cauce principal aguas arriba del eje propuesto y 6 veces hacia aguas abajo.
- b) En ríos donde el puente no produzca contracción del flujo de avenida y ofrezca una pendiente pronunciada el levantamiento topográfico abarcará 8 veces el ancho del cauce principal aguas arriba del eje propuesto y 4 veces hacia aguas abajo. El levantamiento topográfico no debe ser menor a 150 m aguas arriba y 150 m aguas abajo del eje de la obra hidráulica o puente propuesto.
- c) Para estudios en regiones de selva de nuestro país, el levantamiento topográfico - Batimétrico deberá abarcar las áreas de inundación

asociadas a las crecidas de los cursos naturales muy comunes en esta zona, es decir el levantamiento topográfico deberá cubrir toda la zona afectada por este fenómeno relevante para el estudio.

También se recomienda que el levantamiento topográfico debe incluir la estructura existente, niveles de agua actuales, marcas de agua en la estructura existente, también deberá representar la zona en estudio adecuadamente de tal manera que permita identificar puntos altos, bajos e irregularidades del lecho como islotes, zonas de depresión asociadas a la socavación, etc.

Sin embargo, el requerimiento mínimo para el levantamiento topográfico - Batimétrico puede extenderse o limitarse, sin perjudicar los objetivos del proyecto.

#### 2.2.2. Estudio de mecánica de suelos

Sistema de clasificación de suelos utilizado en la ingeniería y geología para describir el tamaño y la textura de las partículas de un suelo según su estrato. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras.

Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u otros.

#### 2.2.3. Métodos estadísticos para la estimación de caudales

Métodos de Distribución Normal, Distribución Log Normal de 2 parámetros, Distribución Log Pearson III (Log Gamma de 3 parámetros), Distribución de Extremos tipo I Gumbel (Método gráfico) y Distribución de extremos Tipo I Gumbel (Método de Momentos Analítico).

Fórmulas de métodos estadísticos para la estimación de caudales.

- Fórmula del promedio de la serie de caudales ( $\bar{Q}$ ).

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n [Q_i]}{n} \dots\dots\dots (A-i)$$

Donde:

n	Número de datos de la serie de caudales.
---	--

- Fórmula de la desviación estándar de la serie de caudales ( $\sigma_Q$ ).

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [Q_i - \bar{Q}]^2} \dots\dots\dots (A-ii)$$

- Método de Distribución Normal

- o Fórmula de la variable tipificada ZT de la distribución normal.

$$Z_T = F\left(1 - \frac{1}{T_r}\right) \dots\dots\dots (B-i)$$

- o Fórmula para el factor de frecuencia ( $K_T$ ).

$$K_T = Q_T - \frac{\bar{Q}}{\sigma_Q} \dots\dots\dots (B-ii)$$

- o Fórmula de la distribución para: ( $Q_T$ ).

$$Q_T = K_{T=2}\sigma_Q + \bar{Q} \dots\dots\dots (B-iii)$$

- Método de Distribución Log Normal de 2 parámetros

- o Fórmula de la variable tipificada ZT de la distribución normal de 2 parámetros.

$$Z_T = F\left(1 - \frac{1}{T_r}\right) \dots\dots\dots (C-i)$$

- o Fórmula del coeficiente de variación ( $C_v$ ).

$$C_v = \frac{\sigma_x}{\bar{Q}} \dots\dots\dots (C-ii)$$

- o Fórmula del factor de frecuencia ( $K_T$ ).

$$K_T = e^{\left[ z_T \sqrt{\ln(1+C_v^2)} - \left( \frac{\ln(1+C_v^2)}{2} \right) \right]} - \frac{1}{C_v} \dots\dots\dots (C-iii)$$

- o Fórmula de la distribución para: ( $Q_T$ ).

$$Q_T = K_{T=2}\sigma_Q + \bar{Q} \dots\dots\dots (C-iv)$$

- Método de Distribución Log Pearson III (Log Gamma de 3 parámetros)

- Fórmula de la variable tipificada Z<sub>T</sub> de la distribución normal.

$$Z_T = F \left( 1 - \frac{1}{T_r} \right) \dots \dots \dots \text{(D-i)}$$

- Fórmula del coeficiente de asimetría ( g<sub>x</sub>).

$$g_x = \frac{n \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^3}{(n-1)(n-2)\sigma_x^3} \dots \dots \dots \text{(D-ii)}$$

- Fórmula del factor de frecuencia ( K<sub>T</sub>).

$$K_T = z_T + (z_T^2 + 1) \left( \frac{g_x}{6} \right) + \left( \frac{1}{3} \right) (z_T^3 + 6z_T) \left( \frac{g_x}{6} \right)^2 - (z_T^2 - 1) \left( \frac{g_x}{6} \right)^3 + z_T \left( \frac{g_x}{6} \right)^4 - \frac{1}{3} \left( \frac{g_x}{6} \right)^5 \dots \dots \dots \text{(D-iii)}$$

- Fórmula de la distribución para ( Q<sub>T</sub>).

$$Q_T = K_{T=2}\sigma_x + \bar{Q} \dots \dots \dots \text{(D-iv)}$$

- Método de Distribución de Extremos tipo I Gumbel (Método gráfico)

- Fórmula de la probabilidad de excedencia por la fórmula de Gringorten.

$$P_i = \frac{(m-0.44)}{(n+0.12)} \dots \dots \dots \text{(E-i)}$$

Donde:

m	Orden del primer dato de la serie de caudales.
n	Cantidad de datos analizados.

- Fórmula del periodo de retorno (T<sub>i</sub>).

$$T_i = \frac{1}{1-P_i} \dots \dots \dots \text{(E-ii)}$$

- Fórmula del parámetro (x).

$$x = -\text{Ln} \left[ -\text{Ln} \left( \frac{[(T)_i - 1]}{T_i} \right) \right] \dots\dots\dots \text{(E-iii)}$$

- Parámetro “x” vs Caudales Q(x).

$$y = \alpha x + \mu \dots\dots\dots \text{(E-iv)}$$

- Fórmula del valor de la pendiente “α”.

$$\alpha = \frac{Q_2 - Q_1}{[(X)_2 - X_1]} \dots\dots\dots \text{(E-v)}$$

- Fórmula lineal para el caudal.

$$Q(x) = \alpha x + \mu \dots\dots\dots \text{(E-vi)}$$

- Fórmula del parámetro (x).

$$x = -\text{Ln} \left[ -\text{Ln} \left( \frac{[(T)_i - 1]}{T_i} \right) \right] \dots\dots\dots \text{(E-vii)}$$

- Fórmula del caudal ( Q<sub>T=2</sub> ).

$$Q_{T=2} = \alpha x + \mu \dots\dots\dots \text{(E-viii)}$$

- Método de Distribución de extremos Tipo I Gumbel (Método de Momentos Analítico)

- Fórmula del factor de frecuencia ( K<sub>T</sub> ).

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \text{Ln} \left[ \text{Ln} \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \right\} \dots\dots\dots \text{(F-i)}$$

- Fórmula de la distribución para ( Q<sub>T</sub> ).

$$Q_T = K_{T=2} \sigma_x + \bar{Q} \dots\dots\dots \text{(F-ii)}$$

#### 2.2.4. Tecnología del efecto Doppler

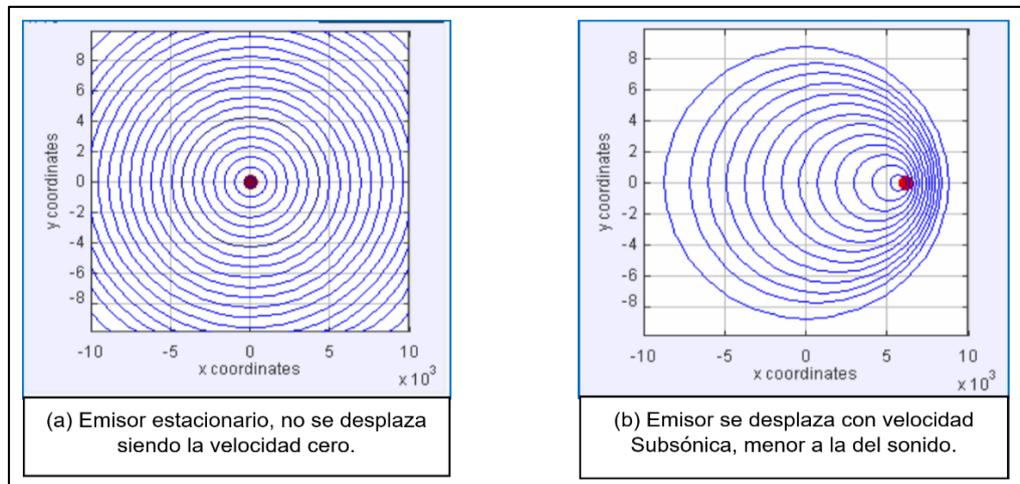
Este fenómeno fue percibido por primera vez en ondas sonoras por el físico austriaco Christian Andreas Doppler; en el año 1842 al notar como el tono (frecuencia) del silbido de una locomotora (tren) se hacía más agudo al acercarse y más grave cuando se alejaba.

En el año 1848, el físico Francés Armand Hippolyte Louis Fizeau, descubrió de manera independiente a C. A. Doppler, un fenómeno análogo (similar) en las ondas electromagnéticas (luz), de ahí que al efecto Doppler también se le conoce en Francia como tecnología por efecto Doppler-Fizeau.

El efecto Doppler es el fenómeno por el cual el cambio de frecuencia de las ondas percibida por un observador varia cuando el foco emisor o el propio observador se desplazan uno respecto al otro.

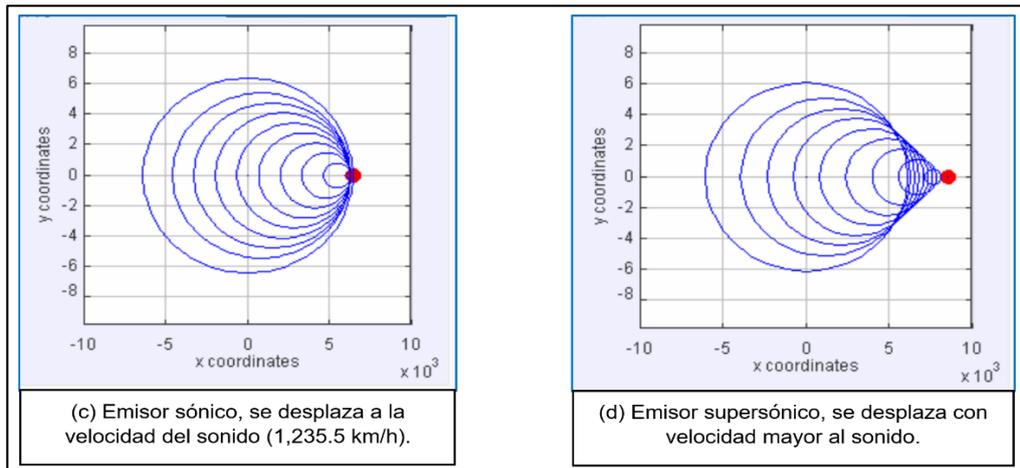
Descripción gráfica: (a) Estacionaria, (b) subsónica, (c) sónica y (d) supersónica.

Figura 6: Comportamiento de onda con emisor estacionario y subsónico.



Fuente: Buscador Wikipedia.

Figura 7: Comportamiento de onda con emisor sónico y supersónico.



Fuente: Buscador Wikipedia.

Aplicaciones: la tecnología por efecto Doppler se ve utilizado en la actualidad en la astronomía, radares, imágenes médicas, medición de flujos, comunicaciones por satélite, drones, G.P.S. y otros.

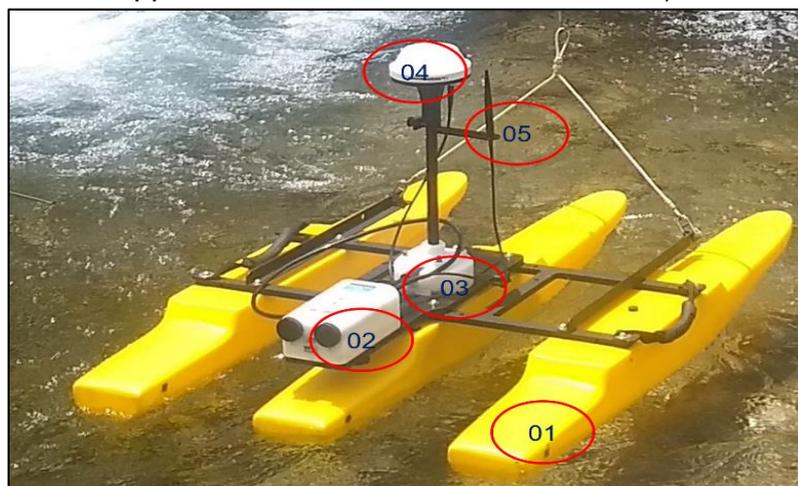
2.2.5. Perfilador de corriente acústica Doppler M9 (Acoustic Doppler Current Profiler ADCP M9-SONTEK)

Aforador transportable – portátil montado en plataforma de flotación, perfilador de tecnológico por efecto Doppler, para la obtención de parámetros hidráulicos como: la velocidad promedio del agua, batimetría de la sección, temperatura, transporte de sedimentos entre otros.

a) Componentes del ADCP:

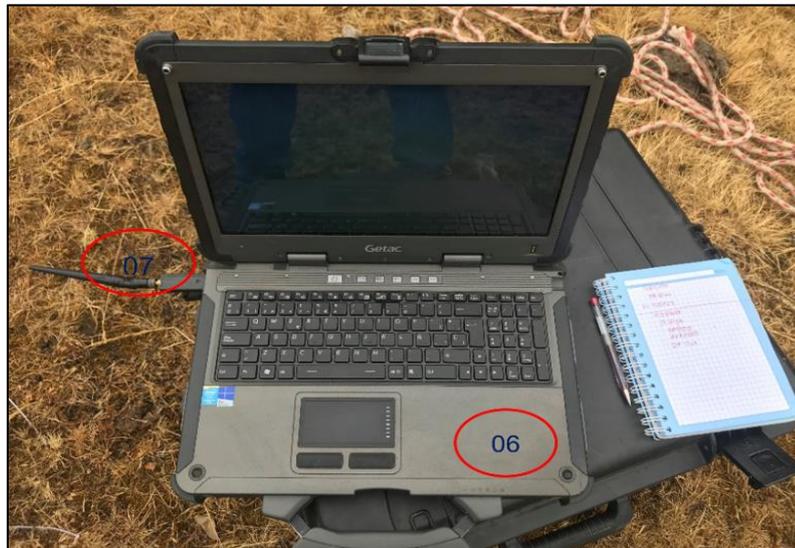
- Plataforma de flotación SonTek Hydroboard II. (01)
- PCM The Power/Communications Module (Fuente de poder/Módulo de comunicaciones). (02)
- ADP M9 (Acoustic Doppler Profiler M9) Perfilador Multifrecuencia con 9 transductores. (03)
- Antena G.P.S. y brújula. (04)
- Antena de radio transmisor de información hacia laptop. (05)
- Laptop Rugged. (06)
- Antena de radio receptor conectado a laptop. (07)

Figura 8: Perfilador de corriente acústica Doppler M9 (Acoustic Doppler Current Profiler M9 – ADCP M9).



Fuente: Propia.

Figura 9: Laptop Rugged marca Gettac (Laptop resistente al intemperismo, golpes, caídas y vibraciones)



Fuente: Propia.

b) Especificaciones técnicas de los componentes del ADCP M9:

- Plataforma de flotación SonTek Hydroboard II.
  - Bote transportador de equipamiento ADCP.

Figura 10: Hydroboard modelo II.



Fuente: Propia.

- PCM The Power/Communications Module (Fuente de poder/Módulo de comunicaciones).

- Fuente de poder (funciona con ocho pilas doble AA) y módulo de agrupamiento de información para la comunicación y transferencia hacia la laptop mediante la antena de radio.

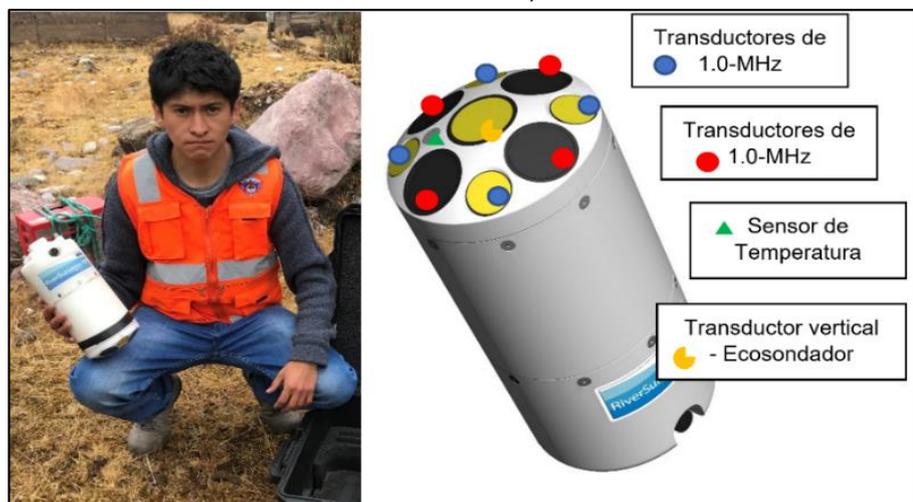
Figura 11: PCM, fuente de poder y módulo de transferencia de información.



Fuente: Propia.

- ADP M9 (Acoustic Doppler Profiler M9) Perfilador Multifrecuencia con 9 transductores:
  - Un transductor de haz vertical – Ecosondador, precisión 1% (Escaneo en el rango de profundidad 0.20m a 80.00m).
  - Cuatro haces dobles de velocidad (Cuatro transductores de 3.0-MHz de color negro y cuatro transductores de 1.0-MHz de color amarillo)
  - Sensor de temperatura.

Figura 12: Partes del componente ADP (Acoustic Doppler Profiler M9).



Fuente: Propia.

- Antena G.P.S. y antena de radio transmisor de información hacia laptop.
  - Antena del sistema de posicionamiento global (01) y antena de radio transmisor que envía señal hacia la laptop (02).

Figura 13: Antena de G.P.S. y de radio.



Fuente: Propia.

- Programas para la conexión, recepción de datos de la medición realizada con ADCP M9:
  - Utilities, programa instalado en la laptop, el cual es utilizado para otorgar conexión con el laptop/tablet - ADCP.



- RiverSuveyorStationary Live, programa instalado en la tablet, el cual se encarga de procesar la información adquirida por el ADCP y mostrarnos los datos medidos.



- RiverSuveyor Live, programa instalado en la laptop, el cual se encarga de procesar la información adquirida por el ADCP y mostrarnos los datos medidos.



#### 2.2.6. Hidrología

El manual de carreteras de hidrología, hidráulica y drenaje del M.T.C., indica que la hidrología se encarga del estudio de la distribución espacial y temporal, y las propiedades del agua presentes en la atmósfera y corteza terrestre. Esto incluye la escorrentía, las precipitaciones, la evapotranspiración, la humedad del suelo, y el equilibrio de las masas glaciares.

Los estudios hidrológicos son fundamentales para:

- a) El diseño de obras hidráulicas, para realizar estos estudios se utilizan frecuentemente modelos matemáticos que representan el comportamiento de toda una cuenca en estudio.
- b) El correcto conocimiento del comportamiento hidrológico de un río o de un lago, para poder establecer las áreas vulnerables a los eventos hidrometeorológicos extremos.
- c) Su aplicación está dada en la estimación de caudales de diseño para diferentes obras hidráulicas y puentes.

#### 2.2.7. Hidráulica

El manual de carreteras de hidrología, hidráulica y drenaje del M.T.C., menciona que la hidráulica es una rama de la física y la ingeniería, que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos; esto es dependiente de las fuerzas que se interfieren con la masa (fuerza) y empuje de la misma.

Su aplicación está dada en la determinación de las secciones, geometría de las obras hidráulicas.

#### 2.2.8. Socavación

En el Perú la causa hidráulica más frecuente que provoca la falla de puentes es la socavación, que tiene lugar en la zona de sus apoyos (estribos, pilares), la cual afecta las cimentaciones, ya sea por su insuficiente nivel de desplante, su geometría o por construcción inadecuada.

La erosión hídrica o socavación es un proceso que se produce a largo, transitorio y corto plazo, o como en el caso de la ocurrencia de avenidas. La estimación de la profundidad de socavación para el diseño de puentes debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Socavación que ocurre independientemente de la presencia del puente como socavación general, socavación en curvas, cauce, etc.
- b) Socavación que ocurre en la sección del puente debido al estrechamiento del cauce por la presencia del puente (socavación por contracción).
- c) Socavación que ocurre en la zona de sus apoyos (socavación local de pilares y estribos rodeados por la corriente).

La suma de los componentes de la socavación, permite obtener la socavación potencial total, mediante expresiones que consideran socavaciones máximas por el lado de la seguridad.

Según el manual de carreteras de hidrología, hidráulica y drenaje del M.T.C., se recomienda que el valor estimado para la profundidad de socavación potencial total, sea consecuente con lo observado en la etapa de campo, respecto a los materiales que subyacen en el lecho del cauce y sobre la base de las muestras extraídas de las calicatas, pozos exploratorios y de la información obtenida de sondeos geofísicos. Esto, debido a que la estimación de la profundidad de socavación, se realiza mediante métodos empíricos que conllevan en algunos casos a conseguir resultados que no son reales.

La profundidad de socavación parte de suponer que ésta depende de variables que caracterizan al flujo, al material presente en el lecho del cauce y a la geometría del puente.

### 2.3. Marco normativo

- a) Manual de hidrología, hidráulica y drenaje: actualizada mediante Resolución Directoral N°05-2016-MTC/14, vigente desde el 26 de febrero de 2016.

b) Manual de puentes: actualizada mediante Resolución Directoral N°19-2018-MTC/14, vigente desde el 21 de diciembre de 2018.

c) Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos: actualizada mediante Resolución Directoral N°10-2014-MTC/14, vigente desde el 10 de abril de 2014.

Figura 14: Manuales técnicos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Perú.

#### 2.4. Definición de términos

- AASHTO

Asociación americana de oficiales de carreteras estatales y transportes o por sus siglas en inglés AASHTO, de American Association of State Highway and Transportation Officials.

- ADCP

Acoustic Doppler Current Profiler (Perfilador de corriente acústico Doppler).

- Afluentes

Río o arroyo secundario que lleva sus aguas a otro curso mayor o principal.

- A.L.A.  
Autoridad local del agua.
  
- A.N.A.  
Autoridad nacional del agua.
  
- Avenidas máximas  
Es la crecida del caudal provocada por precipitaciones intensas.
  
- Batimetría  
Grupo de técnicas para la medición de las profundidades del mar, los ríos, lagunas, arroyos, etc.
  
- Caudal  
volumen de agua que lleva una corriente en un determinado tiempo sobre un río, riachuelo, manantial, etc.
  
- Calicata  
Técnicas de investigación empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico de un terreno, profundidad máxima entre 3.00 a 4.00m.
  
- Cauce  
Lecho de un río, a un canal abierto para la circulación del agua.
  
- Cono de deyección  
Es una forma de modelado fluvial que en planta se caracteriza por tener una silueta cónica o en abanico y una suave pendiente.
  
- Cuenca Hidrográfica  
Es un territorio delimitado por la línea de las cumbres y drenado por un único sistema de drenaje natural.

- Espejo de agua (T)  
Longitud transversal de la superficie del agua.
  
- Estación pluviométrica  
Área equipada con instrumentos (caseta de control, pluviómetro, etc.) para medir la lluvia (cantidad de precipitación líquida durante un período determinado de tiempo).
  
- Estudio de mecánica de suelos  
Es la disciplina que se encarga de aplicar las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas geotécnicos del terreno, estudia el comportamiento, las propiedades y la utilización del suelo como material estructural, de manera que la resistencia y las deformaciones de este ofrezcan durabilidad, seguridad y estabilidad a las estructuras.
  
- Flujo laminar  
También llamado corriente laminar y describe a un fluido cuando es ordenado, estratificado, suave.
  
- Flujo transitorio  
Se encuentra entre los estados laminar y turbulento de la corriente de flujo o también definido como un estado mixto o estado de transición.
  
- Flujo turbulento  
También llamado corriente turbulenta debido al movimiento de un fluido que se da en forma caótica, en que las partículas se mueven desordenadamente y las trayectorias de las partículas se encuentran formando pequeños remolinos periódicos.
  
- Estribo de puente  
Constituye la subestructura de un puente y que, junto con las pilas, está destinada a soportar las cargas del tablero. Sus objetivos son los siguientes: Transmitir el peso a los cimientos.

- Fenómeno del niño  
Es el calentamiento extraño de la temperatura del agua del Pacífico oriental, que repercute en el clima mundial.
- Fenómeno de la niña  
Es el enfriamiento cíclico de la temperatura del agua del Pacífico oriental, que repercute en el clima mundial.
- Gálibo  
Distancia máxima de un vehículo grande que sirve para determinar si puede pasar por un túnel o por debajo de un puente, un paso elevado, etc.
- Gálibo fluvial  
Distancia entre la parte inferior de la superestructura y el nivel de aguas máximas y extraordinarias (N.A.M.E.) del curso de agua.
- Geología  
Ciencia que estudia el comienzo, evolución y formación de la Tierra, los materiales que la componen y su estructura.
- Hidráulica  
Rama de la física que estudia la conducta de los líquidos en función de sus propiedades específicas.
- Hidrología  
Rama de las ciencias de la tierra que estudia el agua, su ocurrencia, circulación, distribución y propiedades físicas, químicas y mecánicas en los océanos, superficie y atmósfera.
- LRFD  
Es el diseño por factores de carga y resistencia ó estados límites, conocido por sus siglas LRFD (Load and Resistance Factor Design).

- Margen de un río  
Es el lado lateral de un río; si nos imaginamos o encontramos en un río, mirando hacia donde fluye el río, es decir mirando aguas abajo, la margen izquierda es la orilla que se encuentra al lado izquierdo.
  
- Medición  
Es un proceso que se basa en comparar una unidad de medida seleccionada con el objeto o fenómeno cuya magnitud física que se desea medir.
  
- Método estadístico  
Es una secuencia de procedimientos para el manejo de los datos cuantitativos y cualitativos de la investigación, mediante técnicas de recolección, presentación, descripción, recuento y análisis.
  
- N.A.M.E.  
Nivel de aguas máximas y extraordinarias.
  
- Pendiente  
Es la inclinación de un elemento lineal, natural o constructivo respecto de la horizontal.
  
- Periodo de retorno  
Intervalo de tiempo en años en que el valor del caudal pico o precipitación, es igualado o superado una vez cada "t" años.
  
- Precipitación  
Cualquier forma de agua que desciende de la tropósfera.
  
- Ensayo de penetración estándar  
Prueba de penetración dinámica, empleada para obtener suelos no alterados en los que se quiere realizar un reconocimiento geotécnico.

- Rugosidad  
Se define el conjunto de las asperezas, irregularidades de una superficie respecto a otra idealmente lisa.
- Sección transversal  
Es un corte de dos dimensiones en una figura de tres dimensiones.
- Sedimentación  
Proceso en el cual los materiales son transportados por distintos agentes (viento, glaciares, escorrentía) y procedentes de la erosión y la meteorización de las rocas son depositados, pasando a ser sedimentos.
- SENAMHI. DZ-11  
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, dirección zonal número 11.
- Socavación  
Es el fenómeno de erosión hídrica.
- Socavación general o normal  
Es la socavación que ocurre en el cauce por la presencia del puente.
- Socavación local  
Es la socavación que ocurre en la zona de apoyos del puente (socavación local de pilares y estribos rodeados por la corriente).
- Socavación total  
Es la sumatoria del cálculo estimado de socavación general o normal más la socavación local.

- Talud  
Se denomina a la inclinación que se da a las tierras para que se sostengan las unas a las otras.
- Transporte de sedimentos  
Proceso continuo donde las partículas de sedimentos son trasladadas a causa de la corriente de agua.
- Tirante de agua (Y)  
Es la máxima profundidad del flujo.
- Turbulencia  
Es el estado de conmoción en que se encuentra el fluido.

## **2.5. Hipótesis**

### 2.5.1. Hipótesis general

Los resultados de la medición del caudal con el perfilador de corriente acústica Doppler sirven para analizar de forma numérica los niveles de socavación en los estribos del puente La Breña.

### 2.5.2. Hipótesis específicas

- a) El resultado geométrico y gráfico del levantamiento topográfico sirve para determinar la sección transversal en el análisis de socavación en estribos del puente.
- b) Los resultados del estudio de la mecánica de suelos sirven para evaluar el perfil estratigráfico el análisis de socavación en estribos del puente.
- c) La medición del caudal con perfilador de corriente acústica Doppler sirve para realizar las proyecciones del caudal máximo extraordinario en el puente.

## **2.6. Variables**

### **2.6.1. Definición conceptual de las variables**

Variable independiente:

- Caudal.

Cantidad de agua que pasa por un punto específico en un sistema hidráulico en un momento o período dado. (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, p. 218)

Variable dependiente:

- Nivel de Socavación.

El nivel de socavación es un fenómeno hidrodinámico que es la causa más frecuente de falla que afecta las cimentaciones de los puentes. Dicho fenómeno es una combinación de distintos procesos, unos que se producen a largo plazo y otros transitorios por el paso de avenidas. (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, p. 99)

### **2.6.2. Definición operacional de las variables**

Variable independiente:

- Caudal.

El caudal es la medición del área de sección hidráulica del fluido y obtención de la velocidad promedio del fluido.

Variable dependiente:

- Nivel de Socavación.

El nivel de socavación es el fenómeno de erosión hídrica y es producto de procesos a largo plazo y otros de manera transitoria, dada por el rozamiento del caudal permanente o caudal máximo extraordinario transitorio con el suelo, previamente identificando la geometría de la subestructura del puente con la topografía y las propiedades del suelo.

### 2.6.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1: Operacionalización de Variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE <b>CAUDAL.</b>	Cantidad de agua que pasa por un punto específico en un sistema hidráulico en un momento o periodo dado. (Manual de Hidrología y Drenaje, 2016, p. 218).	El caudal es la medición del área de sección hidráulica del fluido y obtención de la velocidad promedio del fluido.	Área de sección hidráulica del fluido.	Área de sección hidráulica del fluido.	Transductor del Perfilador de corriente acústico Doppler (ADCP), programa RiverSurveyor Live. Panel fotográfico
			Velocidad promedio del fluido.	Velocidad promedio del fluido.	Transductor del Perfilador de corriente acústico Doppler (ADCP), programa RiverSurveyor Live. Panel fotográfico.
VARIABLE DEPENDIENTE <b>NIVEL DE SOCAVACIÓN.</b>	El nivel de socavación es un fenómeno hidrodinámico que es la causa más frecuente de falla que afecta las cimentaciones de los puentes. Dicho fenómeno es una combinación de distintos procesos, unos que se producen a largo plazo y otros transitorios por el paso de avenidas. (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, p. 99)	El nivel de socavación es el fenómeno de erosión hídrica y es producto de procesos a largo plazo y otros de manera transitoria, dada por el rozamiento del caudal permanente o caudal máximo extraordinario transitorio con el suelo, previamente identificando la geometría de la subestructura del puente con la topografía y las propiedades del suelo.	Caudal máximo extraordinario.	Método Distribución Normal.	Hojas de cálculo Excel.
				Método Distribución Log Normal 2 Parámetros.	
				Método Distribución Normal Log de Pearson III Parámetros.	
				Método de Distribución de Extremos tipo I Gumbel (Método gráfico).	
			Método de Distribución de extremos tipo I Gumbel (Método de momentos analítico).		
Estudio topográfico.	Levantamiento topográfico.	Estación Total y Planos.			

		Estudio de la geometría del puente.	Levantamiento de la geometría del puente.	Wincha y Planos.
		Estudio de mecánica de suelos.	Granulometría por estratos	Hojas Excel.
		Socavación general o normal.	Método de Lischvan – Levediev (Estratos).	Hojas de cálculo Excel.
		Socavación local.	Método de Artamonov.	Hojas de cálculo Excel.

Fuente: Propia.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

El método general de investigación empleado fue el Científico, puesto que se realizó un conjunto de pasos que empezó con la observación, el planteamiento del problema, la formulación de la hipótesis, recolección de datos mediante técnicas y concluyendo en los resultados.

#### **3.2. Tipo de investigación**

Aplicada, puesto que buscó emplear conocimientos generados por la investigación básica para dotar con la solución del problema de la socavación de los estribos del puente La Breña.

#### **3.3. Nivel de investigación**

La investigación fue del nivel Descriptivo - Explicativo, puesto que además de describir las características de las variables de estudio, se buscó las causas y efectos de las mismas para su mejor entendimiento y el posterior planteamiento de propuestas de solución ante de los procesos erosivos (Nivel de socavación) que sufren los estribos del puente.

### **3.4. Diseño de la Investigación**

El diseño fue cuasi experimental, debido a que busca probar la existencia de una relación causal manipulando una variable independiente, para observar su efecto en una o más variables.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Los puentes del valle del Mantaro que cruzan el río Mantaro: puente Matachico, puente colgante San Miguel, puente Stuart, puente Las Balsas, puente Orcotuna, puente La Breña, puente Los Ángeles, puente sobre el río Mantaro (Puente Comuneros) y puente Chupuro.

#### **3.5.2. Muestra**

El tipo de muestreo es el no probabilístico, intencional o dirigida por lo se tomó de acuerdo al interés del investigador y la muestra fue el puente La Breña, debido a la importancia de su ubicación, frecuencia de uso y que cuenta con similares condiciones del puente Chupuro que está siendo reemplazado producto del fenómeno de la socavación.

### **3.6. Técnicas, instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

- Análisis de documentos: se realizó la revisión y análisis de documentos inherentes al puente en estudio como los planos de construcción del puente entregados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones y datos de los tirantes del río Mantaro en la estación hidrométrica puente Breña desde el año 1996 al 2019 entregados por SENAMHI DZ-11.
- Observación directa: a través de una inspección visual se procedió a identificar el lugar de aforamiento con el perfilador de corriente acústica Doppler, también se realizó la exploración del suelo a tajo abierto en el lugar más óptimo sin perjudicar la subestructura actual del puente La Breña debido al orificio producto de esta.
- Exploración de suelo: se ejecutó la excavación como técnica para la extracción del suelo a una profundidad de 4.20m para ser analizado

en el laboratorio y ser complementado con el ensayo de penetración estándar del expediente técnico del puente Cantuta ubicado a 700m aguas arriba del puente La Breña.

### 3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

- Perfilador de corriente acústica Doppler M9: con el perfilador se midió el caudal recolectando datos.
- Estación total, trípode, primas, jalones, G.P.S., flexómetro, wincha, entre otros para el levantamiento topográfico y obtención de la geometría del puente La Breña.
- Equipos de laboratorio de mecánica de suelos, tamices, taras, moldes, martillo de hule, brochas, cucharones, pala, balanza, etc.

### 3.7. Procesamiento de la información

La información fue procesada de la siguiente manera:

- Se obtuvo planos del puente La Breña facilitados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Sub Dirección de Obras de Puentes (Archivo de planotecas)., siendo reconstruidos en AutoCAD Civil 3D 2019 y expuesto en planos.
- El levantamiento topográfico del terreno fue procesado en AutoCAD Civil 3D 2019, expuesto en planos y contrastados con los obtenidos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Sub Dirección de Obras de Puentes.
- Los datos obtenidos con tecnología Doppler en la medición con el perfilador de corriente acústica Doppler, fueron procesados por su programa RiverSueyoy Live para luego ser exportados al programa en AutoCAD Civil 3D 2019 realizando los traslapados de la batimetría y la topografía realizada, para ser expuesto en planos.
- Las muestras de los estratos de suelo extraídas mediante la exploración del suelo y fueron analizadas en el laboratorio.
- Con los datos de los parámetros hidráulicos obtenidos con tecnología Doppler se compensó datos de tirante medido por SENAMHI. desde el enero de 1996 hasta agosto de 2019.

- Los datos hidrológicos fueron procesados de manera estadística en hojas de cálculo Excel y expuestos en cuadros resumen.
- El cálculo para el análisis de socavación fue procesado en hojas Excel y expuestas en un cuadro resumen.
- En la redacción de la tesis se utilizó los programas: AutoCAD Civil 3D 2019, RiverSuveyor Live, Word, Excel, Paint y Power Point.

### **3.8. Técnica y análisis de datos**

En la investigación se ha considerado las etapas de: Pre campo, campo, laboratorio, gabinete y elaboración del informe final de tesis.

#### **3.8.1. Pre campo**

- En esta etapa de investigación, se definió el problema, los objetivos y se plantearon las hipótesis. La formulación del problema nos permitió segregar información y bibliografía no relevante.
- Asimismo, se realizó la identificación de las fuentes de información relevante para cumplir con los objetivos de la investigación.

#### **3.8.2. Campo**

- Se hizo uso de la técnica de observación para delimitar el área para realizar el levantamiento topográfico e instalar los puntos de control, la sección donde se midió el caudal y el lugar de donde se extrajo la muestra de los estratos de suelo.
- Se realizó el levantamiento topográfico con estación total en el área de influencia del puente La Breña y se procesaron los datos para ser representados en planos en conjunto con los planos facilitados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Sub Dirección de Obras de Puentes (Archivos planotecas).
- Se participó directamente en el proceso técnico de obtención de parámetros hidráulicos con tecnología Doppler del río Mantaro con el personal técnico de SENAMHI. Dz-11.
- Se realizó una filmación técnica con Drone sobre el área del puente para su mejor visualización y análisis de la socavación.

### 3.8.3. Laboratorio

- En el laboratorio de mecánica de suelos se fue participe mediante la observación sobre la elaboración de los ensayos de clasificación de suelos, obtención de pesos específicos de los estratos.
- En el laboratorio de instrumentos de la facultad de Medicina Humana, se pesó con una balanza analítica el agua del río Mantaro, para así saber el Peso Específico expresado en unidades Ton/m<sup>3</sup>.

### 3.8.4. Gabinete

- Se proceso los datos del levantamiento topográfico con los parámetros hidráulicos y se dibujó en la sección transversal del río incluido batimetría y topografía en conjunto con el puente La Breña.
- Asimismo, el procesamiento de la información se realizó a través de softwares como: AutoCAD Civil 3D 2019, RiverSuveyor Live, Hojas de cálculo Excel (tablas dinámicas), Word, Power Point, entro otros.

### 3.8.5. Elaboración de informe

La redacción del informe final de tesis consistió en lo siguiente:

- Producción del marco teórico.
- Producción del marco metodológico.
- Redacción de los resultados, discusiones de resultados, conclusiones, recomendaciones y anexos.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Medición de la geometría del puente La Breña**

a) Equipos utilizados:

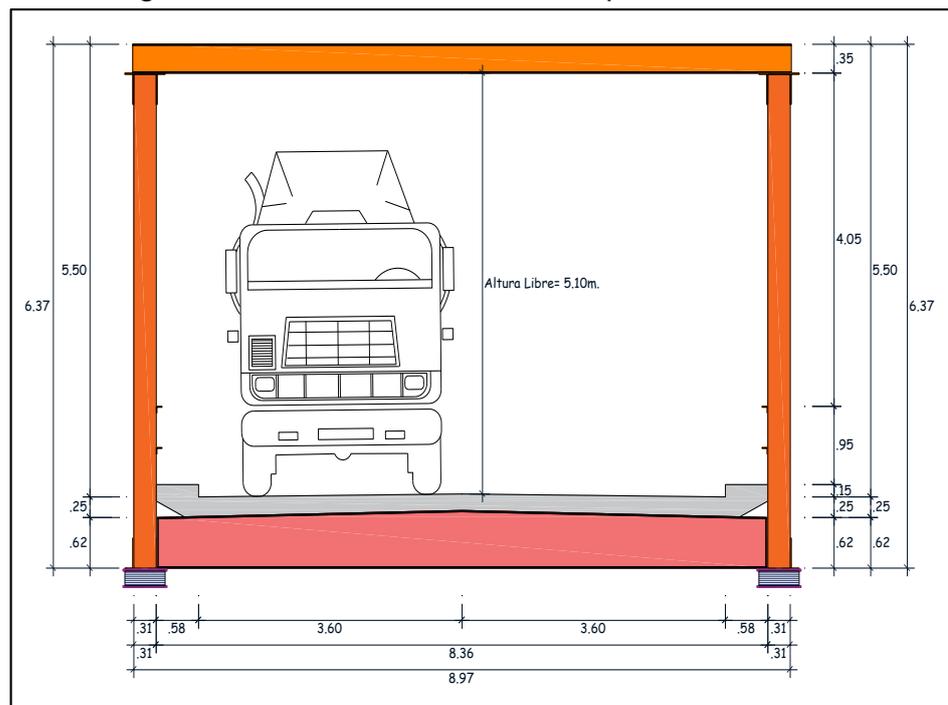
- 01 flexómetro de 5m.
- 01 wincha de 50m.
- 01 papel formato A2 de anotaciones.
- 01 lápiz.
- 01 laptop.
- Programa AutoCAD 2019.

b) Resultado plasmado en los planos:

- Longitud total de 60.55m.
- Longitud de 60.05m. de eje a eje de apoyo.
- Galibo vehicular 5.10m.
- Dos calzadas con un ancho cada una de 3.60m.
- Dos veredas con un ancho cada una de 0.58m.
- El ancho total del puente sin conectores es 8.36m.
- El ancho total del puente es 8.97m.
- Pendiente de S% = -0.96% en sentido este – oeste.

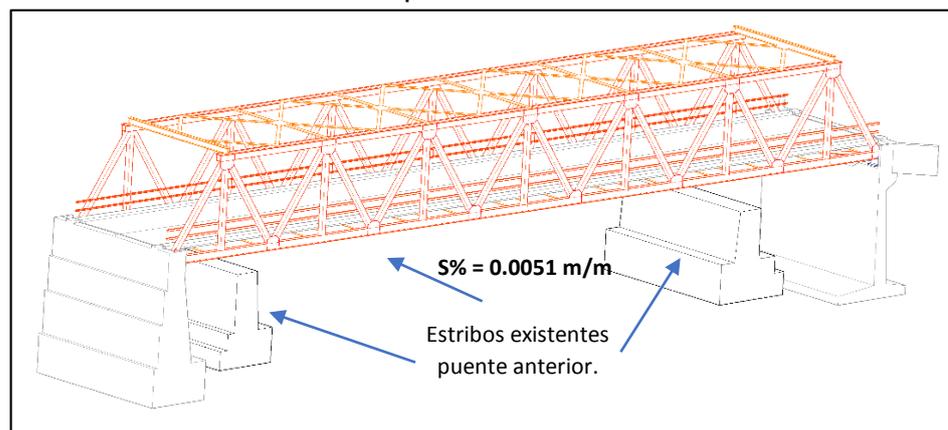
- Estribo derecho de concreto armado con  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , según planos del M.T.C.
- Estribo izquierdo de concreto ciclópeo con  $F'c=140\text{kg/cm}^2$  y núcleo de apoyo con concreto armado con  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , según planos del M.T.C.
- Estribos de la margen derecha e izquierda que aún existen (Estribos que sirven de protección a los actuales) del anterior puente demolido y reemplazado por actual puente La Breña.

Figura 15: Sección transversal del puente La Breña.



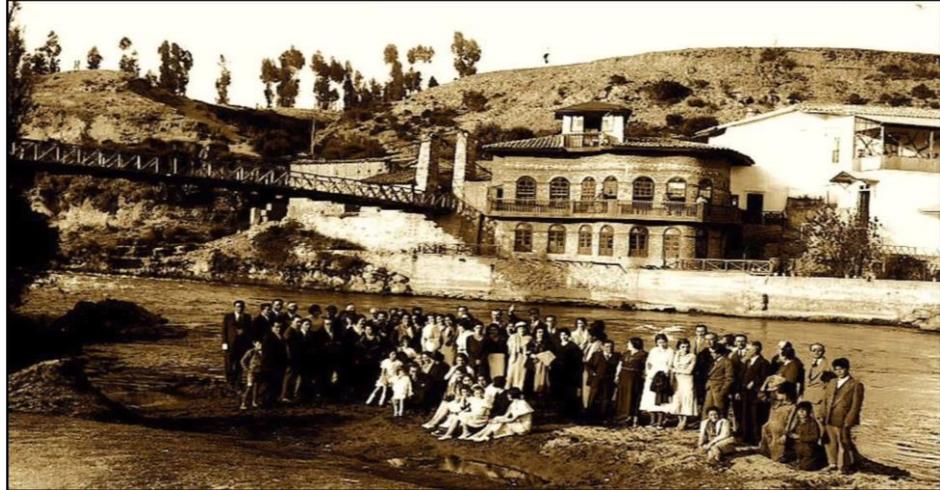
Fuente: Propia.

Figura 16: Estribos existentes del puente anterior que sirve de protección.



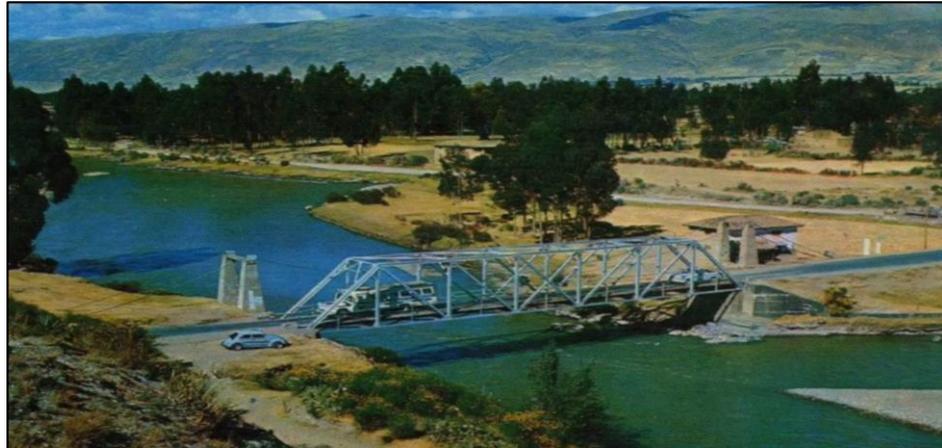
Fuente: Propia.

Figura 17: Anterior puente colgante La Breña 1941.



Fuente: Municipalidad distrital de Pilcomayo.

Figura 18: Anterior puente reticulado La Breña (Inaugurado en 1969, demolido en 1980).



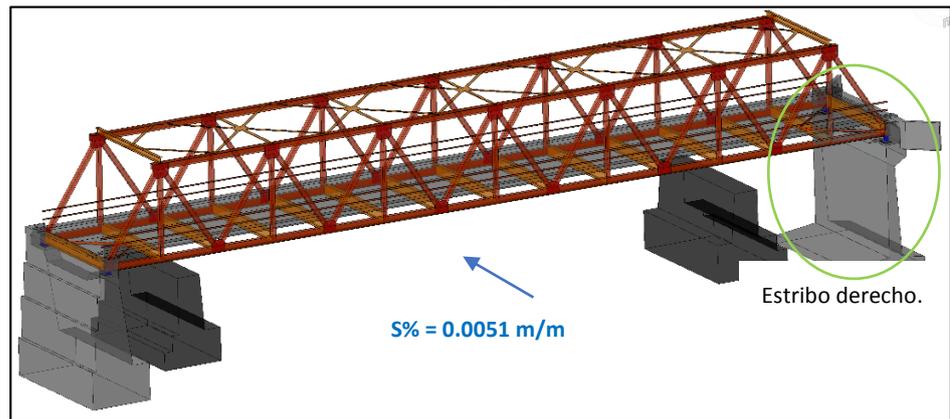
Fuente: Municipalidad distrital de Pilcomayo.

Figura 19: Actual puente reticulado La Breña (Inaugurado el 28 de Julio de 1981).



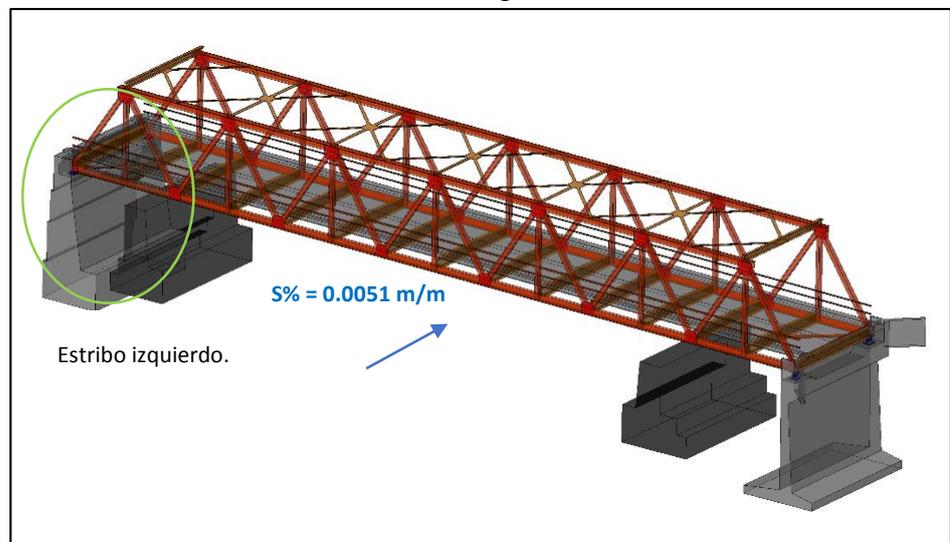
Fuente: Propia.

Figura 20: Estribo margen derecha de concreto armado  
 $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .



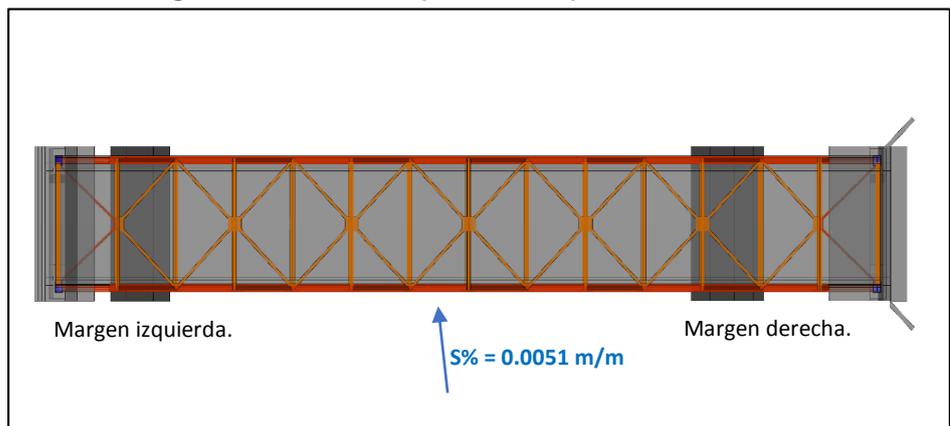
Fuente: Propia.

Figura 21: Estribo margen izquierda de concreto ciclópeo  
 $F'c=140\text{kg/cm}^2$  y en su núcleo de apoyo de concreto armado de  
 $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .



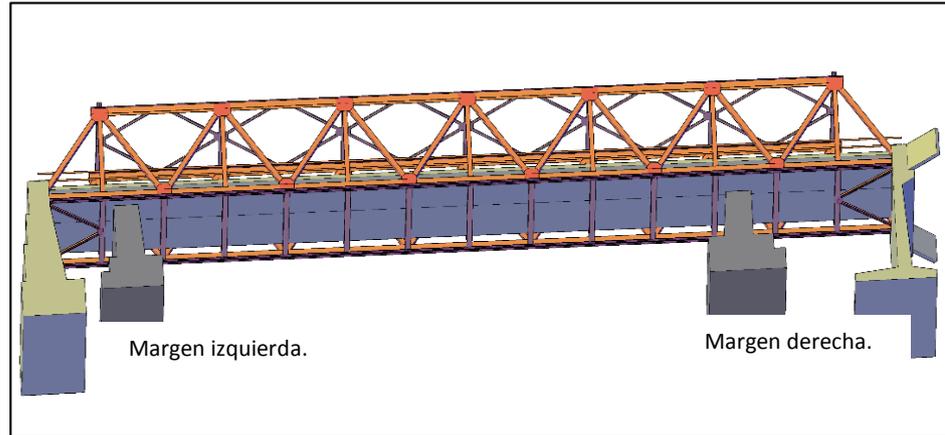
Fuente: Propia.

Figura 22: Vista de planta del puente La Breña.



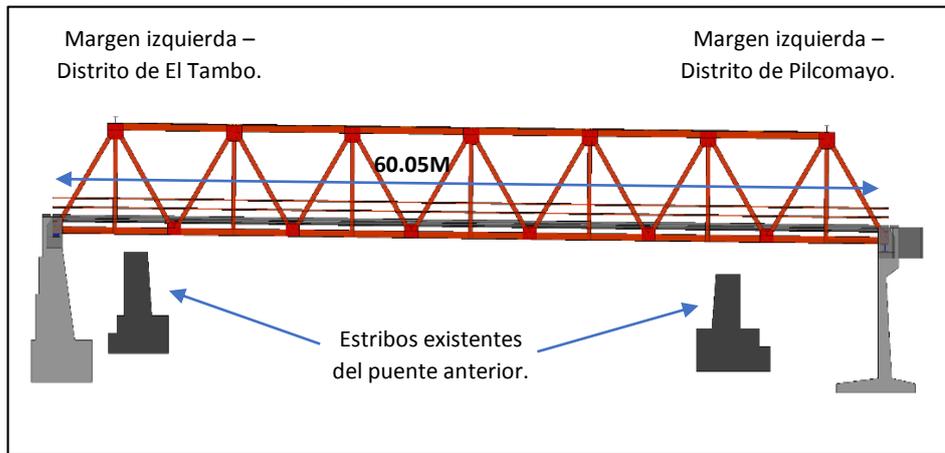
Fuente: Propia.

Figura 23: Vista de la parte inferior de la estructura.



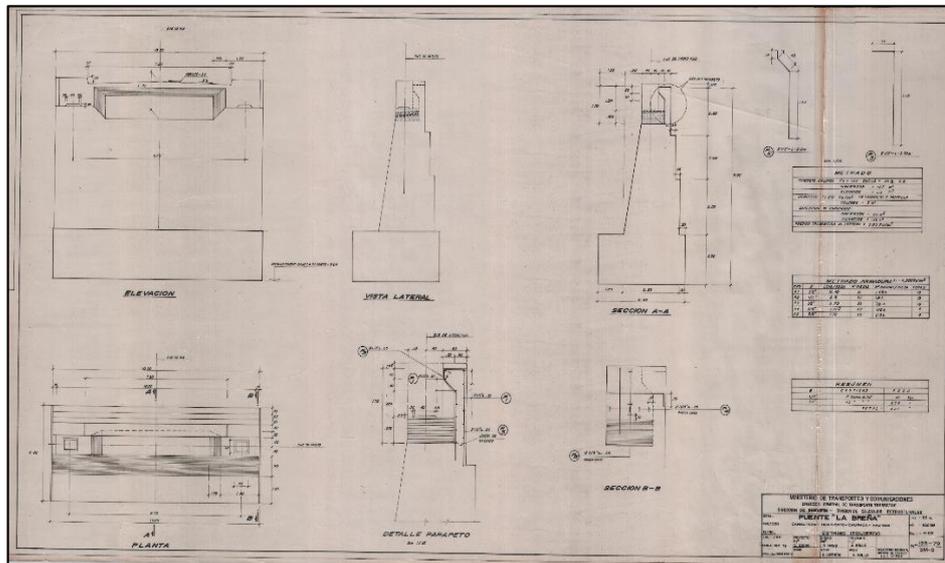
Fuente: Propia.

Figura 24: Perfil del puente, longitud entre apoyos 60.05m.



