



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero – propuesta de solución - 2018”

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

**AUTOR:**

Eduardo Pablo Nik, García Siancas

**ASESOR:**

Mgtr. Gonzalo Hugo, Díaz García

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

Nuevo Chimbote-Perú

2018

## PÁGINA DE JURADO

Los miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo damos conformidad para la sustentación de la tesis Titulada "Efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero – propuesta de solución - 2018", la misma que debe ser defendida por el tesista: Eduardo Pablo Nik García Siancas aspirante a obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Nuevo Chimbote, 11 de Julio del 2018



---

Dr. Rigoberto Cerna Chávez

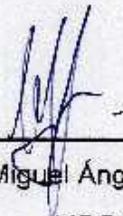
PRESIDENTE



---

Mgtr. Gonzalo Hugo, Diaz Garcia

SECRETARIO



---

Mgtr. Miguel Ángel, Solar Jara

VOCAL

## DEDICATORIA

A mis padres, Esduardo García y Elva Rosario, quienes me han brindado su apoyo y amor incondicional, siendo ejemplos a seguir desde mi niñez, impulsores de mi educación, aquellos que me enseñaron a perseverar día a día, y todos mis logros serán para ellos.

A mis hermanos de la universidad,  
Manuel Hernández Maceda, Cristian  
López Rosales, Yelitza Morillo Cruz,  
Juan Sánchez Guerrero, Raysa  
Valverde Carbajal y demás compañeros  
Quienes que con su confianza y apoyo  
permitieron que me relacioné y ame la  
esta hermosa carrera la Ingeniería Civil

## AGRADECIMIENTO

A todos que me brindaron su apoyo incondicional para cumplir esta hermosa aspiración.

A mi tutor, el Mgrt. Gonzalo Hugo Diaz Garcia  
Quién me guio para lograr la culminación de  
Este proyecto

A la Mg. Erika Magaly Mozo  
Castañeda, Ing. Elena Charo  
Quevedo Haro y demás docentes los  
que me guiaron frecuentemente  
Durante este camino para conquistar  
esta aspiración profesional.

A mis compañeros Manuel Hernandez Maceda ,  
Cristian López Rosales, Yelitza Morillo  
Cruz, Juan Sánchez Guerrero, Raysa Valverde  
quienes me brindaron su apoyo incondicional  
en cada momento de la realización de este  
proyecto

## DECLARACIÓN JURADA

### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo GARCIA SIANCAS EDUARDO PABLO NIK con DNI N° 70179439, a efecto de cumplir con los criterios de evaluación de la experiencia curricular de Desarrollo del Proyecto de Investigación, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta es esta investigación de tesis son auténticos y veraces.

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

Nuevo Chimbote, 11 de Julio del 2018



---

EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS

DNI: 70179439

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado

Cumpliendo con las disposiciones vigentes establecidas por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, someto a vuestro criterio profesional la evolución del presente trabajo de investigación titulado: “Efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero – propuesta de solución 2018”, tiene como finalidad determinar los efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero.

En el primer capítulo la introducción, en donde se dará a conocer la realidad problemática, los trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación, hipótesis y los objetivos de la presente tesis de investigación.

En el segundo capítulo se describe la metodológica de la investigación, es decir el diseño de la investigación, variables, operacionalización, población, y muestra, las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos y acompañados con sus respectivas validaciones, los métodos de análisis y aspectos éticos.

En el tercer capítulo se expondrá los resultados obtenidos de la inspección realizada al Puente Carrizal en el río Casma y la propuesta de mejora dada por el tesista para dar solución al problema presentado.

En el cuarto capítulo, se discutirán los resultados llegando a conclusiones objetivas y recomendaciones para las futuras investigaciones.

Asimismo, el presente estudio es elaborado con el propósito de obtener el título profesional de Ingeniería Civil y realizar una propuesta de solución ante los efectos de la socavación. Con la convicción que se me otorga el valor justo y mostrando apertura a sus observaciones, agradezco por anticipado las sugerencias y apreciaciones que se brinde a la presente investigación.

El Autor.

## ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARACIÓN JURADA .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
RESUMEN .....	xii
SUMMARY .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	14
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Trabajos previos.....	16
1.2.1. Internacionales .....	16
1.2.2. Nacionales .....	16
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	18
1.3.1. Puente .....	18
1.3.1.1. Subestructura de un puente.....	18
1.3.2. Socavación.....	18
1.3.2.1. Clasificación de la socavación.....	18
1.3.2.1.1. Socavación general .....	18
1.3.2.1.2. Socavación local .....	19
1.3.2.1.3. Socavación total .....	20
1.3.2.2. Tipos de socavación.....	20
1.3.2.2.1. Socavación de cama viva .....	20
1.3.2.2.2. Socavación de agua clara .....	20
1.3.2.3. Efectos de la socavación.....	20
1.3.2.3.1. Factores de los efectos de la socavación .....	20
1.3.2.3.2. Clasificación de efectos .....	21
1.3.2.3.3. Tipos de lesiones .....	22
1.3.2.3.4. Métodos para cálculo de profundidad de socavación .....	25
1.3.2.4. Inspección de puentes para socavación .....	31
1.3.2.4.1 Tipos de inspección .....	31
1.3.2.5. Medidas para la protección de puentes .....	32
1.3.3. Análisis de estabilidad .....	34

1.3.4. El niño oscilación del sur.....	35
1.3.5. El fenómeno el niño .....	35
1.3.6. Periodo de retorno .....	36
1.3.7. Caudal.....	36
1.3.8. Velocidad.....	36
1.3.9. Pendiente.....	36
1.3.10.Avenida de diseño .....	36
1.3.10. Número de Froude .....	36
1.4. Formulación del problema .....	37
1.5. Justificación.....	37
1.6. Objetivos.....	38
1.6.1. General .....	38
1.6.2. Específicos .....	38
II. MÉTODO .....	39
2.1. Diseño de investigación .....	39
2.1. Variables, operacionalización .....	39
2.1.1. Variable.....	39
2.2. Población y muestra .....	42
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	42
2.3.1. Técnicas.....	42
2.3.2. Instrumento .....	42
2.4. Métodos de análisis de datos.....	42
2.5. Aspectos éticos .....	43
III. RESULTADOS .....	44
IV. DISCUSIÓN .....	87
V. CONCLUSIÓN.....	89
VI. RECOMENDACIONES .....	90
VII. PROPUESTA.....	91
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	108
ANEXOS.....	112
PANEL FOTOGRAFICO.....	191

## INDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 01. Lesiones existentes en el Estribo Izquierdo. ....	46
Gráfica 02: Lesiones existentes en la Fundación del Estribo Izquierdo. ....	48
Gráfica 03: Lesiones existentes en el Estribo Derecho. ....	50
Gráfica 04: Lesiones existentes en la Fundación del Estribo Derecho. ....	52
Gráfica 05. Tipos de lesiones existentes en los estribos del puente según área afectada. ....	53
Gráfica 06. Área afectada según componente del puente-tramo I. ....	54
Gráfica 07. Área afectada según componente del puente-tramo III. ....	55
Gráfica 08. Nivel de severidad en el tramo I del Puente Carrizal. ....	56
Gráfica 09. Nivel de severidad en el tramo III del Puente Carrizal. ....	56
Gráfica 10. Áreas afectadas según UM-componente del puente-tramo I y III. ....	57
Gráfica 11. Comparación de los niveles de severidad entre el tramo I y III del Puente Carrizal. ....	57
Gráfica 11. Comparación de los niveles de severidad entre el tramo I y III del Puente Carrizal. ....	58
Gráfica 12: Resultados del efecto de profundidad de socavación en estribos. ....	62
Gráfica 13: Lesiones mecánicas existentes en Pilares Izquierdos. ....	64
Gráfica 14: Lesiones mecánicas existentes en fundación de los Pilares Izquierdos. ....	66
Gráfica 15: Lesiones mecánicas existentes en Pilares Derechos. ....	68
Gráfica 16: Lesiones mecánicas existentes en fundación de los Pilares Derechos. ....	70
Gráfica 17. Tipos de lesiones mecánicas de la socavación existentes en los pilares del puente Carrizal. ....	71
Gráfica 18. Área afectada según componente del puente-tramo II-Izquierda. ....	72
Gráfica 19. Área afectada según componente del puente-tramo II- Derecha. ....	73
Gráfica 20. Nivel de severidad en el tramo II-Izquierda del Puente Carrizal. ....	74
Gráfica 21. Nivel de severidad en el tramo II-Derecha del Puente Carrizal. ....	74
Gráfica 22. Áreas afectadas según UM-componente del puente-tramo II. ....	75
Gráfica 23. Comparación de los niveles de severidad entre el tramo II Izquierda y derecha del Puente Carrizal. ....	76
Gráfica 24. Resumen de resultados del efecto de profundidad socavación en el pilar.....	80
Gráfica 25. Topografía en HEC-RAS.. ....	81

Gráfica 26. Sección Transversal del Puente Carrizal, Aguas arriba y Aguas abajo. ....	82
Gráfica 27. Perfil longitudinal de los niveles de Agua.....	83
Gráfico 28: Socavación local – Pilares intermedios .....	84
Gráfico 29: Socavación local – Estribos.....	85

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Inspección de la unidad de Muestra 1.....	45
Tabla 2. Inspección de la unidad de Muestra 2. ....	47
Tabla 3. Inspección de la unidad de Muestra 3. ....	49
Tabla 4. Inspección de la unidad de Muestra 4. ....	51
Tabla 5. Tipos de lesiones mecánicas de acuerdo al total de áreas afectadas en los estribos del puente Carrizal. ....	53
Tabla 6. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo I del Puente Carrizal. ....	54
Tabla 7. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo III del Puente Carrizal. ....	55
Tabla 8. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo I y III del Puente Carrizal. ....	57
Tabla 9. Inspección de la unidad de Muestra 5. ....	63
Tabla 10. Inspección de la unidad de Muestra 6.....	65
Tabla 11. Inspección de la unidad de Muestra 7. ....	67
Tabla 12. Inspección de la unidad de Muestra 8. ....	69
Tabla 13. Tipos de Lesiones mecánicas de acuerdo al total de áreas afectadas en los pilares del puente Carrizal.....	71
Tabla 14. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo II-Izquierda del Puente Carrizal. ....	72
Tabla 15. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo II-Derecha del Puente Carrizal. ....	73
Tabla 16. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo II del Puente Carrizal. ....	75
Tabla 11. Inspección de la unidad de Muestra 7. ....	77
Tabla 12. Inspección de la unidad de Muestra 8. ....	79

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO(A) MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	112
ANEXO (B) CÁLCULO DE CAUDALES .....	116
ANEXO (C) MÉTODOS PARA CALCULAR SOCAVACIÓN .....	120
ANEXO (D) DATOS DE CAMPO. ....	126
ANEXO (E) DATOS DEL HEC-RAS .....	130
ANEXO (F) CONSIDERACIONES PARA DISEÑO DE ENROCADOS.....	135
ANEXO (G) GUIA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES. ....	139
ANEXO (H) CARTAS EMITIDAS .....	145
ANEXO (I) ESTUDIO DE SUELOS.....	150
ANEXO (J) METRADOS DE PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	156
ANEXO (K) ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE PROPUESTAS .....	161
ANEXO (L) INSUMOS DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.....	172
ANEXO (M) PRESUPUESTOS DE PROPUESTAS .....	177
ANEXO (N) CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN .....	182
ANEXO (Ñ) PANEL FOTOGRÁFICO .....	191
ANEXO (O) PLANOS .....	197

## RESUMEN

El fenómeno de socavación se hace presente cuando existe un aumento del caudal de un río, donde la subestructura de los puentes, ya sea estribos y/o pilares, se encuentran afectados por los efectos, los cuales pueden generar el colapso parcial o total de la estructura. Todo lo antes mencionado serán claves para lograr el cumplimiento del objetivo de nuestra investigación, el cual es determinar los efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero. La población será el puente Carrizal y la muestra será la subestructura de dicho puente. La metodología que se empleo es descriptiva y tiene como diseño ser no experimental con un enfoque transversal, donde se describe el problema de la investigación producto de una realidad problemática presentada en el Puente Carrizal, los objetivos y un desarrollo adecuado para poder obtener resultados, para que puedan dar respuestas a el problema planteado, donde se utilizará una ficha de inspección, brindada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, como instrumento para poder recolectar los datos para la determinación de los efectos de la socavación producto de una inspección en el campo, posteriormente realizar el modelamiento hidráulico en el programa Hec-Ras y por ultimo dar una alternativa de solución. Se observó la presencia de fisuras, grietas y socavación en esta subestructura del puente y se determinó como efectos las profundidades de socavación en estribos y pilares, de 4.63 m y 1.81m respectivamente. Se propuso como defensa ante este fenómeno la utilización de enrocado.

Palabras claves:

Socavación, puente, modelamiento, gaviones.

## SUMMARY

The phenomenon of scour is present when there is an increase in the flow of a river, where the substructure of the bridges, whether abutments and / or pillars, are affected by the effects, which can generate partial or total collapse of the structure. All of the aforementioned will be key to achieving the fulfillment of the objective of our research, which is to determine the effects of the scour on the Carrizal Bridge of the Casma River as a consequence of the Coastal Child. The population will be the Carrizal bridge and the sample will be the substructure of said bridge. The methodology used is descriptive and is designed to be non-experimental with a transversal approach, where the problem of research is described as a product of a problematic reality presented in the Carrizal Bridge, the objectives and an adequate development to obtain results, for that can give answers to the problem, where an inspection form, provided by the Ministry of Transport and Communications, will be used as an instrument to collect the data to determine the effects of the scour resulting from an inspection in the field, later perform the hydraulic modeling in the Hec-Ras program and finally give a solution alternative. A presence of fissures, cracks and scour in this bridge substructure was observed and was determined as the effects of the depths of the excavation in the abutments and pillars, of 4.63 m and 1.81 m respectively. The use of castling was proposed as a defense against this phenomenon.

Keywords:

Scour, bridge, modeling, gabions.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En el año 1978 en una crecida del río Maipo, el puente Naltahua padeció un inconveniente en una de sus pilas, lo que provocó que colapsará, tiempo después se volvió a construir dicho puente puesto que el río Maipo tiene una gran importancia para la ciudad de Santiago de Chile, no obstante, en el 2002 ocurrió una avenida extraordinaria en dicho río, lo que causó la falla en una de sus pilas del puente, donde mostró un desnivel considerable dejando el puente intransitable, la falla anteriormente mencionada se presentó según estudios realizados por la socavación local en uno de sus estribos (López y Arenas, 2004, p.1).

En el Perú, El Fenómeno del Niño de estos últimos años provocó avenidas extremas, las cuales causaron diferentes daños a los apoyos de los puentes, por lo que provocó en determinados casos el colapso total o parcial de dichas estructuras, provocando grandes pérdidas tanto económicas como humanas y la incomunicación por la interrupción del transporte terrestre; se puede hacer énfasis que durante el Meganiño 1982-83, resultaron destruidos y/o afectados 55 puentes producto de las fuertes crecidas fluviales en la costa norte. (Colegio de Ingeniero del Perú, 1998, p.100)

En un Informe que realizó el Colegio de Ingenieros del Perú sobre este tema, se indicó que en el Meganiño 1998 ocasionó que 58 puentes sean destruidos y otros 28 se vean afectados por diversas fallas. Donde, la gran cantidad de las fallas producto de ambos Meganiños tuvo su procedencia en los problemas de Hidráulica Fluvial (Colegio de Ingenieros del Perú, 1998, p.224).

Este año, el niño costero ocasionó muchos desastres en gran parte del Perú. Lo cual se vio evidenciado en lluvias con fuertes precipitaciones que han producido muchos derrumbes, inundaciones y huaicos afectando a las zonas rurales y urbanas del país, donde se puede observar que este fenómeno natural ha golpeado a todo lo que se encuentra a su paso, tales como: cultivos, carreteras, casas, edificaciones, puentes, etc. (Olivera, 2017).

En la ciudad de Lima, después de los acontecimientos sucedidos se pudo observar que el puente de Balta, el de Piedra construidos en el siglo XVII y XIX soportaron la gran crecida; a diferencia del puente de la Solidaridad que fue construido en 2007, el cual no logró soportar la magnitud de la crecida del río y se desplomó porque se presentó una socavación local en uno de sus estribos. (British Broadcasting Corporation, 2017, párr. 1).

En marzo del 2017 se observó precipitaciones de 6 horas, lo que originó que el nivel de las aguas aumenten, y produzcan huaycos, desbordes en los principales ríos de la provincia del Santa como son: el río Lacramarca y el río Santa, así como del dren cascajal que luego fue llamado “Río Shisho” y activaciones de quebradas en el distrito de Chimbote y Nuevo Chimbote, que afectó a las parcelas agrícolas, canales de regadío, infraestructuras hidráulica, bocatomas, caminos rurales, colapso de 6 puentes rústicos y 1 de concreto sobre el río Lacramarca; ubicados en el sector denominado Km 24 (El Comercio, 2017, párr. 1,2 y 3).

En la Provincia de Casma, Distrito de Casma se encuentran dos puentes ubicados en la panamericana norte. El Puente Sechín, con más de 30 años de construcción (1984), posee 9.00 metros de ancho y 30 metros de largo, soporta los caudales del Río Loco. El incremento del caudal del río, daño los estribos del puente, debido a que se generó una socavación local y en el borde del río, se generó una socavación general que afectó un largo tramo del río, el agua socavó una parte de la plataforma que terminó con la destrucción de una parte del carril.

El puente Carrizal que cuenta con 50 años (construido en 1967), posee 9.00 metros de ancho y 99 metros de largo, fue afectado por el Niño Costero y consecuentemente por la socavación, es por ende que se realiza este proyecto de los efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero, ya que no cuenta con alternativas de solución ante este problema.

A pesar de que el estado del Puente Carrizal es transitable, dicha socavación provocó efectos hacia las cimentaciones y subestructuras del puente, los cuales deben ser determinadas, para evitar el colapso parcial o total de este.

## 1.2. Trabajos previos

### 1.2.1. Internacionales

- **Agudo (2012)**, en su tesis **Estimación de la socavación en puentes para su uso en el cálculo del riesgo físico**, tuvo como **objetivo estimar en que parte de la subestructura se generó la mayor profundidad de socavación**, por lo que utilizó el método de investigación descriptivo y llegó a las siguientes **conclusiones** que después de proponer diferentes tipos de puentes, la mayor profundidad de socavación se dio en los estribos, por lo tanto, la socavación total en pilas es menor que la socavación total en estribos.

### 1.2.2. Nacionales

- **Laurente y Salvador (2014)**, en su tesis **Influencia de distancia entre secciones transversales al modelar un cauce natural para calcular la socavación en puentes aplicando HEC-RAS**, tuvo como **objetivo** Calcular la altura de socavación proponiendo diversas distancia entre secciones transversales utilizando el software Hec-ras por ello utilizo el método de investigación descriptivo, llegando a la siguiente **conclusión** se comprobó que al variar el seccionamiento del eje del río, varía la profundidad de socavación. En el caso ideal, la socavación en pilares del puente, a mayor seccionamiento, mayor la profundidad de socavación, pero mientras se reduce la distancia de seccionamiento, también disminuye la profundidad de socavación, haciéndose una constante aproximadamente en la profundidad 3.26 m.
- **Elbio (2016)**, en su tesis 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**, tuvo como **objetivo** conocer el producto de los cálculos de socavación general, transversal, y en los estribos del Puente Colpa Alta, por ello utilizo el método de investigación descriptivo, llegando a la siguiente **conclusión** que con el método Artamanov resulto que el estribo derecho presento una socavación local de 2.18 m y el estribo izquierdo presentó una socavación local de 1.51 m; con el método de Straub se obtuvo en la socavación transversal, una mayor profundidad de socavación con 7.53 m y 7.31 m respectivamente y por último con el método

Maza obtuvo que la socavación general en toda la sección tenía una profundidad desde los 4.214 m hasta los 5.158 m.

- **Gómez (2010)** en su tesis “**Socavación alrededor de pilares de puentes en lechos granulares no cohesivos**”, presenta como **objetivo** exponer una metodología para la determinación de la profundidad de erosión, exponiendo su rango de aplicación, para lo cual se realizaron ensayos con flujos con Número de Froude de hasta 1.89, por ello se empleó un tipo de investigación descriptivo, llegando a la **conclusión**, en todos los ensayos que existe acumulación de material aguas abajo inmediatamente después de la fosa de erosión, acumulación de material no permanecía alineada y estática, sino acomodaba hacia un lado y luego de un periodo de tiempo cambiaba de ubicación hacia el otro, aparentemente debido a que el flujo tiene tendencia a la sinuosidad, también para los pilares alineados con el flujo la erosión a ambos lados del pilar es fluctuante y generalmente no tenían la misma profundidad en un instante.
- **Soto (2013)** en su tesis “**Modelo de socavación en la base del pilar del puente Mariscal Cáceres**”, presenta como **objetivo**, determinar la influencia de los parámetros geomorfológicos, hidráulicos, geotécnicos y la geometría del puente en la socavación local en la base del pilar del puente Mariscal Cáceres. Se empleó un tipo de investigación descriptivo, llegando a la **conclusión** que las dimensiones de la pila y de su cimentación influyen directamente en la socavación local; esto se debe a que a mayor ancho de la pila habrá mayor área de obstrucción y menor área hidráulica ocasionando el aumento de velocidad y con ello el incremento de la socavación.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Puente**

Un puente es una obra que se realiza para salvaguardar un obstáculo y así dar continuación a una vía. La cual puede soportar, un camino, una vía férrea o una carretera asimismo se puede colocar líneas de distribución de energía y tuberías (Rodríguez, 2012, p.10).

##### 1.3.1.1. Subestructura de un puente

###### 1.3.1.1.1. Estribos:

Son los apoyos extremos de un puente, los cuales transmiten la carga de éste al terreno y ayuda a sostener los empujes activos del terreno adyacente (Rodríguez, 2012, p.12).

###### 1.3.1.1.2. Pilares:

Son los apoyos ubicados en la parte media, pues perciben reacciones de los dos tramos del puente, transfiriendo las cargas al terreno (Rodríguez, 2012, p.12).

#### **1.3.2. Socavación**

La socavación es un fenómeno hidrodinámico que es el motivo más usual de falla que perjudica las cimentaciones de los puentes. Este fenómeno es una composición de diferentes procesos, unos que se producen transitoriamente por el paso de avenidas (Guevara, 2016, p.16).

La socavación es un dilema del tránsito de sedimentos, ya que es el producto de la erosión causada por el agua excavando y transportando material del lecho de los ríos (Arancibia, 2009).

##### 1.3.2.1. Clasificación de la socavación

###### 1.3.2.1.1. Socavación general

Es el declive en gran proporción del lecho de un río producto de un gran volumen de flujo para remocionar sedimentos del cauce en suspensión durante grandes avenidas. Esto sucede dentro de toda la trayectoria del río, y no se debe específicamente por la construcción de un puente u otras obras (Guevara, 2016, p.21).

Comprende remoción o depósito de los materiales de lecho, en donde se da cambios a largo plazo en las elevaciones del lecho del río y la socavación por contracción (Arancibia, 2009).

#### 1.3.2.1.2. Socavación local

Es cuando existe un traslado de material por medio del flujo que rodea parte de la subestructura como son: pilas y estribos, o alguna defensa ribereña como: diques (Guevara, 2016, p.22).

Es causado por las crecientes y la construcción de algunas obras civiles, como un puente con estribos y pilas dentro del río, u obras de encauzamiento, obras transversales de control, entre otros (Arancibia, 2009).

##### a) Socavación local en pilas

Después de revisar diversos estudios y extraer conclusiones, puedo manifestar que lo que genera la socavación está relacionado al desglose tri-dimensional del flujo, aguas arriba de una pila y a una vorágine constante en la base de esta (Dargahi, 1990).

La división de la corriente a los bordes de la pila genera otras vorágines más propensas, nombrado como vorágine de estela, que asimismo se transportan por abajo y se relacionan con las vorágines de herradura provocando que el lecho se balance vertical y lateralmente. La acción de estas vorágines acaba de manera rápida a la longitud que se distancia de una pila hacia aguas abajo. Generalmente se presenta sedimentación, aguas abajo de la pila (Raudkivi, 1986).

##### b) Socavación local en estribos

Es donde se tiene menos investigaciones que en la de pilas, sin embargo, se cree que se perjudica por fenómenos semejante que provocan la socavación local en pilas, como son la desunión del flujo y vorágines de herradura que desplazan partículas en el mismo sitio. La socavación en estribos necesita de más estudio ya que no existen soluciones completas y confiables (Melville, 1992).

#### 1.3.2.1.3. Socavación total

Es el resultado de la socavación general más la socavación local en el trayecto de una corriente de un río. (Arancibia, 2009).

#### 1.3.2.2. Tipos de socavación

##### 1.3.2.2.1. Socavación de cama viva

Es cuando hay material del lecho aguas arriba del puente, que se está trasladando con el flujo lo cual causa la socavación. Se da cuando el cauce es de sistema torrencial (Arancibia, 2009).

##### 1.3.2.2.2. Socavación de agua clara

Es cuando la corriente que está provocando la socavación no contiene material de lecho. Se da cuando el cauce es sistema tranquilo (Arancibia, 2009).

#### 1.3.2.3. **Efectos de la socavación**

Los efectos de la socavación van a estar sujeto a la clasificación de la socavación (Guevara, 2016, p.120).

##### 1.3.2.3.1. Factores de los efectos de la socavación

###### a) Factores de la socavación en estribos.

Según Guevara (2016, p.40), los factores que pueden alterar la socavación en los estribos son:

a.1) Longitud del estribo:

a.2) Forma del estribo.

a.3) Velocidad de la corriente.

a.4) Ángulo de ataque del flujo

a.4) Geometría del cauce

###### b) Factores de la socavación en pilas.

Según Guevara (2016, p.29), las causas que pueden alterar la socavación en las pilas son:

- b.1) Ancho de la pila.
- b.2) Longitud de la pila
- b.3) Ángulo de ataque del flujo.
- b.4) Forma de la pila
- b.5) Profundidad del flujo
- b.6) Estratificación del suelo
- b.7) Velocidad del flujo.

#### 1.3.2.3.2. Clasificación de efectos

##### 1.3.2.3.2.1 Efectos por socavación general:

###### a) Degradación:

Es cuando existe una variación generalizada en el perfil longitudinal del cauce de un río (Rubio, 2011 , p.348).

###### b) Agradación:

Es todo lo contrario a la degradación pues es cuando existe aumento progresivo en el perfil longitudinal del cauce de un río (Rubio, 2011 , p.348).

##### 1.3.2.3.2.1. Efectos por Socavación local

###### a) Socavación en Pilas

Es el declive del lecho de un río producto del flujo que remociona el material o sedimentos rodeando los apoyos medios de un puente (Guevara, 2016, p.24).

###### b) Socavación en Estribos

Es el declive del lecho de un río producto del flujo que remociona el material o sedimentos rodeando los apoyos externos de un puente (Guevara, 2016, p.32).

#### 1.3.2.3.3. Tipos de lesiones

Son aquellos cambios que se generan en el concreto producto de distintos agentes externos, o de acuerdo al proceso constructivo que se llevó durante su ejecución (Rivva, 2012, p.60).

##### A) Lesiones Físicas.

Son los cambios que sufren los volúmenes de concreto a efectos de la variación de humedad en sus diferentes estados (fase líquida, gaseosa) y de la temperatura como el calor, frío y fuego (Ortega y Quintero, 2013).

##### A.1) Lesiones Mecánicas

Es cuando el concreto tiene la propiedad de reaccionar a cualquier fuerza, la cual provoca que su estado se vuelva tensional o por compresión, según la condición a cuál sea sometida dicho elemento de concreto. Cuando se provoca un esfuerzo o una carga directa de gran intensidad hacia un elemento estructural estas producen que se observen fisuras, grietas, erosión de abrasión y cavitación. La socavación es un tipo de fenómeno que provoca la gran cantidad de lesiones en los elementos de la subestructura de los puentes (Sánchez, 2011).

##### A.1.1) Fisuras

La fisura en elementos de concreto es de recurrencia diaria y no existe obra realizada en concreto que no presente este tipo de lesión mecánica, lo importante es saberlas reconocer, prevenir su aparición, saber cómo resanarlas cuando se presenten y en algunos casos inducir las para que aparezcan antes de realizar los acabados (Sánchez, 2011)

##### a.1.1.1) Fisuras de retracción plástica.

Resultan en general relativamente cortas, poco profundas y erráticas, las cuales pueden aparecer cuando el hormigón se encuentra en un estado fresco en los trabajos finales, en días con mucho viento y presencia de una alta temperatura (Sánchez, 2011).

#### a.1.1.2) Fisuras por asentamiento plástico

Ocasionada en hormigones, los cuales no se encuentran bien diseñados producto de un exceso de exudación lo cual causa que el hormigón en estado fresco sufra una gran reducción en su volumen (Sánchez, 2011).

#### a.1.1.3) Fisura por retracción hidráulica.

La contracción por secado, también conocida como retracción hidráulica, consiste en la disminución de volumen que experimenta el concreto endurecido, cuando está expuesto al aire con humedad no saturada (Sánchez, 2011).

#### A.1.2) Grietas.

Son productos de esfuerzos que actúan en la sección neta resistente de los elementos estructurales, por aplicación de cargas directas (Sánchez, 2011).

##### A.1.2.1) Grietas por tracción pura.

De acuerdo con lo mencionado al principio de esta sección, el concreto simple ofrece una resistencia muy baja a los esfuerzos de tracción (su resistencia a la tracción es apenas del orden de un 10% de su resistencia a la compresión). Por ello, es obvio considerar la tracción pura como el caso más básico de agrietamiento (Sánchez, 2011).

##### A.1.2.2) Grietas por flexión.

Para una viga, una losa o un muro, sometidos a esfuerzos de flexión que causan una deformación por pandeo del elemento, se presentan tracciones en la cara sometida a la expansión de su superficie, que originan fisuras y grietas (Sánchez, 2011).

#### A.1.2.3) Grietas longitudinales.

Aunque las grietas longitudinales, es decir aquellas que se forman a lo largo de la dirección de las barras de refuerzo, se pueden inducir como consecuencia de los fenómenos de retracción plástica o de asentamiento plástico (Sánchez, 2011).

#### A.1.2.4) Grietas por cortante

Para el caso de vigas y losas sometidas a esfuerzos de corte (y flexión), la deformación que ocurre puede causar las llamadas «grietas de cortante» que aparecen inclinadas en las zonas cercanas a los apoyos (Sánchez, 2011).

#### A.1.2.5) Grietas por torsión

Los esfuerzos de torsión en un elemento estructural como una viga, causan grietas transversales e inclinadas similares a la grieta de cortante, pero difieren de estas últimas en que siguen un patrón de espiral que atraviesa toda la sección de los miembros afectados (Sánchez, 2011).

#### A.1.2.6) Grietas por punzonamiento.

La condición del estado límite último por punzonamiento se alcanza en elementos que experimentan tracciones que se originan por tensiones tangenciales, que a su vez son motivadas por una carga o reacción localizada en un área relativamente pequeña (Sánchez, 2011).

#### A.1.3) Fracturas en apoyos.

Cuando se tienen elementos simplemente apoyados, apoyados, como por ejemplo vigas, se pueden generar fracturas y fallas de borde que están en conexión con las zonas de apoyo (Sánchez, 2011).

#### 1.3.2.3.4. Métodos para cálculo de profundidad de socavación

##### A) Métodos para estimar la socavación local en Estribos

Según el (Manual de Hidrología, 2012 págs. 103-108), nos propone diferentes tipos de ecuaciones empíricas, si bien estos métodos pretenden estimar la profundidad de socavación, no obstante, se deberá razonar que los enunciados que simboliza cada uno de estos métodos, se constituyen en efectos de investigaciones sobre modelos de laboratorio y, por lo tanto, cada fórmula tendrá restricciones en su estudio, por lo que se deberá seleccionar el método que mejor se ajuste al diseño. A continuación, se presentan los siguientes métodos.

##### A.1) Método de Froehlich (1989)

Es uno de los dos métodos que se utiliza en el modelo Hec-Ras y uno de los más usados en los EE.UU. Este método se basa en el análisis de regresión de datos de laboratorio para condiciones de lecho móvil, también se recomienda para las dos formas de socavación.

$$\Delta s = 2.27 * K_1 * K_2 * (L'')^{0.42} * (h)^{0.57} * (FR)^{0.61} + h \quad \text{ECUACIÓN I}$$

Dónde:

$\Delta s$  = Socavación (m)

$K_1$  = Factor de corrección por la forma del estribo (ver Anexo C-Tabla C-1)

$K_2$  = Factor de corrección por el ángulo de ataque (ver Anexo C-Figura 10)

$L_i$  = trayecto del estribo que obstruye al flujo (m)

$h$  = Fondo inicial aguas arriba del estribo (m)

$V$  = Velocidad media del flujo (m/s)

$Fr$  = N° de Froude, en la sección de aproximación

$$Fr = V / \sqrt{g * h} \quad \text{ECUACIÓN II}$$

$$K_2 = (\theta / 90)^{0.13} \quad \text{ECUACIÓN III}$$

## A.2.) Método de Artamonov (1956)

Este método se propuso bajo el criterio de que la profundidad de la socavación al pie de estribos es directamente proporcional a la profundidad media de la corriente antes del proceso erosivo aguas arriba del estribo, sin considerar el tamaño del sedimento.

Esta ecuación se desarrolló bajo los siguientes factores:

-Relación entre el caudal teórico interceptado por el estribo (Q1 o Q2) y el caudal total (Q).

-El talud de las caras de los estribos (mH: 1.0V).

-El ángulo formado por la dirección de la corriente y el eje longitudinal de la obra.

$$Hs = K_{\theta} * K_q * K_m * h_1 \quad \text{ECUACIÓN IV}$$

Donde:

$K_{\theta}$  = Coeficiente de corrección (ver Anexo C-Tabla C-2)

$K_q$  = Coeficiente de corrección (ver Anexo C-Tabla C-3)

$K_m$  = Coeficiente de corrección (ver Anexo C-Tabla C-4)

Si el puente no está sesgado con respecto al flujo ( $\theta=90^\circ$ ), y la pared de los estribos es vertical, por lo tanto, la ecuación general queda reducida:

$$Hs = K_q * h_1 \quad \text{ECUACIÓN V}$$

Donde:

Hs= Fondo de socavación (m)

$h_1$  = Fondo inicial del flujo aguas arriba del estribo (m)

$K_q$  = Coeficiente que depende de la relación entre el caudal que intercepta el estribo Q1 o Q2 y el caudal de diseño Q

$K_{\theta}$  = Coeficiente que depende del ángulo de incidencia

$K_m$  = Coeficiente que depende del talud del estribo

Q1, Q2= Caudal teórico interceptado por los estribos

Q= Caudal de diseño m<sup>3</sup>/s

m= Talud

### A.3) Método de Liu, Chang y Skinner (1961)

Este método se basa en estudios realizados en laboratorio, de tal manera nos da como resultados dos tipos de ecuaciones empíricas dependiendo el tipo de pared.

-Para el caso de socavación con transporte generalizado y pared inclinada hacia el cauce:

$$\text{Si: } 0 \leq \frac{L'}{h_1} \leq 25 \quad \frac{\Delta s}{h_1} = 1.1 (L'/h_1)^{0.4} * F^{0.33} \quad \text{ECUACIÓN V}$$

$$\text{Si: } \frac{L'}{h_1} > 25 \quad \frac{\Delta s}{h_1} = 4 * F^{0.33} \quad \text{ECUACIÓN VI}$$

-Para estribos con transporte generalizados y pared vertical:

$$\frac{\Delta s}{h_1} = 2.15 (L'/h_1)^{0.4} * F^{0.33} \quad \text{ECUACIÓN VII}$$

Dónde:

Hs=Fondo de socavación (m)

h1= profundidad inicial del flujo aguas arriba del estribo (m)

L' = Trayecto del estribo que obstruye al flujo (m)

F = número de Froude en la sección de aguas arriba (Ecuación II)

## B) Métodos para estimar la socavación local en pilares

Existen diversos procedimientos para el cálculo de socavación local en torno a los pilares, teniendo en cuenta que hasta la fecha no existe ninguna solución rigurosa ni exacta para tal caso, sin embargo, el (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2012, págs. 137-150), nos presentan diferentes métodos para su cálculo.

### B.1) Método de la Universidad Estatal de Colorado (CSU)

Este método es empleado para el cálculo de la máxima profundización de la socavación en pilas condiciones de agua clara y lecho móvil, siendo esta ecuación idónea en el modelo de Hec-Ras y siendo el más práctico en los EE.UU.

$$\Delta s = 2.00 * K1 * K2 * K3 * K4 * (a)^{0.65} * (h1)^{0.35} * (FR1)^{0.43} \quad \text{ECUACIÓN VIII}$$

Dónde:

$\Delta s$  = Socavación (m)

K1= Factor de corrección por la forma de la nariz del pilar (ver Anexo C-Tabla C-5)

K2= Factor de corrección por el ángulo de ataque del flujo

K3= Factor de corrección por la condición del lecho [adimensional] (ver Anexo C-Tabla C-6)

K4= Factor de corrección por el acorazamiento del material del lecho (ver Anexo C-Tabla C-7)

$a$  = Ancho del pilar en metros (m)

$h1$  = Profundidad del flujo directamente aguas arriba del pilar en metros.

$Fr1$  = Número de Froude directamente aguas arriba del pilar

Para determinar el factor de corrección K2, está dado por el ángulo de ataque del flujo y expresado mediante la siguiente ecuación:

$$K_2 = (\cos\theta + \frac{L}{a} * \sin\theta)^{0.65} \quad \text{ECUACIÓN IX}$$

Donde:

L = Longitud del pilar a lo largo de la línea de flujo (m) (ver Anexo C-Figura 11)

$\theta$  = Ángulo de ataque del flujo, con respecto del pilar

Para determinar el factor de corrección K4 debemos tomar en cuenta que este factor disminuye las profundidades de socavación, debido al acorazamiento del foso de erosión para los materiales del lecho para un  $D_{50} \geq$  que 2mm y un  $D_{95} \geq$  que 20 mm. Este elemento de corrección resulta de la investigación reciente por A. Molinas en la CSU, el cual demostró que cuando la velocidad promedio del cauce principal es menor que la velocidad crítica, existe una gradación en el material del lecho, por lo tanto, el D90 limitara la profundidad de socavación.

#### B.2) Método de Froehlich (1991)

Este método es usado para decretar la máxima profundización de la socavación fue desarrollada por el Dr. David Froehlich y sugiera que no se adicione el ancho del pilar (a), en la ecuación solo en caso se analice para un caso particular. Este método es considerado en el Hec-Ras, aquella que siempre adiciona este factor de corrección para el cálculo de socavación en pilares.

Esta ecuación está limitada por un máximo:

$$\Delta s = \leq 2.4 \text{ a Para } Fr_1 \leq 0.8$$

$$\Delta s = \leq 3.0 \text{ a Para } Fr_1 > 0.8$$

$$\Delta s = 0.32\phi * (a')^{0.62} * (h1)^{0.47} * (FR1)^{0.22} * (D50)^{-0.09} + a$$

### ECUACIÓN X

Donde:

$\Delta s$  = socavación [m]

$\phi$  = Factor de corrección por la forma de la nariz del pilar

$\phi$  = 1.3 para nariz del pilar cuadrada

$\phi$  = 1.0 para nariz del pilar redonda;

$\phi$  = 0.7 para nariz del pilar puntiaguda

$a$  = ancho del pilar (m)

$a'$  = trascendencia del ancho del pilar respecto a la dirección del flujo (m)

$h1$  = fondo inicial aguas arriba del pilar (m)

$Fr1$  = N° de Froude directamente aguas arriba del pilar

$D50$  = diámetro correspondiente al 50% en la curva granulométrica (m)

c) Método de Laursen y Toch (1953, 1956)

Este método es complaciente para suelo arenosos, no está definido si se puede aplicar para gravas. Laursen y Toch manifiestan que la profundidad de la socavación depende del tirante, ancho del pilar y de la forma del pilar. Para el incremento de esta ecuación se debe tener en cuenta que dicho método se desarrolló para condiciones de flujo subcrítico y para números de Froude menores que 0.5 y no toma en cuenta ni la velocidad media de la corriente ni el tamaño de los sedimentos.

$$\Delta s = Kf * Kg * a$$

ECUACIÓN XI

Dónde:

$\Delta s$  = socavación (m)

$Hs$  = profundidad de socavación (m)

$Kf$  = coeficiente que depende de la forma de la nariz de la pila (ver Anexo C-Figura 11)

$Kg$  = coeficiente que depende de la relación

$a$  = ancho del pilar (m)

#### 1.3.2.4. Inspección de puentes para socavación

Consiste en la determinación del estado actual fundamentándose en el criterio ingenieril. Dicha evaluación se da con una visualización directa al puente y con un análisis de información ya existente (Guevara, 2016, p.90).