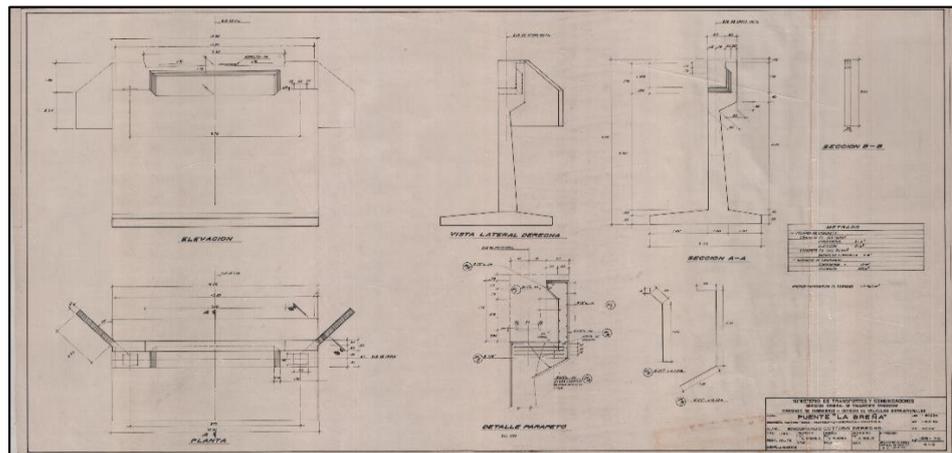
Fuente: Propia.

Figura 25: Plano del estribo izquierdo - M.T.C. – Provias Nacional (Ver anexo C).



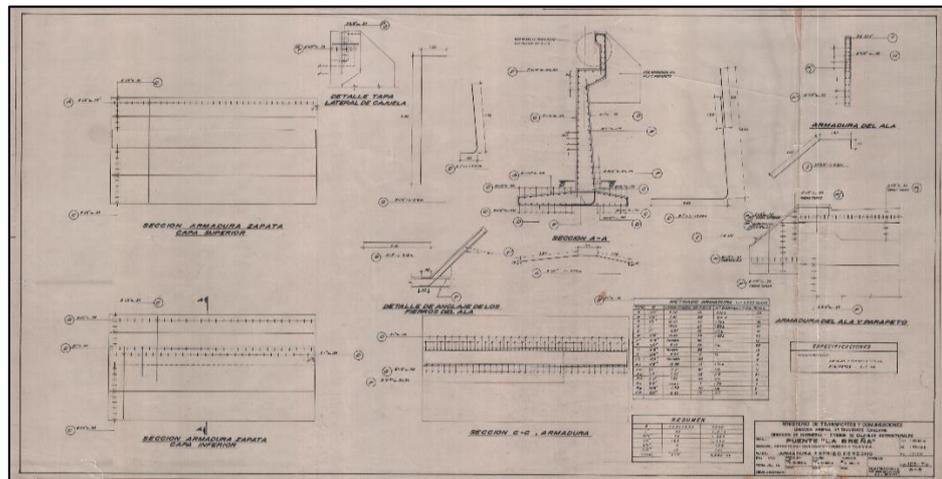
Fuente: Provias Nacional.

Figura 26: Plano del estribo derecho - M.T.C. – Provias Nacional (Ver anexo C).



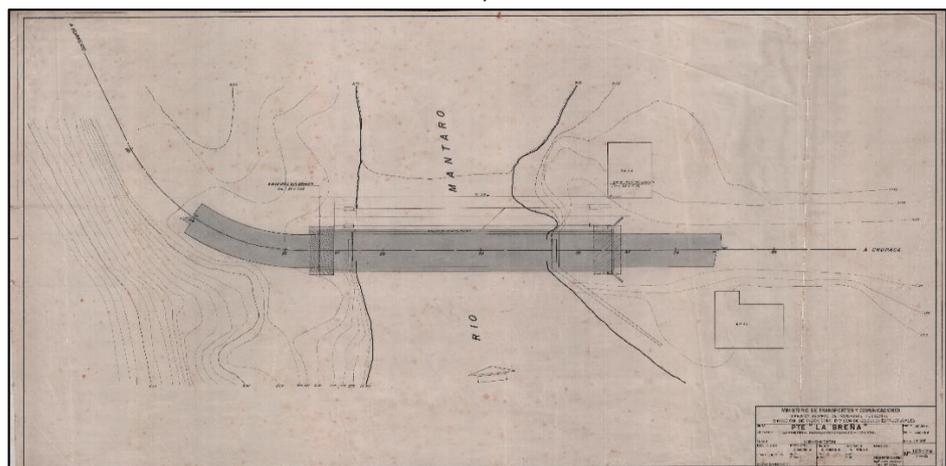
Fuente: Provias Nacional.

Figura 27: Plano del estribo derecho de armadura de acero - M.T.C. – Provias Nacional (Ver anexo C).



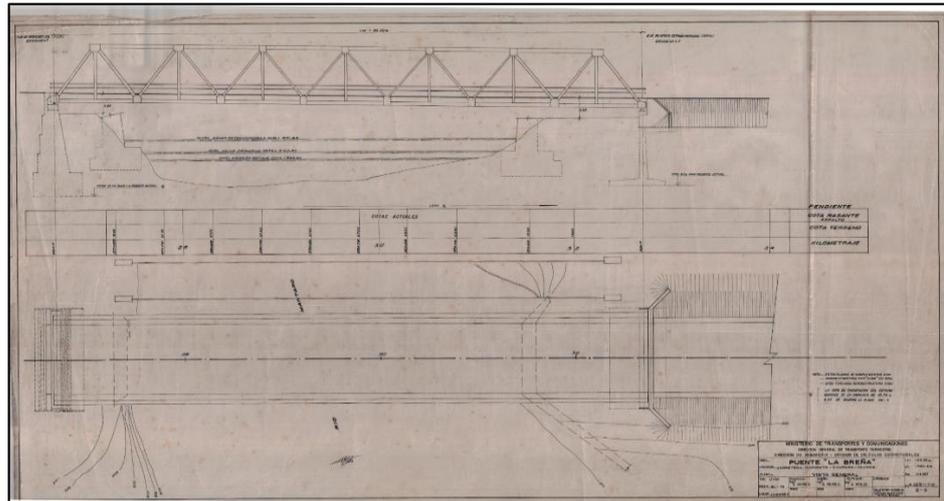
Fuente: Provias Nacional.

Figura 28: Plano de planta - M.T.C. – Provias Nacional (Ver anexo C).



Fuente: Provias Nacional.

Figura 29:Plano de perfil longitudinal - M.T.C. – Provias Nacional (Ver anexo C).



Fuente: Provias Nacional.

Figura 30:Foto panorámica del puente.



Fuente: Propia.

#### 4.2. Levantamiento topográfico

a) Equipos utilizados:

- 01 estación total Topcon modelo E8105.
- 01 trípode de aluminio modelo G8T103PROF3000.
- 02 prismas Topcon incluido jalón.
- 01 flexómetro de 5m.
- 01 G.P.S. Garmin modelo MAP788C.
- 03 Benchmark.
- 01 libreta de campo.
- 01 lápiz.

b) Procesamiento de datos:

Se usó el programa AutoCAD Civil 3D-2019.

c) Resumen de puntos principales.

Tabla 2: Resumen de puntos topográficos principales.

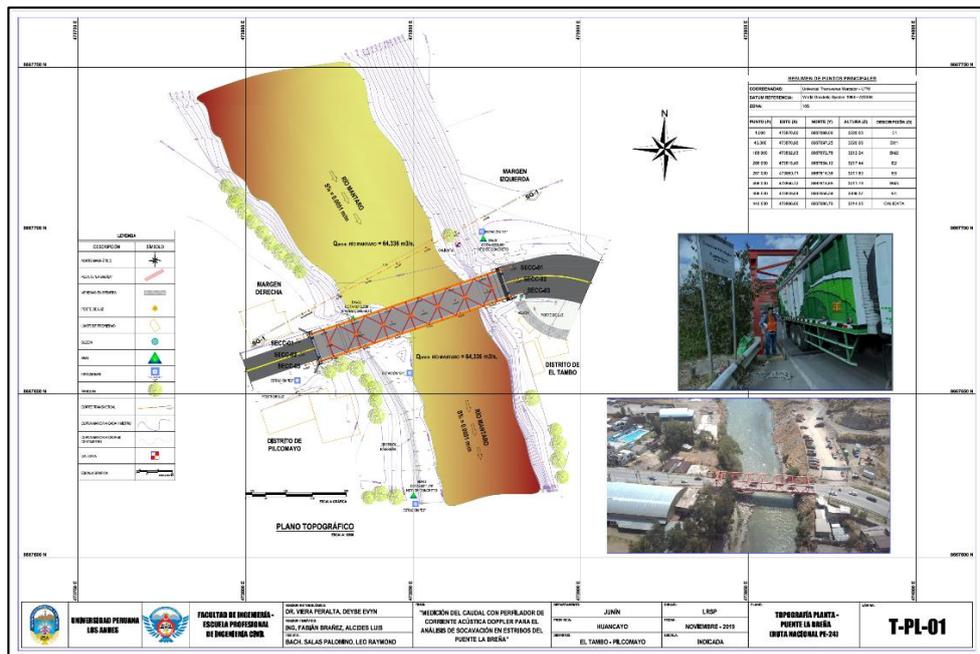
<b>COORDENADAS:</b>		Universal Transverse Mercator - UTM		
<b>DATUM REFERENCIA:</b>		World Geodetic System 1984 - WGS84		
<b>ZONA:</b>		18S		
<b>PUNTO (P)</b>	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>	<b>ALTURA (Z)</b>	<b>DESCRIPCIÓN (D)</b>
01	473870.00	8667699.00	3220.00	E1
40	473870.96	8667697.25	3220.06	BM1
168	473832.03	8667672.78	3212.24	BM2
256	473815.49	8667654.12	3217.44	E2
257	473850.71	8667616.36	3211.80	E3
408	473850.12	8667618.65	3211.79	BM3
409	473849.04	8667656.39	3209.37	E4
446	473860.66	8667695.76	3214.25	EXPLORACIÓN DE SUELO

Fuente: Propia.

d) Plano topográfico – Planta.

Se realizó el levantamiento topográfico en un área planimétrica aproximada de 10,360.00m<sup>2</sup>, obteniendo un total de 531 puntos.

Figura 31: Plano topográfico en planta (Ver anexo B).

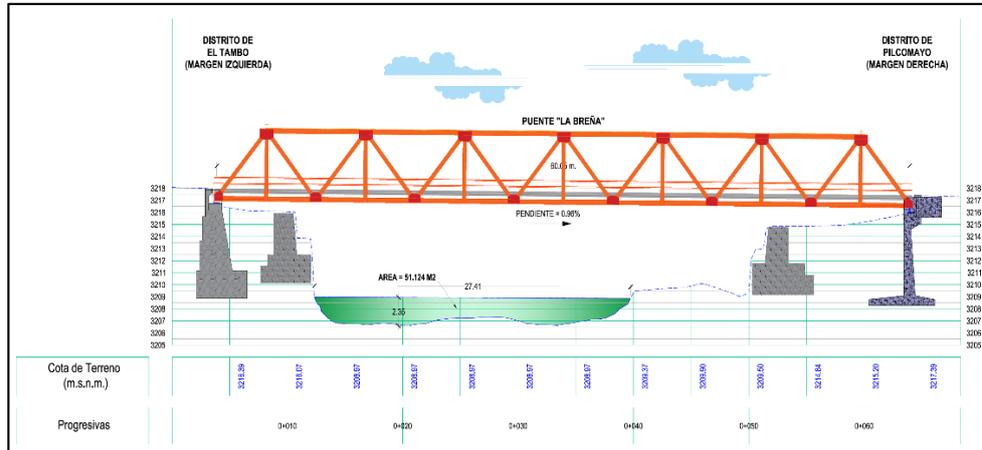


Fuente: Propia.

e) Plano topográfico – secciones transversales.

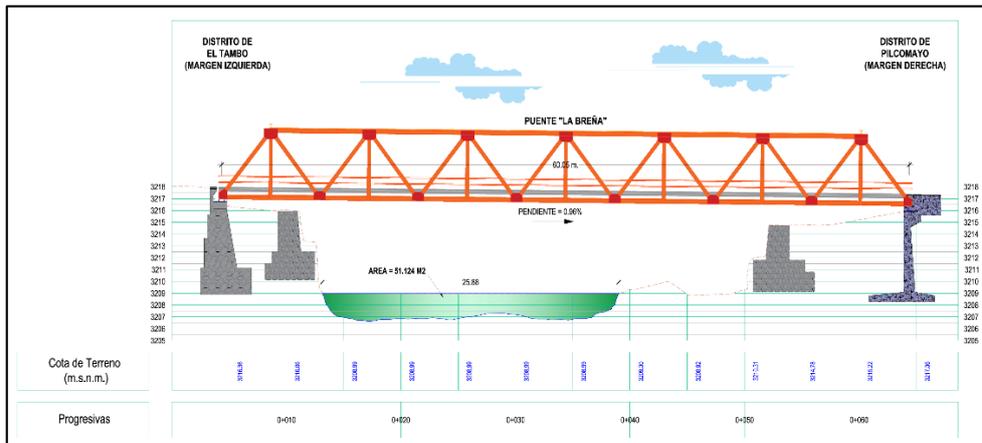
Secciones transversales del puente La Breña con la batimetría del río.

Figura 32: Sección 1-1 del puente La Breña (Ver anexo B).



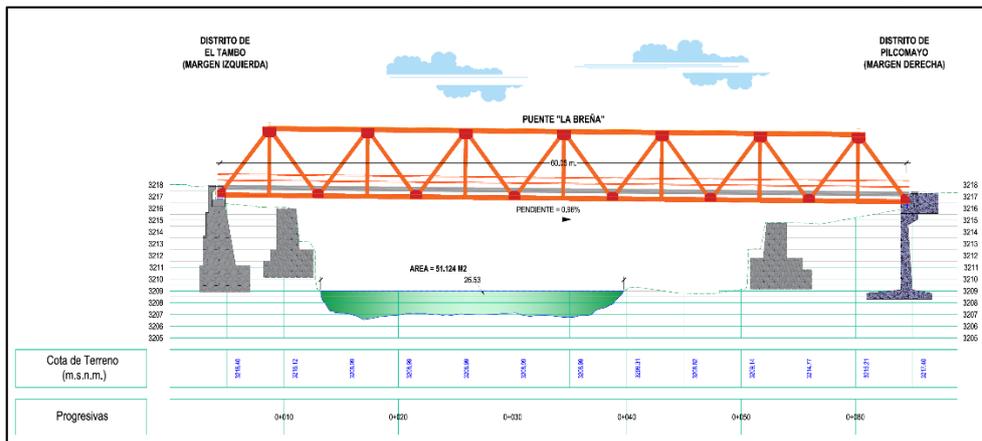
Fuente: Propia.

Figura 33: Sección 2-2 del puente La Breña (Ver anexo B).



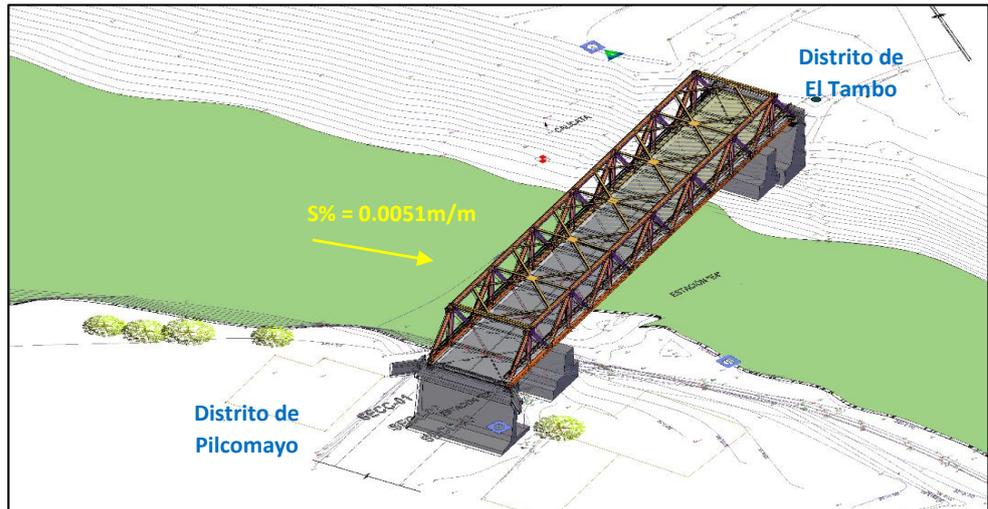
Fuente: Propia.

Figura 34: Sección 3-3 del puente La Breña (Ver anexo B).



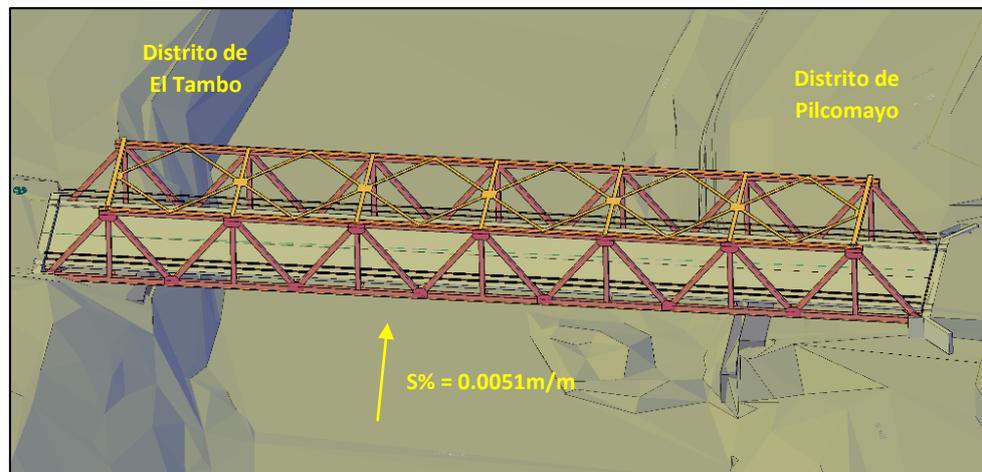
Fuente: Propia.

Figura 35: Isométrico del levantamiento topográfico.



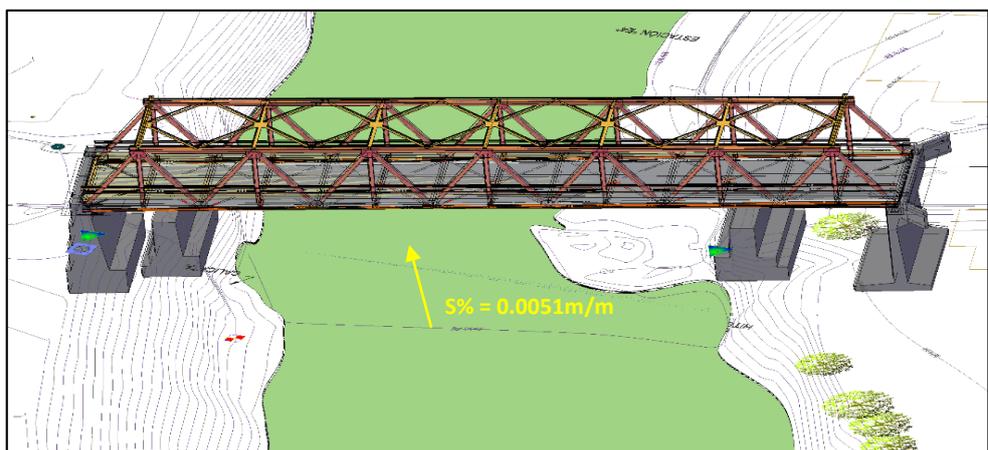
Fuente: Propia.

Figura 36: Pendiente equivalente a  $S\% = 0.0051\text{m/m}$  del río Mantaro, tramo puente La Breña.



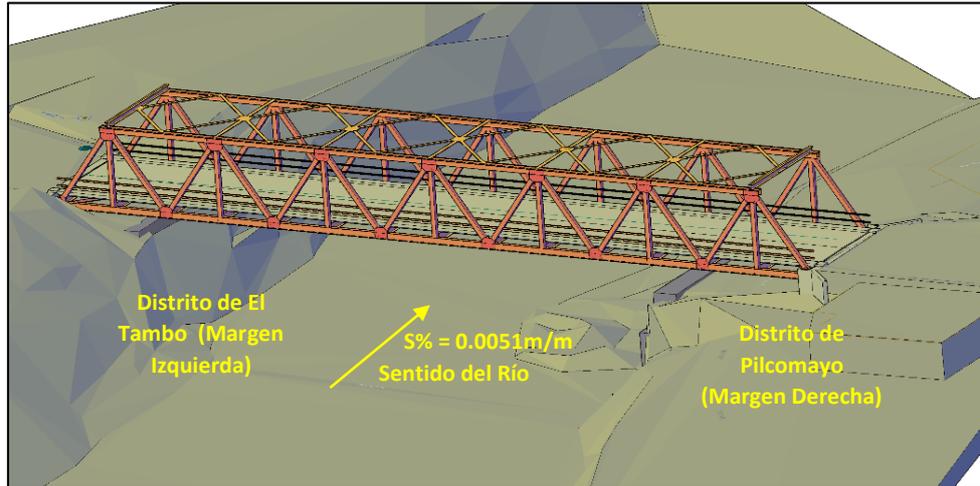
Fuente: Propia.

Figura 37: Apreciación de la subestructura existente (Estribos) del Puente.



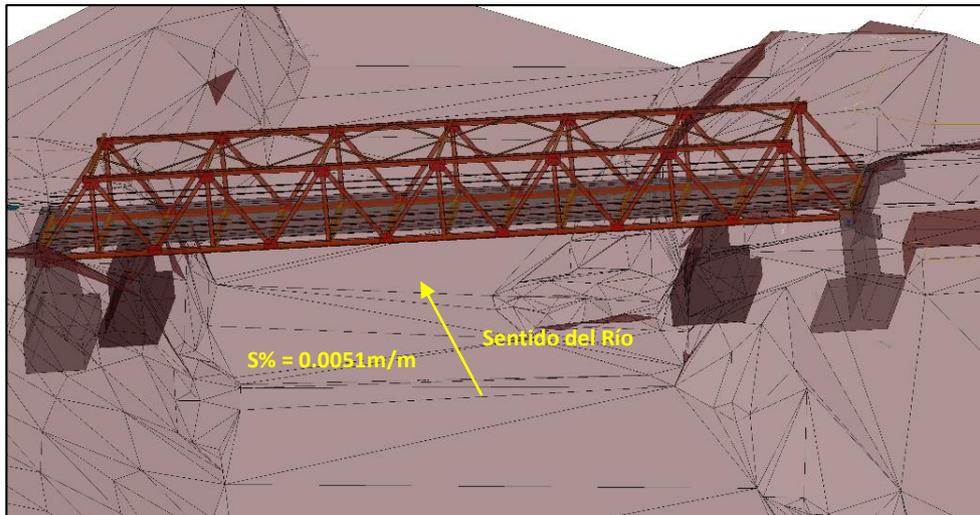
Fuente: Propia.

Figura 38: Isométrico del puente en 3D.



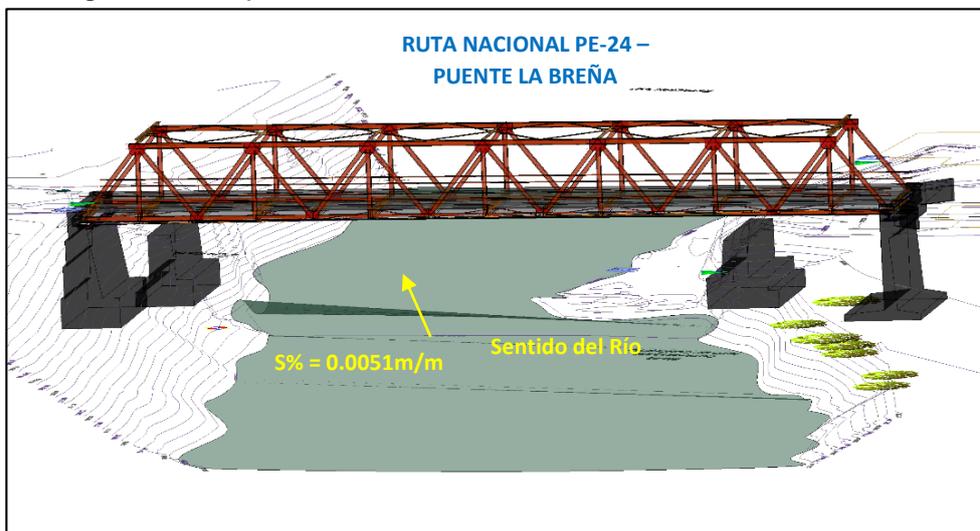
Fuente: Propia.

Figura 39: Triangulación de la topografía e incrustación del 3D.



Fuente: Propia.

Figura 40: El puente se encuentra en la Ruta Nacional PE-24.



Fuente: Propia.

### 4.3. Estudio de mecánica de suelos

a) Equipos utilizados en la extracción de la muestra:

- 01 pico.
- 01 barreta.
- 01 lampa.
- 04 costales.
- 01 flexómetro de 5m.

b) Ubicación de la exploración del suelo y perfil:

- La muestra fue extraída en las coordenadas siguientes:

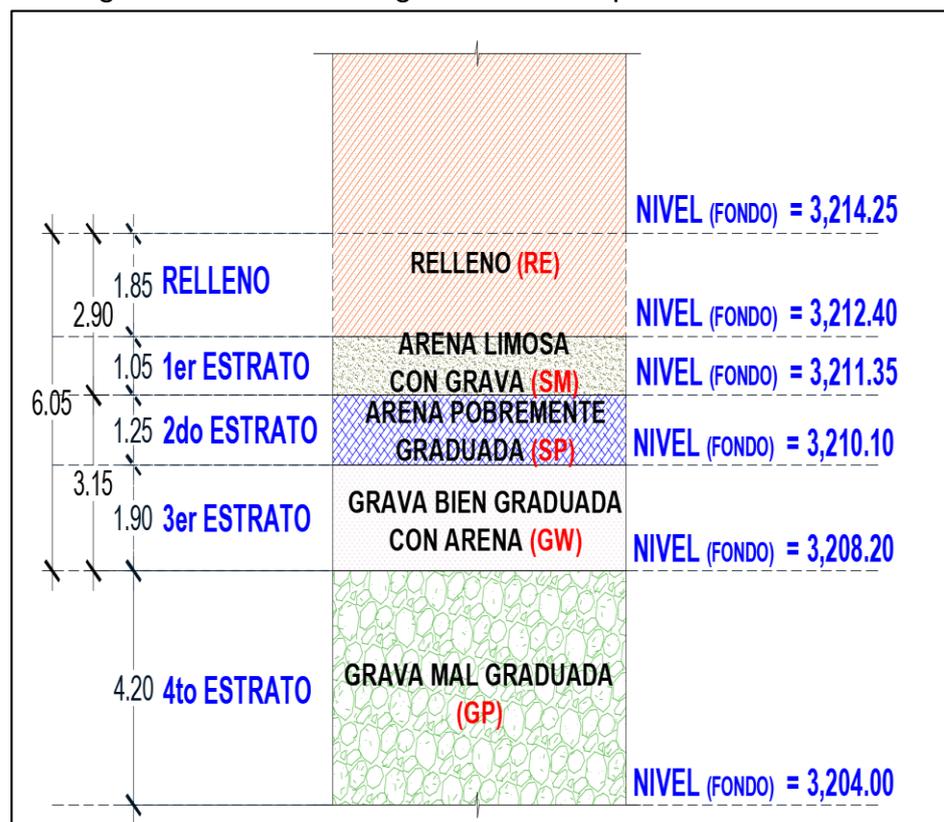
Este : 473860.66

Norte : 8667695.76

Altitud : 3214.25 M.S.N.M.

- La obtención de la exploración del suelo fue a tajo abierto (en talud), debido a su profundidad.

Figura 41: Perfil estratigráfico de la exploración del suelo.



Fuente: Propia.

c) Característica del primer estrato:

- Mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el primer estrato representa a una Arena Limosa con Grava (SM).  
Peso específico = 1.826 Ton/m<sup>3</sup>.

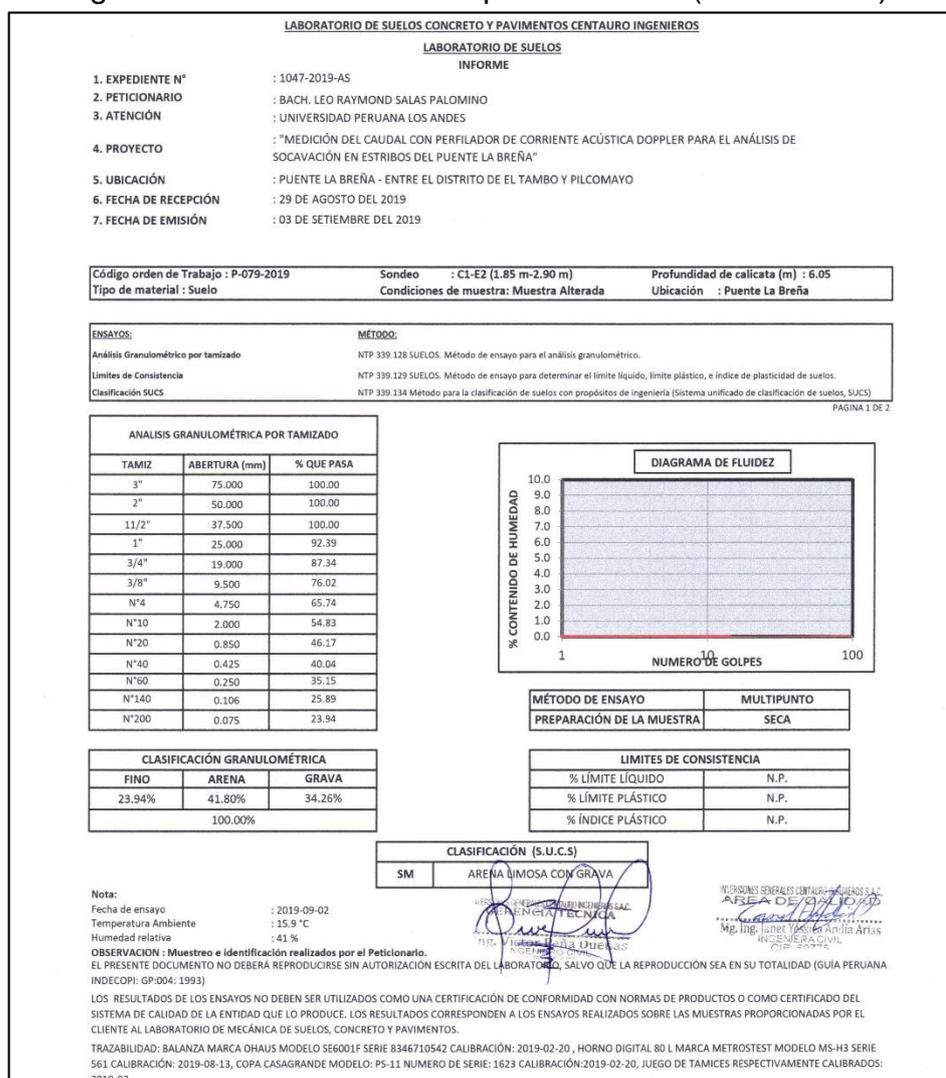
Diámetro medio del grano promedio mayor al 60% del peso retenido (dm=4.75mm).

Suelo no cohesivo o granular.

Estrato no homogéneo.

Análisis granulométrico por tamizado.

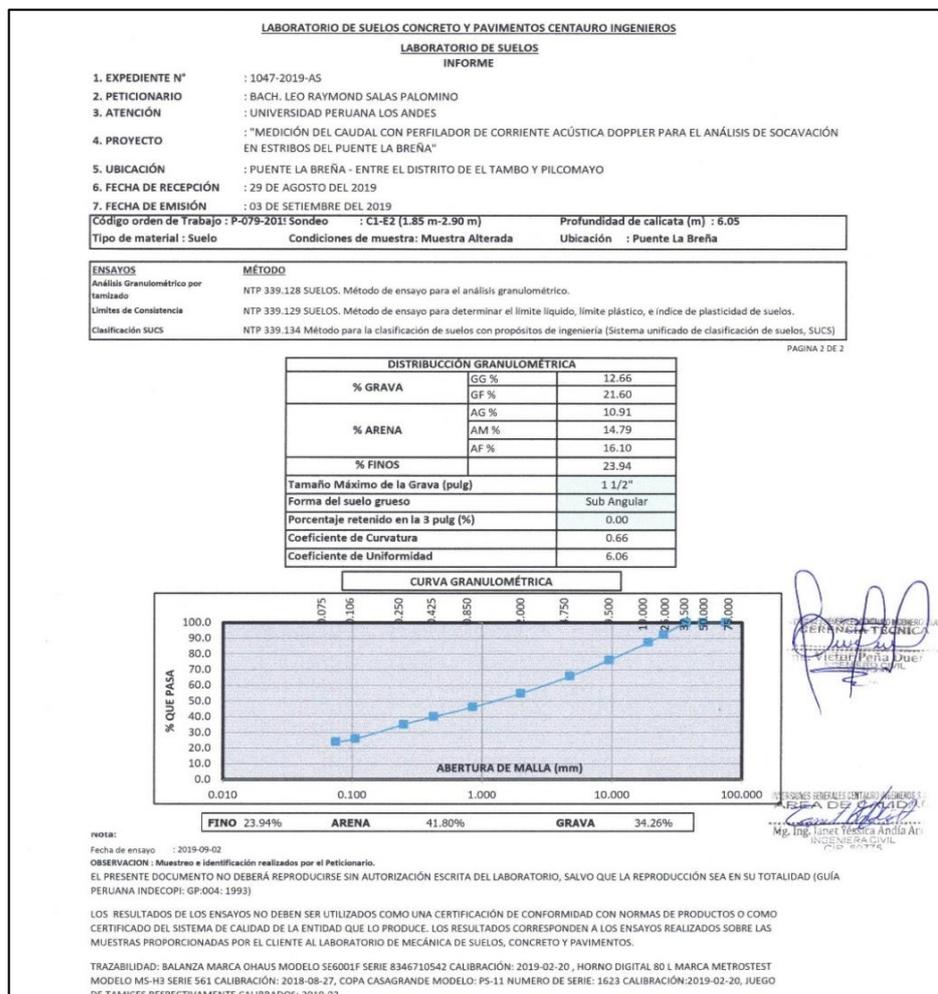
Figura 42: Granulometría del primer estrato (Ver anexo E).



Fuente: Laboratorio de suelos.

## Distribución granulométrica.

Figura 43: Distribución granulométrica del primer estrato (Ver anexo E).



Fuente: Laboratorio de suelos.

Figura 44: Recolección de muestra del primer estrato de suelo.



Fuente: Propia.

- Mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el segundo estrato representa a una Arena pobremente graduada (SP).

Peso específico = 1.803 Ton/m<sup>3</sup>.

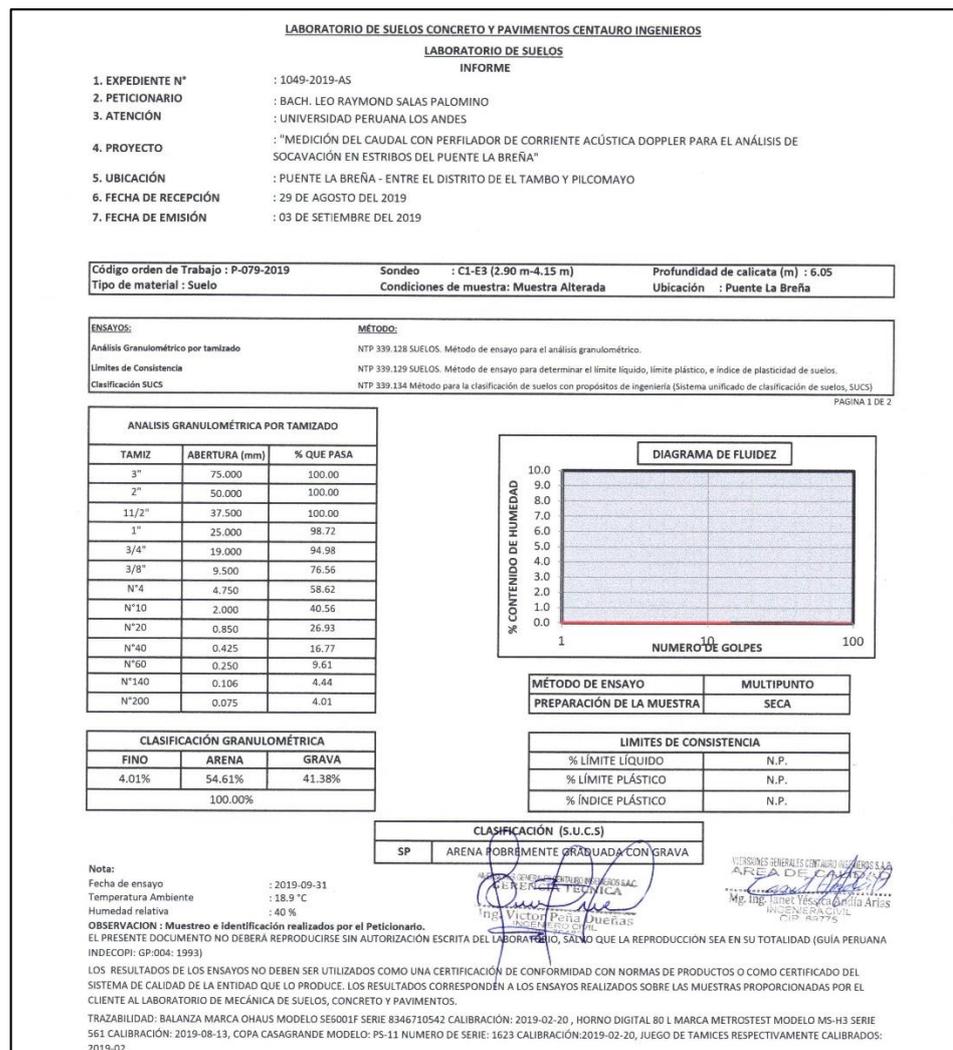
Diámetro medio del grano promedio mayor al 60% del peso retenido (dm=9.50mm).

Suelo no cohesivo o granular.

Estrato no homogéneo.

Análisis granulométrico por tamizado.

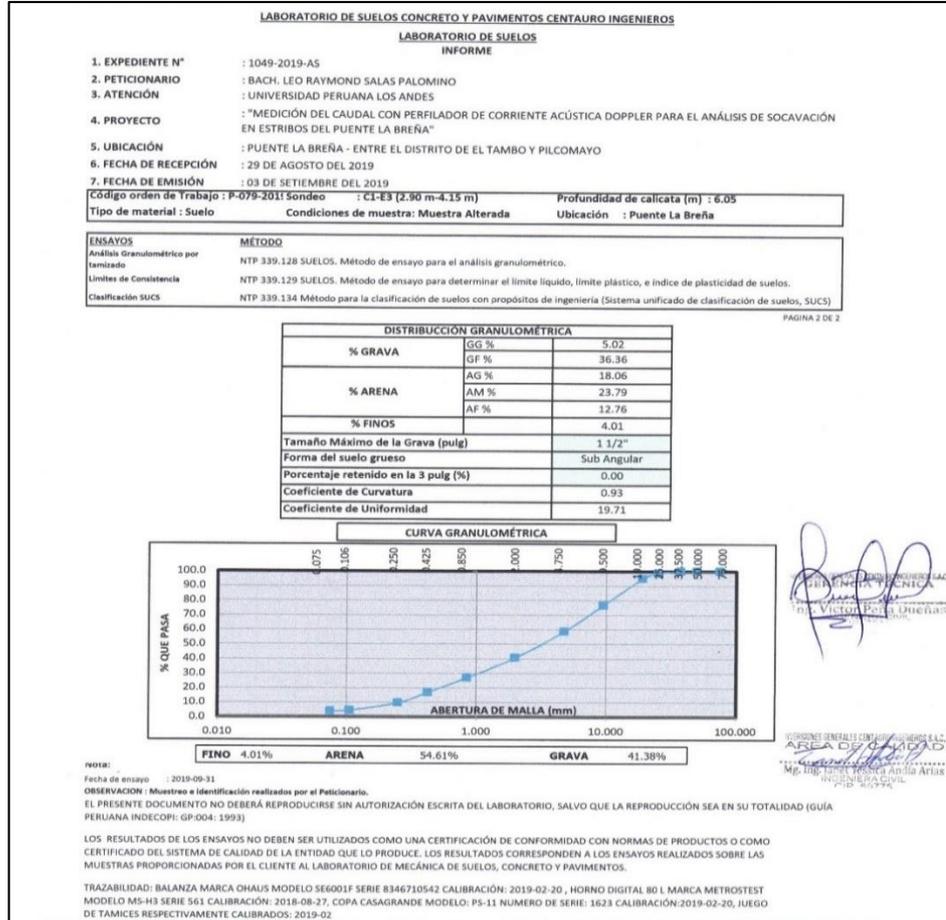
Figura 45: Granulometría del segundo estrato (Ver anexo E).



Fuente: Laboratorio de suelos.

Distribución granulométrica.

Figura 46: Distribución granulométrica del segundo estrato (Ver anexo E).



Fuente: Laboratorio de suelos.

Figura 47: Recolección de muestra del segundo estrato de suelo.



Fuente: Propia.

- Mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el tercer estrato representa a una Grava bien Graduada con Arena (GW).

Peso específico = 1.862 Ton/m<sup>3</sup>.

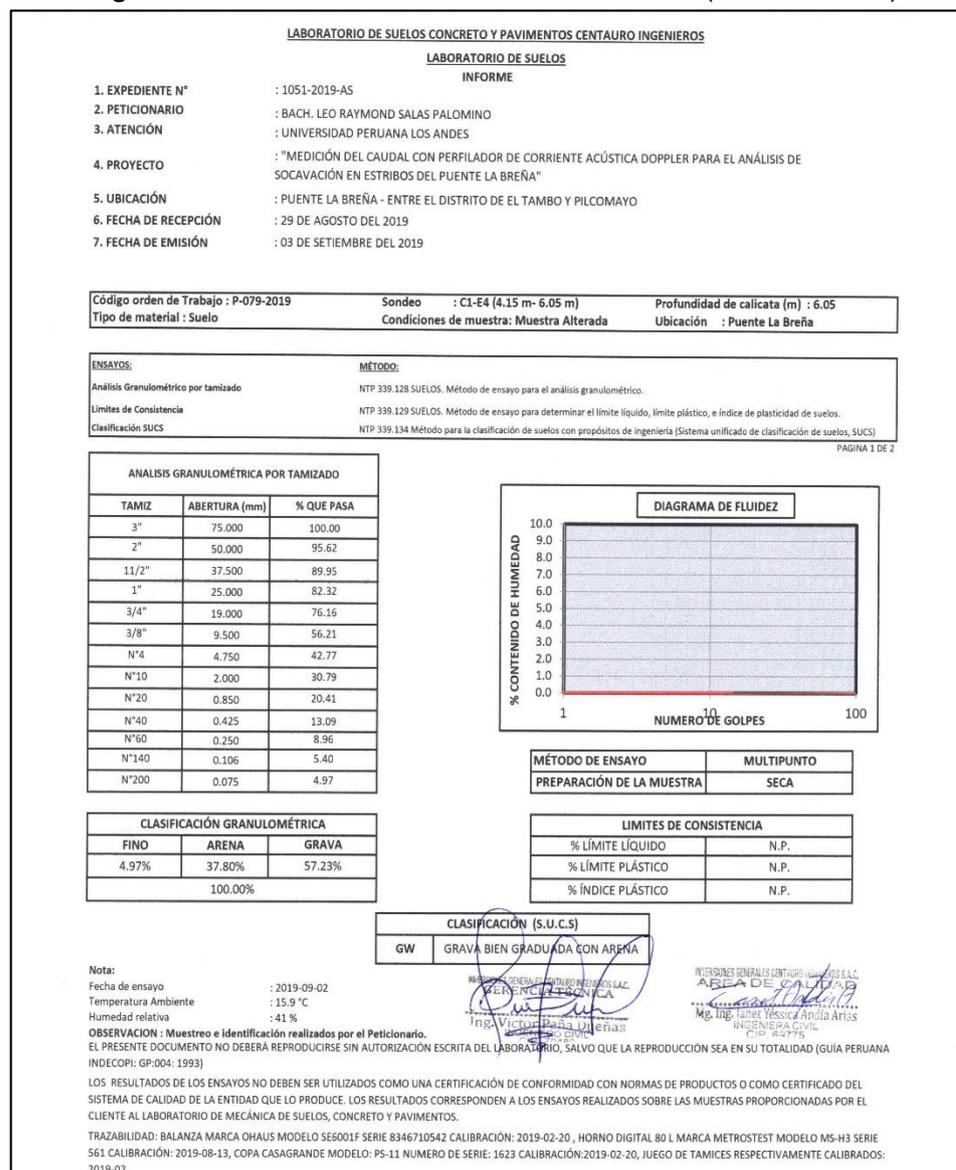
Diámetro medio del grano promedio mayor al 60% del peso retenido (dm=19.00mm).

Suelo no cohesivo o granular.

Estrato no homogéneo.

Análisis granulométrico por tamizado.

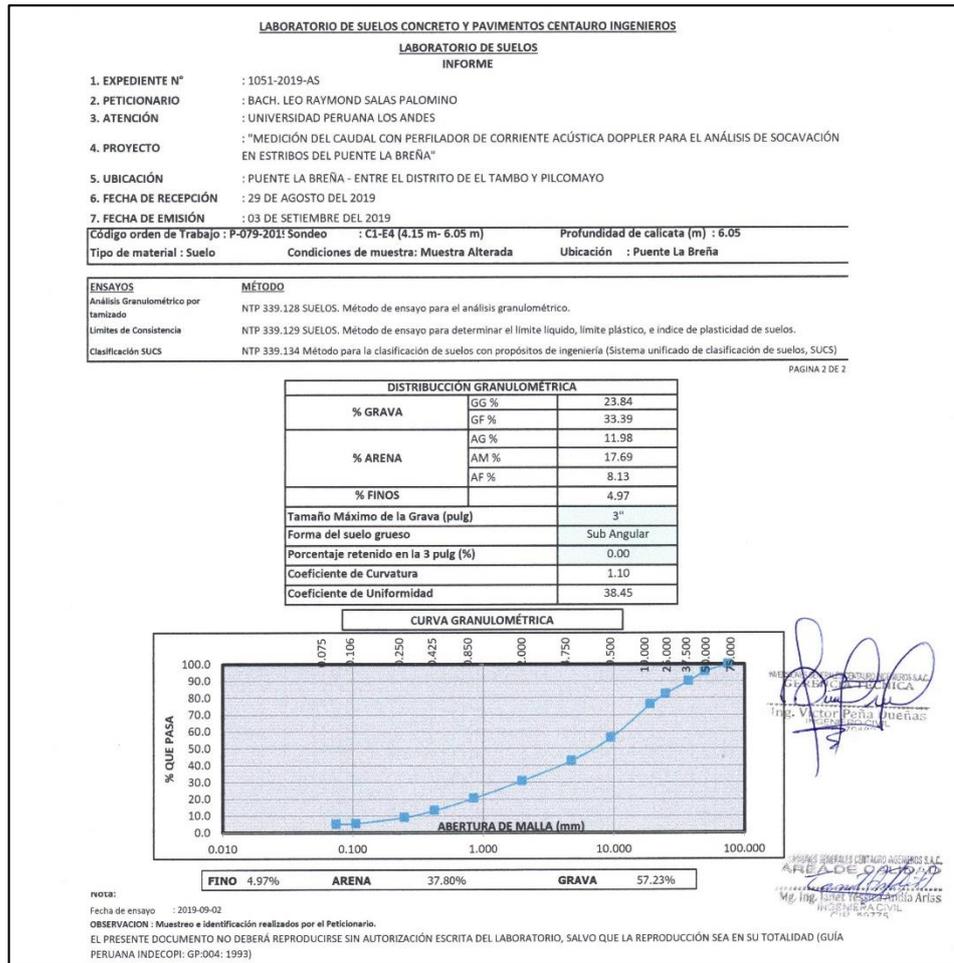
Figura 48: Granulometría del tercer estrato (Ver anexo E).



Fuente: Laboratorio de suelos.

Distribución granulométrica.

Figura 49: Distribución granulométrica del tercer estrato (Ver anexo E).



Fuente: Laboratorio de suelos.

Figura 50: Relección de muestra del tercer estrato de suelo.



Fuente: Propia.

- Perfil estratigráfico de los primeros tres estratos.

Figura 51: Perfil estratigráfico (Ver anexo E).

DATOS				REGISTRO DE EXCAVACION			
EXPEDIENTE N°:		1052-2019-AS		EXCAVACION :		C - 1	
PETICIONARIO :		BACH. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO		NIVEL FREÁTICO :		NO PRESENTA	
ATENCIÓN :		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES		TAMAÑO EXCAV. :		H = 6.05 m	
PROYECTO :		"MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACION EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"		INICIO :		29/08/2019	
UBICACIÓN :		PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO		TERMINO :		3/09/2019	
CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO:		P-079-2019		REGISTRADO POR :		L.A.H.G	
MÉTODO DE EXCAV.:		MANUAL		REVISADO POR :		J.Y.A.A	
REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	REPO VOLUMETRICO (grms)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTACION, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MÁXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.	
		SÍMBOLOS	GRÁFICO				
	1.85	RE		4%	1.520	* Material de relleno, de color marrón con presencia de bolsas, ladrillos, tejas y raíces.	
	1.05	SM		3%	1.828	** Arena limosa con grava, de color marrón claro, partículas de forma sub angular, no presenta cohesión, no presenta plasticidad, de compactación compacta, con un tamaño máximo nominal de 1 1/2", con presencia de arena en un 41% aproximadamente.	
	1.25	SP		1%	1.803	** Arena pobremente graduada con arena, de color gris claro, partículas de forma sub angular, no presenta cohesión, no presenta plasticidad, de compactación compacta, con un tamaño máximo nominal de 1 1/2", con presencia de arena en un 54% aproximadamente.	
	1.90	GW		1%	1.862	** Grava bien graduada con arena, de color gris claro, partículas de forma sub angular, no presenta cohesión, no presenta plasticidad, de compactación compacta, con un tamaño máximo nominal de 3", con presencia de grava en un 57% aproximadamente.	
	6.05						
IDENTIFICACION DE MUESTRAS				Calicata : C - 1			
PE: Turba				Ubicación : PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO			
SM: Sin muestra							
RE: Material de Relleno							
M-1: Muestra alterada N°1							
NF: NIVEL FREÁTICO							
HC-AS-006 REV.01 FECHA:2019/08/14							
*Datos remitidos por el Peticionario							
** Clasificación con ensayos de laboratorio.							

Fuente: Laboratorio de suelos.

Figura 52: Muestra de estratos en Laboratorio.



Fuente: Propia.

- Mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cuarto estrato representa a una Grava mal Graduada (GP).  
Peso específico = 1.897 Ton/m<sup>3</sup>.

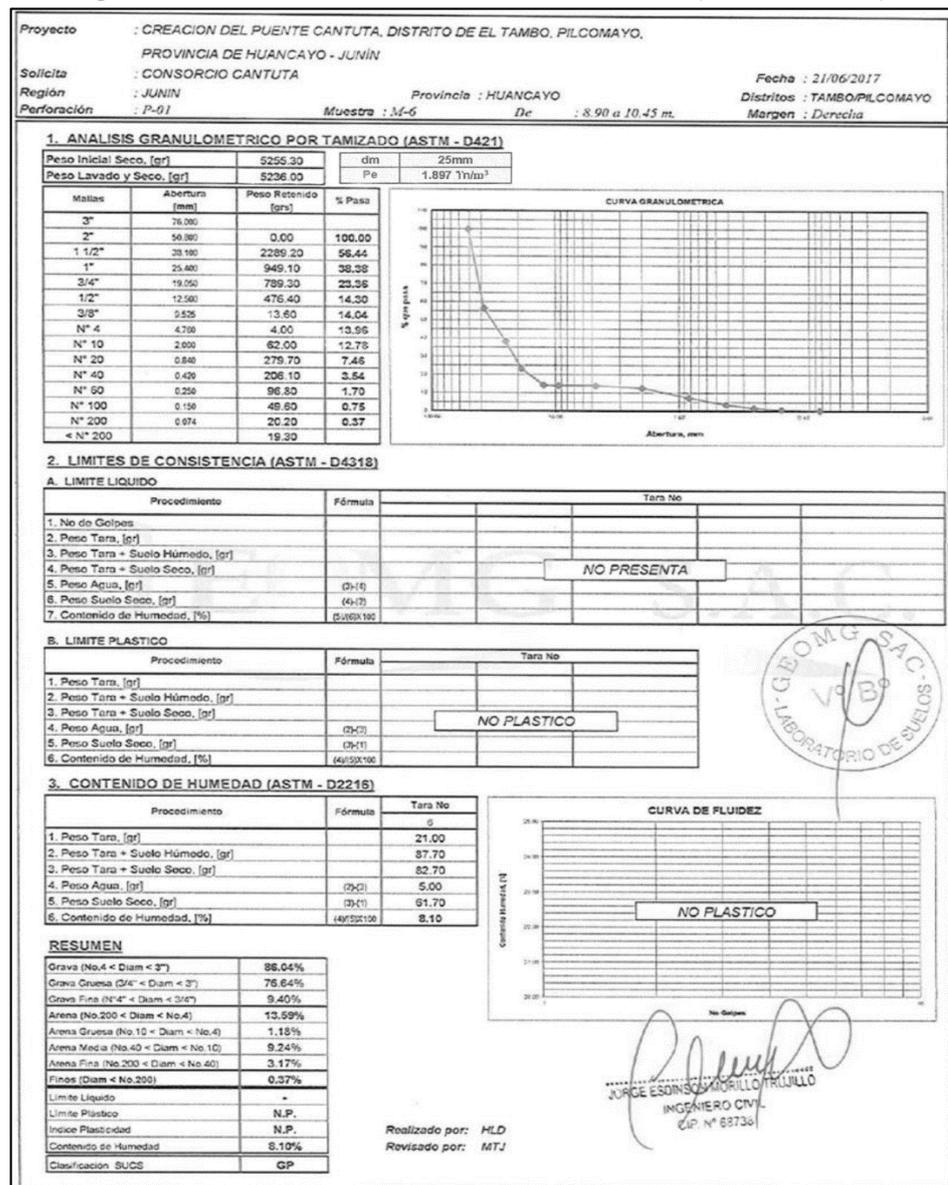
Diámetro medio del grano promedio mayor al 60% del peso retenido (dm=25.00mm).

Suelo no cohesivo o granular.

Estrato no homogéneo.

Análisis granulométrico por tamizado.

Figura 53: Granulometría del cuarto estrato (Ver anexo E).



Fuente: Exp. Tec. puente Cantuta.

Perfil estratigráfico de los primeros tres estratos.

Figura 54: Distribución granulométrica del cuarto estrato (Ver anexo E).

Proyecto : CREACIÓN DEL PUENTE CANTUTA, DISTRITO DEL DISTRITO DE TAMBO, PILCOMAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO - JUNÍN Solicita : CONSORCIO CANTUTA Perforación : P-01 (Margen Derecho)      Inclinación de sondeo : -90° (Vertical) Coordenada Norte : 866830.43      Cota de superficie : 3213.10 msnm Coordenada Este : 473 232.34      Profundidad Alcanzada (m) : 30.10 Fecha inicio : 12/05/2017 Fecha finalización : 17/05/2017 Nivel Freático (m) : 1.20									
PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	RESPIRACION EN %	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		HUMEDAD NATURAL (%)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (USCS)
				Nº Golpes SPT	Nº Golpes Cono Peck				
6.10		94%							
6.60									
7.00	P	93.33%							
7.05	E								
7.60	R	96.36%							
8.00	F	93.33%	M-5			3.51		Grava Mal Graduada (GP): 90.22% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 9.41% de arena media a fina y 0.37% de finos no plásticos. Asimismo, presencia de bolonería de roca con 10% y tamaño máximo de 4" de diámetro. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP
8.05	O								
8.45	R	97.50%							
8.90	A	97.78%							
9.00	C								
9.35	I	95.56%							
9.65	O	90%	M-6			8.10		Grava Mal Graduada (GP): 86.04% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 13.59% de arena media a fina y 0.37% de finos no plásticos. Asimismo, presencia de bolonería de roca con 20% y tamaño máximo de 4" de diámetro. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP
9.95	N	70%							
10.00		98%							
10.45									
11.00		81.82%	M-7			10.11		Grava Mal Graduada (GP): 92.88% de gravas gruesas, subredondeadas, 6.83% de arena media y 0.29% de finos no plásticos. Asimismo, presencia de bolonería de roca con 70% y tamaño máximo de 5" de diámetro. Condición in situ: Compacto, saturado de color beige.	GP
11.50		90%							
12.00		84%	M-8			10.44		Grava Mal Graduada con Arena (GP): 78.91% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 20.60% de arena media a fina y 0.49% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP

Ejecutado: H.L.D.      Revisado: M.T.J.

  
 JORGE ESTEBAN TRUJILLO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 68738

Fuente: Exp. Tec. Puente Cantuta.

Figura 55: Ensayo de penetración estándar, profundidad 30.10m.



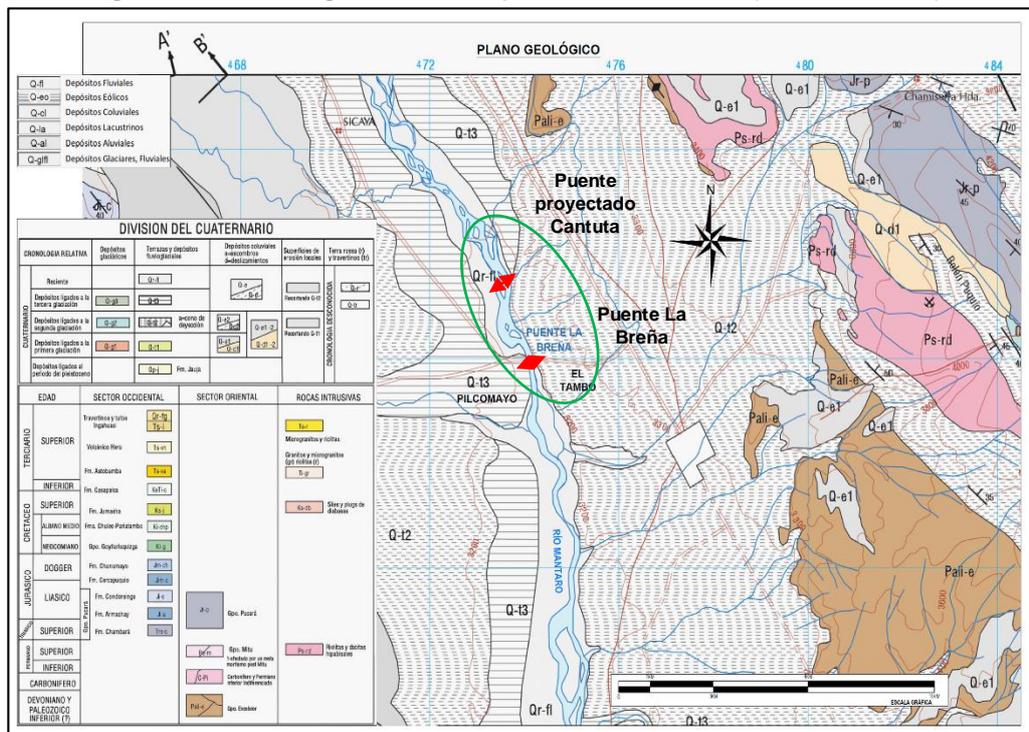
Fuente: Exp. Tec. puente Cantuta.

#### 4.4. Geología Valle del Mantaro – puente La Breña

La Geología local que se muestra en la figura 56, se describe la característica geológica existente en el puente de análisis – puente La Breña y puente proyectado a nivel de expediente técnico denominado Cantuta sobre el río Mantaro, donde se cuenta con unidades geológicas o capas que afloran en la trayectoria del río Mantaro tramo puente La Breña, comprenden rocas sedimentarias, metamórficas, intrusivas, con edades que fluctúan entre jurásico y el cuaternario (periodo del pleistoceno y holoceno).

El puente La Breña y el puente proyectado a nivel de expediente técnico Cantuta colindan a 700 metros de distancia, estos dos puentes se encuentran en una misma área geológica conformada por estratos de depósitos fluvio-glaciares recientes (Qr-fl). Debido a su colindancia, se tomó el estrato del fondo del lecho del río de la exploración del ensayo de penetración estándar del puente la Cantuta, para tomarlo como referencia y complemento para el análisis de socavación en los estribos del puente La Breña, dicho estudio se muestra en la figura 53, 54 y 55.

Figura 56: Geología local del puente La Breña (Ver anexo F).



Fuente: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

**4.5. Recolección de parámetros hidráulicos con tecnología Doppler (ADCP M9).**

a) Instalación del equipo ADCP M9:

Figura 57: Instalación del equipo ADCP M9.



Fuente: Propia.

b) Recolección de parámetros hidráulicos y/o batimetría – medición del caudal con ADCP M9:

Figura 58: Medición del caudal del río Mantaro sección puente La Breña (Obtención de parámetros hidráulicos con tecnología Doppler).



Fuente: Propia.

c) Resultados de parámetros hidráulicos obtenidos de la medición del caudal del río Mantaro en la sección Puente La Breña con ADCP M9:

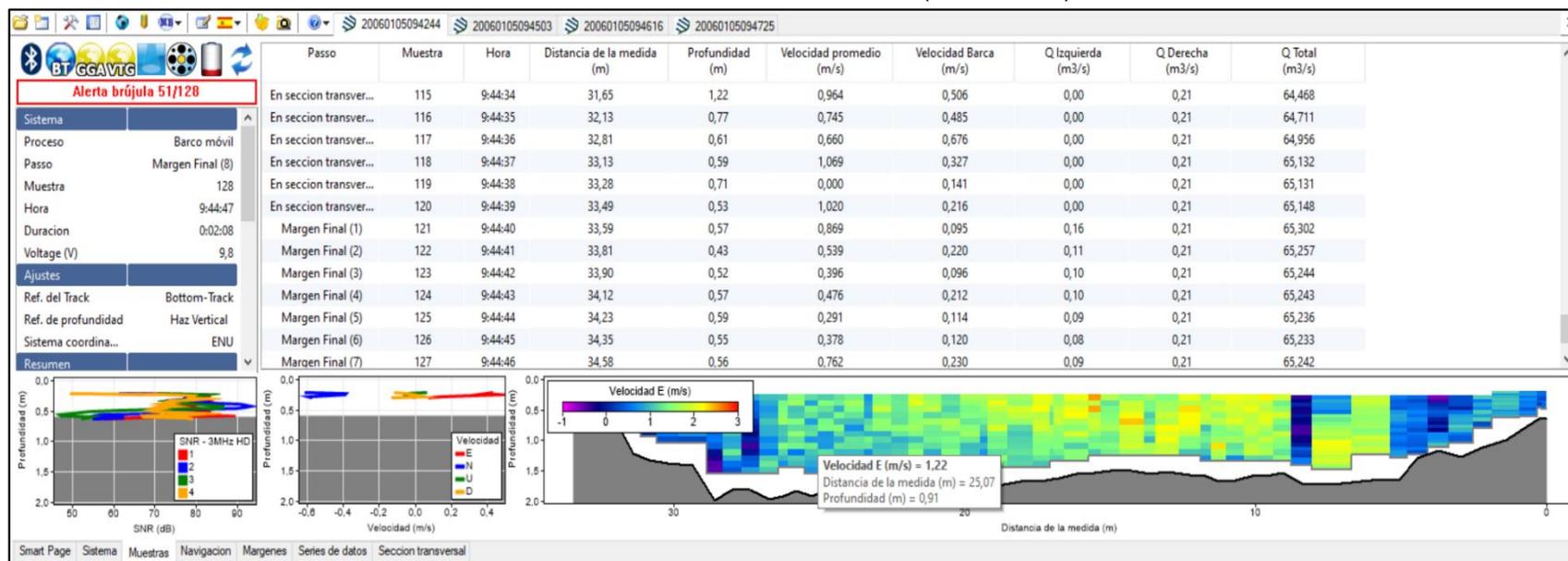
Figura 59: Recreación de cómo se obtención los parámetros hidráulicos con tecnología Doppler (ADCP M9).



Fuente: Manual Sontek.

- Primer transecto: Resultados de los parámetros hidráulicos del río Mantaro.

Tabla 3: Primer transecto (Batimetría).

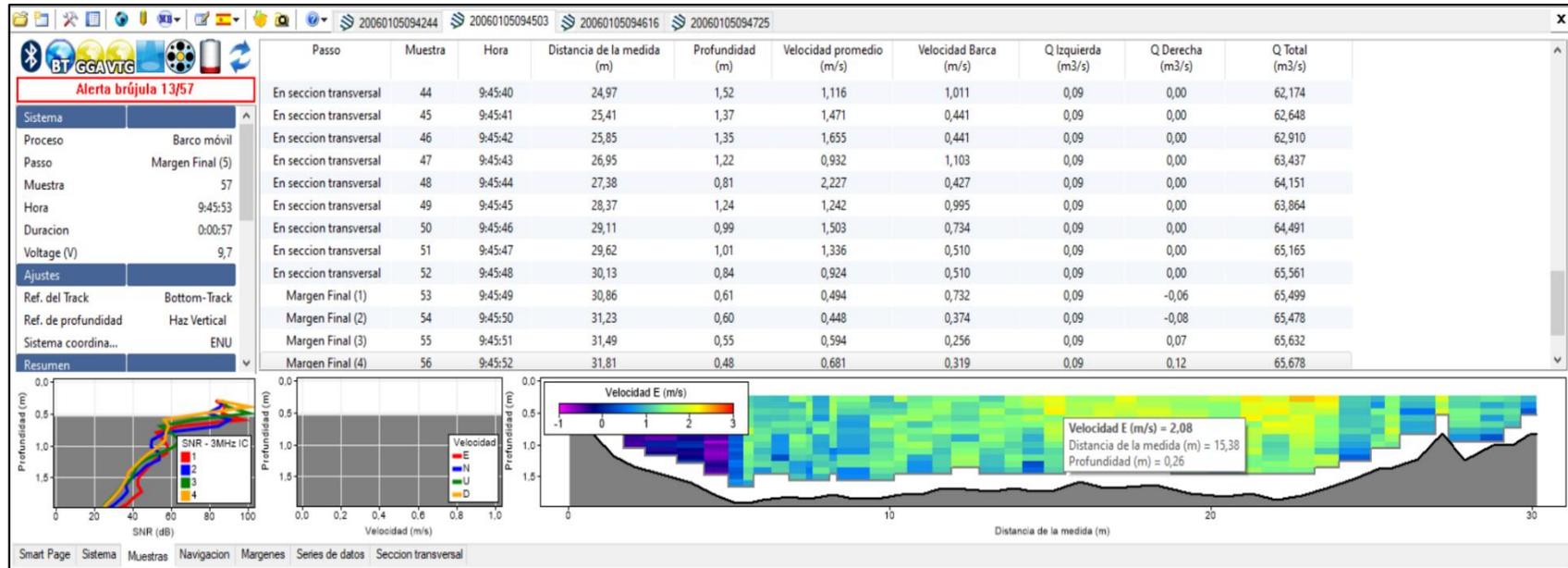


Transecto	Margen de Inicio	Fecha de Inicio	Hora de Inicio	Duración (min)	Temperatura (°C)	Distancia de la medida (m)	Área (m2)	Velocidad de barca (m/s)	Velocidad promedio (m/s)	Izquierda Q (m3/s)	Derecha Q (m3/s)	Q superior (m3/s)	Q medio (m3/s)	Q inferior (m3/s)	Q TOTAL (m3/s)
1	Margen derecho	16/08//2019	09:42:40 a. m.	0:02:08	13.00	34.64	42.026	0.271	1.552	0.10	0.21	11.20	45.08	8.66	65.244
2	Margen izquierdo	16/08//2020	09:44:57 a. m.	0:00:57	12.90	31.94	41.918	0.56	1.567	0.09	0.12	10.99	45.47	9.01	65.677
3	Margen derecho	16/08//2021	09:46:10 a. m.	0:00:52	12.80	28.67	39.486	0.551	1.467	0.10	-0.04	9.91	39.91	8.04	57.916
4	Margen izquierdo	16/08//2022	09:47:19 a. m.	0:00:54	12.80	31.35	43.563	0.581	1.573	0.09	0.91	10.90	47.48	9.14	68.508

Fuente: Propia.

- Segundo transecto: Resultados de los parámetros hidráulicos del río Mantaro.

Tabla 4: Segundo transecto (Batimetría).

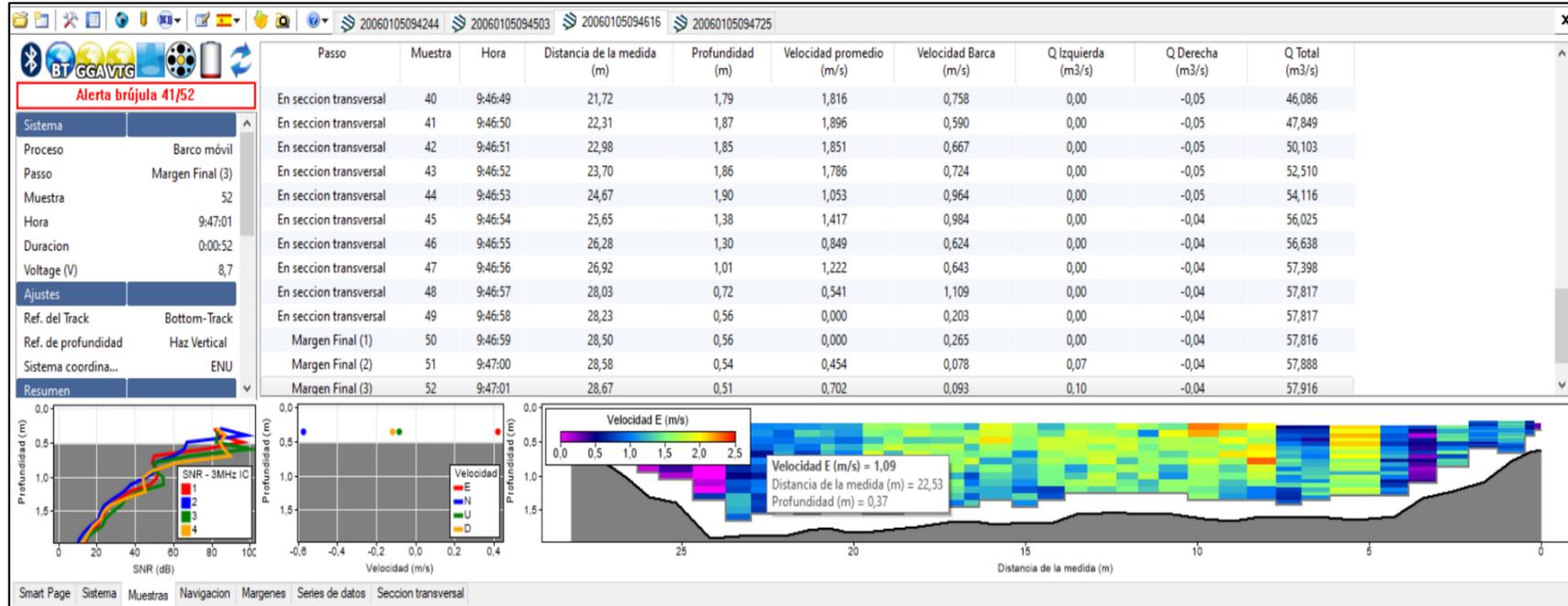


Transecto	Margen de Inicio	Fecha de Inicio	Hora de Inicio	Duración (min)	Temperatura (°C)	Distancia de la medida (m)	Área (m2)	Velocidad de barca (m/s)	Velocidad promedio (m/s)	Izquierda Q (m3/s)	Derecha Q (m3/s)	Q superior (m3/s)	Q medio (m3/s)	Q inferior (m3/s)	Q TOTAL (m3/s)
1	Margen derecho	16/08//2019	09:42:40 a. m.	0:02:08	13.00	34.64	42.026	0.271	1.552	0.10	0.21	11.20	45.08	8.66	65.244
2	Margen izquierdo	16/08//2020	09:44:57 a. m.	0:00:57	12.90	31.94	<b>41.918</b>	0.56	<b>1.567</b>	0.09	0.12	10.99	45.47	9.01	<b>65.677</b>
3	Margen derecho	16/08//2021	09:46:10 a. m.	0:00:52	12.80	28.67	39.486	0.551	1.467	0.10	-0.04	9.91	39.91	8.04	57.916
4	Margen izquierdo	16/08//2022	09:47:19 a. m.	0:00:54	12.80	31.35	43.563	0.581	1.573	0.09	0.91	10.90	47.48	9.14	68.508

Fuente: Propia.

- Tercer transecto: Resultados de los parámetros hidráulicos del río Mantaro.

Tabla 5: Tercer transecto (Batimetría).

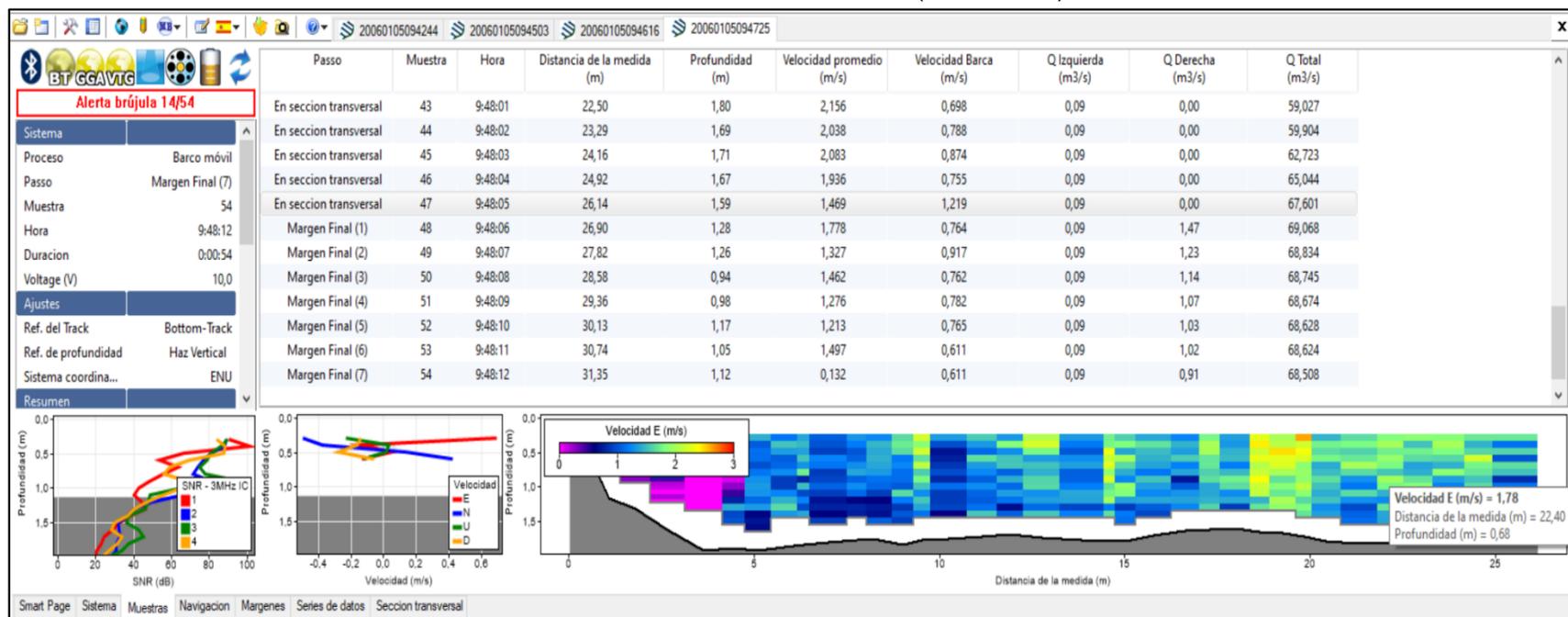


Transecto	Margen de Inicio	Fecha de Inicio	Hora de Inicio	Duración (min)	Temperatura (°C)	Distancia de la medida (m)	Área (m2)	Velocidad de barca (m/s)	Velocidad promedio (m/s)	Izquierda Q (m3/s)	Derecha Q (m3/s)	Q superior (m3/s)	Q medio (m3/s)	Q inferior (m3/s)	Q TOTAL (m3/s)
1	Margen derecho	16/08//2019	09:42:40 a. m.	0:02:08	13.00	34.64	42.026	0.271	1.552	0.10	0.21	11.20	45.08	8.66	65.244
2	Margen izquierdo	16/08//2020	09:44:57 a. m.	0:00:57	12.90	31.94	41.918	0.56	1.567	0.09	0.12	10.99	45.47	9.01	65.677
3	Margen derecho	16/08//2021	09:46:10 a. m.	0:00:52	12.80	28.67	39.486	0.551	1.467	0.10	-0.04	9.91	39.91	8.04	57.916
4	Margen izquierdo	16/08//2022	09:47:19 a. m.	0:00:54	12.80	31.35	43.563	0.581	1.573	0.09	0.91	10.90	47.48	9.14	68.508

Fuente: Propia.

- Cuarto transecto: Resultados de los parámetros hidráulicos del río Mantaro.

Tabla 6: Cuarto transecto (Batimetría).

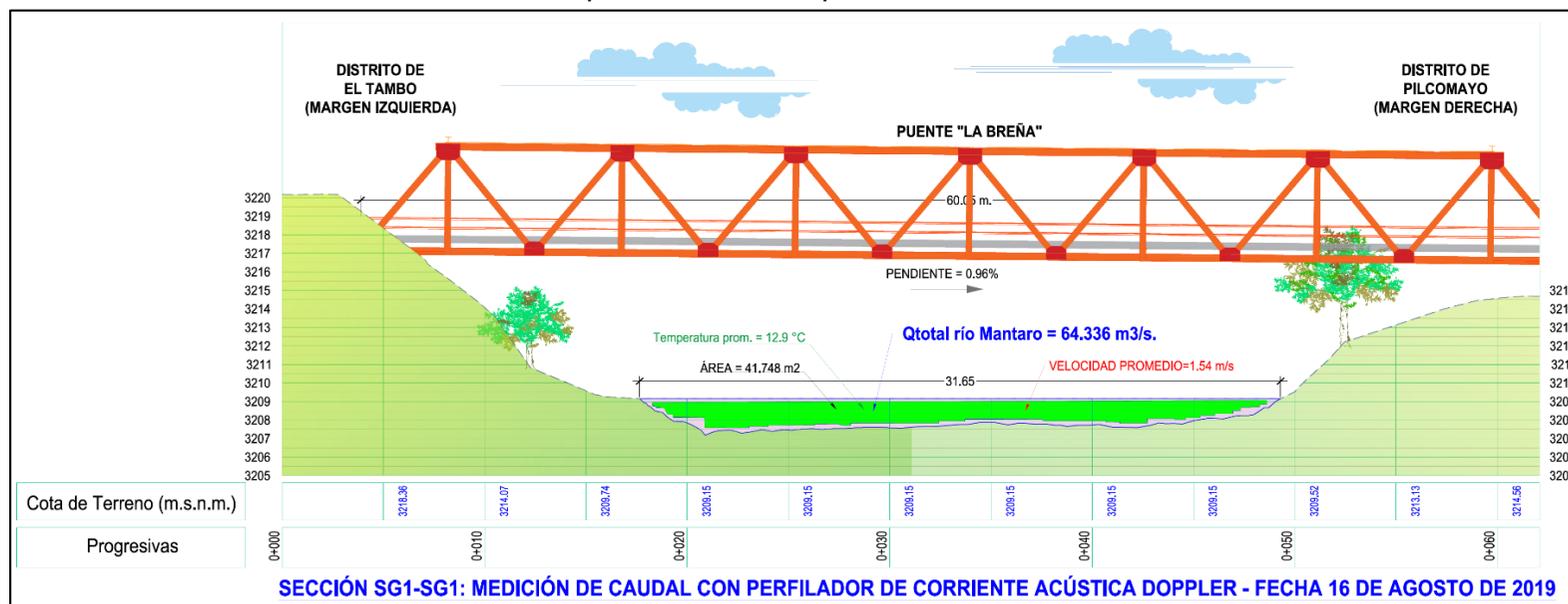


Transecto	Margen de Inicio	Fecha de Inicio	Hora de Inicio	Duración (min)	Temperatura (°C)	Distancia de la medida (m)	Área (m2)	Velocidad de barca (m/s)	Velocidad promedio (m/s)	Izquierda Q (m3/s)	Derecha Q (m3/s)	Q superior (m3/s)	Q medio (m3/s)	Q inferior (m3/s)	Q TOTAL (m3/s)
1	Margen derecho	16/08//2019	09:42:40 a. m.	0:02:08	13.00	34.64	42.026	0.271	1.552	0.10	0.21	11.20	45.08	8.66	65.244
2	Margen izquierdo	16/08//2020	09:44:57 a. m.	0:00:57	12.90	31.94	41.918	0.56	1.567	0.09	0.12	10.99	45.47	9.01	65.677
3	Margen derecho	16/08//2021	09:46:10 a. m.	0:00:52	12.80	28.67	39.486	0.551	1.467	0.10	-0.04	9.91	39.91	8.04	57.916
4	Margen izquierdo	16/08//2022	09:47:19 a. m.	0:00:54	12.80	31.35	43.563	0.581	1.573	0.09	0.91	10.90	47.48	9.14	68.508

Fuente: Propia.

- Resultados promedio de los parámetros hidráulicos en la sección Puente la Breña:

Tabla 7: Resultado promedio de los parámetros hidráulicos con ADCP M9.



Transecto	Margen de Inicio	Fecha de Inicio	Hora de Inicio	Duración (min)	Temperatura (°C)	Distancia de la medida (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidad de barca (m/s)	Velocidad promedio (m/s)	Izquierda Q (m <sup>3</sup> /s)	Derecha Q (m <sup>3</sup> /s)	Q superior (m <sup>3</sup> /s)	Q medio (m <sup>3</sup> /s)	Q inferior (m <sup>3</sup> /s)	Q TOTAL (m <sup>3</sup> /s)
1	Margen derecho	16/08//2019	09:42:40 a. m.	0:02:08	13.00	34.64	42.026	0.271	1.552	0.10	0.21	11.20	45.08	8.66	65.244
2	Margen izquierdo	16/08//2020	09:44:57 a. m.	0:00:57	12.90	31.94	41.918	0.56	1.567	0.09	0.12	10.99	45.47	9.01	65.677
3	Margen derecho	16/08//2021	09:46:10 a. m.	0:00:52	12.80	28.67	39.486	0.551	1.467	0.10	-0.04	9.91	39.91	8.04	57.916
4	Margen izquierdo	16/08//2022	09:47:19 a. m.	0:00:54	12.80	31.35	43.563	0.581	1.573	0.09	0.91	10.90	47.48	9.14	68.508
				<b>Promedio</b>	<b>12.90</b>	<b>31.65</b>	<b>41.748</b>	<b>0.491</b>	<b>1.540</b>	<b>0.09</b>	<b>0.3</b>	<b>10.75</b>	<b>44.48</b>	<b>8.71</b>	<b>64.336</b>

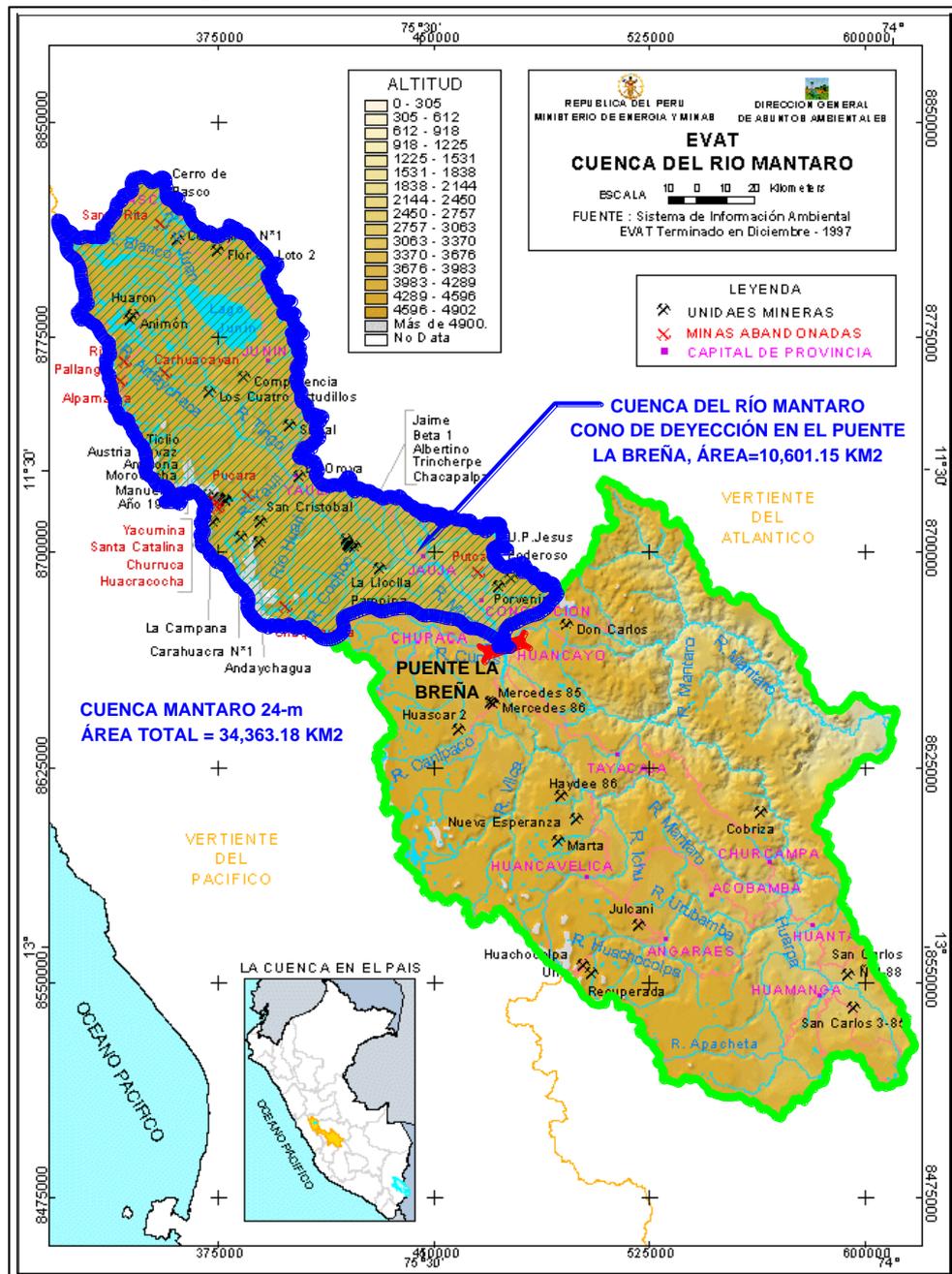
Fuente: Propia.

#### 4.6. Hidrología en el puente La Breña

##### a) Mapa de cuenca - puente La Breña.

La cuenca en estudio tiene como cono de deyección o captación de análisis en la sección del puente La Breña, donde también contamos con la estación HLM-PLU puente Breña perteneciente al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología dirección zonal 11, cuya estación mide de manera directa el caudal del río Mantaro.

Figura 60: Microcuenca del puente La Breña.



Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

El área de la cuenca del río Mantaro con captación hasta la sección del puente La Breña es de 10,601.15 Km<sup>2</sup>, área relativamente grande que no soporta la aplicación de métodos para cuencas pequeñas como el método racional que soporta cuencas con área menor de 10 Km<sup>2</sup> o racional modificado que soporta hasta cuencas con áreas menores de 770Km<sup>2</sup>, por lo que se utilizara métodos estadísticos recomendados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) - Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016: p.25. debido a que se cuenca con la cantidad suficiente de datos obtenidos por SENAMHI Dz-11.

Cuando existen datos de aforo en cantidad suficiente, se realiza un análisis estadístico de los caudales instantáneos anuales para la estación más cercana al punto de interés. Se calculan los caudales para los períodos de retorno de interés (2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años son valores estándar) usando los métodos de Distribución normal, Log Normal II, Log Pearson III, Gumbel (Método gráfico), Método de Momentos (Analítico), entre otros.

- b) Datos históricos hidrológicos de la estación hidrométrica en el puente la Breña – Caudal mínimo – mensual.  
Caudal mínimo en la sección del puente La Breña es de 46.570 m<sup>3</sup>/s, el cual se refleja en la figura 62.

Tabla 8: Caudal mínimo mensual.

<b>DATOS DE CAUDAL EN LA JURISDICCIÓN DEL SENAMHI-JUNIN DZ-11</b>																		
<b>ESTACION:</b>		H.L.M. PUENTE LA BREÑA					<b>LATITUD:</b>		-12°03'07.62"					<b>DEPARTAMENTO:</b>		JUNIN		
<b>N°</b>		22					<b>LONGITUD:</b>		-75°14'25.53"					<b>PROVINCIA:</b>		HUANCAYO		
<b>CATEGORIA:</b>		H.L.M.					<b>ALTITUD:</b>		3210 M.S.N.M.					<b>DISTRITO:</b>		PILCOMAYO		
<b>PARÁMETRO: CAUDAL MÍNIMO - MENSUAL (m<sup>3</sup>/s)</b>																		
N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q. PROM.	Q. MÁX	Q. MÍN		
1	1996	85.684	61.691	61.691	61.691	S/D	50.984	57.155	50.984	50.984	50.984	50.984	57.155	58.181	85.684	50.984		
2	1997	55.342	80.829	80.829	60.840	66.883	66.883	73.526	88.858	73.526	73.526	88.858	50.342	71.687	88.858	50.342		
3	1998	55.342	80.829	60.840	41.656	37.892	37.892	41.656	41.656	41.656	37.892	45.793	88.858	50.997	88.858	37.892		
4	1999	88.858	60.840	50.342	88.858	45.793	45.793	41.656	37.892	45.793	73.526	88.858	88.858	63.089	88.858	37.892		
5	2000	46.481	50.984	113.048	57.155	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	50.627	113.048	42.482		
6	2001	50.984	64.996	98.531	42.482	42.482	42.986	45.159	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	50.002	98.531	42.482		
7	2002	50.984	50.984	74.506	43.647	43.647	43.647	46.481	57.155	46.481	46.481	57.155	57.155	51.527	74.506	43.647		
8	2003	85.684	113.048	129.233	43.647	43.647	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	59.386	129.233	42.482		
9	2004	64.996	57.155	46.481	43.647	43.647	43.647	46.481	46.481	46.481	46.481	50.984	57.155	49.470	64.996	43.647		
10	2005	46.481	50.984	57.155	50.984	50.984	50.984	57.155	50.984	50.984	50.984	50.984	46.481	51.262	57.155	46.481		
11	2006	50.984	50.984	57.155	46.481	43.647	43.647	43.647	46.481	43.647	43.647	43.647	46.481	46.704	57.155	43.647		
12	2007	57.155	46.481	64.996	64.996	43.647	43.647	46.481	50.984	50.984	46.481	46.481	46.481	50.734	64.996	43.647		
13	2008	50.984	50.984	50.984	43.647	42.482	43.647	43.647	43.647	43.647	43.647	43.647	74.506	47.956	74.506	42.482		
14	2009	73.526	107.387	97.684	88.858	73.526	66.883	73.526	73.526	73.526	66.883	73.526	88.858	79.809	107.387	66.883		
15	2010	85.684	113.048	129.233	43.647	43.647	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	50.984	60.095	129.233	42.482		
16	2011	43.647	147.087	129.233	43.647	43.647	42.482	42.482	43.647	43.647	50.984	129.233	147.087	75.569	147.087	42.482		
17	2012	147.087	210.663	289.259	147.087	113.048	85.684	85.684	129.233	129.233	64.996	113.048	85.684	133.392	289.259	64.996		
18	2013	166.610	235.193	85.684	129.233	64.996	64.996	64.996	64.996	64.996	50.984	57.155	113.048	96.907	235.193	50.984		
19	2014	113.048	210.663	187.802	147.087	113.048	85.684	85.684	85.684	85.684	64.996	113.048	122.559	117.916	210.663	64.996		
20	2015	113.048	129.233	74.506	147.087	64.996	64.996	64.996	64.996	64.996	50.984	57.155	50.984	78.998	147.087	50.984		
21	2016	46.481	46.481	78.777	61.659	42.748	43.280	45.147	45.781	48.082	46.481	42.449	42.581	49.162	78.777	42.449		
22	2017	46.481	72.470	230.154	64.996	58.590	66.764	43.647	42.981	52.084	55.788	46.481	45.147	68.799	230.154	42.981		
23	2018	50.984	48.082	110.011	46.481	42.482	42.482	42.748	42.581	42.482	61.691	43.647	42.449	51.343	110.011	42.449		
24	2019	55.342	37.892	208.375	68.162	49.398	41.656	44.934	42.452					68.526	208.375	37.892		
	<b>PROM.</b>														<b>46.570</b>			

Fuente: SENAMHI Dz-11.

- c) Datos históricos hidrológicos de la estación hidrométrica en el puente la Breña – Caudal máximo – mensual.  
Caudal máximo en la sección del puente La Breña es de 447.502 m<sup>3</sup>/s, el cual se refleja en la figura 62.

Tabla 9: Caudal máximo mensual.

DATOS DE CAUDAL EN LA JURISDICCIÓN DEL SENAMHI-JUNIN DZ-11																		
ESTACION:		H.L.M. PUENTE LA BREÑA					LATITUD:		-12°03'07.62"					DEPARTAMENTO:		JUNIN		
N°		22					LONGITUD:		-75°14'25.53"					PROVINCIA:		HUANCAYO		
CATEGORIA:		H.L.M.					ALTITUD:		3210 M.S.N.M.					DISTRITO:		PILCOMAYO		
PARÁMETRO: CAUDAL MÁXIMO - MENSUAL (m <sup>3</sup> /s)																		
N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q. PROM.	Q. MÁX	Q. MÍN		
1	1996	382.876	417.419	210.663	147.087	S/D	113.048	98.531	113.048	113.048	113.048	113.048	113.048	175.897	417.419	98.531		
2	1997	142.671	404.333	156.842	129.780	107.387	107.387	97.684	129.780	129.780	142.671	172.421	129.780	154.210	404.333	97.684		
3	1998	142.671	404.333	172.421	229.073	97.684	73.526	80.829	88.858	88.858	88.858	118.054	172.421	146.466	404.333	73.526		
4	1999	172.421	367.800	251.826	208.375	118.054	73.526	66.883	73.526	84.749	142.671	172.421	208.375	161.719	367.800	66.883		
5	2000	113.048	235.193	289.259	187.802	74.506	57.155	50.984	50.984	50.984	64.996	57.155	98.531	110.883	289.259	50.984		
6	2001	166.610	166.610	382.876	129.233	61.691	61.691	61.691	61.691	235.193	61.691	61.691	74.506	127.098	382.876	61.691		
7	2002	166.610	350.002	318.796	113.048	74.506	74.506	64.996	98.531	98.531	113.048	147.087	187.802	150.622	350.002	64.996		
8	2003	261.392	382.876	350.002	615.170	46.481	50.984	46.481	50.984	50.984	50.984	57.155	129.233	174.394	615.170	46.481		
9	2004	166.610	350.002	210.663	113.048	74.506	74.506	74.506	98.531	98.531	113.048	166.610	187.802	144.030	350.002	74.506		
10	2005	261.392	187.802	210.663	147.087	85.684	113.048	113.048	113.048	98.531	113.048	113.048	113.048	139.121	261.392	85.684		
11	2006	210.663	289.259	350.002	261.392	64.996	64.996	64.996	57.155	74.506	85.684	98.531	187.802	150.832	350.002	57.155		
12	2007	235.193	261.392	350.002	491.513	85.684	187.802	74.506	85.684	85.684	85.684	98.531	129.233	180.909	491.513	74.506		
13	2008	210.663	289.259	166.610	74.506	57.155	74.506	74.506	85.684	85.684	98.531	147.087	147.087	125.940	289.259	57.155		
14	2009	156.842	229.073	251.826	404.333	107.387	97.684	107.387	107.387	107.387	118.054	172.421	367.800	185.632	404.333	97.684		
15	2010	382.876	453.632	350.002	615.170	46.481	50.984	46.481	50.984	50.984	50.984	85.684	210.663	199.577	615.170	46.481		
16	2011	318.796	382.876	261.392	187.802	46.481	43.647	50.984	147.087	74.506	166.610	203.630	350.002	186.151	382.876	43.647		
17	2012	417.419	382.876	382.876	289.259	210.663	129.233	132.670	166.610	210.663	187.802	187.802	705.953	283.652	705.953	129.233		
18	2013	531.063	491.513	491.513	491.513	147.087	152.769	113.048	98.531	113.048	113.048	147.087	235.193	260.451	531.063	98.531		
19	2014	417.419	572.282	572.282	289.259	210.663	113.048	132.670	129.233	147.087	166.610	147.087	166.610	255.354	572.282	113.048		
20	2015	261.392	382.876	382.876	350.002	147.087	152.769	113.048	98.531	113.048	113.048	129.233	382.876	218.899	382.876	98.531		
21	2016	129.233	389.651	539.173	166.610	107.041	107.041	104.138	90.623	88.120	95.828	90.623	90.623	166.559	539.173	88.120		
22	2017	403.402	580.726	555.594	499.289	158.601	159.192	98.531	85.684	104.138	110.011	98.531	101.301	246.250	580.726	85.684		
23	2018	289.259	277.912	324.904	235.193	85.684	85.684	101.301	113.048	98.531	139.745	113.048	116.151	165.038	324.904	85.684		
24	2019	727.330	680.678	502.728	247.102	85.555	59.698	59.698	65.009					303.475	727.330	59.698		
														PROM.	447.502			

Fuente: SENAMHI Dz-11.

d) Datos históricos hidrológicos de la estación hidrométrica en el puente la Breña – Caudal promedio – mensual.

Tabla con caudales promedio registrado en sección puente La Breña; para su procesamiento estadístico se refleja en la tabla 10.

Tabla 10: Caudal promedio mensual.

DATOS DE CAUDAL EN LA JURISDICCIÓN DEL SENAMHI-JUNIN DZ-11																
<b>ESTACION:</b>	H.L.M. PLU PUENTE BREÑA			<b>LATITUD:</b>	-12°03'07.62"			<b>DEPARTAMENTO:</b>	JUNIN							
<b>N°</b>	22			<b>LONGITUD:</b>	-75°14'25.53"			<b>PROVINCIA:</b>	HUANCAYO							
<b>CATEGORIA:</b>	H.L.M.			<b>ALTITUD:</b>	3210 M.S.N.M.			<b>DISTRITO:</b>	PILCOMAYO							
PARÁMETRO: CAUDAL PROMEDIO O NORMAL - MENSUAL (m3/s)																
N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q. PROM.	Q. MÁX	Q. MÍN
1	1996	179.780	140.962	110.914	82.706	S/D	70.615	76.910	73.825	70.913	79.152	78.302	69.561	93.967	179.780	69.561
2	1997	99.885	137.699	117.089	90.622	76.997	83.511	81.233	112.912	99.123	104.646	116.715	67.752	99.015	137.699	67.752
3	1998	102.059	131.253	111.940	98.471	47.727	54.555	58.600	61.032	61.834	58.820	82.226	116.618	82.095	131.253	47.727
4	1999	116.618	160.733	128.481	121.727	73.798	55.633	54.850	57.709	59.027	104.646	116.715	139.600	99.128	160.733	54.850
5	2000	73.271	124.192	166.899	107.380	51.177	44.528	44.835	45.685	48.242	49.591	47.361	47.719	70.907	166.899	44.528
6	2001	89.579	119.988	187.359	60.454	49.733	52.141	51.903	45.949	46.445	45.189	48.374	45.860	70.248	187.359	45.189
7	2002	89.994	124.676	181.426	62.111	49.453	53.444	51.801	80.578	66.985	72.886	84.852	110.106	85.693	181.426	49.453
8	2003	169.752	220.301	207.411	133.825	44.972	46.472	43.451	45.272	44.148	43.355	44.750	55.281	91.582	220.301	43.355
9	2004	116.707	114.741	80.963	61.903	51.379	55.167	52.144	78.026	65.066	71.077	88.320	112.557	79.004	116.707	51.379
10	2005	106.223	99.005	118.373	83.589	57.411	73.626	82.948	76.257	73.454	85.036	82.976	62.750	83.471	118.373	57.411
11	2006	96.081	127.900	141.666	110.670	49.371	51.669	53.027	52.996	57.987	57.584	57.196	78.886	77.920	141.666	49.371
12	2007	101.311	89.791	197.458	202.048	63.098	66.088	58.833	64.999	61.464	59.233	60.270	69.365	91.163	202.048	58.833
13	2008	101.268	106.511	83.147	46.869	45.024	53.307	54.260	54.681	60.641	56.153	73.913	119.340	71.260	119.340	45.024
14	2009	99.557	151.019	149.414	168.609	80.170	78.811	82.611	85.774	95.739	91.359	99.990	157.445	111.708	168.609	78.811
15	2010	179.780	221.579	207.411	133.825	44.972	46.472	43.451	45.272	44.148	43.355	47.937	101.268	96.623	221.579	43.355
16	2011	96.088	223.739	176.096	79.753	45.110	42.783	44.680	45.875	54.134	112.239	154.907	209.649	107.088	223.739	42.783
17	2012	206.853	315.656	340.523	191.496	143.631	92.451	95.856	140.364	135.044	136.535	145.202	273.926	184.795	340.523	92.451
18	2013	295.628	354.166	283.656	274.049	116.620	93.669	88.266	77.136	81.829	69.043	120.046	161.088	167.933	354.166	69.043
19	2014	212.969	337.127	375.486	193.284	139.587	92.181	95.856	107.239	116.182	128.907	137.202	138.572	172.883	375.486	92.181
20	2015	152.700	200.236	214.408	221.067	116.805	93.669	88.501	79.060	82.071	70.292	90.657	131.322	128.399	221.067	70.292
21	2016	75.592	144.704	169.792	109.770	53.047	68.606	69.274	65.243	61.531	68.978	59.827	55.302	83.472	169.792	53.047
22	2017	166.336	187.240	370.678	236.690	105.269	102.063	66.028	57.715	72.347	81.753	77.774	63.263	132.263	370.678	57.715
23	2018	116.903	133.200	194.945	136.938	59.176	57.145	63.946	73.239	67.048	96.224	68.381	59.829	93.914	194.945	57.145
24	2019	132.049	307.361	337.875	122.811	63.022	52.341	52.401	50.100					139.745	337.875	50.100

Fuente: SENAMHI Dz-11.

e) Estimación de caudales por métodos estadísticos.

e.1) Cálculo estimado de caudales en el puente La Breña por métodos estadísticos.

Como se ha visto la figura 60, el área de la cuenca es extensa, condición que nos conduce a usar otro tipo de métodos diferente al método racional para estimar los caudales máximos para diferentes periodos de retorno por lo que usaremos algunos métodos recomendados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) - Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016: p.25 tales como:

- Método de Distribución Normal.
- Método de Distribución Log Normal de 2 parámetros.
- Método de Distribución Log Pearson III (Log Gamma de 3 parámetros).
- Método de Distribución de Extremos tipo I Gumbel (Método gráfico).
- Método de Distribución de extremos Tipo I Gumbel (Método de Momentos Analítico).

El estimado de caudales consiste en obtener la avenida máxima a partir de una serie de caudales observados, extrapolando dicha serie mediante una función de distribución con diferentes probabilidades. Para nuestros fines usaremos los valores de la tabla 10.

- Datos para el estimado de caudales.

Usamos los datos de la Tabla 10, los cuales deben ser ordenados en forma ascendente para su procesamiento, generando la tabla 11.

Tabla 11: Caudales anuales promedio ordenados de forma ascendente.

N°	AÑO	Q PROM ANUAL m3/s	AÑO	MES	Q PROM ANUAL ORDENADO m3/s
1	1996	179.780	2004	Enero	116.707
2	1997	137.699	2005	Marzo	118.373
3	1998	131.253	2008	Diciembre	119.340
4	1999	160.733	1998	Febrero	131.253
5	2000	166.899	1997	Febrero	137.699
6	2001	187.359	2006	Marzo	141.666
7	2002	181.426	1999	Febrero	160.733
8	2003	220.301	2000	Marzo	166.899
9	2004	116.707	2009	Abril	168.609
10	2005	118.373	2016	Enero	169.792
11	2006	141.666	1996	Enero	179.780
12	2007	202.048	2002	Marzo	181.426
13	2008	119.340	2001	Marzo	187.359
14	2009	168.609	2018	Marzo	194.945
15	2010	221.579	2007	Abril	202.048
16	2011	223.739	2003	Febrero	220.301
17	2012	340.523	2015	Abril	221.067
18	2013	354.166	2010	Febrero	221.579
19	2014	375.486	2011	Febrero	223.739
20	2015	221.067	2019	Marzo	337.875
21	2016	169.792	2012	Marzo	340.523
22	2017	370.678	2013	Febrero	354.166
23	2018	194.945	2017	Marzo	370.678
24	2019	337.875	2014	Marzo	375.486

Fuente: Propia.

- Tabla de valores de la variable tipificada (ZT).

Tabla 12: Valores de la variable tipificada zt.

zt=2=	0.000
zt=5=	0.800
zt=10=	1.300
zt=25=	1.800
zt=50=	1.900
zt=100=	2.300
zt=200=	2.500
zt=500=	2.800
zt=1000=	2.900

Fuente: Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje – M.T.C.

- Cálculo del promedio de la serie de caudales ( $\bar{Q}$ ).

Usando la expresión A-i:

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \dots\dots\dots (A-i)$$

Donde:

n	24	Número de datos de la serie de caudales.
---	----	--

Reemplazando valores en la expresión A-i, se obtiene:

$$\bar{Q} = \frac{[116.707 + 118.373 + 119.340 + \dots + 375.486]}{24} \rightarrow \bar{Q} = 210.085 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$\bar{Q} = 210.085 \text{ m}^3/\text{s}$
--

- Cálculo de la desviación estándar de la serie de caudales ( $\sigma_Q$ ).

Usando la expresión A-ii:

$\sigma_Q = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [Q_i - \bar{Q}]^2} \dots\dots\dots \text{(A-ii)}$
--

Reemplazando valores en la expresión A-ii, se obtiene:

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{[(116.707 - 210.085)^2 + \dots + (375.486 - 210.085)^2]}{24 - 1}} \rightarrow \sigma_Q = \frac{83.273 \text{m}^3}{\text{s}}$$

$\sigma_Q = 83.273 \text{m}^3/\text{s}$
---

- Método de Distribución Normal.

Para el cálculo del caudal por el método de la Distribución Normal realizamos el siguiente procedimiento:

- o Cálculo del caudal para un periodo de retorno de dos años  $T_r = 2$ .
  - Cálculo de la variable tipificada  $Z_T = 2$  de la distribución normal para  $T = 2$  años.

Usando la expresión B-i:

$Z_T = F\left(1 - \frac{1}{T_r}\right) \dots\dots\dots \text{(B-i)}$
--

Reemplazando valores en la expresión B-i, se obtiene:

$$Z_{T=2} = F\left(1 - \frac{1}{T_r}\right) = F\left(1 - \frac{1}{2}\right) = F(0.5)$$

Donde:

Z <sub>t=2</sub>	0.00	Valor de la distribución normal, ver tabla 12.
------------------	------	--

$$Z_{T=2} = 0.00$$

- Cálculo del factor de frecuencia ( $K_{T=2}$ )

Si se trabaja con los Q sin transformar el factor de frecuencia  $K_T$  se calcula con la siguiente expresión B-ii:

$$K_T = Q_T - \frac{\bar{Q}}{\sigma_Q} \dots\dots\dots (B-ii)$$

Para el caso de la distribución normal este factor es el mismo de la variable normal estándar.

$$K_{T=2} = Z_T = 0.00$$

- Cálculo de la distribución para: ( $Q_{T=2}$ )

Usando la expresión B-iii:

$$Q_{T=2} = K_{T=2}\sigma_Q + \bar{Q} \dots\dots\dots (B-iii)$$

Reemplazando valores en la expresión B-iii, se obtiene:

$$Q_{T=2} = \left(0.00 * \frac{83.273m^3}{s}\right) + 210.085 = 210.085 \rightarrow Q_{T=2} = \frac{210.085m^3}{s}$$

$$Q_{T=2} = 210.085m^3/s$$

De forma análoga se calcularán los caudales para 5,10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 años, cuyos resultados se exponen en la tabla 14.

- Método de Distribución Log Normal de 2 parámetros.
  - o Cálculo del caudal para un periodo de retorno de dos años  $T_r = 2$ .
  - Cálculo de la variable tipificada  $Z_T$  de la distribución normal de 2 parámetros, para  $T = 2$  años.

Usando la expresión C-i:

$$Z_T = F\left(1 - \frac{1}{T_r}\right) \dots\dots\dots \text{(C-i)}$$

Reemplazando valores en la expresión C-i, se obtiene:

$$Z_{T=2} = F\left(1 - \frac{1}{T_r}\right) = F\left(1 - \frac{1}{2}\right) = F(0.5)$$

Donde:

$Z_{t=2}$	0.00	Valor de la distribución normal, ver tabla 12.
-----------	------	--

$$Z_{T=2} = 0.00$$

- Cálculo del coeficiente de variación ( $C_v$ )

Usando la expresión C-ii:

$$C_v = \frac{\sigma_x}{Q} \dots\dots\dots \text{(C-ii)}$$

Reemplazando valores en la expresión C-ii se obtiene:

$$C_v = \frac{83.273}{210.085} \rightarrow C_v = 0.396$$

$$C_v = 0.396$$

- Cálculo del factor de frecuencia ( $K_{T=2}$ )

Usando la expresión C-iii:

$$K_T = e^{\left[ z_T \sqrt{\ln(1+Cv^2)} - \left( \frac{\ln(1+Cv^2)}{2} \right) \right]} - \frac{1}{Cv} \dots\dots\dots (C-iii)$$

Reemplazando valores en la expresión C-iii, se obtiene:

$$K_{T=2} = e^{\left[ z_T \sqrt{\ln(1+Cv^2)} - \left( \frac{\ln(1+Cv^2)}{2} \right) \right]} - \frac{1}{Cv} \rightarrow K_{T=2} = -0.1774$$

$$K_{T=2} = -0.1774$$

- Cálculo de la distribución para: ( $Q_{T=2}$ )

Usando la expresión C-iv:

$$Q_{T=2} = K_{T=2} \sigma_Q + \bar{Q} \dots\dots\dots (C-iv)$$

Reemplazando valores en la expresión C-iv, se obtiene:

$$Q_{T=2} = (-0.17774 * 83.273) + 210.085 = 195.313 \rightarrow Q_{T=2} = \frac{195.313m^3}{s}$$

$$Q_{T=2} = \frac{195.313m^3}{s}$$

De forma análoga se calcularán los caudales para 5,10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 años, cuyos resultados se exponen en la tabla 14.

- Método de Distribución Log Pearson III (Log Gamma de 3 parámetros).
  - o Cálculo del caudal para un periodo de retorno de dos años  $T_r = 2$ 
    - Cálculo de la variable tipificada ZT de la distribución normal para T=2 años.

Usando la expresión D-i:

$$Z_T = F\left(1 - \frac{1}{T_r}\right) \dots\dots\dots (D-i)$$

Reemplazando valores en la expresión D-i, se obtiene:

$$Z_{T=2} = F\left(1 - \frac{1}{T_r}\right) = F\left(1 - \frac{1}{2}\right) \rightarrow F(0.5)$$

Donde:

Zt=2	0.00	Valor de la distribución normal, ver tabla 12.
------	------	--

$$Z_{T=2} = 0.00$$

- Cálculo del coeficiente de asimetría ( $g_x$ )

Usando la expresión D-ii:

$$g_x = \frac{n \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^3}{(n-1)(n-2)\sigma_x^3} \dots\dots\dots (D-ii)$$

Reemplazando valores en la expresión D-ii, se obtiene:

$$g_x = \frac{24[(116.707 - 210.085)^3 + \dots + (375.486 - 210.085)^3]}{(24 - 1)(24 - 2)(83.273)^3} \rightarrow g_x = 0.989$$

$$g_x = 0.989$$

- Cálculo del factor de frecuencia ( $K_{T=2}$ )

Usando la expresión D-iii:

$$K_T = z_T + (z_T^2 + 1) \left(\frac{g_x}{6}\right) + \left(\frac{1}{3}\right) (z_T^3 + 6z_T) \left(\frac{g_x}{6}\right)^2 - (z_T^2 - 1) \left(\frac{g_x}{6}\right)^3 + z_T \left(\frac{g_x}{6}\right)^4 - \frac{1}{3} \left(\frac{g_x}{6}\right)^5 \dots\dots\dots (D-iii)$$

Reemplazando valores en la expresión D-iii, se obtiene:

$$K_{T=2} = 0 + (0^2 + 1) \left(\frac{0.989}{6}\right) + \dots - \frac{1}{3} \left(\frac{0.989}{6}\right)^5 \rightarrow K_{T=2} = 0.1693$$

$$K_{T=2} = 0.1693$$

- Cálculo de la distribución para ( $Q_{T=2}$ )

$$Q_{T=2} = K_{T=2}\sigma_x + \bar{Q} \dots\dots\dots (D-iv)$$

Reemplazando valores en la expresión D-iv, se obtiene:

$$Q_{T=2} = (0.1693 * 83.273) + 210.085 \rightarrow Q_{T=2} = \frac{224.184m^3}{s}$$

$$Q_{T=2} = 224.184m^3/s$$

De forma análoga se calcularán los caudales para 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 años, cuyos resultados se exponen en la tabla 14.