##### 1.3.2.4.1 Tipos de inspección

De acuerdo con Guevara (2016, p.91) Existen diferentes tipos de inspecciones las cuales se realizan dependiendo del objetivo al que se quiere alcanzar y la magnitud. Donde los que más se realizan son:

- El Inventario: Su finalidad es tomar información básica de un puente e indicar la frecuencia, el tipo y componentes a verificar.
- La Inspección tradicional: se realiza cada cierto periodo de tiempo (2 años) comúnmente para identificar irregularidades en el puente.
- Inspección por lesiones: Es donde se examina los efectos después de crecidas, eventos extremos y/o de sismos.
- Inspección intensa: se realiza para puentes que presentan fallas en la superestructura, subestructura y fundación de un puente, que necesiten supervisión con particularidades exclusivas ya sea por la localización, diseño o importancia.
- Inspección fragmentada: Es cuando se recoge información sobre algunos de los elementos que forman parte de la superestructura, subestructura y fundación de un puente.
- Inspecciones bajo agua: Esta se clasifica de dos tipos:
  - Aguas superficiales: es cuando se tiene acceso al río sin ninguna dificultad.
  - Aguas profundas: es cuando el acceso hacia el río es imposible sin la utilización de equipos, de otras técnicas para cumplir con la inspección.

### 1.3.2.5. Medidas para la protección de puentes

#### 1.3.2.5.1. Medidas hidráulicas para protección de puentes

La protección de un puente contra socavación consiste en tomar todas aquellas medidas con el fin de hacerlo menos vulnerable a daños durante crecientes. Es especialmente importante proteger el cauce, las pilas y estribos de un puente en la parte externa (Guevara, 2016, p.185).

##### A) Protección contra la socavación local al pie de pilas

Si los huecos por socavación existentes o previstos son locales y la capacidad de carga de las pilas es suficiente, se pueden proteger las áreas alrededor de las pilas usando alguno de los métodos que se estudian a continuación (Guevara, 2016, p.195).

##### A.1) Enrocado

La forma más simple de proteger una pila o estribo es por medio de enrocado. El enrocado a usarse es de tamaño mayor que el que se requiere para proteger cauces con flujo sin obstrucciones (Guevara, 2016, p.195).

El enrocado debe tener un mínimo de tres capas de roca en contacto con la estructura. Menos capas pueden inducir a que la arena entre la roca sea removida por los vórtices y la turbulencia (Fuentes, 2001, p.123)

Para no reducir el área hidráulica de la corriente, es conveniente desplantar el enrocado hasta la elevación que alcanza la socavación a largo plazo y por contracción. Como ésto no siempre es posible, conviene al menos, rellenar con enrocado el hueco dejado por la socavación.

##### A.1.1) Protección contra la socavación local al pie de pilares

##### A.1.1.1) Método de Maza Álvarez

Dicha formula se usará para encontrar el tamaño del enrocado (Maza J. A., 1989)

$$D_m = \frac{135 V}{\gamma_s^{1.03} * (h^{1/(2+h)} - 0.15V)}$$

**Donde:**

$D_m$	= diámetro medio de la roca	[m]
$V$	= velocidad media del flujo ( $V < 4.5$ m/s)	[m/s]
$h$	= profundidad del flujo	[m]
$\gamma_s$	= peso específico del material de protección	[Kg/m <sup>3</sup> ]

A.1.2) Método propuesto en HEC-18 (1993)

La siguiente ecuación se usa para encontrar el tamaño de la roca de protección:

$$D_{50} = \frac{0.692 (KV)^2}{2 * g (G_s - 1)}$$

$D_{50}$	= diámetro medio de la roca	[m]
$K$	= coeficiente de forma de la pila	
$K$	= 1.5 para pila con nariz redonda	
$K$	= 1.7 para pila con nariz rectangular	
$V$	= velocidad del flujo sobre la pila	[m/s]
$g$	= aceleración de la gravedad	[m/s <sup>2</sup> ]
$G_s$	= densidad relativa de la roca, usualmente 2.65.	

A.1.2) Protección contra la socavación local al pie de estribos

A.1.2.1) Método propuesto en HEC-18 (1993)

Dos casos se consideran al diseñar el enrocado para proteger los estribos:

·  $Fr \leq 0.8$

$$D_{50} = \frac{Kh}{G_s - 1} \left( \frac{V^2}{(g * h)} \right)$$

Donde:

$D_{50}$  = diámetro medio de la roca [m]

$K$  = coeficiente de forma del estribo que tiene en cuenta la aceleración del flujo en la proximidad del enrocado

$K$  = 0.89 para estribos con pared inclinada hacia el cauce

$K$  = 1.02 para estribos con pared vertical

$h$  = profundidad media del flujo en la sección contraída del puente [m]

$V$  = velocidad media del flujo en la sección contraída del puente

$g$  = aceleración de la gravedad

$G_s$  = densidad relativa de la roca, usualmente 2.65.

$Fr$  = número de Froude

#### A.2.1.1) Método propuesto en HEC-18 (1993)

$$Fr = V / \sqrt{g * h}$$

$$D_{50} = \frac{Kh}{G_s - 1} \left( \frac{V^2}{(g * h)} \right)^{0.14}$$

$K$  = 0.61 para estribo con pared inclinada

$K$  = 0.69 para estribo con pared vertical

#### 1.3.3. Análisis de estabilidad

“El daño por estabilidad es principalmente a causa de la falla de la cimentación debido a una alteración del suelo, estas fallas resultan la inclinación del estribo producto del deslizamiento, asentamientos y volteos.” (García Rossell, 2006 pág. 126)

El análisis de estabilidad lo clasificaremos:

##### 1.3.2.1. Deslizamiento

(Alvarado Calderon, 2015) Manifiesta que para zapatas en suelos granulares, la resistencia al deslizamiento depende de la rugosidad de la interface entre la cimentación y el suelo.

La falla por deslizamiento sucede si los efectos de la fuerza debido a los componentes horizontales de la carga exceden la crítica de la resistencia.

Para determinar el deslizamiento tanto en estribos y en pilares, se determina por el método de Aashto, diagnosticando los daños en la superestructura debido a las cargas afectantes y a la socavación producida.

$$FSD = \frac{\textit{Fuerzas estabilizadoras}}{\textit{Fuerzas desestabilizadoras}} > 1.5$$

#### 1.3.2.1. Giro y/o vuelco

(García Rossell, 2006) Expresa que los estribos y muros de sostenimiento deberán ser dimensionados para facilitar la estabilidad ante la falla por capacidad de soporte, volteo o excentricidad y deslizamiento.

Para dar un diagnóstico de la falla de estabilidad de las superestructuras deberemos calcular, la profundidad de la socavación para poder intuir el colapso del puente.

$$FSV = \frac{\textit{Momentos estabilizadoras}}{\textit{Momentos desestabilizadoras}} > 2$$

#### 1.3.4. El niño oscilación del sur

Es la interacción de un fenómeno oceánico-atmosférico, que se presenta en la región del océano Pacífico tropical y se caracteriza por presentar irregularidades positivas de la temperatura superficial del mar y excesivas precipitaciones en el borde oriental del Pacífico ecuatorial, causando alteraciones en los hábitats marinos, sequias e inundaciones. (Jiménez, 2008, pp.309).

#### 1.3.5. El fenómeno el niño

Es un evento natural asociado al cambio interanual en el Océano Pacífico trópica, es decir, un evento natural cíclico (pero no periódico), caracterizado por acumulación de aguas en el Pacífico Ecuatorial Occidental, una relajación de

los vientos alisios y un incremento anómalo de la temperatura superficial del mar (Machuca,2014, p.13).

#### 1.3.5.1. Fenómeno del niño costero

Según la explicación del meteorólogo (Quispe, 2017, p.10), quien trabaja en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMI), “el fenómeno El Niño Costero es un evento provocado por el calentamiento irregular de la franja marítima del Pacífico más próximo a la costa”

#### 1.3.6. Periodo de retorno

Se denomina a el período promedio, en donde el valor del caudal pico de una avenida determinada es asemejado o sobrepasado una vez cada “T” años. (Guevara, 2016, p.13).

#### 1.3.7. Caudal

Es denominado al volumen de agua que pasa por un rio, o cual obra de arte, se mide en metros cúbicos por segundos (Enciclopedia cultural, 2013, p.01).

#### 1.3.8. Velocidad

La velocidad es una magnitud física vectorial que mide el cambio de posición de una partícula en el tiempo. (Victoria, 2011, p.221).

#### 1.3.9. Pendiente

La pendiente longitudinal se adecua a la topografía del terreno en un rio, así como también por la velocidad y por la altura de energía requerida para el flujo de agua, a mayor pendiente mayor será la velocidad y cuando la pendiente es mínima en el rio el flujo ira lentamente (Ven Te Chow,2004, p.156).

#### 1.3.10. Avenida de diseño

Es el caudal que se elige, de acuerdo a distintas estimaciones, para así dimensionar distintas obras hidráulicas. (Guevara, 2016, p.18).

#### 1.3.11. El número de Froude

Es un **número** adimensional que relaciona el efecto de las fuerzas de inercia y las fuerzas de gravedad que actúan sobre un fluido. (Ven Te Chow,2004, p.25).

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Cuáles serán los efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño?

#### **1.5. Justificación**

La realización de la investigación nos permitirá plantear una propuesta de proyecto, ante el evidente problema que se presenta en la subestructura del puente a causa de la socavación producto de las fuertes precipitaciones que trae consigo el niño costero, en el Puente Carrizal del Rio Casma, Provincia de Casma-Ancash.

La presente investigación es conveniente porque responde a la necesidad de plantear una propuesta de solución a los efectos de la socavación, que cuando no se realiza algún estudio dichos efectos pueden causar el colapso total o parcial de un puente.

En cuanto a la relevancia social permitirá conocer los efectos de la socavación general, en estribos y pilares; y así poder tomar medidas correctivas o soluciones, puesto que, si colapsa el puente, provocaría pérdidas económicas como humanas; pues no se podría transportar diversos productos hacia el sur del país o viceversa, y los alimentos de primera necesidad, se elevarían sus precios, debido a la demasiada demanda y poca oferta, la cual consiguientemente ocasionaría la escasez de estos. De igual manera la investigación contribuirá con los resultados y mediante ello ver de qué manera se puedan evitar los problemas de socavación a causa del niño costero en el Puente Carrizal del Rio Casma, Provincia de Casma-Ancash.

La utilidad metodológica se justifica debido a que la ciudad de Casma, por ser una ciudad pequeña que recién en los últimos años está adquiriendo apogeo, no se han elaborado muchos estudios relacionados al tema, Por lo tanto, servirá como un antecedente para futuras investigaciones similares que se realicen en las distintas disciplinas académicas.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. General**

Determinar los efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero.

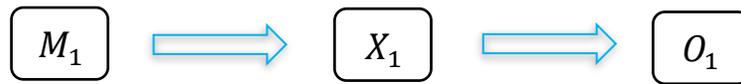
### **1.6.2. Específicos**

- Determinar los efectos por socavación en estribos en el Puente Carrizal como consecuencia del El Niño Costero.
- Determinar los efectos por socavación en pilas en el Puente Carrizal como consecuencia del El Niño Costero.
- Proponer una alternativa de solución como defensa para los estribos y pilares del puente Carrizal mediante el cálculo de la profundidad de socavación local y general, utilizando el programa HEC-RAS.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

- **No experimental:** Descriptivo porque los datos son recogidos tal y como se encontraron en campo, sin modificarlos.



#### Dónde:

$M_1$  : El puente Carrizal del Rio Casma, Provincia de Casma, Departamento de Áncash

$X_1$  : Efectos de la socavación

$O_1$  : Resultados de análisis.

### 2.1. Variables, operacionalización

#### 2.1.1. Variable

Para el desarrollo del proyecto la variable independiente será Efectos de la socavación y tendrá un enfoque transversal.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Sub indicadores	Escala de medición
EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN	La socavación es un fenómeno hidrodinámico que es la causa más frecuente que afecta a 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 donde produce varios deficiencias a las estructuras y va a depender de su clasificación por ejemplo si es socavación general va a provocar degradación o agradacion progresiva, y si es socavación local	Para la determinación de los efectos de la socavación en el Puente Carrizal del rio Casma como consecuencia del Niño Costero- Propuesta de solución 2018, se recolectará información, revisión y evaluación de la información recolectada con anterioridad a la visita de campo; después se realizará visita de campo y recolección de información en el sitio del puente; posteriormente se realizará la determinación y análisis de las variables que afectan la socavación obteniendo con ello el cálculo de	EFECTOS POR SOCAVACION GENERAL	SUBESTRUCTURA DEL PUENTE	ESTRIBOS	Nominal
					PILARES	Nominal
			TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS	GRIESTAS	Nominal	
				FISURAS	Nominal	
				SOCAVACIÓN	Nominal	
				PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN	PARÁMETROS DEL CAUCE	Nominal
			PARÁMETROS HIDRAULICOS		Nominal	
			PARÁMETROS GEOMÉTRICOS		Nominal	
			PARÁMETROS GEOTÉCNICOS		Nominal	
			EFECTOS POR SOCAVACION EN ESTRIBOS			

	producirá socavación en estribos y pilas (Guevara, 2016, p.16).	profundidades de socavación y finalmente se propondrá una defensa para la subestructura del puente.	EFECTOS POR SOCAVACION EN PILAS	TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS	GRIETAS	Nominal
					FISURAS	Nominal
					SOCAVACIÓN	Nominal
				PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN	PARÁMETROS DEL RÍO	Nominal
					PARÁMETROS HIDRAULICOS	Nominal
					PARÁMETROS GEOMÉTRICOS	Nominal
					PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	Nominal

## **2.2. Población y muestra**

En base a la investigación que se está realizando la población y la muestra es el Puente Carrizal del río Casma.

**Unidades muestrales:** son las partes que conforman el puente.

**Unidad de Análisis:** Puente (Subestructura del Puente: Estribos y Pilares).

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

### **2.3.1. Técnicas**

Para esta investigación se empleó la técnica de la observación, la cual consiste en realizar un registro visual del estado del puente Carrizal en el río Casma ante los efectos de la socavación.

### **2.3.2. Instrumento**

El instrumento que se utilizó fue

**-Ficha de toma de datos:** La cual nos brinda el Ministerio de Transporte para la inspección de un Puente, esto con la finalidad de recopilar datos necesarios en Campo.

### **2.3.3. Validez y Confiabilidad del instrumento**

La validación de los instrumentos del proyecto de investigación se realizó por tres expertos en el tema los cuales tienen que estar colegiados y habilitados en el CIP para una mayor confiabilidad.

## **2.4. Métodos de análisis de datos**

En este proyecto el método de análisis de datos corresponde a un análisis descriptivo debido a que el recojo de información se realizó a través de una Ficha brindada por el MTC con lo que se obtuvo resultados de la determinación de los efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero para luego plantear una alternativa de solución a este problema.

## **A) METODOLOGÍA DE TRABAJO**

### **a.1) Recopilación de la información:**

-Abarcó la recolección de información, análisis y evaluación de los documentos como los caudales históricos del río Casma, caudales del mes de marzo 2017, proporcionados por la Junta de Usuarios de Casma y la Autoridad Nacional del Agua Casma respectivamente.

### **a.2) Trabajos de campo:**

-Consistió en realizar una inspección al puente en estudio, aplicando una ficha que nos brinda el MTC.

-Así como también se realizó diversos estudios como: topografía y estudios de suelo para hallar a que nivel se encuentra el terreno y la granulometría del río respectivamente.

### **a.3) Fase de gabinete:**

-Consistió en aplicar los datos obtenidos en campo para determinar los efectos de la socavación en estribos y pilares.

-Se procedió a utilizar el Programa Hec-Ras, ingresando datos como topografía, caudales y diversos parámetros encontrados en campo, para después modelar y obtener las profundidades de socavación en estribos y pilares. Una vez obtenido las profundidades de socavación en la subestructura del puente, se planteará una alternativa como defensa de protección ante el problema de socavación.

## **2.5. Aspectos éticos**

En el proceso de esta tesis se estableció la conducta ética la cual fue decisiva para realizar un proceso de investigación íntegro y responsable, para lo cual el investigador no alteró, ni modificó la información que se puede obtener en el transcurso de esta ya mencionado, además de ello el investigador se comprometió a tener una responsabilidad social, trabajar con honestidad y no contribuir a la contaminación ambiental.

### III. RESULTADOS

El objetivo general de la presente investigación fue determinar los efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero, donde se presenta a continuación los resultados de los datos obtenidos de manera lógica y objetiva indicadas mediante gráficos y tablas, descritos e interpretados.

En este capítulo se muestran los resultados por cada unidad de Muestra inspeccionada en función:

- Tipos de lesiones mecánicas encontrados por cada una de las unidades de muestra.
- El nivel de severidad de estas lesiones en la subestructura del puente en estudio.
- Al porcentaje total de área afectada por cada unidad de muestra.

También en este capítulo se muestran los resultados del efecto de profundidad de socavación en puentes y pilares.

Donde se tomará las muestras con una orientación aguas abajo, como se muestra a continuación:

Figura 01. Tramos del puente a inspeccionar.



Fuente: Elaboración propia.

Los tipos de lesiones observados en el TRAMO 01 y TRAMO 03, se tiene como unidades de muestra lo que se menciona a continuación:

## **SUBESTRUCTURA**

### **TRAMO 01:**

- UM-01 TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS EN EL ESTRIBO IZQUIERDO.
- UM-02 TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS EN LA FUNDACIÓN DEL ESTRIBO IZQUIERDO.

### **TRAMO 03:**

- UM-03 TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS EN EL ESTRIBO DERECHO.
- UM-04 TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS EN LA FUNDACIÓN DEL ESTRIBO DERECHO.

Se realizó una inspección visual en el Puente Carrizal sobre el Río Casma conforme a la Guía para Inspección de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

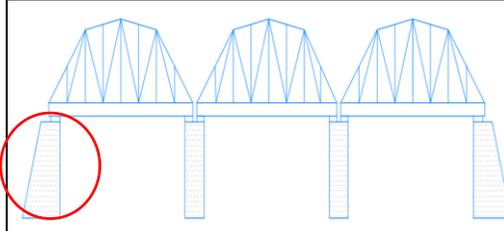
El cual evalúa la condición de un puente, mediante una calificación de 0, 1, 2, 3, 4, 5, donde las condiciones son de muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo y pésimo, respectivamente.

### 3.1. Determinar los efectos por socavación en estribos en el Puente Carrizal como consecuencia del El Niño Costero.

#### TRAMO 01

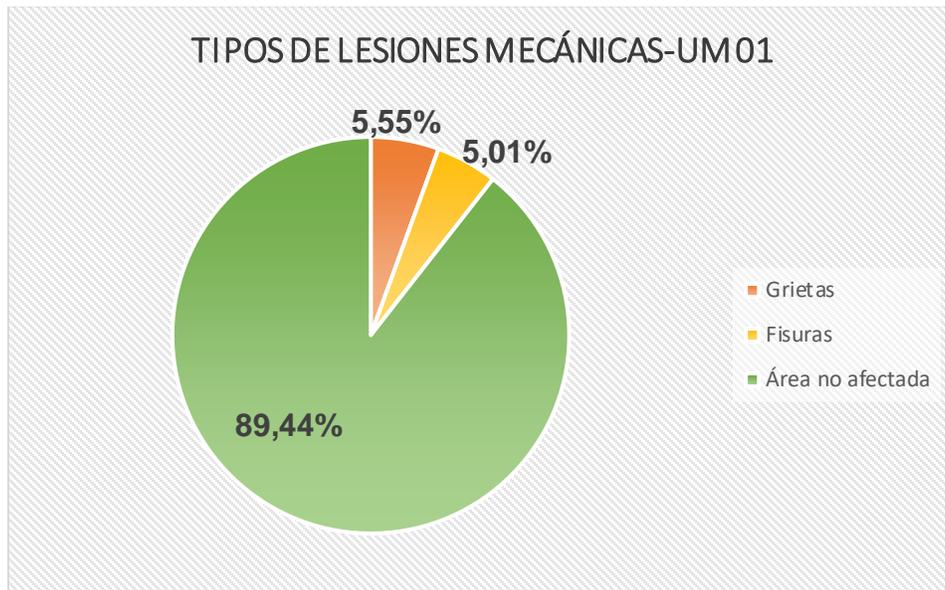
Se tomó como referencia el ESTRIBO IZQUIERDO del puente Carrizal, el cual es de concreto Armado, y para su inspección se consideró el área visible del primer tramo.

Tabla 1. Inspección de la unidad de Muestra 1.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE INSPECCIÓN						
"EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018"								
EVALUADOR: EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS						FECHA:	03/03/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA:	1	
LOCALIDAD:	CARRIZAL	NOMBRE DEL PUENTE:	Carrizal	COMPOSICIÓN:	Concreto Armado			
DISTRITO:	CASMA	TIPO DE PUENTE:	RETICULADO	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	99.00			
PROVINCIA:	CASMA	Nº DE TRAMOS:	3	LONGITUD TRAMO (m):	33.00			
REGIÓN:	ÁNCASH	TRAMO A EVALUAR:	1	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1967			
TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD		
<input type="checkbox"/> : GRIETAS <input type="checkbox"/> : DESPLAZAMIENTOS <input type="checkbox"/> : DESPLAZAMIENTOS <input type="checkbox"/> : FISURAS <input type="checkbox"/> : SOCAVACIÓN <input type="checkbox"/> : FRACTURAS <input type="checkbox"/> : AGRIETAMIENTOS						CALIFICACIÓN		
						MUY BUENO : 0	MALO : 3	
						BUENO : 1	MUY MALO : 4	
						REGULAR : 2	PÉSIMO : 5	
						<b>OBSERVACIONES:</b> La inspección del estribo izquierdo incluye el alero en el primer tramo, donde sabiendo el área visible hallaremos a su vez la severidad, se tomó en cuenta todos los posibles efectos.		
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA				COMPONENTE DEL PUENTE: ESTRIBO IZQUIERDO				
ESTADO GENERAL								
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m <sup>2</sup> )	TIPOS	SEVERIDAD	ÁREA AFECTADA (m <sup>2</sup> )	ÁREA NO AFECTADA (m <sup>2</sup> )	ESTADÍSTICAS	
1	ESTRIBO IZQUIERDO	95.82	Grietas	2	5.32	85.70	(%) ÁREA AFECTADA	
			Fisuras	2	4.8		(%) ÁREA NO AFECTADA	
RESULTADO FINAL					10.12	85.70	10.56%	89.44%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA					REGULAR (2)			

Fuente: Guía para Inspección de Puentes, MTC-2006.

Gráfica 01: Tipos de lesiones mecánicas existentes en el Estribo Izquierdo.

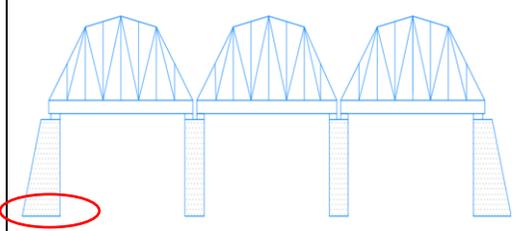


Fuente: Elaboración Propia

**Descripción e Interpretación:** Se puede observar que en la Unidad de Muestra 1 los tipos de lesiones mecánicas que predominan son: Grietas, Fisuras. Por lo tanto, los tipos de mayor incidencia es las grietas, con un 5.55% y la de menor incidencia son las fisuras, con un 5.01%, como se puede apreciar en la gráfica 01; la muestra 01, está conformada por el estribo izquierdo del puente Carrizal - tramo 1, para obtener estos resultados se realizó una inspección visual de toda la área visible, teniendo un total de 95.82 m<sup>2</sup>, lo cual se toma como el 100%, donde el área afectada por los tipos mencionados anteriormente, pertenecen a un área total de 10.12 m<sup>2</sup>, lo que corresponde a un 10.58% y el área no afectada corresponde a un área total de 85.70 m<sup>2</sup>, consecuentemente es un 89.44% donde no presenta tipo alguno. De acuerdo al nivel de severidad en el estribo izquierdo del puente se puede sintetizar como Regular, con una calificación según la Guía de inspección de Puentes de número 2, de acuerdo a los tipos de lesiones presentados en la muestra, tal como se puede evidenciar en la tabla 1.

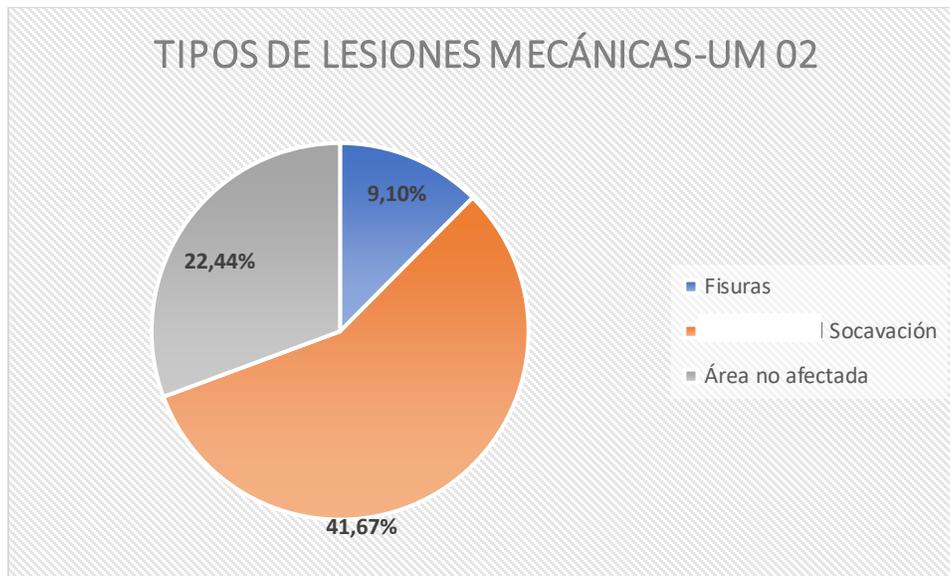
Se tomó como referencia la FUNDACIÓN DEL ESTRIBO IZQUIERDO del puente Carrizal, y para su inspección se consideró el área visible del primer tramo.

Tabla 2. Inspección de la unidad de Muestra 2.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE INSPECCIÓN						
		"EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018"						
EVALUADOR: EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS						FECHA:	03/03/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA:	2	
LOCALIDAD:	CARRIZAL	NOMBRE DEL PUENTE:	Carrizal	COMPOSICIÓN:	Concreto			
DISTRITO:	CASMA	TIPO DE PUENTE:	RETICULAR	LONGITUD TOTAL DE:	99.00			
PROVINCIA:	CASMA	Nº DE TRAMOS:	3	LONGITUD:	33.00			
REGIÓN:	ÁNCASH	TRAMO A EVALUAR:	1	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1967			
TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD		
<input type="checkbox"/> : GRIETAS <input type="checkbox"/> : DESPLAZAMIENTOS <input type="checkbox"/> : DESPLAZAMIENTOS <input type="checkbox"/> : FISURAS <input type="checkbox"/> : PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN <input type="checkbox"/> : FRACTURAS <input type="checkbox"/> : AGRIETAMIENTOS						CALIFICACIÓN		
						MUY BUENO : 0	MALO : 3	
						BUENO : 1	MUY MALO : 4	
						REGULAR: 2	PÉSIMO : 5	
						OBSERVACIONES: La cimentación o fundación del estribo izquierdo es de concreto simple, y se encuentra expuesto debido a la socavación presentada.		
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA				COMPONENTE DEL PUENTE: FUNDACIÓN ESTRIBO IZQUIERDO				
ESTADO GENERAL								
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m <sup>2</sup> )	TIPOS	SEVERIDAD	ÁREA AFECTADA (m <sup>2</sup> )	ÁREA NO AFECTADA (m <sup>2</sup> )	ESTADÍSTICAS	
1	CIMENTACION ESTRIBO IZQUIERDO	15.60	Fisuras	2	1.42	7.68	9.10%	
			Socavación	3	6.5		41.67%	
RESULTADO FINAL					TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
					7.92	7.68	50.77%	49.23%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA					MALO (3)			

Fuente: Guía para Inspección de Puentes, MTC-2006.

Gráfica 02: Lesiones mecánicas existentes en la Fundación del Estribo Izquierdo.



Fuente: Elaboración Propia

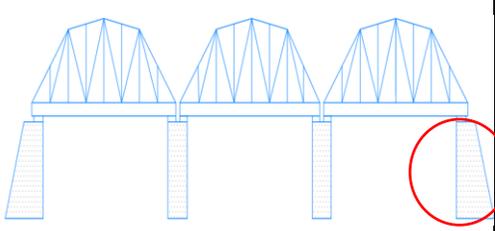
**Descripción e Interpretación:** Se puede observar que en la Unidad de Muestra 2 los tipos de lesiones que predominan son: Fisuras y Socavación. Por lo tanto, los tipos de mayor incidencia es la socavación, con un 41.67% y la de menor incidencia son las fisuras, con un 9.10%, como se puede apreciar en la gráfica 02; la muestra 02, está conformada por la fundación del estribo izquierdo del puente Carrizal - tramo 1, para obtener estos resultados se realizó una inspección visual de toda la área visible, teniendo un total de 15.60 m<sup>2</sup>, lo cual se toma como el 100%, donde el área afectada por los tipos mencionados anteriormente, pertenecen a un área total de 7.92 m<sup>2</sup>, lo que corresponde a un 50.77% y el área no afectada corresponde a un área total de 7.68 m<sup>2</sup>, consecuentemente es un 49.23% donde no presenta tipo alguno.

De acuerdo al nivel de severidad en la fundación del estribo izquierdo del puente se puede sintetizar como Malo, con una calificación según la Guía de inspección de Puentes de número 3, de acuerdo a los tipos presentados en la muestra, tal como se puede evidenciar en la tabla 2.

### TRAMO 03

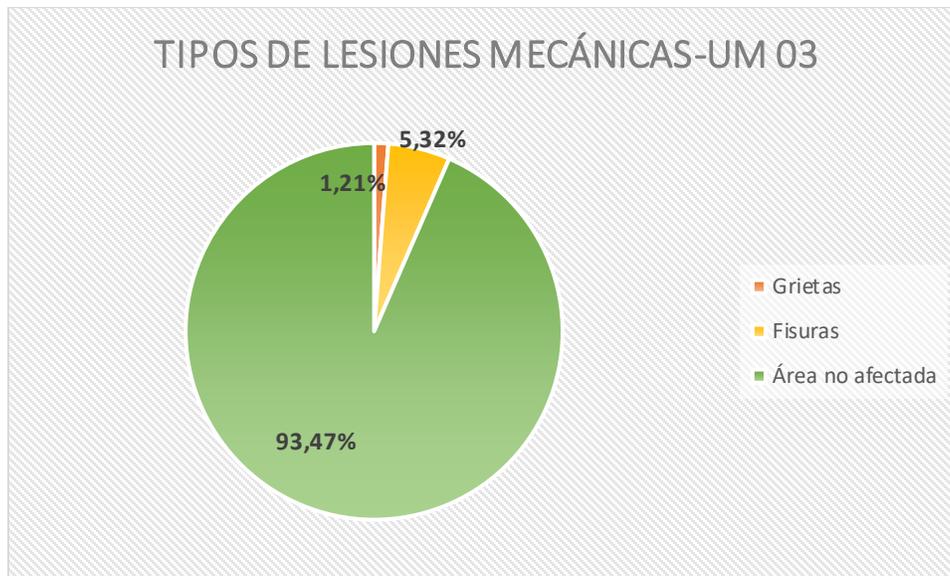
Se tomó como referencia el ESTRIBO IZQUIERDO del puente Carrizal, el cual es de concreto Armado, y para su inspección se consideró el área visible del tercer tramo.

Tabla 3. Inspección de la unidad de Muestra 3.

		FICHA DE INSPECCIÓN									
		"EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018"									
EVALUADOR: EDUARDO PABLO NIK GARCÍA SIANCAS						FECHA:	03/03/2018				
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA:	3				
LOCALIDAD:	CARRIZAL	NOMBRE DEL PUENTE:	Carrizal	COMPOSICIÓN:	Concreto Armado						
DISTRITO:	CASMA	TIPO DE PUENTE:	RETICULADO	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	99.00						
PROVINCIA:	CASMA	Nº DE TRAMOS:	3	LONGITUD TRAMO (m):	33.00						
REGIÓN:	ÁNCASH	TRAMO A EVALUAR:	3	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1967						
TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD					
<input type="checkbox"/> : GRIETAS <input type="checkbox"/> : DESPRENDIMIENTOS <input type="checkbox"/> : DESPLAZAMIENTOS <input type="checkbox"/> : FISURAS <input type="checkbox"/> : PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN <input type="checkbox"/> : FRACTURAS <input type="checkbox"/> : ABENTAMBIENTOS						CALIFICACIÓN					
						MUY BUENO : 0	BUENO : 1	MUY MALO : 3	REGULAR : 2	PSIMO : 5	
						MUY BUENO : 0		BUENO : 1		MUY MALO : 3	
						REGULAR : 2		PSIMO : 5			
						OBSERVACIONES					
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA				COMPONENTE DEL PUENTE: ESTRIBO DERECHO							
ESTADO GENERAL											
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m2)	TIPOS	SEVERIDAD	ÁREA AFECTADA (m2)	ÁREA NO AFECTADA (m2)	ESTADÍSTICAS				
3	ESTRIBO DERECHO	99.59	Grietas	2	1.2	93.09	(%) ÁREA AFECTADA: 1.21%				
			Fisuras	2	5.3		(%) ÁREA NO AFECTADA: 93.47%				
RESULTADO FINAL					TO TAL ÁREA AFECTADA	TO TAL ÁREA NO AFECTADA	% TO TAL ÁREA AFECTADA	% TO TAL ÁREA NO AFECTADA			
					6.50	93.09	6.53%	93.47%			
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA					REGULAR (2)						

Fuente: Guía para Inspección de Puentes, MTC-2006.

Gráfica 03: Lesiones mecánicas existentes en el Estribo Derecho.

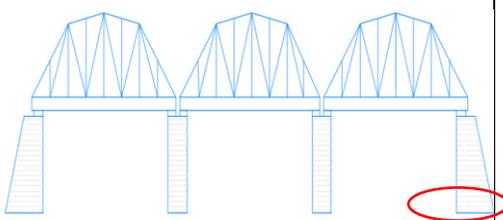


Fuente: Elaboración Propia

**Descripción e Interpretación:** Se puede observar que en la Unidad de Muestra 3 los tipos de lesiones mecánicas que predominan son: Grietas, Fisuras. Por lo tanto, los tipos de mayor incidencia es las fisuras, con un 5.32% y la de menor incidencia son las grietas, con un 1.21%, como se puede apreciar en la gráfica 03; la muestra 03, está conformada por el estribo derecho del puente Carrizal - tramo 3, para obtener estos resultados se realizó una inspección visual de toda la área visible, teniendo un total de 99.59 m<sup>2</sup>, lo cual se toma como el 100%, donde el área afectada por los tipos mencionados anteriormente, pertenecen a un área total de 6.50 m<sup>2</sup>, lo que corresponde a un 6.53% y el área no afectada corresponde a un área total de 93.09 m<sup>2</sup>, consecuentemente es un 93.47% donde no presenta tipos alguno. De acuerdo al nivel de severidad en el estribo izquierdo del puente se puede sintetizar como Regular, con una calificación según la Guía de inspección de Puentes de número 2, de acuerdo a los tipos de lesiones mecánicas presentados en la muestra, tal como se puede evidenciar en la tabla 3.

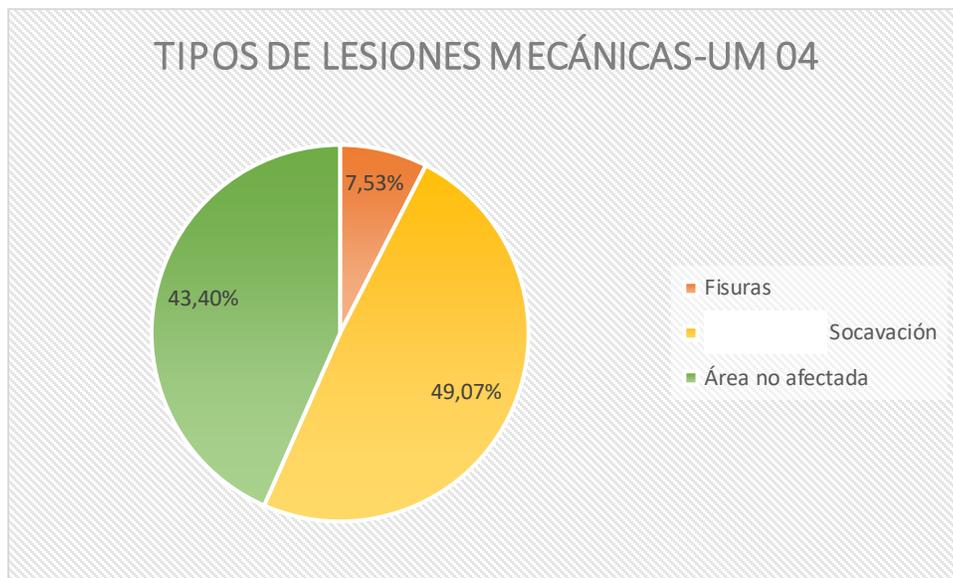
Se tomó como referencia la FUNDACIÓN DEL ESTRIBO DERECHO del puente Carrizal, y para su inspección se consideró el área visible del tercer tramo.

Tabla 4. Inspección de la unidad de Muestra 4.

		FICHA DE INSPECCIÓN						
		"EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018"						
EVALUADOR: EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS					FECHA:	03/03/2018		
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA					UNIDAD DE MUESTRA:	4		
LOCALIDAD:	CARRIZAL	NOMBRE DEL PUENTE:	Carrizal	COMPOSICIÓN:	Concreto			
DISTRITO:	CASMA	TIPO DE PUENTE:	RETICULADO	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	99.00			
PROVINCIA:	CASMA	Nº DE TRAMOS:	3	LONGITUD TRAMO (m):	33.00			
REGIÓN:	ÁNCASH	TRAMO A EVALUAR:	3	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1967			
TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE					GRADO DE SEVERIDAD			
<input type="checkbox"/> : GRIETAS <input type="checkbox"/> : DESPLAZAMIENTOS <input type="checkbox"/> : DESPLAZAMIENTOS <input type="checkbox"/> : FISURAS <input type="checkbox"/> : SOCAVACIÓN <input type="checkbox"/> : FRACTURAS <input type="checkbox"/> : AGRIETAMIENTOS					CALIFICACIÓN			
					MUY BUENO : 0	MALO : 3		
					BUENO : 1	MUY MALO : 4		
					REGULAR : 2	PESIMO : 5		
					OBSERVACIONES			
					La cimentación o fundación del estribo derecho es de concreto, y se encuentra expuesta debido a la socavación presentada. Se observa también presencia de vegetación.			
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: FUNDACIÓN ESTRIBO DERECHO					
ESTADO GENERAL								
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m <sup>2</sup> )	TIPOS	SEVERIDAD	ÁREA AFECTADA (m <sup>2</sup> )	ÁREA NO AFECTADA (m <sup>2</sup> )	ESTADÍSTICAS	
3	CIMENTACION ESTRIBO DERECHO	16.20	Fisuras	2	1.22	7.03	(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
			Socavación	3	7.95		7.53%	43.40%
RESULTADO FINAL					TOTAL ÁREA AFECTADA	TOTAL ÁREA NO AFECTADA	% TOTAL ÁREA AFECTADA	% TOTAL ÁREA NO AFECTADA
					9.17	7.03	56.60%	43.40%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA					MALO (3)			

Fuente: Guía para Inspección de Puentes, MTC-2006.