- Método de Distribución de Extremos tipo I Gumbel (Método gráfico).
  - o Cálculo del caudal para un periodo de retorno de dos años  $Tr= 2$ .
  - Cálculo de la probabilidad de excedencia por la fórmula de Gringorten.  
Tomamos los valores de la tabla 11.

Usando la expresión E-i:

$$P_i = \frac{(m-0.44)}{(n+0.12)} \dots\dots\dots (E-i)$$

Donde:

m	1	Orden del primer dato de la serie de caudales.
n	24	Cantidad de datos analizados.

Reemplazando valores en la expresión E-i, se obtiene:

$$P_i = \frac{1 - 0.44}{24 + 0.12} = 0.0232 \rightarrow P_i = 0.0232$$

<b><math>P_i = 0.0232</math></b>
----------------------------------

Los valores de  $P_i$  están consignados en la tabla 13.

Tabla 13: Caudales ordenados de forma ascendente y asignación de probabilidades.

m	Qi	PROBABILIDAD
		$P_i = (m - 0.44) / (n + 0.12)$
1	116.707	0.0232
2	118.373	0.0647
3	119.340	0.1061
4	131.253	0.1476
5	137.699	0.1891
6	141.666	0.2305
7	160.733	0.2720
8	166.899	0.3134
9	168.609	0.3549
10	169.792	0.3964
11	179.780	0.4378
12	181.426	0.4793
13	187.359	0.5207
14	194.945	0.5622
15	202.048	0.6036
16	220.301	0.6451
17	221.067	0.6866
18	221.579	0.7280
19	223.739	0.7695
20	337.875	0.8109
21	340.523	0.8524
22	354.166	0.8939
23	370.678	0.9353
24	375.486	0.9768

Fuente: Propia.

- Cálculo del periodo de retorno ( $T_i$ ).

$T_i = \frac{1}{1 - P_i} \dots \dots \dots (E-ii)$
--

Reemplazando valores en la expresión E-ii, se obtiene:

$$T_1 = \frac{1}{1 - 0.0232} = 1.0238 \rightarrow T_1 = 1.0238$$

**$T_1 = 1.0238$**

- Cálculo del parámetro ( x ).

Usando la expresión E-iii:

$$x = -\text{Ln} \left[ -\text{Ln} \left( \frac{(T_i - 1)}{T_i} \right) \right] \dots\dots\dots \text{(E-iii)}$$

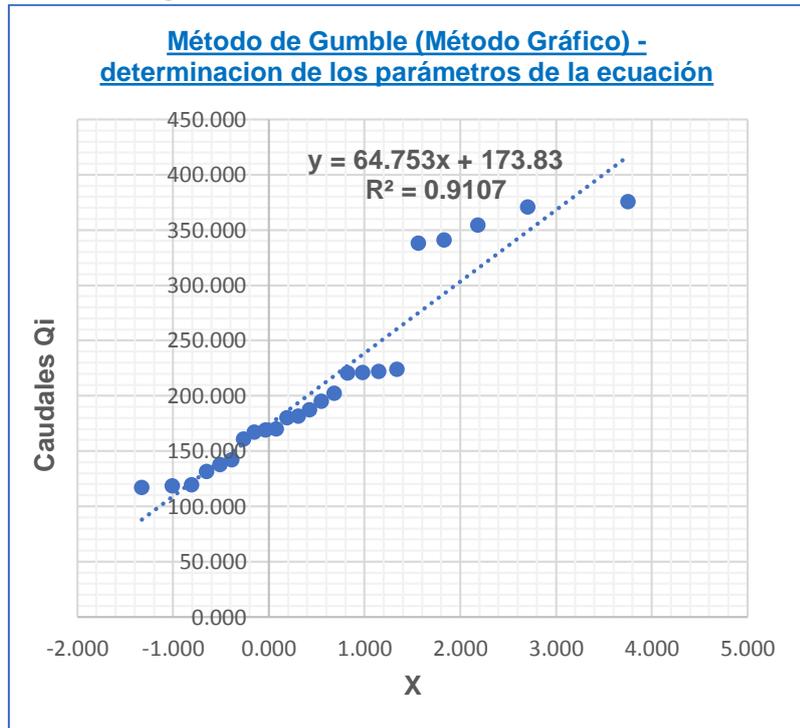
Reemplazando valores en la expresión 5-iii, se obtiene:

$$x = -\text{Ln} \left[ -\text{Ln} \left( \frac{1.0238 - 1}{1.0238} \right) \right] = -1.325 \rightarrow x = -1.325$$

**$x = -1.325$**

- Gráfico del parámetro “x” vs Caudales Q(x).

Figura 61: Parámetro “x” vs Caudales Qi.



Fuente: Propia.

Podemos circunscribir los datos gráficos a una ecuación del lineal con la siguiente forma:

$$y = \alpha x + \mu \dots \dots \dots (E-iv)$$

- Determinación gráfica del intercepto “μ”.  
Podemos hallar este valor a partir de las gráficas representadas a escala o a través de Excel, el cual incluye la ecuación lineal junto con sus parámetros (ver figura 61), teniendo como resultado:

$$\mu = 173.83$$

- Cálculo del valor de la pendiente “α”.  
Para calcular el valor de la pendiente podemos tomar dos puntos y usar la expresión E-v.

$$\alpha = \frac{Q_2 - Q_1}{[(X)_2 - X_1]} \dots \dots \dots (E-v)$$

Donde:

Q2	239.00	Ordenada para el punto 2.
Q1	175.00	Ordenada para el punto 1.
X2	1.00	Abscisa para el punto 1.
X1	0.00	Abscisa para el punto 2.

Reemplazando valores en la expresión E-v, se obtiene:

$$\alpha = \frac{239.00 - 175.00}{1.00 - 0.00} = 64.0 \rightarrow \alpha = 64.00$$

$$\alpha = 64.00$$

A través de Excel la pendiente resulta α = 64.753

$$\alpha = 64.753$$

- Ecuación lineal para el caudal.

Usando una forma análoga de la expresión E-vi.

$$Q(x) = \alpha x + \mu \dots\dots\dots (E-vi)$$

Reemplazando valores en la expresión E- vi, se obtiene:

$$Q(x) = 64.753x + 173.83$$

- Cálculo del parámetro ( x ) para T=2 años.

Utilizando la expresión E-vii:

$$x = -\text{Ln} \left[ -\text{Ln} \left( \frac{[(T)_i - 1]}{T_i} \right) \right] \dots\dots\dots (E-vii)$$

Reemplazando valores en la expresión E-vii, se obtiene:

$$x = -\text{Ln} \left[ -\text{Ln} \left( \frac{2.00 - 1}{2.00} \right) \right] = 0.367 \rightarrow x = 0.367$$

$$x = 0.367$$

- Cálculo del caudal ( Q<sub>T=2</sub>).

Utilizando la expresión E-viii:

$$Q_{T=2} = \alpha x + \mu \dots\dots\dots (E-viii)$$

$$Q_{T=2} = 64.753x + 173.83$$

Reemplazando valores en la expresión E-viii, se obtiene:

$$Q_{T=2} = 64.753(0.367) + 173.83 = 193.475 \frac{\cong 194\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{T=2} = 194.00 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

De forma análoga se calcularán los caudales para 5,10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 años, cuyos resultados se exponen en la tabla 14.

- Método de distribución de extremos Tipo I Gumbel (Método de Momentos Analítico).
  - o Cálculo del caudal para un periodo de retorno T=2 años.
    - Cálculo del factor de frecuencia ( $K_{T=2}$ ).

Utilizando la expresión F-i:

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \text{Ln} \left[ \text{Ln} \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \right\} \dots\dots\dots (F-i)$$

Reemplazando valores en la expresión F-i, se obtiene:

$$K_{T=2} = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \text{Ln} \left[ \text{Ln} \left( \frac{2}{2-1} \right) \right] \right\} = -0.164$$

$$K_{T=2} = -0.164$$

- Cálculo de la distribución para ( $Q_{T=2}$ ).

$$Q_{T=2} = K_{T=2} \sigma_x + \bar{Q} \dots\dots\dots (F-ii)$$

Reemplazando valores en la expresión F-ii, se obtiene:

$$Q_{T=2} = (-0.164 * 83.273) + 210.085 \rightarrow Q_{T=2} = \frac{196.406\text{m}^3}{s}$$

$$Q_{T=2} = \frac{196.406\text{m}^3}{s}$$

De forma análoga se calcularán los caudales para 5,10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 años, cuyos resultados se exponen en la tabla 14.

- Resultados de caudales extraordinarios.

Con los caudales promedio mostrados de la tabla 10 brindados por SENAMHI, se calcularon los caudales máximos extraordinarios para los períodos de retorno probabilísticos de interés como: 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 años, donde el más crítico y comparado con huellas hidráulicas del sitio es el obtenido por el método Gumbel Gráfico para un periodo de retorno de 1,000 años con un caudal de 852.781 m<sup>3</sup>/s y fue éste periodo considerado debido a la importancia de la estructura, tamaño de la cuenca, evitar riesgo de falla que pone en peligro la vida humana y fenómenos climatológicos que se están presentando con mayor frecuencia debido al cambio climático, y además se utiliza este caudal para el análisis de socavación.

Tabla 14: Resultado de caudales para periodos de retorno probabilísticos – Métodos Estadísticos.

N°	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	PROB. 1-(1/Tr)	MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN			MÉTODOS DE ESTIMACIÓN	
			Distribución Normal	Distribución Normal de Dos Parámetros	Distribución Log Pearson III	Método de Gumbel	
						Método Gráfico	Método Analítico
Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)			
1	2	0.500	210.085	195.313	224.184	193.475	196.406
2	5	0.800	276.703	265.127	303.408	307.724	269.996
3	10	0.900	318.339	320.914	362.634	383.367	318.719
4	25	0.960	359.976	388.431	430.009	478.942	380.281
5	50	0.980	368.303	403.551	444.512	549.845	425.952
6	100	0.990	401.612	470.145	506.100	620.225	471.285
7	200	0.995	418.267	507.454	539.103	690.348	516.452
8	500	0.998	443.248	569.039	591.472	782.862	576.042
9	1000	0.999	451.576	591.185	609.710	<b>852.781</b>	621.079

Fuente: Propia.

e.2) Cálculo de parámetros hidráulicos en el puente La Breña.

- Coeficiente de rugosidad de cauces naturales según Manning (n).

Tabla 15: Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n).

D. CORRIENTES NATURALES	D.1. CORRIENTES MENORES (ANCHO SUPERF. < 30 m)	a. Ríos en planicies rectos, sin zonas muertas	0.025	0.030	0.033
		rectos sin zonas muertas con piedras y malezas	0.030	0.036	0.040
			0.035	0.045	0.050
			0.045	0.050	0.060
		Sinuoso, vegetación y piedras	0.075	0.100	0.150
		Sinuoso, vegetación y bastante pedregoso			
		Abundante vegetación, sinuoso.			
		b. Torrentes de montaña, sin vegetación, bordes abruptos.	0.030	0.040	0.050
			0.040	0.050	0.070
		Árboles y arbustos sumergidos			
Parcialmente en crecidas con piedras y Pocas rocas grandes rocas y piedras en el fondo.					
D.2 PLANICIES DE INUNDACION	a. con pasto sin arbusto	0.025	0.030	0.035	
	pastizales bajos	0.030	0.035	0.050	
	pastizales altos				
	b. áreas cultivadas sin cultivo	0.020	0.030	0.040	
	con cultivos	0.030	0.040	0.050	
	c. Arbustos y Malezas escasos	0.040	0.060	0.080	
	densos	0.070	0.100	0.160	
	d. Arboles sauces	0.110	0.150	0.200	
	tierra despejada con troncos	0.030	0.040	0.050	
D3 Ríos Principales (ancho superior a 30 m)	Secciones Regulares	0.025	-	0.060	
	Secciones Irregulares	0.035	-	0.100	

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

Se tiene como resultado el valor de la rugosidad Manning n igual a 0.035 para el río Mantaro – sección puente La Breña.

- Pendiente (s%) del río Mantaro tramo puente La Breña.  
En la figura 36 que es representación del levantamiento topográfico, se representa la pendiente del río Mantaro tramo puente La Breña con el valor:

$$s\% = \Delta h = \frac{(\Delta h \text{ m})}{(d \text{ m})}$$

$$s\% = \frac{(0.41 \text{ m})}{(80.00 \text{ m})}$$

$$s\% = \Delta h = 0.0051 \frac{m}{m}$$

- Cálculo de tirante hidráulico según los caudales para periodos de retorno.
  - o Cálculo de tirante hidráulico con datos de área mojada y perímetro mojado obtenidos de AutoCAD, sección del río Mantaro puente La Breña.
  - Cálculo de tirante del caudal para un periodo de retorno de dos años ( $T_{r=2}$ ) obtenido por el método de Distribución Normal.

$$Q(h) = \frac{1 \times A^{\frac{5}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n \times P^{\frac{2}{3}}}$$

Para un tirante de 2.770 m, se obtuvo de AutoCAD:

Área hidráulica	= 63.192 m <sup>2</sup> .
Perímetro mojado	= 30.338 m.

$$210.085 \text{ m}^3/\text{s} = \frac{1 \times (63.192 \text{ m}^2)^{\frac{5}{3}} \times \left(\frac{0.0051 \text{ m}}{m}\right)^{\frac{1}{2}}}{0.035 \times (30.338 \text{ m})^{\frac{2}{3}}}$$

$$210.085 \text{ m}^3/\text{s} = 210.085 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, el tirante de 2.77 m. cumple con el caudal obtenido por el método de Distribución Normal para un periodo de retorno de dos años ( $T_{r=2}$ ).

$$h_i = 2.770 \text{ m.}$$

- Cálculo de tirante del caudal para un periodo de retorno de dos años ( $T_{r=2}$ ) obtenido por el método de Distribución Log Normal de 2 parámetros.

$$Q(h) = \frac{1 \times A^{\frac{5}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n \times P^{\frac{2}{3}}}$$

Para un tirante de 2.660 m, se obtuvo de AutoCAD:

Área hidráulica	= 60.147 m <sup>2</sup> .
Perímetro mojado	= 30.105 m.

$$195.313 \text{ m}^3/\text{s} = \frac{1 \times (60.147 \text{ m}^2)^{\frac{5}{3}} \times \left(\frac{0.0051 \text{ m}}{\text{m}}\right)^{\frac{1}{2}}}{0.035 \times (30.105 \text{ m})^{\frac{2}{3}}}$$

$$195.313 \text{ m}^3/\text{s} = 195.313 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, el tirante de 2.660 m. cumple con el caudal obtenido por el método de Distribución Log Normal de 2 parámetros para un periodo de retorno de dos años ( $T_{r=2}$ ).

$$h_i = 2.660 \text{ m.}$$

- Cálculo de tirante del caudal para un periodo de retorno de dos años ( $T_{r=2}$ ) obtenido por el método de Distribución Log Pearson III (Log Gamma de 3 parámetros).

$$Q(h) = \frac{1 \times A^{\frac{5}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n \times P^{\frac{2}{3}}}$$

Para un tirante de 2.865 m, se obtuvo de AutoCAD:

Área hidráulica	= 65.827 m <sup>2</sup> .
Perímetro mojado	= 30.570 m.

$$224.184 \text{ m}^3/\text{s} = \frac{1 \times (65.827 \text{ m}^2)^{\frac{5}{3}} \times \left(\frac{0.0051 \text{ m}}{\text{m}}\right)^{\frac{1}{2}}}{0.035 \times (30.570 \text{ m})^{\frac{2}{3}}}$$

$$224.184 \text{ m}^3/\text{s} = 224.184 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, el tirante de 2.865 m. cumple con el caudal obtenido por el método de Distribución Log Pearson III (Log Gamma de 3 parámetros) para un periodo de retorno de dos años ( $T_{r=2}$ ).

$$h_i = 2.865 \text{ m.}$$

- Cálculo de tirante del caudal para un periodo de retorno de dos años ( $T_{r=2}$ ) obtenido por el método de Distribución de Extremos tipo I Gumbel (Método gráfico).

$$Q(h) = \frac{1 \times A^{\frac{5}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n \times P^{\frac{2}{3}}}$$

Para un tirante de 2.650 m, se obtuvo de AutoCAD:

Área hidráulica	= 59.870 m <sup>2</sup> .
Perímetro mojado	= 30.084 m.

$$193.475 \text{ m}^3/\text{s} = \frac{1 \times (59.870 \text{ m}^2)^{\frac{5}{3}} \times \left(\frac{0.0051 \text{ m}}{\text{m}}\right)^{\frac{1}{2}}}{0.035 \times (30.084 \text{ m})^{\frac{2}{3}}}$$

$$193.475 \text{ m}^3/\text{s} = 193.475 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, el tirante de 2.650 m. cumple con el caudal obtenido por el método de Distribución de Extremos tipo I Gumbel (Método gráfico) para un periodo de retorno de dos años ( $T_{r=2}$ ).

$$h_i = 2.650 \text{ m.}$$

- Cálculo de tirante del caudal para un periodo de retorno de dos años ( $T_{r=2}$ ) obtenido por el método de Distribución de extremos Tipo I Gumbel (Método de Momentos Analítico).

$$Q(h) = \frac{1 \times A^{\frac{5}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n \times P^{\frac{2}{3}}}$$

Para un tirante de 2.670 m, se obtuvo de AutoCAD:

Área hidráulica	= 60.423 m <sup>2</sup> .
Perímetro mojado	= 30.126 m.

$$196.406 \text{ m}^3/\text{s} = \frac{1 \times (60.423 \text{ m}^2)^{\frac{5}{3}} \times \left(\frac{0.0051 \text{ m}}{\text{m}}\right)^{\frac{1}{2}}}{0.035 \times (30.126 \text{ m})^{\frac{2}{3}}}$$

$$196.406 \text{ m}^3/\text{s} = 196.406 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, el tirante de 2.670 m. cumple con el caudal obtenido por el método de Distribución de extremos Tipo I Gumbel (Método de Momentos Analítico) para un periodo de retorno de dos años ( $T_{r=2}$ ).

$$h_i = 2.670 \text{ m.}$$

- Resultados de parámetros hidráulicos de caudales, para periodos de retorno.

Se muestra en la presente tabla los parámetros hidráulicos como: tirante hidráulico ( $h_i$ ), área de la sección hidráulica ( $m^2$ ), velocidad promedio del flujo ( $m/s$ ) para distintos periodos de retorno, donde el periodo de retorno probabilístico seleccionado fue 1,000 años del método estadístico Gumbel gráfico, debido a que se contrastó con un caudal anormal registrado por SENAMHI. Dz-11 el 31 de enero de 2019 de 727.33  $m^3/s$ . que representó un periodo de retorno probabilístico de 420 años e indica que la probabilidad es alta de que ocurra otro caudal mayor se registre en un periodo de tiempo cercano. El N.A.M.E. cuenta con un tirante de 5.770 m. y una cota de 3,212.36 m.s.n.m.

Tabla 16: Resultado de parámetros hidráulicos de caudales para periodos de retorno probabilísticos.

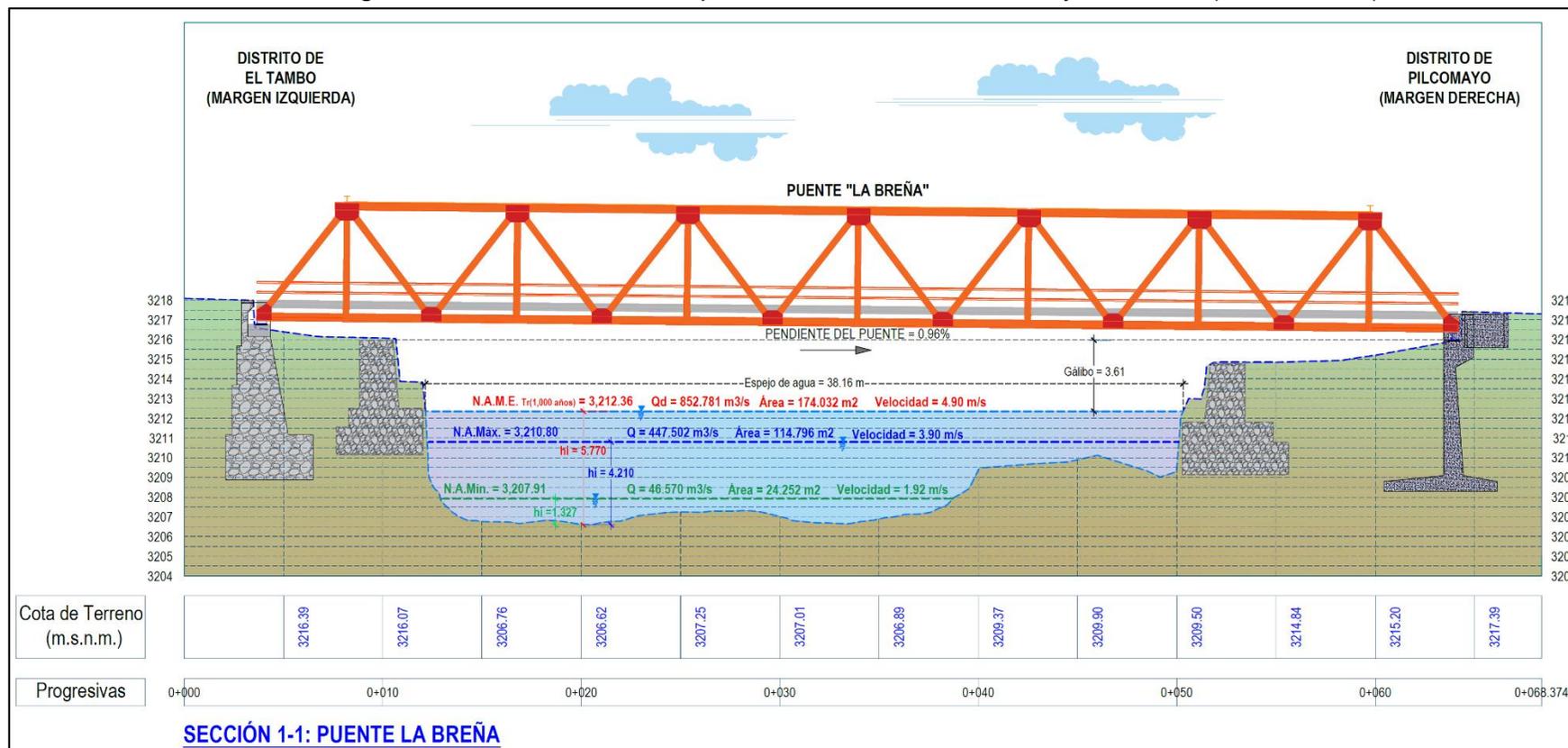
N°	PERIODO DE RETORNO Tr (AÑOS)	PROB. 1- (1/Tr)	MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN												MÉTODOS DE ESTIMACIÓN							
			Distribución Normal				Distribución Normal de Dos Parámetros				Distribución Log Pearson III				Método de Gumbel							
															Método Gráfico				Método Analítico			
			$h_i$ (m)	Área ( $m^2$ )	V ( $m/s$ )	Q ( $m^3/s$ )	$h_i$ (m)	Área ( $m^2$ )	V ( $m/s$ )	Q ( $m^3/s$ )	$h_i$ (m)	Área ( $m^2$ )	V ( $m/s$ )	Q ( $m^3/s$ )	$h_i$ (m)	Área ( $m^2$ )	V ( $m/s$ )	Q ( $m^3/s$ )	$h_i$ (m)	Área ( $m^2$ )	V ( $m/s$ )	Q ( $m^3/s$ )
1	2	0.500	2.770	63.19	3.32	210.085	2.660	60.15	3.25	195.313	2.865	65.83	3.41	224.184	2.650	59.87	3.23	193.475	2.670	60.42	3.25	196.406
2	5	0.800	3.320	79.68	3.47	276.703	3.250	77.40	3.43	265.127	3.480	84.98	3.57	303.408	3.505	85.82	3.59	307.724	3.280	78.37	3.45	269.996
3	10	0.900	3.625	92.67	3.44	318.339	3.630	92.86	3.46	320.914	3.833	100.53	3.61	362.634	3.927	104.09	3.68	383.367	3.626	92.71	3.44	318.719
4	25	0.960	3.820	100.04	3.60	359.976	3.950	104.96	3.70	388.431	4.136	111.99	3.84	430.009	4.342	119.80	4.00	478.942	3.915	103.63	3.67	380.281
5	50	0.980	3.870	101.93	3.61	368.303	4.015	107.42	3.76	403.551	4.198	114.34	3.89	444.512	4.635	130.90	4.20	549.845	4.115	111.20	3.83	425.952
6	100	0.990	4.010	107.23	3.75	401.612	4.309	118.55	3.97	470.145	4.460	124.27	4.07	506.100	4.912	141.41	4.39	620.225	4.312	118.66	3.97	471.285
7	200	0.995	4.090	110.25	3.79	418.267	4.465	124.46	4.08	507.454	4.595	129.38	4.17	539.103	5.180	151.59	4.55	690.348	4.500	125.78	4.11	516.452
8	500	0.998	4.192	114.11	3.88	443.248	4.715	133.93	4.25	569.039	4.800	137.16	4.31	591.472	5.517	164.39	4.76	782.862	4.740	134.88	4.27	576.042
9	1000	0.999	4.230	115.55	3.91	451.576	4.799	137.12	4.31	591.185	4.870	139.81	4.36	609.710	5.770	174.03	4.90	852.781	4.915	141.52	4.39	621.079

Fuente: Propia.

- Resultado gráfico del tirante hidráulico de N.A.M.E., N.A.MÍN. y N.A.MÁX.

De manera gráfica se muestra el resultado del nivel de aguas mínimas (N.A.MÍN.), nivel de aguas máximas (N.A.MÁX.) y nivel aguas máxima extraordinaria (N.A.M.E.), de datos mostrados en las tablas 8, 9 y 14.

Figura 62: Tirante hidráulico para el N.A.MÍN., N.A.MÁX. y N.A.M.E. (Ver anexo J).



Fuente: Propia.

#### 4.7. Resultados de socavación producida en estribos del puente La Breña

Mediante el plano de perfil longitudinal (ver figura 29) otorgado por el M.T.C. – Provias Nacional, Sub Dirección de Obras de Puentes, se contrasta el lecho del río representado con la actual medición con tecnología Doppler (batimetría), observando los resultados de socavación que se expone en la tabla 17, y de manera gráfica en la figura 73 y Anexo K.

Tabla 17: Resultados de socavación producida o presentada desde el año 1979 al 2019.

SOCAVACIÓN PRODUCIDA				
SOCAVACIÓN	SIGLA	ESTRIBO IZQUIERDO	CAUCE DEL RÍO	ESTRIBO DERECHO
		(m)	(m)	(m)
Socavación Total	SG	1.23 m	0.93 m	1.28 m

Fuente: Propia.

**4.8. Resultados de cálculo de socavación proyectada en estribos del puente La Breña**

a) Cálculo del peso específico del agua del río Mantaro.

- Peso específico del agua del río Mantaro tramo puente La Breña.
- Cálculo del peso específico del fluido ( $\gamma_{\text{agua}}$ ).

Usando la expresión G-i:

$$\gamma_{\text{agua}} = \frac{(W \text{ Ton.})}{(V \text{ m}^3)} \times 1.15 \dots\dots\dots (\text{G-i}).$$

Figura 63: Extracción de muestra de agua del rio Mantaro y resultado del pesado de tara con volumen de 0.0005 m3 en balanza analítica.



Fuente: Propia.

Donde:

Peso de envase o tara. (Tonelada)	23.687 gr o 0.000023687 Ton.
Envase o tara. (Volumen)	0.00005 m3
Peso de envase o tara + agua. (Tonelada)	533.026 gr o 0.000533026 Ton.
Peso neto del agua. (Tonelada)	509.339 gr o 0.000509339 Ton.
Factor de corrección.	1.15

$$\begin{aligned} 0.0005 \text{ m}^3 & \text{-----} 0.00059339 \text{ Ton.} \\ 1.000 \text{ m}^3 & \text{-----} X \text{ Ton.} \end{aligned}$$

Figura 64: Resultado del pesado de tara con volumen de 0.0005 m3 incluido agua del río Mantaro.



Fuente: Propia.

Reemplazando valores en la expresión G-i, se obtiene:

$$\gamma_{\text{agua}} = \frac{(1.018678 \text{ Ton.})}{(1.000 \text{ m}^3)} \times 1.15$$

$$\gamma_{\text{agua}} = 1.17 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$$

- b) Cálculo de la socavación en el cauce del río Mantaro sección puente La Breña ( $S_T$ ).
- b.1) Cálculo de la socavación general o normal en el cauce del río Mantaro sección puente La Breña ( $S_G$ ).

Para calcular la socavación normal o general y expuesto los métodos según el manual de hidráulica, hidrología y drenaje del M.T.C., utilizaremos el método Lischtvan – Levediev (Método de estratos de suelos cohesivos – no cohesivos), ya que es el más usado en nuestro país debido a las características de nuestros ríos y que cumple con los parámetros que solicita su uso para el análisis de socavación general o normal en la sección del puente La Breña.

- Cálculo del ancho efectivo del cauce ( $B_e$ ).

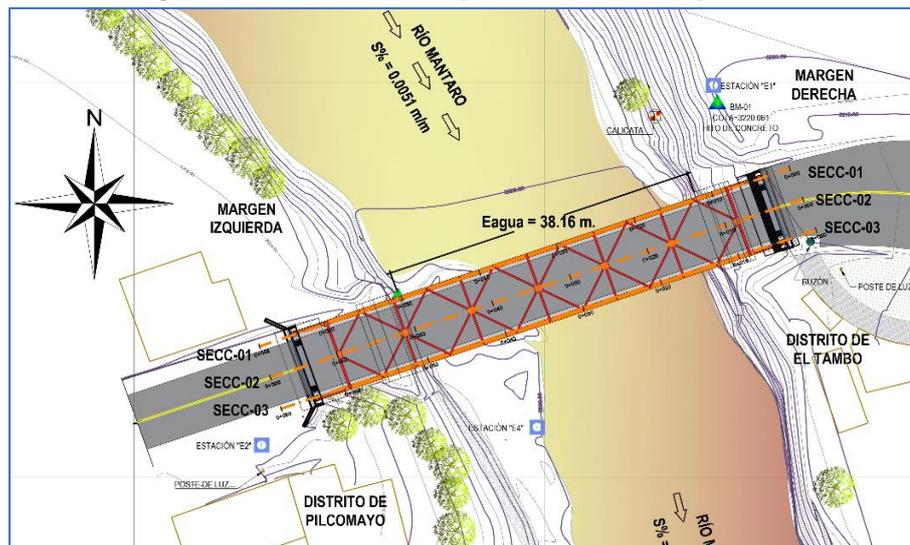
Utilizaremos la expresión general para el cauce:

$$B_e = (B - \sum b_i)\cos\phi - (n + 1 - N)(\# \text{ pilas})\text{sen}\phi \dots\dots\dots (H-i)$$

Donde:

Nº pilas o pilares	0	Und	Número de pilas o pilares del puente.
$\sum b_i$	0	m	Sumatoria de los anchos de las pilas dentro del tramo.
n	2	Und	Número de las caras de las pilas y/o estribos dentro del ancho del cauce del río. En este caso se colocarán el número de caras de los estribos.
N	2	Und	Número de pilas y/o estribos considerados al tomar en cuenta n.
EAGUA	38.16	m	Ancho del cauce.
$\phi$	0°	°	Ángulo que forma la parte interior del estribo con la dirección del flujo de agua (Figura 65).

Figura 65: Trazado del puente, vista en planta.



Fuente: Propia.

Reemplazando valores en la expresión H-i, se obtiene:

$$B_e = (38.16 - 0)\cos 0^\circ - (2 + 1 - 2)(0)\text{sen} 0^\circ \rightarrow B_e = 38.16 \text{ m}$$

$$B_e = 38.16 \text{ m}$$

- Cálculo del área media de la sección ( $A_m$ )

Tomamos el área correspondiente al N.A.M.E., contenido en el Tabla 16.

$$A_{NAME} = 174.03 \text{ m}^2$$

- Cálculo de la velocidad media de la sección ( $V_m$ ).

Así mismo la velocidad que se tomará será la correspondiente al N.A.M.E., contenida en el Tabla 16.

$$V_{NAME} = 4.90 \text{ m/s}$$

- Cálculo del coeficiente de contracción ( $\mu$ ).

El coeficiente de contracción está en función de la separación libre entre pilas o estribos y de la velocidad media en la sección, los valores de este están consignados en el Tabla 18.

Tabla 18: Coeficiente de contracción  $\mu$ .

Velocidad media en la sección, en m/s.	Longitud libre (claro m.) entre dos pilas o estribos.												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
Menor de 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00
2.00	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.50	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.00	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	1.00
3.50	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	1.00
4.00 a mayor velocidad.	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	1.00

Fuente: Departamento de Ingeniería Civil y Minas de la Universidad de Sonora, México.

$$\mu = 0.96$$

- Cálculo del tirante medio ( $H_m$ ).

$$H_m = \frac{A_{NAME}}{B_e} \dots\dots\dots (H\text{-ii})$$

Reemplazando valores en la expresión H-ii, se obtiene:

$$H_m = \frac{174.03}{38.16} \rightarrow H_m = 4.56 \text{ m}$$

**$H_m = 4.56 \text{ m}$**

- Cálculo del coeficiente de socavación ( $\alpha$ ).

Utilizamos la expresión H-iii:

$$\alpha = \frac{Q_d}{\mu H_m^3 B_e} \dots\dots\dots (H\text{-iii})$$

Donde:

Qd.	852.781	m3/s	Caudal de diseño correspondiente al N.A.M.E. ver tabla 16: Resultado de parámetros hidráulicos de caudales con distintos periodos de retorno.
-----	---------	------	---

Reemplazando valores en la expresión H-iii, se obtiene:

$$\alpha = \frac{852.781}{0.96(4.56)^3 38.16} \rightarrow \alpha = 1.86$$

**$\alpha = 1.86$**

- Cálculo del coeficiente de frecuencia de la creciente ( $\beta$ ).

Utilizaremos la expresión H-iv:

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 \log(T) \dots\dots\dots (H\text{-iv})$$

Donde:

T	1,000	Probabilidad de años en el que se presentara el Máximo Caudal.
---	-------	--

Reemplazando valores en la expresión H-iv, se obtiene:

$$\beta = 0.7929 + 0.0973\log(1000) \rightarrow \beta = 1.08$$

**$\beta = 1.08$**

- Cálculo del coeficiente de corrección de la densidad del agua durante la crecida ( $\varphi$ ).

Utilizamos la expresión H-v:

$\varphi = -0.54 + 1.5143\gamma_{\text{agua}} \dots\dots\dots$  (H-v)

Donde:

$\gamma_{\text{agua}}$	1.17	Ton/m <sup>3</sup> .	Peso específico del agua que discurre por el cauce de la sección del puente La Breña.
------------------------	------	----------------------	---

Reemplazando valores en la expresión H-v, se obtiene:

$$\varphi = -0.54 + 1.5143(1.17) = 1.23 \rightarrow \varphi = 1.23$$

**$\varphi = 1.23$**

- Cálculo del exponente variable que depende de la densidad del material del cauce del río (x) - para suelo cohesivo.

Utilizamos la expresión H-vi:

$x = 0.892619 - 0.58073\gamma_m + 0.136275\gamma_m^2 \dots\dots$  (H-vi)

Donde:

γ <sub>m</sub>	1.897	Ton/m <sup>3</sup>	<p>Como referencia tomamos el estudio de mecánica de suelos (Ensayo de penetración estándar) del expediente técnico del puente Cantuta, debido a que se encuentra a 700 m. aguas arriba del puente La Breña, y la justificación proviene a ser que este lecho fue conformado en la misma edad geológica (Edad cuaternaria) como se muestra en el anexo - plano Geológico.</p> <p>El estrato del fondo del lecho del río Mantaro como se muestra en la figura 53, es una Grava mal graduada (GP), no cohesivo y no homogéneo como estrato y peso específico igual a 1.897 Ton/m<sup>3</sup>.</p>
----------------	-------	--------------------	---

Reemplazando valores en la expresión H-vi, se obtiene:

$$x = 0.892619 - 0.58073(1.897) + 0.136275(1.897)^2 \rightarrow x = 0.281$$

$$x = 0.281$$

- Cálculo del exponente variable que depende del diámetro de las partículas del material granular (z), para suelo no cohesivo o granular.

Usamos la expresión H-vii:

$$z = 0.394557 - 0.04136 \log(d_m) - 0.0089 \log^2(d_m) \dots\dots\dots \text{(H-vii)}$$

Donde:

dm	25	mm	<p>Exponente variable que depende del diámetro de las partículas del material granular.</p> <p>Para tal efecto tomamos el estudio de mecánica de suelos (Ensayo de penetración estándar) del expediente técnico del puente Cantuta, debido a que se encuentra a 700 m. aguas arriba del puente La Breña, y la justificación</p>
----	----	----	---

		<p>proviene a ser que este lecho fue conformado en la misma edad geológica (Edad cuaternaria) como se muestra en el anexo - plano Geológico.</p> <p>El estrato del fondo del lecho del río Mantaro cuenta con un diámetro medio de grano respecto al porcentaje de filtrado acumulado que pasa el 60% del tamizado del estrato siendo este 25mm de diámetro medio como se muestra en la figura 53.</p>
--	--	--

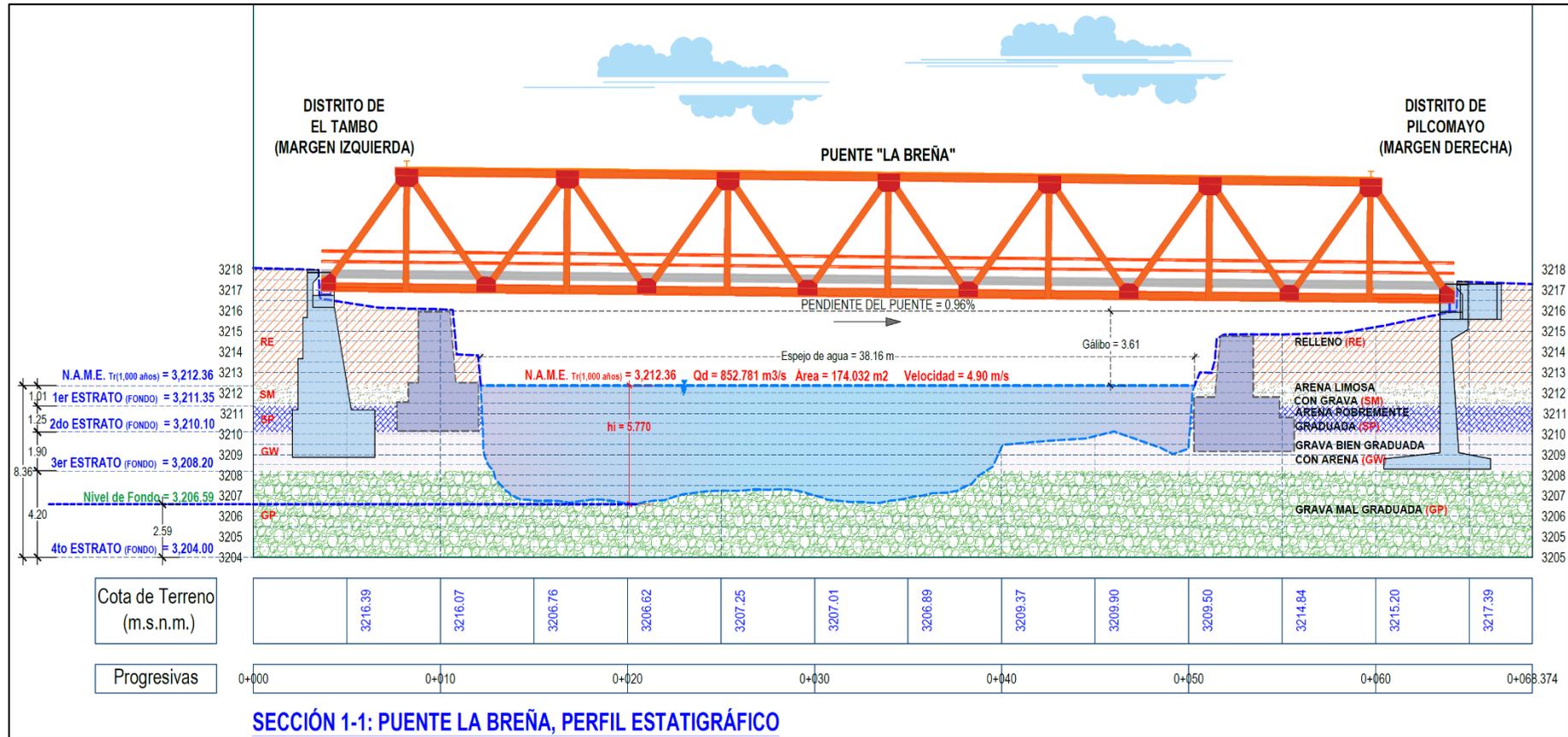
Reemplazando valores en la expresión H-vii, se obtiene:

$$z = 0.394557 - 0.04136 \log(0.025) - 0.0089 \log^2(0.025) \rightarrow z = 0.416$$

$$\mathbf{z = 0.438}$$

A continuación, calcularemos la socavación por el método Lischtvan – Levediev (Método de estratos en suelos cohesivos – no cohesivos), usando la referencia de la figura 66.

Figura 66: Perfil estratigráfico en sección puente La Breña (Ver anexo E).



Fuente: Propia.

- Cuarto estrato: [3,206.59 – 3,204.00 msnm (-5.81 - -8.40m)]

- Cálculo del tirante total hasta la socavación ( $H_{TS}$ ).

En este estrato encontramos un suelo no cohesivo granular.

Usamos la expresión H-viii:

$$H_{TS} = \left( \frac{\alpha H_D^{\frac{5}{3}}}{0.68 \beta \mu \phi d_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{(1+z)}} \dots\dots\dots (H-viii)$$

Donde:

$H_0$ - $H_D$	3,212.36 5.770 m	m.s.n.m.	Tomamos como tirante inicial el calado correspondiente al Nivel de Aguas Máximo Extraordinario N.A.M.E.
------------------	---------------------	----------	---

$d_m$	25	mm	Diámetro medio del grano correspondiente al cuarto estrato, ver figura 53. Teniendo como resultado 25 mm
-------	----	----	---

Reemplazando valores en la expresión H-viii, se tendrá:

$$H_{TS} = \left( \frac{1.86 * 5.770^{5/3}}{0.68(1.08)(0.96)(1.23)(25)^{0.28}} \right)^{\frac{1}{(1+0.438)}}$$

**$H_{TS} = 3,205.22 \text{ msnm ( 6.93 m )}$**

- Cálculo del tirante de socavación general o normal ( $S_{TSG}$ ).

El tirante de socavación total se encuentra en el cuarto estrato, por lo que será calculado a través de la expresión H-ix:

$$S_{TSG} = H_{TS} - H_0 \dots\dots\dots (H-ix)$$

Reemplazando valores en la expresión H-ix, se obtiene:

$$S_{TSG} = 6.93 - 5.770 \rightarrow S_{TSG} = 3,205.22 \text{ msnm ( 1.16 m )}$$

**$S_{TSG} = 3,205.43 \text{ msnm ( 1.16 m )}$**

b.2) Cálculo de la socavación local en el cauce del río Mantaro sección puente La Breña ( $S_L$ ).

Dado que la estructura del puente seleccionada no presenta pilas de soporte intermedio no existe socavación localizada.

$$S_L = 0.00 \text{ m}$$

b.3) Cálculo de la socavación total en el cauce del río Mantaro sección puente La Breña ( $S_T$ ).

La socavación total será calculada según la expresión H-x:

$$S_T = S_{TSG} + S_L \dots \dots \dots (H-x)$$

Reemplazando valores en la expresión H-x, se obtiene:

$$S_T = 1.16 + 0.00 = 1.16 \text{ m} \rightarrow S_T \cong 1.16 \text{ m}$$

$$S_T = 3,205.43 \text{ msnm (1.16 m)}$$

c) Cálculo de la socavación total en el estribo derecho ( $S_T$ ).

c.1) Cálculo de la socavación general o normal en el en el estribo derecho ( $S_G$ ).

Para calcular la socavación normal o general y expuesto los métodos según el manual de hidráulica, hidrología y drenaje del M.T.C., utilizaremos el método Lischtvan – Levediev (Método de estratos de suelos cohesivos – no cohesivos), ya que es el más usado en nuestro país debido a las características de nuestros ríos y que cumple con los parámetros que solicita su uso para el análisis de socavación general o normal en la sección del puente La Breña.

A continuación, calcularemos la socavación por estratos, usando el perfil estratigráfico mostrado en la figura 65.

- Tercer estrato: [3,210.10 – 3,208.20 msnm (-2.30 - -4.20m)]

- Cálculo del tirante total hasta la socavación (  $H_{GED}$  )

En este estrato encontramos un suelo no cohesivo granular.

Usamos la expresión I-i:

$$H_{GED} = \left( \frac{\alpha H_{ED}^{5/3}}{0.68 \beta \mu \phi d_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{(1+z)}} \dots \dots \dots (I-i)$$

Donde:

HED	3,312.36 (3.08m)	msnm	Tomaremos el calado del Estribo Derecho correspondiente a la sección del puente La Breña determinado en la figura 67.
$\alpha$	1.86	m	Se toma el mismo coeficiente socavación correspondiente al cauce del río.
$\beta$	1.08	s/d	Se toma el mismo coeficiente de frecuencia de la creciente correspondiente al cauce del río.
$\mu$	0.96	s/d	Se toma el mismo coeficiente de Contracción correspondiente al cauce del río.
$\phi$	1.23	s/d	Se toma el mismo coeficiente de Corrección de la densidad del agua durante la crecida.
$\gamma_{m1}$ dm	1.826 4.75	Ton/m3 mm	Según el “Estudio de Suelos” tenemos es peso específico y diámetro medio del grano del primer estrato.
$\gamma_{m2}$ dm	1.803 9.50	Ton/m3 mm	Según el “Estudio de Suelos” tenemos es peso específico y diámetro medio del grano del segundo estrato.
$\gamma_{m3}$ dm	1.862 19.00	Ton/m3 mm	Según el “Estudio de Suelos” tenemos es peso específico y diámetro medio del grano del tercer estrato.
$\gamma_{m4}$ dm	1.862 25.00	Ton/m3 mm	Según el “Estudio de Suelos” tenemos es peso específico y diámetro medio del grano del cuarto estrato.

z1	0.443	s/d	Utilizaremos la expresión H-vii, para calcular el exponente variable que depende del diámetro de partículas del material granular, en suelos no homogéneos y granulares. $z = 0.394557 - 0.04136 \log(d_m) - 0.0089 \log^2(d_m)$
z2	0.442	s/d	
z3	0.439	s/d	
z4	0.438	s/d	

Reemplazando valores en la expresión I-i, se obtiene:

$$H_{GED} = \left( \frac{1.86 * 3.08^{\frac{5}{3}}}{0.68(1.08)(0.96)(1.23)(19.00)^{0.28}} \right)^{\frac{1}{(1+0.439)}}$$

**$H_{GED} = 3,208.83 \text{ msnm ( 3.53 m )}$**

- Cálculo del tirante de socavación ( $S_{GED}$ )

El tirante de socavación total se encuentra en este estrato, por lo tanto, el tirante de socavación será calculado a través de la expresión I-ii:

$S_{GED} = H_{GED} - H_{ED} \dots \dots \dots \text{ (I-ii)}$

Reemplazando valores en la expresión I-ii, se obtiene:

$$S_{GED} = 3.53 - 3.08 \rightarrow S_{GED} = 0.45 \text{ msnm (0.45 m)}$$

**$S_{GED} = 0.45 \text{ msnm (0.45 m)}$**

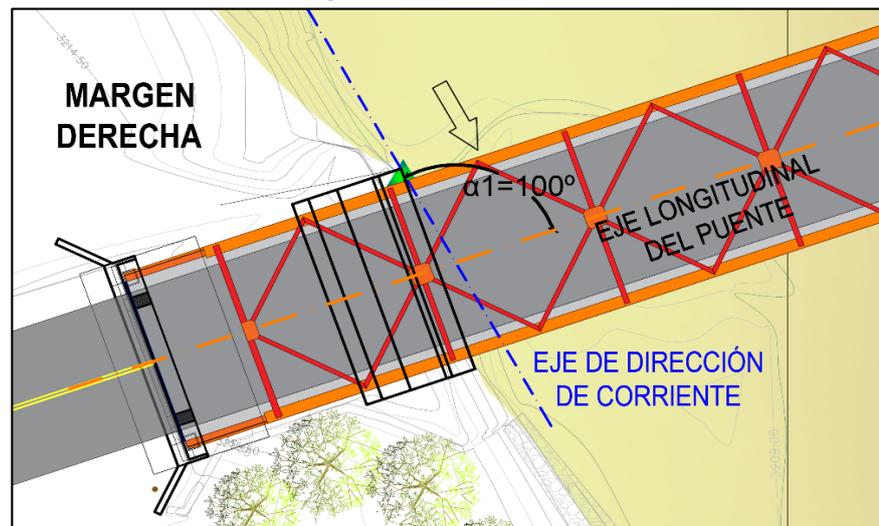
c.2) Cálculo de la socavación local en el estribo derecho ( $S_L$ ).

De los métodos expuestos en el manual de hidráulica, hidrología y drenaje del M.TC. para el cálculo de la socavación local en los estribos, se prosigue a estimar la socavación local con el Método

de Artamanov, debido a que cumple con los parámetros que solicita el cálculo.

- Cálculo de la socavación local del estribo derecho ( $S_{LED}$ ).
  - Cálculo del coeficiente correctivo ( $P_a$ ).  
 Coeficiente que depende del ángulo que forma la corriente con el eje longitudinal del puente, dando como resultado  $\alpha_1=100^\circ$ , lo cual es verificado extrayendo la figura 67.

Figura 67: Ángulo que forma el eje longitudinal del puente con el eje de corriente  $\alpha_1=100^\circ$ .



Fuente: Propia.

Tabla 19: Valores del coeficiente correctivo  $P_a$ .

a	20°	60°	90°	120°	150°
$P_a$	0.840	0.940	1.000	1.070	1.188

Fuente: Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje – M.T.C., K. F. Artamonov.

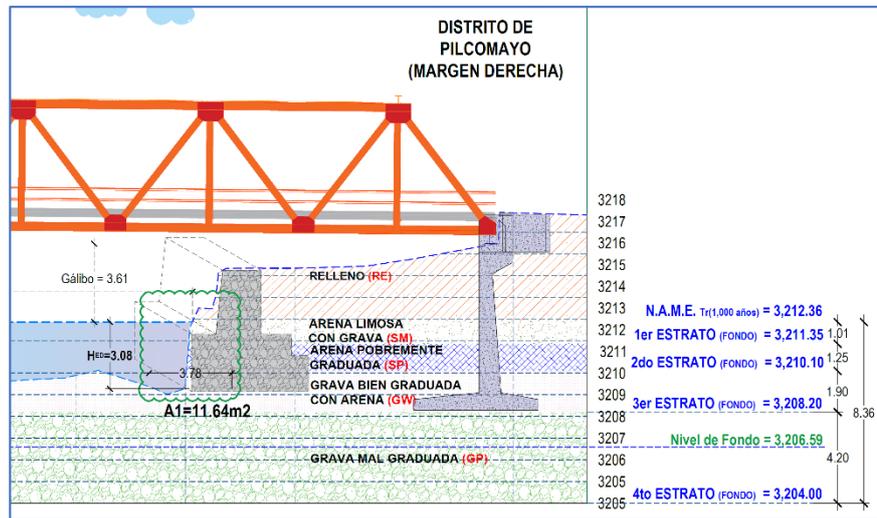
Este ángulo fue interpolado de la tabla 19, de donde se obtiene:

$$P_a = 1.0233$$

- Cálculo del coeficiente correctivo (Pq).

Para calcular el caudal de agua ocupado por el estribo derecho si este no existiera necesitamos calcular el área de la sección del estribo derecho que obstruye el libre paso del flujo (A1) representado en la figura 68.

Figura 68: Área de 11.64m<sup>2</sup> que corresponde al estribo de protección derecho que ocupa en el cauce.



Fuente: Propia.

- Cálculo del área de la sección del estribo (A<sub>1</sub>).

Usando AutoCAD se tiene:

$$A_1 = 11.64 \text{ m}^2$$

- Cálculo del caudal (Q<sub>1</sub>).

Para calcular el caudal multiplicaremos el área obtenida por la velocidad promedio del flujo correspondiente al tirante del N.A.M.E.

$$Q_1 = A_1 * \overline{V}_{NAME} \dots \dots \dots (J-i)$$

Donde:

$\bar{V}_{NAME}$	4.90	m/s	Velocidad del flujo correspondiente al N.A.M.E., ver tabla 16.
------------------	------	-----	--

Reemplazando valores en la expresión J-i, se obtiene:

$$Q_1 = 11.64 * 4.90 = 57.036 \frac{m}{s} \rightarrow Q_1 = 57.036 \frac{m}{s}$$

$$Q_1 = 57.036 \frac{m}{s}$$

- Cálculo de la relación (Q1/QNAME).

Donde:

QNAME	852.781	m3/s	Caudal promedio del flujo correspondiente al N.A.M.E., ver tabla 16.
-------	---------	------	--

$$\frac{Q_1}{Q_{NAME}} = \frac{57.036}{852.781} = 0.0669 \rightarrow \frac{Q_1}{Q_{NAME}} = 0.0669$$

$$\frac{Q_1}{Q_{NAME}} = 0.0669$$

Esta relación Q1/QNAME cuenta con un coeficiente correctivo Pq como se muestra en la siguiente tabla 20, obteniéndose:

Tabla 20: Valores del coeficiente correctivo Pq en función de Q1/QNAME.

Q1/Qv	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80
Pq	2.000	2.650	3.220	3.450	3.670	3.870	4.060	4.200

Fuente: Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje – M.T.C., K. F. Artamonov.

Este valor no se encuentra en la tabla 20 valores del coeficiente correctivo Pq en función de Q1/QNAME, por lo que será calculado a través de la siguiente expresión J-ii:

$$P_q = 1.4675 + 6.5238 \left( \frac{Q_1}{Q_{NAME}} \right) - 4.0238 \left( \frac{Q_1}{Q_{NAME}} \right)^2 \dots\dots (J\text{-ii})$$

Reemplazando valores en la expresión J-ii, se obtiene

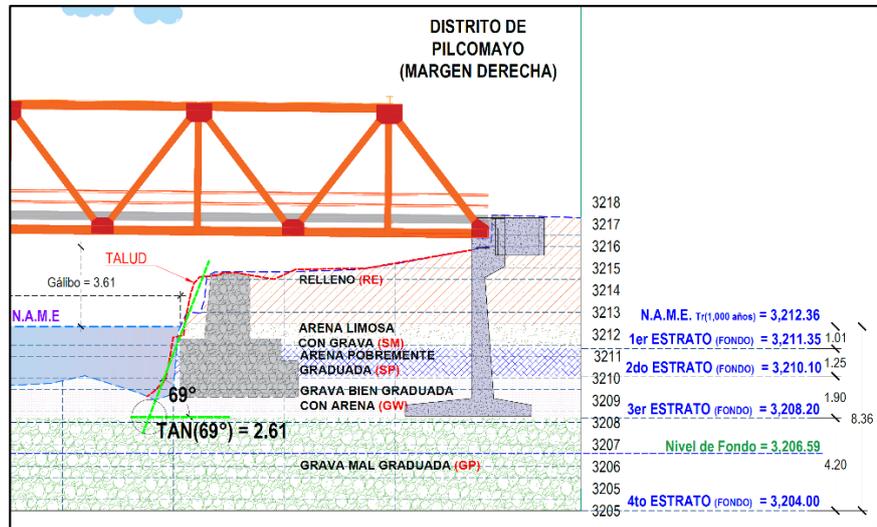
$$P_q = 1.4675 + 6.5238(0.0669) - 4.0238(0.0669)^2 \rightarrow P_q = 1.886$$

$$P_q = 1.886$$

- Cálculo del coeficiente correctivo (PR).