Gráfica 04: Tipos de lesiones mecánicas existentes en la Fundación del Estribo Derecho.



Fuente: Elaboración Propia

**Descripción e Interpretación:** Se puede observar que en la Unidad de Muestra 4 los tipos de lesiones mecánicas que predominan son: Fisuras, Socavación. Por lo tanto, los tipos de mayor incidencia es la socavación, con un 49.07% y la de menor incidencia son las fisuras, con un 7.53%, como se puede apreciar en la gráfica 04; la muestra 04, está conformada por la fundación del estribo derecho del puente Carrizal - tramo 3, para obtener estos resultados se realizó una inspección visual de toda la área visible, teniendo un total de 16.20m<sup>2</sup>, lo cual se toma como el 100%, donde el área afectada por los tipos mencionados anteriormente, pertenecen a un área total de 9.17 m<sup>2</sup>, lo que corresponde a un 56.60% y el área no afectada corresponde a un área total de 7.03 m<sup>2</sup>, el cual es un 43.40% donde no presenta tipo alguno.

De acuerdo al nivel de severidad en la fundación del estribo derecho del puente se puede sintetizar como Malo, con una calificación según la Guía de inspección de Puentes de número 3, de acuerdo a los tipos presentados en la muestra, tal como se puede evidenciar en la tabla 4.

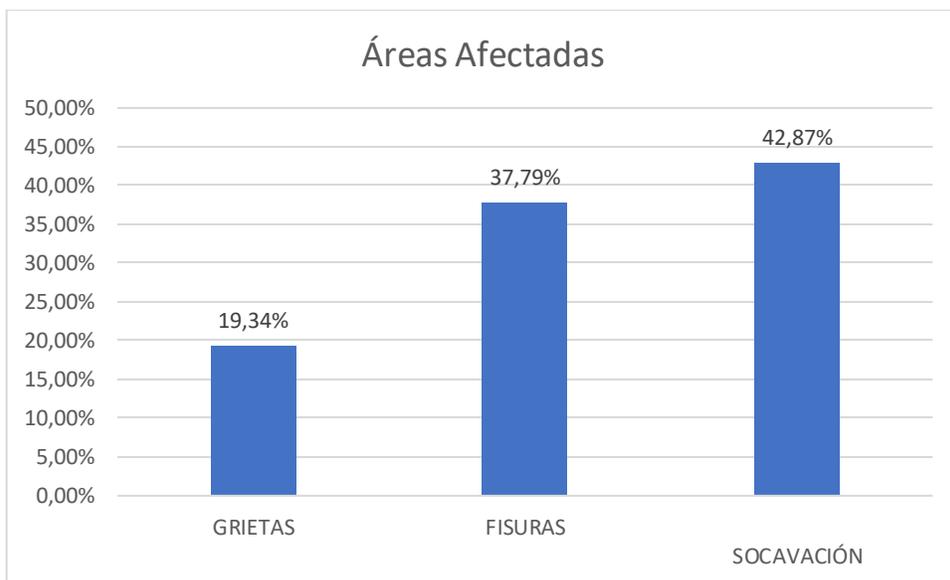
## RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DE CAMPO:

Tabla 5. Tipos de lesiones mecánicas de acuerdo al total de áreas afectadas en los estribos del puente Carrizal.

TIPOS DE LESIONES	ÁREA AFECTADA (m2)	% DE ÁREA AFECTADA
<b>GRIETAS</b>	6.52	19.34 %
<b>FISURAS</b>	12.74	37.79 %
<b>SOCAVACIÓN</b>	14.45	42.87 %
<b>ÁREA TOTAL AFECTADA</b>	<b>33.71</b>	<b>100 %</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

Gráfica 05. Tipos de lesiones mecánicas existentes en los estribos del puente según área afectada.



**Fuente:** Elaboración Propia, 2018.

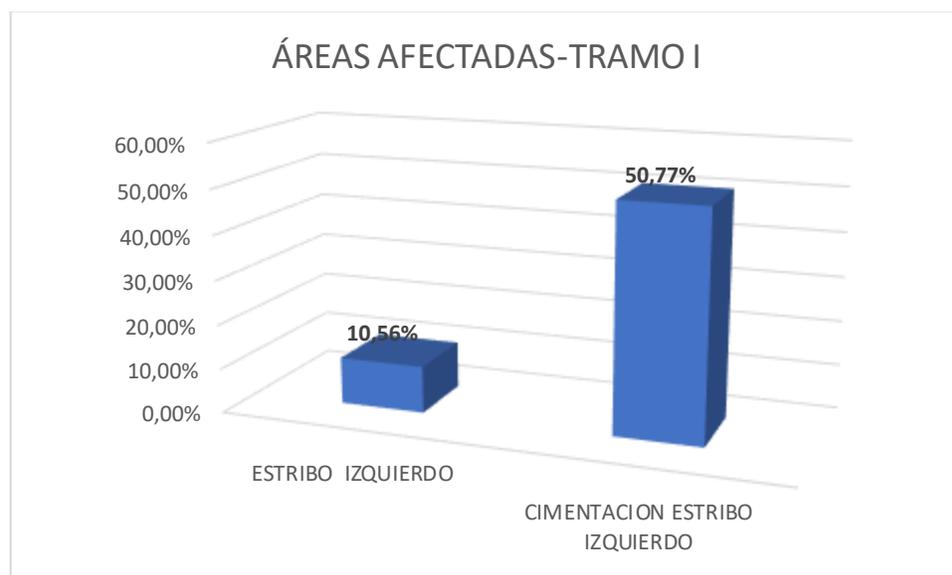
**Descripción e Interpretación:** De acuerdo a la Guía de inspección de Puentes, se pudo observar los tipos de lesiones presentes en los estribos, los cuales son: Grietas, fisuras, y socavación. Por lo tanto, tipos de mayor incidencia en los estribos es la socavación, con un 42.87% de área afectada y las de menor incidencia son las fisuras, grietas con un 19.34% y 37.79% respectivamente, como se puede apreciar en la gráfica 05; para obtener estos resultados se realizó una inspección visual de toda el área visible de los estribos, teniendo un total de 33.71m<sup>2</sup> de área afectada por dichos tipos, lo cual se toma como el 100%.

Tabla 6. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo I del Puente Carrizal.

TRAMO I- DEL PUENTE CARRIZAL						
COMPONENTES DEL PUENTE	ÁREA TOTAL	ÁREA AFECTADA	ÁREA NO AFECTADA	% A. AFECTADA	% A. NO AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
ESTRIBO IZQUIERDO	95.82	10.12	85.70	10.56%	89.44%	2
CIMENTACION ESTRIBO IZQUIERDO	15.6	7.92	7.68	50.77%	49.23%	3

**Fuente: Elaboración Propia, 2018.**

Gráfica 06. Área afectada según componente del puente-tramo I.



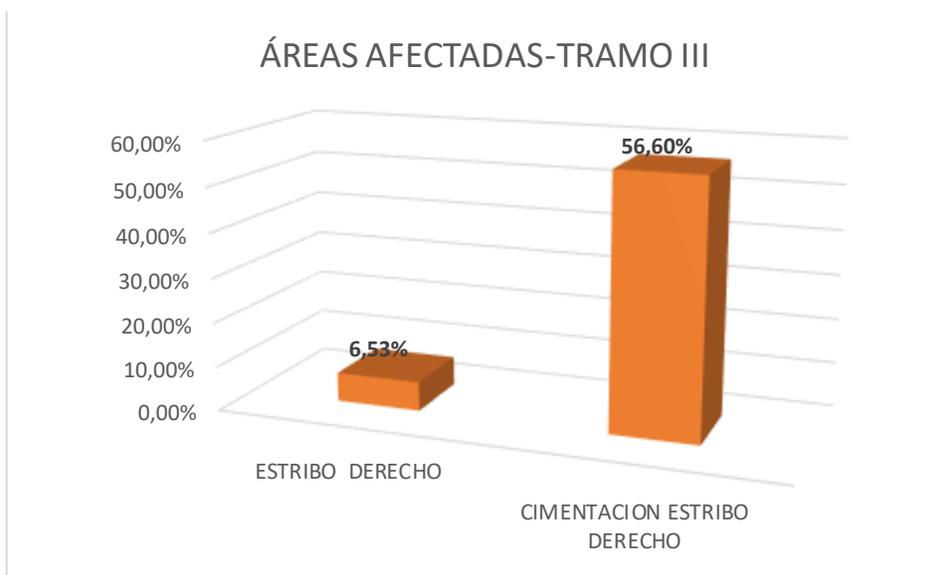
**Fuente: Elaboración Propia, 2018.**

Tabla 7. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo III del Puente Carrizal.

TRAMO III- DEL PUENTE CARRIZAL						
COMPONENTES DEL PUENTE	ÁREA TOTAL	ÁREA AFECTADA	ÁREA NO AFECTADA	% A. AFECTADA	% A. NO AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
ESTRIBO DERECHO	99.59	6.50	93.09	6.53%	93.47%	2
CIMENTACION ESTRIBO DERECHO	16.2	9.17	7.03	56.60%	43.40%	3

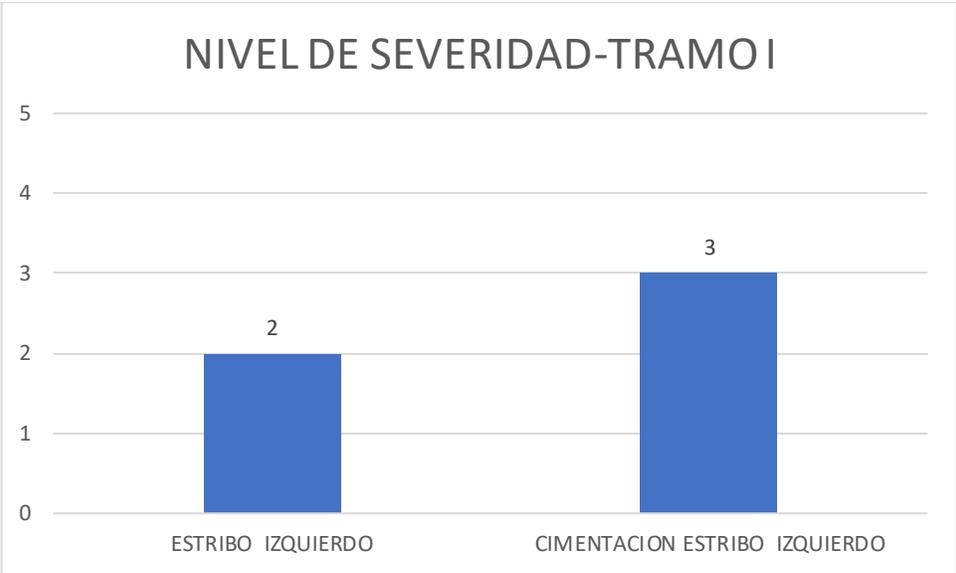
Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfica 07. Área afectada según componente del puente-tramo III.



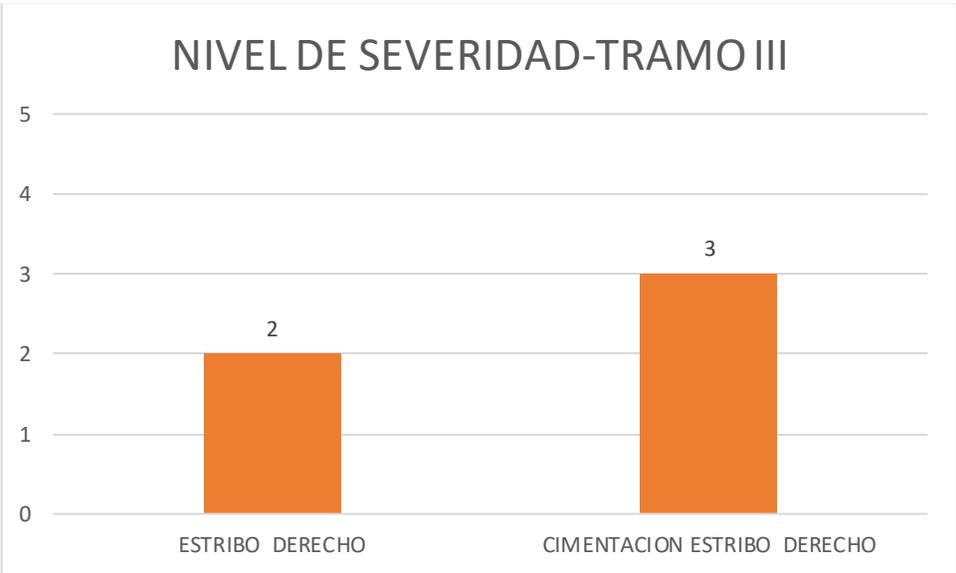
Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfica 08. Nivel de severidad en el tramo I del Puente Carrizal.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfica 09. Nivel de severidad en el tramo III del Puente Carrizal.



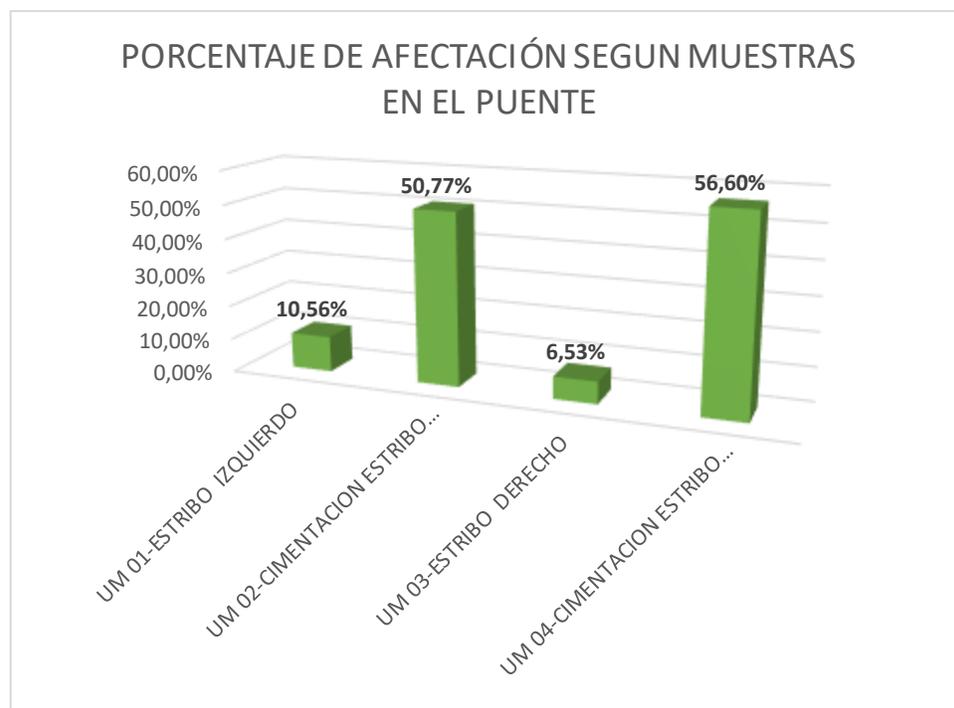
Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Tabla 8. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo I y III del Puente Carrizal.

COMPONENTES DEL PUENTE	ÁREA TOTAL	ÁREA AFECTADA	ÁREA NO AFECTADA	% A. AFECTADA	% A. NO AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
UM 01-ESTRIBO IZQUIERDO	95.82	10.12	85.70	10.56%	89.44%	2
UM 02-CIMENTACION ESTRIBO IZQUIERDO	15.6	7.92	7.68	50.77%	49.23%	3
UM 03-ESTRIBO DERECHO	99.59	6.50	93.09	6.53%	93.47%	2
UM 04-CIMENTACION ESTRIBO DERECHO	16.2	9.17	7.03	56.60%	43.40%	3

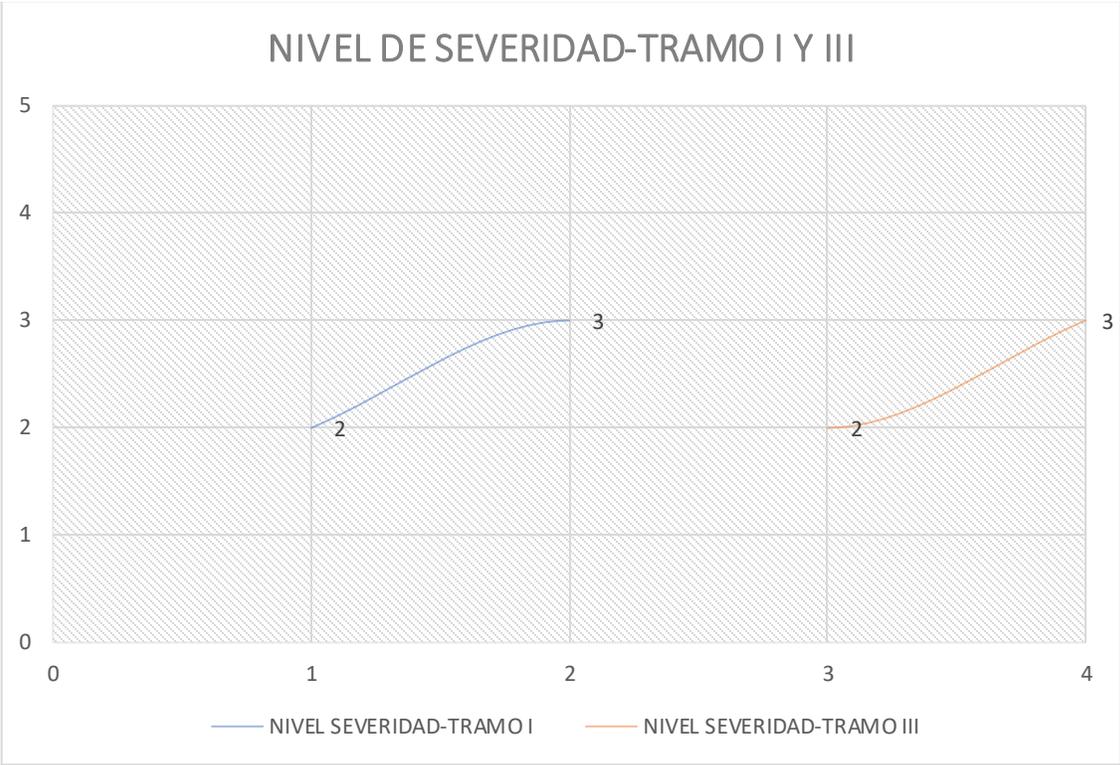
Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfica 10. Áreas afectadas según UM-componente del puente-tramo I y III.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfica 11. Comparación de los niveles de severidad entre el tramo I y III del Puente Carrizal.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

### 3.1.1 CÁLCULO DEL EFECTO PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN EN ESTRIBOS

#### Cálculo del método de Froehlich

Datos iniciales:

❖ Parámetros hidráulicos

- ✓ Caudal de diseño  $Q_d = 147.00 \text{ m}^3/\text{s}$
- ✓ Profundidad promedio inicial  $h = 2.61 \text{ m}$
- ✓ Velocidad media del flujo aguas arriba  $V = 2.42 \text{ m/s}$
- ✓ N° de Froude aguas arriba  $FR_1 = 1.05$
- ✓ Aceleración de la gravedad  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

❖ Parámetros geométricos

- ✓ Longitud del estribo que obstruye al flujo  $L'' = 0.85 \text{ m}$
- ✓ Angulo de inclinación  $\theta = 90^\circ$

❖ Parámetros adimensionales

- ✓ Factor de corrección K1
  - Estribos de pared vertical ( $K_1 = 1.00$ )  $K_1 = 1.00$
- ✓ Factor de corrección K2
  - $\theta < 90^\circ$ , estribo inclinado aguas abajo.
  - $\theta > 90^\circ$ , estribo inclinado aguas arriba.
  - $\theta = 90^\circ$ , estribo inclinado aguas arriba.

$$K_2 = \left(\frac{\theta}{90}\right)^{0.13} \quad K_2 = 1.00$$

❖ Socavación ( $\Delta s$ )

- ✓ Socavación ( $\Delta s$ )  $\Delta s = 4.63 \text{ m}$

$$\Delta s = 2.27 * K_1 * K_2 * (L'')^{0.42} * (h)^{0.57} * (FR)^{0.61} + h$$

## Cálculo del método de Artamanov

Datos iniciales:

❖ Parámetros hidráulicos

- ✓ Caudal de diseño  $Q_d = 147.00 \text{ m}^3/\text{s}$
- ✓ Profundidad promedio inicial  $h = 2.61 \text{ m}$
- ✓ Velocidad media del flujo aguas arriba  $V = 2.42 \text{ m/s}$
- ✓ Profundidad promedio aguas arriba  $h_1 = 2.86 \text{ m}$

❖ Parámetros geométricos

- ✓ Longitud del estribo que obstruye al flujo  $L'' = 0.85 \text{ m}$
- ✓ Angulo de inclinación  $\theta = 90^\circ$

❖ Parámetros adimensionales

- ✓ Coeficiente de corrección  $K_\theta$  1.00 ( $k_\theta = 1, \theta = 90$ )
- ✓ Coeficiente de corrección  $k_m$  1.00 ( $k_m = 1, \text{Pared Vertical}$ )
- ✓ Coeficiente de corrección  $k_q$  2.00

❖ Socavación ( $\Delta s$ )

- ✓ Profundidad de Socavación ( $H_s$ )  $H_s = 5.72 \text{ m}$

$$H_s = K_\theta \cdot K_q \cdot K_m \cdot h_1$$

- ✓ Socavación ( $\Delta s$ )  $\Delta s = 3.11 \text{ m}$

$$\Delta s = H_s - h$$

## Cálculo del método de Liu Chang y Skinner

Datos iniciales:

### ❖ Parámetros hidráulicos

- ✓ Caudal de diseño  $Q_d = 147.00 \text{ m}^3/\text{s}$
- ✓ Velocidad media del flujo aguas arriba  $V = 2.42 \text{ m/s}$
- ✓ Profundidad promedio aguas arriba  $h_1 = 2.86 \text{ m}$
- ✓ N° de Froude aguas arriba  $FR_1 = 1.05$
- ✓ Aceleración de la gravedad  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

### ❖ Parámetros geométricos

- ✓ Longitud del estribo que obstruye al flujo  $L'' = 0.85 \text{ m}$
- ✓ Ángulo de inclinación  $\theta = 90^\circ$

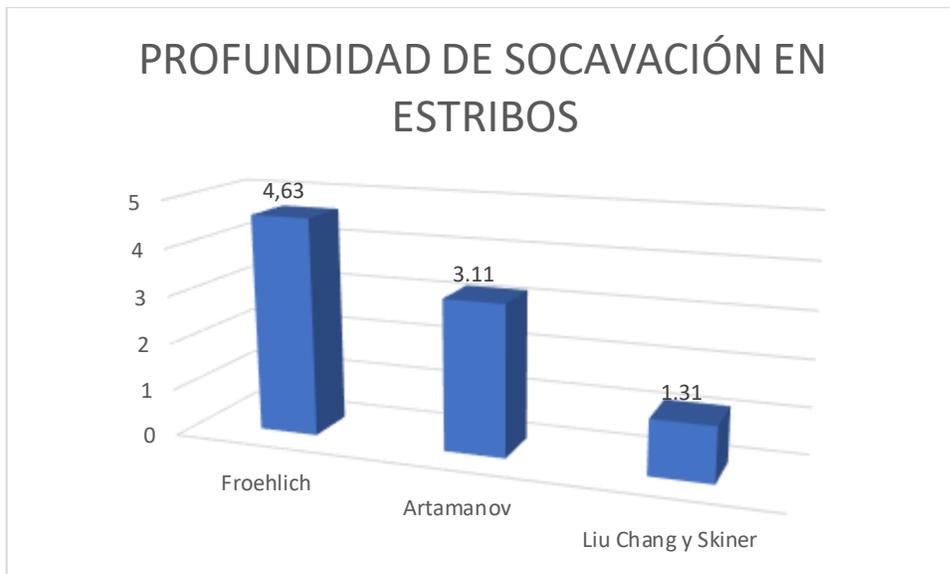
### ❖ Socavación ( $\Delta s$ )

- ✓ Pared vertical )  $\Delta s / h_1 = 1.31$

$$\Delta s / h_1 = 2.15 * \left( \frac{L''}{h_1} \right)^{0.42} * (FR_1)^{0.33}$$

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA OBJETIVO ESPECIFICO 1:

Gráfica 12: Resultados del efecto de profundidad de socavación en estribos.



**Fuente: Elaboración propia**

**Descripción e Interpretación:** En la gráfica se observa el efecto de profundidad, donde existen diferencias notables entre los resultados obtenidos, con valores que varían en un rango de 1.31-3.32 dado que los métodos consideran diferentes condiciones iniciales y son desarrollados con diferentes parámetros, tomando un resultado conservador de 4.63 m de como efecto de profundidad de socavación en estribos por el método de Froehlich.

## SUBESTRUCTURA

### TRAMO 02-IZQUIERDA:

- UM-05 TIPOS LESIONES MECÁNICAS EN LOS PILARES IZQUIERDOS.
- UM-06 TIPOS LESIONES MECÁNICAS EN LA FUNDACIÓN DE LOS PILARES IZQUIERDOS.

### TRAMO 02-DERECHA:

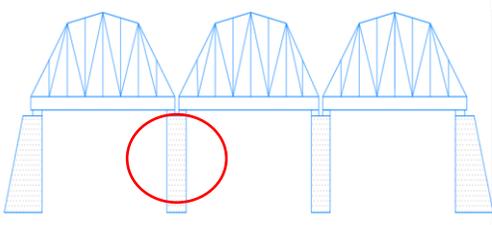
- UM-07 TIPOS LESIONES MECÁNICAS EN LOS PILARES IZQUIERDOS.
- UM-08 TIPOS LESIONES MECÁNICAS EN LA FUNDACIÓN DE LOS PILARES IZQUIERDOS.

### 3.2. Determinar los efectos por socavación en pilares en el Puente Carrizal como consecuencia del El Niño Costero.

Se tomó como referencia los PILARES IZQUIERDOS del puente Carrizal, y para su inspección se consideró el área visible del segundo tramo.

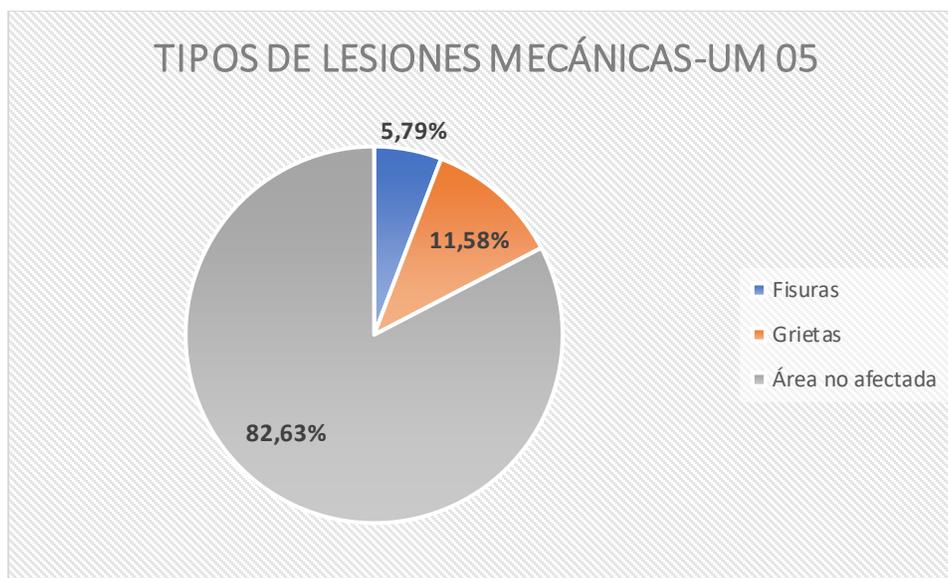
Tabla 9. Inspección de la unidad de Muestra 5.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE INSPECCIÓN				
		"EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018"				
EVALUADOR: EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS				FECHA:	03/03/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA				UNIDAD DE MUESTRA:	5	
LOCALIDAD:	CARRIZAL	NOMBRE DEL PUENTE:	Carrizal	COMPOSICIÓN:	Concreto	
DISTRITO:	CASMA	TIPO DE PUENTE:	RETICULADO	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	99.00	
PROVINCIA:	CASMA	Nº DE TRAMOS:	3	LONGITUD TRAMO (m):	33.00	
REGIÓN:	ÁNCASH	TRAMO A EVALUAR:	2	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1967	
TIPOS LESIONES MECÁNICAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE					GRADO DE SEVERIDAD	
☐ : GRIETAS                      ☐ : DESPRENDIMIENTOS                      ☐ : DESPLAZAMIENTOS ☐ : FISURAS                      ☐ : SOCAVACIÓN                      ☐ : FRACTURAS ☐ : ASENTAMIENTOS					CALIFICACIÓN	
					MUY BUENO : 0	HALO : 3
					BUENO : 1	MUY MALO : 4
					REGULAR: 2	PISIMO : 5

				<b>OBSERVACIONES</b> Se ha sacado el área total de los dos pilares ubicados al margen izquierdo para ver la cuales son las áreas afectadas por los diferentes efectos de la socavación.				
ELEMENTO DEL PUENTE: <b>SUBESTRUCTURA</b>		COMPONENTE DEL PUENTE: <b>PILARES IZQUIERDOS</b>						
<b>ESTADO GENERAL</b>								
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m2)	TIPOS	SEVERIDAD	ÁREA AFECTADA (m2)	ÁREA NO AFECTADA (m2)	ESTADÍSTICAS	
			Fisuras	2	4.6	65.64	5.79%	82.63%
2	PILARES IZQUIERDOS (2)	79.44	Grietas	2	9.2		11.58%	
<b>RESULTADO FINAL</b>					<b>TOTAL ÁREA AFECTADA</b>	<b>TOTAL ÁREA NO AFECTADA</b>	<b>% TOTAL ÁREA AFECTADA</b>	<b>% TOTAL ÁREA NO AFECTADA</b>
					13.80	65.64	17.37%	82.63%
<b>NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA</b>					<b>REGULAR (2)</b>			

Fuente: Guía para Inspección de Puentes, MTC-2006.

Gráfica 13: Tipos lesiones mecánicas existentes en Pilares Izquierdos.



Fuente: Elaboración Propia

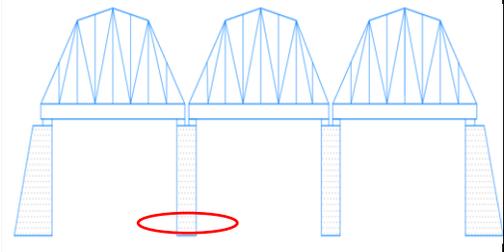
**Descripción e Interpretación:** Se puede observar que en la Unidad de Muestra 5 los tipos lesiones mecánicas que predominan son: Fisuras, Grietas. Por lo tanto, los tipos de mayor incidencia es las grietas, con un 11.58% y la de menor incidencia son las fisuras, con un 5.79%, como se puede apreciar en la gráfica 13; la muestra 05, está conformada por los pilares izquierdos del puente Carrizal - tramo 2, para

obtener estos resultados se realizó una inspección visual de toda la área visible, teniendo un total de 79.44m<sup>2</sup>, lo cual se toma como el 100%, donde el área afectada por los tipos mencionados anteriormente, pertenecen a un área total de 13.80 m<sup>2</sup>, lo que corresponde a un 17.37% y el área no afectada corresponde a un área total de 65.64 m<sup>2</sup>, el cual es un 82.63% donde no presenta tipo alguno.

De acuerdo al nivel de severidad en la fundación del estribo derecho del puente se puede sintetizar como Regular, con una calificación según la Guía de inspección de Puentes de número 2, de acuerdo a los tipos presentados en la muestra, tal como se puede evidenciar en la tabla 9.

Se tomó como referencia la FUNDACIÓN DE LOS PILARES DE LA PARTE IZQUIERDA del puente Carrizal, y para su inspección se consideró el área visible del segundo tramo.

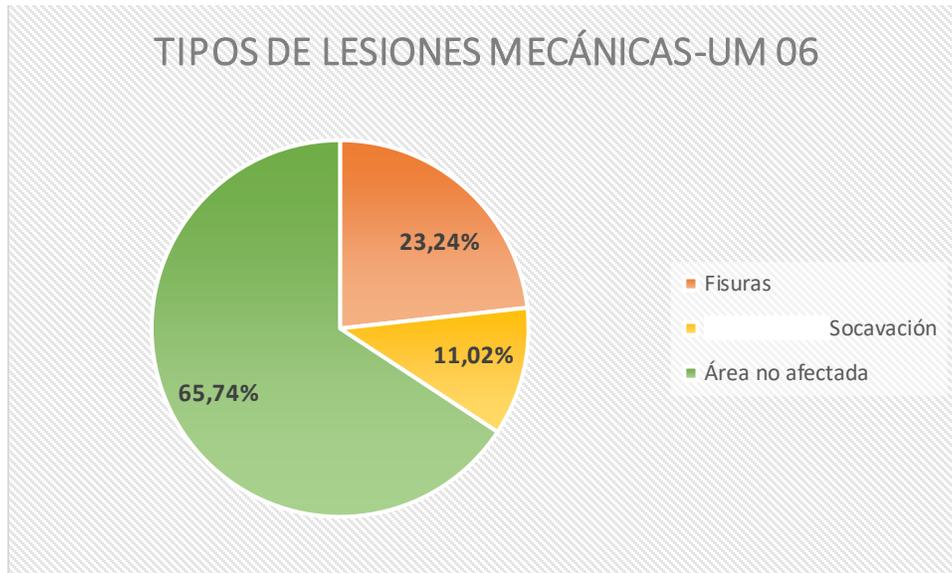
Tabla 10. Inspección de la unidad de Muestra 6.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE INSPECCIÓN						
		"EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018"						
EVALUADOR: EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS						FECHA:	03/03/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA:	6	
LOCALIDAD:	CARRIZAL	NOMBRE DEL PUENTE:	Carrizal	COMPOSICIÓN:	Concreto			
DISTRITO:	CASMA	TIPO DE PUENTE:	RETICULADO	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	99.00			
PROVINCIA:	CASMA	Nº DE TRAMOS:	3	LONGITUD TRAMO (m):	33.00			
REGIÓN:	ÁNCASH	TRAMO A EVALUAR:	2	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1967			
TIPOS LESIONES MECÁNICAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD		
<input type="checkbox"/> : GRIETAS <input type="checkbox"/> : DESPRENDIMIENTOS <input type="checkbox"/> : DESPLAZAMIENTOS <input type="checkbox"/> : FISURAS <input type="checkbox"/> : SOCAVACIÓN <input type="checkbox"/> : FRACTURAS <input type="checkbox"/> : ASENTAMIENTOS						CALIFICACIÓN		
						MUY BUENO : 0	MALO : 3	
						BUENO : 1	MUY MALO : 4	
						REGULAR: 2	PÉSIMO : 5	
							OBSERVACIONES	
				La cimentación o fundación de los pilares es de concreto, y se encuentra expuesto a debido a la socavación presentada. Se observa también presencia de vegetación.				
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA				COMPONENTE DEL PUENTE: FUNDACIÓN DE PILARES IZQUIERDOS				
ESTADO GENERAL								

TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m2)	TIPOS	SEVERIDAD	ÁREA AFECTADA (m2)	ÁREA NO AFECTADA (m2)	ESTADÍSTICAS	
							(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA
2	FUNDACIÓN PILARES IZQ. (2)	25.60	Fisuras	2	5.95	16.83	23.24%	65.74%
			socavación	2	2.82		11.02%	
RESULTADO FINAL					8.77	16.83	34.26%	65.74%
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA					REGULAR (2)			

Fuente: Guía para Inspección de Puentes, MTC-2006.

Gráfica 14: Tipos lesiones mecánicas existentes en fundación de los Pilares Izquierdos.



Fuente: Elaboración Propia

**Descripción e Interpretación:** Se puede observar que en la Unidad de Muestra 6 los tipos lesiones mecánicas que predominan son: Fisuras y socavación. Por lo tanto, los tipos de mayor incidencia es las fisuras, con un 23.24% respectivamente y la de menor incidencia es la socavación, con un 11.02%, como se puede apreciar en la gráfica 14; la muestra 06, está conformada por la fundación de los pilares de la parte izquierda del puente Carrizal - tramo 2, para obtener estos resultados se realizó una inspección visual de toda la área visible, teniendo un total de 25.60m<sup>2</sup>, lo cual se toma como el 100%, donde el área afectada por los tipos mencionados anteriormente, pertenecen a un área total de 8.77 m<sup>2</sup>, lo que corresponde a un 34.26% y el área no afectada corresponde a un área total de 16.83 m<sup>2</sup>, el cual es un 65.74% donde no presenta tipos alguno.

De acuerdo al nivel de severidad en la fundación de los pilares izquierdos del puente Carrizal se puede sintetizar como Regular, con una calificación según la Guía de Inspección de Puentes de número 2, de acuerdo a los tipos de lesiones presentados en la muestra, tal como se puede evidenciar en la tabla 10.

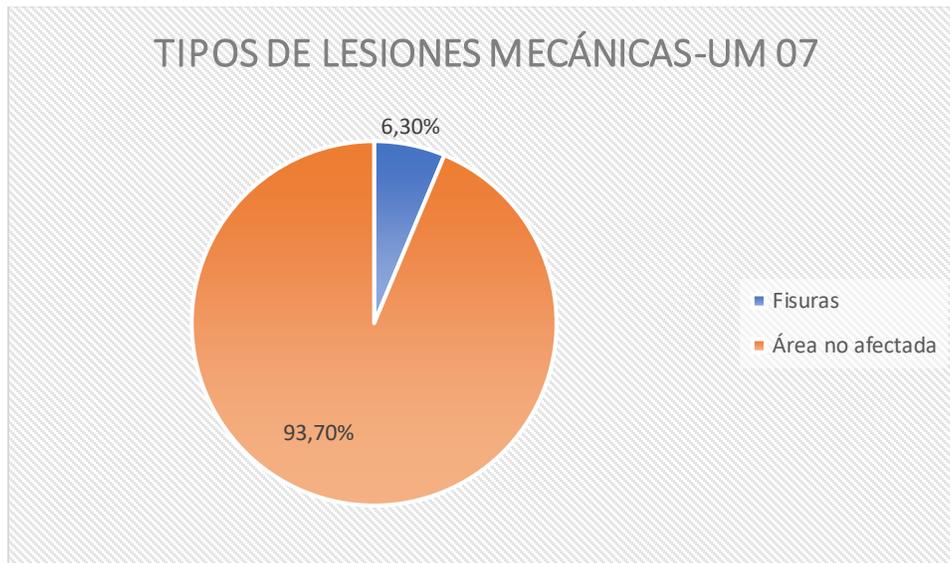
Se tomó como referencia los PILARES DERECHOS del puente Carrizal, y para su inspección se consideró el área visible del segundo tramo.

Tabla 11. Inspección de la unidad de Muestra 7.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE INSPECCIÓN							
		"EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018"							
EVALUADOR: EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS						FECHA:	03/03/2018		
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA:	7		
LOCALIDAD:	CARRIZAL	NOMBRE DEL PUENTE:	Carrizal			COMPOSICIÓN:	Concreto		
DISTRITO:	CASMA	TIPO DE PUENTE:	RETICULADO			LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	99.00		
PROVINCIA:	CASMA	Nº DE TRAMOS:	3			LONGITUD TRAMO (m):	33.00		
REGIÓN:	ÁNCASH	TRAMO A EVALUAR:	2			AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1967		
TIPOS LESIONES MECÁNICAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE						GRADO DE SEVERIDAD			
<input type="checkbox"/> : GRIETAS <input type="checkbox"/> : DESPRENDIMIENTOS <input type="checkbox"/> : DESPLAZAMIENTOS <input type="checkbox"/> : FISURAS <input type="checkbox"/> : PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN <input type="checkbox"/> : FRACTURAS <input type="checkbox"/> : ASENTAMIENTOS						CALIFICACIÓN			
						MUY BUENO : 0	MALO : 3		
						BUENO : 1	MUY MALO : 4		
						REGULAR : 2	PÉSIMO : 5		
								OBSERVACIONES	
					Se ha sacado el área total de los dos pilares ubicados al margen derecho para ver la cuales son las áreas afectadas por los diferentes efectos de la socavación.				
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA				COMPONENTE DEL PUENTE: PILARES DERECHOS					
ESTADO GENERAL									
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m2)	TIPOS	SEVERIDAD	ÁREA AFECTADA (m2)	ÁREA NO AFECTADA (m2)	ESTADÍSTICAS		
							(%) ÁREA AFECTADA	(%) ÁREA NO AFECTADA	
2	PILARES DERECHOS (2)	82.56	Fisuras	2	25.50	57.06	30.89%	69.11%	
RESULTADO FINAL					TO TAL ÁREA AFECTADA	TO TAL ÁREA NO AFECTADA	% TO TAL ÁREA AFECTADA	% TO TAL ÁREA NO AFECTADA	
					25.50	57.06	30.89%	69.11%	
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA					REGULAR (2)				

Fuente: Guía para Inspección de Puentes, MTC-2006.

Gráfica 15: Tipos lesiones mecánicas existentes en Pilares Derechos.



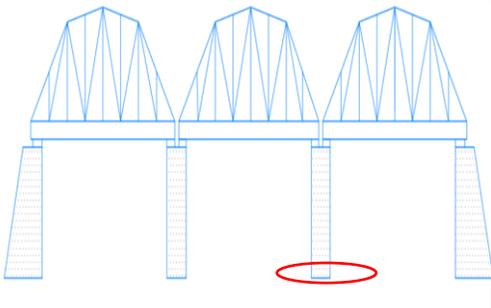
Fuente: Elaboración Propia

**Descripción e Interpretación:** Se puede observar que en la Unidad de Muestra 7 los tipos de lesiones mecánicas que predominan son: Fisuras, Grietas y Erosión por cavitación. Por lo tanto, los tipos de mayor incidencia es las fisuras, con un 25.50%, como se puede apreciar en la gráfica 15; la muestra 07, está conformada por los pilares derechos del puente Carrizal - tramo 2, para obtener estos resultados se realizó una inspección visual de toda la área visible, teniendo un total de 82.56m<sup>2</sup>, lo cual se toma como el 100%, donde el área afectada por los tipos mencionados anteriormente, pertenecen a un área total de 25.50 m<sup>2</sup>, lo que corresponde a un 30.89% y el área no afectada corresponde a un área total de 57.06 m<sup>2</sup>, el cual es un 69.11% donde no presenta tipo alguno.

De acuerdo al nivel de severidad en la fundación del estribo derecho del puente se puede sintetizar como Regular, con una calificación según la Guía de inspección de Puentes de número 2, de acuerdo a los tipos presentados en la muestra, tal como se puede evidenciar en la tabla 11.

Se tomó como referencia la FUNDACIÓN DE LOS PILARES DE LA PARTE DERECHA del puente Carrizal, y para su inspección se consideró el área visible del segundo tramo.

Tabla 12. Inspección de la unidad de Muestra 8.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE INSPECCIÓN						
		"EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018"						
EVALUADOR: EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS						FECHA:	03/03/2018	
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						UNIDAD DE MUESTRA:	8	
LOCALIDAD:	CARRIZAL	NOMBRE DEL PUENTE:	Carrizal	COMPOSICIÓN:	Concreto			
DISTRITO:	CASMA	TIPO DE PUENTE:	RETICULADO	LONGITUD TOTAL DE PUENTE (m):	99.00			
PROVINCIA:	CASMA	Nº DE TRAMOS:	3	LONGITUD TRAMO (m):	33.00			
REGIÓN:	ÁNCASH	TRAMO A EVALUAR:	2	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1967			
TIPOS DE LESIONES EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE							GRADO DE SEVERIDAD	
<input type="checkbox"/> : GRIETAS <input type="checkbox"/> : DESPLAZAMIENTOS <input type="checkbox"/> : DESPLAZAMIENTOS <input type="checkbox"/> : FISURAS <input type="checkbox"/> : SOCAVACIÓN <input type="checkbox"/> : FRACTURAS <input type="checkbox"/> : ASENTAMIENTOS							<b>CALIFICACIÓN</b> MUY BUENO : 0    MALO : 3 BUENO : 1    MUY MALO : 4 REGULAR : 2    PÉSIMO : 5	
						<b>OBSERVACIONES:</b> La cimentación o fundación de los pilares izquierdos se encuentra expuesta debido a la socavación provocada por el Fenómeno del Niño Costero 2017. Se observa también presencia de vegetación.		
ELEMENTO DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA				COMPONENTE DEL PUENTE: FUNDACIÓN DE PILARES DERECHOS				
ESTADO GENERAL								
TRAMO	COMPONENTE	ÁREA DE COMPONENTE (m2)	TIPOS	SEVERIDAD	ÁREA AFECTADA (m2)	ÁREA NO AFECTADA (m2)	ESTADÍSTICAS	
							(%) ÁREA AFECTADA    (%) ÁREA NO AFECTADA	
2	FUNDACIÓN PILARES DERECHO. (2)	0	socavación	3	0	0	0    0	
RESULTADO FINAL					TO TAL ÁREA AFECTADA	TO TAL ÁREA NO AFECTADA	% TO TAL ÁREA AFECTADA    % TO TAL ÁREA NO AFECTADA	
					0	0	0    0	
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA					MALO (3)			

Fuente: Guía para Inspección de Puentes, MTC-2006.

Gráfica 16: Tipos de lesiones existentes en fundación de los Pilares Derechos.



Fuente: Elaboración Propia

**Descripción e Interpretación:** Se puede observar que en la Unidad de Muestra 8 las lesiones que predominan son que la fundación de los pilares ubicados al margen derecho no está visible, esto debido al aumento de caudal del río Casma como consecuencia del Niño Costero, el cual provocó una socavación local. A su vez se puede observar que existe colocación de rocas en dicha fundación de pilas para contrarrestar dichos efectos. Por lo tanto, la mayor incidencia es la socavación, con un 100% y al no poder visualizar la fundación de los pilares de la parte izquierda del puente Carrizal - tramo 2 se consideró 0.00% de área afectada.

De acuerdo al nivel de severidad en la fundación de los pilares derechos del puente Carrizal se puede sintetizar como Malo, con una calificación según la Guía de inspección de Puentes de número 3, de acuerdo a los tipos de lesiones presentados en la muestra, tal como se puede evidenciar en la tabla 12.

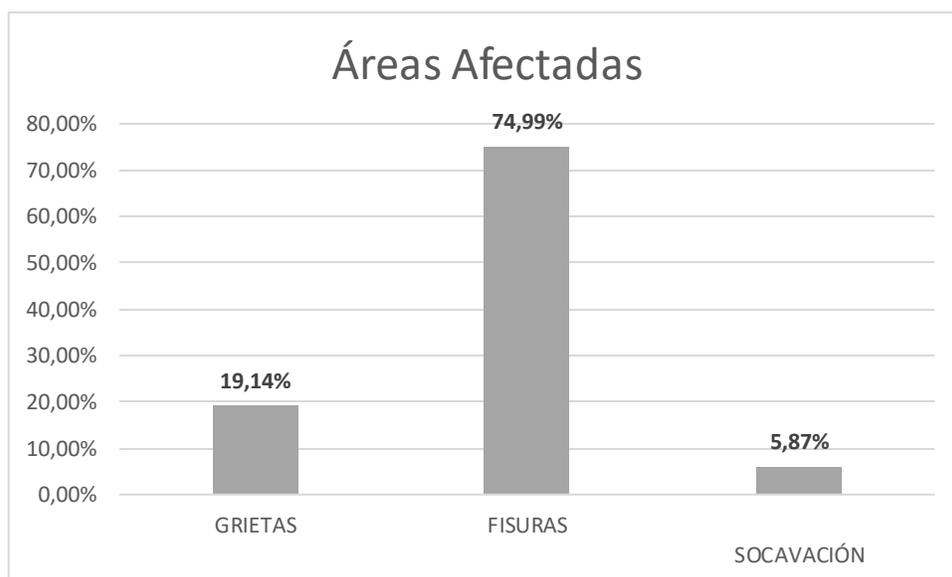
## RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN EN CAMPO PARA PILARES:

Tabla 13. Tipos de lesiones de acuerdo al total de áreas afectadas en los pilares del puente Carrizal.

TIPOS DE LESIONES	ÁREA AFECTADA (m2)	% DE ÁREA AFECTADA
GRIETAS	9.2	19.14%
FISURAS	36.05	74.99%
SOCAVACIÓN	2.82	5.87%
ÁREA TOTAL AFECTADA	<b>48.07</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica 17. Tipos de lesiones mecánicas existentes en los pilares del puente Carrizal.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

**Descripción e Interpretación:** De acuerdo a la Guía de inspección de puentes utilizada, se pudo observar que existe presencia de Grietas, fisuras, socavación; en los pilares. Por lo tanto, la mayor incidencia en los pilares es las fisuras, con un 74.99% de área afectada y las de menor incidencia son las grietas y socavación con

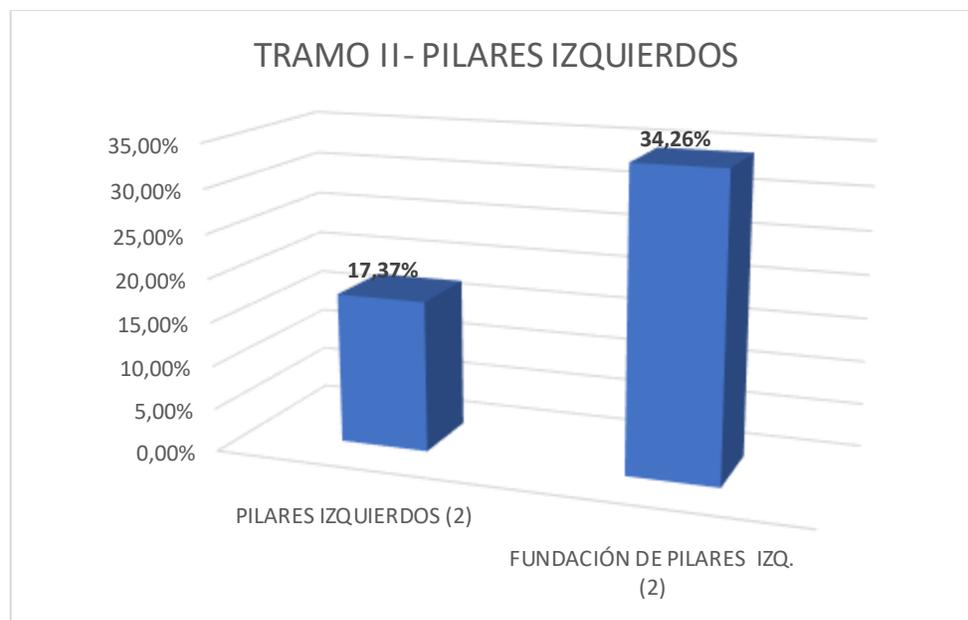
un 19.14% y 5.87% respectivamente, como se puede apreciar en la gráfica 17; para obtener estos resultados se realizó una inspección visual de toda el área visible de los pilares, teniendo un total de 48.07m<sup>2</sup> de área afectada por dichas lesiones, lo cual se toma como el 100%.

Tabla 14. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo II-Izquierda del Puente Carrizal.

TRAMO II-IZQUIERDA DEL PUENTE CARRIZAL						
COMPONENTES DEL PUENTE	ÁREA TOTAL	ÁREA AFECTADA	ÁREA NO AFECTADA	% A. AFECTADA	% A. NO AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
PILARES IZQUIERDOS (2)	79.44	13.80	65.64	17.37%	82.63%	2
FUNDACIÓN DE PILARES IZQ. (2)	25.6	8.77	16.83	34.26%	65.74%	2

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfica 18. Área afectada según componente del puente-tramo II-Izquierda.



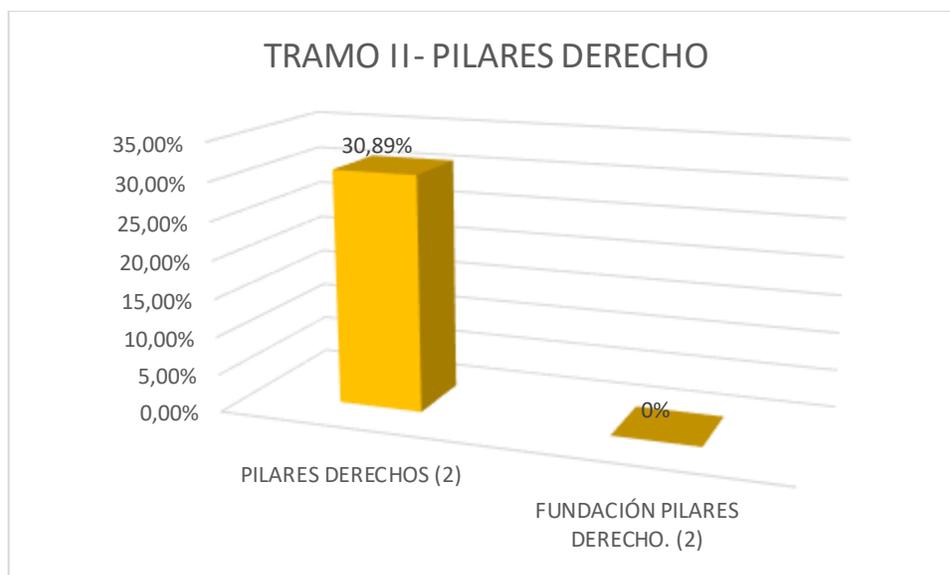
Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Tabla 15. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo II-Derecha del Puente Carrizal.

TRAMO II-DERECHA DEL PUENTE CARRIZAL						
COMPONENTES DEL PUENTE	ÁREA TOTAL	ÁREA AFECTADA	ÁREA NO AFECTADA	% A. AFECTADA	% A. NO AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
PILARES DERECHOS (2)	82.56	25.50	57.06	30.89%	69.11%	2
FUNDACIÓN PILARES DERECHO. (2)	0	0	0	0%	0	4

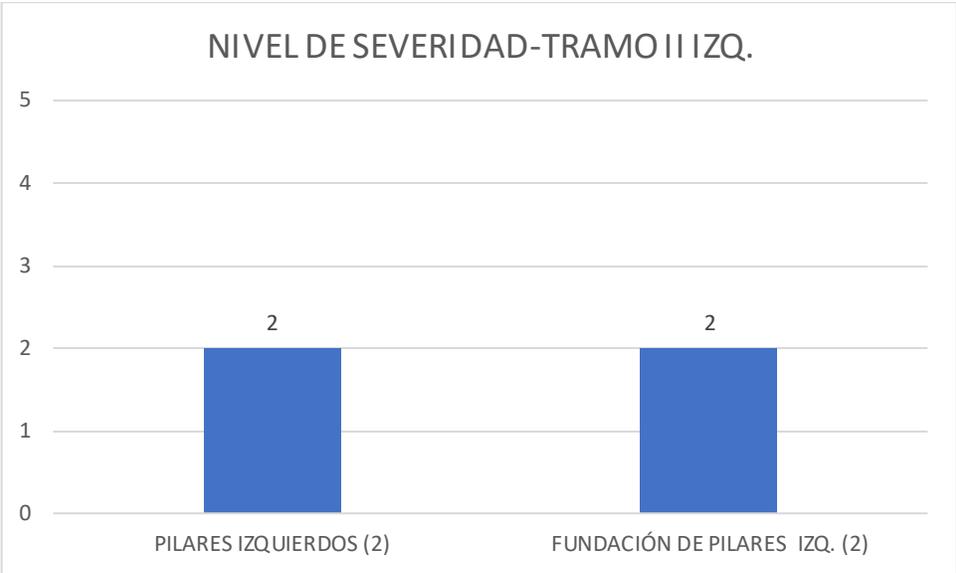
Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfica 19. Área afectada según componente del puente-tramo II- Derecha.



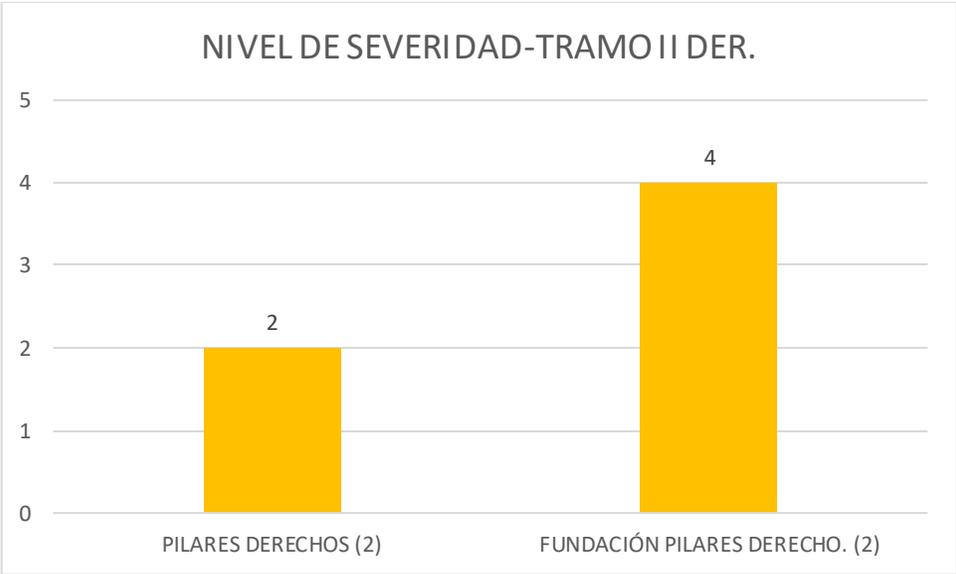
Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfica 20. Nivel de severidad en el tramo II-Izquierda del Puente Carrizal.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfica 21. Nivel de severidad en el tramo II-Derecha del Puente Carrizal.



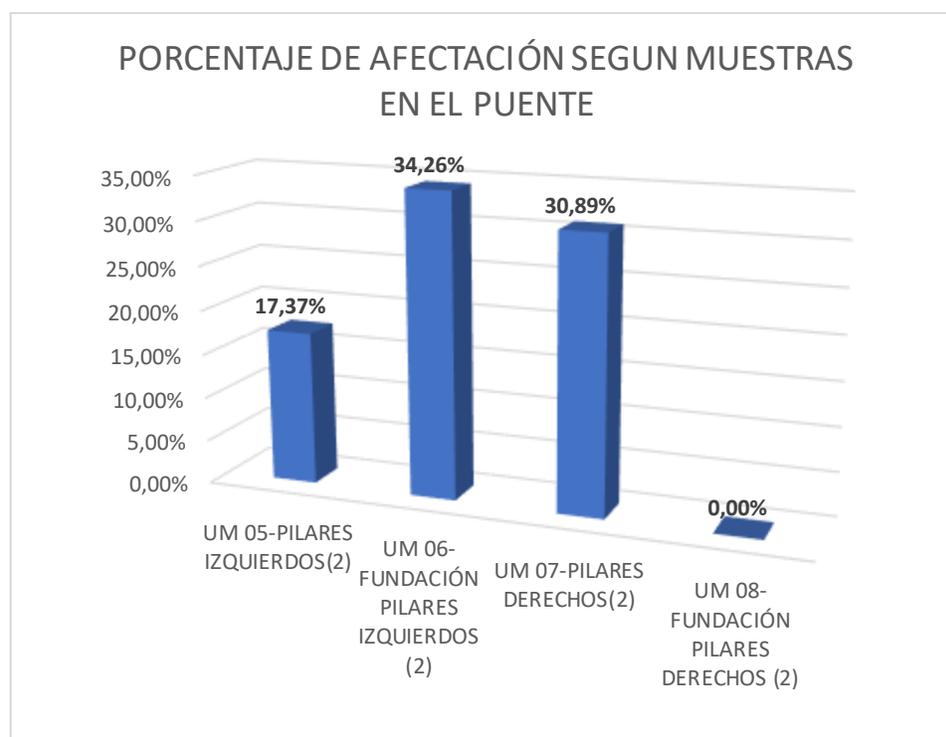
Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Tabla 16. Porcentajes de área afectada por componentes en el tramo II del Puente Carrizal.

COMPONENTES DEL PUENTE	ÁREA TOTAL	ÁREA AFECTADA	ÁREA NO AFECTADA	% A. AFECTADA	% A. NO AFECTADA	NIVEL DE SEVERIDAD
UM 05-PILARES IZQUIERDOS(2)	79.44	13.80	65.64	17.37%	82.63%	2
UM 06-FUNDACIÓN PILARES IZQUIERDOS (2)	25.6	8.77	16.83	34.26%	65.74%	2
UM 07-PILARES DERECHOS(2)	82.56	25.50	57.06	30.89%	69.11%	2
UM 08-FUNDACIÓN PILARES DERECHOS (2)	0	0	0	0.00%	0.00%	4

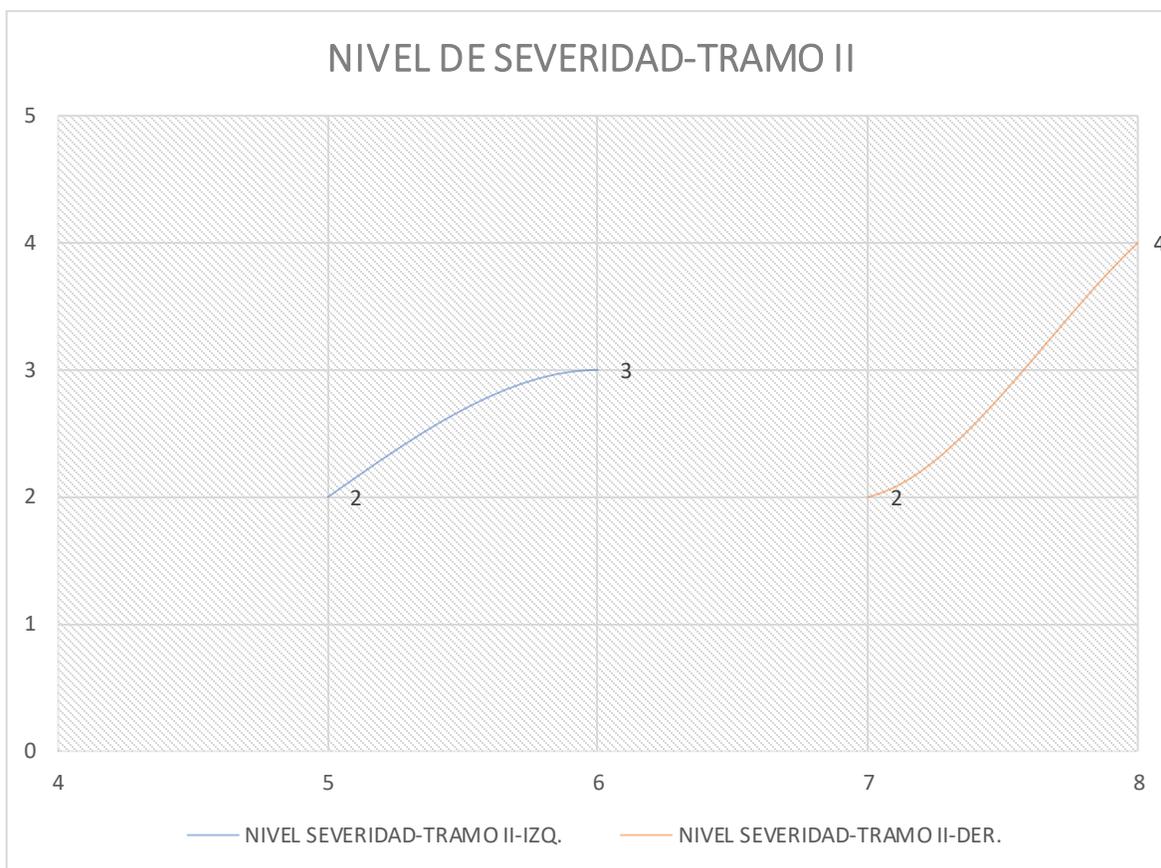
Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfica 22. Áreas afectadas según UM-componente del puente-tramo II.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfica 23. Comparación de los niveles de severidad entre el tramo II Izquierda y derecha del Puente Carrizal.



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

### 3.2.1. CÁLCULO DE PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN EN PILARES

Considerando que el puente Carrizal presenta dos estribos y cuatro pilares centrales el cual, esta subestructura es más propensa a sufrir el fenómeno de socavación al pasar de los años, debido a que interrumpe el cauce principal, y ante este fenómeno ya originado se presenta diversos métodos para precisar el efecto de profundización por socavación.

#### Cálculo del método de la Universidad Estatal de Colorado.

Datos iniciales:

- ❖ Parámetros hidráulicos
  - ✓ Caudal de diseño  $Q_d = 147.00 \text{ m}^3/\text{s}$
  - ✓ Velocidad media del flujo aguas arriba  $V = 2.42 \text{ m/s}$
  - ✓ Profundidad promedio  $h_0 = 0.54 \text{ m}$
  - ✓ N° de Froude aguas arriba  $FR_1 = 1.05$
  - ✓ Profundidad promedio inicial  $h = 2.61 \text{ m}$
- ❖ Parámetros geométricos
  - ✓ Ancho del pilar  $a = 1.00 \text{ m}$
  - ✓ Longitud del pilar  $L = 5.41 \text{ m}$
  - ✓ Angulo de ataque del flujo en pilas  $\theta = 0.00$
- ❖ Parámetros Geotécnicos
  - ✓ Diametro correspondiente al 50%  $D_{50} = 0.019 \text{ m}$
- ❖ Parámetros adicionales
  - ✓ Factor de corrección por la forma nariz del pilar ( $k_1$ )  $1.00$  (Grupo de cilindros)
  - ✓ Factor de corrección por ángulo de ataque flujo ( $k_2$ )  $1.00$  (Angulo = 0)
  - ✓ Factor de corrección por condición de lecho ( $K_3$ )  $1.10$  Condición Lecho móvil
  - ✓ Factor de corrección por acorazamiento ( $K_4$ )  $1.00$
- ❖ Socavación ( $\Delta s$ )
  - ✓ Socavación ( $\Delta s$ )  $\Delta s = 1.81 \text{ m}$   
$$\Delta s = 2.00 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * (a)^{0.65} * (h_1)^{0.35} * (FR_1)^{0.42}$$

## Cálculo del método de Froehlich

Datos iniciales:

- ❖ Parámetros hidráulicos
  - ✓ Caudal de diseño  $Q_d = 147.00 \text{ m}^3/\text{s}$
  - ✓ Velocidad media del flujo aguas arriba  $V = 2.42 \text{ m/s}$
  - ✓ Profundidad promedio aguas arriba  $h_1 = 2.86 \text{ m}$
  - ✓ N° de Froude aguas arriba  $FR_1 = 1.05$
  - ✓ Profundidad promedio inicial  $h = 2.61 \text{ m}$
- ❖ Parámetros geométricos
  - ✓ Ancho del pilar  $a = 1.00 \text{ m}$
  - ✓ Longitud del pilar  $L = 5.41 \text{ m}$
  - ✓ Angulo de ataque del flujo en pilas  $\theta = 0.00$
- ❖ Parámetros Geotécnicos
  - ✓ Diámetro correspondiente al 50%  $D_{50} = 0.019 \text{ m}$
- ❖ Parámetros Geotécnicos
  - ✓ Proyección del ancho del pilar respecto a la Dirección del flujo.  $(a') = 1.00 \text{ m}$
  - $(a') = L \cdot \sin \theta + a \cdot \cos \theta$
  - ✓ Factor de corrección  $\theta = 0.70$
- ❖ Socavación ( $\Delta s$ )
  - ✓ Socavación ( $\Delta s$ )  $\Delta s = 1.64 \text{ m}$

$$\Delta s = 0.32 \theta * (a')^{0.62} * (h_1)^{0.47} * (FR_1)^{0.22} * (D_{50})^{-0.09} + a$$

## Cálculo del método de Laursen y Toch

Datos iniciales:

❖ Parámetros hidráulicos

- ✓ Caudal de diseño  $Q_d = 147.00 \text{ m}^3/\text{s}$
- ✓ Profundidad promedio inicial  $h = 2.61 \text{ m}$

❖ Parámetros Geométricos

- ✓ Ancho del pilar  $a = 1.00 \text{ m}$
- ✓ Longitud del pilar  $L = 5.41 \text{ m}$
- ✓ Angulo de ataque del flujo en pilas  $\theta = 0.00$

❖ Parámetros en sección

- ✓ Coeficiente de forma de nariz del pilar  $K_f = 0.81$
  - ✓ Coeficiente que depende de la relación  $K_g : (h/a) = 1.00$
  - ✓ Proyección del ancho del pilar  $(a') : 1.00 \text{ m}$   
Respecto a la dirección del flujo
- $$(a') = L \cdot \sin \theta + a \cdot \cos \theta$$

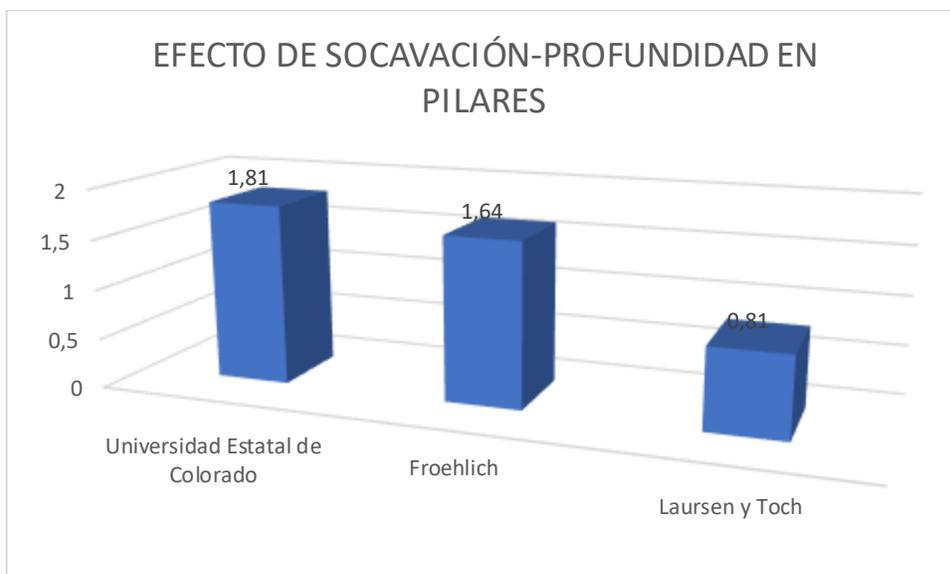
❖ Socavación ( $\Delta s$ )

- ✓ Socavación ( $\Delta s$ )  $\Delta s = 0.81 \text{ m}$

$$\Delta s = K_f \cdot K_g \cdot a$$

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA OBJETIVO ESPECIFICO 2:

Gráfica 24. Resumen de resultados del efecto de profundidad de socavación en el pilar



Fuente: Elaboración Propia.

**Descripción e Interpretación:** En la gráfica se observa el efecto de profundidad de socavación y las diferencias notables entre los resultados obtenidos, con valores que varían en un rango de 0.83 a 1.00 dado que los métodos consideran diferentes condiciones iniciales y son desarrollados con diferentes parámetros, el método de CSU utiliza en su ecuación parámetros relacionados a los factores que afectan el pilar intermedio teniendo un valor de 1.81 m y por ende es el método más conservador.

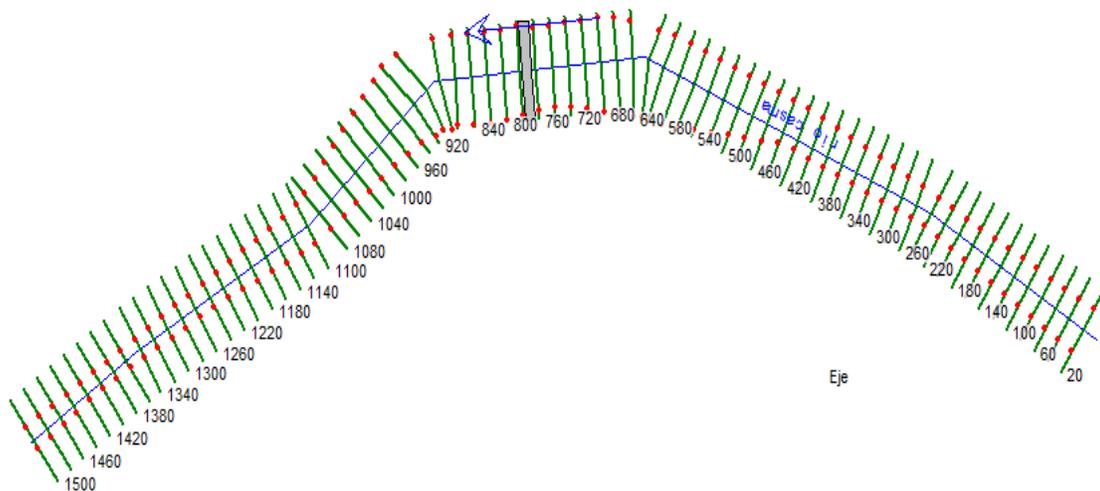
**3.3. Proponer una alternativa de solución como defensa para los estribos y pilares del puente Carrizal mediante el cálculo de la profundidad de socavación local y general, utilizando el programa HEC-RAS.**

**A) PROGRAMA HEC-RAS.**

Para determinar la profundidad de socavación se realizó un modelamiento hidráulico en el programa HEC-RAS elegido por ser capaz de realizar el cálculo de todos los parámetros necesarios.

Dicho programa no solo determina los parámetros necesarios, si no también cálculos de socavación.

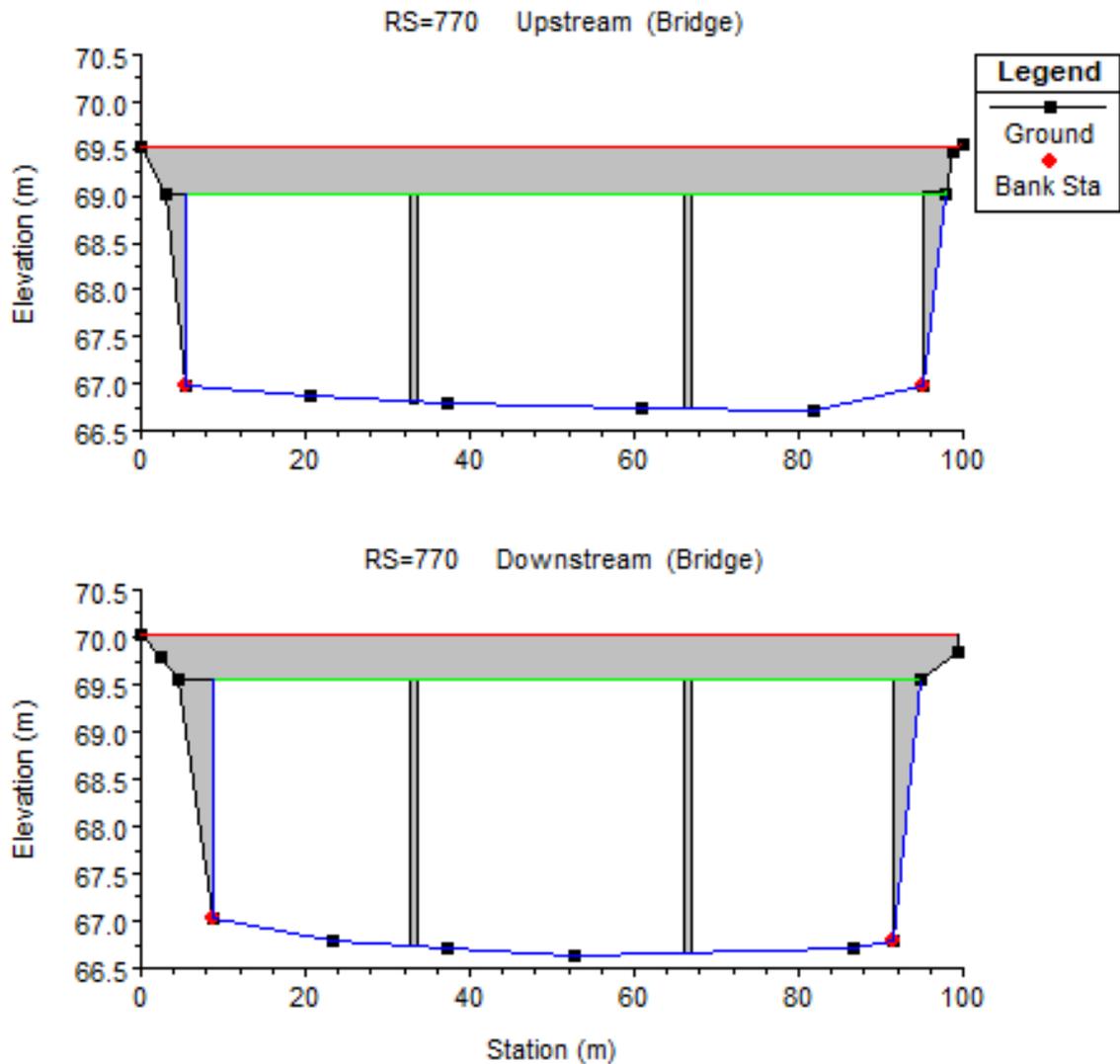
En primer lugar, se ingresa los componentes de datos geométricos en el cual se establece la conectividad en el sistema de un río y es representado por un esquema donde se representan el eje de río siguiendo el sentido positivo del flujo.



Gráfica 25. Topografía en HEC-RAS.

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

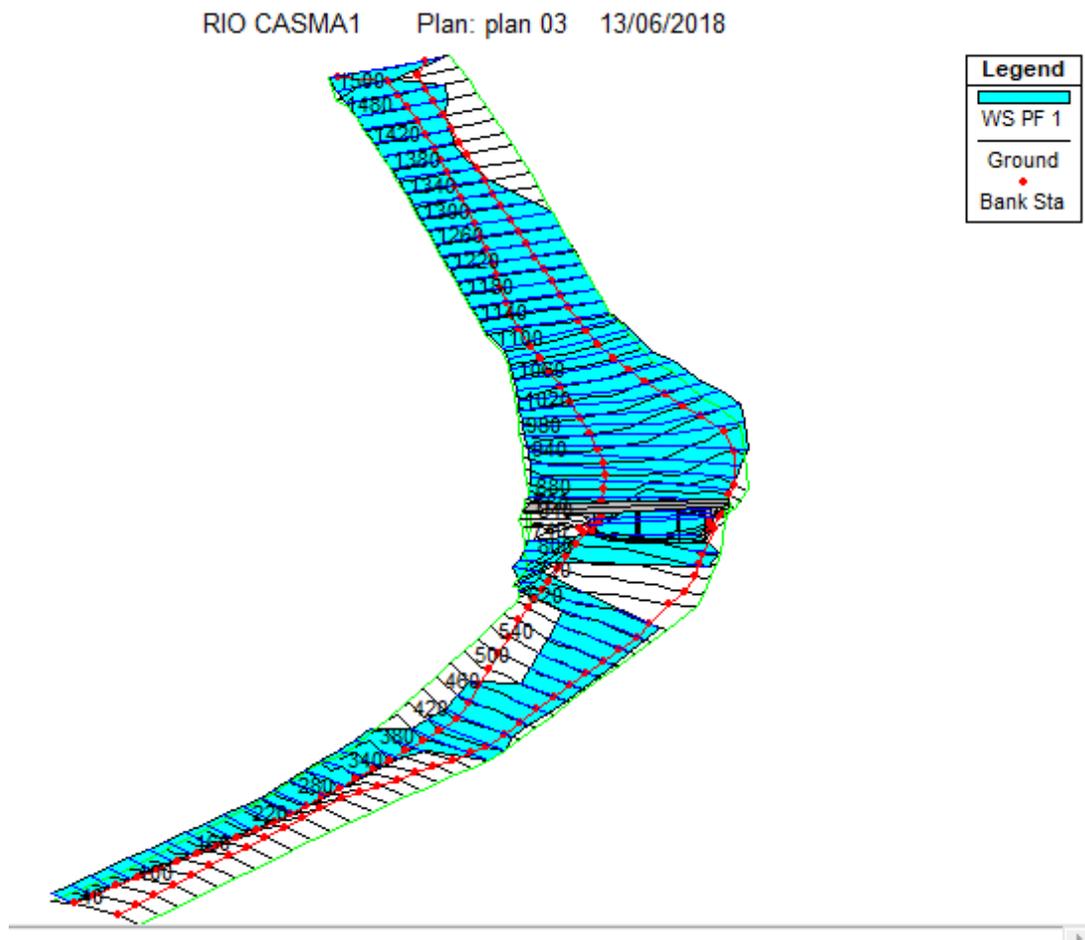
Insertaremos el diseño del puente en el Hec-ras y se debe introducirse manualmente dado que solo corresponde a su alineamiento y no a sus componentes geométricos. Sin embargo en la interfaz “Bridges and Curverts” del componente Geometric Data de Hec-ras, podemos encontrar todas las opciones necesarias para poder caracterizar de una forma fácil el tablero del puente, los pilares y los estribos.