El coeficiente correctivo PR, se encuentra en función del ángulo tangente que forma el talud, ver figura 69.

Figura 69: Ángulo que forma el talud en el estribo de protección derecho (Talud R=2.61).



Fuente: Propia.

Este valor del coeficiente correctivo PR fue interpolado con la siguiente tabla 21, obteniéndose

Tabla 21: Valores del coeficiente correctivo PR en R.

Talud R	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0
PR	1.00	0.91	0.85	0.83	0.61	0.50

Fuente: Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje – M.T.C., K. F. Artamonov.

Este valor del coeficiente correctivo fue interpolado con datos de la tabla 21, de donde se obtiene:

$$P_R = 0.543$$

- Cálculo del tirante total hasta la socavación ( $S_{ED}$ ).

Donde:

HED	3.08	m	Tirante del estribo derecho con respecto al N.A.M.E., ver figura 68.
-----	------	---	--

Usamos la expresión J-iii:

$$S_{ED} = P_a P_q P_R H_{ED} \dots \dots \dots \text{ (J-iii)}$$

Reemplazando valores en la expresión J-iii, se tendrá:

$$S_{ED} = 1.0233 * 1.886 * 0.543 * 3.08 \rightarrow S_{ED} = 3.23 \text{ m}$$

$$S_{ED} = 3,209.13 \text{ msnm (3.23 m)}$$

- Cálculo del tirante de socavación ( $S_{LED}$ )

Usamos la expresión J-iv:

$$S_{LED} = S_{ED} - H_{ED} \dots \dots \dots \text{ (J-iv)}$$

Reemplazando valores en la expresión J-iv, se obtiene:

$$S_{LED} = 3.23 - 3.08 \rightarrow S_{LED} = 0.15 \text{ m}$$

$$S_{LED} = 3,209.13 \text{ msnm (0.15 m)}$$

c.3) Cálculo de la socavación total en el estribo derecho ( $S_T$ ).

- Cálculo de la socavación total en el estribo derecho ( $S_{TED}$ ).

Finalmente, la socavación total será calculada según la expresión K-i:

$$S_{TED} = S_{GED} + S_{LED} \dots\dots\dots (K-i)$$

Reemplazando valores en la expresión K-i, se obtiene:

$$S_{TED} = 0.45 + 0.15 = 0.60 \text{ m} \rightarrow S_T \cong 0.60 \text{ m}$$

$$S_{TED} = 3, 208. 68 \text{ msnm (0. 60 m)}$$

d) Cálculo de la socavación total en el estribo izquierdo ( $S_T$ ).

d.1) Cálculo de la socavación general o normal en el en el estribo izquierdo ( $S_G$ ).

Para calcular la socavación normal o general y expuesto los métodos según el manual de hidráulica, hidrología y drenaje del M.T.C., utilizaremos el método Lischtván – Levediev (Método de estratos de suelos cohesivos – no cohesivos), ya que es el más usado en nuestro país debido a las características de nuestros ríos y que cumple con los parámetros que solicita su uso para el análisis de socavación general o normal en la sección del puente La Breña.

A continuación, calcularemos la socavación por Estratos, usando la referencia del perfil estratigráfico mostrado la figura 66.

- Tercer estrato: [3,210.10 – 3,208.20 msnm (-2.30 - -4.20m)]

- Cálculo del tirante total hasta la socavación ( $H_{GEI}$ )

En este estrato encontramos un suelo no cohesivo granular.

Usamos la expresión L-i:

$$H_{GEI} = \left( \frac{\alpha H_{EI}^{\frac{5}{2}}}{0.68 \beta \mu \phi d_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{(1+z)}} \dots \dots \dots (L-i)$$

Donde:

HEI	3,312.36 (4.15m)	msnm	Tomaremos el calado del Estribo Izquierdo correspondiente a la sección del puente La Breña determinado en la figura 71.
$\alpha$	1.86	m	Se toma el mismo coeficiente socavación correspondiente al cauce del río.
$\beta$	1.08	s/d	Se toma el mismo coeficiente de frecuencia de la creciente correspondiente al cauce del río.
$\mu$	0.96	s/d	Se toma el mismo coeficiente de Contracción correspondiente al cauce del río.
$\phi$	1.23	s/d	Se toma el mismo coeficiente de Corrección de la densidad del agua durante la crecida.
$\gamma_{m1}$ dm	1.826 4.75	Ton/m3 mm	Según el “Estudio de Suelos” tenemos es peso específico y diámetro medio del grano del primer estrato.
$\gamma_{m2}$ dm	1.803 9.50	Ton/m3 mm	Según el “Estudio de Suelos” tenemos es peso específico y diámetro medio del grano del segundo estrato.
$\gamma_{m3}$ dm	1.862 19.00	Ton/m3 mm	Según el “Estudio de Suelos” tenemos es peso específico y diámetro medio del grano del tercer estrato.
$\gamma_{m4}$ dm	1.862 25.00	Ton/m3 mm	Según el “Estudio de Suelos” tenemos es peso específico y diámetro medio del grano del cuarto estrato.
z1	0.443	s/d	Utilizaremos la expresión H-vii, para calcular el exponente variable que depende del diámetro de partículas del material granular, en suelos no homogéneos y granulares.
z2	0.442	s/d	
z3	0.439	s/d	

z4	0.438	s/d	$z = 0.394557 - 0.04136 \log(d_m) - 0.0089 \log^2(d_m)$
----	-------	-----	---

Reemplazando valores en la expresión L-i, se obtiene:

$$H_{GEI} = \left( \frac{1.86 * 4.15^{\frac{5}{3}}}{0.68(1.08)(0.96)(1.23)(19.00)^{0.28}} \right)^{\frac{1}{(1+0.439)}}$$

<b><math>H_{GEI} = 3,207.38 \text{ msnm (4.98 m)}</math></b>
--

- Cuarto estrato: [3,208.20 – 3,204.00 msnm (-4.20 - -8.40m)]

- Cálculo del tirante total hasta la socavación ( $H_{GEI}$ )

En este estrato encontramos un suelo no cohesivo granular.

Usamos la expresión L-i:

Reemplazando valores en la expresión L-i, se obtiene:

$$H_{GEI} = \left( \frac{1.86 * 4.15^{\frac{5}{3}}}{0.68(1.08)(0.96)(1.23)(25.00)^{0.28}} \right)^{\frac{1}{(1+0.416)}}$$

<b><math>H_{GEI} = 3,207.63 \text{ msnm (4.73 m)}</math></b>
--

- Cálculo del tirante de socavación ( $S_{GED}$ )

El tirante de socavación total se encuentra en este estrato, por lo tanto, el tirante de socavación será calculado a través de la expresión L-ii:

$S_{GED} = H_{GEI} - H_{EI} \dots \dots \dots (L-ii)$
---

Reemplazando valores en la expresión L-ii, se obtiene:

$$S_{GEI} = 4.73 - 4.15 \rightarrow S_{GEI} = 0.58 \text{ m}$$

$$S_{GEI} = 3,207.63 \text{ msnm (0.58 m)}$$

d.2) Cálculo de la socavación local en el estribo izquierdo ( $S_L$ ).

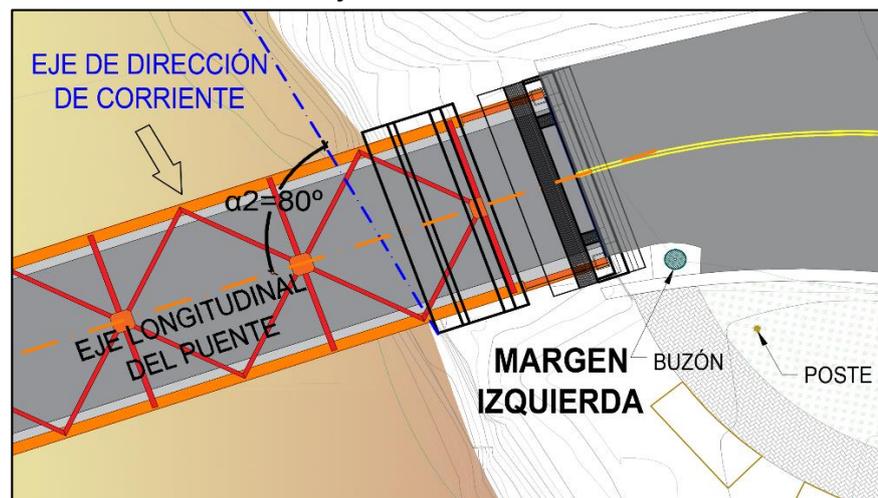
De los métodos expuestos en el manual de hidráulica, hidrología y drenaje del M.TC. para el cálculo de la socavación local en los estribos, se prosigue a estimar la socavación local con el Método de Artamanov, debido a que cumple con los parámetros que solicita el cálculo.

- Cálculo de la socavación local del estribo derecho ( $S_{LED}$ ).

- Cálculo del coeficiente correctivo ( $P_a$ ).

Coeficiente que depende del ángulo que forma la corriente con el eje longitudinal del puente, dando como resultado  $\alpha_2=80^\circ$ , lo cual es verificado extrayendo la figura 70.

Figura 70: Ángulo que forma el eje longitudinal del puente con el eje de corriente  $\alpha_2=80^\circ$ .



Fuente: Propia.

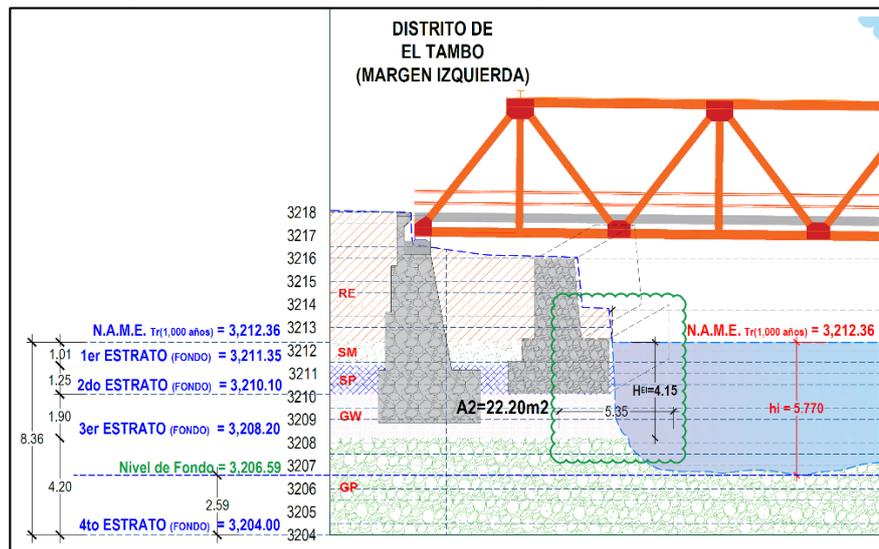
Este ángulo fue interpolado de la tabla 19, de donde se obtiene:

$$P_a = 0.9767$$

- Cálculo del coeficiente correctivo (Pq).

Para calcular el caudal de agua ocupado por el estribo izquierdo si este no existiera necesitamos calcular el área de la sección del estribo derecho que obstruye el libre paso del flujo (A2) representado en la figura 71.

Figura 71: Área de 22.20m<sup>2</sup> que corresponde al estribo de protección izquierdo que ocupa en el cauce.



Fuente: Propia.

- Cálculo del área de la sección del estribo (A<sub>1</sub>).

Usando AutoCAD se tiene:

$$A_1 = 22.20 \text{ m}^2$$

- Cálculo del caudal (Q<sub>1</sub>).

Para calcular el caudal multiplicaremos el área obtenida por la velocidad promedio del flujo correspondiente al tirante del N.A.M.E.

$$Q_1 = A_1 * \overline{V}_{NAME} \dots \dots \dots (M-i)$$

Donde:

$\bar{V}_{NAME}$	4.90	m/s	Velocidad del flujo correspondiente al N.A.M.E., ver tabla 16.
------------------	------	-----	--

Reemplazando valores en la expresión M-i, se obtiene:

$$Q_1 = 22.20 * 4.90 = 108.780 \frac{m}{s} \rightarrow Q_1 = 108.780 \frac{m}{s}$$

$$Q_1 = 108.780 \frac{m}{s}$$

- Cálculo de la relación (Q1/QNAME).

Donde:

QNAME	852.781	m3/s	Caudal promedio del flujo correspondiente al N.A.M.E., ver tabla 16.
-------	---------	------	--

$$\frac{Q_1}{Q_{NAME}} = \frac{108.780}{852.781} = 0.1276 \rightarrow \frac{Q_1}{Q_{NAME}} = 0.1276$$

$$\frac{Q_1}{Q_{NAME}} = 0.1276$$

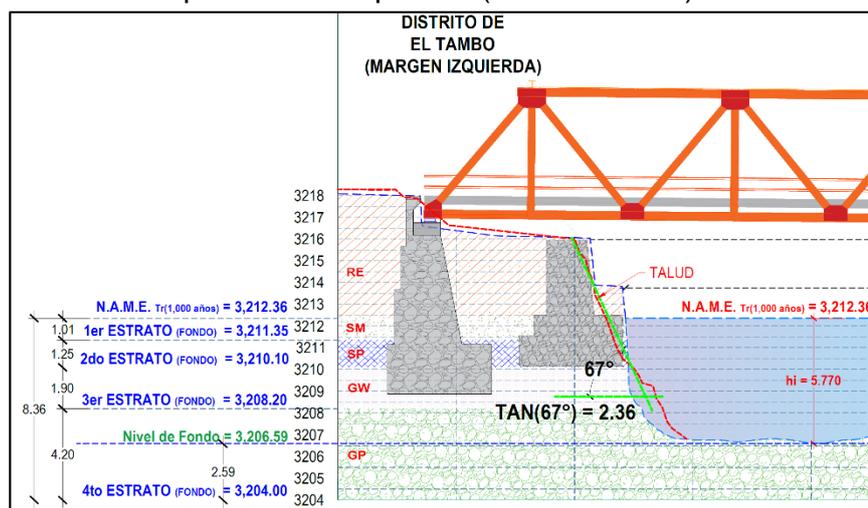
Esta relación fue interpolada con datos de la tabla 20, de donde se obtiene:

$$P_q = 2.1794$$

- Cálculo del coeficiente correctivo (PR).

El coeficiente correctivo PR, se encuentra en función del ángulo tangente que forma el talud, ver figura 72.

Figura 72: Ángulo que forma el talud en el estribo de protección izquierdo (Talud R=2.36).



Fuente: Propia.

Este valor del coeficiente correctivo fue interpolado con datos de la tabla 21, de donde se obtiene:

$$P_R = 0.570$$

- Cálculo del tirante total hasta la socavación ( $S_{ED}$ ).

Donde:

HEI	4.15	m	Tirante del estribo derecho con respecto al N.A.M.E., ver figura 71.
-----	------	---	--

Usamos la expresión M-ii:

$$S_{ED} = P_a P_q P_R H_{EI} \dots \dots \dots (M-ii)$$

Reemplazando valores en la expresión M-ii, se tendrá:

$$S_{EI} = 0.9767 * 2.1794 * 0.570 * 4.15 \rightarrow S_{EI} = 5.04 \text{ m}$$

$$S_{EI} = 3,207.32 \text{ msnm (5.04 m)}$$

- Cálculo del tirante de socavación ( $S_{LEI}$ ).

Usamos la expresión M-iii:

$$S_{LEI} = S_{EI} - H_{EI} \dots\dots\dots (M-iii)$$

Reemplazando valores en la expresión M-iii, se obtiene:

$$S_{LEI} = 5.04 - 4.15 \rightarrow S_{LEI} = 0.89 \text{ m}$$

$$S_{LEI} = 3,207.32 \text{ msnm (0.89 m)}$$

d.3) Cálculo de la socavación total en el estribo derecho ( $S_T$ ).

- Cálculo de la socavación total en el estribo izquierdo ( $S_{TEI}$ ).

Finalmente, la socavación total será calculada según la expresión N-i.

$$S_{TEI} = S_{GEI} + S_{LEI} \dots\dots\dots (N-i)$$

Reemplazando valores en la expresión N-i, se obtiene:

$$S_{TED} = 0.58 + 0.89 = 1.47 \text{ m} \rightarrow S_T \cong 1.47 \text{ m}$$

$$S_{TEI} = 3,206.73 \text{ msnm (1.47 m)}$$

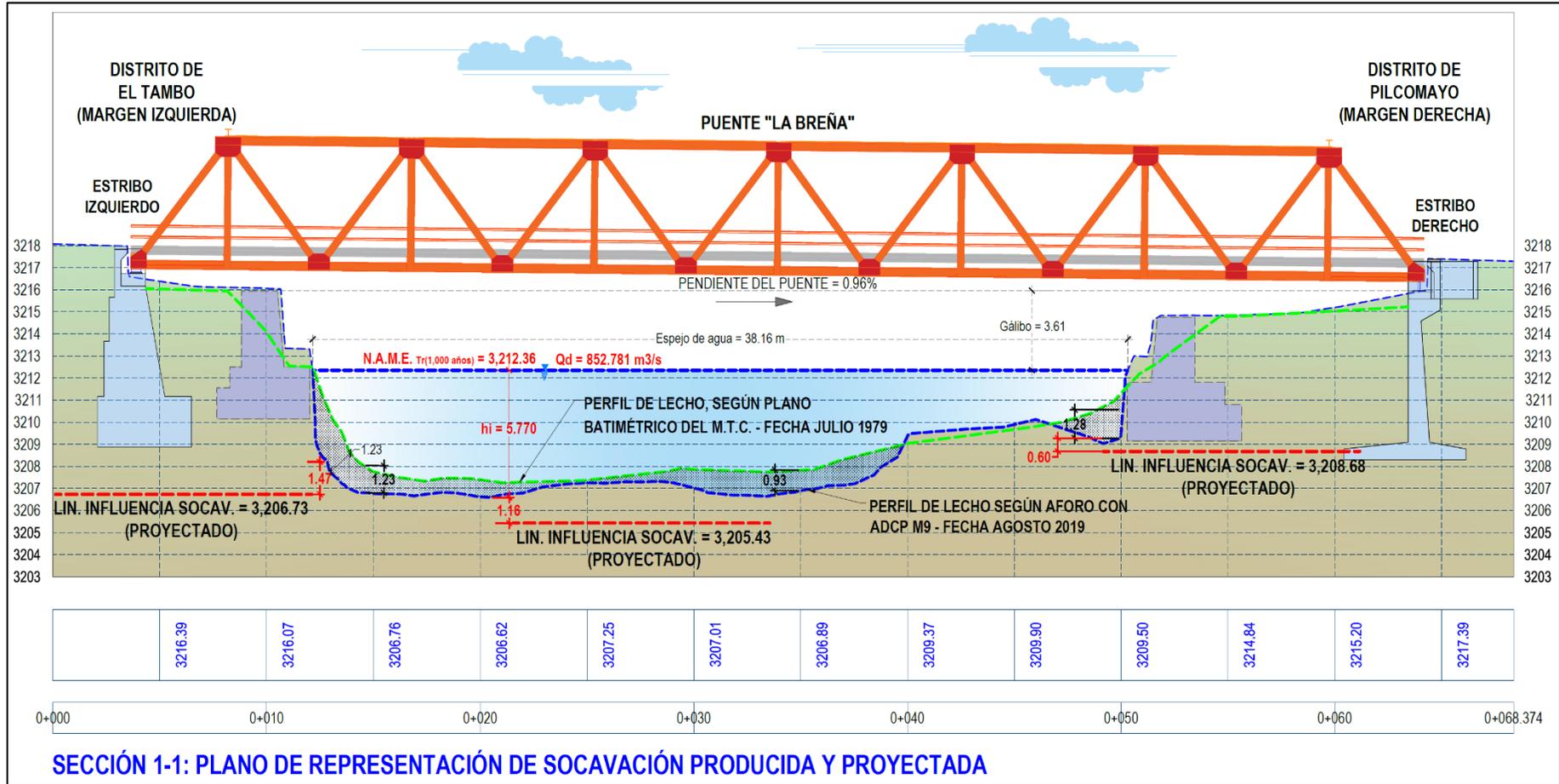
Tabla 22: Resumen socavación proyectada mediante los métodos de Lischtvan-Levediev (Socavación General) y Artamonov (Socavación Local).

SOCAVACIÓN PROYECTADA				
SOCAVACIÓN	SIGLA	ESTRIBO IZQUIERDO	CAUCE DEL RÍO	ESTRIBO DERECHO
		(m)	(m)	(m)
Socavación General	SG	3,207.62 msnm	3,205.43 msnm	3,208.83 msnm
		0.58 m	1.16 m	0.45 m
Socavación Local	SL	0.89 m	No presenta.	0.15 m
<b>Socavación Total Línea de Influencia de Socavación</b>	<b>ST</b>	<b>3,206.73</b>	<b>3,205.43</b>	<b>3,208.68</b>
		<b>1.47 m</b>	<b>1.16 m</b>	<b>0.60 m</b>

Fuente: Propia.

#### 4.9. Resumen de resultados de socavación producida y proyectada

Figura 73: Representación de socavación producida y proyectada en el Puente la Breña (Ver anexo K).



Fuente: Propia.

## CAPÍTULO IV

### DISCUSIÓN RESULTADOS

Termina la investigación en contraste con los antecedentes nacionales e internacionales, normas y cálculos por lo que se precisa lo siguiente:

#### **Discusiones específicas**

A partir del análisis de socavación de manera numérica (Obtención de alturas de socavación) que se proyecta probabilísticamente para un periodo de retorno de 1,000 años en los estribos del puente La Breña fue realizado de forma manual sin el uso de programas de modelamiento, cuyo motivo fue que se describa el procedimiento de manera ordenada para su entendimiento el cual es distinto al desarrollado por modelación numérica con la formulación de la tesis que sostiene Basaldúa (2018), en su investigación titulada: *Estimación de la socavación mediante modelación numérica, para control de estabilidad de los Pilares del puente Huancas en Huancayo – 2017*, donde desarrolla la modelación numérica con el apoyo del programa HEC-RAS y cuya obtención de los parámetros hidráulicos utilizados indica que tuvo limitación técnica al no medir el caudal con el correntómetro y los planos de los estribos del puente Huancas originando que sus resultados no sean confiables.

A partir del cálculo de socavación total que llega a ser la sumatoria de la socavación general o normal y socavación local realizada en los estribos del puente La Breña, se obtuvo como resultado que socavará una altura de 0.60m. en el estribo derecho y 1.47m. en el estribo izquierdo, para un periodo de retorno probabilístico de 1,000 años debido a que el puente es de gran envergadura, se encuentra en una ruta nacional, cruza un río de alta demanda hidráulica, se presentó en 31 de enero de 2019 un caudal extraordinario de un periodo de retorno de 420 años y da indicios que se encuentra cercana la posibilidad de que ocurra el periodo probabilístico de retorno de 1,000 años, lo cual no se ve reflejado en la tesis que sostiene Basaldúa (2018), en su investigación titulada: *Estimación de la socavación mediante modelación numérica, para control de estabilidad de los Pilares del puente Huancas en Huancayo – 2017*, donde desarrolla la socavación total para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años y no justifica por que utiliza el método estadístico Gumbel donde de manera simplemente describe que es el mayor.

### **Discusión general**

A partir de la obtención de parámetros hidráulicos para el análisis de socavación que se presentó y que se presentará en los estribos del puente La Breña, esta es en función a la medición del caudal y obtención de parámetros hidráulicos del río Mantaro con tecnología Doppler como el perímetro mojado, el área hidráulica, tirante hidráulico, velocidad promedio y otros parámetros que se obtienen de manera independiente al uso de la tecnología Doppler como la pendiente hidráulica, peso específico del fluido; y de parámetros intervinientes como la topografía, el tipo de granulometría del suelo, el estudio geológico y el estudio hidrológico, entrando en desacuerdo con la conclusión de la formulación de la tesis que sostiene Matías (2016), en su investigación titulada: *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*, donde indica que tomó los parámetros hidráulicos que el HEC-RAS proporcionó, lo cual se pone en desacuerdo ya que un programa no te brinda parámetros hidráulicos comprendiéndose que hay discrepancia en su conclusión.

## CONCLUSIONES

1. Los niveles de socavación producida en los estribos del puente La Breña desde el año 1979 al 2019 son de una altura de 1.28m en el estribo derecho y 1.23m en el estribo izquierdo; y la socavación proyectada que se estima es de una altura de 0.60m en el estribo derecho y 1.47m en el estribo izquierdo, siendo el estribo izquierdo crítico con una posible falla de volteo por quedarse socavada su base de apoyo, ya que está por encima de la línea de influencia de socavación.
2. La sección transversal describe que la longitud del puente entre apoyo fijo a apoyo móvil es de 60.05m., ancho total del puente de 8.97m., gálibo fluvial de 3.61m., ancho efectivo del cauce de 38.16m. y ángulo que forma la entrada de línea de corriente con respecto al eje longitudinal del puente en el estribo izquierdo de 80°.
3. Se identificó cuatro estratos todos conformados por un suelo no cohesivo o granular, siendo el 1er estrato Arena limosa con grava (SM) y diámetro promedio de grano 4.75mm., 2do estrato Arena pobremente graduada (SP) y diámetro promedio de grano 9.50mm., 3er estrato Grava bien graduada con arena (GW) y diámetro promedio de grano 19.00mm. y 4to estrato Grava mal graduada (GP) y diámetro promedio de grano 25.00mm.
4. Se evaluó y calculó el caudal máximo extraordinario que es reflejado por el periodo de retorno probabilístico de 1,000 años y está representado su Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias con la cota de 3,212.36 m.s.n.m., con un caudal de 852.781 m<sup>3</sup>/s, con un tirante hidráulico de 5.77m área hidráulica de 174.03m<sup>2</sup> y una velocidad promedio de 4.90m/s, obtenido por el método estadístico Gumbel (Gráfico) debido a que se contrasta con huellas hidráulicas en la sección del puente La Breña.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el Perfilador de corriente acústica Doppler (ADCP) para la medición de caudales de ríos (obtención de parámetros hidráulicos), para analizar y evaluar la socavación que se produjo y producirá.
2. El Perfilador de corriente acústica Doppler (ADCP) por su tecnología otorga precisión, efectividad en tiempo de medición, fácil operatividad y seguridad en comparación a métodos de medición como el correntómetro, caudalímetros, volumen/tiempo, etc.
3. En la actualidad para la obtención del Perfilador de corriente acústica Doppler (ADCP), se puede solicitar su uso en las direcciones zonales del S.E.N.A.M.H.I. o el A.N.A. mediante un Convenio Institucional y en consultorías, teniendo un costo por día de U\$\$. 984 que incluye operador, ADCP, procesamiento de la información y transporte, ver Anexo L.
4. El uso del Perfilador de corriente acústica Doppler (ADCP), debe ser utilizado en proyectos de obras hidráulicas de pre inversión (Fichas técnicas) y de inversión (Expediente técnicos).
5. La línea de influencia de socavación establece el nivel de cota de fundación del cimiento de la subestructura de un puente u obra hidráulica.
6. Implementar en el Capítulo IV Hidráulica y Drenaje, numeral 4.1.1.5.2 Consideración para el diseño de puentes y obras hidráulicas e inciso a.1) Topografía-Batimetría del cauce y zonas adyacentes del Manual de Hidráulica Hidrología y Drenaje del Ministerio de Transportes, el uso técnico-tecnológico del Perfilador de corriente acústica Doppler (ADCP).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Barbosa (2015), *Metodología para calcular la profundidad de socavación general en ríos de montaña (lecho de gravas)*, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
2. Basaldúa (2018), *Estimación de la socavación mediante modelación numérica, para control de estabilidad de los Pilares del puente Huancas en Huancayo - 2017*, Universidad Peruana Los Andes, Perú.
3. Braja (2013) *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Cuarta Edición.
4. Crespo (1980) *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Quinta Edición.
5. Díaz (2018), *Estudio de transporte de sedimentos en la cuenca del Río Ronquillo*, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
6. Elbio (3016), *Socavación producida por el río Huallaga al puente colpa en la provincia de Huánuco, utilizando métodos de Artamonov, Straub y Maza, en el HEC-RAS*, Universidad de Piura, Perú.
7. García (2016), *Mediciones de Caudal con Perfiladores de Corriente Acústicos Doppler desde Plataformas Móviles*, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
8. Guerrero (2015), *Cuantificación de la alteración hidrológica en la Cuenca Amazónica para el período 1974 -2012*, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
9. *Manual de Carreteras Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2008)*. Ministerio de transporte y comunicaciones – Perú.

10. *Manual de Puentes (2016)*. Ministerio de transporte y comunicaciones – Perú.
11. Muñiz (2017), *Estudio de socavación de la subestructura de puente y análisis de estabilidad – caso puente Nicolás Dueñas de la ciudad de Lima en el 2017*, Universidad César Vallejo, Perú.
12. Palacios (2017), *Aplicación de un sistema perfilador acústico Doppler (ADCP) para la obtención de perfiles hidrológicos y de caudal de ríos en el Distrito Metropolitano de Quito*, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
13. Sandoval (2005), *Contribuciones a la caracterización experimental del transporte de sedimentos de fondo y en suspensión en el río Ctalamochita utilizando un perfilador de corriente acústico Doppler (ADCP)*, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
14. Terzaghi (1976) *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Segunda Edición.
15. Tomás (2016), *Fundamentación teórica y experimental del cálculo de socavación en Puentes*, Universidad Piloto de Colombia, Colombia.
16. Vásquez (2018), *Estudio comparativo del transporte de sedimentos en fondo en las inmediaciones del Puente Motupe*, Universidad Señor de Sipán, Perú.
17. Villalobos (2017), *Diseño hidrológico, hidráulico y subestructura del puente Casablanca*, Universidad Mayor de San Marcos, Perú.

## **ANEXOS**

## **ANEXO A**

### **MATRIZ DE CONSISTENCIA**



## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	ANTECEDENTES	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Antecedentes Internacionales:	Variable Independiente:	Método de Investigación:
¿Cuáles son los resultados de medir el caudal con el perfilador de corriente acústica Doppler para el análisis de socavación de forma numérica en estribos del puente La Breña, en los distritos de El Tambo y Pilcomayo, en el año 2019?	Evaluar los resultados de la medición del caudal con el perfilador de corriente acústica Doppler para el análisis de socavación de forma numérica en estribos del puente la breña.	Los resultados de la medición del caudal con el perfilador de corriente acústica Doppler sirven para analizar de forma numérica los niveles de socavación en los estribos del puente La Breña.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Barbosa (2015), Metodología para calcular la profundidad de socavación general en ríos de montaña (lecho de gravas), Universidad Nacional de Colombia, Colombia.</li> <li>- García (2016), Mediciones de Caudal con Perfiladores de Corriente Acústicos Doppler desde Plataformas Móviles, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.</li> </ul>	<p><b>Caudal:</b></p> <p>Cantidad de agua que pasa por un punto específico en un sistema hidráulico en un momento o periodo dado. (Manual de Hidrología y Drenaje, 2016, p. 218).</p>	<p>Científico</p> <hr/> <p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>Aplicada, buscó emplear conocimientos generados por la investigación básica para dotar con la solución del problema de la socavación de los estribos del puente La Breña.</p> <hr/> <p><b>Nivel de Investigación:</b></p> <p>Descriptivo - Explicativo, puesto que además de describir las características de las variables de estudio, se buscó las causas y efectos de las mismas para su mejor entendimiento y el posterior planteamiento de propuestas de solución ante de los procesos erosivos (Nivel de socavación) que sufren los estribos del puente.</p>
<b>Problema Específicos:</b>	<b>Objetivo Específicos:</b>	<b>Hipótesis Específicas:</b>	- Tomás (2016), Fundamentación teórica y experimental del cálculo de socavación en Puentes, Universidad Piloto de Colombia, Colombia.	<b>Variable Dependiente:</b>	<b>Diseño de Investigación:</b>
a) ¿Cuál es el resultado geométrico y gráfico del levantamiento topográfico para el análisis de socavación en estribos del puente?	a) Determinar el resultado geométrico y gráfico del levantamiento topográfico para el análisis de socavación en estribos del puente.	a) El resultado geométrico y gráfico del levantamiento topográfico sirve para determinar la sección transversal en el análisis de socavación en estribos del puente.		El nivel de socavación es un fenómeno hidrodinámico que es la causa más frecuente de falla que afecta las cimentaciones de los puentes. Dicho fenómeno es una combinación de distintos procesos, unos que se producen a largo plazo y otros transitorios por el paso de avenidas. (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2016, p. 99).	Cuasi experimental, debido a que busca probar la existencia de una relación causal manipulando una variable independiente, para observar su efecto en una o más variables.

<p>b) ¿Cómo son los resultados del estudio de la mecánica de suelos para el análisis de socavación en estribos del puente?</p> <p>c) ¿Cuál es el resultado de medir el caudal con el perfilador de corriente acústica Doppler para analizar y calcular el caudal máximo extraordinario en el puente?</p>	<p>b) Analizar los resultados del estudio de la mecánica de suelos para el análisis de socavación en estribos del puente.</p> <p>c) Medir el caudal con perfilador de corriente acústica Doppler para analizar y calcular el caudal máximo extraordinario en el puente.</p>	<p>b) Los resultados del estudio de la mecánica de suelos sirve para evaluar el perfil estratigráfico el análisis de socavación en estribos del puente.</p> <p>c) La medición del caudal con perfilador de corriente acústica Doppler sirve para realizar las proyecciones del caudal máximo extraordinario en el puente.</p>	<p><b>Antecedentes Nacionales:</b></p> <p>- Basaldúa (2018), Estimación de la socavación mediante modelación numérica, para control de estabilidad de los Pilares del puente Huancas en Huancayo - 2017, Universidad Peruana Los Andes, Perú.</p> <p>- Muñiz (2017), Estudio de socavación de la subestructura de puente y análisis de estabilidad – caso puente Nicolás Dueñas de la ciudad de Lima en el 2017, Universidad César Vallejo, Perú.</p> <p>- Vásquez (2018), Estudio comparativo del transporte de sedimentos en fondo en las inmediaciones del Puente Motupe, Universidad Señor de Sipán, Perú.</p>	<p><b>Población:</b></p> <p>Los puentes del valle del Mantaro que cruzan el río Mantaro: puente Matachico, puente colgante San Miguel, puente Stuart, puente Las Balsas, puente Orcotuna, puente La Breña, puente Loxs Ángeles, puente sobre el río Mantaro (Puente Comuneros) y puente Chupuro.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>El tipo de muestreo es el no probabilístico, intencional o dirigida por lo se tomó de acuerdo al interés del investigador y la muestra fue el puente La Breña, debido a la importancia de su ubicación, frecuencia de uso y que cuenta con similares condiciones del puente Chupuro que está siendo reemplazado producto del fenómeno de la socavación.</p>
--	---	---	--	--

**Bach: Salas Palomino, Leo Raymond.**

## **ANEXO B**

### **LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**



TESIS: MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICO DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA



PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO - PUENTE LA BREÑA RUTA PE-24

COORDENADAS: Universal Transverse Mercator - UTM  
 DATUM REFERENCIA: World Geodetic System 1984 - WGS84  
 ZONA: 18S

PUNTO (P)	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (Z)	DESCRIPCIÓN (D)
1	473870.00	8667699.00	3220.00	E1
2	473877.80	8667696.43	3219.51	R1
3	473877.80	8667696.43	3219.51	R1
4	473848.23	8667758.46	3222.58	TN
5	473830.87	8667750.98	3209.26	TN
6	473842.53	8667757.63	3217.80	TN
7	473835.97	8667753.95	3211.80	TN
8	473845.22	8667750.93	3217.86	TN
9	473850.91	8667752.69	3222.41	TN
10	473835.01	8667746.41	3209.10	TN
11	473836.59	8667739.26	3209.20	TN
12	473854.00	8667744.84	3222.26	TN
13	473848.19	8667743.35	3217.98	TN
14	473843.72	8667740.14	3213.30	TN
15	473851.91	8667736.81	3218.55	TN
16	473838.45	8667733.24	3209.17	TN
17	473856.86	8667739.40	3221.91	TN
18	473845.39	8667732.19	3212.10	TN
19	473859.87	8667730.47	3221.48	TN
20	473847.89	8667732.48	3214.24	TN
21	473855.89	8667728.39	3218.65	TN
22	473851.24	8667726.86	3214.70	TN
23	473859.24	8667719.43	3218.01	TN
24	473863.15	8667721.47	3221.25	TN
25	473848.13	8667717.89	3209.01	TN
26	473862.29	8667714.42	3220.85	TN
27	473861.55	8667713.00	3217.38	TN
28	473862.71	8667719.58	3212.96	TN
29	473857.68	8667712.05	3214.62	TN
30	473863.76	8667705.92	3216.98	TN
31	473850.76	8667710.48	3209.00	TN
32	473867.35	8667707.60	3220.33	TN
33	473868.30	8667707.13	3220.40	TN
34	473852.46	8667707.46	3208.92	TN
35	473868.85	8667703.46	3220.19	TN
36	473862.06	8667706.62	3215.96	TN
37	473864.93	8667701.74	3216.62	TN
38	473867.95	8667698.86	3218.54	TN
39	473866.45	8667697.49	3218.88	TN
40	473870.96	8667697.25	3220.06	BM1
41	473870.60	8667693.60	3219.37	TN
42	473873.84	8667692.52	3220.04	LETRERO
43	473868.55	8667690.69	3216.76	TN
44	473871.17	8667691.51	3218.27	TN
45	473867.64	8667688.93	3215.06	TN
46	473873.70	8667690.55	3218.87	TN
47	473868.75	8667686.83	3215.45	TN
48	473878.11	8667693.09	3218.92	TN
49	473873.13	8667687.56	3216.89	TN
50	473881.46	8667694.00	3219.13	TN
51	473876.44	8667688.03	3216.79	TN
52	473876.18	8667688.84	3216.83	TN
53	473876.50	8667687.99	3217.98	PTE
54	473876.16	8667688.92	3217.97	PTE
55	473876.69	8667689.24	3217.95	CAP
56	473875.29	8667688.62	3217.93	CAP
57	473875.30	8667688.62	3216.76	TN
58	473876.64	8667689.59	3217.77	TN
59	473876.60	8667689.61	3217.95	CUN
60	473874.97	8667689.10	3217.69	CUN
61	473874.74	8667689.74	3217.66	CUN
62	473875.60	8667689.62	3217.77	CUN
63	473875.68	8667689.55	3217.77	TN
64	473874.70	8667689.66	3217.66	TN
65	473874.07	8667690.11	3218.53	TN
66	473875.52	8667690.41	3218.39	TN
67	473877.13	8667692.85	3219.05	TN
68	473877.68	8667691.02	3218.27	TN
69	473877.61	8667691.69	3218.83	TN
70	473878.12	8667690.13	3218.03	CAP
71	473880.33	8667693.56	3219.37	TN
72	473882.71	8667691.44	3218.24	TN
73	473882.92	8667690.91	3218.18	CAP
74	473881.48	8667692.81	3219.12	TN
75	473885.58	8667695.12	3218.59	TN
76	473887.61	8667691.97	3218.36	PISTA
77	473892.46	8667692.61	3218.59	PISTA
78	473893.19	8667685.79	3218.50	PISTA
79	473892.25	8667693.24	3218.50	PISTA
80	473892.41	8667679.58	3218.27	PISTA

PUNTO (P)	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (Z)	DESCRIPCIÓN (D)
81	473892.30	8667678.57	3218.13	EJEV
82	473892.32	8667678.19	3218.02	EJEV
83	473892.28	8667677.98	3218.32	EJEV
84	473892.30	8667677.43	3218.76	TN
85	473891.71	8667674.00	3218.85	TN
86	473891.59	8667670.48	3219.04	VER
87	473890.56	8667667.76	3219.02	VER
88	473896.57	8667667.16	3218.81	LP
89	473895.44	8667666.46	3219.57	PTL
90	473896.02	8667676.45	3218.64	PTL
91	473893.43	8667678.28	3218.10	VER
92	473893.48	8667678.37	3217.79	VER
93	473893.48	8667679.17	3217.89	BZ
94	473892.32	8667679.87	3218.01	BZ
95	473878.72	8667678.88	3216.52	TN
96	473879.24	8667679.02	3216.76	TN
97	473879.23	8667680.02	3217.95	PTE
98	473879.50	8667679.22	3217.30	TN
99	473873.90	8667676.39	3216.08	TN
100	473879.58	8667679.28	3217.92	PTE
101	473873.92	8667676.25	3216.36	TN
102	473873.86	8667677.07	3216.04	TN
103	473873.72	8667677.41	3216.39	TN
104	473906.02	8667690.27	3219.42	PSTA
105	473906.24	8667690.86	3219.12	CUN
106	473906.20	8667691.01	3219.39	SD
107	473906.75	8667692.80	3220.19	TN
108	473907.32	8667694.40	3220.57	VER
109	473908.43	8667697.06	3220.60	VER
110	473897.05	8667699.02	3219.58	TN
111	473896.32	8667696.24	3219.10	TN
112	473895.90	8667694.09	3218.61	TN
113	473875.97	8667678.34	3216.45	TN
114	473876.18	8667674.01	3217.94	TN
115	473877.51	8667673.74	3218.21	TN
116	473880.55	8667668.56	3217.94	TN
117	473881.61	8667667.21	3217.84	TN
118	473877.24	8667670.67	3216.85	TN
119	473880.63	8667664.74	3216.58	TN
120	473882.82	8667673.60	3218.28	VER
121	473877.14	8667739.05	3209.32	TN
122	473875.38	8667739.07	3209.75	TN
123	473873.87	8667737.92	3210.99	TN
124	473872.12	8667737.77	3211.54	TN
125	473778.04	8667739.41	3213.58	TN
126	473738.73	8667754.27	3213.94	LP
127	473727.35	8667771.20	3214.17	LP
128	473792.39	8667728.37	3209.32	TN
129	473789.87	8667727.94	3211.03	TN
130	473786.73	8667728.47	3212.25	TN
131	473784.83	8667728.11	3213.59	TN
132	473780.72	8667734.13	3212.33	TN
133	473776.81	8667736.02	3212.12	PTE
134	473772.89	8667737.90	3211.92	TN
135	473768.98	8667739.79	3211.71	TN
136	473765.07	8667741.67	3211.50	PTE
137	473761.16	8667743.55	3211.30	TN
138	473757.24	8667745.44	3211.09	TN
139	473753.33	8667747.32	3210.89	TN
140	473749.42	8667749.21	3210.68	PSTA
141	473745.50	8667751.09	3210.47	CUN
142	473741.59	8667752.98	3210.27	SD
143	473737.68	8667754.86	3210.06	TN
144	473733.76	8667756.75	3209.86	VER
145	473729.85	8667758.63	3209.65	VER
146	473725.94	8667760.51	3209.44	TN
147	473722.02	8667762.40	3209.24	TN
148	473718.11	8667764.28	3209.03	TN
149	473714.20	8667766.17	3208.83	TN
150	473710.28	8667768.05	3208.62	TN
151	473706.37	8667769.94	3208.41	TN
152	473702.46	8667771.82	3208.21	TN
153	473698.54	8667773.70	3208.00	TN
154	473694.63	8667775.59	3207.80	TN
155	473690.72	8667777.47	3207.59	TN
156	473686.80	8667779.36	3207.38	VER
157	473682.89	8667781.24	3207.18	TN
158	473678.98	8667783.13	3206.97	TN
159	473675.07	8667785.01	3206.77	TN
160	473671.15	8667786.89	3206.56	TN



TESIS: MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICO DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA



PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO - PUENTE LA BREÑA RUTA PE-24

COORDENADAS: Universal Transverse Mercator - UTM  
 DATUM REFERENCIA: World Geodetic System 1984 - WGS84  
 ZONA: 18S

PUNTO (P)	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (Z)	DESCRIPCIÓN (D)
161	473667.24	8667788.78	3206.36	TN
162	473663.33	8667790.66	3206.15	LP
163	473659.41	8667792.55	3205.94	LP
164	473655.50	8667794.43	3205.74	TN
165	473651.59	8667796.32	3205.53	TN
166	473647.67	8667798.20	3205.33	TN
167	473643.76	8667800.08	3205.12	TN
168	473639.85	8667801.97	3204.91	TN
169	473635.93	8667803.85	3204.71	PTE
170	473632.02	8667805.74	3204.50	TN
171	473628.11	8667807.62	3204.30	TN
172	473624.19	8667809.51	3204.09	PTE
173	473620.28	8667811.39	3203.88	TN
174	473616.37	8667813.27	3203.68	TN
175	473612.45	8667815.16	3203.47	TN
176	473608.54	8667817.04	3203.27	PSTA
177	473604.63	8667818.93	3203.06	CUN
178	473600.71	8667820.81	3202.85	SD
179	473596.80	8667822.70	3202.65	TN
180	473592.89	8667824.58	3202.44	VER
181	473588.97	8667826.47	3202.24	VER
182	473585.06	8667828.35	3202.03	TN
183	473581.15	8667830.23	3201.82	TN
184	473577.24	8667832.12	3201.62	TN
185	473573.32	8667834.00	3201.41	TN
186	473569.41	8667835.89	3201.21	TN
187	473565.50	8667837.77	3201.00	TN
188	473561.58	8667839.66	3200.80	TN
189	473557.67	8667841.54	3200.59	TN
190	473553.76	8667843.42	3200.38	TN
191	473549.84	8667845.31	3200.18	TN
192	473545.93	8667847.19	3199.97	VER
193	473542.02	8667849.08	3199.77	TN
193	473842.73	8667675.98	3209.01	TN
194	473842.61	8667674.99	3209.41	TN
195	473841.19	8667674.36	3209.45	TN
196	473839.72	8667673.09	3209.27	TN
197	473838.43	8667673.20	3209.58	TN
198	473843.22	8667671.85	3209.34	TN
199	473844.13	8667669.33	3209.96	TN
200	473846.84	8667670.29	3209.19	TN
201	473847.76	8667669.55	3209.23	TN
202	473847.54	8667667.36	3208.93	TN
203	473849.15	8667665.99	3208.98	TN
204	473849.02	8667664.90	3209.14	TN
205	473847.02	8667664.20	3209.12	TN
206	473846.46	8667662.31	3208.91	TN
207	473846.12	8667660.86	3209.01	TN
208	473842.80	8667664.45	3209.21	TN
209	473836.48	8667662.86	3209.96	TN
210	473837.17	8667676.52	3209.02	TN
211	473828.37	8667672.35	3214.67	TN
212	473836.06	8667673.28	3210.18	TN
213	473828.54	8667671.79	3214.67	TN
214	473836.95	8667671.48	3208.89	TN
215	473829.14	8667671.72	3214.51	TN
216	473842.75	8667675.99	3208.87	TN
217	473830.00	8667674.31	3214.46	TN
218	473840.99	8667673.75	3208.87	TN
219	473825.32	8667674.05	3212.26	TN
220	473838.72	8667670.21	3208.80	TN
221	473831.50	8667672.06	3212.33	TN
222	473840.88	8667666.67	3208.81	TN
223	473833.10	8667667.50	3212.12	TN
224	473843.98	8667668.39	3209.41	TN
225	473844.97	8667669.91	3208.85	TN
226	473831.34	8667671.74	3213.57	TN
227	473848.34	8667670.21	3208.87	TN
228	473846.66	8667669.26	3209.67	TN
229	473827.89	8667676.07	3211.59	TN
230	473850.09	8667667.26	3208.86	TN
231	473827.45	8667676.64	3211.59	TN
232	473850.06	8667667.25	3208.87	TN
233	473826.98	8667675.19	3212.16	TN
234	473846.39	8667661.54	3208.82	TN
235	473826.52	8667675.50	3212.15	TN
236	473841.75	8667661.10	3209.21	TN
237	473841.80	8667661.16	3209.20	TN
238	473828.01	8667680.07	3208.90	TN
239	473843.25	8667666.00	3208.86	TN
240	473827.70	8667680.39	3209.30	TN

PUNTO (P)	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (Z)	DESCRIPCIÓN (D)
241	473843.27	8667666.02	3208.85	TN
242	473827.36	8667680.14	3209.81	TN
243	473827.62	8667679.83	3209.43	TN
244	473840.58	8667670.50	3210.19	TN
245	473829.79	8667675.46	3209.86	TN
246	473830.19	8667674.50	3210.63	TN
247	473833.29	8667673.13	3209.03	TN
248	473837.14	8667675.80	3209.98	TN
249	473833.92	8667671.41	3209.02	TN
250	473834.16	8667669.99	3210.24	TN
251	473835.10	8667667.88	3210.31	TN
252	473829.60	8667671.25	3214.66	PLATAFORMA
253	473827.04	8667670.35	3214.78	PLATAFORMA
254	473824.83	8667669.53	3214.92	PLATAFORMA
255	473823.95	8667669.49	3215.07	PLATAFORMA
256	473815.49	8667654.12	3217.44	E2
257	473850.71	8667616.36	3211.80	E3
258	473858.36	8667622.87	3208.79	TN
259	473857.34	8667622.52	3209.30	TN
260	473852.38	8667621.96	3209.24	TN
261	473855.22	8667622.03	3209.42	TN
262	473852.31	8667621.70	3209.87	TN
263	473851.99	8667621.70	3209.89	TN
264	473851.83	8667621.62	3210.84	TN
265	473851.48	8667621.66	3210.84	TN
266	473856.84	8667627.52	3208.80	TN
267	473854.49	8667626.97	3209.49	TN
268	473852.00	8667626.51	3209.25	TN
269	473851.97	8667626.58	3209.89	TN
270	473851.64	8667626.66	3209.92	TN
271	473851.49	8667626.58	3210.85	TN
272	473850.98	8667626.73	3210.85	TN
273	473850.78	8667626.68	3211.78	TN
274	473849.88	8667626.61	3211.74	TN
275	473847.04	8667626.49	3211.83	TN
276	473843.92	8667626.57	3212.84	TN
277	473841.28	8667626.50	3214.08	TN
278	473834.02	8667624.86	3214.03	LP
279	473834.74	8667621.11	3213.95	LP
280	473842.11	8667619.17	3213.91	TN
281	473843.75	8667618.59	3212.82	TN
282	473847.18	8667617.50	3212.08	TN
283	473851.79	8667616.54	3211.75	TN
284	473852.08	8667616.37	3210.85	TN
285	473852.45	8667616.42	3210.84	TN
286	473859.39	8667617.02	3208.82	TN
287	473857.97	8667616.95	3209.34	TN
288	473852.50	8667616.55	3209.81	TN
289	473851.38	8667628.05	3209.86	TN
290	473851.38	8667628.02	3210.82	TN
291	473850.89	8667627.94	3210.82	TN
292	473850.69	8667628.09	3211.75	TN
293	473856.90	8667628.59	3208.72	TN
294	473855.87	8667628.20	3209.28	TN
295	473850.78	8667632.35	3209.83	TN
296	473851.89	8667628.03	3209.26	TN
297	473850.73	8667632.29	3210.80	TN
298	473850.29	8667632.32	3210.72	TN
299	473856.10	8667633.27	3208.79	TN
300	473850.02	8667632.29	3211.69	TN
301	473854.45	8667632.83	3209.38	TN
302	473851.25	8667632.42	3209.37	TN
303	473851.13	8667632.42	3209.80	TN
304	473849.74	8667637.97	3209.79	TN
305	473849.25	8667637.57	3210.75	TN
306	473849.05	8667637.58	3211.63	TN
307	473854.79	8667638.87	3208.80	TN
308	473853.26	8667638.56	3209.26	TN
309	473847.76	8667644.44	3210.84	TN
310	473850.09	8667638.16	3209.44	TN
311	473847.41	8667644.24	3210.78	TN
312	473850.06	8667638.13	3209.82	TN
313	473849.69	8667637.97	3210.76	TN
314	473847.16	8667644.11	3211.79	TN
315	473846.17	8667643.72	3211.71	TN
316	473853.28	8667646.03	3208.91	TN
317	473851.06	8667645.44	3209.16	TN
318	473849.76	8667645.09	3209.51	TN
319	473848.14	8667644.68	3209.53	TN
320	473842.84	8667643.80	3213.37	TN
321	473848.10	8667644.64	3209.85	TN



TESIS: MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICO DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA



PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO - PUENTE LA BREÑA RUTA PE-24

COORDENADAS: Universal Transverse Mercator - UTM  
DATUM REFERENCIAL: World Geodetic System 1984 - WGS84  
ZONA: 18S

PUNTO (P)	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (Z)	DESCRIPCIÓN (D)
322	473847.80	8667644.49	3209.89	TN
323	473839.50	8667642.13	3214.14	TN
324	473849.81	8667654.62	3208.82	TN
325	473847.60	8667653.79	3209.26	TN
326	473845.40	8667653.42	3209.48	TN
327	473869.57	8667685.31	3215.51	TN
328	473871.08	8667684.01	3215.75	TN
329	473871.77	8667679.15	3215.60	TN
330	473871.88	8667676.38	3215.52	TN
331	473872.90	8667674.79	3215.63	TN
332	473871.57	8667676.16	3212.60	TN
333	473869.52	8667678.14	3212.62	TN
334	473868.49	8667678.12	3209.62	TN
335	473868.62	8667677.17	3208.96	TN
336	473866.71	8667683.04	3209.14	TN
337	473867.00	8667684.06	3210.12	TN
338	473864.11	8667685.20	3209.06	TN
339	473863.02	8667686.47	3209.00	TN
340	473862.31	8667687.17	3209.01	TN
341	473861.22	8667687.82	3208.98	TN
342	473860.04	8667689.00	3208.92	TN
343	473859.12	8667690.84	3209.29	TN
344	473857.08	8667695.06	3209.15	TN
345	473853.50	8667705.56	3209.13	TN
346	473856.00	8667705.04	3210.07	TN
347	473859.78	8667696.10	3210.05	TN
348	473860.57	8667698.47	3210.82	ARBOL
349	473862.07	8667692.57	3210.43	TN
350	473863.23	8667693.23	3211.37	TN
351	473865.67	8667692.51	3213.59	TN
352	473867.50	8667693.85	3215.98	TN
353	473868.11	8667694.45	3216.78	TN
354	473866.73	8667696.42	3210.28	TN
355	473866.59	8667695.82	3209.75	TN
356	473864.60	8667696.63	3209.72	TN
357	473875.37	8667673.10	3217.26	TN
358	473875.03	8667672.32	3216.42	TN
359	473874.75	8667671.67	3215.71	TN
360	473874.28	8667670.60	3214.22	TN
361	473873.84	8667669.58	3212.67	TN
362	473873.61	8667669.05	3211.47	TN
363	473873.43	8667668.65	3210.78	TN
364	473873.06	8667667.79	3210.01	TN
365	473872.97	8667667.58	3209.32	TN
366	473872.91	8667667.44	3208.96	TN
367	473872.22	8667668.30	3208.92	TN
368	473872.50	8667668.98	3209.46	TN
369	473873.14	8667670.52	3210.76	TN
370	473873.17	8667670.59	3212.34	TN
371	473873.70	8667671.87	3213.73	TN
372	473873.84	8667672.20	3215.68	TN
373	473873.86	8667672.26	3216.00	TN
374	473874.48	8667673.75	3217.08	TN
375	473880.33	8667663.81	3216.53	TN
376	473878.92	8667661.55	3214.48	TN
377	473878.16	8667660.33	3210.92	TN
378	473878.00	8667660.07	3208.98	TN
379	473882.28	8667647.67	3216.77	LP
380	473881.77	8667665.60	3217.82	LP
381	473883.12	8667645.09	3214.13	TN
382	473880.76	8667643.00	3212.28	TN
383	473880.68	8667642.88	3210.97	TN
384	473880.58	8667642.89	3208.99	TN
385	473883.33	8667636.16	3208.98	TN
386	473883.81	8667636.45	3210.88	TN
387	473885.22	8667637.31	3214.26	TN
388	473886.54	8667638.11	3215.87	TN
389	473890.16	8667640.30	3218.01	TN
390	473888.52	8667629.20	3215.97	TN
391	473885.94	8667628.33	3210.77	TN
392	473885.29	8667628.28	3208.97	TN
393	473887.90	8667620.94	3208.88	TN
394	473889.06	8667621.08	3210.27	TN
395	473890.55	8667621.34	3214.70	TN
396	473894.19	8667618.56	3217.66	TN
397	473850.65	8667650.77	3209.66	TN
398	473830.21	8667641.63	3215.46	CASA TECHO
399	473846.88	8667721.72	3209.26	CASA TECHO
400	473854.42	8667704.00	3209.30	CASA TECHO
401	473857.03	8667705.23	3210.78	CASA TECHO
402	473863.04	8667698.31	3214.04	CASA TECHO