Gráfica 26. Sección Transversal del Puente Carrizal, Aguas arriba y Aguas abajo.

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Una vez introducido las secciones y el diseño del puente, podremos observar el comportamiento del flujo en perfil:



Gráfica 27. Perfil longitudinal de los niveles de Agua.

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Gráfico 28: Socavación local – Pilares intermedios

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Se logra determinar que la socavación en pilas por el método de la ecuación de la Universidad del estado de Colorado es de 2.39m, La socavación evidenciadas in situ tras el fenómeno del niño costero fue de 0.60m aproximadamente generando una posible inestabilidad a la subestructura.

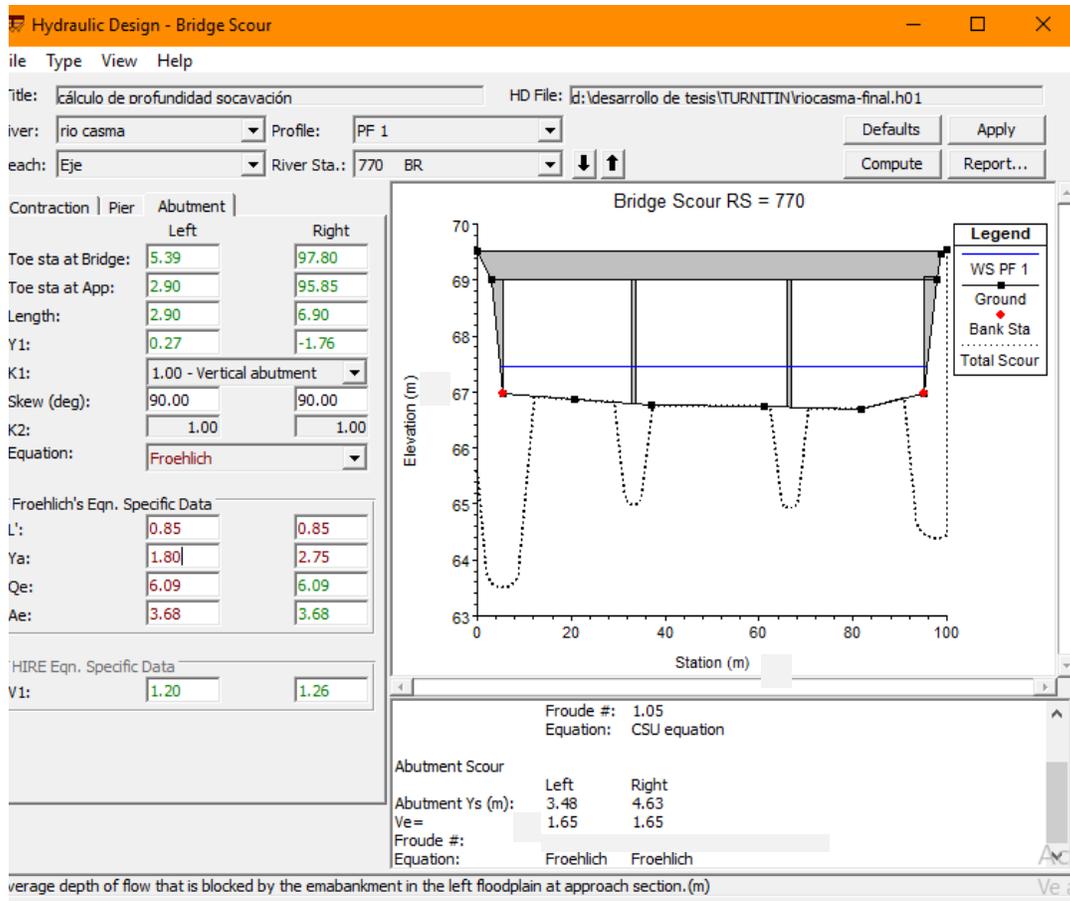


Gráfico 28: Socavación local – Estribos

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Podemos observar los resultados por el método de Froehlich en el Hec-ras, el programa calcula una profundidad de socavación para ambos estribos con resultados de 4.63 metros en ambos estribos, sin considerar un empuje pasivo.

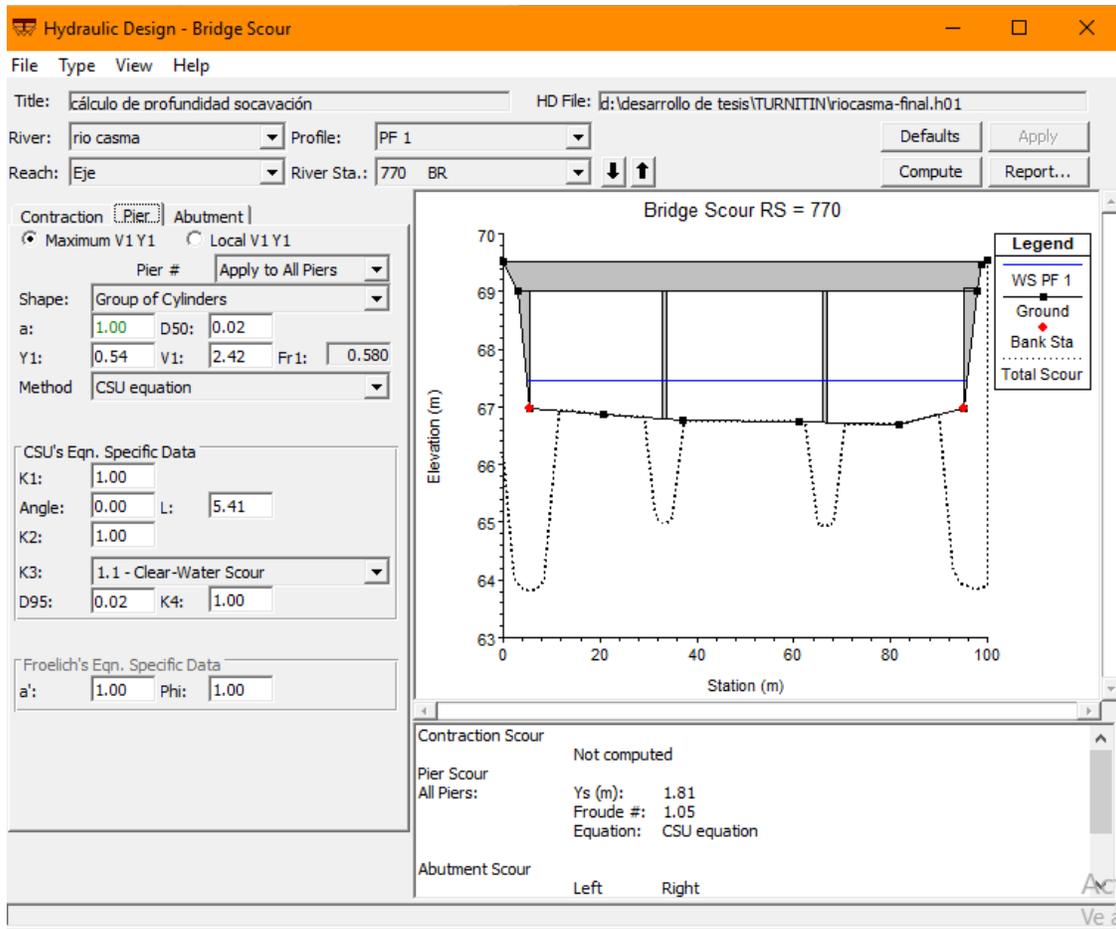


Gráfico 29: Socavación local – Pilares intermedios

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Se logra determinar que la socavación en pilas por el método de la ecuación de la Universidad del estado de Clorado es de 1.81m, La socavación evidenciadas in situ tras el fenómeno del niño costero fue de 0.60m aproximadamente generando una posible inestabilidad a la subestructura.

#### IV. DISCUSIÓN

##### **Primera discusión:**

Los estribos del puente Carrizal ubicado sobre el río Casma ha sufrido socavación por parte de la velocidad del río, por ello se detalla diferentes métodos para calcular la intervención o el efecto de la profundidad de la socavación en los estribos, siendo el método de Froehlich y Artamonov los más elevados arrojando un resultado de 4.63 m y 3.19 m respectivamente. Haciendo mención que en el puente Carrizal tiene una antigüedad de más de 50 años, aproximadamente, aquella que ha pasado por el Fenómeno del Niño Costero y el día de hoy se encuentra transitable pero presenta socavación en la cimentación de los estribos, Según (Elbio, 2016 págs. 85-108) menciona diferentes fórmulas para calcular la profundidad de socavación, los cuales fueron recogidos del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Reglamento de Gestión Vial, donde la profundidad de socavación dependerá de diversos parámetros geológicos e hidráulicos, a su vez se menciona que el Método de Froehlich es el más recomendable cuando se decide diseñar una defensa ante el problema de socavación, por el cual se demuestra la determinación de los efectos de socavación en estribos.

Adicionalmente, se observó la presencia de grietas, fisuras, y socavación según un % de área afectada de 19.34%, 37.79% respectivamente y la calificación de un nivel de severidad de 3 lo cual, según el Manual de Inspección de puentes, 2006 el estado es MALO; a su vez según (Sánchez, 2011), lo antes mencionados son lesiones mecánicas del concreto, las cuales se dan cuanto se provoca un esfuerzo o una carga directa de gran intensidad hacia un elemento estructural.

##### **Segunda discusión:**

Los pilares del puente Carrizal ubicado sobre el río Casma ha sufrido socavación por parte de la velocidad del río, a su vez se hace mención que se realiza 3 métodos para determinar el efecto profundidad de socavación bajo las consideración de los factores que afectan el pilar, el método determinado por la Universidad estatal de colorado se obtiene un valor de socavación de 1.81 m, Según (Gómez, 2010 págs. 118- 138) menciona que las fallas en las subestructuras de puentes son más

desfavorables por el fenómeno de socavación, concluyendo que después de haber ocurrido la socavación en las subestructuras del puente es más propenso a obtener riesgo de falla, aquella que provocaría volverse inestable, en base a ello se demuestra que la socavación en pilares provoca el efecto de profundidad, justificando el logro del segundo objetivo específico.

Adicionalmente, se observó la presencia de grietas, fisuras y socavación, según un % de área afectada de 74.99%, 9.14% y 5.87% respectivamente y la calificación de un nivel de severidad de 3 lo cual, según el Manual de Inspección de puentes, 2006 el estado es MALO, a su vez, (Sánchez, 2011), nos menciona que estas lesiones mecánicas se dan cuanto se provoca un esfuerzo o una carga directa de gran intensidad hacia un elemento estructural.

### **Tercera discusión:**

Teniendo en cuenta los resultados por el programa de Hec-Ras una socavación total para estribos de 4.63 m y una socavación total para el pilar de 1.81 m tomando el caudal de máxima avenida del fenómeno del niño costero de 147.00 m<sup>3</sup>/s. Cabe destacar los comentarios de (Laurente y Salvador, 2014, págs. 105-122) donde menciona que si se da a conocer la profundidad de socavación a largo plazo se podrá determinar una buena cimentación, el cual el flujo del agua no rebalsará la cimentación y no generará problemas en el puente. Bajo estos estudios realizados podemos decir que el puente Carrizal puede sufrir fallas de estabilidad en el pilar como también en los estribos por una ausencia de protección el cual se ve expuesto ante un desperfecto debido al aumento del caudal, en base a ello se demuestra la determinación de los efectos de la socavación como consecuencia del niño costero y se da una propuesta de solución ante este evidente problema.

## V. CONCLUSIÓN

1. Se determinó como efecto de la socavación en estribos la presencia de una profundidad de 4.63 m y 3.11 m aplicando los métodos de Froehlich y Artamanov respectivamente, donde se optó por el método de Froehlich pues utiliza factores que dependen del estribo. Posteriormente aplicando la Guía de inspección de puentes se pudo observar que los estribos presentan, grietas (19.34%), fisuras (37.79%) según el porcentaje de área afectada y el cual tiene una calificación de 3 (Estado: MALO), el cual indica que hay presencia de socavación en dicha subestructura.
2. Se determinó como efecto de la socavación en pilares la presencia de una profundidad de 1.81m y 1.64 aplicando los métodos de Universidad Estatal de Colorado y Froehlich respectivamente, donde el método de la Universidad Estatal de Colorado es muy próximo a los resultados de los cálculos de los diversos métodos establecidos en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Adicionalmente aplicando la Guía de inspección de puentes se pudo observar que los pilares presentan, grietas (74.99%) y fisuras (9.14%) según el porcentaje de área afectada y el cual tiene una calificación de 3 (Estado: MALO), el cual indica que hay presencia de socavación en dicha subestructura.
3. Se propuso como propuesta de solución ante el fenómeno de socavación, la utilización de enrocado, pues ofrece mayor seguridad y tiempo de vida útil, la cual está presupuestada en S/ 48, 909.31 soles.
4. Se determinó que los efectos de socavación presentes en la subestructura del puente son las profundidades de socavación, donde se tomó como métodos más conservadores el de Froehlich y la Universidad Estatal de Colorado, para estribos y pilares respectivamente, obteniendo profundidades 4.63m y 1.81m. Agregando también que mediante la Guía de Inspección se pudo observar grietas y fisuras en la parte de las subestructuras del puente Carrizal de acuerdo al porcentaje de área afectada, el cual tiene un estado Malo con calificación 3 según dicha guía, donde menciona que existe presencia de socavación en los elementos principales.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda la Municipalidad Provincial de Casma y a la Región construir defensas ante el fenómeno de socavación, puesto que este fenómeno podría llevar al colapso parcial o total del puente, la defensa de muros de gaviones podría ser utilizada para evitar lo antes mencionado.
2. Se recomienda al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y Autoridad Nacional del Agua (ANA), a implementar un pluviómetro en el puente Carrizal, puesto que cuando se recurrió a estos organismos manifestaron que no cuentan con una estación pluviométrica en el área de estudio. El pluviómetro es esencial para poder realizar diversos estudios de investigación.
3. Se recomienda a futuros investigadores a profundizar más sobre la presente investigación, ya que es un tema muy amplio e importante, puesto que si un puente colapsa puede generar diversas pérdidas económicas, incomunicación y pérdidas de vidas humanas, para ello debemos tomar consciencia y diseñar de manera responsable, cumpliendo con las normativas.

## VII. PROPUESTA

### A) DISEÑO DE ENROCADO PARA PROTECCIÓN LOCAL DEL PUENTE

#### A.1) PROTECCIÓN CONTRA LA SOCAVACIÓN LOCAL AL PIE DE PILAR

Para no reducir el área hidráulica de la corriente, será conveniente desplantar el enrocado hasta donde alcanza la elevación a largo plazo. Pero como esto no siempre es posible, es conveniente al menos, rellenar con enrocado el hueco dejado por la socavación.

##### A.1.1) Enrocado:

###### A.1.1.1) Método de Maza Álvarez

Dicha formula se usará para encontrar el tamaño del enrocado (Maza J. A., 1989)

$$D_m = \frac{135 V}{\gamma_s^{1.03} * (h^{1/(2+h)} - 0.15V)}$$

**Datos:**

$$V = 2.42 \text{ m/s}$$

$$h = 0.54 \text{ m}$$

$$\gamma_s = 2800 \text{ kg/m}^3$$

$$D_m = \frac{135 * 2.42 \text{ m/s}}{(2800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})^{1.03} * (0.54^{1/(2+0.54)} - 0.15 * 2.42)}$$

$$D_m = 0.218 \text{ m} \cong 0.22 \text{ m}$$

### A.1.1.2) Método propuesto en HEC-18 (1993)

La siguiente ecuación se usa para encontrar el tamaño de la roca de protección:

$$D_{50} = \frac{0.692 (KV)^2}{2 * g (G_s - 1)}$$

**Datos:**

$$V = (2.42 \text{ m/s} * (\frac{1.7+0.9}{2}))$$

**K**= 1.5 para pilas con nariz redonda

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$G_s = 2.65$$

$$D_{50} = \frac{0.692 (1.5 * (2.42 \text{ m/s} * (\frac{1.7 + 0.9}{2})))^2}{2 * 9.81 (2.65 - 1)}$$

$$D_{50} = 0.228 \text{ m} \cong 0.25 \text{ m}$$

A continuación, se observa el detalle del diseño de enrocado para pilares, el cual se realizó siguiendo las consideraciones para el diseño de HEC-18 (1993) (ver Anexo F).

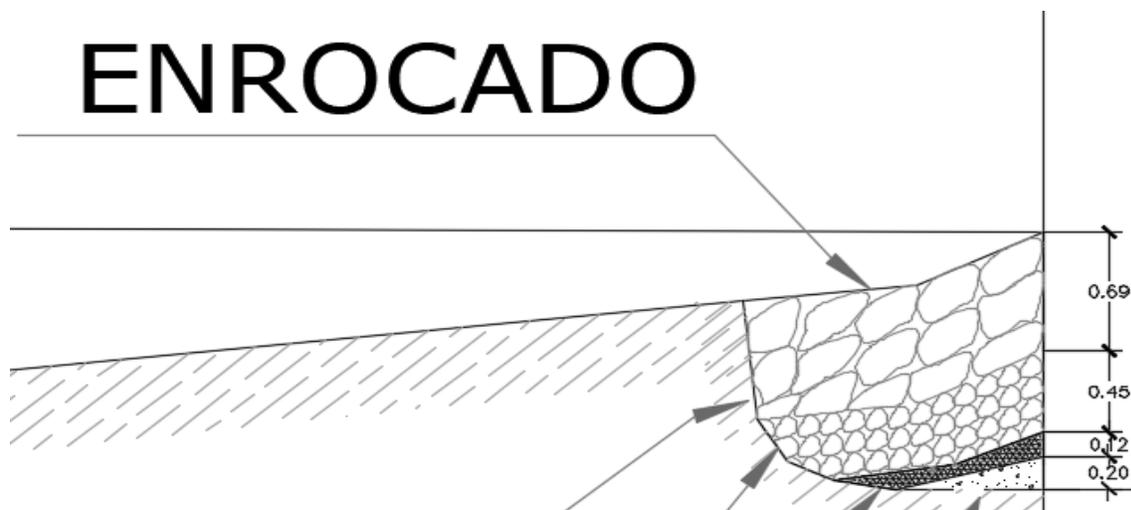


Figura 02: Detalle de Defensa de Enrocado – Pilares

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

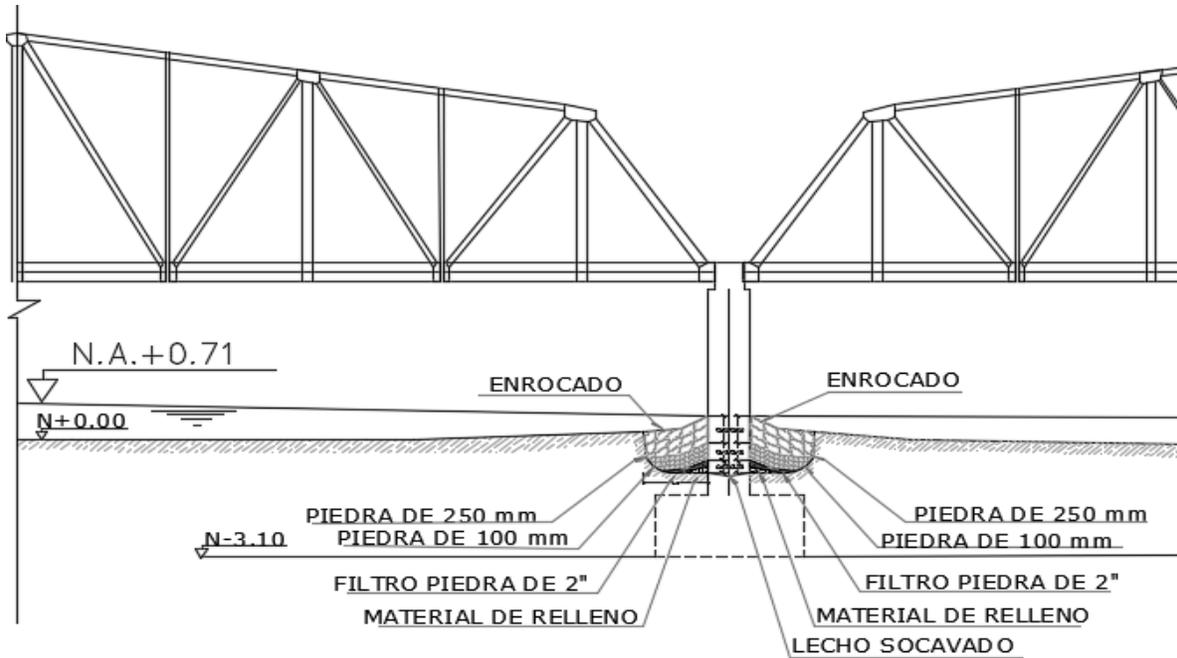


Figura 03: Defensa de Enrocado – Pilares izquierdo

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

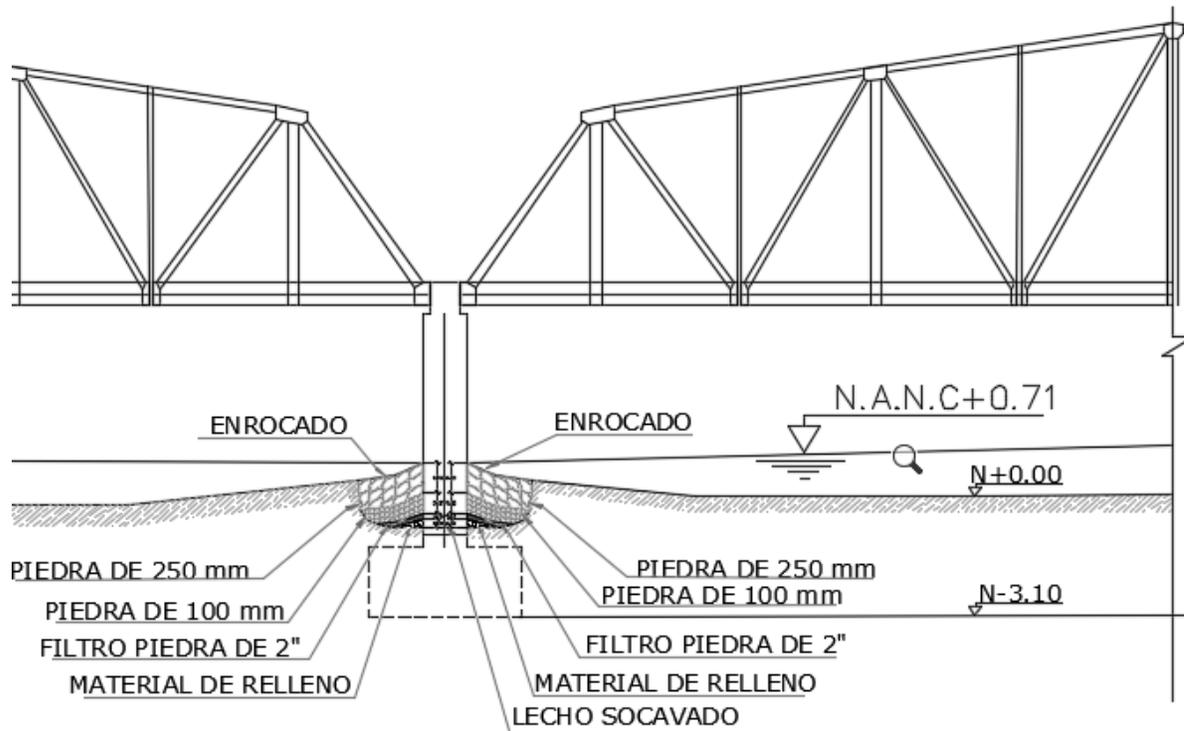
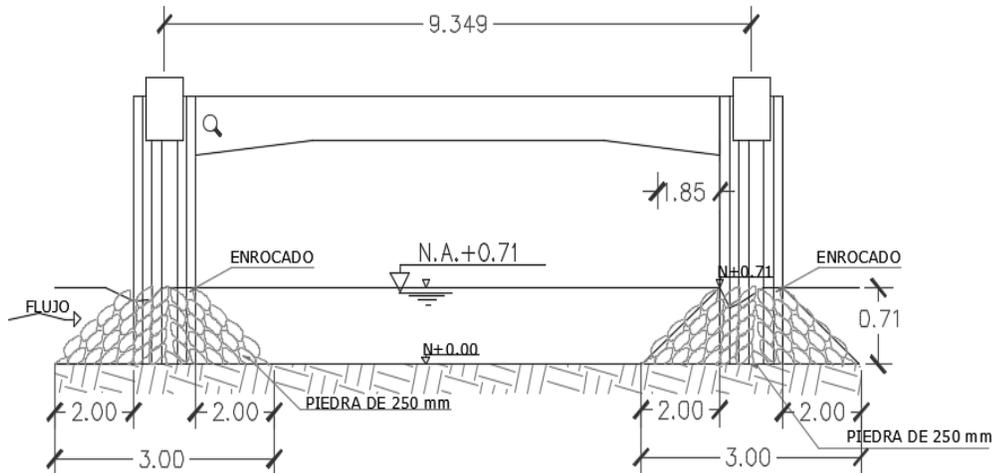


Figura 04: Defensa de Enrocado – Pilares derecho

Fuente: Elaboración Propia, 2018.



## ELEVACIÓN FRONTAL DEL ENROCADO

Figura 05: Detalle frontal de Defensa de Enrocado – Pilares derecho

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

### A.2) PROTECCIÓN CONTRA LA SOCAVACIÓN LOCAL AL PIE DE ESTRIBOS

#### A.2.1) ENROCADO

Para no reducir el área hidráulica de la corriente, será conveniente desplantar el enrocado hasta donde alcanza la elevación a largo plazo. Pero como esto no siempre es posible, es conveniente al menos, rellenar con enrocado el hueco dejado por la socavación.

##### A.2.1.1) Método propuesto en HEC-18 (1993)

$$Fr = V / \sqrt{g * h}$$

$$Fr = 2.42 / \sqrt{9.81 * 0.71}$$

$$Fr = 1.05$$

$$D_{50} = \frac{Kh}{G_s - 1} \left( \frac{V^2}{g * h} \right)^{0.14}$$

**Datos:**

**K= 0.69** para estibo con pared vertical

**h= 0.71 m**

-Para determinar la velocidad media, se deberá calcular el radio de la obstrucción del flujo (ROF)

\*ROF=  $0.85/0.54 = 1.57 \leq 5$  Por ello la Velocidad será en función del área hidráulica total en la sección contraída del puente, entonces  $V=2.42$  m/s

$$D_{50} = \frac{0.69 * 0.54}{2.65 - 1} \left( \frac{2.42^2}{(9.81 * 0.54)} \right)^{0.14}$$

$$D_{50} = 0.229m \cong 0.25 m$$

A continuación, se observa el detalle del diseño de enrocado para estribos, el cual se realizó siguiendo las consideraciones para el diseño de HEC-18 (1993) (ver Anexo F).

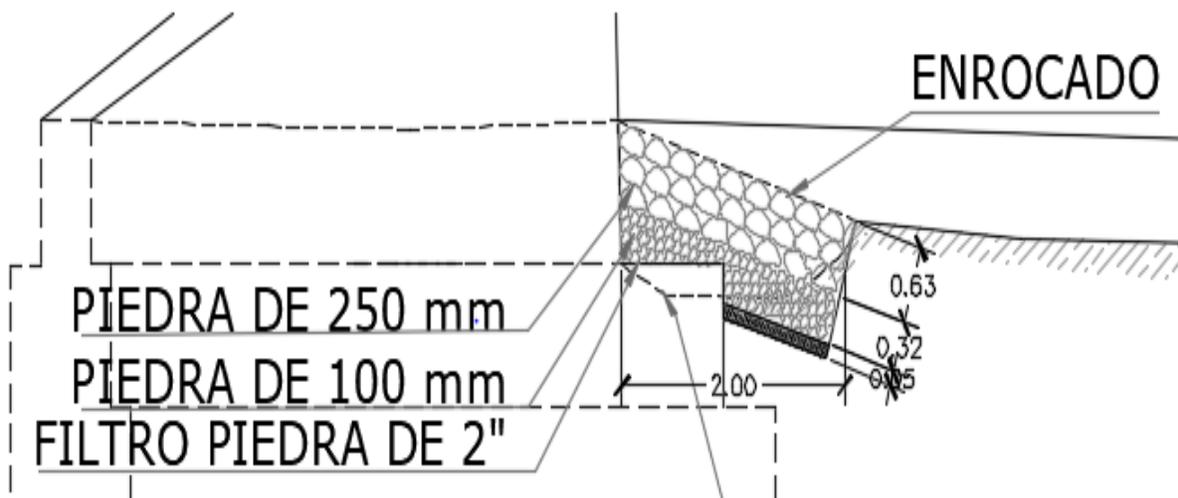
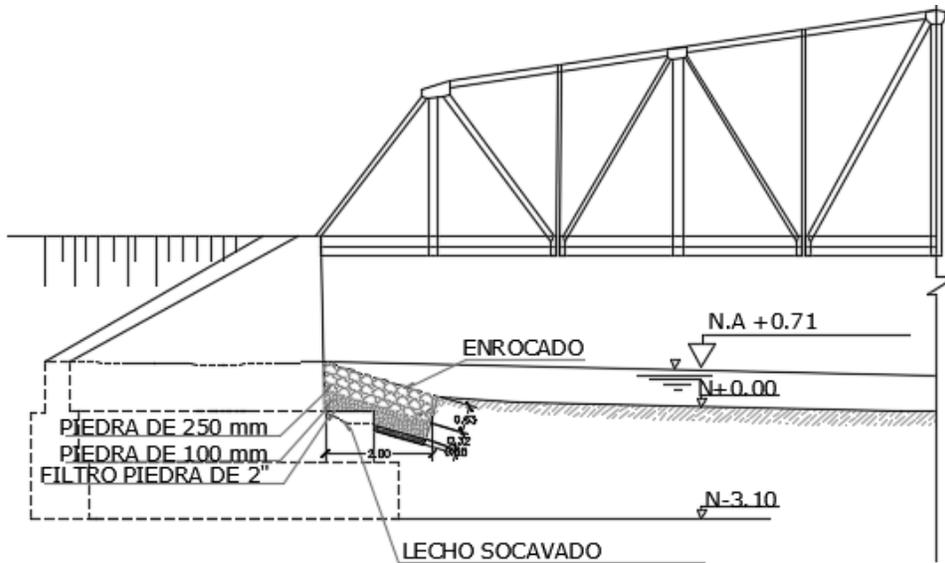


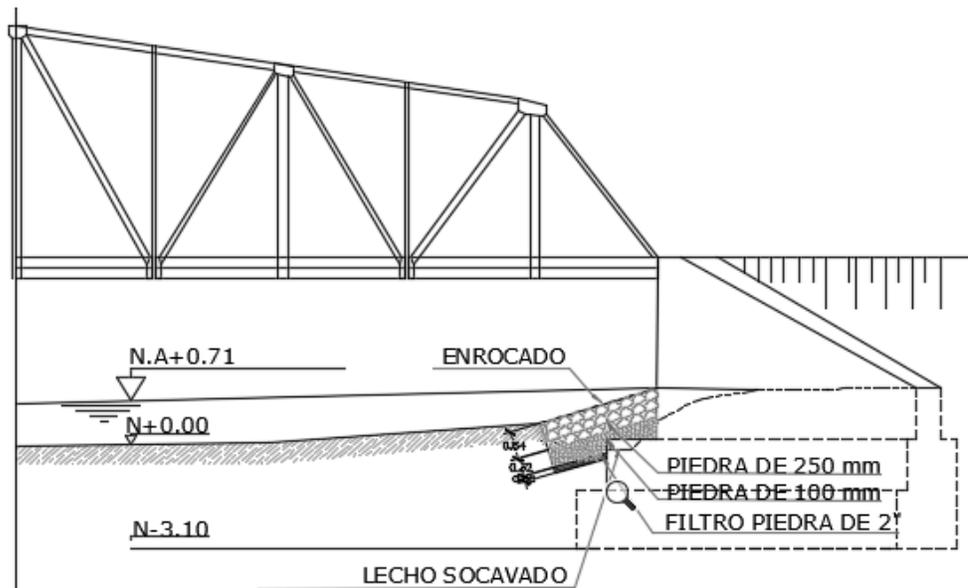
Figura 06: Detalle de Defensa de Enrocado – Estribo

Fuente: Elaboración Propia, 2018.



## ELEVACIÓN: ESTRIBO IZQUIERDO

Figura 07: Defensa de Enrocado – Estribo Izquierdo



## ELEVACIÓN: ESTRIBO DERECHO

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Figura 08: Defensa de Enrocado – Estribo derecho

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

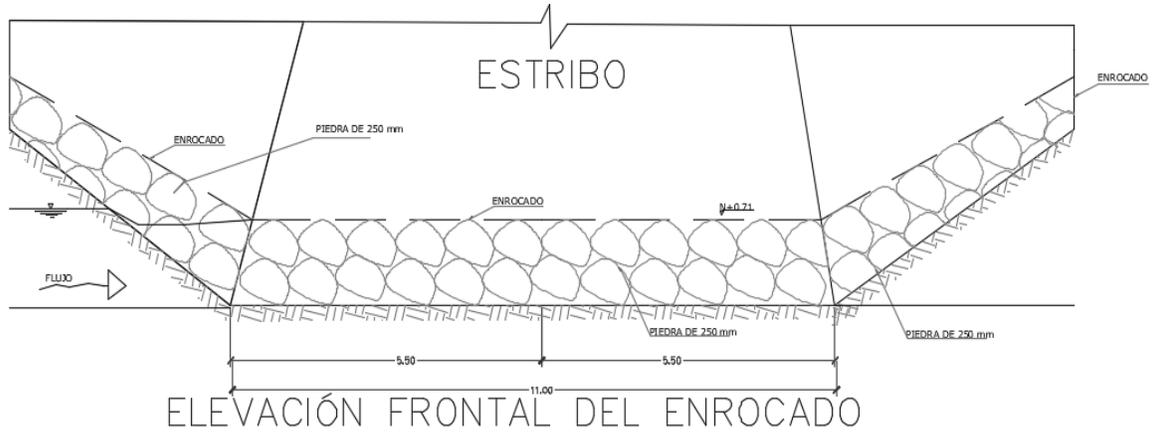
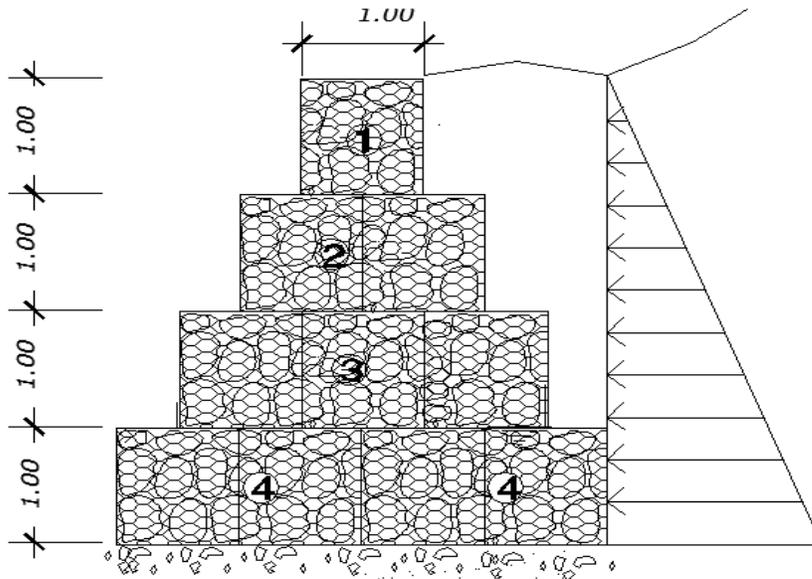


Figura 09: Detalle frontal de Defensa de Enrocado – Pilares derecho  
 Fuente: Elaboración Propia, 2018.