PUNTO (P)	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (Z)	DESCRIPCIÓN (D)
403	473865.58	8667697.33	3215.43	CASA TECHO
404	473871.05	8667680.84	3214.69	TN
405	473871.60	8667680.06	3215.61	TN
406	473871.02	8667685.10	3216.11	TN
407	473870.61	8667684.97	3214.49	TN
408	473850.12	8667618.65	3211.79	BM3
409	473849.04	8667656.39	3209.37	E4
410	473850.71	8667616.32	3211.79	TN
411	473853.16	8667643.11	3208.82	TN
412	473850.93	8667642.73	3209.20	TN
413	473850.86	8667642.74	3209.56	TN
414	473849.03	8667642.27	3209.52	TN
415	473848.93	8667642.25	3209.85	TN
416	473848.62	8667642.17	3209.90	TN
417	473848.55	8667642.14	3210.78	TN
418	473848.00	8667641.98	3210.74	TN
419	473847.86	8667642.02	3211.74	TN
420	473847.11	8667641.73	3211.71	TN
421	473841.68	8667652.83	3211.85	TN
422	473842.45	8667653.31	3211.84	TN
423	473842.55	8667653.32	3210.83	TN
424	473843.07	8667653.66	3210.82	TN
425	473843.07	8667653.73	3209.78	TN
426	473843.55	8667653.89	3209.83	TN
427	473843.56	8667653.92	3209.42	TN
428	473845.25	8667654.78	3209.51	TN
429	473845.33	8667654.79	3209.33	TN
430	473847.35	8667655.69	3209.33	TN
431	473837.07	8667660.88	3212.02	TN
432	473837.05	8667661.02	3211.13	TN
433	473837.33	8667661.35	3211.12	TN
434	473837.40	8667661.38	3210.20	TN
435	473837.62	8667661.45	3210.24	TN
436	473837.65	8667661.50	3209.56	TN
437	473839.13	8667662.66	3209.35	TN
438	473834.81	8667660.09	3213.87	CUN
439	473834.84	8667659.89	3213.85	CUN
440	473834.85	8667659.83	3213.47	CUN
441	473834.95	8667659.55	3213.47	CUN
442	473834.97	8667659.46	3213.84	CUN
443	473835.02	8667659.25	3213.85	CUN
444	473836.99	8667664.02	3209.25	TN
445	473839.16	8667665.09	3208.80	TN
446	473860.66	8667695.76	3210.55	CALICATA
447	473829.48	8667662.00	3214.67	CUN
448	473829.51	8667661.94	3213.67	CUN
449	473831.34	8667661.42	3214.00	CUN
450	473831.38	8667661.37	3213.59	CUN
451	473834.50	8667660.76	3214.19	TN
452	473833.15	8667662.52	3214.78	TN
453	473831.12	8667662.51	3214.78	TN
454	473821.82	8667660.05	3215.98	TN
455	473821.67	8667660.04	3217.41	TN
456	473822.06	8667659.24	3217.42	TN
457	473822.16	8667659.29	3216.01	TN
458	473822.85	8667659.55	3215.93	TN
459	473819.02	8667667.93	3217.41	TN
460	473819.06	8667667.97	3215.99	TN
461	473821.13	8667660.43	3217.37	TN
462	473818.81	8667668.79	3215.93	TN
463	473821.01	8667656.37	3217.18	CUN
464	473821.06	8667656.56	3217.18	CUN
465	473821.10	8667656.54	3216.60	CUN
466	473821.09	8667656.91	3216.61	CUN
467	473821.14	8667656.86	3217.05	CUN
468	473821.19	8667657.03	3217.07	CUN
469	473818.79	8667668.76	3217.40	CUN
470	473822.11	8667656.21	3216.99	CUN
471	473822.05	8667656.34	3217.01	CUN
472	473821.99	8667656.41	3216.39	CUN
473	473813.68	8667668.77	3217.37	LP
474	473821.89	8667656.75	3216.38	CUN
475	473821.76	8667657.01	3216.81	CUN
476	473822.47	8667658.29	3216.63	LP
477	473822.56	8667658.10	3216.63	LP
478	473822.55	8667658.05	3216.14	LP
479	473822.78	8667657.86	3216.15	LP
480	473822.84	8667657.85	3216.84	LP
481	473823.02	8667657.72	3216.82	LP
482	473820.54	8667657.70	3217.38	PT
483	473822.71	8667656.73	3216.64	TN



TESIS: MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICO DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA



PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO - PUENTE LA BREÑA RUTA PE-24

COORDENADAS: Universal Transverse Mercator - UTM  
 DATUM REFERENCIA: World Geodetic System 1984 - WGS84  
 ZONA: 18S

PUNTO (P)	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (Z)	DESCRIPCIÓN (D)
484	473824.27	8667653.59	3216.38	TN
485	473822.44	8667651.69	3216.35	TN
486	473821.91	8667651.62	3215.81	VER
487	473821.33	8667650.48	3215.95	LP
488	473816.13	8667649.48	3215.97	LP
489	473815.99	8667650.04	3215.95	VER
490	473815.67	8667650.83	3216.21	PTL
491	473816.61	8667651.32	3216.22	TN
492	473816.60	8667651.44	3216.64	TN
493	473819.12	8667651.97	3216.15	TN
494	473819.09	8667651.99	3216.64	TN
495	473817.65	8667655.13	3217.39	TN
496	473817.39	8667652.97	3217.06	TN
497	473814.35	8667651.93	3217.42	TN
498	473816.06	8667649.68	3217.48	LP
499	473813.28	8667656.00	3217.24	TN
500	473813.07	8667656.68	3217.27	PSTA
501	473800.58	8667652.39	3217.25	PSTA
502	473801.77	8667651.02	3217.46	TN
503	473803.16	8667647.67	3217.54	TN
504	473804.51	8667644.96	3217.58	ALI
505	473810.29	8667653.23	3217.43	LT
506	473803.59	8667650.63	3217.50	LT
507	473798.60	8667661.07	3217.33	PSTA
508	473798.26	8667661.89	3217.28	PSTA
509	473818.67	8667667.22	3217.29	PSTA
510	473798.26	8667662.18	3217.48	PSTA
511	473812.08	8667665.83	3217.25	PSTA
512	473807.54	8667664.27	3217.26	PSTA
513	473806.98	8667665.02	3217.37	PSTA
514	473801.90	8667664.72	3217.43	LP
515	473798.15	8667675.06	3217.44	LP
516	473808.13	8667678.66	3214.77	LP
517	473811.48	8667675.19	3214.67	LP
518	473881.17	8667680.56	3217.85	BZ
519	473880.91	8667676.83	3218.10	VER
520	473870.89	8667683.96	3214.49	TN
521	473880.69	8667677.35	3217.69	VERER
522	473853.10	8667616.60	3209.24	TN
523	473853.05	8667616.61	3209.87	TN
524	473813.75	8667668.72	3214.72	TN
525	473811.45	8667675.15	3217.32	LP
526	473808.11	8667678.61	3217.42	LP
527	473798.09	8667675.09	3214.79	TN
528	473801.86	8667664.67	3214.77	TN
529	473798.22	8667662.52	3214.77	TN
530	473852.91	8667760.09	3222.08	TN
531	473855.88	8667754.01	3221.91	TN

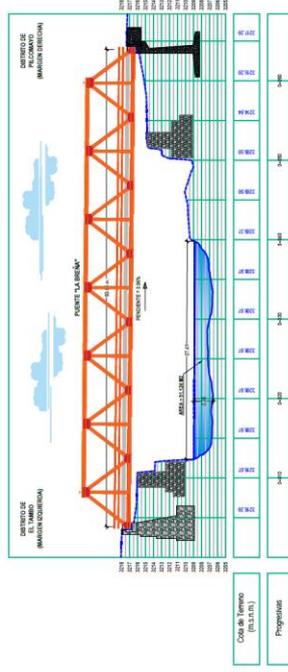


RESUMEN DE PUNTOS PRINCIPALES

COORDENADAS:	Universal Transverse Mercator - UTM
DATUM REFERENCIA:	World Geodetic System 1984 - WGS84
ZONA:	18S

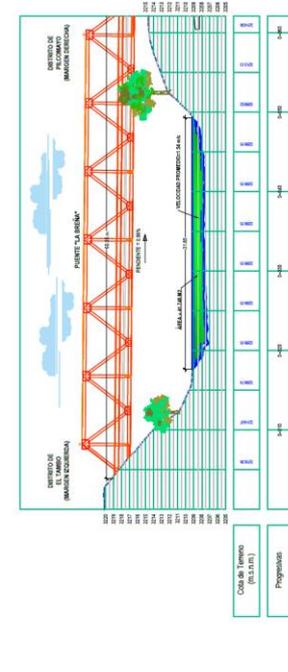
PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (Z)	DESCRIPCIÓN
1	473870.00	8667699.00	3220.00	E1
40	473870.96	8667697.25	3220.06	BM1
168	473832.03	8667672.78	3212.24	BM2
256	473815.49	8667654.12	3217.44	E2
257	473850.71	8667616.36	3211.80	E3
408	473850.12	8667618.65	3211.79	BM3
409	473849.04	8667656.39	3209.37	E4
446	473860.66	8667695.76	3214.25	CALICATA





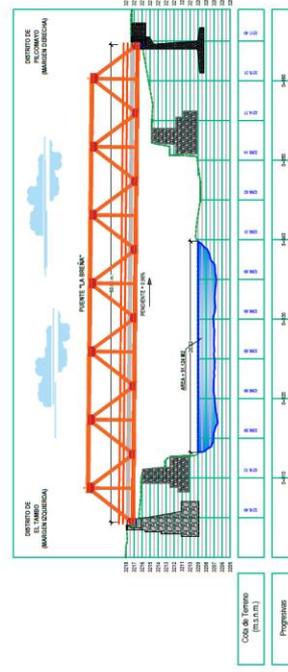
SECCIÓN 5-1: MEDICIÓN DE CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER  
ESC. 1:500

COD. de Tiempo (m.s.a.m.)	Progresivos
---------------------------	-------------



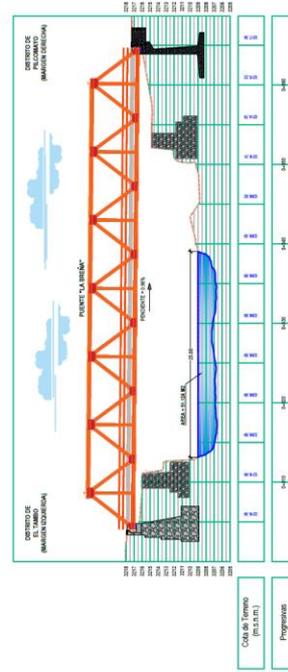
SECCIÓN 5-2: MEDICIÓN DE CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER  
ESC. 1:500

COD. de Tiempo (m.s.a.m.)	Progresivos
---------------------------	-------------



SECCIÓN 6-1: PUENTE LA BRENA  
ESC. 1:500

COD. de Tiempo (m.s.a.m.)	Progresivos
---------------------------	-------------

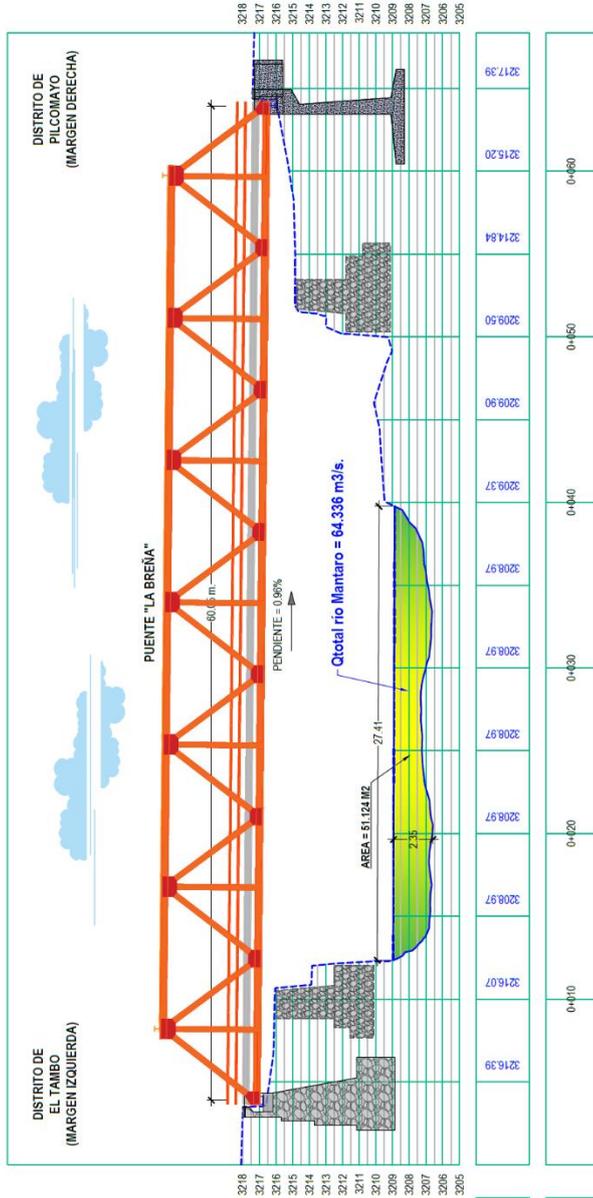


SECCIÓN 6-2: PUENTE LA BRENA  
ESC. 1:500

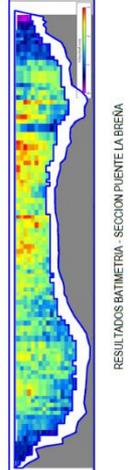
COD. de Tiempo (m.s.a.m.)	Progresivos
---------------------------	-------------

		AUTOR DE INVESTIGACIÓN: DR. VERA PERALTA, DEYBE EYVN AUTOR TÍTULO: ING. FABIAN BRANEZ, ALCIDES LUIS DIRECTOR: BACH. SALAS PALOMINO, LEO RAYMOND	TÍTULO: "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANALISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BRENA"	DEPARTAMENTO: JUNÍN	PAÍS: L.R.P.	FECHA: NOVIEMBRE - 2019	ESCALA: 1:500
				PROVINCIA: HUANCAYO	INSTITUCIÓN: EL TAMBÓ - PILCOMAYO		
<b>T-SG-01</b>							

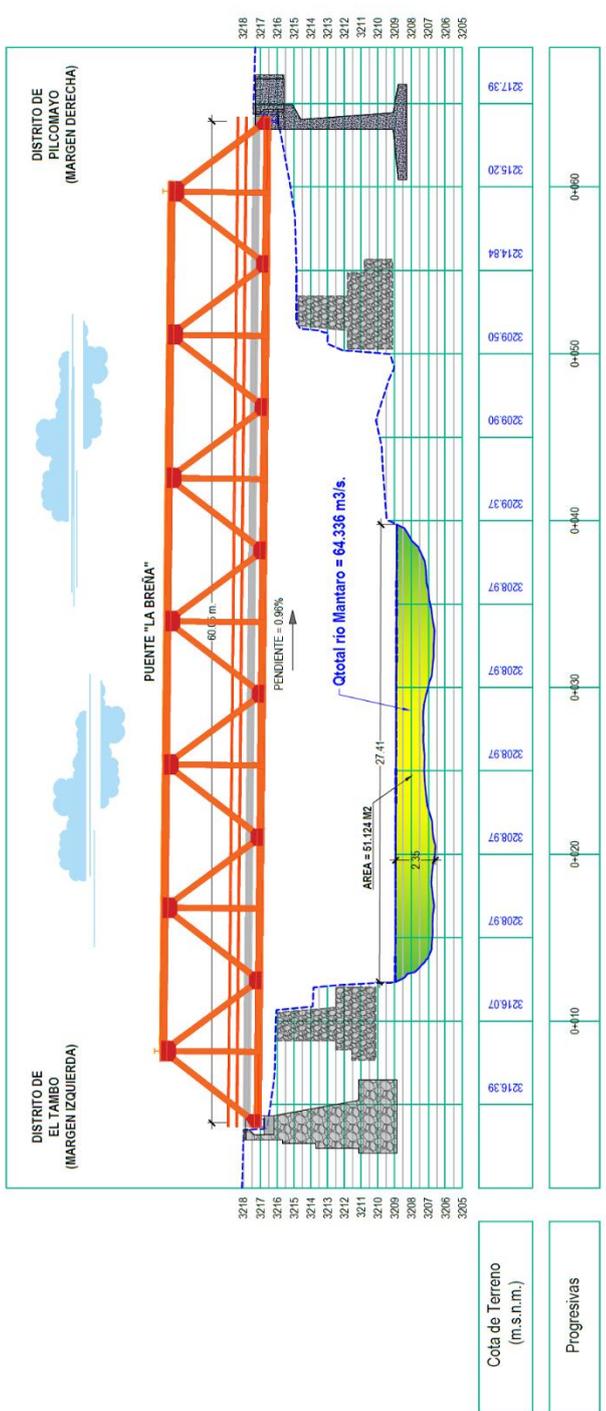




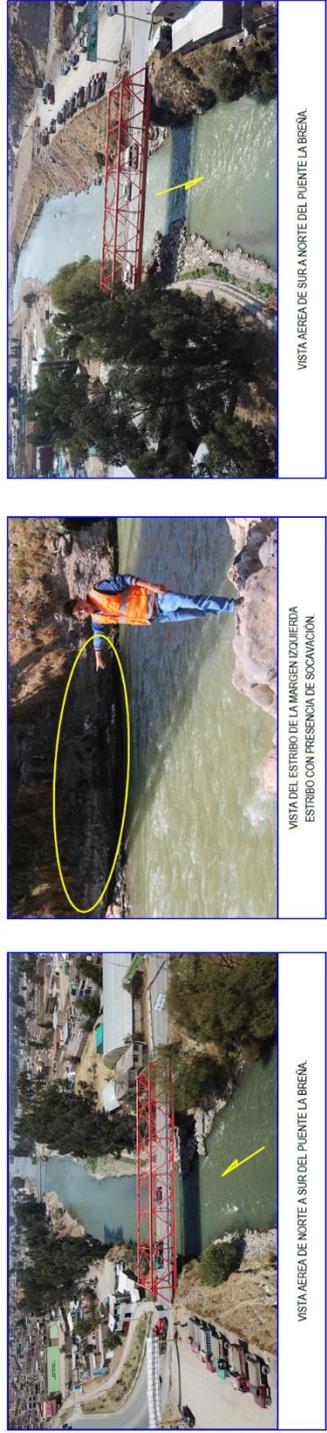
SECCIÓN 1-1: PUENTE LA BREÑA  
ESC: 1/250



 UNIVERSIDAD PERUANA LOS RIOS	 FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	TITULO: MEDICION DEL CAUDAL CON PERLADORES DE CORRIENTE ACUSTICA DOPPLER PARA EL ANALISIS DE SOCORRACION EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA		DEPARTAMENTO: JUNIN	REGION: LERSP	PLAZO:	<b>TOPOGRAFIA - BATIMETRIA</b> <b>SECCION - PUENTE LA BREÑA</b> <b>(BUITA NACIONAL PE-24)</b>	LIBRERA:	<b>TB-SEG-P1</b>
		AUTOR: DR. VERA PEBALTA, DEYBE EYIN AUTOR REALIZADO: ING. FABIAN BRANZ, ALCIDES LUIS	TITULAR: BACH. SALAS PALOMINO, LEO RAYMOND	FECHA: NOVIEMBRE - 2019	ESCALA: 1/250				



**SECCIÓN 1-1: PUENTE LA BREÑA**  
ESC. 1/250



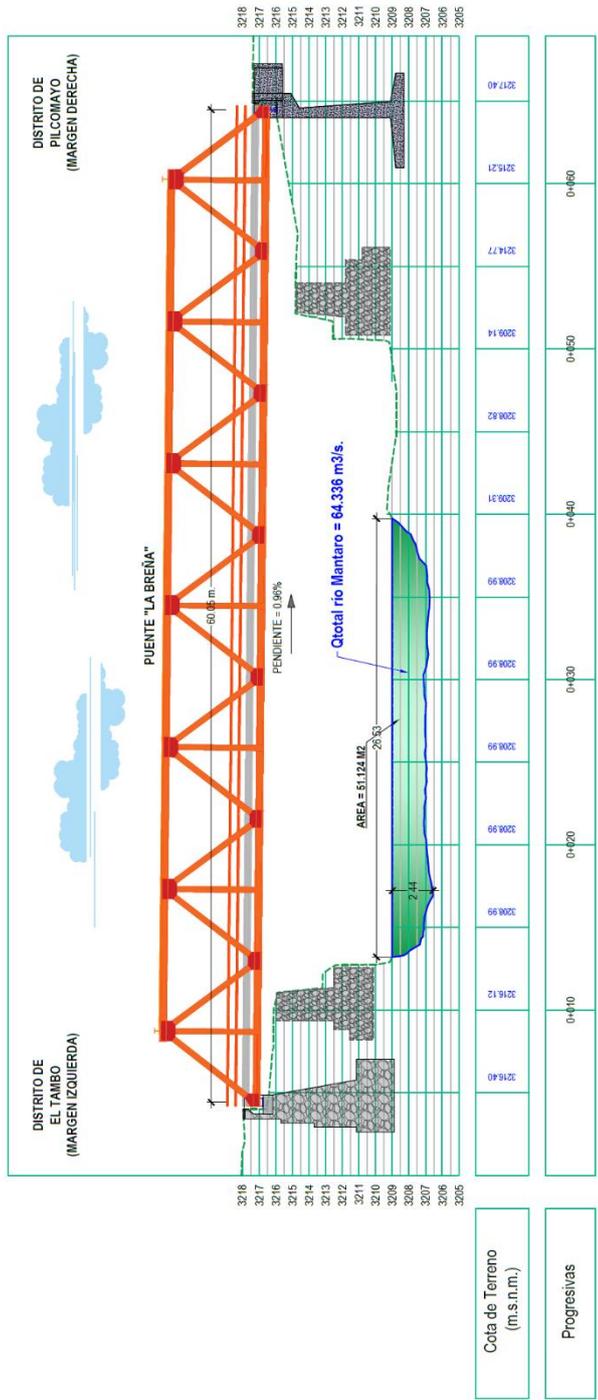
VISTA AEREA DE SUR A NORTE DEL PUENTE LA BREÑA

VISTA DEL ESTRIBO DE LA MARGEN IZQUIERDA  
ESTRIBO CON PRESENCIA DE SOCACACION

VISTA AEREA DE NORTE A SUR DEL PUENTE LA BREÑA

<p><b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b></p>	<p><b>FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b></p>	<p>LABOR EN PROYECTO: <b>DR. VERA PERALTA, DEYBE EYVN</b> AUTOR PRINCIPAL: <b>ING. FABIAN BRANIEZ, ALCIDES LUIS</b> AUTOR: <b>BACH. SALAS PALCMINO, LEO RAYMOND</b></p>	<p>TÍTULO: "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERIFERADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCACACION EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"</p>	<p>DEPARTAMENTO: JUNIN</p>	<p>PROVINCIA: HUANCAYO</p>	<p>DISTRITO: EL TAMBO - PILCOMAYO</p>	<p>SEMESTRE: LRSR</p>	<p>FECHA: NOVIEMBRE - 2019</p>	<p>ESCALA: 1/250</p>	<p>LABOR:</p>	<p><b>T-SEC-PI</b></p>
				<p>TOPOGRAFÍA SECCIÓN - PUENTE LA BREÑA (RUTA NACIONAL PE-24)</p>							





SECCIÓN 3-3: PUENTE LA BREÑA  
ESC. 1/250



RECOLECCION DE PUNTOS VERTICES DEL PUENTE.



CROQUIS PARA EMPEZAR A REALIZAR EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.



LEVANTAMIENTO DE AREA COLINDANTE AL PUENTE.

Cota de Terreno (m.s.n.m.)	3216.40	3216.12	3208.99	3208.99	3208.99	3208.99	3208.99	3208.99	3208.99	3208.99	3208.82	3209.14	3214.77	3216.21	3217.40
-------------------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Progresivas	0+410	0+420	0+430	0+440	0+450	0+460
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

		AREA DE INVESTIGACION <b>DR. VERA PERALTA, DEYBE EYIN</b> ING. FABIAN BRAÑEZ, ALCIDES LUIS <small>INVESTIGADORA</small>		DEPARTAMENTO: <b>JUNIN</b>		REGION: <b>LRBP</b>		PLANO: <b>TOPOGRAFIA SECCION - PUENTE LA BREÑA (RUTA NACIONAL PE-24)</b>		LAMINA: <b>T-SEC-P3</b>
		BACH. SALAS PALOMINO, LEO RAYMOND		PROVINCIAS: <b>HUANCAYO</b>		FECHA: <b>NOVIEMBRE -2019</b>		ESCALA: <b>1:250</b>		

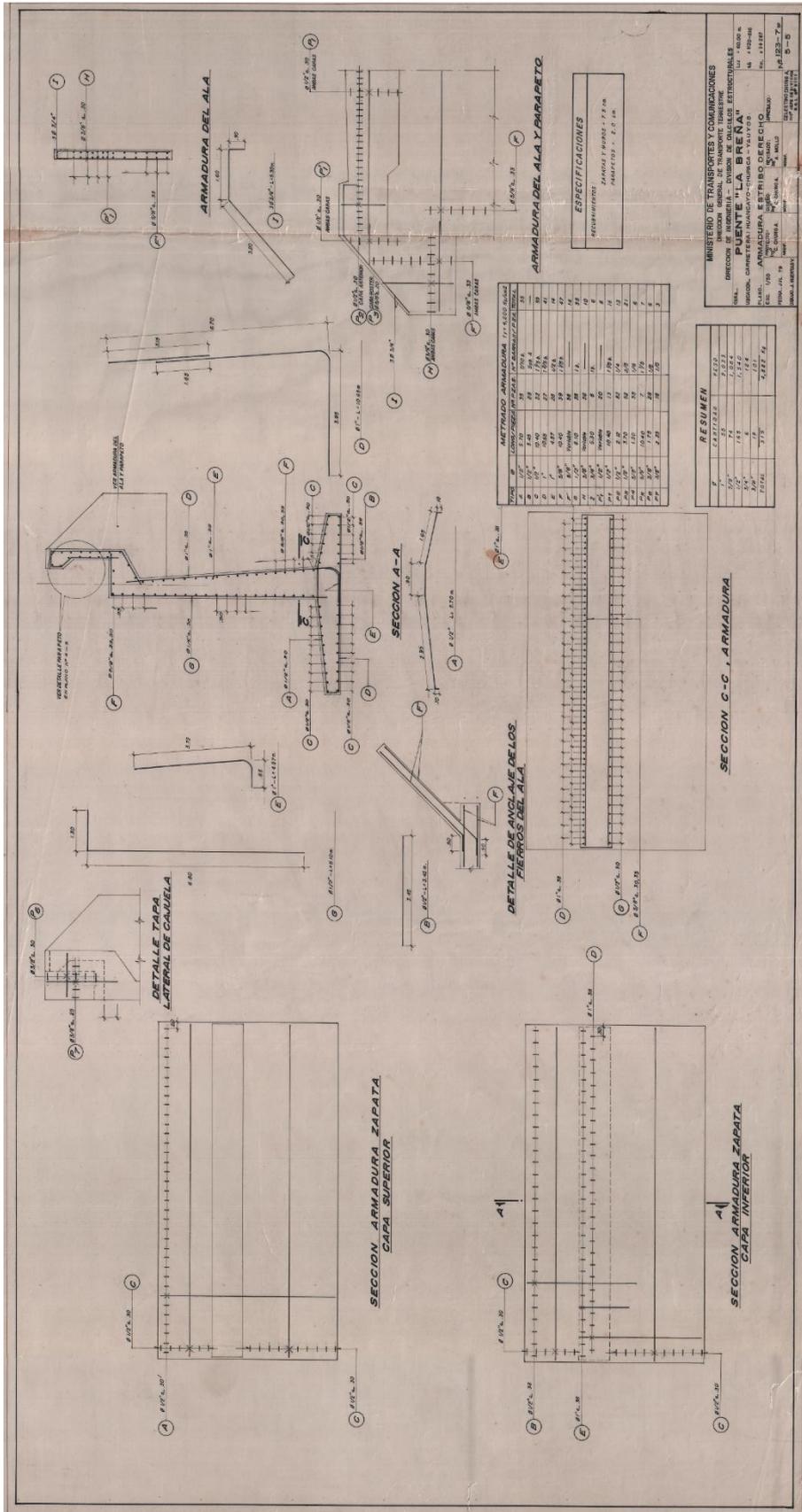
## **ANEXO C**

PLANOS M.T.C. – PROVIAS NACIONAL – SUB DIRECCIÓN DE  
OBRAS DE PUENTES - PLANOTECA









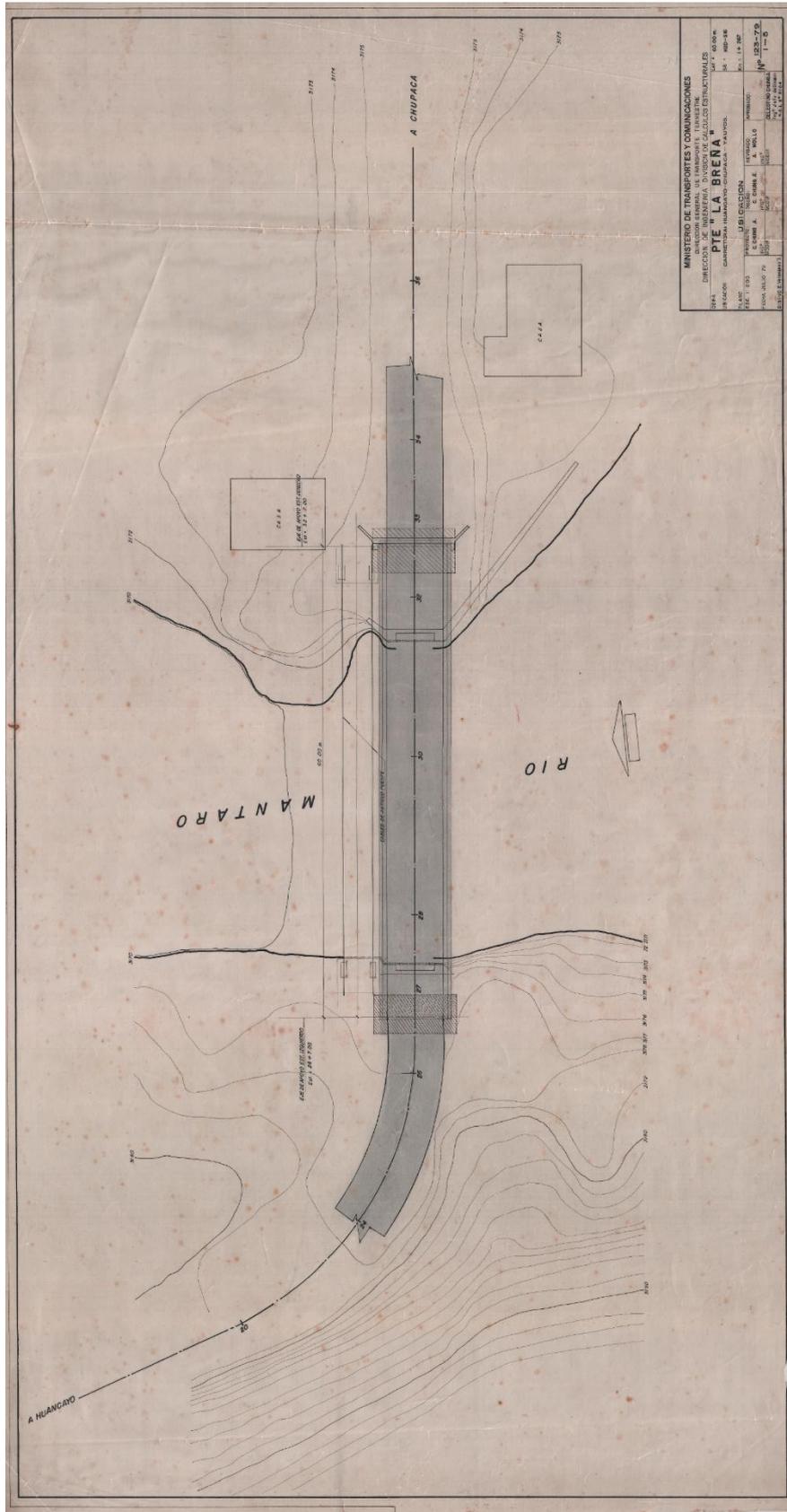
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
 DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE  
 DIVISION DE INGENIERIA DE CALIDAD DE ESTRUCTURAS  
 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
 PROYECTO: ARMADURA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO PARA LA  
 RECONSTRUCCION DEL PUENTE DE LA CARRERA 100 N.º 111248  
 FASE: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO  
 FECHA: 1972  
 INGENIERO: J. G. GARCIA  
 DISEÑADOR: J. G. GARCIA  
 ESCALA: 1:100  
 HOJA: 14.133-72

METRADO ARMADURA 17.450.000

TIPO	ESPECIFICACION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR
1	BARROTES	1794	kg	1794
2	BARROTES	1794	kg	1794
3	BARROTES	1794	kg	1794
4	BARROTES	1794	kg	1794
5	BARROTES	1794	kg	1794
6	BARROTES	1794	kg	1794
7	BARROTES	1794	kg	1794
8	BARROTES	1794	kg	1794
9	BARROTES	1794	kg	1794
10	BARROTES	1794	kg	1794
11	BARROTES	1794	kg	1794
12	BARROTES	1794	kg	1794
13	BARROTES	1794	kg	1794
14	BARROTES	1794	kg	1794
15	BARROTES	1794	kg	1794
16	BARROTES	1794	kg	1794
17	BARROTES	1794	kg	1794
18	BARROTES	1794	kg	1794
19	BARROTES	1794	kg	1794
20	BARROTES	1794	kg	1794
21	BARROTES	1794	kg	1794
22	BARROTES	1794	kg	1794
23	BARROTES	1794	kg	1794
24	BARROTES	1794	kg	1794
25	BARROTES	1794	kg	1794
26	BARROTES	1794	kg	1794
27	BARROTES	1794	kg	1794
28	BARROTES	1794	kg	1794
29	BARROTES	1794	kg	1794
30	BARROTES	1794	kg	1794
31	BARROTES	1794	kg	1794
32	BARROTES	1794	kg	1794
33	BARROTES	1794	kg	1794
34	BARROTES	1794	kg	1794
35	BARROTES	1794	kg	1794
36	BARROTES	1794	kg	1794
37	BARROTES	1794	kg	1794
38	BARROTES	1794	kg	1794
39	BARROTES	1794	kg	1794
40	BARROTES	1794	kg	1794
41	BARROTES	1794	kg	1794
42	BARROTES	1794	kg	1794
43	BARROTES	1794	kg	1794
44	BARROTES	1794	kg	1794
45	BARROTES	1794	kg	1794
46	BARROTES	1794	kg	1794
47	BARROTES	1794	kg	1794
48	BARROTES	1794	kg	1794
49	BARROTES	1794	kg	1794
50	BARROTES	1794	kg	1794
51	BARROTES	1794	kg	1794
52	BARROTES	1794	kg	1794
53	BARROTES	1794	kg	1794
54	BARROTES	1794	kg	1794
55	BARROTES	1794	kg	1794
56	BARROTES	1794	kg	1794
57	BARROTES	1794	kg	1794
58	BARROTES	1794	kg	1794
59	BARROTES	1794	kg	1794
60	BARROTES	1794	kg	1794
61	BARROTES	1794	kg	1794
62	BARROTES	1794	kg	1794
63	BARROTES	1794	kg	1794
64	BARROTES	1794	kg	1794
65	BARROTES	1794	kg	1794
66	BARROTES	1794	kg	1794
67	BARROTES	1794	kg	1794
68	BARROTES	1794	kg	1794
69	BARROTES	1794	kg	1794
70	BARROTES	1794	kg	1794
71	BARROTES	1794	kg	1794
72	BARROTES	1794	kg	1794
73	BARROTES	1794	kg	1794
74	BARROTES	1794	kg	1794
75	BARROTES	1794	kg	1794
76	BARROTES	1794	kg	1794
77	BARROTES	1794	kg	1794
78	BARROTES	1794	kg	1794
79	BARROTES	1794	kg	1794
80	BARROTES	1794	kg	1794
81	BARROTES	1794	kg	1794
82	BARROTES	1794	kg	1794
83	BARROTES	1794	kg	1794
84	BARROTES	1794	kg	1794
85	BARROTES	1794	kg	1794
86	BARROTES	1794	kg	1794
87	BARROTES	1794	kg	1794
88	BARROTES	1794	kg	1794
89	BARROTES	1794	kg	1794
90	BARROTES	1794	kg	1794
91	BARROTES	1794	kg	1794
92	BARROTES	1794	kg	1794
93	BARROTES	1794	kg	1794
94	BARROTES	1794	kg	1794
95	BARROTES	1794	kg	1794
96	BARROTES	1794	kg	1794
97	BARROTES	1794	kg	1794
98	BARROTES	1794	kg	1794
99	BARROTES	1794	kg	1794
100	BARROTES	1794	kg	1794

RESUMEN

TIPO	CANTIDAD	VALOR
1	237.232	237.232
2	174	174
3	1.244	1.244
4	1.244	1.244
5	1.244	1.244
6	1.244	1.244
7	1.244	1.244
8	1.244	1.244
9	1.244	1.244
10	1.244	1.244
11	1.244	1.244
12	1.244	1.244
13	1.244	1.244
14	1.244	1.244
15	1.244	1.244
16	1.244	1.244
17	1.244	1.244
18	1.244	1.244
19	1.244	1.244
20	1.244	1.244
21	1.244	1.244
22	1.244	1.244
23	1.244	1.244
24	1.244	1.244
25	1.244	1.244
26	1.244	1.244
27	1.244	1.244
28	1.244	1.244
29	1.244	1.244
30	1.244	1.244
31	1.244	1.244
32	1.244	1.244
33	1.244	1.244
34	1.244	1.244
35	1.244	1.244
36	1.244	1.244
37	1.244	1.244
38	1.244	1.244
39	1.244	1.244
40	1.244	1.244
41	1.244	1.244
42	1.244	1.244
43	1.244	1.244
44	1.244	1.244
45	1.244	1.244
46	1.244	1.244
47	1.244	1.244
48	1.244	1.244
49	1.244	1.244
50	1.244	1.244
51	1.244	1.244
52	1.244	1.244
53	1.244	1.244
54	1.244	1.244
55	1.244	1.244
56	1.244	1.244
57	1.244	1.244
58	1.244	1.244
59	1.244	1.244
60	1.244	1.244
61	1.244	1.244
62	1.244	1.244
63	1.244	1.244
64	1.244	1.244
65	1.244	1.244
66	1.244	1.244
67	1.244	1.244
68	1.244	1.244
69	1.244	1.244
70	1.244	1.244
71	1.244	1.244
72	1.244	1.244
73	1.244	1.244
74	1.244	1.244
75	1.244	1.244
76	1.244	1.244
77	1.244	1.244
78	1.244	1.244
79	1.244	1.244
80	1.244	1.244
81	1.244	1.244
82	1.244	1.244
83	1.244	1.244
84	1.244	1.244
85	1.244	1.244
86	1.244	1.244
87	1.244	1.244
88	1.244	1.244
89	1.244	1.244
90	1.244	1.244
91	1.244	1.244
92	1.244	1.244
93	1.244	1.244
94	1.244	1.244
95	1.244	1.244
96	1.244	1.244
97	1.244	1.244
98	1.244	1.244
99	1.244	1.244
100	1.244	1.244



## **ANEXO D**

PLANOS 3D – PUENTE LA BREÑA

**PUENTE LA BREÑA**

INICIADO UN 28 DE JULIO DE 1984, EN  
SEGUNDO GOBIERNO DE FERNANDO  
BELAUNDE TERRY.

38 AÑOS DE FUNCIONAMIENTO AL 2019.

LONGITUD DEL PUENTE = 60,05 M

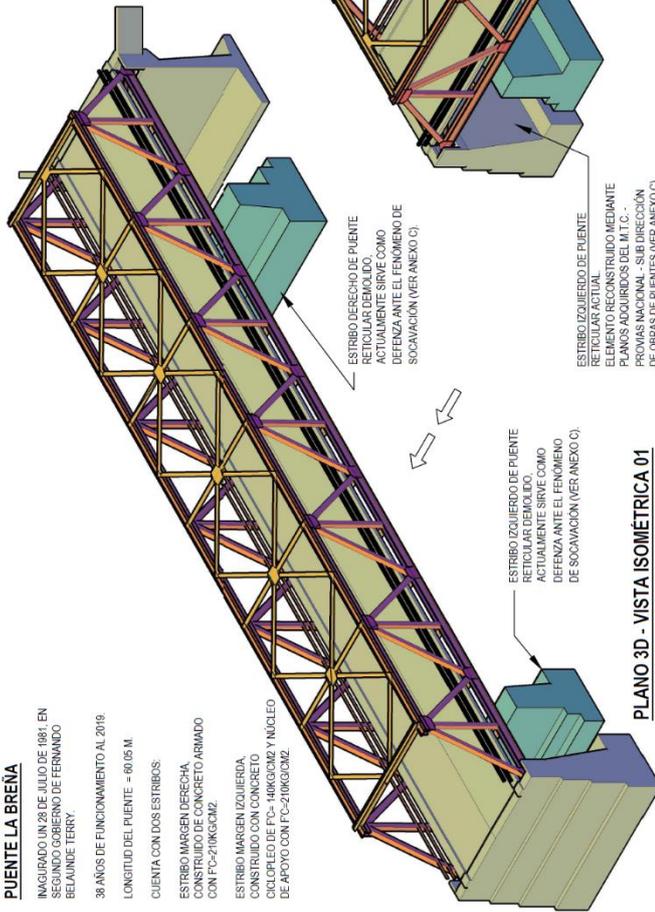
CUENTA CON DOS ESTRIBOS:

ESTRIBO MARGEN DERECHA  
CONSTRUIDO DE CONCRETO ARMADO  
CON FC-270KG/CM<sup>2</sup>.

ESTRIBO MARGEN IZQUIERDA  
CONSTRUIDO CON CONCRETO  
CICLOPLEO DE FC- 140KG/CM<sup>2</sup> Y NÚCLEO  
DE APOYO CON FC-270KG/CM<sup>2</sup>.



VISTA PANORÁMICA DEL PUENTE LA BREÑA - ACTUAL

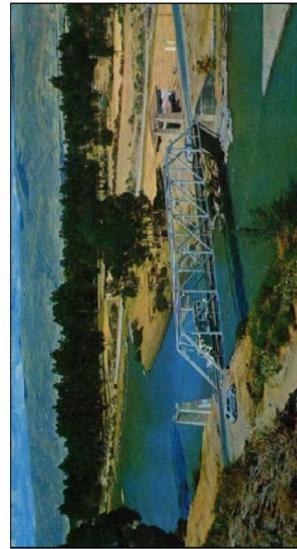


PLANO 3D - VISTA ISOMÉTRICA 01  
ESC: 1/250

ESTRIBO IZQUIERDO DE PUENTE  
RETICULAR DEMOLIDO.  
ACTUALMENTE SIRVE COMO  
DEFENSA ANTE EL FENÓMENO  
DE SOCACCIÓN (VER ANEXO C).

ESTRIBO DERECHO DE PUENTE  
RETICULAR DEMOLIDO.  
ACTUALMENTE SIRVE COMO  
DEFENSA ANTE EL FENÓMENO DE  
SOCACCIÓN (VER ANEXO C).

ESTRIBO IZQUIERDO DE PUENTE  
RETICULAR ACTUAL  
ELEMENTO RECONSTRUIDO MEDIANTE  
PLANOS ADQUIRIDOS DEL M.T.C. -  
PROVIAS NACIONAL - SUB DIRECCIÓN  
DE OBRAS DE PUENTES (VER ANEXO C).



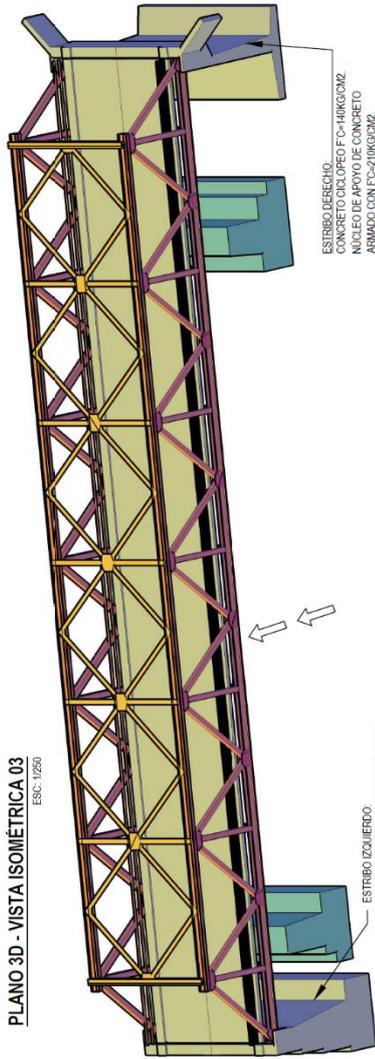
VISTA PANORÁMICA DEL PUENTE LA BREÑA - ANTERIOR

PLANO 3D - VISTA ISOMÉTRICA 02  
ESC: 1/250

ESTRIBO DERECHO DE PUENTE  
RETICULAR ACTUAL  
ELEMENTO RECONSTRUIDO MEDIANTE  
PLANOS ADQUIRIDOS DEL M.T.C. -  
PROVIAS NACIONAL - SUB DIRECCIÓN  
DE OBRAS DE PUENTES (VER ANEXO C).

 <p>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</p>	 <p>FAULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PROFESOR ASISTENTE DR. VIERA FERRALTA, DEYBE EYIN ING. FABIAN BRANEZ, ALCIDES LUIS TITULAR BACH. SALAS PALOMINO, LEO RAYMOND</p>	<p>TÍTULO "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCACCIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"</p>	<p>DEPARTAMENTO REGIONAL DISTRITO</p> <p>JUNÍN HUANCAYO EL TAMBÓ - PILCOMAYO</p>	<p>EMISOR FECHA ESCALA</p> <p>LSRP NOVIEMBRE - 2019 1:500</p>	<p>PLANO VISTAS 3D DE LA ESTRUCTURA PUENTE LA BREÑA (RUTA NACIONAL PE-24)</p> <p><b>P-3D-E-01</b></p>

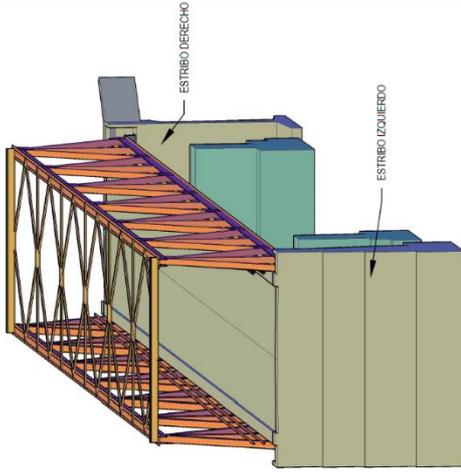
PLANO 3D - VISTA ISOMÉTRICA 03  
ESC: 1/250



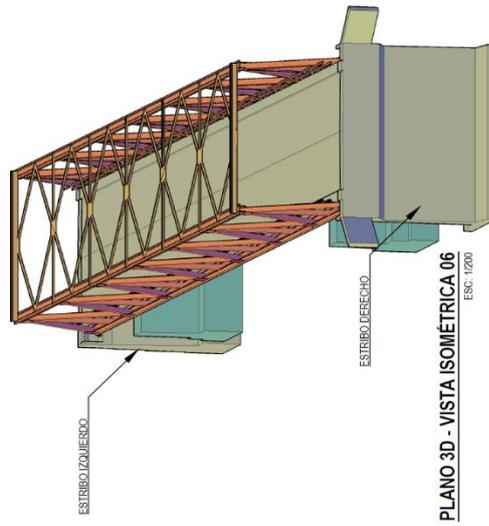
ESTRIBO IZQUIERDO:  
CONCRETO CICLOPEO F' C=140KG/CM<sup>2</sup>  
NÚCLEO DE APYO DE CONCRETO  
ARMADO CON F' C=210KG/CM<sup>2</sup>

ESTRIBO DERECHO:  
CONCRETO CICLOPEO F' C=140KG/CM<sup>2</sup>  
NÚCLEO DE CONCRETO  
ARMADO CON F' C=210KG/CM<sup>2</sup>

PLANO 3D - VISTA ISOMÉTRICA 05  
ESC: 1/250



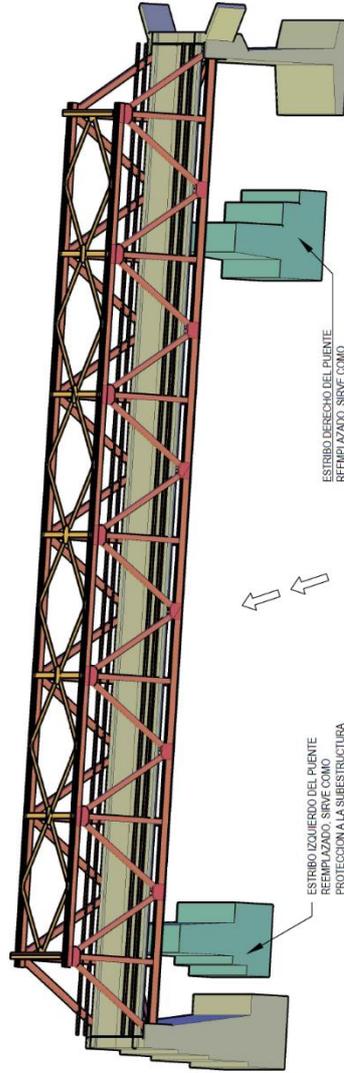
PLANO 3D - VISTA ISOMÉTRICA 06  
ESC: 1/250



ESTRIBO DERECHO

ESTRIBO IZQUIERDO

PLANO 3D - VISTA ISOMÉTRICA 04  
ESC: 1/250



ESTRIBO IZQUIERDO DEL PUENTE  
REEMPLAZADO, SERVE COMO  
PROTECCION A LA SUBESTRUCTURA  
DEL PUENTE ACTUAL, PERO GENERA EL  
FENÓMENO DE ACORAZAMIENTO.

ESTRIBO DERECHO DEL PUENTE  
REEMPLAZADO, SERVE COMO  
PROTECCION A LA SUBESTRUCTURA  
DEL PUENTE ACTUAL, PERO GENERA EL  
FENÓMENO DE ACORAZAMIENTO.

 UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	 FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	AUTOR METODOLÓGICO DR. VIERA PERALTA, DEYBE EYIN AUTOR DE DISEÑO ING. FABIAN BRANEZ, ALCIDES LUIS BACH. SALAS PALOMINO, LEO RAYMOND	TÍTULO "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERIFERADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"	DEPARTAMENTO EL TAMBOR - PILCOMAYO	PROVINCIAS HUANCAYO	MUNICIPIOS JUNÍN	FECHA NOVIEMBRE - 2019	ESCALA 1:500	PLANEO LRSP	LÁMINA P-3D-E-02
				INSTITUCIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA						

## **ANEXO E**

### **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

INSTRUMENTOS DE  
INFORMACIÓN  
EN LÍNEA

Reporte de métodos  
por empresa  
Reporte de productos  
por número de tipo  
de ensayo  
Reporte de métodos  
por producto



**REPORTE DE  
MÉTODOS POR  
EMPRESA**

Empresa  
Sede

INVERSIONES GENERALES CE  
HUANCAYO

OK

EMPRESA : INVERSIONES GENERALES CENTAURO SEDE : HUANCAYO  
 Código de Acreditación : :141 Fecha de Actualización : :2019-08-17  
 Total de Registros : :7

Laboratorio : LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Campo de Prueba : FÍSICOS - MECÁNICOS

N°	Tipo Ensayo	Norma Referencia	Año	Título
1	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128:1999 (Revisada el 2014)	1999	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico
Producto(s): SUELOS				
2	CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA LISO EN VÍAS DE TRANSPORTE	NTP 339.135:1999 (Revisada el 2014)	1999	SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte
Producto(s): SUELOS				
3	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS	NTP 339.134:1999 (Revisada el 2014)	1999	SUELOS. Método para la clasificación de suelos con procedimientos de Ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)
Producto(s): SUELOS				
4	HUMEDAD EN SUELOS	NTP 339.127:1998 (Revisada el 2014)	1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
Producto(s): SUELOS				
5	LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS	NTP 339.129:1999 (Revisada el 2014)	1999	SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
Producto(s): SUELOS				
6	PRUEBA PARA EL ANÁLISIS DE TACERES Y AGREGADO FINO Y GRUESO	ASTM C136 / C136M - 14	2014	Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
Producto(s): AGREGADOS				
7	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	ASTM C39/C39M - 18	2018	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
Producto(s): CONCRETO				

VOLVER AL INICIO

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS SAC  
 RUC: 2019017604

Ing. Janet Yessica Andin Altas  
 REPRESENTANTE LEGAL

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO Nº LE-141



## Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

#### LABORATORIO DE SUELOS

#### INFORME

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. EXPEDIENTE N°      | : 1046-2019-AS  |
| 2. PETICIONARIO       | : BACH. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO  |
| 3. ATENCIÓN           | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES   |
| 4. PROYECTO           | : "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA" |
| 5. UBICACIÓN          | : PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO   |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 29 DE AGOSTO DEL 2019   |
| 7. FECHA DE EMISIÓN   | : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019  |

<b>ENSAYO:</b>	<b>MÉTODO:</b>
Contenido de Humedad	NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	SONDEO	MUESTRA / PROF.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	TIPO DE MATERIAL	CONDICIÓN DE MUESTRA	MÉTODO	% DE HUMEDAD
P-079-2019	CALICATA	C1-E2 / 1.85 m a 2.90 m	PUENTE LA BREÑA	6.05	SUELO	MUESTRA ALTERADA	± 1%	3

#### NOTA:

Los resultados se reportan al ± 1%.

Fecha de ensayo : 2019-09-01

Temperatura Ambiente : 15.4 °C

Humedad relativa : 42%

**OBSERVACIÓN :** Muestra remitidas por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004; 1993)

TRAZABILIDAD: EQUIPO HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13, BALANZA MARCA HENKEL MODELO BQ1001 SERIE KGO89932 CALIBRACIÓN: 2019-02-20

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-001 REV.04 FECHA: 2019/03/24

EMPRESA GENERAL CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 GERENCIA TÉCNICA  
 Ing. Victor Peña Dueñas  
 INGENIERO CIVIL  
 N.º 7714

EMPRESAS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 ÁREA DE CALIDAD  
  
 Mg. Ing. Janet Yessica Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 N.º 44778

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla Nº 3950 - El Tambo – Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**CENTAURO INGENIEROS**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
 PERUANO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO Nº LE-141



Registro N° LE - 141

**Informe de ensayo con valor oficial**  
 Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICACION Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**LABORATORIO DE SUELOS**  
**INFORME**

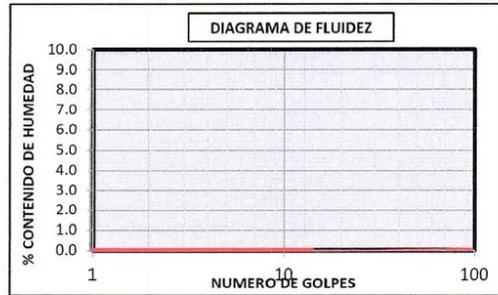
- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. EXPEDIENTE Nº      | : 1047-2019-AS  |
| 2. PETICIONARIO       | : BACH. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO  |
| 3. ATENCIÓN           | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES   |
| 4. PROYECTO           | : "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA" |
| 5. UBICACIÓN          | : PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO   |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 29 DE AGOSTO DEL 2019   |
| 7. FECHA DE EMISIÓN   | : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019  |

Código orden de Trabajo : P-079-2019	Sondeo : C1-E2 (1.85 m-2.90 m)	Profundidad de calicata (m) : 6.05
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Puente La Breña

<b>ENSAYOS:</b>	<b>MÉTODO:</b>
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

PAGINA 1 DE 2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	92.39
3/4"	19.000	87.34
3/8"	9.500	76.02
Nº4	4.750	65.74
Nº10	2.000	54.83
Nº20	0.850	46.17
Nº40	0.425	40.04
Nº60	0.250	35.15
Nº140	0.106	25.89
Nº200	0.075	23.94



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA

CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
23.94%	41.80%	34.26%
100.00%		

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
% LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
% ÍNDICE PLÁSTICO	N.P.

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)	
SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA

**Nota:**  
 Fecha de ensayo : 2019-09-02  
 Temperatura Ambiente : 15.9 °C  
 Humedad relativa : 41 %

**OBSERVACION :** Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542 CALIBRACIÓN: 2019-02-20 , HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13, COPA CASAGRANDE MODELO: PS-11 NUMERO DE SERIE: 1623 CALIBRACIÓN:2019-02-20, JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2019-02

HC-AS-004 REV.04 FECHA:2019/08/27

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

Av. Mariscal Castilla Nº 3950 - El Tambo – Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



Registro N° LE - 141

**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



## Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

#### LABORATORIO DE SUELOS INFORME

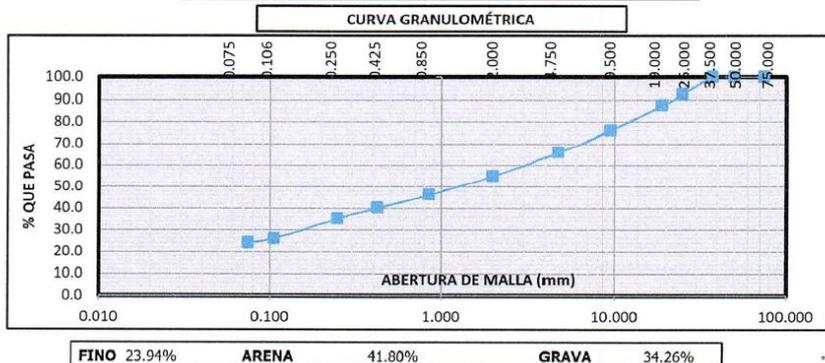
1. EXPEDIENTE N° : 1047-2019-AS
2. PETICIONARIO : BACH. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"
5. UBICACIÓN : PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE AGOSTO DEL 2019
7. FECHA DE EMISIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019

Código orden de Trabajo : P-079-2019	Sondeo : C1-E2 (1.85 m-2.90 m)	Profundidad de calicata (m) : 6.05
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Puente La Breña

ENSAYOS	MÉTODO
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

PAGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	12.66
	GF %	21.60
% ARENA	AG %	10.91
	AM %	14.79
	AF %	16.10
% FINOS		23.94
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		1 1/2"
Forma del suelo grueso		Sub Angular
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coefficiente de Curvatura		0.66
Coefficiente de Uniformidad		6.06



GERENTE TÉCNICA  
 VISTOR PEÑA QUERO  
 INGENIERO CIVIL  
 PERSONAS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.  
 AREA DE CALIDAD  
 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arce  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP: 50005

**nota:**  
Fecha de ensayo : 2019-09-02  
OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GÚA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2018-08-27, COPA CASAGRANDE MODELO: PS-11 NUMERO DE SERIE: 1623 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2019-02

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO N° LE-141



## Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

#### LABORATORIO DE SUELOS

#### INFORME

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. EXPEDIENTE N°      | : 1048-2019-AS  |
| 2. PETICIONARIO       | : BACH. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO  |
| 3. ATENCIÓN           | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES   |
| 4. PROYECTO           | : "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA" |
| 5. UBICACIÓN          | : PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO   |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 29 DE AGOSTO DEL 2019   |
| 7. FECHA DE EMISIÓN   | : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019  |

<b>ENSAYO:</b>	<b>MÉTODO:</b>
Contenido de Humedad	NTP 339.127. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	SONDEO	MUESTRA / PROF.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	TIPO DE MATERIAL	CONDICIÓN DE MUESTRA	MÉTODO	% DE HUMEDAD
P-079-2019	CALICATA	C1-E3 / 2.90 m a 4.15 m	PUENTE LA BREÑA	6.05	SUELO	MUESTRA ALTERADA	± 1%	1

#### NOTA:

Los resultados se reportan al ± 1%.  
Fecha de ensayo : 2019-09-01  
Temperatura Ambiente : 15.4 °C  
Humedad relativa : 42%

#### OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)

TRAZABILIDAD: EQUIPO HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13, BALANZA MARCA HENKEL MODELO BQ1001 SERIE KG089932 CALIBRACIÓN: 2019-02-20

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-001 REV.04 FECHA: 2019/03/24

  
INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERÍA S.A.C.  
GARENCIA TÉCNICA  
Ing. Victor Peña Huérfano  
INGENIERO CIVIL  
CIP 20776

VERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
AREA DE CALIDAD  
  
Mg. Ing. Yessica Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 20776

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



## Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

#### LABORATORIO DE SUELOS

#### INFORME

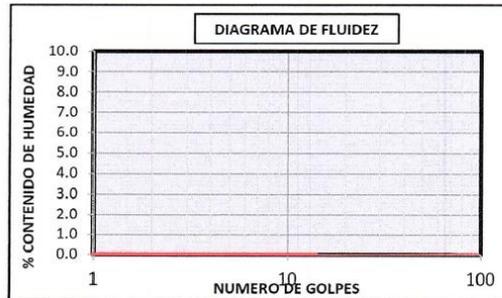
1. EXPEDIENTE N° : 1049-2019-AS
2. PETICIONARIO : BACH. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"
5. UBICACIÓN : PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE AGOSTO DEL 2019
7. FECHA DE EMISIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019

Código orden de Trabajo : P-079-2019	Sondeo : C1-E3 (2.90 m-4.15 m)	Profundidad de calicata (m) : 6.05
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Puente La Breña

<b>ENSAYOS:</b>	<b>MÉTODO:</b>
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

PAGINA 1 DE 2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	98.72
3/4"	19.000	94.98
3/8"	9.500	76.56
N°4	4.750	58.62
N°10	2.000	40.56
N°20	0.850	26.93
N°40	0.425	16.77
N°60	0.250	9.61
N°140	0.106	4.44
N°200	0.075	4.01



CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
4.01%	54.61%	41.38%
100.00%		

<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>	<b>MULTIPUNTO</b>
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
% LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
% ÍNDICE PLÁSTICO	N.P.

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)	
SP	ARENA POBRAMENTE GRABUADA CON GRAVA

**Nota:**  
Fecha de ensayo : 2019-09-31  
Temperatura Ambiente : 18.9 °C  
Humedad relativa : 40 %

**OBSERVACIÓN :** Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13, COPA CASAGRANDE MODELO: PS-11 NUMERO DE SERIE: 1623 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2019-02

HC-AS-004 REV.04 FECHA: 2019/08/27

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

VERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
AREA DE CONTROL  
Mg. Ing. Janet Yesica Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 84775

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141  
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

## Informe de ensayo con valor oficial

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

#### LABORATORIO DE SUELOS INFORME

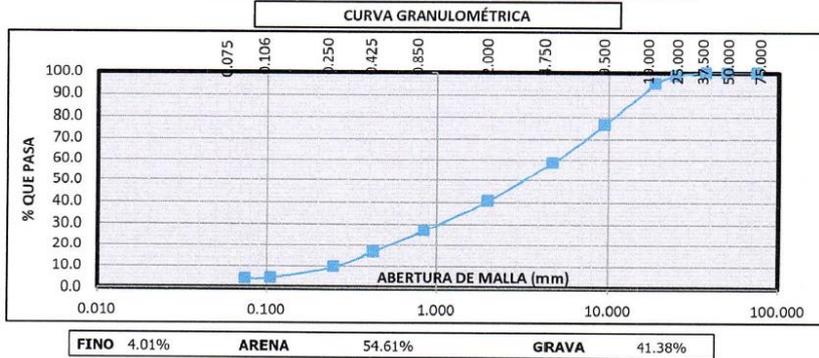
1. EXPEDIENTE N° : 1049-2019-AS  
2. PETICIONARIO : BACH. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO  
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
4. PROYECTO : "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"  
5. UBICACIÓN : PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO  
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE AGOSTO DEL 2019  
7. FECHA DE EMISIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019

Código orden de Trabajo : P-079-2019	Sondeo : C1-E3 (2.90 m-4.15 m)	Profundidad de calicata (m) : 6.05
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Puente La Breña

ENSAYOS	MÉTODO
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

PAGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	5.02
	GF %	36.36
% ARENA	AG %	18.06
	AM %	23.79
	AF %	12.76
% FINOS		4.01
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		1 1/2"
Forma del suelo grueso		Sub Angular
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coeficiente de Curvatura		0.93
Coeficiente de Uniformidad		19.71



*[Firma]*  
CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ÁREA DE CALIDAD  
Mg. Ing. Janet Jessica Arias Arias  
INGENIERA CIVIL  
P.05. 80775

VERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
ÁREA DE CALIDAD  
Mg. Ing. Janet Jessica Arias Arias  
INGENIERA CIVIL  
P.05. 80775

Nota:

Fecha de ensayo : 2019-09-31

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2018-08-27, COPA CASAGRANDE MODELO: PS-11 NUMERO DE SERIE: 1623 CALIBRACIÓN:2019-02-20, JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2019-02

HC-AS-004-REV.04- FECHA:2019/08/27

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 96496015

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO N° LE-141



Informe de ensayo con valor oficial  
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### LABORATORIO DE SUELOS

#### INFORME

1. EXPEDIENTE N°	: 1050-2019-AS
2. PETICIONARIO	: BACH. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO
3. ATENCIÓN	: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO	: "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"
5. UBICACIÓN	: PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO
6. FECHA DE RECEPCIÓN	: 29 DE AGOSTO DEL 2019
7. FECHA DE EMISIÓN	: 03 DE SETIEMBRE DEL 2019

<b>ENSAYO:</b>	<b>MÉTODO:</b>
Contenido de Humedad	NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	SONDEO	MUESTRA / PROF.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	TIPO DE MATERIAL	CONDICIÓN DE MUESTRA	MÉTODO	% DE HUMEDAD
P-079-2019	CALICATA	C1-E4 / 4.15 m a 6.05 m	PUENTE LA BREÑA	6.05	SUELO	MUESTRA ALTERADA	± 1%	1

#### NOTA:

Los resultados se reportan al ± 1% .  
Fecha de ensayo : 2019-09-01  
Temperatura Ambiente : 15.4 °C  
Humedad relativa : 42%

#### OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

TRAZABILIDAD: EQUIPO HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13, BALANZA MARCA HENKEL MODELO BQ1001 SERIE KG089932 CALIBRACIÓN: 2019-02-20

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-001 REV.04 FECHA: 2019/03/24

*[Firma manuscrita]*  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS S.A.C.  
INGENIERÍA TÉCNICA  
Ing. Víctor Peña Huérfano

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS S.A.C.  
ÁREA DE CALIDAD  
*[Firma manuscrita]*  
Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias  
INGENIERA CIVIL  
CIP 85775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo – Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**CENTAURO INGENIEROS**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Informe de ensayo con valor oficial  
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### LABORATORIO DE SUELOS

#### INFORME

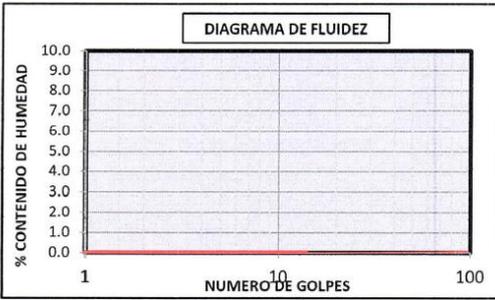
1. EXPEDIENTE N° : 1051-2019-AS
2. PETICIONARIO : BACH. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"
5. UBICACIÓN : PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE AGOSTO DEL 2019
7. FECHA DE EMISIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019

Código orden de Trabajo : P-079-2019	Sondeo : C1-E4 (4.15 m- 6.05 m)	Profundidad de calicata (m) : 6.05
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación : Puente La Breña

<b>ENSAYOS:</b>	<b>MÉTODO:</b>
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

PAGINA 1 DE 2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	95.62
1 1/2"	37.500	89.95
1"	25.000	82.32
3/4"	19.000	76.16
3/8"	9.500	56.21
N°4	4.750	42.77
N°10	2.000	30.79
N°20	0.850	20.41
N°40	0.425	13.09
N°60	0.250	8.96
N°140	0.106	5.40
N°200	0.075	4.97



CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
4.97%	37.80%	57.23%
100.00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
% LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
% ÍNDICE PLÁSTICO	N.P.

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)	
GW	GRAVA BIEN GRADUADA CON ARENA

Nota:  
Fecha de ensayo : 2019-09-02  
Temperatura Ambiente : 15.9 °C  
Humedad relativa : 41 %

**OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.**  
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13, COPA CASAGRANDE MODELO: PS-11 NUMERO DE SERIE: 1623 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2019-02

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACION INACAL – DA CON REGISTRO N° LE-141



Informe de ensayo con valor oficial  
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

## LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

### LABORATORIO DE SUELOS INFORME

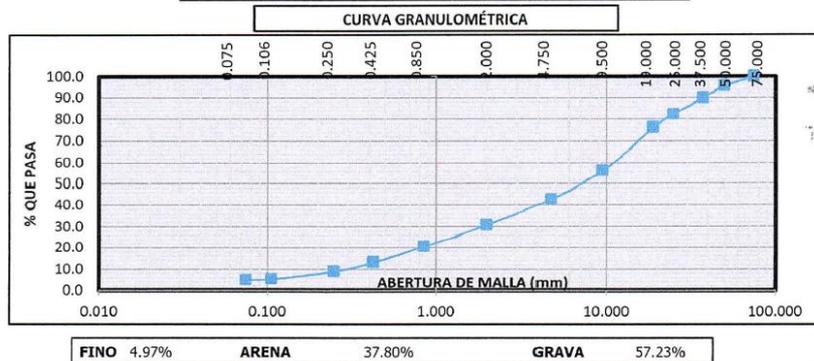
- 1. EXPEDIENTE N° : 1051-2019-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"
- 5. UBICACIÓN : PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 29 DE AGOSTO DEL 2019
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019

Código orden de Trabajo : P-079-2019: Sondeo : C1-E4 (4.15 m- 6.05 m) Profundidad de calicata (m) : 6.05  
 Tipo de material : Suelo Condiciones de muestra: Muestra Alterada Ubicación : Puente La Breña

ENSAYOS	MÉTODO
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Limites de Consistencia	NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

PAGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	23.84
	GF %	33.39
% ARENA	AG %	11.98
	AM %	17.69
	AF %	8.13
% FINOS		4.97
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3"
Forma del suelo grueso		Sub Angular
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coeficiente de Curvatura		1.10
Coeficiente de Uniformidad		38.45



Ing. Victor Peña Queñas  
 INGENIERO CIVIL

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 AFEA-DE-0170-2019  
 Mg. Ing. Ismael Yegor Andía Arias  
 INGENIERO CIVIL

**NOTA:**  
 Fecha de ensayo : 2019-09-02  
**OBSERVACION :** Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2018-08-27, COPA CASAGRANDE MODELO: PS-11 NUMERO DE SERIE: 1623 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2019-02

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo – Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

DATOS					REGISTRO DE EXCAVACION		
EXPEDIENTE N°: 1052-2019-AS					EXCAVACIÓN : C - 1		
PETICIONARIO : BACH. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO					NIVEL FREÁTICO : NO PRESENTA		
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES					TAMAÑO EXCAV. : H = 6.05 m		
PROYECTO : "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"					INICIO : 29/08/2019		
UBICACIÓN : PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO					TERMINO : 3/09/2019		
CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: P-079-2019					REGISTRADO POR : L.A.H.Q		
METODO DE EXCAV. : MANUAL					REVISADO POR : J.Y.A.A		
REPRESENTACION	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMETRICO (g/cm³)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL : COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.	
		SIMBOLOS	GRAFICO				
	1.85	RE		4%	1.520	* Material de relleno, de color marrón con presencia de bolsas, ladrillos,tejas y raíces.	
	1.05	SM		3%	1.826	** Arena limosa con grava, de color marrón claro, partículas de forma sub angular, no presenta cohesión, no presenta plasticidad, de compactad compacta, con un tamaño máximo nominal de 1 1/2", con presencia de arena en un 41% aproximadamente.	
	1.25	SP		1%	1.803	** Arena pobremente graduada con arena, de color gris claro, partículas de forma sub angular, no presenta cohesión, no presenta plasticidad, de compactad compacta, con un tamaño máximo nominal de 1 1/2", con presencia de arena en un 54% aproximadamente.	
	1.90	GW		1%	1.862	**Grava bien graduada con arena, de color gris claro, partículas de forma sub angular, no presenta cohesión, no presenta plasticidad, de compactad compacta, con un tamaño máximo nominal de 3", con presencia de grava en un 57% aproximadamente.	
6.05							
IDENTIFICACION DE MUESTRAS					Calicata : C - 1		
Pl: Turba					Ubicación : PUENTE LA BREÑA - ENTRE EL DISTRITO DE EL TAMBO Y PILCOMAYO		
SM: Sin muestra							
RE: Material de Relleno							
M-1: Muestra alterada N°1							
NF: NIVEL FREATICO							

HC-AS-006 REV.01 FECHA:2019/08/14

\*Datos remitidos por el Peticionario

\*\* Clasificación con ensayos de laboratorio.

*[Handwritten signature]*  
 Ing. Víctor Manuel...  
 INGENIERO CIVIL

GRUPO GENERAL CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
 ÁREA DE TÉCNICA  
 Ing. Ingrid Yessica Andía Arias  
 INGENIERA CIVIL  
 N° 20775

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Proyecto : CREACION DEL PUENTE CANTUTA, DISTRITO DE EL TAMBO, PILCOMAYO,  
 PROVINCIA DE HUANCAYO - JUNIN  
 Solicita : CONSORCIO CANTUTA  
 Fecha : 21/06/2017  
 Región : JUNIN Provincia : HUANCAYO Distritos : TAMBO/PILCOMAYO  
 Perforación : P-01 Muestra : M-6 De : 8.90 a 10.45 m. Margen : Derecha

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	5255.30	dm	25mm
Peso Lavado y Seco, [gr]	5236.00	Pe	1.897 1/m <sup>3</sup>

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Pasa
3"	76.000	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	2289.20	56.44
1"	25.400	949.10	38.38
3/4"	19.050	789.30	23.36
1/2"	12.500	476.40	14.30
3/8"	9.525	13.60	14.04
N° 4	4.750	4.00	13.96
N° 10	2.000	62.00	12.78
N° 20	0.840	279.70	7.46
N° 40	0.420	206.10	3.54
N° 60	0.250	96.80	1.70
N° 100	0.150	49.60	0.75
N° 200	0.074	20.20	0.57
< N° 200		19.30	



### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

#### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(2)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)*100	

**NO PRESENTA**

#### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)*100	

**NO PLASTICO**

### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		0
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		21.00
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		87.70
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	82.70
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	5.00
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)*100	61.70



### RESUMEN

Grava (No.4 < Diam < 3")	86.04%
Grava Gruesa (3/4" < Diam < 3")	76.84%
Grava Fina (1/2" < Diam < 3/4")	9.40%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	13.59%
Arena Gruesa (No.10 < Diam < No.4)	1.18%
Arena Medía (No.40 < Diam < No.10)	9.24%
Arena Fina (No.200 < Diam < No.40)	3.17%
Finos (Diam < No.200)	0.57%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Contenido de Humedad	6.10%
Clasificación SUCS	GP

Realizado por: HLD  
 Revisado por: MTJ

JORGE ESPINOSA MORILLO TRUJILLO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 63736

<b>Proyecto</b>	: CREACION DEL PUENTE CANTUTA, DISTRITO DE EL DISTRITO DE TAMBO, PILCOMAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO - JUNIN		
<b>Solicita</b>	: CONSORCIO CANTUTA		
<b>Perforación</b>	: P-01 (Margen Derecho)	<b>Inclinación de sondeo</b>	: -90° (Vertical)
<b>Coordenada Norte</b>	: 8668330.43	<b>Cota de superficie</b>	: 3213.10 msnm
<b>Coordenada Este</b>	: 473 232.34	<b>Profundidad Alcanzada (m)</b>	: 30.10
		<b>Fecha inicio</b>	: 12/06/2017
		<b>Fecha finalización</b>	: 17/06/2017
		<b>Nivel Freático (m)</b>	: 1.20

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE SONDEO	RECUPERACION EN %	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		HUMEDAD NATURAL (%)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
				Nº Golpes SPT	Nº Golpes Cono Peck				
0.50	P	98%	M-1			1.17		Presencia de raíces y vegetación en la superficie. Grava Bien Graduada (GW): 87.87% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 10.35% de arena media a fina y 1.78% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacto, ligeramente húmedo de color beige.	GW
1.00		98%							
1.60	R	81.67%	M-2			0.79		Grava Mal Graduada (GP): 87.37% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 12.11% de arena media a fina y 0.52% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP
2.00		84%							
2.60	R	98%	M-3			0.49		Grava Mal Graduada (GP): 84.88% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 14.86% de arena media a fina y 0.26% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP
3.00		86%							
3.50	O	93.33%	M-3			0.49		Grava Mal Graduada (GP): 84.88% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 14.86% de arena media a fina y 0.26% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP
4.00		95.56%							
4.60	N	90%	M-4			0.53		Grava Mal Graduada (GP): 92.03% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 7.55% de arena media a fina y 0.42% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP
5.00		97.50%							
5.50	N	100%	M-4			0.53		Grava Mal Graduada (GP): 92.03% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 7.55% de arena media a fina y 0.42% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP
6.00		96%							

Ejecutado : H.L.D.

Revisado : M.T.J.

JORGE ESTEBAN TRUJILLO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. Nº 88738

<b>Proyecto</b>	: CREACIÓN DEL PUENTE CANTUTA, DISTRITO DE EL DISTRITO DE TAMBO, PILCOMAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO - JUNÍN		
<b>Solicita</b>	: CONSORCIO CANTUTA		
<b>Perforación</b>	: P-01 (Margen Derecho)	<b>Inclinación de sondeo</b>	: -90° (Vertical)
<b>Coordenada Norte</b>	: 8668330.43	<b>Cota de superficie</b>	: 3213.10 msnm
<b>Coordenada Este</b>	: 473 232.34	<b>Profundidad Alcanzada (m)</b>	: 30.10
		<b>Fecha Inicio</b>	: 12/06/2017
		<b>Fecha finalización</b>	: 17/06/2017
		<b>Nivel Freático (m)</b>	: 1.20

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	RECUPERACION EN %	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		HUMEDAD NATURAL (%)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
				N° Golpes SPT	N° Golpes Cono Peck				
6.10		94%							
6.60									
7.00	P	93.33%	M-5			3.51		<b>Grava Mal Graduada (GP):</b> 90.22% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 9.41% de arena media a fina y 0.37% de finos no plásticos. Asimismo, presencia de bolonería de roca con 10% y tamaño máximo de 4" de diámetro. <b>Condición in situ:</b> Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP
7.05	E	96.36%							
7.60	R	93.33%							
8.00	F	97.50%							
8.05	O	97.78%							
8.45	R								
8.90	A								
9.00	C								
9.35	I	95.56%	M-6			8.10		<b>Grava Mal Graduada (GP):</b> 86.04% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 13.59% de arena media a fina y 0.37% de finos no plásticos. Asimismo, presencia de bolonería de roca con 20% y tamaño máximo de 4" de diámetro. <b>Condición in situ:</b> Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP
9.65	O	90%							
9.95	N	70%							
10.00		98%							
10.45									
11.00		81.82%	M-7			10.11		<b>Grava Mal Graduada (GP):</b> 92.88% de gravas gruesas, subredondeadas, 6.83% de arena media y 0.29% de finos no plásticos. Asimismo, presencia de bolonería de roca con 70% y tamaño máximo de 5" de diámetro. <b>Condición in situ:</b> Compato, saturado de color beige.	GP
11.50		90%	M-8			10.44		<b>Grava Mal Graduada con Arena (GP):</b> 78.91% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 20.60% de arena media a fina y 0.49% de finos no plásticos. <b>Condición in situ:</b> Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP
12.00		84%							

Ejecutado : H.L.D.

Revisado : M.T.J.

JORGE ESQUIVEL  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 68738

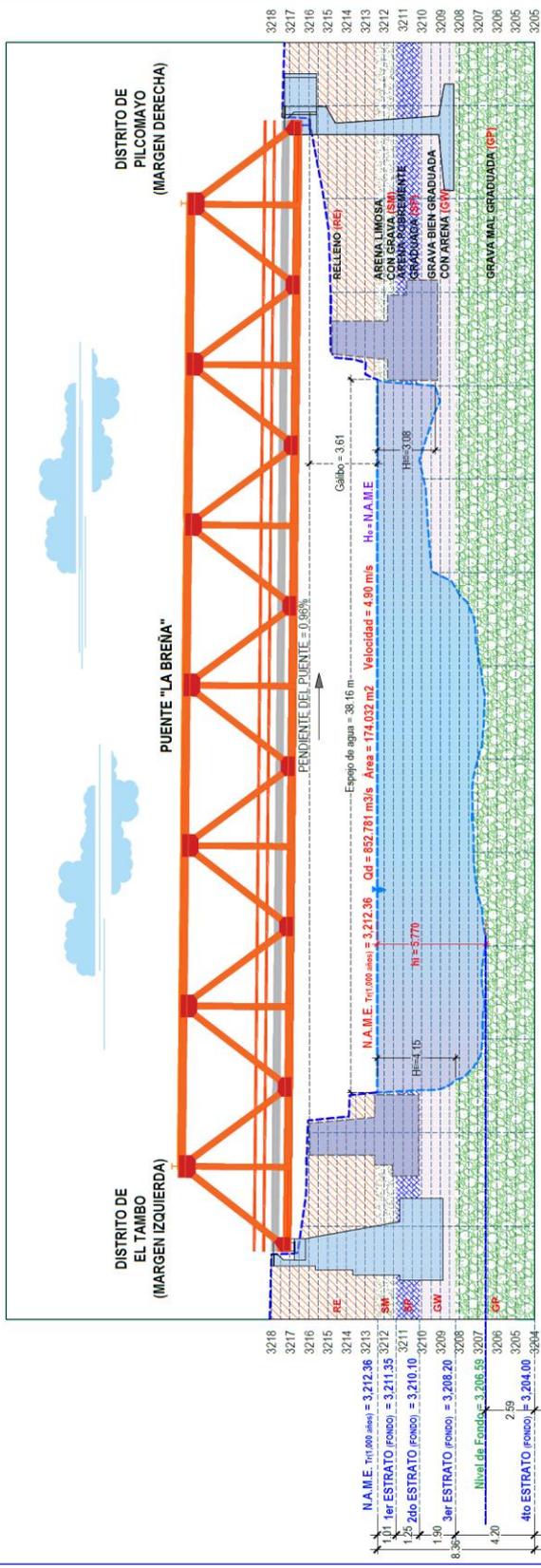
<b>Proyecto</b>	: CREACION DEL PUENTE CANTUTA, DISTRITO DE EL DISTRITO DE TAMBO, PILCOMAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO - JUNÍN		
<b>Solicita</b>	: CONSORCIO CANTUTA		
<b>Perforación</b>	: P-01 (Margen Derecho)	<b>Inclinación de sondeo</b>	: -90° (Vertical)
<b>Coordenada Norte</b>	: 8668330.43	<b>Cota de superficie</b>	: 3213.10 msnm
<b>Coordenada Este</b>	: 473 232.34	<b>Profundidad Alcanzada (m)</b>	: 30.10
		<b>Fecha inicio</b>	: 12/06/2017
		<b>Fecha finalización</b>	: 17/06/2017
		<b>Nivel Freático (m)</b>	: 1.20

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	RECUPERACION EN %	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		HUMEDAD NATURAL (%)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
				Nº Golpes SPT	Nº Golpes Cono Peck				
12.40		92.50%							
12.80	P	95%							
13.00	E	80%	M-9			3.70		Grava Mal Graduada con Limo (GP-GM): 81.41% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 7.32% de arena fina y 11.27% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	GP-GM
13.30	R	80%							
13.80	F								
14.00	O	75%	M-10			0.48		Grava Mal Graduada (GP): 97.50% de gravas gruesas, subredondeadas, 1.58% de arena fina y 0.91% de finos no plásticos. Asimismo, presencia de bolonería de roca con 75% y tamaño máximo de 4" de diámetro. Condición in situ: Compacto, saturado de color beige.	GP
14.20	R								
14.70	A	98%							
15.00	C	84.44%	M-11			1.81		Grava Limosa (GM): 62.98% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 11.36% de arena fina y 25.66% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	GM
15.15	I								
15.60	O	84.44%							
16.00	N	86.00%	M-12			1.31		Grava Limosa con Arena (GM): 54.65% de gravas gruesas a finas, subredondeadas, 26.01% de arena fina y 19.34% de finos no plásticos. Asimismo, presencia de bolonería de roca con 10% y tamaño máximo de 3" de diámetro. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	GM
16.10									
16.60		92%							
17.00		98%	M-13			5.28		Limo Arenoso (ML): 40.68% de arena fina y 59.32% de finos plásticos. Condición in situ: Medianamente compacto, saturado de color beige.	ML
17.10									
17.60		98%							
18.00		93.33%							

Ejecutado : H.L.D.

Revisado : M.T.J.

*[Firma]*  
 JORGE ESPINOSA TRUJILLO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. Nº 66738



3217.39	3215.20	3214.84	3209.50	3209.90	3209.37	3206.89	3207.01	3207.25	3206.62	3206.76	3216.07	3216.39
0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+070	0+080	0+090	0+100	0+110	0+120

Cola de Terreno (m.s.n.m.)

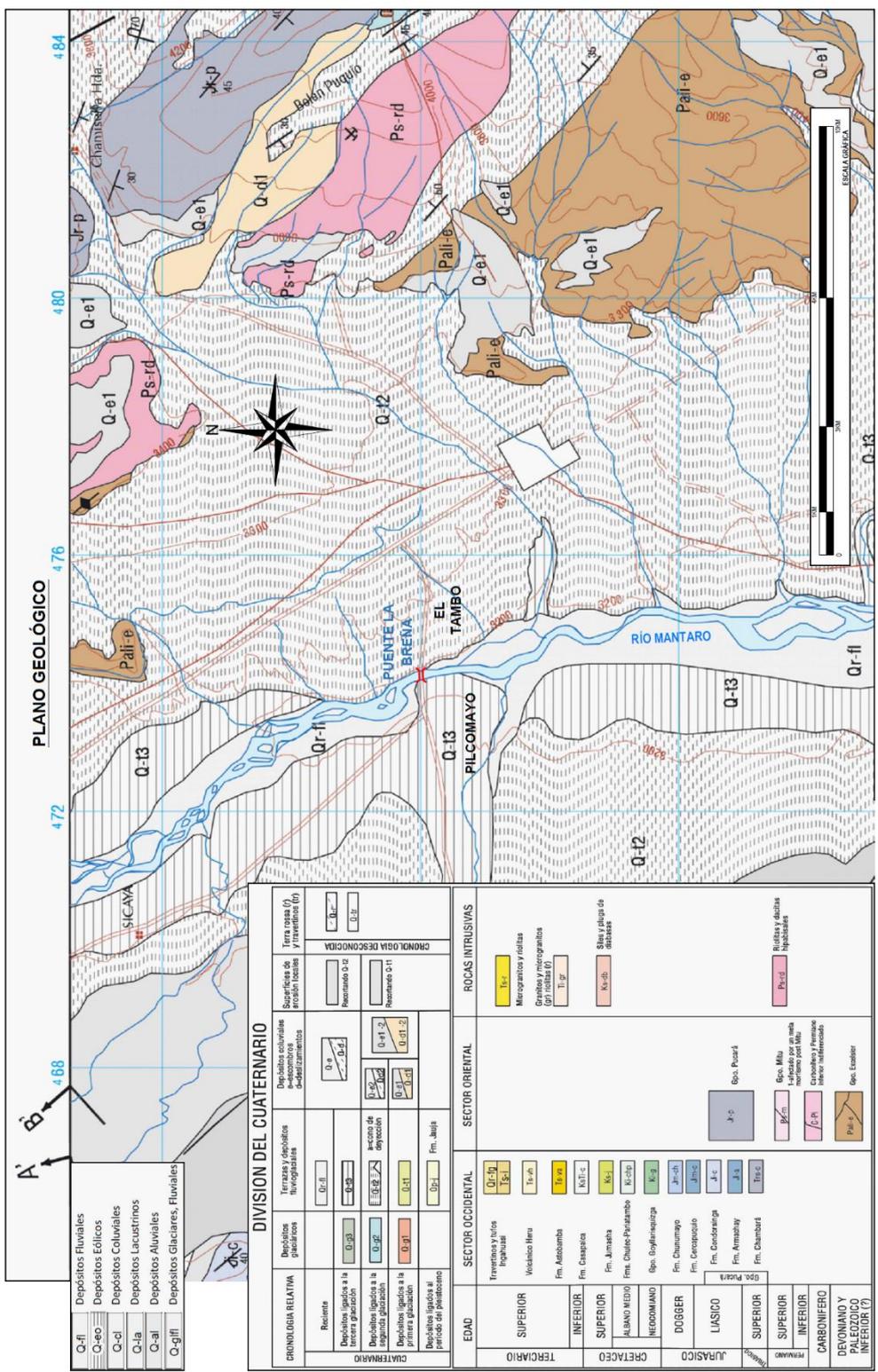
Progresivas

**SECCIÓN 1-1: PUENTE LA BREÑA, PERFIL ESTADIGRÁFICO**  
 ESC: 1/200

	<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	AUTOR: DR. VERA PERALTA, DEYRE ELYN AUTOR TÍTULO: ING. FABIAN BRÁÑEZ, ALCIDES LUIS TÍTULO: BACH. SALAS PALOMINO, LEO RAYMOND	TEMA: "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERILADOS DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPLER PARA EL ANÁLISIS DE OCUPACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"	DEPARTAMENTO: JUNÍN PROVINCIA: HUANCAYO DISTRITO: EL TAMBO - PILCOMAYO	FECHA: NOVIEMBRE - 2019 ESCALA: 1/200	PLANO: PERIL ESTADIGRÁFICO PUENTE LA BREÑA (RUTA NACIONAL PE-24)	LÁMINA: <b>PE-01</b>

**ANEXO F**

**PLANO GEOLÓGICO**



PLANO GEOLÓGICO 472 476 480 484

Q-f	Depósitos Fluviales
Q-ee	Depósitos Eólicos
Q-cl	Depósitos Coluviales
Q-la	Depósitos Laciastróicos
Q-al	Depósitos Aluviales
Q-gli	Depósitos Glaciares, Fluviales

CRONOLOGIA RELATIVA		Depósitos glaciares	Turbiditas y depósitos heterogéneos	Depósitos coluviales y escombros sedimentarios	Superficies de erosión	Firma (masa) y submasas
Reciente	Q-f	Q-gli	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	GRONOLGIA DESCENDIDA
Depósitos ligados a la tectónica	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-gli	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	GRONOLGIA DESCENDIDA
Depósitos ligados a la erosión	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-gli	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	GRONOLGIA DESCENDIDA
Depósitos ligados a la tectónica y erosión	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-gli	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	GRONOLGIA DESCENDIDA
Depósitos ligados al período de post-tectónica	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-gli	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	Q-ee, Q-cl, Q-la, Q-al	GRONOLGIA DESCENDIDA

EDAD	SECTOR OCCIDENTAL	SECTOR ORIENTAL	ROCAS INTRUSIVAS
Terciario	<p>Troncoso y vicos Ingañal</p> <p>Vestibulo Huru</p> <p>Fm. Atobamba</p> <p>Fm. Casapica</p> <p>Fm. Alvarado</p> <p>Fm. Chucru-Purumbulo</p> <p>Op. Soglimayaga</p> <p>Fm. Churumayo</p> <p>Fm. Conocapulo</p> <p>Fm. Condoranga</p> <p>Fm. Armasay</p> <p>Fm. Chaurab</p>	<p>Q-10</p> <p>Q-11</p> <p>Q-12</p> <p>Q-13</p> <p>Q-14</p> <p>Q-15</p> <p>Q-16</p> <p>Q-17</p> <p>Q-18</p> <p>Q-19</p> <p>Q-20</p> <p>Q-21</p> <p>Q-22</p> <p>Q-23</p> <p>Q-24</p> <p>Q-25</p> <p>Q-26</p> <p>Q-27</p> <p>Q-28</p> <p>Q-29</p> <p>Q-30</p> <p>Q-31</p> <p>Q-32</p> <p>Q-33</p> <p>Q-34</p> <p>Q-35</p> <p>Q-36</p> <p>Q-37</p> <p>Q-38</p> <p>Q-39</p> <p>Q-40</p> <p>Q-41</p> <p>Q-42</p> <p>Q-43</p> <p>Q-44</p> <p>Q-45</p> <p>Q-46</p> <p>Q-47</p> <p>Q-48</p> <p>Q-49</p> <p>Q-50</p> <p>Q-51</p> <p>Q-52</p> <p>Q-53</p> <p>Q-54</p> <p>Q-55</p> <p>Q-56</p> <p>Q-57</p> <p>Q-58</p> <p>Q-59</p> <p>Q-60</p> <p>Q-61</p> <p>Q-62</p> <p>Q-63</p> <p>Q-64</p> <p>Q-65</p> <p>Q-66</p> <p>Q-67</p> <p>Q-68</p> <p>Q-69</p> <p>Q-70</p> <p>Q-71</p> <p>Q-72</p> <p>Q-73</p> <p>Q-74</p> <p>Q-75</p> <p>Q-76</p> <p>Q-77</p> <p>Q-78</p> <p>Q-79</p> <p>Q-80</p> <p>Q-81</p> <p>Q-82</p> <p>Q-83</p> <p>Q-84</p> <p>Q-85</p> <p>Q-86</p> <p>Q-87</p> <p>Q-88</p> <p>Q-89</p> <p>Q-90</p> <p>Q-91</p> <p>Q-92</p> <p>Q-93</p> <p>Q-94</p> <p>Q-95</p> <p>Q-96</p> <p>Q-97</p> <p>Q-98</p> <p>Q-99</p> <p>Q-100</p>	<p>Tr-1</p> <p>Tr-2</p> <p>Tr-3</p> <p>Tr-4</p> <p>Tr-5</p> <p>Tr-6</p> <p>Tr-7</p> <p>Tr-8</p> <p>Tr-9</p> <p>Tr-10</p> <p>Tr-11</p> <p>Tr-12</p> <p>Tr-13</p> <p>Tr-14</p> <p>Tr-15</p> <p>Tr-16</p> <p>Tr-17</p> <p>Tr-18</p> <p>Tr-19</p> <p>Tr-20</p> <p>Tr-21</p> <p>Tr-22</p> <p>Tr-23</p> <p>Tr-24</p> <p>Tr-25</p> <p>Tr-26</p> <p>Tr-27</p> <p>Tr-28</p> <p>Tr-29</p> <p>Tr-30</p> <p>Tr-31</p> <p>Tr-32</p> <p>Tr-33</p> <p>Tr-34</p> <p>Tr-35</p> <p>Tr-36</p> <p>Tr-37</p> <p>Tr-38</p> <p>Tr-39</p> <p>Tr-40</p> <p>Tr-41</p> <p>Tr-42</p> <p>Tr-43</p> <p>Tr-44</p> <p>Tr-45</p> <p>Tr-46</p> <p>Tr-47</p> <p>Tr-48</p> <p>Tr-49</p> <p>Tr-50</p> <p>Tr-51</p> <p>Tr-52</p> <p>Tr-53</p> <p>Tr-54</p> <p>Tr-55</p> <p>Tr-56</p> <p>Tr-57</p> <p>Tr-58</p> <p>Tr-59</p> <p>Tr-60</p> <p>Tr-61</p> <p>Tr-62</p> <p>Tr-63</p> <p>Tr-64</p> <p>Tr-65</p> <p>Tr-66</p> <p>Tr-67</p> <p>Tr-68</p> <p>Tr-69</p> <p>Tr-70</p> <p>Tr-71</p> <p>Tr-72</p> <p>Tr-73</p> <p>Tr-74</p> <p>Tr-75</p> <p>Tr-76</p> <p>Tr-77</p> <p>Tr-78</p> <p>Tr-79</p> <p>Tr-80</p> <p>Tr-81</p> <p>Tr-82</p> <p>Tr-83</p> <p>Tr-84</p> <p>Tr-85</p> <p>Tr-86</p> <p>Tr-87</p> <p>Tr-88</p> <p>Tr-89</p> <p>Tr-90</p> <p>Tr-91</p> <p>Tr-92</p> <p>Tr-93</p> <p>Tr-94</p> <p>Tr-95</p> <p>Tr-96</p> <p>Tr-97</p> <p>Tr-98</p> <p>Tr-99</p> <p>Tr-100</p>

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**DR. VERA PERALTA, DEYBE EYVN**  
**ING. FABIAN BRANZEZ, ALCIDES LUIS**  
**BACH. SALAS PALOMINO, LEO RAYMOND**

**PLANO GEOLÓGICO PUNTA LA BREÑA (RUTA NACIONAL PE 24)**

**PGEO-01**

DEPARTAMENTO: JUNIN PERIODO: LESP FECHA: NOVIEMBRE, 2019 LOCALIDAD: HUANCAYO ESCALA: GRAFICA

TITULO: "MEDICION DEL CAUDAL CON FERRILLADOR DE CORRIENTE ACUSTICA DOPPLER PARA EL ANALISIS DE SOCACION EN ESTREOS DEL PUNTA LA BREÑA"

ESCALA GRAFICA

## **ANEXO G**

### **PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE MEDICIÓN CON ADCP M9**

RiverSurveyor Live

Alerta brújula 51.7128

Proceso: Barco móvil

Paso: Margen Final (8)

Muestra: 128

Hora: 9:44:47

Duración: 0:02:08

Voltage (V): 9.8

Ajustes: Bottom Track

Ref. de profundidad: Haz Vertical

Sistema coordina...: ENU

Resumen

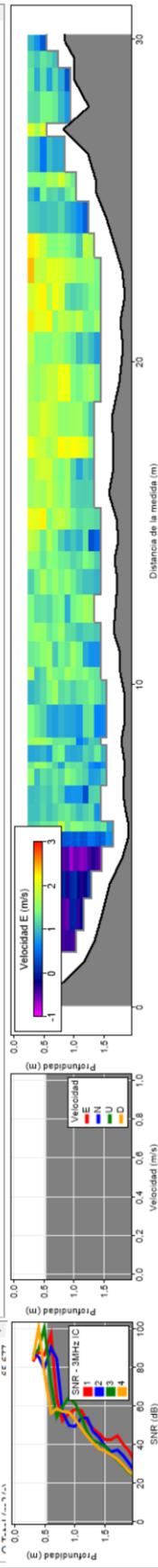
Paso	Muestra	Hora	Inicio de la m (m)	DMG (m)	Profundidad (m)	Numero ...	Satélites	Calidad ...	ciudad prom (m/s)	locidad Bar (m/s)	Q Izquierda (m3/s)	Q Derecha (m3/s)	Q Total (m3/s)	Q Total con (m3/s)
En secci...	116	9:44:35	32.13	26.84	0.77	23	3	6	1	0.745	0.485	0.00	0.21	64.711
En secci...	117	9:44:36	32.81	27.32	0.61	23	1	6	1	0.660	0.076	0.00	0.21	64.956
En secci...	118	9:44:37	33.13	27.63	0.59	23	1	6	1	1.069	0.327	0.00	0.21	65.132
En secci...	119	9:44:38	33.28	27.65	0.71	7	0	6	1	0.000	0.141	0.00	0.21	65.131
En secci...	120	9:44:39	33.49	27.62	0.53	7	7	5	1	1.020	0.216	0.00	0.21	65.148
Margen ...	121	9:44:40	33.59	27.59	0.57	7	6	6	1	0.869	0.095	0.16	0.21	65.302
Margen ...	122	9:44:41	33.81	27.72	0.43	7	6	6	1	0.539	0.220	0.11	0.21	65.257
Margen ...	123	9:44:42	33.90	27.62	0.52	7	7	6	1	0.396	0.096	0.10	0.21	65.244
Margen ...	124	9:44:43	34.12	27.69	0.57	7	7	6	1	0.476	0.212	0.10	0.21	65.243
Margen ...	125	9:44:44	34.23	27.76	0.59	7	6	6	1	0.291	0.114	0.09	0.21	65.236
Margen ...	126	9:44:45	34.35	27.83	0.55	7	7	6	1	0.378	0.120	0.08	0.21	65.233
Margen ...	127	9:44:46	34.58	28.04	0.56	7	8	6	1	0.762	0.330	0.09	0.21	65.242
Margen ...	128	9:44:47	34.64	27.99	0.58	7	5	6	1	0.560	0.062	0.10	0.21	65.244

Smart Page Sistema Navegación Margenes Seis de datos Sección transversal

Resumen de la medida

Archivo	Dist. del margen (m)	Fecha de inicio	Hora de inicio	Duración	ancia de la med (m)	DMG (m)	Ancho (m)	Area (m2)	ocidad prom: (m/s)	velocidad Barco (m/s)	Q Izquierda (m3/s)	Q Derecha (m3/s)	Q Total (m3/s)	P Q Total corre: (m3/s)	% Medida (%)
20060105094...	2,00	05/01/2006	9:42:40	0:02:08	34.64	27.99	30.992	42.026	1.552	0.271	0.10	0.21	65.244	--	69.1
20060105094...	2,00	05/01/2006	9:44:57	0:00:57	31.94	28.46	31.459	41.918	1.567	0.360	0.09	0.12	65.677	--	69.2
20060105094...	2,00	05/01/2006	9:46:10	0:00:52	28.67	26.38	29.385	39.486	1.467	0.551	0.10	-0.04	57.916	--	68.8
20060105094...	2,00	05/01/2006	9:47:19	0:00:54	31.35	28.09	31.091	43.563	1.573	0.381	0.09	0.91	68.508	--	69.3
Promedio			0:01:13		31.65	27.73	30.732	41.748	1.540	0.491	0.09	0.30	64.336	--	69.1
Desviación Est...			0:00:32		2.12	0.80	0.797	1.459	0.043	0.128	0.01	0.36	3.913	--	0.2
COV			0.000		0.067	0.029	0.026	0.035	0.028	0.260	0.054	1.219	0.061	0.000	0.003

Paso	Muestra	Hora	Alcía de la m (m)	DMG (m)	Profundidad (m)	Numero ...	Satellites	Calidad ...	ocidad prom (m/s)	ocidad Bar (m/s)	Q Izquierda (m3/s)	Q Derecha (m3/s)	Q Total (m3/s)	Q Total corr (m3/s)
En secci...	45	9:45:41	25.41	23.47	1.37	23	8	7	1,471	0,441	0,09	0,00	62,648	--
En secci...	46	9:45:42	25.85	23.83	1.35	23	8	7	1,655	0,441	0,09	0,00	62,910	--
En secci...	47	9:45:43	26.95	24.83	1.22	23	6	8	0,932	1,103	0,09	0,00	63,437	--
En secci...	48	9:45:44	27.38	25.26	0.81	23	3	8	2,227	0,427	0,09	0,00	64,151	--
En secci...	49	9:45:45	28.37	25.74	1.24	23	7	8	1,242	0,995	0,09	0,00	63,864	--
En secci...	50	9:45:46	29.11	26.33	0.99	23	7	8	1,503	0,734	0,09	0,00	64,491	--
En secci...	51	9:45:47	29.62	26.80	1.01	23	5	8	1,336	0,510	0,09	0,00	65,165	--
En secci...	52	9:45:48	30.13	27.27	0.84	23	3	8	0,924	0,510	0,09	0,00	65,561	--
Margen ...	53	9:45:49	30.86	27.98	0.61	23	2	8	0,494	0,732	0,09	-0,06	65,499	--
Margen ...	54	9:45:50	31.23	28.16	0.60	23	1	8	0,448	0,374	0,09	-0,08	65,478	--
Margen ...	55	9:45:51	31.49	28.40	0.55	23	1	8	0,594	0,256	0,09	0,07	65,632	--
Margen ...	56	9:45:52	31.81	28.33	0.48	23	1	7	0,681	0,319	0,09	0,12	65,678	--
Margen ...	57	9:45:53	31.94	28.46	0.53	23	0	7	0,000	0,133	0,09	0,12	65,677	--

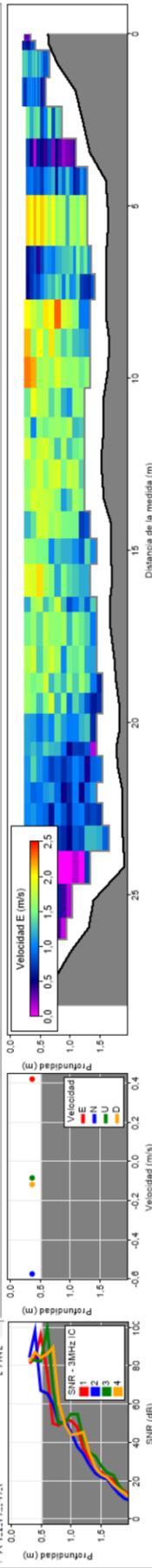


Smart Page Sistema Navegación Margenes Series de datos Seccion transversal

Resumen de la medida

Archivo	Yst. del margen (m)	Yst. del margen (m)	Fecha de inicio	Hora de inicio	Duracion	ancia de la mer (m)	DMG (m)	Ancho (m)	Area (m2)	ocidad prom (m/s)	elocidad Bar (m/s)	Q Izquierda (m3/s)	Q Derecha (m3/s)	Q Total (m3/s)	p Q Total corre (m3/s)	% Medida (%)
20060105094...	1.00	2.00	05/01/2006	9:45:40	0:02:08	34.64	27.99	30.92	42.026	1.552	0.271	0.10	0.21	65.244	--	69.1
20060105094...	1.00	2.00	05/01/2006	9:44:57	0:00:57	31.94	28.46	31.59	41.918	1.567	0.560	0.09	0.12	65.677	--	69.2
20060105094...	1.00	2.00	05/01/2006	9:46:10	0:00:52	28.67	26.38	29.385	39.486	1.467	0.551	0.10	-0.04	57.916	--	68.8
20060105094...	1.00	2.00	05/01/2006	9:47:19	0:00:54	31.35	28.09	31.091	43.463	1.573	0.581	0.09	0.91	68.508	--	69.3
Promedio																
Desviación Est...																
COV																

Paso	Muestra	Hora	Inicio de la m (m)	DMG (m)	Profundidad (m)	Numero ...	Satélites	Calidad ...	ciudad prom (m/s)	locidad Bar (m/s)	Q Izquierda (m <sup>3</sup> /s)	Q Derecha (m <sup>3</sup> /s)	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Q Total con (m <sup>3</sup> /s)
En secti...	40	9:46:49	21.72	20.56	1.79	23	13	6	1,816	0.758	0.00	-0.05	46,086	--
En secti...	41	9:46:50	22.31	21.01	1.87	23	12	6	1,896	0.390	0.00	-0.05	47,849	--
En secti...	42	9:46:51	22.98	21.67	1.85	23	13	6	1,851	0.667	0.00	-0.05	50,103	--
En secti...	43	9:46:52	23.70	22.38	1.86	23	14	5	1,786	0.724	0.00	-0.05	52,510	--
En secti...	44	9:46:53	24.67	23.27	1.90	23	11	5	1,053	0.964	0.00	-0.05	54,116	--
En secti...	45	9:46:54	25.65	24.16	1.38	23	8	5	1,417	0.984	0.00	-0.04	56,025	--
En secti...	46	9:46:55	26.28	24.77	1.30	23	7	6	0,849	0.624	0.00	-0.04	56,638	--
En secti...	47	9:46:56	26.92	25.36	1.01	23	4	6	1,222	0.643	0.00	-0.04	57,398	--
En secti...	48	9:46:57	28.03	26.09	0.72	23	2	5	1,000	1.109	0.00	-0.04	57,817	--
En secti...	49	9:46:58	28.23	26.29	0.56	25	0	5	0,000	0.203	0.00	-0.04	57,817	--
Margen ...	50	9:46:59	28.50	26.34	0.56	24	0	5	0,000	0.365	0.00	-0.04	57,816	--
Margen ...	51	9:47:00	28.58	26.35	0.54	26	1	5	0,454	0.078	0.07	-0.04	57,888	--
Margen ...	52	9:47:01	28.67	26.38	0.51	26	1	5	0,702	0.093	0.10	-0.04	57,916	--



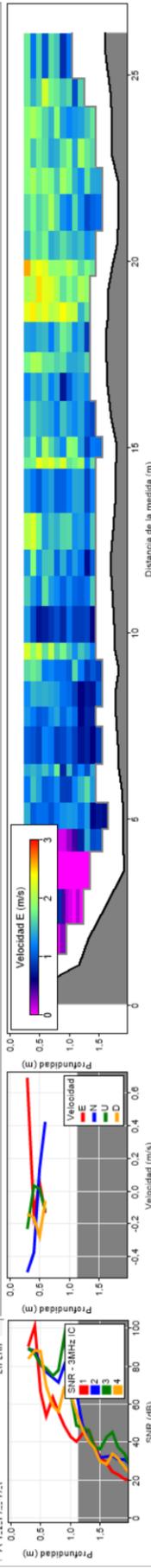
Archivo	Dist. del margen (m)	Fecha de inicio	Hora de inicio	Duración	ancia de la mer (m)	DMG (m)	Ancho (m)	Area (m <sup>2</sup> )	ocidad prom: (m/s)	velocidad Barcz (m/s)	Q Izquierda (m <sup>3</sup> /s)	Q Derecha (m <sup>3</sup> /s)	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	p Q Total correj (m <sup>3</sup> /s)	% Medida (%)
2006010594...	1.00	05/01/2006	9:42:40	0:02:08	34.64	27.99	30.992	42.026	1.532	0.271	0.10	0.21	65.244	--	69.1
2006010594...	1.00	05/01/2006	9:44:57	0:00:57	31.94	28.46	31.459	41.918	1.567	0.360	0.09	0.12	65.677	--	69.2
2006010594...	1.00	05/01/2006	9:46:10	0:00:52	28.67	26.38	29.365	39.486	1.467	0.551	0.10	-0.04	57.916	--	68.8
2006010594...	1.00	05/01/2006	9:47:19	0:00:54	31.35	28.09	31.091	43.563	1.573	0.381	0.09	0.91	66.508	--	69.3
Promedio															
Desviación Est...															
COV															

Resumen de la medida

Smart Page | Sistema | Muestras | Navegación | Margenes | Series de datos | Sección transversal

Post-producción

Paso	Muestra	Hora	Inicio de la m (m)	DMG (m)	Profundidad (m)	Numero ...	Satélites	Calidad ...	ocidad prom (m/s)	ocidad Bar (m/s)	Q Izquierda (m3/s)	Q Derecha (m3/s)	Q Total (m3/s)	Q Total con (m3/s)
En secci...	42	9:48:00	21,80	19,92	1,81	23	13	4	1,933	0,988	0,08	0,00	59,340	--
En secci...	43	9:48:01	22,50	20,09	1,80	23	13	5	2,156	0,698	0,09	0,00	59,027	--
En secci...	44	9:48:02	23,29	20,65	1,69	23	12	7	2,038	0,788	0,09	0,00	59,904	--
En secci...	45	9:48:03	24,16	21,52	1,71	23	12	7	2,083	0,874	0,09	0,00	62,723	--
En secci...	46	9:48:04	24,92	22,27	1,67	23	10	7	1,936	0,755	0,09	0,00	65,044	--
En secci...	47	9:48:05	26,14	23,48	1,59	23	8	6	1,469	1,219	0,09	0,00	67,601	--
Margen ...	48	9:48:06	26,90	24,23	1,28	23	8	5	1,778	0,764	0,09	1,47	69,068	--
Margen ...	49	9:48:07	27,82	25,01	1,26	23	7	6	1,327	0,917	0,09	1,23	68,834	--
Margen ...	50	9:48:08	28,58	25,78	0,94	23	4	7	1,462	0,762	0,09	1,14	68,745	--
Margen ...	51	9:48:09	29,36	26,41	0,98	23	3	8	1,276	0,782	0,09	1,07	68,674	--
Margen ...	52	9:48:10	30,13	26,88	1,17	23	7	8	1,213	0,765	0,09	1,03	68,628	--
Margen ...	53	9:48:11	30,74	27,48	1,05	23	4	8	1,497	0,611	0,09	1,02	68,624	--
Margen ...	54	9:48:12	31,35	28,09	1,12	23	4	7	1,132	0,611	0,09	0,91	68,508	--



Archivo	Dist. del margen (m)	Dist. del margen (m)	Fecha de inicio	Hora de inicio	Duracion	ancia de la m (m)	DMG (m)	Ancho (m)	Area (m2)	ocidad promec (m/s)	Velocidad Barc (m/s)	Q Izquierda (m3/s)	Q Derecha (m3/s)	Q Total (m3/s)	p Q Total correj (m3/s)	% Medida (%)
20060105094...	1,00	2,00	05/01/2006	9:42:40	0:02:08	34,64	27,99	30,992	42,026	1,552	0,271	0,10	0,21	65,244	--	69,1
20060105094...	1,00	2,00	05/01/2006	9:44:57	0:00:57	31,94	28,46	31,459	41,918	1,567	0,560	0,09	0,12	65,677	--	69,2
20060105094...	1,00	2,00	05/01/2006	9:46:10	0:00:52	28,67	26,38	29,385	39,496	1,467	0,551	0,10	-0,04	57,916	--	68,8
20060105094...	1,00	2,00	05/01/2006	9:47:19	0:00:54	31,35	28,09	31,091	43,563	1,573	0,581	0,09	0,91	68,508	--	69,3
			Promedio		0:01:13	31,65	27,73	30,732	41,748	1,540	0,491	0,09	0,30	64,336	--	69,1
			Desviación Est...		0:00:32	2,12	0,80	0,797	1,459	0,043	0,128	0,01	0,36	3,913	--	0,2
			COV		0,000	0,067	0,029	0,026	0,035	0,028	0,260	0,054	1,219	0,061	0,000	0,003

## **ANEXO H**

DATOS SENAMHI.