**B) DISEÑO DE GAVIONES PARA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO CASMA**

Adicionalmente se realizará el diseño de defensa ribereña con gaviones para el río Casma:



**DATOS**

$$\begin{aligned} \gamma_{ROCA} &= 2800 \text{ kg/m}^3 \\ \gamma_{SUELO} &= 1690 \text{ kg/m}^3 \\ \phi_{SUELO} &= 30 \\ \text{Longitud de base} &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

## B.1) DESLIZAMIENTO

### B.1.1) CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

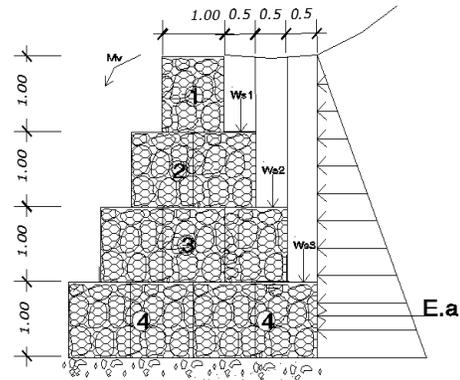
$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{32}{2}\right)$$

$$K_a = 0.30726$$

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

$$E_a = \frac{1}{2} \left(1690 \frac{kg}{m^3}\right) (4.00)^2 (0.30726)$$

$$E_a = 4154.15 \text{ kg/m}$$



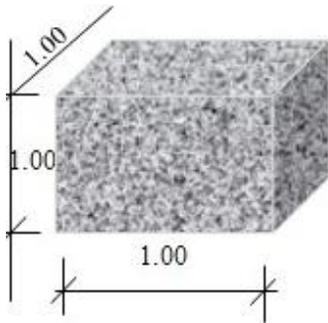
## B.2) MOMENTO DE VOLCAMIENTO

$$M_o = E_a \cdot y_c$$

$$M_o = E_a \cdot \left(\frac{H}{3}\right)$$

$$M_o = 4154.15 \cdot \left(\frac{4}{3}\right)$$

$$M_o = 5538.87 \text{ kg} - \text{m}$$



En muro de gaviones se considera 20% de espacios vacíos en cada bloque

Volumen de cada bloque:

$$V = (1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) = 1 \text{ m}^3$$

Peso de cada bloque:

$$W = \gamma_{ROCA} \cdot V \cdot 0.8$$

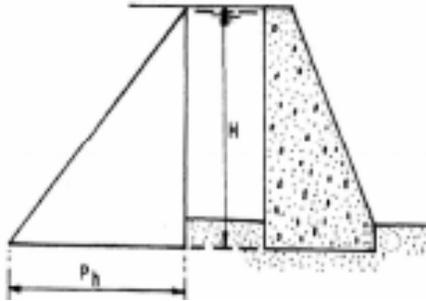
$$W = 2800 \frac{kg}{m^3} \cdot 1 \text{ m}^3 \cdot 0.8$$

$$W = 2240 \text{ kg}$$

$$WT = 2240 \text{ kg} \cdot 10$$

$$WT = 22400 \text{ kg}$$

### B.3) EMPUJE HORIZONTAL DEL AGUA (EH)



$$P_H = \gamma H$$
$$P_H = 1 \frac{kg}{m^3} * 4 m$$
$$P_H = 4.00 \frac{kg}{m^2}$$

El empuje horizontal es:

$$E_h = \gamma H^2 / 2$$
$$E_h = 1 \frac{kg}{m^3} * 4^2 / 2$$
$$E_h = 8.00 \frac{kg}{m}$$

### B.4) FUERZAS SÍSMICAS EN LOS GAVIONES

$$K = a_s / g$$

Para un sismo de VIII en Escala de Mercalli

$$K = 0.34 m/s^2 / 9.8 m/s^2$$

$$K = 0.0347$$

$$S_h = K_h * W$$

$$S_h = 0.10 * 2240 kg$$

$$S_h = 224 kg$$

$$S_v = K_v * W$$

$$S_v = 0.05 * 2240 kg$$

$$S_v = 112 kg$$

**Fuerzas sísmicas en el embalse**

$$S_e = 0.555 * k * \gamma * H^2$$

$$S_e = 0.555 * 0.0347 * 1 \frac{kg}{m^3} * 16 m^2$$

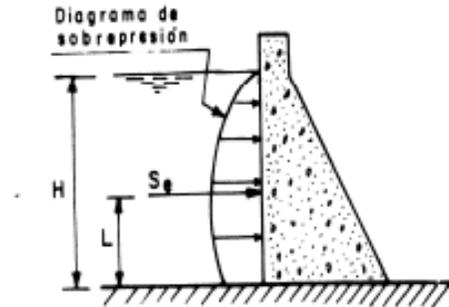
$$S_e = 0.30814 \frac{kg}{m}$$

Punto de aplicación de esta fuerza está situado a una distancia sobre el fondo:

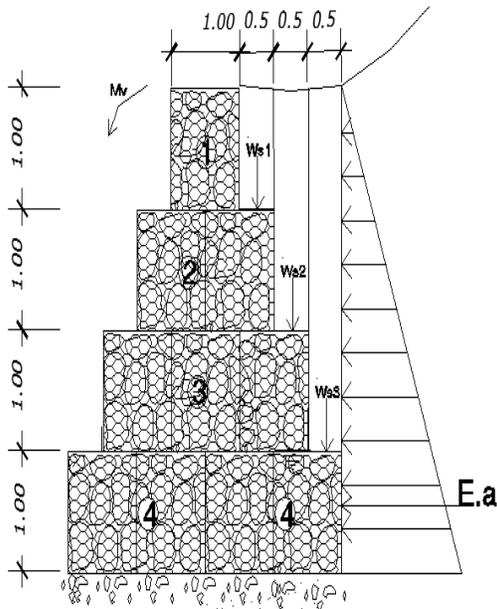
$$L = 4H/3\pi = 0.42 H$$

$$L = 4 * 4 / 3\pi = 0.42 * 4$$

$$L = 1.70 m = 1.68 m$$



**B.5) CÁLCULO DE LA CUÑA DEL SUELO SOBRE CADA BLOQUE**



$$Ws1 = (0.5m \times 1.0m \times 1.0m) (1690 \frac{kg}{m^2})$$

$$Ws1 = 845 kg$$

$$Ws2 = (0.5m \times 2.0m \times 1.0m) (1690 \frac{kg}{m^2})$$

$$Ws2 = 1690 kg$$

$$Ws3 = (0.5m \times 3.0m \times 1.0m) (1690 \frac{kg}{m^2})$$

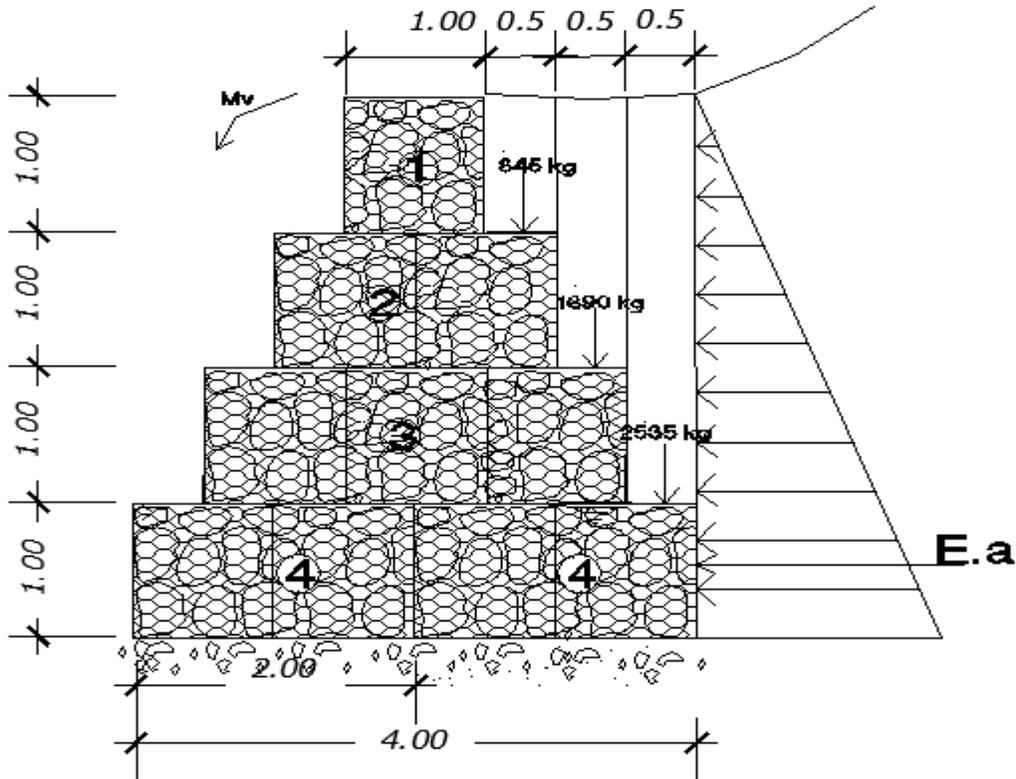
$$Ws3 = 2535 kg$$

**B.6) CÁLCULO DEL MOMENTO ESTABILIZANTE**

$$Me = WT.bwt + Ws1.bw + Ws2.bw + Ws3.bw$$

$$Me = 22400 \text{ kg} * 2.00 \text{ m} + 845 \text{ kg} * 2.75 \text{ m} + 1690 * 3.25 + 2535 * 3.75$$

$$Me = 62122.50 \text{ kg-m}$$



### B.7) FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

$$Fsv = \frac{Me}{Mo} > 2$$

$$Fsv = \frac{62122.50}{5538.87} > 2$$

$$Fsv = 11.21 > 2$$

### B.8) FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

$$FSD = \frac{\sum V \tan(k1 * \phi)}{Eah}$$

$$FSD = \frac{(22400 + 845 + 1690 + 2535) * \tan(32)}{55383.87}$$

$$FSD = 3.10 > 1.5$$

### B.9) PUNTO DE APLICACIÓN DE LA NORMAL

$$X.N = M_e - M_o$$

$$X.27470 \text{ kg} = 62122.50 \text{ kg} - m - 5538.87 \text{ kg} - m$$

$$X = \frac{62122.50 \text{ kg} - m - 5538.87 \text{ kg} - m}{27470 \text{ kg}}$$

$$X = 2.06 \text{ m}$$

### B.10) CÁLCULO DE LA EXCENTRICIDAD

$$e = \frac{B}{2} - X < \frac{B}{6}$$

$$e = \frac{4}{2} - 2.06 < \frac{4}{6}$$

$$e = -0.06 < 0.67$$

OK (no existe tracciones)

$$\sigma_1; \sigma_2 = \frac{(WT + W1)}{A} * \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$\sigma_1 = \frac{(WT + W1 + W2 + W3)}{A} * \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

$$\sigma_1 = \frac{(22400 \text{ kg} + 845 \text{ kg} + 1690 \text{ kg} + 2535 \text{ kg})}{4 \text{ m} * 1 \text{ m}} * \left(1 - \frac{6(-0.06)}{4}\right)$$

$$\sigma_1 = 7485.57 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.7485 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} < 2 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{(WT + W1 + W2)}{A} * \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$\sigma_2 = \frac{(47040 \text{ kg} + 845 \text{ kg} + 1690 \text{ kg})}{6 \text{ m} * 1 \text{ m}} * \left(1 + \frac{6(-0.52)}{4}\right)$$

$$\sigma_2 = 6249.42 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.625 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} < 2 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}$$

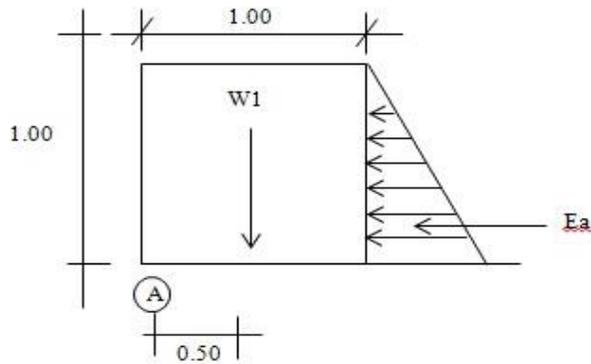
Si la condición  $\sigma_1; \sigma_2 < \sigma_{\text{suelo}}$

No se cumple, entonces hay tracciones lo cual indica que el empuje activo ( $E_a$ ) tiende a volcar al muro.

## B.11) VERIFICACIÓN ENTRE BLOQUE Y BLOQUE

Verificamos alrededor del punto A.

### -1ER BLOQUE:



$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{32}{2}\right)$$

$$K_a = 0.30726$$

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

$$E_a = \frac{1}{2} \left(1690 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) (1.00)^2 (0.30726)$$

$$E_a = 259.63 \text{ kg}$$

$$M_o = E_a \cdot y_c$$

$$M_o = E_a \cdot \left(\frac{H}{3}\right)$$

$$M_o = 86.54 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_e = W \cdot T \cdot b_w t$$

$$M_e = 2240 \cdot 0.5 \text{ m}$$

$$M_e = 1120 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

### FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

$$F_{sv} = \frac{M_e}{M_o} > 2$$

$$F_{sv} = \frac{1120}{86.54} > 2$$

$$F_{sv} = 12.94 > 2 \quad \text{ok}$$

## FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

$$FSD = \frac{\Sigma V \tan(k1 * \phi)}{Eah} = \frac{(WT + Ws1 + Ws2) * \tan(\phi)}{Eah}$$

$$FSD = \frac{(2240 \text{ kg}) * \tan(32)}{86.54}$$

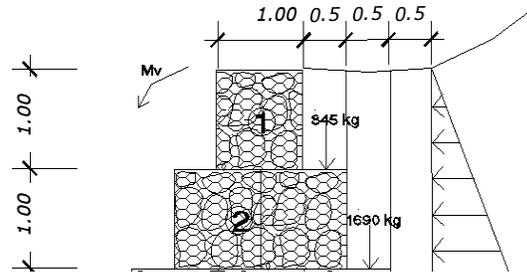
$$FSD = 16.17 > 1.5$$

### -2DO BLOQUE

$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{32}{2}\right)$$

$$Ka = 0.33333$$



$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 Ka$$

$$E_a = \frac{1}{2} \left(1690 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) (2.00)^2 (0.30726)$$

$$E_a = 1038.54 \text{ kg}$$

### MOMENTO DE VOLCAMIENTO

$$Mo = E_a \cdot yc$$

$$Mo = E_a \cdot \left(\frac{H}{3}\right)$$

$$Mo = 1038.54 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)$$

$$Mo = 692.36 \text{ kg} - \text{m}$$

### Volumen de cada bloque:

$$V = (1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) = 1 \text{ m}^3$$

### Peso de cada bloque:

$$W = \gamma_{ROCA} * V * 0.8$$

$$W = 2800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1 \text{ m}^3 * 0.8$$

$$W = 2240 \text{ kg}$$

$$WT = 2240 \text{ kg} * 3$$

$$WT = 6720 \text{ kg}$$

$$W_{s1} = (0.5\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}) (1690 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$

$$W_{s1} = 845 \text{ kg-m}$$

$$M_e = WT.bwt + W_{s1}. bw1$$

$$M_e = (6720 \text{ kg}) * 1 + (845 \text{ kg}) * 1.5$$

$$M_e = 7987.50 \text{ kg-m}$$

### FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

$$F_{sv} = \frac{M_e}{M_o} > 2$$

$$F_{sv} = \frac{7987.50}{692.36} > 2$$

$$F_{sv} = 11.54 > 2 \quad \text{ok}$$

### FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

$$FSD = \frac{\Sigma V \tan(k1 * \phi)}{Eah} = \frac{(WT + W_{s1}) * \tan(\phi)}{Eah}$$

$$FSD = \frac{(6720 + 845) * \tan(32)}{692.36}$$

$$FSD = 6.83 > 1.5 \quad \text{ok}$$

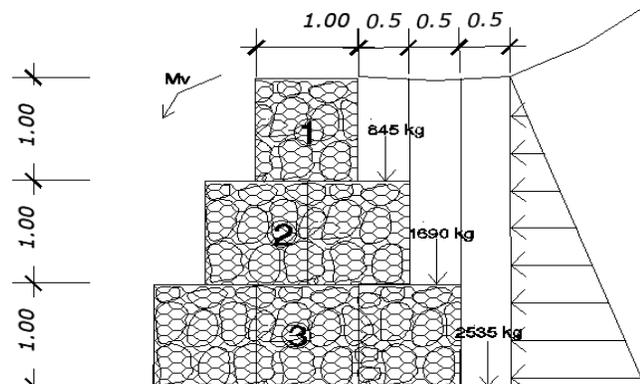
### -3ER BLOQUE

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$$

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{32}{2})$$

$$K_a = 0.33333$$

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$



$$E_a = \frac{1}{2} (1690 \frac{kg}{m^2}) (3.00)^2 (0.30726)$$

$$E_a = 2336.71 \text{ kg}$$

### **MOMENTO DE VOLCAMIENTO**

$$M_o = E_a \cdot y_c$$

$$M_o = E_a \cdot (\frac{H}{3})$$

$$M_o = 2336.71 * (\frac{3}{3})$$

$$M_o = 2336.71 \text{ kg} - \text{m}$$

### **Volumen de cada bloque:**

$$V = (1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) = 1 \text{ m}^3$$

### **Peso de cada bloque:**

$$W = \gamma_{ROCA} * V * 0.8$$

$$W = 2800 \frac{kg}{m^2} * 1 \text{ m}^3 * 0.8$$

$$W = 2240 \text{ kg}$$

$$WT = 2240 \text{ kg} * 6$$

$$WT = 13440 \text{ kg}$$

$$Ws1 = (0.5\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.0\text{m}) (1690 \frac{kg}{m^2})$$

$$Ws1 = 845 \text{ kg-m}$$

$$Ws2 = (0.5\text{m} \times 2.0\text{m} \times 1.0\text{m}) (1690 \frac{kg}{m^2})$$

$$Ws2 = 1690 \text{ kg-m}$$

$$Me = WT.bwt + Ws1. Bw1 + Ws2.Bw2$$

$$Me = 13440 * 1.5 + 845 * 2.25 + 1690 * 2.75$$

$$Me = 26708.75 \text{ kg-m}$$

#### FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

$$Fsv = \frac{Me}{Mo} > 2$$

$$Fsv = \frac{26708.75}{2336.71} > 2$$

$$Fsv = 11.43 > 2 \quad \text{ok}$$

#### FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

$$FSD = \frac{\Sigma V \tan(k1 * \phi)}{Eah} = \frac{(WT + Ws1 + Ws2) * \tan(\phi)}{Eah}$$

$$FSD = \frac{(13440 + 845 + 1690 \text{ kg}) * \tan(32)}{2336.71}$$

$$FSD = 4.27 > 1.5 \text{ ok}$$

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACQ Asociados. Meteorología, clima y desastres [en línea]. ACQ WEATHER.10 de mayo 2006. [Fecha de consulta: 12 de setiembre de 2017].  
Disponible en:  
<http://www.acqweather.com/CLIMATOLOGIA/CLIMATOLOGIA.html>
- AGUDO Sandoval, Alejandro. Estimación de la socavación en puentes para su uso en el cálculo del riesgo físico. Tesis (Título de ingeniero civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2012. 98 pp.
- COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU. Informe del Fenómeno del Niño 1997-1998 [en línea]. Consejo Nacional. Lima. junio 1998. [Fecha de consulta: 10 de Setiembre de 2017].  
Disponible en:  
[http://www.indeci.gob.pe/compend\\_estad/1998/83\\_res.pdf](http://www.indeci.gob.pe/compend_estad/1998/83_res.pdf)
- CHOW, Ven Te. Hidráulica de canales abiertos. Colombia: Nomos S. A., 2004. pp. 337. ISBN: 07-010776-9.
- EL COMERCIO. Así funcionan los puentes modulares en Áncash y La Libertad [en línea]. El Comercio.11 de mayo de 2017. [Fecha de consulta: 10 de setiembre de 2017].  
Disponible en: <http://elcomercio.pe/peru/funcionan-puentes-modulares-ancash-libertad-419749>
- ELBIO Felipe, Matías. 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. Tesis (Máster en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial). Perú: Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. 94 pp.

- GARCÍA Rossell, César Aranis. 2006. Análisis y diseño de puentes de concreto armado, Método AASHTO y LRFD. Lima : ACI, 2006.
  
- Hec- Hydrologic Engineering Center. Noviembre, 2006. Hydrological Engineering Center - Geospatial River Analysis System. Estados Unidos : s.n., Noviembre, 2006. Versión 5.0.
- HEC-18. February 1993. Evaluating Scour at Bridges. EE.UU : U.S. Department of Transportation , February 1993. Second Edition
  
- GÓMEZ Cunya, Luis. Socavación alrededor de pilares de puentes en lechos granulares no cohesivos. Tesis (Título de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, 2010. 157 pp.
  
- GUEVARA Álvarez, María. Socavación en Puentes. Colombia: Universidad de Cauca, 2016. pp 16-542. ISBN: 978-958-590-354-8.  
 Disponible en:  
[https://www.coursehero.com/file/p3kn1in/Ladificultad-radica-en\\_lacomplejidad-del-transporte-de-sedimentos-en-un-r%C3%ADo/](https://www.coursehero.com/file/p3kn1in/Ladificultad-radica-en_lacomplejidad-del-transporte-de-sedimentos-en-un-r%C3%ADo/)
  
- Enciclopedia Cultural, Cual es el significado de caudal – Concepto, Definición, que es caudal. [en línea], 29 de marzo de 2013. [Fecha de consulta: 12 de setiembre de 2017].  
 Disponible en:  
<https://edukavital.blogspot.pe/2013/3/caudal.html>
  
- JIMENÉZ, Roberto. Aspectos biológicos de El Niño en el Océano Pacifico Ecuatorial. Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2008. pp. 309.  
 Disponible en:  
[http://www.inocar.mil.ec/modelamiento/elnino/nino\\_generalidades.php](http://www.inocar.mil.ec/modelamiento/elnino/nino_generalidades.php)

- MACHUCA, Ricardo. Cálculo de daños económicos potenciales en viviendas por inundaciones durante la ocurrencia del fenómeno el niño: caso norte peruano. Tesis (Título profesional en Ingeniería Civil). Callao: Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ciencias Económicas, 2014, 113 pp. Disponible en:  
<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2579/doc2579-contenido.pdf>
  
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje. [en línea]. Lima: s.n., 2008. pp 68 -202. Disponible en:  
[https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20de%20Hidrolog%C3%Aa,%20Hidr%C3%A1ulica%20y%20Drenaje.pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20de%20Hidrolog%C3%Aa,%20Hidr%C3%A1ulica%20y%20Drenaje.pdf)
  
- MILLAN, Alejandro. [en línea]. BBC Mundo. 24 de marzo de 2017. [Fecha de consulta: 10 de Setiembre de 2017]. Disponible en:  
<http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina39381349>
  
- LAGASSE P.F., Richardson E.V., Schall J.D., Richardson J.R., Price G.R., “Fixed instrumentation for monitoring scour at bridges” Stream stability and scour at highway bridges. ASCE, Reston, Virginia: 1998, pp 505 -524.
  
- LAURENTE Jimenez, Cesar y SALVADOR Murga, Steve. Influencia de distancia entre secciones transversales al modelar un cauce natural para calcular la socavación en puentes aplicando HEC-RAS. Tesis (Título de ingeniero civil). Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2014. 121 pp.

- LÓPEZ, Alex y ARENAS, Alondra. Análisis de la falla de una de las pilas del puente Naltahua en el Río Maipo, Chile. Instituto Nacional de Hidráulica, Santiago, Chile. Publicado en el XXI Congreso Latinoamericano de Hidráulica São Pedro, Estado de São Paulo, Brasil, Octubre 2004.
- RIVVA, Enrique, Durabilidad y Patología del Concreto. Slideshare [en línea] 2006 [citado 2018 Mayo 11], disponible en: <http://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidadypatologiadelconcretoenriquerivval>.
- SÁNCHEZ, Guzmán, Durabilidad y Patología del Concreto. 2da ed. Santa Fé de Bogotá, D.C, Colombia: Asocreto; 2011.
- OLIVERA, Robinson. [en línea]. América latina en movimiento. 20 de marzo de 2017. [Fecha de consulta: 10 de Setiembre de 2017]. Disponible en: <http://www.alainet.org/es/articulo/184219>
- SANTIGO Casanova, María. Socavación en ríos, puentes y carreteras. Tesis (Título de ingeniero civil). México C.F: Instituto Politécnico Nacional, Escuela superior de Ingeniería y Arquitectura, 2007. 105 pp.
- RODRÍGUEZ Serquén, Arturo. 2012. Puentes. [En línea] 2012. [Citado el: 16 de setiembre de 2017.] <http://es.slideshare.net/valerianito/puentes-lrfd-ing-arturo-rodrguez>.

## **ANEXO (A)**

### **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO:**

“Efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero – propuesta de solución- 2018”

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL

**DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:**

En la Provincia de Casma, Distrito de Casma se encuentran dos puentes ubicados en la panamericano norte. El Puente Sechín, con más de 30 años de construcción (1984), posee 9.00 metros de ancho y 30 metros de largo, soporta los caudales del Río Loco. El incremento del caudal del río, daño los estribos del puente, debido a que se generó una socavación local y en el borde del río, se generó una socavación general que afectó un largo tramo del río, el agua socavó una parte de la plataforma que terminó con la destrucción de una parte del carril.

El puente Carrizal que cuenta con 50 años (construido en 1967), posee 9.00 metros de ancho y 99 metros de largo, fue afectado por el Niño Costero y consecuentemente por la socavación, es por ende que se realiza este proyecto de los efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero, ya que no cuenta con alternativas de solución ante este problema.

A pesar de que el estado del Puente Carrizal es transitable, dicha socavación provocó efectos hacia las cimentaciones y subestructuras del puente, los cuales deben ser determinadas, para evitar el colapso parcial o total de este.

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	DIMENSIONES	INDICADOR	SUBINDICADOR	JUSTIFICACIÓN	
¿Cuáles serán los efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero?	<p>OBJETIVO GENERAL: *Determinar los efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero.</p>	EFECTOS POR SOCAVACION GENERAL	SUBESTRUCTURA DEL PUENTE	ESTRIBOS	<p>La presente investigación es conveniente porque responde a la necesidad de plantear una propuesta de solución a los efectos de la socavación, que cuando no se realiza algún estudio dichos efectos pueden causar el colapso total o parcial de un puente; En cuanto a la relevancia social permitirá conocer los efectos de la socavación general, en estribos y pilares; y así poder tomar medidas correctivas o soluciones, puesto que, si colapsa el puente, provocaría pérdidas económicas como humanas. La utilidad metodológica se justifica debido a que no se han elaborado muchos</p>	
	<p>OBJETIVO ESPECIFICOS: - Determinar los efectos por socavación en estribos en el Puente Carrizal como consecuencia del El Niño Costero.</p>	EFECTOS POR SOCAVACION EN ESTRIBOS	TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS	PILARES		GRIESTAS
				FISURAS		
				SOCAVACIÓN		
			PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN	PARÁMETROS DEL CAUCE		
				PARÁMETROS HIDRAULICOS		
				PARÁMETROS GEOMÉTRICOS		
	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS					

	<p>- Determinar los efectos por socavación en pilas en el Puente Carrizal como consecuencia del El Niño Costero.</p>	<p>EFFECTOS POR SOCAVACION EN PILAS</p>	<p>TIPOS DE LESIONES MECÁNICAS</p>	GRIESTAS	<p>estudios relacionados al tema, Por lo tanto servirá como un antecedente para futuras investigaciones similares que se realicen en las distintas disciplinas académicas.</p>
				FISURAS	
				SOCAVACIÓN	
			<p>PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN</p>	PARÁMETROS DEL RÍO	
				PARÁMETROS HIDRAULICOS	
				PARÁMETROS GEOMÉTRICOS	
				PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	
	<p>-Proponer una alternativa de solución como defensa para los estribos y pilares del puente Carrizal mediante el cálculo de la profundidad de socavación local</p>	<p>DISEÑO DE DEFENSA ANTE SOCAVACIÓN</p>	TIRANTE	TIRANTE	
			NIVEL DE AGUAS MAXIMAS	NIVEL DE AGUAS MAXIMAS	
			PROFUNDIDAD DE SOCAVACION LOCAL	PROFUNDIDAD DE SOCAVACION LOCAL	

**ANEXO (B)**

**CÁLCULO DE CAUDALES**

## Caudal de diseño

Tabla B-1: Caudales Máximos en el Puente Carrizal.

Nº	CAUDAL	Nº	CAUDAL
	Máximo		Máximo
1	37.98	21	37.80
2	43.48	22	41.68
3	42.83	23	35.86
4	26.80	24	34.08
5	43.79	25	44.67
6	54.62	26	78.12
7	68.58	27	40.50
8	56.12	28	62.52
9	57.42	29	25.72
10	49.92	30	91.58
11	73.17	31	64.17
12	32.16	32	65.14
13	44.64	33	84.50
14	45.95	34	96.00
15	80.14	35	29.00
16	77.19	36	47.60
17	41.52	37	58.50
18	42.06	38	67.89
19	58.96	39	96.59
20	62.00	40	98.25

Fuente: Junta de Usuarios de Casma, 2008.

Cálculo del promedio de caudales ( $Q_m$ ): Es la suma de los caudales ( $\Sigma Q$ ) dividido entre el número de años del registro (N)

$$Q_m = \Sigma Q / N$$

$$Q_m = 58.539 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Cálculo de la desviación estándar de los caudales ( $\sigma Q$ ): Es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los caudales ( $\Sigma Q_i^2 - N Q_m^2$ ), dividido entre el número de años de registro menos 1 ( $N-1$ )

$$\sigma Q = \sqrt{\frac{\Sigma Q_i^2 - N Q_m^2}{N-1}}$$

$$\sigma Q = 23.00 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Cálculo de los coeficientes según la siguiente tabla:

Tabla B-2: Valores de  $Y_n$ ,  $Y_{Qn}$  en función de N

Valores de $Y_n$ , $Y_{Qn}$ en función de N		
N	$\bar{y}_N$	$\sigma_N$
8	0.4843	0.9043
9	0.4902	0.9288
10	0.4952	0.9497
20	0.52355	1.06283
30	0.53622	1.11238
40	0.54362	1.14132

Fuente: Hidrología (Villon , 2002)

Se toma el valor N = 40 años

Tabla B-3: Valores de N según la tabla N° 7

N	$Y_n$	$S_n$
40	0.54362	1.14132

Fuente: Hidrología (Villon , 2002)

Se obtiene la ecuación de caudales máximos

$$Q_{m\acute{a}x} = 58.539 \frac{23.00}{1.1432} (0.54362 - \ln T)$$

Tabla B-4: Resultados de caudal máximo para diferente T (periodo de retorno)

<b>20</b>	Qmax =	107.873	m3/seg
<b>40</b>	Qmax =	121.818	m3/seg
<b>50</b>	Qmax =	126.308	m3/seg
<b>100</b>	Qmax =	140.253	m3/seg
<b>150</b>	Qmax =	148.411	m3/seg
<b>200</b>	Qmax =	154.199	m3/seg
<b>500</b>	Qmax =	172.633	m3/seg

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Cálculo de coeficiente  $\phi$  en base al periodo de retorno:

$$\phi = 1 - 1/T$$

Tabla B-5: Calculo de  $\phi$

$\phi_{20} =$	0.95
$\phi_{40} =$	0.98
$\phi_{50} =$	0.98
$\phi_{100} =$	0.99
$\phi_{150} =$	0.99
$\phi_{200} =$	1.00
$\phi_{500} =$	1.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### Coeficiente de Manning

Para determinar el coeficiente de Manning se ha estimado en base a las visitas de campo lo cual presenta las características físicas y granulométricas de los materiales del lecho, para las condiciones esperadas al paso de los caudales de avenidas.

Para su selección se utilizó el método de Cowan.

Tabla B-6: Cálculo del coeficiente de Manning

CALCULO DEL COEFICIENTE DE MANNING (n)			
Cauce principal		Márgenes del río	
n Básico (Grava Gruesa)	0.028	n Básico (Grava Gruesa)	0.028
Vegetación (Baja)	0.005	Vegetación (Media)	0.010
Forma (Gradual)	0.000	Forma (Gradual)	0.000
Irregularidad (Menor)	0.005	Irregularidad (Menor)	0.005
Obstrucción (Despreciable)	0.000	Obstrucción (Despreciable)	0.000
Sub total	0.038	Sub total	0.043
Alineamiento (k) (Menor)	1.000	Alineamiento (k) (Menor)	1.000
Total (K*n'')	0.0380	Total (K*n'')	0.0430
<b>Valor Adoptado</b>	<b>0.038</b>	<b>Valor Adoptado</b>	<b>0.043</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018.

**ANEXO (C)**  
**MÉTODOS PARA CALCULAR**  
**SOCAVACIÓN**

## Socavación en estribos

### C.1) Métodos para hallar la socavación local en Estribos

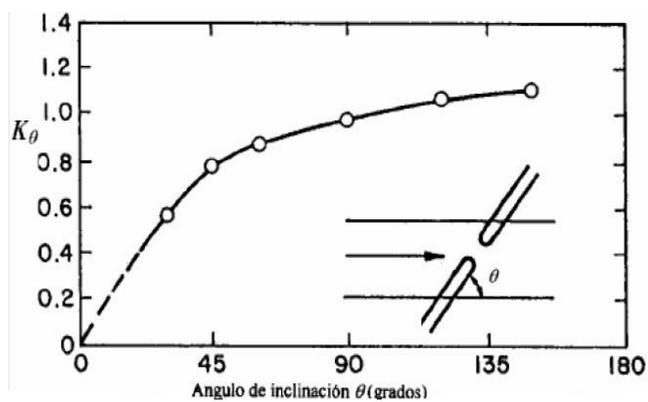
#### C.1.1) Método de Froehlich (1989)

Tabla C-1: Factor de corrección  $K_1$

FACTOR DE CORRECCIÓN POR LA FORMA DEL ESTRIBO $K_1$	
Descripción	$K_1$
Estribos de paredes verticales	1.00
Estribos de paredes verticales con alerones	0.82
Estribos inclinados	0.55

Fuente: Manual de Hidrología, 2012 pág. 149.

Figura 10. Factor de corrección  $K_2$ .



Fuente: Manual de Hidrología, 2012 pág. 150.

$\theta < 90^\circ$ , si el estribo está inclinado hacia aguas abajo.

$\theta > 90^\circ$ , si el estribo está inclinado hacia aguas arriba.

### C.1.2.) Método de Artamonov (1956)

Tabla C-2: Factor de corrección  $k_{\theta}$

COEFICIENTE DE CORRECCIÓN $k_{\theta}$					
$\theta$	20°	60°	90°	120°	150°
$k_{\theta}$	0.84	0.94	1.00	1.07	1.19

Tabla C-3: Coeficiente de corrección  $k_q$

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO $k_q$ EN FUNCION DE $Q_1/Q$								
$Q_1/Q$	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80
$k_q$	2.00	2.65	3.22	3.45	3.67	3.87	4.06	4.20

Tabla C-04: Coeficiente de corrección  $k_m$

COEFICIENTE DE CORRECCIÓN $k_m$						
Talud MH:1V	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	3.00
$k_m$	1.00	0.91	0.85	0.83	0.61	0.50

Fuente: Manual de Hidrología, 2012 pág. 150.

### Socavación en pilares

#### C.2) Métodos para hallar la socavación local en pilares

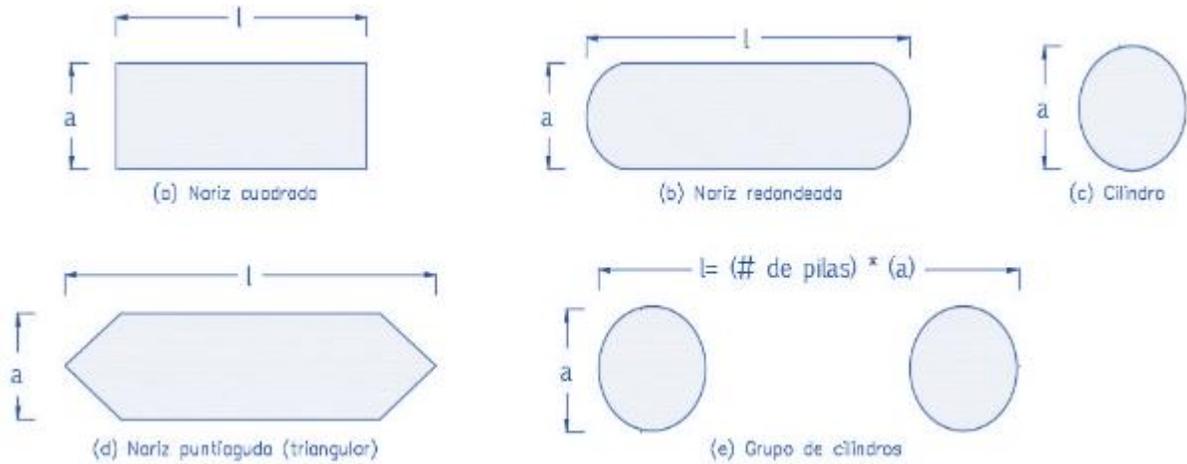
##### C.2.1) Método de la Universidad Estatal de Colorado (CSU)

Tabla C-05: Factor de Corrección  $K_1$ – Método de CSU

FORMA DE LA NARIZ DEL PILAR	$K_1$
(a) Nariz cuadrada	1.10
(b) Nariz Redondeada	1.00
(c) Cilindro circular	1.00
(d) Nariz puntiaguda (triangular)	0.90
(e) Grupo de Cilindros	1.00

Fuente: HEC-18, February 1993 pág. 44

Figura 11: Formas de pilares – Método de CSU



Fuente: HEC-18, February 1993 pág. 44

El factor de corrección K3 concierne a las restricciones del lecho, aquella que está definido por la siguiente tabla:

Tabla C-06: Factor de corrección K3

INCREMENTO EN LA PROFUNDIDAD DE EROSIÓN DEL PILAR, K3, PARA LA CONDICIÓN DEL LECHO		
Condición del lecho	Altura de la duna en metros	K3
Erosión de Aguas Claras	N/A	1.1
Lecho Plano y Flujo Anti duna	N/A	1.1
Dunas Pequeñas	$0.6 > H \geq 3.0$	1.1
Dunas Medianas	$3.0 > H \geq 9.0$	1.1 a 1.2
Dunas Grandes	$H \geq 9.0$	1.3

Fuente: Manual de Hidrología, 2012 pág. 137

Tabla C-07: Factor de corrección K4

LÍMITES PARA TAMAÑOS DEL MATERIAL DEL LECHO Y VALORES DE K4		
Factor	Mínimo tamaño del material del lecho	Mínimo valor de K4
K4	$D_{50} \geq 2 \text{ mm} ; D_{95} \geq 20 \text{ mm}$	0.4

Fuente: Manual de Hidrología, 2012 pág. 138

### **C.2.2) Método de Froehlich (1991)**

Este método es usado para decretar la máxima profundización de la socavación fue desarrollada por el Dr. David Froehlich y sugiera que no se adicione el ancho del pilar ( $a$ ), en la ecuación solo en caso se analice para un caso particular. Este método es considerado en el Hec-Ras, aquella que siempre adiciona este factor de corrección para el cálculo de socavación en pilares.

$$\Delta s = 0.32\phi * (a')^{0.62} * (h1)^{0.47} * (FR1)^{0.22} * (D50)^{-0.09} + a$$

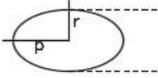
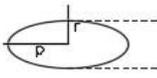
#### c) Método de Laursen y Toch (1953, 1956)

Este método es complaciente para suelo arenosos, no está definido si se puede aplicar para gravas. Laursen y Toch manifiestan que la profundidad de la socavación depende del tirante, ancho del pilar y de la forma del pilar.

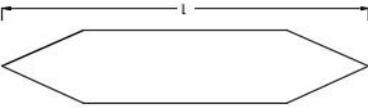
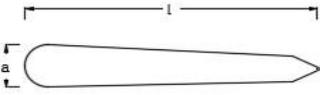
$$\Delta s = K_f * K_g * a$$

Para determinar los valores de factor de  $K_f$  se tomará en cuenta la forma de la nariz es decir la forma del pilar.

Figura 12: Factor de forma Kf

FORMA DE LA NARIZ		COEFICIENTE Kf DE SCHNEIBLE
Rectangular $l/a = 4$		1.00
Rectangular		0.90
Elíptica		$p/r = 2/1$
		$p/r = 3/1$
Lenticular		$p/r = 2/1$
		$p/r = 3/1$

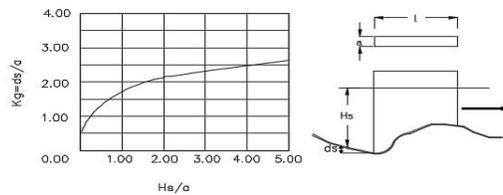
  

FORMA DE LA NARIZ O PILAR		SEGÓN TISON
Biselada $l/a = 4$		0.78
Perfil hidrodinámico $l/a = 4$		0.75

Fuente: Manual de Hidrología, 2012 pág. 117.

Para definir el coeficiente  $K_g$  que depende de la relación entre la profundidad de agua después del suceso de la socavación y el ancho del pilar.

Figura 12: Coeficiente Kf Metodo de Laursen y Toch



Fuente: Manual de Hidrología, 2012 pág. 117.

**ANEXO (D)**  
**DATOS DE CAMPO**

**FICHA DE TOMA DE DATOS**

<b>1) IDENTIFICACION Y UBICACION</b>		
Nombre Puente : <b>PUEBLO CARRIZAL</b>	Tramo : <b>CASMA-HUARMEY</b>	
Tipo Puente : <b>RETICULADO</b>	Dpto. Político : <b>ÁNCASH</b>	
Sobre (*) : <b>RIO CASMA</b>	Dpto. Vial : <b>ÁNCASH</b>	
Altitud (msnm) : <b>60</b>	Provincia : <b>CASMA</b>	
Latitud (grad, min) : <b>09° 30'</b>	Distrito : <b>CASMA</b>	
Longitud (grad, min) : <b>78°18'</b>	Poblado más Cercano : <b>CASMA</b>	
Ruta : <b>CASMA HUARMEY</b>	Kilometraje : <b>370+000 KM</b>	
<b>2) DATOS GENERALES</b>		
Puente Sobre :	Nombre : <b>PUEBLO CARRIZAL</b>	
Longitud Total (m) : <b>100.36 METROS</b>	Numero Vías Tránsito : <b>2</b>	
Ancho Calzada (m) : <b>8.10 METROS</b>	Sobrecarga Diseño : <b>40 TN</b>	
Ancho Vereda (m) : <b>0.45 METROS</b>	Numero Proyecto : <b>----</b>	
Altura Libre Superior (m) : <b>-----</b>	Año Construcción : <b>1967</b>	
Altura Libre Inferior (m) : <b>-----</b>	Ultima Inspección (dd/mm/aa) : <b>-----</b>	
Tipo Servicio : <b>PRINCIPAL</b>	Ultimo Trabajo : <b>-----</b>	
Tráfico (veh/día) :	% Camiones y Buses :	
Año : <b>-----</b>	Alineamiento : <b>-----</b>	
Condiciones Ambientales : <b>Estribos con presencia de basura.</b>		
<b>3) TRAMOS</b>		
Numero Tramos : <b>TRES</b>	Longitud Total : <b>100.36 METROS</b>	Longitudes Restantes : <b>1.36 METROS</b>
Tramos : <b>----</b>	Longitud Segundo Tramo (m) : <b>33.00</b>	
Luz Principal (m) : <b>33.00 METROS</b>	Longitud Tercer Tramo (m) : <b>33.00</b>	
<b>TRAMO 1 (Principal)</b>		<b>TRAMO 2</b>
Categoría/Tipo : <b>-----</b>	Categoría/Tipo : <b>-----</b>	
Características Secundarias : <b>-----</b>	Características Secundarias : <b>-----</b>	
Condición Borde : <b>-----</b>	Condición Borde : <b>-----</b>	
Material Predominante : <b>-----</b>	Material Predominante : <b>-----</b>	
<b>4) TABLERO DE RODADURA</b>		
<b>LOSA</b>		<b>VIGAS</b>
Material : <b>CONCRETO</b>	Tipo : <b>METÁLICA</b>	
Espesor (m) : <b>0.25 METROS</b>	Nº Vigas : <b>33</b>	
Superficie de Desgaste : <b>-----</b>	Material : <b>ACERO</b>	
	Forma : <b>TIPO I</b>	
	Peralte (m) : <b>0.65</b>	
	Separación entre Ejes : <b>-----</b>	
<b>5) SUBESTRUCTURA</b>		
<b>ESTRIBO IZQUIERDO</b>		<b>ESTRIBO DERECHO</b>
Elevación/Tipo : <b>GRAVEDAD</b>	Elevación/Tipo : <b>GRAVEDAD</b>	
Elevación/Material : <b>CONCRETO ARMADO</b>	Elevación/Material : <b>CONCRETO ARMADO</b>	
Cimentación/Tipo : <b>ZAPATA</b>	Cimentación/Tipo : <b>ZAPATA</b>	
Cimentación/Material : <b>CONCRETO ARMADO</b>	Cimentación/Material : <b>CONCRETO ARMADO</b>	
<b>6) PILARES</b>		
<b>PILAR 1</b>	<b>PILAR 2</b>	<b>PILAR 3</b>
Elevación/Tipo :	Elevación/Tipo :	Elevación/Tipo : <b>----</b>
Elevación/Material :	Elevación/Material :	Elevación/Material : <b>----</b>
Cimentación/Tipo : <b>ZAPATA</b>	Cimentación/Tipo : <b>ZAPATA</b>	Cimentación/Tipo : <b>----</b>
Cimentación/Material : <b>CONCRETO ARMADO</b>	Cimentación/Material : <b>CONCRETO ARMADO</b>	Cimentación/Material : <b>----</b>

7) MACIZOS/CAMARAS DE ANCLAJE					
<b>IZQUIERDO</b>			<b>DERECHO</b>		
Elevación/ Tipo :-----			Elevación/ Tipo: -----		
Elevación/ Material : -----			Elevación/ Material : -----		
Cimentación/ Tipo : -----			Cimentación/ Tipo : -----		
Cimentación/ Material : -----			Cimentación/ Material : -----		
8) DETALLES					
<b>BARANDAS</b>			<b>VEREDAS Y SARDINELES</b>		
Tipo : <b>VEHICULAR</b>			Ancho Vereda (m) : <b>0.45</b>		
Material : <b>FIERRO GALVANIZADO</b>			Altura Sardinel (m) : ----		
			Material : <b>CONCRETO SIMPLE</b>		
<b>APOYO 1</b>		<b>APOYO 2</b>		<b>APOYO 3</b>	
Tipo :		Tipo : -----		Tipo : -----	
Material : -----		Material : -----		Material : -----	
Ubicación : -----		Ubicación : -----		Ubicación : -----	
Número : -----		Número : -----		Número : -----	
<b>JUNTAS DE EXPANSION</b>			<b>DRENAJE DE CALZADA</b>		
Tipo :			Tipo :		
Material : -----			Material :		
9) ACCESOS					
<b>ACCESO IZQUIERDO</b>			<b>ACCESO DERECHO</b>		
Longitud Transición (m) :-----			Longitud Transición (m) :-----		
Alineamiento :-----			Alineamiento :-----		
Ancho de Calzada (m) : <b>8.10</b>			Ancho de Calzada (m) : <b>8.10</b>		
Ancho Total Bermas (m) :-----			Ancho Total Bermas (m) :-----		
Pendiente Alta :-----			Pendiente Alta :-----		
Visibilidad :-----			Visibilidad :-----		
10) SEGURIDAD VIAL					
<b>ACCESO IZQUIERDO</b>			<b>ACCESO DERECHO</b>		
Señal Informativa :-----			Señal Informativa:-----		
Señal Preventiva :-----			Señal Preventiva:-----		
Señal Reglamentaria :-----			Señal Reglamentaria :-----		
Señal Horizontal :-----			Señal Horizontal:-----		
11) SOBRECARGA					
Carga de Diseño :-----			Cara Máxima Actual : <b>40 TN</b>		
Sobreesfuerzo :-----			Señalización de Carga :-----		
12) RUTA ALTERNA					
Tipo Otras Rutas :					
<b>VADO</b>			<b>PUENTE PARALELO</b>		
Distancia de Puente (Km) :-----			Posibilidad de Construir :-----		
Período de Funcionamiento (meses) :-----			Longitud Total (m) :-----		
Profundidad de Aguas Mínimas (m) :-----			Subestructura :-----		
Naturaleza del Suelo :-----			Tipo :-----		
Variante Existe :---					
Necesidad de Construirlo :-----					
13) CONDICION DEL SECTOR DE LA CARRETERA					
Condición de la Carretera :					
14) SUELO DE CIMENTACION					
	<b>ESTRIBO IZQ.</b>	<b>ESTRIBO DER.</b>	<b>PILAR 1</b>	<b>PILAR 2</b>	<b>PILAR 3</b>
Material :					
Comentarios :					
15) NIVELES DE AGUA					
Aguas Máximas (m) : <b>2.58</b>			Período Aguas Máximas :		
Aguas Mínimas (m) : <b>0.5</b>			Período Estiaje :		
Aguas Extraordinarias (m) : <b>6.50</b>			Frecuencia de Retorno :		

	Galibo Determinado (m) :	Fecha (dd/mm/aa) :-----
	Galibo Obtenido del Plano (m) : <b>6.50</b>	Galibo Aguas Máximas (m) : <b>2.58</b>
<b>16) CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE</b>		
	Longitud Aceptable :-----	Longitud Requerida (m) :-----
	Altura Aceptable :-----	Altura Adicional Requerida (m) :-----
	Necesita Encauzamiento :-----	Longitud de Encauzamiento (m) :
	Socavación del Cauce : <b>SI PRESENTA</b>	Profundidad de Socavación :
<b>18) COMENTARIOS, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES</b>		

**ANEXO (E)**  
**DATOS DEL HEC-RAS**

Tabla E-1. Resultados Hidráulicos 1.

Plan: PLAN CASMA rio casma Eje RS: 1500 Profile: PF 1					
E.G. Elev (m)	71.70	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.36	Wt. n-Val.	0.043	0.038	0.043
W.S. Elev (m)	71.34	Reach Len. (m)	20.02	20.00	20.01
Crit W.S. (m)	71.34	Flow Area (m2)	51.73	4.78	4.13
E.G. Slope (m/m)	0.010576	Area (m2)	51.73	4.78	4.13
Q Total (m3/s)	147.00	Flow (m3/s)	140.42	4.16	2.43
Top Width (m)	100.00	Top Width (m)	40.10	26.20	33.70
Vel Total (m/s)	2.42	Avg. Vel. (m/s)	2.71	0.87	0.59
Max Chl Dpth (m)	2.61	Hydr. Depth (m)	1.29	0.18	0.12
Conv. Total (m3/s)	1429.4	Conv. (m3/s)	1365.4	40.4	23.6
Length Wtd. (m)	20.01	Wetted Per. (m)	42.79	26.20	33.99
Min Ch El (m)	71.13	Shear (N/m2)	125.39	18.91	12.61
Alpha	1.20	Stream Power (N/m s)	340.33	16.45	7.41
Frctn Loss (m)	0.26	Cum Volume (1000 m3)	31.28	39.19	11.02
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	34.38	65.42	21.53

Fuente: HEC-RAS

- ❖ E.G.Elev (m): Altura de línea de energía
- ❖ W.S.Elev (m): Altura de superficie de agua
- ❖ Crit W.S. (m): Altura de superficie de agua crítica
- ❖ E.G. Slope (m/m): Pendiente de línea de energía
- ❖ Q Total (m3/m): Caudal total en la sección.
- ❖ Top Width (m): Ancho de la superficie libre del flujo en la sección
- ❖ Vel Total (m/s): Velocidad total en la sección
- ❖ Max Chl Dpth (m): Tirante de agua
- ❖ Crit W.S. (m): Altura de superficie de agua crítica
- ❖ Flow Area (m2): Superficie mojada en la sección
- ❖ Area (m2): Area
- ❖ Flow (m3/s): Fluído
- ❖ Top Width (m): Ancho de la superficie libre del flujo en la sección
- ❖ Ang. Vel. (m/s): Velocidad angular
- ❖ Hydr Depth (m) Profundidad hidráulica promedio
- ❖ Wetted Per. (m): Perímetro mojado

Tabla E-2. Resultados Hidráulicos 2.

Plan: PLAN CASMA rio casma Eje RS: 770 BR U Profile: PF 1					
E.G. Elev (m)	67.79	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.33	Wt. n-Val.		0.038	
W.S. Elev (m)	67.46	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	67.46	Flow Area (m2)		57.82	
E.G. Slope (m/m)	0.017193	Area (m2)		57.82	
Q Total (m3/s)	147.00	Flow (m3/s)		147.00	
Top Width (m)	87.66	Top Width (m)		87.66	
Vel Total (m/s)	2.54	Avg. Vel. (m/s)		2.54	
Max Chl Dpth (m)	0.76	Hydr. Depth (m)		0.66	
Conv. Total (m3/s)	1121.1	Conv. (m3/s)		1121.1	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		91.42	
Min Ch El (m)	66.70	Shear (N/m2)		106.64	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		271.11	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	16.17	20.27	3.22
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	14.84	33.42	5.47

Fuente: HEC-RAS

- E.G.Elev (m): Altura de línea de energía.
- W.S.Elev (m): Altura de superficie de agua.
- Crit W.S. (m): Altura de superficie de agua crítica
- Vel Total (m/s): Velocidad total en la sección
- Avg. Vel. (m/s): Velocidad promedio en la sección
- Min Ch El (m): Altura inferior del lecho del cauce de la sección
- Max Chl Dpth (m): Tirante de agua
- E.G.Slope (m/m): Pendiente de la línea de energía.
- Q Total (m3/s): Caudal total en la sección.
- Q Bridge (m3/s): Caudal en el puente
- Top Width (m): Ancho de la superficie libre del flujo en la sección.
- Flow Area (m2): Superficie mojada en la sección.
- Wetted Per. (m): Perímetro mojado
- Reach Len. (m): Longitud del tramo
- Wt. n-Val. : Coeficiente de Manning
- Froude # Chl : Numero de Froude

HEC-RAS Plan: PLAN CASMA River: rio casma Reach: Eje Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Eje	1500	PF 1	147.00	71.13	71.34	71.34	71.70	0.010578	0.87	60.64	100.00	0.66
Eje	1480	PF 1	147.00	70.98	71.53	71.53	71.82	0.016400	2.19	63.37	100.00	0.97
Eje	1460	PF 1	147.00	70.77	71.48	71.46	71.76	0.019469	2.68	61.10	100.00	1.08
Eje	1440	PF 1	147.00	70.58	71.29	71.29	71.59	0.019532	2.89	60.98	100.00	1.09
Eje	1420	PF 1	147.00	70.40	71.12	71.12	71.42	0.019181	2.70	61.23	100.00	1.08
Eje	1400	PF 1	147.00	70.21	70.95	70.95	71.25	0.018590	2.71	61.63	100.00	1.07
Eje	1380	PF 1	147.00	70.07	70.82	70.82	71.12	0.017820	2.62	62.01	100.00	1.04
Eje	1360	PF 1	147.00	70.01	70.73	70.73	71.03	0.017137	2.56	62.58	100.00	1.02
Eje	1340	PF 1	147.00	69.95	70.84	70.84	70.94	0.018041	2.82	61.84	100.00	1.05
Eje	1320	PF 1	147.00	69.89	70.57	70.57	70.87	0.018138	2.63	61.93	100.00	1.05
Eje	1300	PF 1	147.00	69.83	70.49	70.49	70.79	0.018590	2.65	61.82	100.00	1.06
Eje	1280	PF 1	147.00	69.78	70.41	70.41	70.72	0.019472	2.67	60.90	100.00	1.08
Eje	1260	PF 1	147.00	69.72	70.34	70.34	70.65	0.019898	2.68	60.82	100.00	1.09
Eje	1240	PF 1	147.00	69.66	70.27	70.27	70.56	0.020269	2.65	60.38	100.00	1.10
Eje	1220	PF 1	147.00	69.61	70.21	70.21	70.51	0.020387	2.62	60.25	100.00	1.10
Eje	1200	PF 1	147.00	69.55	70.15	70.15	70.45	0.020187	2.62	60.29	100.00	1.09
Eje	1180	PF 1	147.00	69.49	70.09	70.09	70.39	0.020021	2.60	60.31	100.00	1.09
Eje	1160	PF 1	147.00	69.44	70.03	70.03	70.33	0.019851	2.58	60.35	100.00	1.08
Eje	1140	PF 1	147.00	69.39	69.97	69.97	70.28	0.019832	2.56	60.43	100.00	1.08
Eje	1120	PF 1	147.00	69.34	69.92	69.92	70.22	0.019388	2.54	60.53	100.00	1.07
Eje	1100	PF 1	147.00	69.23	69.83	69.83	70.13	0.019827	2.53	60.17	100.00	1.08
Eje	1080	PF 1	147.00	68.88	69.56	69.56	69.87	0.018310	2.65	60.95	100.00	1.06
Eje	1060	PF 1	147.00	68.50	69.20	69.20	69.51	0.018006	2.65	60.78	100.00	1.06
Eje	1040	PF 1	147.00	68.14	68.78	68.82	69.12	0.020324	2.65	58.03	100.00	1.10
Eje	1020	PF 1	147.00	67.71	68.35	68.41	68.72	0.019884	2.40	57.02	100.00	1.06
Eje	1000	PF 1	147.00	66.93	67.84	67.96	68.31	0.019975	2.05	53.59	92.49	1.02
Eje	980	PF 1	147.00	66.14	67.13	67.35	67.83	0.025880	2.37	43.57	64.79	1.17
Eje	960	PF 1	147.00	65.36	66.32	66.61	67.22	0.034317	3.01	37.15	50.03	1.38
Eje	940	PF 1	147.00	64.75	65.95	66.03	66.52	0.028121	3.19	41.50	55.08	1.30
Eje	920	PF 1	147.00	64.39	65.28	65.46	65.92	0.032888	3.46	41.95	64.25	1.41
Eje	900	PF 1	147.00	64.19	65.21	65.21	65.58	0.016215	2.71	54.59	74.01	1.01
Eje	880	PF 1	147.00	63.95	65.37	65.37	65.70	0.016582	2.60	57.62	85.61	1.01
Eje	860	PF 1	147.00	63.77	65.73	65.73	66.07	0.015030	2.50	58.11	82.40	0.97
Eje	840	PF 1	147.00	63.47	66.10	66.10	66.39	0.015895	2.38	61.88	100.00	0.97
Eje	820	PF 1	147.00	63.87	66.81	66.81	67.12	0.017127	2.48	60.80	100.00	1.01
Eje	800	PF 1	147.00	65.64	68.18	68.18	68.46	0.013094	2.15	65.49	100.00	0.88
Eje	780	PF 1	147.00	66.70	67.25	67.45	67.94	0.057145	3.67	40.09	90.33	1.76
Eje	770	Bridge										

HEC-RAS Plan: PLAN CASMA River: rio casma Reach: Eje Profile: PF 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Eje	760	PF 1	147.00	66.83	67.41	67.41	67.78	0.016222	2.60	56.83	84.22	1.00
Eje	740	PF 1	147.00	66.37	67.18	67.18	67.53	0.016282	2.60	56.60	83.51	1.01
Eje	720	PF 1	147.00	69.31	70.80	70.80	71.21	0.015430	2.89	52.98	66.26	0.99
Eje	700	PF 1	147.00	69.44	70.89	70.89	71.19	0.014281	2.24	63.01	100.00	0.92
Eje	680	PF 1	147.00	69.57	70.73	70.73	71.03	0.016408	2.35	61.23	100.00	0.88
Eje	660	PF 1	147.00	69.71	70.50	70.50	70.80	0.017775	2.42	61.00	104.72	1.02
Eje	640	PF 1	147.00	69.98	70.24	70.24	70.53	0.016859	2.42	62.45	108.77	1.00
Eje	620	PF 1	147.00	69.08	69.88	69.88	70.18	0.019316	2.50	60.65	110.10	1.06
Eje	600	PF 1	147.00	68.91	69.68	69.68	69.97	0.017598	2.41	61.93	107.60	1.02
Eje	580	PF 1	147.00	68.64	69.44	69.44	69.74	0.017501	2.48	60.77	101.82	1.02
Eje	560	PF 1	147.00	68.37	69.20	69.20	69.51	0.017475	2.51	59.37	95.61	1.02
Eje	540	PF 1	147.00	68.08	68.97	68.97	69.28	0.016544	2.48	60.54	100.00	1.00
Eje	520	PF 1	147.00	67.82	68.71	68.71	69.01	0.016395	2.50	61.32	100.00	1.00
Eje	500	PF 1	147.00	67.54	68.40	68.40	68.72	0.017641	2.59	59.78	96.96	1.04
Eje	480	PF 1	147.00	67.26	68.08	68.08	68.41	0.018126	2.65	58.66	92.68	1.05
Eje	460	PF 1	147.00	66.88	67.74	67.74	68.08	0.018083	2.72	57.68	88.09	1.06
Eje	440	PF 1	147.00	66.38	67.37	67.37	67.73	0.017091	2.80	57.07	83.18	1.04
Eje	420	PF 1	147.00	65.91	67.00	67.00	67.39	0.016200	2.86	55.47	78.19	1.04
Eje	400	PF 1	147.00	66.09	67.27	67.27	67.61	0.015997	2.79	58.16	85.26	1.02
Eje	380	PF 1	147.00	66.16	67.48	67.48	67.80	0.017257	2.64	59.88	96.28	1.03
Eje	360	PF 1	147.00	66.22	67.64	67.64	67.94	0.014504	2.14	62.93	100.00	0.92
Eje	340	PF 1	147.00	66.28	67.47	67.47	68.01	0.022760	2.78	45.52	52.95	1.16
Eje	320	PF 1	147.00	66.34	67.48	67.48	67.96	0.017182	2.37	48.62	51.67	1.00
Eje	300	PF 1	147.00	66.41	67.51	67.51	67.99	0.016730	2.28	48.51	50.67	0.98
Eje	280	PF 1	147.00	66.47	67.51	67.51	68.00	0.016712	2.19	47.93	48.29	0.97
Eje	260	PF 1	147.00	66.53	67.48	67.48	67.99	0.016345	2.04	47.48	47.61	0.95
Eje	240	PF 1	147.00	66.63	67.45	67.45	67.98	0.016101	1.85	46.65	45.29	0.92
Eje	220	PF 1	147.00	66.68	67.39	67.39	67.94	0.016101	1.67	45.77	43.25	0.90
Eje	200	PF 1	147.00	66.88	67.34	67.34	67.90	0.016839	1.57	45.22	41.49	0.88
Eje	180	PF 1	147.00	66.70	67.30	67.30	67.88	0.016987	1.50	44.38	39.83	0.87
Eje	160	PF 1	147.00	66.71	67.29	67.29	67.88	0.016822	1.45	43.95	38.53	0.86
Eje	140	PF 1	147.00	66.72	67.29	67.29	67.90	0.016051	1.44	43.27	37.39	0.86
Eje	120	PF 1	147.00	66.72	67.33	67.33	67.95	0.015793	1.49	43.16	36.71	0.86
Eje	100	PF 1	147.00	66.74	67.39	67.39	68.01	0.015577	1.56	43.14	36.35	0.87
Eje	80	PF 1	147.00	66.75	67.47	67.47	68.09	0.015152	1.42	43.62	39.12	0.84
Eje	60	PF 1	147.00	66.76	67.57	67.57	68.13	0.013135	1.45	47.09	46.76	0.80
Eje	40	PF 1	147.00	66.76	67.61	67.61	68.13	0.012745	1.63	49.20	50.23	0.82
Eje	20	PF 1	147.00	66.67	67.62	67.62	68.11	0.012556	1.80	51.13	53.75	0.83

## **ANEXO (F)**

# **CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE ENROCADO EN PILARES Y ESTIBOS**

## **Para pilares:**

### **• HEC-18 (1993), recomienda los siguientes criterios de construcción:**

- Extender el ancho del enrocado al menos dos veces el ancho de la pila, medido desde la cara de la pila. La protección debe ser mas larga que ancha y las rocas deben reponerse si se presenta socavación. Si el río es angosto se puede colocar el enrocado a través de toda la sección transversal.
- La parte superior del enrocado debe coincidir con la superficie del lecho del cauce y entre más profundo se coloque menos probabilidad existe de que sea movido pero más difícil será su colocación e inspección.
- El espesor mínimo del enrocado debe ser tres veces el diámetro D50 de la roca.
- En algunos casos, el enrocado se debe colocar sobre un filtro. El filtro no se necesita si el enrocado es bien gradado o si se entierra por debajo del nivel del lecho.
- El tamaño máximo de la roca no debe exceder a dos veces el tamaño medio D50 del material.

### **• Recomendaciones dadas por el Saint Anthony Falls Laboratory (SAFL)**

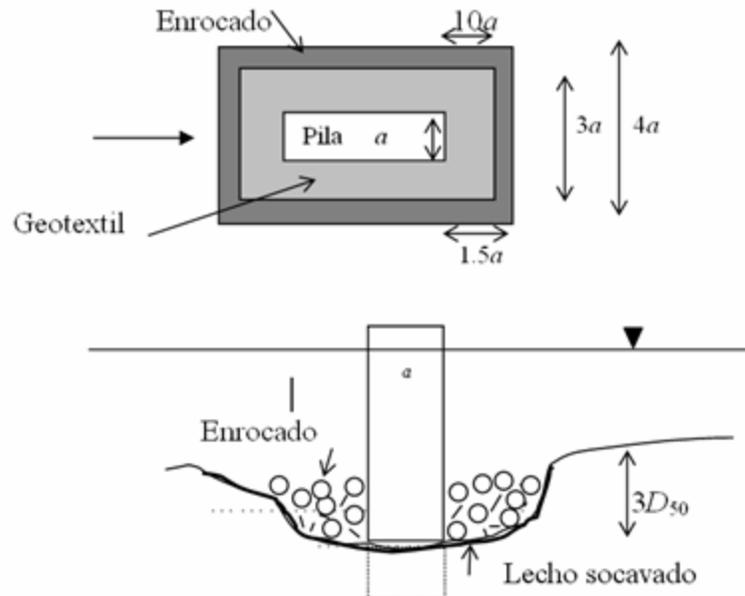
Experimentos hechos en el SAFL (Minnesota, EUA) llevan a considerar que el enrocado es la mejor forma de protección local de pilas y distingue dos casos, según sea colocado en una

excavación previamente hecha o no. En cualquier caso, se recomienda el uso de un filtro como material de transición ya sea en geotextil o en material granular.

#### **a) Enrocado colocado en excavación previamente hecha**

El enrocado debe extenderse al menos una distancia de 1.5 veces el ancho de la pila a partir de cada cara. Si el ángulo de ataque del flujo excede de 15°, debe considerarse el ancho proyectado de la pila. El espesor del enrocado debe ser al

menos de  $2 D_{50}$ , e instalado de forma que la parte superior quede a ras con el lecho del río.



**Figura 13.** Enrocado colocado en excavación previamente hecha. a) Planta ( $\varphi = 0^\circ$ ). b) Sección transversal. SAFL, 1998.

### PARA ESTRIBOS:

Para determinar la velocidad media se debe calcular el radio de la obstrucción del flujo (ROF)

así:

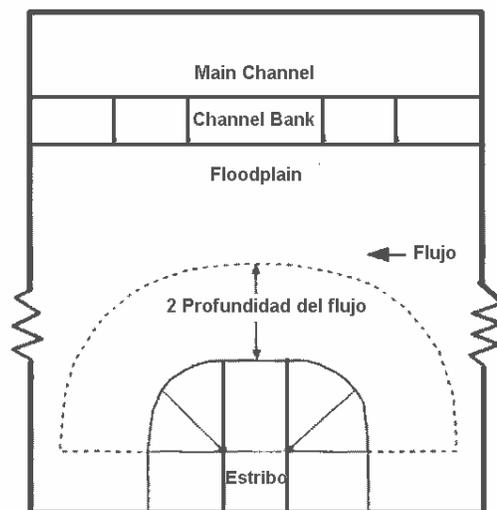
ROF = distancia desde el borde del cauce principal hasta el pie del estribo dividida por la profundidad media del flujo.

Se presentan tres casos:

- Si ROF es menor que 5 para ambos estribos, la velocidad media ( $V_m = Q/A$ ) se calcula en función del área hidráulica total en la sección contraída del puente.

- Si ROF es mayor que 5, la velocidad media se calcula para cada zona con flujo sobre la banca.
- Si ROF es menor que 5 para un estribo y mayor que 5 para el otro, la velocidad media para la primera situación debe basarse en el área del flujo limitada por el estribo y una pared imaginaria localizada en la banca opuesta.

La Figura 04 ilustra la extensión del enrocado alrededor del estribo. El espesor del enrocado no debe ser inferior al tamaño dado por  $1.5 D_{50}$  o  $D_{100}$ . Este espesor debe ser incrementado en un 50% cuando el enrocado es colocado bajo agua para considerar la incertidumbre generada por las condiciones de colocación.



**Figura 14. Enrocado de protección al pie de estribos. HEC-18, 1993.**

**ANEXO (G)**

**GUIA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES**

# GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES

**Aprobado por la Resolución Directoral N° 012-2006-MTC/14 del 14 de marzo del año 2006**

## **EJECUCIÓN DE LA INSPECCIÓN**

La inspección visual nos permite determinar el agrietamiento, corrosión, las deformaciones y las flechas en la estructura del puente. La cual debe complementarse con una auscultación mediante métodos topográficos, magnéticos, eléctricos y químicos para determinar corrimientos, posiciones de armadura y acercarse a la determinación del grado de corrosión de las armaduras.

Los diferentes elementos a ser inspeccionados serán agrupados en tres grandes divisiones:

- a) Cimentaciones.
- b) Superestructura.
- c) Dispositivos básicos de protección.

### **a) Cimentaciones**

Normalmente la inaccesibilidad a la cimentación hace que las posibles fallas tengan que ser detectadas indirectamente, a través de signos en la superestructura o en forma de movimientos excesivos, fisuración, etc.

Por su interés con relación a posibles fallas en la cimentación cabe señalar la utilidad de dos actividades: la nivelación del tablero y las inspecciones subacuáticas.

En los estribos, pilares y sistemas de apoyo generalmente se encuentra una amplia variedad de defectos y deterioros observables, los cuales puedan ser indicios de otros problemas relacionados con la cimentación, estabilidad, infiltración y el mal funcionamiento de apoyos, etc.

### **b) Superestructura**

La inspección de los elementos de la superestructura y los daños que estos presentan varían notablemente en función al tipo de puente.

### **c) Dispositivos básicos de protección**

Los dispositivos básicos de protección también necesitan una constante inspección, que comprenden a los siguientes: barreras de concreto, barandas, dispositivos básicos de transición y contención, losas de transición, estribos, cortinas, alas, juntas de dilatación, drenaje, pavimentación, aparatos de apoyo y señalización.

En general se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones básicas para la inspección de un puent

### 2.6.1 Inspección del cauce

Con la anticipación a los problemas y tomando adecuadas medidas de protección, se pueden minimizar serias dificultades posteriores. Con ese motivo, es conveniente investigar las siguientes condiciones:

- Si existe adecuado espacio bajo el puente para permitir el paso de las aguas. Los depósitos de arena y/o grava, pueden reducir este espacio.
- Si hay estabilidad y buen comportamiento de los bordes y protección de orillas.
- Posible obstrucción del cauce con maleza, palizadas o crecimiento de plantas que puedan contribuir a la socavación o riesgo posible de incendio.

Un registro del perfil del cauce da información valiosa sobre la tendencia del río a erosionar, cambiar de curso, de gradiente, etc.

El registro debe mantenerse actualizado, particularmente cuando existan variaciones de importancia. Estas indicaciones ayudan a proyectar protecciones a los pilares o estribos, sobre todo a sus cimentaciones.

### 2.6.2 Estribos y pilares

Cuando se inspeccionan estribos o pilares de concreto, debe observarse defectos de cualquier tipo. Los más frecuentes son los siguientes:

- Deterioro del concreto en la línea de agua.
- Deterioro del concreto en la zona de los apoyos.
- Grietas en los estribos, especialmente en el encuentro entre el cuerpo y las alas. Estas grietas deben observarse a través del tiempo para ver si aumentan. Cuando estas grietas se pronuncian, indican que hay movimiento estructural que puede ser causado por problemas de cimentación.

#### Cuadro de condición global del puente:

Calificación	Descripción de la Condición
0	<b>Muy bueno</b> : No se observa problemas
1	<b>Bueno</b> : Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia.
2	<b>Regular</b> : Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	<b>Malo</b> : La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.

4	<p><b>Muy Malo:</b> Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto</li> <li>- La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura.</li> <li>- Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado.</li> </ul>
5	<p><b>Pésimo:</b> Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura</li> <li>- El puente se cierra al tráfico pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.</li> </ul>

**ANEXO:**

**FICHA DE TOMA DE DATOS**

1) IDENTIFICACION Y UBICACIÓN			
	Nombre Puente :	Tramo :	
	Tipo Puente :	Dpto. Político :	
	Sobre (*) :	Dpto. Vial :	
	Altitud (msnm) :	Provincia :	
	Latitud (grad, min) :	Distrito :	
	Longitud (grad, min) :	Poblado más Cercano :	
	Ruta :	Kilometraje :	
2) DATOS GENERALES			
	Puente Sobre :	Nombre :	
	Longitud Total (m) :	Numero Vías Tránsito :	
	Ancho Calzada (m) :	Sobrecarga Diseño :	
	Ancho Vereda (m) :	Numero Proyecto :	
	Altura Libre Superior (m) :	Año Construcción :	
	Altura Libre Inferior (m) :	Ultima Inspección (dd/mm/aa) :	
	Tipo Servicio :	Ultimo Trabajo :	
	Tráfico (veh/día) :	% Camiones y Buses :	
	Año :	Alineamiento :	
	Condiciones Ambientales :		
3) TRAMOS			
	Numero Tramos :	Longitud Total :	Longitudes Restantes :
	Tramos :	Longitud Segundo Tramo (m) :	
	Luz Principal (m) :	Longitud Tercer Tramo (m) :	
	<b>TRAMO 1 (Principal)</b>	<b>TRAMO 2</b>	
	Categoría/Tipo :	Categoría/Tipo :	
	Características Secundarias :	Características Secundarias :	
	Condición Borde :	Condición Borde :	
	Material Predominante :	Material Predominante :	
4) TABLERO DE RODADURA			
	<b>LOSA</b>	<b>VIGAS</b>	
	Material :	Tipo :	
	Espesor (m) :	N° Vigas :	
	Superficie de Desgaste :	Material :	
		Forma :	
		Peralte (m) :	

	Separación entre Ejes:		
<b>5) SUBESTRUCTURA</b>			
	<b><u>ESTRIBO IZQUIERDO</u></b>	<b><u>ESTRIBO DERECHO</u></b>	
	Elevación/Tipo:	Elevación/Tipo:	
	Elevación/Material:	Elevación/Material:	
	Cimentación/Tipo:	Cimentación/Tipo:	
	Cimentación/Material:	Cimentación/Material:	
<b>6) PILARES</b>			
	<b><u>PILAR 1</u></b>	<b><u>PILAR 2</u></b>	<b><u>PILAR 3</u></b>
	Elevación/Tipo:	Elevación/Tipo:	Elevación/Tipo:
	Elevación/Material:	Elevación/Material:	Elevación/Material:
	Cimentación/Tipo:	Cimentación/Tipo:	Cimentación/Tipo:
	Cimentación/Material:	Cimentación/Material:	Cimentación/Material:

<b>7) MACIZOS/CAMARAS DE ANCLAJE</b>		
	<b><u>IZQUIERDO</u></b>	<b><u>DERECHO</u></b>
	Elevación/Tipo:	Elevación/Tipo:
	Elevación/Material:	Elevación/Material:
	Cimentación/Tipo:	Cimentación/Tipo:
	Cimentación/Material:	Cimentación/Material:

<b>8) DETALLES</b>			
	<b><u>BARANDAS</u></b>		<b><u>VEREDAS Y SARDINELES</u></b>
	Tipo:		Ancho Vereda (m):
	Material:		Altura Sardinela (m):
			Material:
	<b><u>APOYO 1</u></b>	<b><u>APOYO 2</u></b>	<b><u>APOYO 3</u></b>
	Tipo:	Tipo:	Tipo:
	Material:	Material:	Material:
	Ubicación:	Ubicación:	Ubicación:
	Número:	Número:	Número:
	<b><u>JUNTAS DE EXPANSION</u></b>		<b><u>DRENAJE DE CALZADA</u></b>
	Tipo:		Tipo:
	Material:		Material:

<b>9) ACCESOS</b>			
	<b><u>ACCESO IZQUIERDO</u></b>		<b><u>ACCESO DERECHO</u></b>
	Longitud Transición (m):		Longitud Transición (m):
	Alineamiento:		Alineamiento:
	Ancho de Calzada (m):		Ancho de Calzada (m):
	Ancho Total Bermas (m):		Ancho Total Bermas (m):
	Pendiente Alta:		Pendiente Alta:
	Visibilidad:		Visibilidad:

<b>10) SEGURIDAD VIAL</b>			
	<b><u>ACCESO IZQUIERDO</u></b>		<b><u>ACCESO DERECHO</u></b>
	Señal Informativa:		Señal Informativa:
	Señal Preventiva:		Señal Preventiva:
	Señal Reglamentaria:		Señal Reglamentaria:
	Señal Horizontal:		Señal Horizontal:

<b>11) SOBRECARGA</b>			
	Carga de Diseño:		Cara Máxima Actual:
	Sobreesfuerzo:		Señalización de Carga:

<b>12) RUTA ALTERNA</b>			
	Tipo Otras Rutas:		
	<b><u>VADO</u></b>		<b><u>PUENTE PARALELO</u></b>
	Distancia de Puente (Km):		Posibilidad de Construir:
	Período de Funcionamiento (meses):		Longitud Total (m):

	Profundidad de Aguas Mínimas (m) :		Subestructura : Tipo :			
	Naturaleza del Suelo :					
	Variante Existe :					
	Necesidad de Construirlo :					
<b>13) CONDICION DEL SECTOR DE LA CARRETERA</b>						
	Condición de la Carretera :					
<b>14) SUELO DE CIMENTACION</b>						
		<b>ESTRIBO IZQ.</b>	<b>ESTRIBO DER.</b>	<b>PILAR 1</b>	<b>PILAR 2</b>	<b>PILAR 3</b>
	Material :					
	Comentarios:					
<b>15) NIVELES DE AGUA</b>						
	Aguas Máximas (m) :		Período Aguas Máximas :			
	Aguas Mínimas (m) :		Período Estiaje :			
	Aguas Extraordinarias (m) :		Frecuencia de Retorno :			
	Galibo Determinado (m) :		Fecha (dd/mm/aa) :			
	Galibo Obtenido del Plano (m) :		Galibo Aguas Máximas (m) :			
<b>16) CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE</b>						
	Longitud Aceptable :		Longitud Requerida (m) :			
	Altura Aceptable :		Altura Adicional Requerida (m) :			
	Necesita Encauzamiento :		Longitud de Encauzamiento (m) :			
	Socavación del Cauce :		Profundidad de Socavación :			
<b>17) PERFIL LONGITUDINAL</b>						
	Número de Puntos:			Punto Fijo Aguas Abajo: <b>CROQUIS</b>		
	Dist. desde Pto Fijo	<b>Aguas Abajo</b>	<b>Aguas Arriba</b>			
	Protección Contra Socavación:					
<b>18) COMENTARIOS, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES</b>						

**ANEXO (H)**

**CARTAS EMITIDAS**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Nuevo Chimbote, 13 de Abril del 2018

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA  
CASMA - HUARMEY

**RECEPCION**

15 ABR 2018

Reg. N° \_\_\_\_\_  
CUT N° \_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_

CARTA N° 144 - 2018/EIC-CH-UCV

ING. FELIX ASTUDILLO BANCES  
ADMINISTRADOR LOCAL DEL AGUA CASMA - HUARMEY

Presente.-  
De mi consideración:

Por medio del presente, es grato dirigirme a Usted a fin de saludarlo muy cordialmente a nombre de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con RUC: 20164113532, con dirección en la Urb. Buenos Aires Mz H Lt. 1 Av. Central Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Región Ancash y a la vez presentarle al Sr. **GARCÍA SIANCAS EDUARDO PABLO NIK** alumno de esta Escuela y Universidad.

El Sr. **GARCÍA SIANCAS EDUARDO PABLO NIK**, está realizando la tesis "EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO – PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018", es por ello solicitamos le brinde las facilidades para su investigación con la siguiente información:

- Registro de caudales máximos y mínimos del Río Casma con un periodo mínimo de 25 años.
- Caudal registrado en el Río Casma el 14 de marzo del 2017 a efectos del fenómeno del Niño Costero.
- Evaluación e informe de recursos hídricos en la cuenca Casma.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,



Mgtr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA  
COORDINADORA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 403 030 Anx. - 4000

Facebook: [ucv\\_pitu](#)  
Twitter: [@ucv\\_pitu](#)  
Instagram: [#uicvallejo](#)  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

Casma, 20 de abril del 2018.

**CARTA N° 0 144-2018-MINAGRI-ANA-AAA-HCH-ALACH**

Señor:  
 Mgr. Erika Magaly Mozo Castañeda  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil - Universidad Cesar Vallejo sede Chimbote

Chimbote, -

**Asunto** : Se da respuesta a su solicitud.

**Ref.** : Carta N° 144-2018-EIC-CH-UCV

Mediante la presente me dirijo a Usted, para saludarlo cordialmente y a través del presente comunicarle que en atención al documento de la referencia donde se nos solicita información técnica: Registros de caudales máximos y mínimos del río Casma con un periodo mínimo de 25 años, caudal registrado en el río Casma el 14 de marzo del 2017 a efectos del fenómeno del niño Costero y evaluación e informe de recursos hídricos.

En respuesta a su solicitud, se debe informar que buena parte de la información requerida se puede ubicar en la página de la Autoridad Nacional del Agua como: "ESTUDIO HIDROLÓGICO EN LA CUENCA DEL RIO CASMA" del año 2007, con respecto a registros al mes de marzo del año 2017, se tiene registro de medición de caudales (aforo) - método de flotador: ubicación puente carizal - Casma - Coordenadas WGS 84 ZONA 17L; 799 485 E - 8 950 256 N - 65 MSNM. (Se debe de indicar que a fecha no se cuenta con infraestructura de estación de medición en la cuenca), la información que se alcanza, fue coordinada con el García Sarcas Eduardo Pablo Nik vía teléfono.

Registro mes de marzo 2017.

PRODA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Caudal m <sup>3</sup> /seg	7	7	7	8	8	7	42	49	39	73	87	136	113	147	133	131	128	118	124	99	143	128	89	89	89	81	58	59	49	49	

A la espera de haber satisfecho con la información reportada, me suscribo de usted.

Atentamente,



Cc:  
 AAI



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

JUNTA DE USUARIOS SUB DISTRITO DE RIEGO CASMA - ANCASH	
FECHA	23-04-2018
HORA	11:35 AM
N° REG	35
FIRMA	[Firma]

Nuevo Chimbote, 23 de Abril del 2018

CARTA N° 166 - 2018/EIC-CH-UCV

SR. PEDRO VILLANUEVA GUERRERO  
PRESIDENTE DE LA JUNTA DE USUARIOS SUB DISTRITO DE RIEGO CASMA-SECHIN

**ATENCIÓN**

ING. RICHARD JIMENEZ RONCAL  
GERENTE DE LA JUNTA DE USUARIOS SUB SECTOR HIDRÁULICO - MENOR CASMA

Presente. -

De mi consideración:

Por medio del presente, es grato dirigirme a Usted a fin de saludarlo muy cordialmente a nombre de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con RUC: 20164113532, con dirección en la Urb. Buenos Aires Mz H Lt. 1 Av. Central Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Región Ancash y a la vez presentarle al Sr. GARCÍA SIANCAS EDUARDO PABLO NIK alumno de esta Escuela y Universidad.