**SOLICITUD:** DATOS DE CONTROL HIDROMÉTRICO Y METEOROLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE LA TESIS EN EL ÁREA DE HIDRÁULICA.

**Sr. Secretario General del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú de la Dirección Zonal 11 – SENAMHI DZ-11**

Abog. Silvana Patricia Elías Naranjo.

yo, **Leo Raymond, Salas Palomino** identificado con D.N.I. N°72847463, bachiller en Ingeniería Civil y tesista en el área de investigación de Hidráulica de la Universidad Peruana Los Andes.

**Solicito** se me brinde por motivos de investigación, datos de control hidrométrico (tirantes de río Mantaro – puente La Breña) y meteorológico en función al plan de tesis aprobado mediante **Resolución N°2021-2019-DFI-UPLA** por la Universidad Peruana Los Andes, cuyo nombre de la investigación se denomina: **“MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA”**, para la cual detallo las características de la estación meteorológica.

ESTACIÓN : HLM-PLU Puente Breña  
PARÁMETRO : Niveles de agua  
AÑOS : 24 años (1995-2019)

Correo electrónico : leo.raymond.salas@gmail.com  
raymond\_092@hotmail.com  
Teléfono celular : 964060637

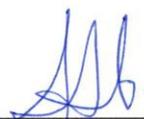
POR TANTO:

Ruego a usted acceder **Sr. Secretario General de SENAMHI de la DZ-11**, acceder a mi solicitud para poder desarrollar la descrita investigación.

**Nota:**

Adjunto resolución de aprobación de plan de tesis y hoja con caratula del plan de tesis aprobado.  
Resumen de proyecto de tesis – Matriz de consistencia.  
Declaración jurada.  
Carta de compromiso de entregar una copia al termino de investigación a SENAMHI.  
Copia de DNI

Huancayo, 20 de agosto del 2019

  
Leo Raymond, Salas Palomino  
D.N.I. N°72847463  
Bach. Ingeniería Civil



**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**  
Dirección Zonal de Junín

ESTACION: H.L.M. PUENTE LA BREÑA      LATITUD: -12°03'07.62"      DEPARTAMENTO: JUNÍN  
 N° 22      LONGITUD: -75°14'25.53"      HUANCAYO  
 CATEGORIA: H.L.M.      ALTITUD: 3210 M.S.N.M.      DISTRITO: PILCOMAYO

**PARÁMETRO: TIRANTE NORMAL - MENSUAL (m)**

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	N. MAX	N. MIN
1	1996	1.739	1.840	1.480	1.230	S/D	1.076	1.158	1.100	1.077	1.177	1.170	1.064	1.283	1.840	1.064
2	1997	1.004	1.304	1.177	0.902	0.741	0.830	0.801	1.148	1.008	1.058	1.178	0.590	0.978	1.304	0.590
3	1998	1.026	1.252	1.118	0.933	0.261	0.391	0.449	0.490	0.503	0.486	0.787	1.177	0.739	1.252	0.261
4	1999	1.177	1.417	1.265	1.203	0.672	0.398	0.385	0.441	0.464	1.058	1.178	1.359	0.918	1.417	0.385
5	2000	1.065	1.416	1.685	1.324	0.767	0.591	0.623	0.655	0.734	0.753	0.699	0.665	0.915	1.685	0.591
6	2001	1.199	1.430	1.776	0.825	0.224	0.168	0.177	0.313	0.360	0.334	0.352	0.489	0.637	1.776	0.168
7	2002	1.205	1.420	1.746	0.918	0.741	0.830	0.801	1.148	1.008	1.058	1.178	1.359	1.118	1.746	0.741
8	2003	1.702	1.913	1.875	1.381	0.647	0.674	0.569	0.635	0.592	0.565	0.608	0.807	0.997	1.913	0.565
9	2004	1.398	1.355	1.061	0.910	0.770	0.855	0.805	1.115	0.983	1.038	1.196	1.372	1.071	1.398	0.770
10	2005	1.261	1.265	1.417	1.147	0.892	1.076	1.166	1.094	1.074	1.179	1.163	0.952	1.141	1.417	0.892
11	2006	1.231	1.439	1.503	1.287	0.754	0.799	0.822	0.830	0.903	0.887	0.862	1.085	1.034	1.503	0.754
12	2007	1.296	1.160	1.785	1.791	0.939	0.953	0.909	0.989	0.948	0.918	0.917	1.025	1.136	1.791	0.909
13	2008	1.275	1.281	1.153	0.698	0.634	0.828	0.836	0.835	0.926	0.861	1.049	1.427	0.984	1.427	0.634
14	2009	0.996	1.444	1.590	1.501	0.786	0.770	0.819	0.857	0.974	0.920	1.013	1.461	1.094	1.590	0.770
15	2010	1.739	1.916	1.875	1.381	0.647	0.674	0.569	0.635	0.592	0.565	0.665	1.275	1.044	1.916	0.565
16	2011	1.152	1.943	1.738	1.091	0.652	0.526	0.619	0.657	0.804	1.355	1.640	1.882	1.172	1.943	0.526
17	2012	1.866	2.284	2.369	1.807	1.570	1.251	1.278	1.561	1.531	1.538	1.585	2.091	1.728	2.369	1.251
18	2013	2.205	2.404	2.158	2.111	1.420	1.256	1.214	1.120	1.159	1.035	1.433	1.658	1.598	2.404	1.035
19	2014	1.883	2.344	2.455	1.813	1.550	1.249	1.278	1.359	1.410	1.488	1.544	1.552	1.660	2.455	1.249
20	2015	1.619	1.831	1.897	1.928	1.421	1.256	1.215	1.136	1.161	1.047	1.223	1.446	1.432	1.928	1.047
21	2016	1.070	1.527	1.671	1.363	0.767	0.989	1.017	0.982	0.946	1.033	0.882	0.810	1.088	1.671	0.767
22	2017	1.603	1.705	2.447	1.926	1.333	1.313	0.995	0.880	1.070	1.159	1.121	0.947	1.375	2.447	0.880
23	2018	1.389	1.479	1.818	1.499	0.884	0.880	0.953	1.018	0.933	1.344	1.034	0.866	1.174	1.818	0.866
24	2019	1.113	2.186	2.284	1.172	0.529	0.338	0.341	0.290					1.032	2.284	0.290



**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**  
Dirección Zonal de Junín

ESTACION: H.L.M. PUENTE LA BREÑA	LATITUD: -12°03'07.62"	DEPARTAMENTO: JUNÍN
Nº 22	LONGITUD: -75°14'25.53"	HUANCAYO
CATEGORIA: H.L.M.	ALTITUD: 3210 M.S.N.M.	DISTRITO: PILCOMAYO

PARÁMETRO: TIRANTE MÁXIMO - MENSUAL (m)

Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	N. MAX	N. MIN
1	1996	2.500	2.600	1.900	1.600	S/D	1.400	1.300	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.664	2.600	1.300
2	1997	1.400	2.500	1.500	1.300	1.100	1.100	1.000	1.300	1.300	1.400	1.600	1.300	1.400	2.500	1.000
3	1998	1.400	2.500	1.600	1.900	1.000	0.700	0.800	0.900	0.900	0.900	1.200	1.600	1.283	2.500	0.700
4	1999	1.600	2.400	2.000	1.800	1.200	0.700	0.600	0.700	0.850	1.400	1.600	1.800	1.388	2.400	0.600
5	2000	1.400	2.000	2.200	1.800	1.100	0.900	0.800	0.800	0.800	1.000	0.900	1.300	1.250	2.200	0.800
6	2001	1.700	1.700	2.500	1.500	0.700	0.400	0.300	0.500	2.000	0.600	0.800	1.100	1.150	2.500	0.300
7	2002	1.700	2.400	2.300	1.400	1.100	1.100	1.000	1.300	1.300	1.400	1.600	1.800	1.533	2.400	1.000
8	2003	2.100	2.500	2.400	3.100	0.700	0.800	0.700	0.800	0.800	0.800	0.900	1.500	1.425	3.100	0.700
9	2004	1.700	2.400	1.900	1.400	1.100	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400	1.700	1.800	1.517	2.400	1.100
10	2005	2.100	1.800	1.900	1.600	1.200	1.400	1.400	1.400	1.300	1.400	1.400	1.400	1.525	2.100	1.200
11	2006	1.900	2.200	2.400	2.100	1.000	1.000	1.000	0.900	1.100	1.200	1.300	1.800	1.492	2.400	0.900
12	2007	2.000	2.100	2.400	2.800	1.200	1.800	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.500	1.650	2.800	1.100
13	2008	1.900	2.200	1.700	1.100	0.900	1.100	1.100	1.200	1.200	1.300	1.600	1.600	1.408	2.200	0.900
14	2009	1.500	1.900	2.000	2.500	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.200	1.600	2.400	1.542	2.500	1.000
15	2010	2.500	2.700	2.400	3.100	0.700	0.800	0.700	0.800	0.800	0.800	1.200	1.900	1.533	3.100	0.700
16	2011	2.300	2.500	2.100	1.800	0.700	0.600	0.800	1.600	1.100	1.700	1.870	2.400	1.623	2.500	0.600
17	2012	2.600	2.500	2.500	2.200	1.900	1.500	1.520	1.700	1.900	1.800	1.800	3.300	2.102	3.300	1.500
18	2013	2.900	2.800	2.800	2.800	1.600	1.630	1.400	1.300	1.400	1.400	1.600	2.000	1.969	2.900	1.300
19	2014	2.600	3.000	3.000	2.200	1.900	1.400	1.520	1.500	1.600	1.700	1.600	1.700	1.977	3.000	1.400
20	2015	2.100	2.500	2.500	2.400	1.600	1.630	1.400	1.300	1.400	1.400	1.500	2.500	1.853	2.500	1.300
21	2016	1.500	2.520	2.920	1.700	1.360	1.360	1.340	1.240	1.220	1.280	1.240	1.240	1.577	2.920	1.220
22	2017	2.560	3.020	2.960	2.820	1.660	1.663	1.300	1.200	1.340	1.380	1.300	1.320	1.877	3.020	1.200
23	2018	2.200	2.160	2.320	2.000	1.200	1.200	1.320	1.400	1.300	1.560	1.400	1.420	1.623	2.320	1.200
24	2019	3.120	3.050	2.730	1.980	0.860	0.480	0.480	0.570					1.659	3.120	0.480



**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**  
 Dirección Zonal de Junín

**ESTACION:** H.L.M. PUENTE LA BREÑA      **LATITUD:** -12°03'07.62"      **DEPARTAMENTO:** JUNIN  
**N°** 22      **LONGITUD:** -75°14'25.53"      **PROVINCIA:** HUANCAYO  
**CATEGORIA:** H.L.M.      **ALTITUD:** 3210 M.S.N.M.      **DISTRITO:** PILCOMAYO

**PARÁMETRO: TIRANTE MÍNIMO - MENSUAL (m)**

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	N. MAX	N. MIN
1	1996	1.200	1.400	1.100	1.000	S/D	0.800	0.900	0.800	0.800	0.800	0.800	0.900	0.955	1.400	0.800
2	1997	0.400	0.800	0.800	0.500	0.600	0.600	0.700	0.900	0.700	0.700	0.900	0.300	0.658	0.900	0.300
3	1998	0.400	0.800	0.500	0.100	0.000	0.000	0.100	0.100	0.100	0.000	0.200	0.900	0.356	0.900	0.000
4	1999	0.900	0.500	0.300	0.900	0.200	0.200	0.100	0.000	0.200	0.700	0.900	0.900	0.527	0.900	0.000
5	2000	0.700	0.800	1.400	0.900	0.500	0.400	0.400	0.400	0.500	0.400	0.400	0.300	0.592	1.400	0.300
6	2001	0.800	1.000	1.300	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.800	1.300	0.000
7	2002	0.800	0.800	1.100	0.600	0.600	0.600	0.700	0.900	0.700	0.700	0.900	0.900	0.775	1.100	0.600
8	2003	1.200	1.400	1.500	0.600	0.600	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.733	1.500	0.500
9	2004	1.000	0.900	0.000	0.600	0.600	0.600	0.700	0.700	0.700	0.700	0.800	0.900	0.745	1.000	0.000
10	2005	0.700	0.800	0.900	0.800	0.800	0.800	0.900	0.800	0.800	0.800	0.800	0.700	0.800	0.900	0.700
11	2006	0.800	0.800	0.900	0.700	0.600	0.600	0.600	0.700	0.600	0.600	0.600	0.700	0.683	0.900	0.600
12	2007	0.900	0.700	1.000	1.000	0.600	0.600	0.700	0.800	0.800	0.700	0.700	0.700	0.767	1.000	0.600
13	2008	0.800	0.800	0.800	0.600	0.500	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	1.100	0.683	1.100	0.500
14	2009	0.700	1.100	1.000	0.900	0.700	0.600	0.700	0.700	0.700	0.600	0.700	0.900	0.775	1.100	0.600
15	2010	1.200	1.400	1.500	0.600	0.600	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.800	0.758	1.500	0.500
16	2011	0.600	1.600	1.500	0.600	0.600	0.500	0.500	0.600	0.600	0.800	1.500	1.600	0.917	1.600	0.500
17	2012	1.600	1.900	2.200	1.600	1.400	1.200	1.200	1.500	1.500	1.000	1.400	1.200	1.475	2.200	1.000
18	2013	1.700	2.000	1.200	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.800	0.900	1.400	1.208	2.000	0.800
19	2014	1.400	1.900	1.800	1.600	1.400	1.200	1.200	1.200	1.200	1.000	1.400	1.460	1.397	1.900	1.000
20	2015	1.400	1.500	1.100	1.600	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.900	0.800	1.092	1.600	0.800
21	2016	0.700	0.700	1.140	0.960	0.540	0.580	0.660	0.680	0.740	0.700	0.480	0.520	0.700	1.140	0.480
22	2017	0.700	1.080	1.980	1.000	0.920	1.020	0.600	0.560	0.820	0.880	0.700	0.660	0.910	1.980	0.560
23	2018	0.800	0.740	1.380	0.700	0.380	0.500	0.540	0.520	0.300	1.040	0.600	0.480	0.665	1.380	0.300
24	2019	0.400	1.660	1.800	0.620	0.280	0.100	0.180	0.120					0.645	1.800	0.100



**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**  
*Dirección Zonal de Junín*

**ESTACION:** H.L.M. PUENTE LA BREÑA      **LATITUD:** -12°03'07.62"      **DEPARTAMENTO:** JUNÍN  
**N°** 22      **LONGITUD:** -75°14'25.53"      **PROVINCIA:** HUANCAYO  
**CATEGORIA:** H.L.M.      **ALTITUD:** 3210 M.S.N.M.      **DISTRITO:** PILCOMAYO

**PARÁMETRO: CAUDAL NORMAL - MENSUAL (m3/s)**

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q. PROM.	Q. MÁX	Q. MIN
1	1996	179.780	140.962	110.914	82.706	S/D	70.615	76.910	73.825	70.913	79.152	78.302	69.561	93.967	179.780	69.561
2	1997	99.885	137.899	117.089	90.622	76.997	83.511	81.233	112.912	99.123	104.646	116.715	67.752	99.015	137.899	67.752
3	1998	102.059	131.253	111.940	98.471	47.727	54.555	58.600	61.032	61.834	58.820	82.226	116.618	82.095	131.253	47.727
4	1999	116.618	160.733	128.481	121.727	73.798	55.633	54.850	57.709	59.027	104.646	116.715	139.600	99.128	160.733	54.850
5	2000	73.271	124.192	166.899	107.380	51.177	44.528	44.835	45.685	48.242	49.591	47.361	47.719	70.907	166.899	44.528
6	2001	89.579	119.988	187.359	60.454	49.733	52.141	51.903	45.949	46.445	45.189	48.374	45.860	70.248	187.359	45.189
7	2002	89.994	124.676	181.426	62.111	49.453	53.444	51.801	80.578	66.985	72.886	84.852	110.106	85.693	181.426	49.453
8	2003	169.752	220.301	207.411	133.825	44.972	46.472	43.451	45.272	44.148	43.355	44.750	55.281	91.582	220.301	43.355
9	2004	116.707	114.741	80.963	61.903	51.379	55.167	52.144	78.026	65.066	71.077	88.320	112.557	79.004	116.707	51.379
10	2005	106.223	99.005	118.373	83.589	57.411	73.626	82.948	76.257	73.454	85.036	82.976	62.750	83.471	118.373	57.411
11	2006	96.081	127.900	141.666	110.670	49.371	51.669	53.027	52.996	57.987	57.584	57.196	78.886	77.920	141.666	49.371
12	2007	101.311	89.791	197.458	202.048	63.098	66.088	58.833	64.999	61.464	59.233	60.270	69.365	91.163	202.048	58.833
13	2008	101.268	106.511	83.147	46.869	45.024	53.307	54.260	54.681	60.641	56.153	73.913	119.340	71.260	119.340	45.024
14	2009	99.557	151.019	149.414	168.609	80.170	78.811	82.611	85.774	95.739	91.359	99.990	157.445	111.708	168.609	78.811
15	2010	179.780	221.579	207.411	133.825	44.972	46.472	43.451	45.272	44.148	43.355	47.937	101.268	96.623	221.579	43.355
16	2011	96.088	223.739	176.096	79.753	45.110	42.783	44.680	45.875	54.134	112.239	154.907	209.649	107.088	223.739	42.783
17	2012	206.853	315.656	340.523	191.496	143.631	92.451	95.856	140.364	135.044	136.535	145.202	273.926	184.795	340.523	92.451
18	2013	295.628	354.166	283.656	274.049	116.620	93.669	88.266	77.136	81.829	69.043	120.046	161.088	167.933	354.166	69.043
19	2014	212.969	337.127	375.486	193.284	139.587	92.181	95.856	107.239	116.182	128.907	137.202	138.572	172.883	375.486	92.181
20	2015	152.700	200.236	214.408	221.067	116.805	93.669	88.501	79.060	82.071	70.292	90.657	131.322	128.399	221.067	70.292
21	2016	75.592	144.704	169.792	109.770	53.047	68.606	69.274	65.243	61.531	68.978	59.827	55.302	83.472	169.792	53.047
22	2017	166.336	187.240	370.678	236.690	105.269	102.063	66.028	57.715	72.347	81.753	77.774	63.263	132.263	370.678	57.715
23	2018	116.903	133.200	194.945	136.938	59.176	57.145	63.946	73.239	67.048	96.224	68.381	59.829	93.914	194.945	57.145
24	2019	132.049	307.361	337.875	122.811	63.022	52.341	52.401	50.100					139.745	337.875	50.100



**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**  
 Dirección Zonal de Junín

**ESTACION:** H.L.M. PUENTE LA BREÑA  
**N°** 22  
**CATEGORIA:** H.L.M.

**LATITUD:** -12°03'07.62"  
**LONGITUD:** -75°14'25.53"  
**ALTITUD:** 3210 M.S.N.M.

**DEPARTAMENTO:** JUNIN  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DISTRITO:** PILCOMAYO

**PARÁMETRO: CAUDAL MÁXIMO - MENSUAL (m<sup>3</sup>/s)**

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q. PROM.	Q. MÁX.	Q. MIN
1	1996	382.876	417.419	210.663	147.087	S/D	113.048	98.531	113.048	113.048	113.048	113.048	113.048	175.897	417.419	98.531
2	1997	142.671	404.333	156.842	129.780	107.387	107.387	97.684	129.780	129.780	142.671	172.421	129.780	154.210	404.333	97.684
3	1998	142.671	404.333	172.421	229.073	97.684	73.526	80.829	88.858	88.858	88.858	118.054	172.421	146.466	404.333	73.526
4	1999	172.421	367.800	251.826	208.375	118.054	73.526	66.883	73.526	84.749	142.671	172.421	208.375	161.719	367.800	66.883
5	2000	113.048	235.193	289.259	187.802	74.506	57.155	50.984	50.984	50.984	64.996	57.155	98.531	110.883	289.259	50.984
6	2001	166.610	166.610	382.876	129.233	61.691	61.691	61.691	61.691	235.193	61.691	61.691	74.506	127.098	382.876	61.691
7	2002	166.610	350.002	318.796	113.048	74.506	74.506	64.996	98.531	98.531	113.048	147.087	187.802	150.622	350.002	64.996
8	2003	261.392	382.876	350.002	615.170	46.481	50.984	46.481	50.984	50.984	50.984	57.155	129.233	174.394	615.170	46.481
9	2004	166.610	350.002	210.663	113.048	74.506	74.506	74.506	98.531	98.531	113.048	166.610	187.802	144.030	350.002	74.506
10	2005	261.392	187.802	210.663	147.087	85.684	113.048	113.048	113.048	98.531	113.048	113.048	113.048	139.121	261.392	85.684
11	2006	210.663	289.259	350.002	261.392	64.996	64.996	64.996	57.155	74.506	85.684	98.531	187.802	150.832	350.002	57.155
12	2007	235.193	261.392	350.002	491.513	85.684	187.802	74.506	85.684	85.684	85.684	98.531	129.233	180.909	491.513	74.506
13	2008	210.663	289.259	166.610	74.506	57.155	74.506	74.506	85.684	85.684	98.531	147.087	147.087	125.940	289.259	57.155
14	2009	156.842	229.073	251.826	404.333	107.387	97.684	107.387	107.387	107.387	118.054	172.421	367.800	185.632	404.333	97.684
15	2010	382.876	453.632	350.002	615.170	46.481	50.984	46.481	50.984	50.984	50.984	85.684	210.663	199.577	615.170	46.481
16	2011	318.796	382.876	261.392	187.802	46.481	43.647	50.984	147.087	74.506	166.610	203.630	350.002	186.151	382.876	43.647
17	2012	417.419	382.876	382.876	289.259	210.663	129.233	132.670	166.610	210.663	187.802	187.802	705.953	283.652	705.953	129.233
18	2013	531.063	491.513	491.513	491.513	147.087	152.769	113.048	98.531	113.048	113.048	147.087	235.193	260.451	531.063	98.531
19	2014	417.419	572.282	572.282	289.259	210.663	113.048	132.670	129.233	147.087	166.610	147.087	166.610	255.354	572.282	113.048
20	2015	261.392	382.876	382.876	350.002	147.087	152.769	113.048	98.531	113.048	113.048	129.233	382.876	218.899	382.876	98.531
21	2016	129.233	389.651	539.173	166.610	107.041	107.041	104.138	90.623	88.120	95.828	90.623	90.623	166.559	539.173	88.120
22	2017	403.402	580.726	555.584	499.289	158.601	159.192	98.531	85.684	104.138	110.011	98.531	101.301	246.250	580.726	85.684
23	2018	289.259	277.912	324.904	235.193	85.684	85.684	85.684	85.684	98.531	139.745	113.048	116.151	165.038	324.904	85.684
24	2019	727.330	680.678	502.728	247.102	85.555	59.698	59.698	65.009					303.475	727.330	59.698
														<b>PROM.</b>	<b>447.502</b>	



**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**  
 Dirección Zonal de Jumin

**ESTACION:** H.L.M. PUENTE LA BREÑA  
**N°** 22  
**CATEGORIA:** H.L.M.

**LATITUD:** -12°03'07.62"  
**LONGITUD:** -75°14'25.53"  
**ALTITUD:** 3210 M.S.N.M.

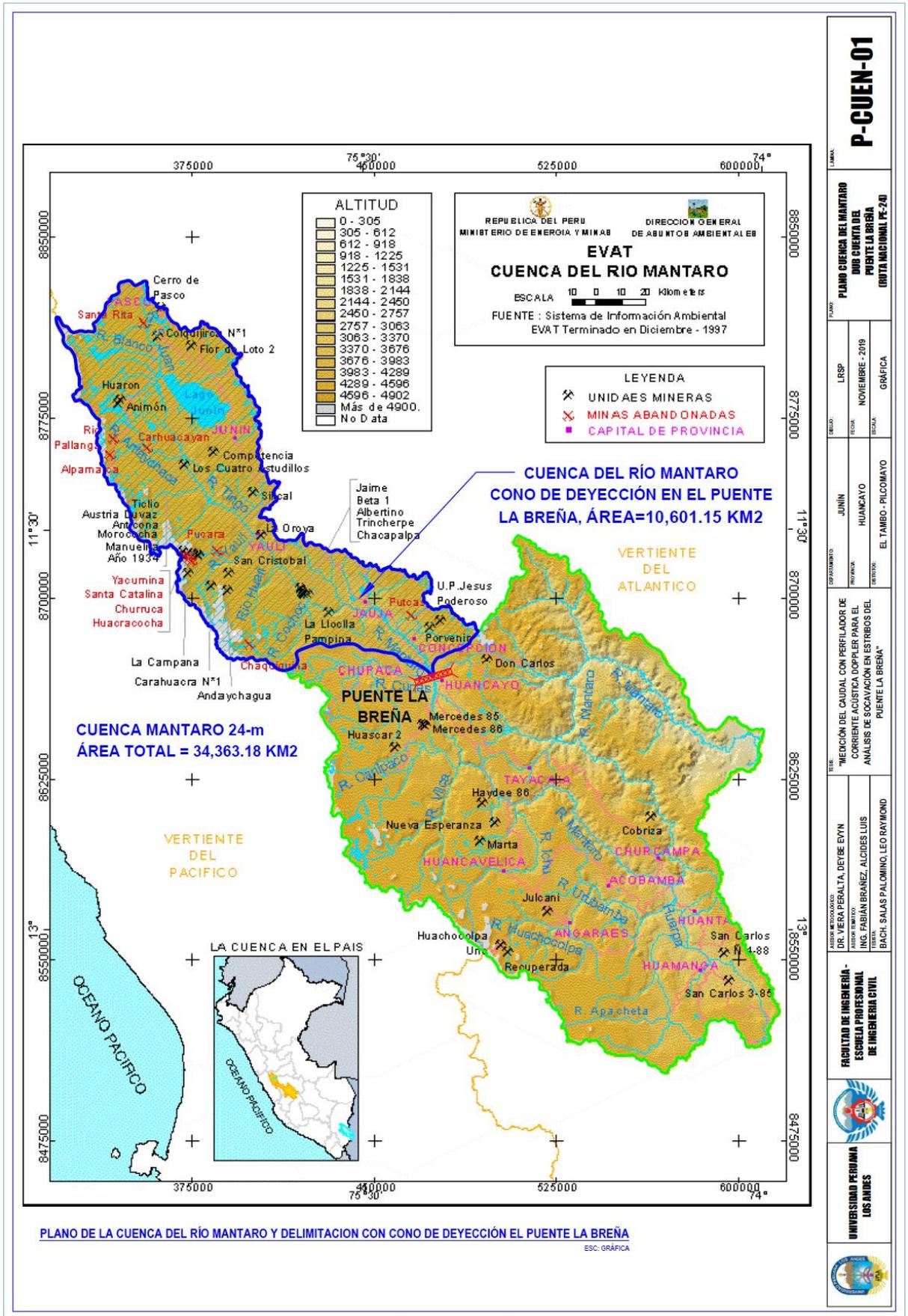
**DEPARTAMENTO:** JUNIN  
**PROVINCIA:** HUANCAYO  
**DISTRITO:** PILCOMAYO

**PARÁMETRO: CAUDAL MÍNIMO - MENSUAL (m3/s)**

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Q. PROM.	Q. MÁX	Q. MÍN
1	1996	85.684	61.691	61.691	61.691	S/D	50.984	57.155	50.984	50.984	50.984	50.984	57.155	58.181	85.684	50.984
2	1997	55.342	80.829	80.829	60.840	66.883	66.883	73.526	88.858	73.526	73.526	88.858	50.342	71.687	88.858	50.342
3	1998	55.342	80.829	60.840	41.656	37.892	37.892	41.656	41.656	41.656	37.892	45.793	88.858	50.987	88.858	37.892
4	1999	88.858	60.840	50.342	88.858	45.793	45.793	41.656	37.892	45.793	73.526	88.858	88.858	63.089	88.858	37.892
5	2000	46.481	50.984	113.048	57.155	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	50.627	113.048	42.482
6	2001	50.984	64.996	98.531	42.482	42.482	42.482	45.159	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	50.002	98.531	42.482
7	2002	50.984	50.984	74.506	43.647	43.647	43.647	46.481	57.155	46.481	46.481	57.155	57.155	51.527	74.506	43.647
8	2003	85.684	113.048	129.233	46.481	43.647	43.647	46.481	46.481	46.481	46.481	42.482	42.482	59.386	129.233	43.647
9	2004	64.996	57.155	46.481	43.647	43.647	43.647	46.481	46.481	46.481	46.481	50.984	57.155	49.470	64.996	43.647
10	2005	46.481	50.984	57.155	50.984	50.984	50.984	57.155	50.984	50.984	50.984	50.984	46.481	51.262	57.155	46.481
11	2006	50.984	50.984	57.155	46.481	43.647	43.647	43.647	46.481	43.647	43.647	43.647	46.481	46.704	57.155	43.647
12	2007	57.155	46.481	64.996	64.996	43.647	43.647	46.481	50.984	50.984	46.481	46.481	46.481	50.754	64.996	43.647
13	2008	50.984	50.984	50.984	43.647	42.482	43.647	43.647	43.647	43.647	43.647	43.647	74.506	47.956	74.506	42.482
14	2009	73.526	107.387	97.684	88.858	73.526	66.883	73.526	73.526	73.526	66.883	73.526	88.858	79.809	107.387	66.883
15	2010	85.684	113.048	129.233	43.647	43.647	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	42.482	50.984	60.095	129.233	42.482
16	2011	43.647	147.087	147.087	43.647	43.647	42.482	42.482	43.647	43.647	50.984	129.233	147.087	75.569	147.087	42.482
17	2012	147.087	210.663	289.259	147.087	113.048	85.684	85.684	129.233	129.233	64.996	113.048	85.684	133.392	289.259	64.996
18	2013	166.610	235.193	85.684	129.233	64.996	64.996	64.996	64.996	64.996	50.984	57.155	113.048	96.907	235.193	50.984
19	2014	113.048	210.663	187.802	147.087	113.048	85.684	85.684	85.684	85.684	64.996	113.048	122.559	117.916	210.663	64.996
20	2015	113.048	129.233	74.506	147.087	64.996	64.996	64.996	64.996	64.996	64.996	57.155	50.984	78.998	147.087	50.984
21	2016	46.481	46.481	78.777	61.659	42.748	43.280	45.147	45.781	48.082	46.481	42.449	42.581	49.162	78.777	42.449
22	2017	46.481	72.470	230.154	64.996	58.590	66.774	43.647	42.981	52.084	55.788	46.481	45.147	68.799	230.154	42.981
23	2018	50.984	48.082	110.011	46.481	42.482	42.482	42.748	42.581	42.482	61.691	43.647	42.449	51.343	110.011	42.449
24	2019	55.342	37.892	208.375	68.162	49.398	41.656	44.934	42.452					68.526	208.375	37.892
															<b>PROM.</b>	<b>46.570</b>

## **ANEXO I**

### **PLANO DE CUENCA RÍO MANTANRO**



**P-CUEN-01**

PLANO CUENCA DEL MANTARO  
 DIBO CUENTA DEL  
 PUENTE LA BREÑA  
 (GRITA NACIONAL PE-24)

FECHA: NOVIEMBRE - 2019  
 ESCALA: GRÁFICA

DEPARTAMENTO: JUNÍN  
 PROVINCIA: HUANCAYO  
 DISTRITO: EL TAMBO - PUCOMAYO

TÍTULO: "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERFILADOR DE  
 CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL  
 ANÁLISIS DE SOCACCIÓN EN ESTRIBOS DEL  
 PUENTE LA BREÑA"

ÁREA DE INVESTIGACIÓN:  
 DR. VERA PERALTA, DEBYE EYVN  
 ASISTENTE TÉCNICO:  
 ING. PABLO BRANZ, ALCIDES LUIS  
 BACH. SALAS PALOMINO, LEO RAYMOND

FACULTAD DE INGENIERÍA -  
 ESCUELA PROFESIONAL  
 DE INGENIERÍA CIVIL

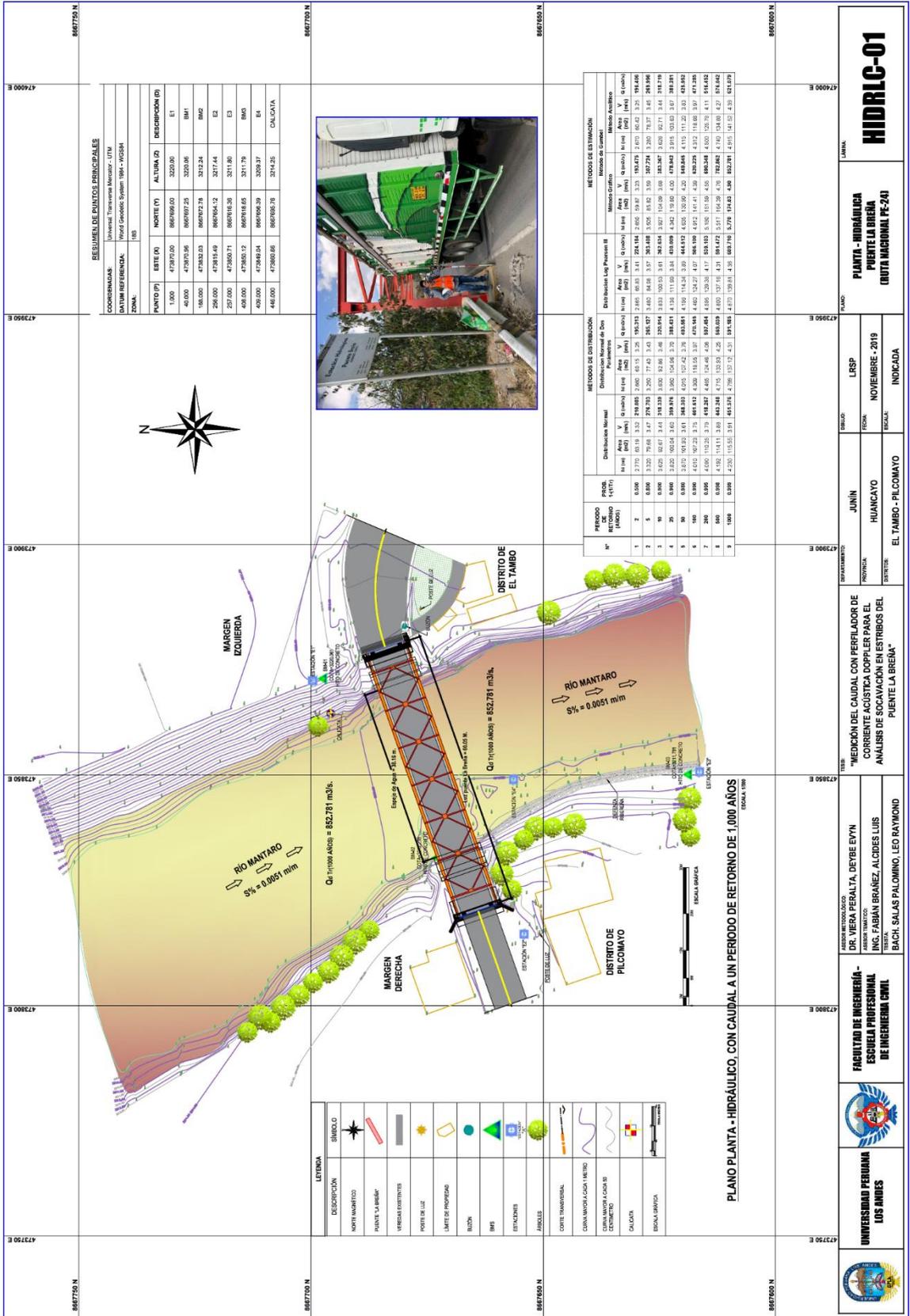


UNIVERSIDAD PERUANA  
 LOS ANDES



## **ANEXO J**

### **PLANO HIDRÁULICO**



**RESUMEN DE PUNTOS PRINCIPALES**

COORDENADAS: Universal Transversa Mercator - UTM  
 DATUM REFERENCIAL: World Geodetic System 1984 - WGS84  
 ZONA: 18S

PUNTO (P)	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTURA (Z)	DESCRIPCIÓN (D)
1.000	473902.00	86679560.00	3220.00	E1
40.000	473925.06	86679527.25	3220.06	BM1
165.000	473923.03	86679527.39	3217.24	BM2
256.000	473925.49	86679541.12	3217.44	E2
257.000	473926.71	86679516.38	3211.80	E3
409.000	473926.12	86679516.65	3211.79	BM3
409.000	473926.04	86679526.39	3209.37	E4
446.000	473926.66	86679525.78	3214.26	CALCAYA



**LEYENDA**

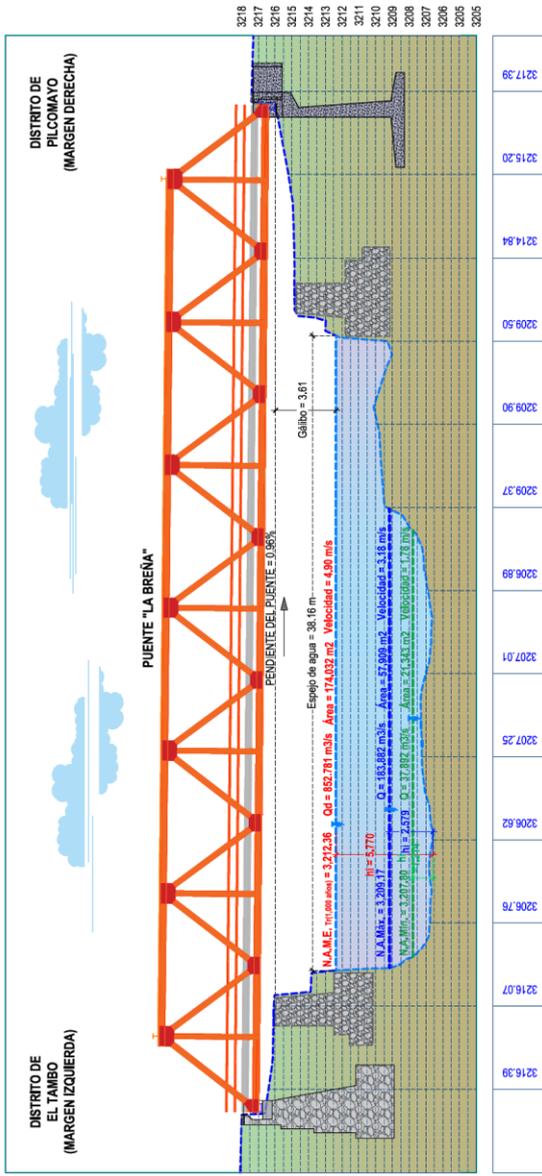
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
NORTE MAGNÉTICO	[Compass rose symbol]
PUENTE "LA BREÑA"	[Bridge structure symbol]
VEREDAS EXISTENTES	[Dashed line symbol]
POBRES DE LUZ	[Light pole symbol]
LÍMITE DE PROPIEDAD	[Dotted line symbol]
BALIZA	[Bench mark symbol]
BM1	[Bench mark symbol]
DEFINICIONES	[Arrow symbol]
ANILLOS	[Circle symbol]
CORTE TRANSVERSAL	[Cross-section symbol]
CANA MINORA A CADA 1 METRO	[Wavy line symbol]
CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA	[Dotted line symbol]
CALCAYA	[Square symbol]
SEÑAL GRÁFICA	[Scale bar symbol]

PLANO PLANTA - HIDRÁULICO, CON CAUDAL A UN PERIODO DE RETORNO DE 1,000 AÑOS

**MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN**

Nº	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	Distribución Normal de Ocas			Distribución Log Pearson III			Método de Caudal						
		Q (m³/s)	Q (cfs)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (cfs)	Q (m³/s)	Q (cfs)	Q (m³/s)	Q (cfs)				
1	2	0.990	2770	69.19	3.32	249.885	2.605	165.52	3.25	195.315	2.605	165.52	3.25	195.315
2	5	0.990	3202	79.68	3.47	279.935	3.200	174.43	3.43	205.927	3.400	184.88	3.50	202.728
3	10	0.990	3625	92.67	3.61	304.938	3.500	182.66	3.46	220.934	3.600	193.82	3.60	216.996
4	25	0.990	4025	102.64	3.75	324.941	3.600	187.46	3.70	235.937	3.700	201.63	3.70	227.979
5	50	0.990	4325	109.23	3.79	334.944	3.650	189.46	3.75	240.940	3.750	203.63	3.75	230.982
6	100	0.990	4425	110.23	3.79	334.944	3.650	189.46	3.75	240.940	3.750	203.63	3.75	230.982
7	200	0.990	4425	110.23	3.79	334.944	3.650	189.46	3.75	240.940	3.750	203.63	3.75	230.982
8	500	0.990	4425	110.23	3.79	334.944	3.650	189.46	3.75	240.940	3.750	203.63	3.75	230.982
9	1000	0.990	4425	110.23	3.79	334.944	3.650	189.46	3.75	240.940	3.750	203.63	3.75	230.982

	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		<b>LABORATORIO DE HIDRÁULICA</b> DR. VERA PERALTA, DEYBE EYIN ASISTENTE TÉCNICO ING. FABIAN BRÁÑEZ, ALCIDES LUIS TÉCNICO BACH. SALAS PALOMINO, LEO RAYMOND	TÍTULO: "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERILADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA" FECHA: NOVIEMBRE - 2019 LOCAL: INDICADA	DEPARTAMENTO: JUNÍN PROVINCIA: HUANCAYO DISTRITO: EL TAMBO - PILCOMAYO	PLANEO: LRSR FECHA: NOVIEMBRE - 2019 LOCAL: INDICADA	<b>PIANTA - HIDRÁULICA PUENTE LA BREÑA OTRA NACIONAL PE-20</b>	



3218	3217	3216	3215	3214	3213	3212	3211	3210	3209	3208	3207	3206	3205	3204
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

3217.39	3215.20	3214.94	3209.50	3209.90	3209.37	3206.89	3207.01	3207.25	3206.62	3206.76	3216.07	3216.39	3217.39
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+068.374
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------

SECCIÓN 1-1: PUENTE LA BREÑA  
ESC: 1/250

Coia de Terreno (m.s.n.m.)	3217.39	3215.20	3214.94	3209.50	3209.90	3209.37	3206.89	3207.01	3207.25	3206.62	3206.76	3216.07	3216.39
----------------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Progresivas	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050	0+060	0+068.374
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----------

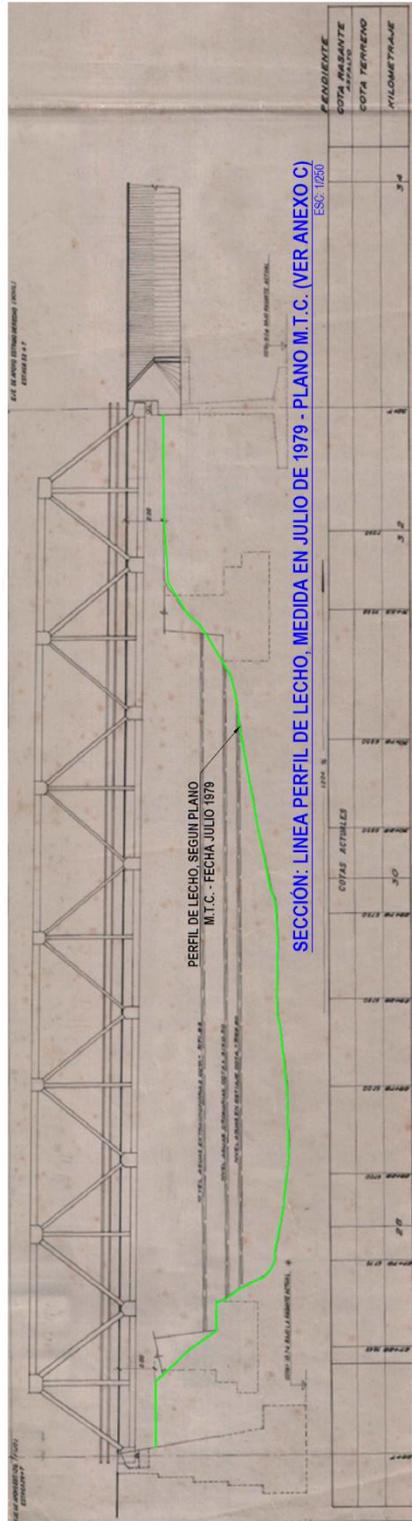
N°	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	PROB. 1-(1/Tr)	Distribución Normal			Distribución Normal de Dos Parámetros			Distribución Log Pearson III			MÉTODOS DE ESTIMACIÓN										
			hi (m)	Area (m2)	V (m/s)	Q (m3/s)	hi (m)	Area (m2)	V (m/s)	Q (m3/s)	hi (m)	Area (m2)	V (m/s)	Q (m3/s)	Método Gráfico	Método Analítico						
1	2	0.500	2.770	63.19	3.32	210.085	2.660	60.15	3.25	196.313	2.865	65.83	3.41	224.184	2.650	59.87	3.23	193.475	2.670	60.42	3.25	196.406
2	5	0.800	3.320	79.68	3.47	276.703	3.250	77.40	3.43	265.127	3.490	84.98	3.57	303.408	3.505	85.82	3.59	307.724	3.280	78.37	3.45	269.996
3	10	0.900	3.625	92.67	3.44	318.339	3.630	92.86	3.46	320.914	3.833	100.53	3.61	362.634	3.927	104.09	3.68	383.367	3.626	92.71	3.44	318.719
4	25	0.960	3.920	100.04	3.60	359.976	3.950	104.96	3.70	388.431	4.136	111.99	3.64	430.009	4.342	119.80	4.00	475.942	3.915	103.63	3.67	380.281
5	50	0.980	3.870	101.93	3.61	368.303	4.015	107.42	3.76	403.551	4.198	114.34	3.89	444.512	4.635	130.90	4.20	548.845	4.115	111.20	3.83	425.952
6	100	0.990	4.010	107.23	3.75	401.612	4.309	118.55	3.97	470.145	4.460	124.27	4.07	506.100	4.912	141.41	4.39	620.225	4.312	118.66	3.97	471.285
7	200	0.995	4.090	110.25	3.79	418.267	4.465	124.46	4.08	507.454	4.595	129.38	4.17	539.103	5.180	151.59	4.55	690.348	4.500	125.78	4.11	516.452
8	500	0.998	4.192	114.11	3.88	443.248	4.715	133.93	4.25	569.039	4.800	137.16	4.31	591.472	5.517	164.39	4.76	782.862	4.740	134.88	4.27	576.042
9	1000	0.999	4.230	115.55	3.91	451.576	4.799	137.12	4.31	591.185	4.870	139.81	4.36	609.710	5.770	174.03	4.90	852.781	4.915	141.52	4.39	621.079

N°	ABREVIACIÓN	DESCRIPCIÓN	MÉTODOS DE ESTIMACIÓN			
			Método Gráfico	Método Analítico	Area (m2)	V (m/s)
1	N.A.M.E. (m)	Nivel de aguas máximas extraordinarias.	2.670	60.42	3.25	196.406
2	N.A.Máx (m)	Nivel de aguas máximas.	3.280	78.37	3.45	269.996
3	N.A.Mín. (m)	Nivel de aguas mínimas.	3.626	92.71	3.44	318.719
4	Tr (años)	Periodo de retorno.	3.626	92.71	3.44	318.719

 UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	 FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	NOMBRE: DR. VERA PERALTA, DEBE EYVIN TÍTULO: INGENIERO	TÍTULO: "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERLADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCACION EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"	DEPARTAMENTO: JUNÍN PROVINCIA: HUANCAYO DISTRITO: EL TAMBO - PILCOMAYO	BRINCO: JUNÍN FECHA: NOVIEMBRE - 2019 ESCALA: 1/250	LÁMINA:	<b>HIDRLC-02</b>
		INSTITUCIÓN: FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	TÍTULO: "MEDICIÓN DEL CAUDAL CON PERLADOR DE CORRIENTE ACÚSTICA DOPLER PARA EL ANÁLISIS DE SOCACION EN ESTRIBOS DEL PUENTE LA BREÑA"	DEPARTAMENTO: JUNÍN PROVINCIA: HUANCAYO DISTRITO: EL TAMBO - PILCOMAYO	BRINCO: JUNÍN FECHA: NOVIEMBRE - 2019 ESCALA: 1/250	LÁMINA:	<b>HIDRLC-02</b>

## **ANEXO K**

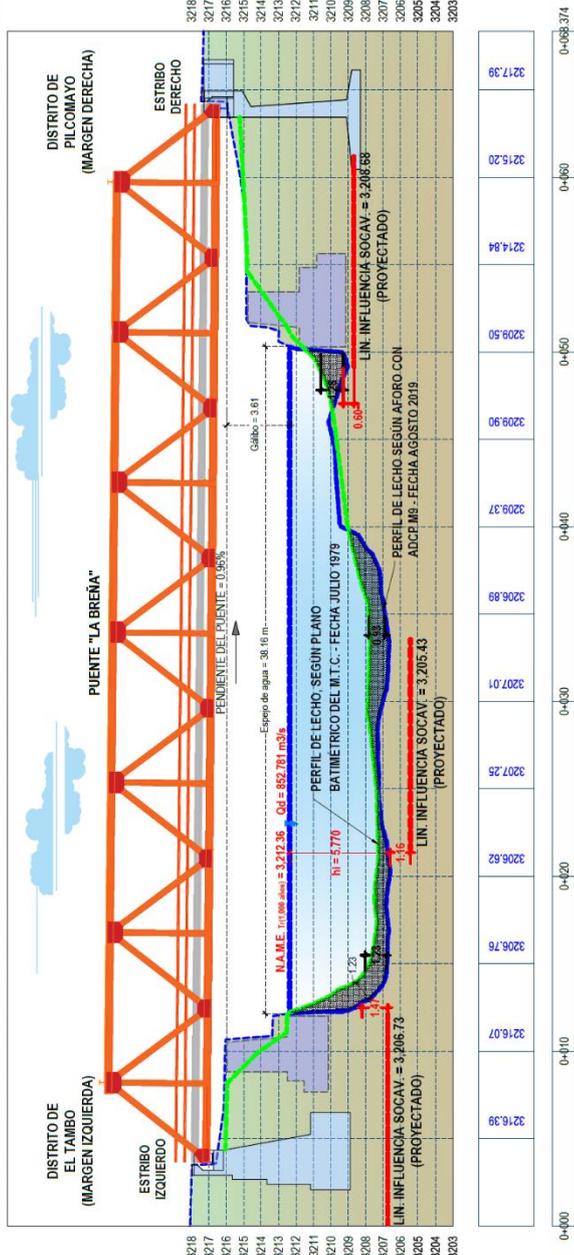
### **REPRESENTACIÓN DE SOCAVACIÓN PRODUCIDA Y PROYECTADA**



SOCAVACION PRODUCIDA			
SOCAVACION	SIGLA	CAUCE DEL RIO (m)	ESTRIBO DERECHO (m)
Socavación Total	SG	1.23 m	0.93 m
			1.28 m

SOCAVACION PROYECTADA			
SOCAVACION	SIGLA	CAUCE DEL RIO (m)	ESTRIBO DERECHO (m)
Socavación General	SG	3.207.62	3.205.43
		m.s.n.m.	m.s.n.m.
Socavación Local	SL	0.58 m	1.16 m
			0.45 m
			No presenta
			0.15 m
Total Línea de Influencia de Socavación	ST	3.206.73	3.206.43
		m.s.n.m.	m.s.n.m.
		1.47 m	1.16 m
			0.60 m

DESCRIPCION	ICONO
Bode que representa el fondo anterior del lecho del río. Manero, referencia plano topográfico M.T.C.	
Bode que representa el fondo actual del lecho del río Manero, referencia de la medición del ADCP M8.	
Línea de influencia de socavación proyectada.	



SECCIÓN 1-1: PLANO DE REPRESENTACIÓN DE SOCAVACIÓN PRODUCIDA Y PROYECTADA ESC: 1/250

		<b>MAESTRO DE TESIS:</b> DR. VERA PERALTA, DEYBE EYVN ANTONIO RAMIRO <b>TESISTA:</b> ING. FABIAN BRANEZ, ALCIDES LUIS THERESA BACH. SALAS PALOMINO, LEO RAYMOND	<b>FECHA:</b> JUNIN HUANCAYO EL TAMBÓ - PILCOMAYO	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE - 2019 ESCALA: 1/250	<b>PROYECTO:</b> REPRESENTACIÓN DE SOCAVACIÓN PRODUCIDA Y PROYECTADA PUNTE LA BREÑA OBRAS REGIONAL PE-241	<b>LINEA:</b> RS-PP-01	
							<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>

**ANEXO L**  
**COTIZACIÓN**



**Hidráulica y Oceanografía Ingenieros Consultores S.A.**  
Av. Alameda del Corregidor N° 3465, Urb. Portada del Sol, La Molina, Lima - Perú  
R.U.C.: 20340420803      Teléfono: +51 1 365 7964  
E-mail: contacto@hyo.com.pe      Web-site: www.hyo.com.pe

**COTIZACIÓN N° 314 01 19 - JCV Rev\_ A**

**SERVICIO DE AFORO CON EQUIPO ADCP SONTEK M9 - COSTOS POR DÍA DE AFORO**

**Cliente:** Sr. LEO RAYMOND SALAS PALOMINO

**Fecha:** 10 noviembre 2019

**Duración:** Costos por día de servicio de aforo

Ítem	Cantidad	Unidad de medida	Descripción	Precios US Dollar
1.0	1	Serv.	Personal Técnico - Operador del ADCP Sontek M9 (Costo diario)	\$200.00
2.0	1	Eqp.	Equipos Hidrográficos - Equipo de aforo Sontek M9 (Costo diario)	\$300.00
3.0	1	Serv.	Procesamiento de la data	\$200.00
4.0	1	Serv.	Movilización y Logística (Costo diario)	\$120.00
Gastos Generales 10%				\$82.00
Utilidades 10%				\$82.00
<b>Sub Total</b>				<b>\$984.00</b>

**NOTAS:** El costo Total NO incluye el I.G.V.

La prestación total del servicio incluye entrega de datos de los parámetros hidráulicos

**VALIDEZ:** La presente cotización tiene validez por 30 días calendarios.



Juan Carlos Velezmoro De la Rosa  
Gerente Comercial y de Proyectos  
H&O Ingenieros Consultores S.A.