El Sr. GARCÍA SIANCAS EDUARDO PABLO NIK, está realizando la tesis "EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018", es por ello solicitamos le brinde las facilidades para su investigación con la siguiente información:

- Registro de caudales máximos históricos del Río Casma a la altura del Puente Carrizal.
- Caudal registrado en el Río Casma el 14 de marzo del 2017 a efectos del Fenómeno del Niño Costero.
- Estudio hidráulico en el Río Casma a la altura del Puente Carrizal post Fenómeno del Niño Costero.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

Mgr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA  
COORDINADORA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



CAMPUS CHIMBOTE

Mz. H Lt. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483-030 Anx.: 4000

fb/ucv\_peru  
@ucv\_peru  
#salvadriante  
[www.cvu.pe](http://www.cvu.pe)



**JUNTA DE USUARIOS DEL SUB DISTRITO  
DE HUACHO CASCHA**

*"Unión del Hablaño y la Descentralización Vecinal"*

Cuzco, 02 de mayo del 2018

**CARTA N° 082-2018-JUSDRC/P.E.V.G/P**

**SEÑOR:**  
**GARCIA SIANCAS EDUARDO PABLO NK**  
**Solicitante**  
**Proyecto:**

**ASUNTO : ALCANZO INFORMACIÓN REQUERIDA**  
**REF. : CARTA N°166-2018/EIC-CH-UCV**

Por el presente se gusto dirigirme a usted para saludarle muy cordialmente, al tener tiempo en acceso al documento de la referencia, vicario la información solicitada indicando que todo concuerda con el registro de casales indicados en el punto número uno de su requerimiento, para lo cual adjunto un CD con los datos solicitados.

Sin otro particular, agradezco la atención a la presente, quedo de usted:

Atentamente,

PROFESOR  
C.L.  
Arriola



**JUNTA DE USUARIOS DEL SUB DISTRITO DE HUACHO CASCHA**  
**EDUARDO PABLO SIANCAS GARCIA**  
**PRESIDENTE**

**ANEXO (I)**

**ESTUDIO DE SUELOS**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**PROYECTO:** "EFECTOS DE LA SOCAVACION EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RIO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPOSTA DE SOLUCION 2014"

**SOLICITANTE:** EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS

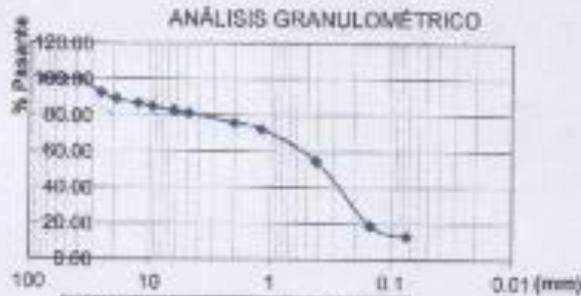
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**LUGAR :** CASMA

**UNIDAD :** MUESTRA C - 01

TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Diámetro del Tamiz (mm)	A.Peso Retenido	B % Pasante
4		
5	0.00	0.00
7.5	0.00	0.00
10	140.40	7.47
15	71.40	3.67
20	45.30	2.37
30	35.00	1.75
45	41.40	2.07
Nº 4	30.70	1.54
Nº 10	100.7	5.34
Nº 15	69.2	3.48
Nº 40	364.1	17.71
Nº 100	214.8	10.74
Nº 200	119.9	6.00
P Nº 200	261.7	13.09



Grava (%)	17.13
Arena (%)	69.79
Fines (%)	13.08
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-3-4
Contenido de Humedad	15.35

**Nota:**

SUCS: Arena limosa con grava

AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE  
 Mo. P. U. 1 Urb. Banián Areu  
 Av. Cristóbal Colón Chimbote  
 Tel: (043) 460 030 Areu., 4000



Mg. Víctor Ramón Rojas Gil  
 Director de la Oficina de Registro Civil

Leon Pineda Villalva Vasquez  
 TECNICO LABORATORIO



#UCVCOMU  
 @ucv\_peru  
 #sofrodiente  
 www.ucv.pe



### ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**PROYECTO:** "EFECTOS DE LA SOCAVACION EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RIO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPOSTA DE SOLUCION 2018"

**SOLICITANTE:** EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS

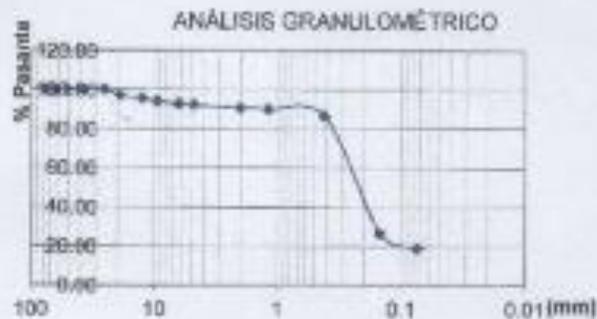
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**LUGAR :** CASMA

**UNIDAD :** MUESTRA C - 02

TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Grano del Tamiz (µ)	A Peso Retenido (g)	S (%)
4		
3	0.00	0.00
1.182	0.00	0.00
1	0.00	0.00
348	67.80	2.90
150	24.00	1.00
300	26.70	1.44
140	26.00	1.40
Nº 4	11.10	0.56
NP 10	20.9	1.40
NP 18	14.1	0.71
NP 40	71.4	3.57
NP 100	104.8	56.93
NP 200	104.1	2.71
P NP 200	378.9	18.95



Grava (%)	7.28
Arena (%)	73.77
Finos (%)	18.95
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-2-4
Contenido de Humedad	18.14

**Nota:**

SUCS: Arena limosa

AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. H. T. 1 Mts. Buenos Aires  
 Av. Central Nuevo Chimbote  
 Telf.: (043) 482 030 Fax: 4000



Mg. Víctor Raúl de Rojas Silva  
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Lic. Héctor Viquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



#12042014  
 @uor\_2014  
 #almestante  
 UCV PERU



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

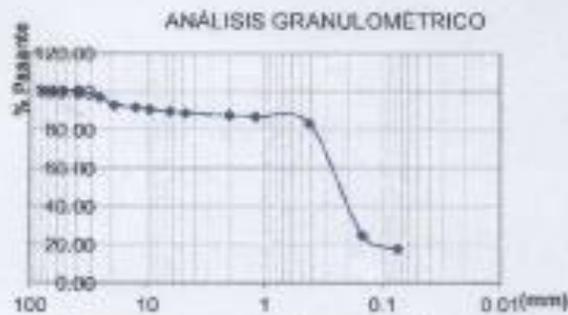
## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

[NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422]

**PROYECTO:** EFECTOS DE LA SOCACION EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RIO CASMA  
COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO – PROPESTA DE SOLUCION 2018”  
**SOLICITANTE:** EDUARDO PABLO NIK GARCIA SANCAS  
**ASUNTO :** ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
**LUGAR :** CASMA  
**UNIDAD :** MUESTRA C - 03

TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Design de Tamiz US	A Peso Retenido	B % Pasante
4		
5	0.00	0.00
10	0.00	0.00
1	86.70	2.84
30	83.90	4.20
10	59.60	1.14
30	22.30	1.12
100	24.90	1.23
Nº 4	12.60	0.63
Nº 10	27.2	1.28
Nº 16	12.4	0.63
Nº 40	74.8	3.74
Nº 100	134.4	58.23
Nº 200	143	7.15
P Nº 200	354.3	17.72



Grava (%)	11.18
Arena (%)	71.11
Finos (%)	17.72
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A-2.4
Contenido de Humedad	18.98

**Nota:**

SUCS: Arena limosa

AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIVIBOTE  
Mz. N. 17, 1 Dta. Buenos Aires,  
Av. Central Buenos Chivibote,  
Tel.: (043) 482 030. Fax.: 4000



Mp. Víctor Alejandro Raygo-Suero  
Encargado de la Oficina de Ingeniería Civil

*[Signature]*  
Luzmila Pineda Maza  
TÉCNICO DE LABORATORIO



043 482 030  
@ucv\_peru  
#ucvchivibote  
ucv.edu.pe



### ENSAYO DE CONSOLIDACION Y CORTE DIRECTO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.154, NTP 339.171, ASTM D3080)

**PROYECTO:** "EFECTOS DE LA SOCAVACION EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RIO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO – PROPESTA DE SOLUCION 2018"

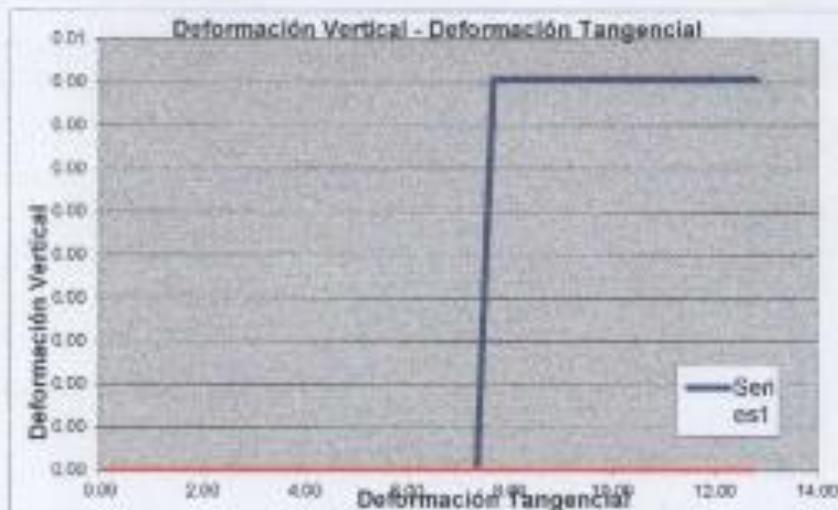
**SOLICITANTE:** EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS

**ASUNTO :** ENSAYO DE CONSOLIDACION Y CORTE DIRECTO

**LUGAR :** CASMA

**UMIDAD :** MUESTRA

Esfuerzo Vertical (kPa)	Muestra 1	
	Taylor	Casag.
CC (%) =	-1.35	
CC <sub>60</sub> (%) =	9.198	
$t_{60}$ (min) =	0.25	
Def. 50% cons. primaria C <sub>60</sub> (%) =	12.50	
50% cons. primario $t_{50}$ (min) =	0.98	
Def. consolid. primaria C <sub>100</sub> (%) =	13.62	
100% consol. primario $t_{100}$ (min) =		
Coeff. de consolidación C <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> /min) =	1.53E+00	
Tiempo estimado de falla (min) =	11.42	
Deforón. Estimada de falla (mm) =	10.00	
Vel. recomendada de corte mínima =	0.817	



**CAMPUS CHIVORTE**  
 Mz. H. C. 1 Urb. Buenos Aires  
 Av. Central Nuevo Chivorte  
 Tel: (043) 481 030 Axx.: 4000



Dr. Víctor Augusto Rojas Siles  
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil

*[Signature]*  
 Leonor Hernández Pinedo  
 Profesora de Laboratorio



#uvcv\_peru  
 #salnuevochivorte  
**UNICIVIL**



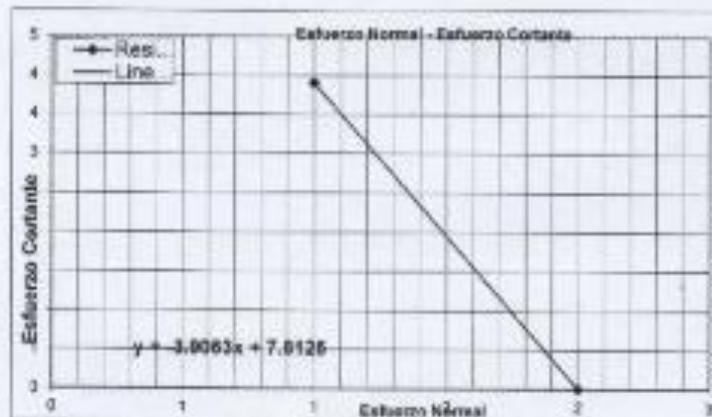
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### ENSAYO DE CONSOLIDACION Y CORTE DIRECTO

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.154, NTP 339.171, ASTM D3080)

**PROYECTO:** EFECTOS DE LA SOCAVACION EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RIO CASMA  
COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO – PROPESTA DE SOLUCION 2018”  
**SOLICITANTE:** EDUARDO PABLO NIK GARCIA SIANCAS  
**ASUNTO :** ENSAYO DE CONSOLIDACION Y CORTE DIRECTO  
**LUGAR :** CASMA  
**UNIDAD :** MUESTRA

RESULTADOS DE ENSAYO			
Sondeo	PROFUNDO		
Profundidad	3		
Descripción	MATERIAL DE RIO		
Labo (mm)	64	64	
Humedad Inicial (%)	16.51	16.31	
Humedad Final (%)	16.51	16.31	
Grado de saturación (%)	100	100	
Peso unitario (g/cm <sup>3</sup> )	0.87	0.83	
Área Aa (mm <sup>2</sup> )	4 (96.0)	4 (96.0)	
Velocidad (mm/min)	0.88	0.84	
Fricción Normal (kPa)	80.82	66.92	
Esfuerzo de Corte (kPa)	3.91	3.85	
		Cohesión (kPa)	0.33
		Ángulo de fricción	31.33



**Nota:**  
Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Mo. N° 17, 1 Urb. Buenas Aíres  
 Av. Central Nueva Chimbote  
 Tel.: (043) 403 030 Anx.: 4000



Dr. Víctor Manuel Rojas Salas  
 Director de la Unidad de Estudios de Suelos

Dr. Haroldo Vilanova Vilagor  
 Director de Laboratorio

#UnivCv  
 @ucv\_cv  
 #salvadelante  
 ucv.edu.pe

**ANEXO (J)**

**METRADOS DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN**

## **ANEXO (J.1)**

### **METRADOS DE DISEÑO DE ENROCADO**

**HOJA DE METRADOS**

PROYECTO "Efectos de la acoración en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero – propuesta de solución - 2018"

LOCALIDAD :CASMA - CASMA - ANCASH"

FECHA : 15 - 07 - 2018

ITEM	DESCRIPCION	UNO	CANT	MEDIDAS				SUB TOTAL			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO	LONG.	AREA	VOL.	C/M2		
01.00.00	<b>ENROCADO</b>											
01.01.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>											
01.01.01	CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANA CITRIPAY Y PARANTES DE MADERA TORNILLO (APROX. 12M2) + CALAMINA	M2	1,00					15			15,00	15,00
01.01.02	CARTEL DE OBRA IMPRESION DE BANNER DE 3.80 M X 2.40 M (SOPORTE DE MADERA)	UNO	1,00								1,00	1,00
01.01.03	SEÑALIZACION EN OBRA DURANTE EJECUCION	ML	300,00								300,00	300,00
01.01.04	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MANUALES	GLB	1,00								1,00	1,00
02.02.00	<b>SEGURIDAD EN OBRA</b>											
02.02.01	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	GLB	1,00								1,00	1,00
03.03.00	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>											
03.03.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO (TEODOLITO)	M2	2,00	20,00	5						200,00	200,00
04.04.00	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>											
04.04.01	EXCAVACION MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL (RETROEXCAVADORA SILLANTAS)	M3	2,00	20,00			4,027				161,08	161,08
04.04.02	NIVELACION Y COMPACTACION MANUAL DE SUBRASANTE	M2	2,00	14,00	0,25						6,80	6,80
04.04.03	RELLENO CON AFIRMADO Y/O MATERIAL GRANULAR 6" INC. COMPACTACION EQUIPO LIVIANO	M2	2,00	6,00			0,284				3,41	3,41
05.05.00	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES Y AGREGADOS</b>											
05.05.02	CARGUJO Y TRANSP. DE PIEDRA HABILITADA DESDE CANTERA HASTA LA OBRA D<18 KM VOLQUETE 15 M3 (MANUAL)	M3	2,00	20,00			0,73				389,28	389,28
05.05.03	CARGUJO Y TRANSPORTE DE AFIRMADO	M3	2,00	20,00			0,536				21,40	21,40
06.06.00	<b>ENROCADO DE MURO</b>											
06.06.01	ENROCADO PARA DEFENSA RIBERENA CON EQUIPO	M3	2,00	20,00			0,83				385,00	385,00
07.07.00	<b>LIMPIEZA DE TERRENO</b>											
07.07.01	LIMPIEZA MANUAL	M2	2	20,00	5,00						200,00	200,00

**ANEXO (J.2)**

**METRADOS DE DISEÑO DE GAVIONES**

## HOJA DE METRADOS

PROYECTO : Efectos de la socavación en el Puente Carrizal del río Casma como consecuencia del Niño Costero – propuesta de solución - 2018\*

LOCALIDAD : CASMA - CASMA - ANCASH"

FECHA : 15 - 07 - 2018

ITEM	DESCRIPCION	UND	φ	CANT	MEDIDAS				SUB TOTAL			PARCIAL	TOTAL	
					LARGO	ANCHO	ALTO	LONG	AREA	VOL.	C°/M2			FACTOR
<b>01.00.00</b>	<b>GAVIONES</b>													
<b>01.01.00</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>													
01.01.01	CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANA C/TRIPAY Y PARANTES DE MADERA TORNILLO (APROX. 12M2) + CALAMINA	M2		1,00					15			15,00	15,00	
01.01.02	CARTEL DE OBRA IMPRESION DE BANNER DE 3.60 M X 2.40 M (SOPORTE DE MADERA)	UND		1,00								1,00	1,00	
01.01.03	SEÑALIZACION EN OBRA DURANTE EJECUCION	ML		1,00	1500							1500,00	1500,00	
01.01.04	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MANUALES	GLB		1,00								1,00	1,00	
<b>02.02.00</b>	<b>SEGURIDAD EN OBRA</b>													
02.02.01	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	GLB		1,00								1,00	1,00	
<b>03.03.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>													
03.03.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO (TEODOLITO)	M2		2,00	1500	5,00						15000,00	15000,00	
<b>04.04.00</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>													
04.04.01	EXCAVACION MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL (RETROEXCAVADORA SILLANTAS)	M3		2,00	1500	5,00	2,50					37650,00	37650,00	
04.04.02	NIVELACION Y COMPACTACION MANUAL DE SUBRASANTE	M2		2,00	1500	5,00						15000,00	15000,00	
04.04.03	RELLENO CON AFIRMADO Y/O MATERIAL GRANULAR E=φ" INC. COMPACTACION EQUIPO LIVIANO	M2		2,00	1500	5,00						15000,00	15000,00	
<b>05.05.00</b>	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES Y AGREGADOS</b>													
05.05.02	CARGUIO Y TRANSP. DE PIEDRA HABILITADA DESDE CANTERA HASTA LA OBRA D<18 KM VOLQUETE 15 M3 ( MANUAL )	M3		2	1500	5,00	4,00					60240,00	60240,00	
05.05.03	CARGUIO Y TRANSPORTE DE AFIRMADO	M3		2,00	1500	5,00	0,30					4518,00	4518,00	
<b>06.06.00</b>	<b>OBRAS ESTRUCTURALES</b>													
06.06.01	MURO DE GAVIONES DE CAJA 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m (10 x 12/340, ZN + AL + PVC)	UND		20,00	1500	1,00	1,00					30120,00	30120,00	
06.06.02	COLCHÓN ANTISOCAVANTE 5.0 m x 1.20 m x 0.30 m ( 10 x 12 / 3.40 , ZN + AL + PVC )	UND		2,00	1500,00	1,20	0,30					1084,32	1084,32	
<b>07.07.00</b>	<b>LIMPIEZA DE TERRENO</b>													
07.07.01	LIMPIEZA MANUAL	M2		2	1500	5,00						15000,00	15000,00	

## **ANEXO (K)**

# **ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

## **ANEXO (K.1)**

# **ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE DISEÑO DE ENROCADO**

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203004 EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018

Subpresupuesto 002 ENROCADO Fecha presupuesto 06/07/2018

Partido 01.01 CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANA CITRIPAY Y PARANTES DE MADERA TORNILLO (APROX. 15M2) + CALAMINA

Rendimiento m2/DIA MO. 22.0000 EQ. 22.0000 Costo unitario directo por : m2 89.47

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.9999	0.3636	21.01	7.64
0101010005	PEON	hh	3.0000	1.0909	15.33	16.72
<b>24.36</b>						
<b>Materiales</b>						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.1000	4.10	0.41
0204030007	CLAVOS DE ALUMINIO DE 2"	und		1.4000	1.64	2.30
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.1500	4.10	0.62
0205050006	CHAPA YALE 3610-60 2 GOLPES DE SOBREPON	und		0.0780	45.10	3.52
0205050007	BISAGRA DE FIERRO DE 3"	par		0.0780	4.51	0.35
0206070002	TRIPLAY 4' x 8' x 6 mm	pln		0.9660	32.80	31.68
0209020002	CALAMINA TIPO SABANA ROJA 1.10 X 3.05 M	pza		0.2770	28.70	7.95
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.2922	5.33	17.55
<b>64.38</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	24.36	0.73
<b>0.73</b>						

Partido 01.02 CARTEL DE OBRA IMPRESION DE BANNER DE 3.60 M X 2.40 M (SOPORTE DE MADERA)

Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und 905.41

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	21.01	168.08
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	15.33	245.28
<b>413.36</b>						
<b>Materiales</b>						
0201010022	AGUA	m3		0.0550	10.17	0.56
0204020033	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol		0.7500	18.45	13.84
0207030001	HORMIGON	m3		0.2000	28.70	5.74
0207030002	IMPRESIONES DE BANNERS	m2		8.6500	20.50	177.33
0209040002	PERNO DE 5/8" CON TUERCA Y HUACHA 5"	und		6.0000	4.51	27.06
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		47.2500	5.33	251.84
0238010001	LIJA PARA MADERA	plg		2.0000	1.64	3.28
<b>479.65</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	413.36	12.40
<b>12.40</b>						

Partido 01.03 SEÑALIZACION EN OBRA DURANTE EJECUCION

Rendimiento m/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m 2.05

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	15.33	1.23
<b>1.23</b>						
<b>Materiales</b>						
0206010002	CINTA SEÑALADORA AMARILLA	m		1.0000	0.82	0.82
<b>0.82</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203004 EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018

Subpresupuesto 002 ENROCADO Fecha presupuesto 06/07/2018

Partida 01.04 TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MANUALES

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 1,281.44

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PECN	hh	2.0000	16.0000	15.33	245.28
						<b>245.28</b>
<b>Equipos</b>						
0304010003	CAMION PLATAFORMA	hm	1.0000	8.0000	129.52	1,036.16
						<b>1,036.16</b>

Partida 02.01 IMPREMENTOS DE SEGURIDAD

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 1,685.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
<b>Materiales</b>						
0201030003	CASCOS	und		20.0000	6.89	137.80
0201030004	TAPONES DE PROTECCION	und		20.0000	0.85	17.00
0205050005	GAFAS DE PROTECCIÓN	und		20.0000	7.30	146.00
0267050001	GUANTES DE CUERO	per		20.0000	12.71	254.20
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und		20.0000	5.66	113.20
0267070005	BOTAS DE CAUCHO	per		20.0000	50.84	1,016.80
						<b>1,685.00</b>

Partida 03.01 TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO (TEODOLITO)

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 1.64

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PECN	hh	2.0000	0.0320	15.33	0.49
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	21.01	0.34
						<b>0.83</b>
<b>Materiales</b>						
0204020062	YESO EN BOLSAS DE 25KG.	bol		0.0500	6.56	0.33
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	5.33	0.11
						<b>0.44</b>
<b>Equipos</b>						
0301000011	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0160	12.30	0.20
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.83	0.02
0301020007	MIRAS Y JALONES	hm	1.0000	0.0160	8.20	0.13
03014700010009	WINCHAS	und		0.0010	16.40	0.02
						<b>0.37</b>

Partida 04.01 EXCAVACIÓN MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL (RETROEXCAVADORA SILLANTAS)

Rendimiento m3/DIA MO. 100.0000 EQ. 100.0000 Costo unitario directo por : m3 15.45

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	21.01	1.68
0101010005	PECN	hh	2.0000	0.1600	15.33	2.45
						<b>4.13</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.13	0.12
0303010027	RETROEXCAVADOR DE 1/2 A 1/4 yd3	hm	1.0000	0.0800	140.00	11.20
						<b>11.32</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004 EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018						Fecha presupuesto	06/07/2018
Subpresupuesto	002 ENROCADO							
<b>Partida</b>	<b>04.02</b>	<b>NIVELACIÓN Y COMPACTACION MANUAL DE SUBRASANTE</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 100.0000</b>	<b>EQ. 100.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>				<b>2.70</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/</b>	<b>Parcial \$/</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0800	21.01	1.68	1.68
	<b>Equipos</b>							
0301200001	MOTONIVELADORA		hm	1.0000	0.0800	12.80	1.02	1.02
<b>Partida</b>	<b>04.03</b>	<b>RELLENO CON AFIRMADO Y/O MATERIAL GRANULAR E=6" INC. COMPACTACIÓN EQUIPO LIVIANO</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 40.0000</b>	<b>EQ. 40.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>				<b>19.30</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/</b>	<b>Parcial \$/</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.1000	17.03	1.70	1.70
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.4000	15.33	6.13	7.83
	<b>Materiales</b>							
0201010022	AGUA		m3		0.0150	10.17	0.15	0.15
0204030008	MATERIAL GRANULAR DE E=6"		m3		0.1950	32.80	6.40	6.55
	<b>Equipos</b>							
0301020006	PLANCHA COMPACTADORA		hm	2.0000	0.4000	12.30	4.92	4.92
<b>Partida</b>	<b>05.01</b>	<b>CARGUIO Y TRANSP. DE PIEDRA HABILITADA DESDE CANTERA HASTA LA OBRA D&lt;18 KM VOLQUETE 15 M3 ( MANUAL )</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 90.0000</b>	<b>EQ. 90.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>				<b>7.07</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/</b>	<b>Parcial \$/</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	4.0005	0.3556	15.33	5.45	5.45
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.45	0.16	0.16
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	0.1249	0.0111	131.20	1.46	1.62
<b>Partida</b>	<b>05.02</b>	<b>CARGUIO Y TRANSPORTE DE AFIRMADO</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 90.0000</b>	<b>EQ. 90.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>				<b>9.40</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/</b>	<b>Parcial \$/</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	4.0005	0.3556	15.33	5.45	5.45
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.45	0.16	0.16
0301040006	CAMION VOLQUETE DE 7M3		hm	0.4005	0.0356	106.60	3.79	3.95

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004	EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018		Fecha presupuesto	06/07/2018		
Subpresupuesto	002	ENROCADO					
Partida	06.01	ENROCADO PARA DEFENSA RIBERENA CON EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3	62.60		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0400	21.01	0.84
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.1600	15.33	2.45
							3.29
	Materiales						
0204060019	PIEDRA PARA ENROCADO DE PROTECCION RIBERENA BLOQUES Ø 1.0		m3		1.0300	49.20	50.68
							50.68
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.29	0.10
0301050005	CARGADOR SILLANTAS 125-155 HP 3 YD3		hm	1.0000	0.0400	98.40	3.94
0304010005	RETROEXCAVADORA S/ORUGAS 170-250 HP		hm	1.0000	0.0400	114.80	4.59
							8.63
Partida	07.01	LIMPIEZA MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2	1.25		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0800	15.33	1.23
							1.23
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		2.0000	1.23	0.02
							0.02

## **ANEXO (K.2)**

# **ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE DISEÑO DE GAVIONES**

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004 EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018				Fecha presupuesto	06/07/2018	
Subpresupuesto	001 GAVIONES						
Partida	01.01 CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANIA C/TRIPAY Y PARANTES DE MADERA TORNILLO (APROX. 15M2) + CALAMINA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 22.0000	EQ. 22.0000	Costo unitario directo por : m2			89.47
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	0.9999	0.3636	21.01	7.64	
0101010005	PEON	hh	3.0000	1.0909	15.33	16.72	
							<b>24.36</b>
<b>Materiales</b>							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.1000	4.10	0.41	
0204030007	CLAVOS DE ALUMINIO DE 2"	und		1.4000	1.64	2.30	
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.1500	4.10	0.62	
0205050006	CHAPA YALE 3610-60 2 GOLPES DE SOBREPON	und		0.0780	45.10	3.52	
0205050007	BISAGRA DE FIERRO DE 3"	per		0.0780	4.51	0.35	
0206070002	TRIPLAY 4' x 8' x 6 mm	pln		0.9660	32.80	31.68	
0209020002	CALAMINA TIPO SABANA ROJA 1.10 X 3.05 M	pse		0.2770	28.70	7.95	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.2922	5.33	17.55	
							<b>64.38</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	24.36	0.73	
							<b>0.73</b>
Partida	01.02 CARTEL DE OBRA IMPRESION DE BANNER DE 3.60 M X 2.40 M (SOPORTE DE MADERA)						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			905.41
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	21.01	168.08	
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	15.33	245.28	
							<b>413.36</b>
<b>Materiales</b>							
0201010022	AGUA	m3		0.0550	10.17	0.56	
0204020033	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol		0.7500	18.45	13.84	
0207030001	HORMIGON	m3		0.2000	28.70	5.74	
0207030002	IMPRESIONES DE BANNERS	m2		8.6500	20.50	177.33	
0209040002	PERNO DE 5/8" CON TUERCA Y HUACHA 5"	und		6.0000	4.51	27.06	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		47.2500	5.33	251.84	
0238010001	LJA PARA MADERA	plg		2.0000	1.64	3.28	
							<b>479.65</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	413.36	12.40	
							<b>12.40</b>
Partida	01.03 SEÑALIZACION EN OBRA DURANTE EJECUCION						
Rendimiento	m/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m			2.05
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	15.33	1.23	
							<b>1.23</b>
<b>Materiales</b>							
0206010002	CINTA SEÑALADORA AMARILLA	m		1.0000	0.82	0.82	
							<b>0.82</b>

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004 EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCION 2018						Fecha presupuesto	06/07/2018
Subpresupuesto	001 GAVIONES							
<b>Partida</b>	<b>01.04</b>	<b>TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MANUALES</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>gib/DIA</b>	<b>MO. 1.0000</b>	<b>EQ. 1.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : gib</b>				<b>1,281.44</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	15.33	245.28	245.28	
	<b>Equipos</b>							
0304010003	CAMION PLATAFORMA	hm	1.0000	8.0000	129.52	1,036.16	1,036.16	
<b>Partida</b>	<b>02.01</b>	<b>IMPRESIONES DE SEGURIDAD</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>gib/DIA</b>	<b>MO. 1.0000</b>	<b>EQ. 1.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : gib</b>				<b>1,685.00</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>		
	<b>Materiales</b>							
0201030003	CASCOS	und		20.0000	6.89	137.80		
0201030004	TAPONES DE PROTECCION	und		20.0000	0.85	17.00		
0205050005	GAFAS DE PROTECCIÓN	und		20.0000	7.30	146.00		
0267050001	GUANTES DE CUERO	per		20.0000	12.71	254.20		
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und		20.0000	5.66	113.20		
0267070005	BOTAS DE CAUCHO	per		20.0000	50.84	1,016.80	1,685.00	
<b>Partida</b>	<b>03.01</b>	<b>TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO (TEODOLITO)</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 500.0000</b>	<b>EQ. 500.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>				<b>1.64</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	15.33	0.49	0.49	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	21.01	0.34	0.34	
	<b>Materiales</b>							
0204020052	YESO EN BOLSAS DE 25KG.	bol		0.0600	6.56	0.33	0.33	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	5.33	0.11	0.11	
	<b>Equipos</b>							
0301000011	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0160	12.30	0.20	0.20	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.83	0.02	0.02	
0301020007	MIRAS Y JALONES	hm	1.0000	0.0160	8.20	0.13	0.13	
03014700010009	WINCHAS	und		0.0010	16.40	0.02	0.02	
							0.37	
<b>Partida</b>	<b>04.01</b>	<b>EXCAVACIÓN MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL (RETROEXCAVADORA SILLANTAS)</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 100.0000</b>	<b>EQ. 100.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>				<b>15.45</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	21.01	1.68	1.68	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1600	15.33	2.45	2.45	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.13	0.12	0.12	
0303010027	RETROEXCAVADOR DE 1/2 A 1/4 yd3	hm	1.0000	0.0800	140.00	11.20	11.20	
							11.32	

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004	EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCION 2018				Fecha presupuesto	06/07/2018
Subpresupuesto	001	GAVIONES					
Partida	04.02	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN MANUAL DE SUBRASANTE					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2			2.70
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0800	21.01	1.68
							1.68
	Equipos						
0301200001	MOTONIVELADORA		hm	1.0000	0.0800	12.80	1.02
							1.02
Partida	04.03	RELLENO CON AFIRMADO Y/O MATERIAL GRANULAR E=6" INC. COMPACTACIÓN EQUIPO LIVIANO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2			19.30
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.1000	17.03	1.70
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.4000	15.33	6.13
							7.83
	Materiales						
0201010022	AGUA		m3		0.0150	10.17	0.15
0204030008	MATERIAL GRANULAR DE E=6"		m3		0.1950	32.80	6.40
							6.55
	Equipos						
0301020006	PLANCHA COMPACTADORA		hm	2.0000	0.4000	12.30	4.92
							4.92
Partida	05.01	CARGUIO Y TRANSP. DE PIEDRA HABILITADA DESDE CANTERA HASTA LA OBRA D<18 KM VOLQUETE 15 M3 ( MANUAL )					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 90.0000	EQ. 90.0000	Costo unitario directo por : m3			7.07
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	4.0005	0.3556	15.33	5.45
							5.45
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.45	0.16
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	0.1249	0.0111	131.20	1.46
							1.62
Partida	05.02	CARGUIO Y TRANSPORTE DE AFIRMADO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 90.0000	EQ. 90.0000	Costo unitario directo por : m3			9.40
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	4.0005	0.3556	15.33	5.45
							5.45
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.45	0.16
0301040006	CAMION VOLQUETE DE 7M3		hm	0.4005	0.0356	106.60	3.79
							3.95

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004	EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018					Fecha presupuesto	06/07/2018
Subpresupuesto	001	GAVIONES						
Partido	06.01	MURO DE GAVIONES DE CAJA 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m (10 x 12/340, ZN + AL + PVC)						
Rendimiento	und/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : und			149.74	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2000	17.03	3.41		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.8000	15.33	12.26		
						15.67		
	<b>Materiales</b>							
0204230001	MURO DE GAVIONES DE CAJA 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m (10 x 12/340, ZN + AL + PVC)	und		0.2100	480.00	100.80		
0205010016	PIEDRA DE 320MM - 350MM	m3		1.0000	32.80	32.80		
						133.60		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.67	0.47		
						0.47		
Partido	06.06	GAVION TIPO COLCHON 5.00 X 1.20 X 0.30 ZN + 5% AL + PVP 3.70 mm x 4.40 mm						
Rendimiento	und/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : und			122.13	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2000	17.03	3.41		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.8000	15.33	12.26		
						15.67		
	<b>Materiales</b>							
0205010016	PIEDRA DE 320MM - 350MM	m3		1.0000	32.80	32.80		
0205090008	COLCHON 5.00 X 1.20 X 0.30 ZN +5% AL + PVC 3.70 mm x 4.40 mm	und		0.2100	348.50	73.19		
						105.99		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.67	0.47		
						0.47		
Partido	07.01	LIMPIEZA MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2			1.25	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/</b>	<b>Parcial S/</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	15.33	1.23		
						1.23		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.0000	1.23	0.02		
						0.02		

**ANEXO (L)**

**INSUMOS DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN**

**ANEXO (L.1)**

**INSUMOS DE DISEÑO DE ENROCADO**

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Preco /	Paralel /
Obra	0203004	EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018			
Subpresupuesto	002	ENROCADO			
Fecha	06/07/2018				
Lugar	021809	ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE			
<b>MANO DE OBRA</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	42.5242	21.01	893.43
0101010004	OFICIAL	hh	0.3410	17.03	5.81
0101010005	PEON	hh	329.5381	15.33	5,051.82
0101030000	TOPOGRAFO	hh	3.2000	21.01	67.23
					<b>6,018.29</b>
<b>MATERIALES</b>					
0201010022	AGUA	m3	0.1062	10.17	1.08
0201030003	CASCOS	und	20.0000	6.89	137.80
0201030004	TAPONES DE PROTECCION	und	20.0000	0.85	17.00
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	1.5000	4.10	6.15
0204020033	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol	0.7500	18.45	13.84
0204020062	YESO EN BOLSAS DE 25KG.	bol	10.0000	6.56	65.60
0204030007	CLAVOS DE ALUMINIO DE 2"	und	21.0000	1.64	34.44
0204030008	MATERIAL GRANULAR DE E=6"	m3	0.6690	32.80	21.81
0204060019	PIEDRA PARA ENROCADO DE PROTECCION RIBEREÑA BLOQUES Ø 1.0	m3	396.5500	49.20	19,510.26
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	2.2500	4.10	9.23
0205050005	GAFAS DE PROTECCIÓN	und	20.0000	7.30	146.00
0205050006	CHAPA YALE 3610-60 2 GOLPES DE SOBREPON	und	1.1700	45.10	52.77
0205050007	BISAGRA DE FIERRO DE 3"	per	1.1700	4.51	5.28
0206010002	CINTA SENALADORA AMARILLA	m	300.0000	0.82	246.00
0206070002	TRIPLAY 4' x 8' x 6 mm	pln	14.4900	32.80	475.27
0207030001	HORMIGON	m3	0.2000	28.70	5.74
0207030002	IMPRESIONES DE BANNERS	m2	8.6500	20.50	177.33
0209020002	CALAMINA TIPO SABANA ROJA 1.10 X 3.05 M	pae	4.1590	28.70	119.25
0209040002	PERNO DE 5/8" CON TUERCA Y HUACHA 5"	und	6.0000	4.51	27.06
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	100.6330	5.33	536.37
0238010001	LIJA PARA MADERA	pla	2.0000	1.64	3.28
0267050001	GUANTES DE CUERO	per	20.0000	12.71	254.20
0267060016	CHALECO REFLECTIVO	und	20.0000	5.66	113.20
0267070005	BOTAS DE CAUCHO	per	20.0000	50.84	1,016.80
0292010001	CORDEL	m	5.0000	0.16	0.80
					<b>22,996.56</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0301000011	TEODOLITO	hm	3.2000	12.30	39.36
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			158.37
0301020006	PLANCHA COMPACTADORA	hm	1.3640	12.30	16.78
0301020007	MIRAS Y JALONES	hm	3.2000	8.20	26.24
0301040006	CAMION VOLQUETE DE 7M3	hm	0.7618	106.60	81.21
0301050005	CARGADOR SILLANTAS 125-155 HP 3 YD3	hm	15.4000	98.40	1,515.36
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	0.7840	12.80	10.04
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	4.3210	131.20	566.92
03014700010009	WINCHAS	und	0.2000	16.40	3.28
0303010027	RETROEXCAVADOR DE 1/2 A 1/4 yd3	hm	12.8864	140.00	1,804.10
0304010003	CAMION PLATAFORMA	hm	8.0000	129.52	1,036.16
0304010005	RETROEXCAVADORA S/DIURGAS 170-250 HP	hm	15.4000	114.80	1,767.92
					<b>7,025.74</b>
				<b>Total</b>	<b>S/ 36,040.59</b>

**ANEXO (L.2)**

**INSUMOS DE DISEÑO DE GAVIONES**

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precoo \$/	Parcial \$/
Obras	0203004	EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018			
Subpresupuesto	001	GAVIONES			
Fecha	06/07/2018				
Lugar	021809	ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE			
<b>MANO DE OBRA</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	4,230.2540	21.01	88,877.64
0101010004	OFICIAL	hh	7,746.8640	17.03	131,929.09
0101010005	PEON	hh	61,895.1243	15.33	948,852.26
0101030000	TOPOGRAFO	hh	240.9600	21.01	5,052.57
					<b>1,174,721.56</b>
<b>MATERIALES</b>					
0201010022	AGUA	m3	225.9550	10.17	2,297.96
0201030003	CASCOS	und	20.0000	6.89	137.80
0201030004	TAPONES DE PROTECCION	und	20.0000	0.85	17.00
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	1.5000	4.10	6.15
0204020033	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol	0.7500	18.45	13.84
0204020052	YESO EN BOLSAS DE 25KG.	bol	753.0000	6.56	4,939.68
0204030007	CLAVOS DE ALUMINIO DE 2"	und	21.0000	1.64	34.44
0204030008	MATERIAL GRANULAR DE E=6"	m3	2,936.7000	32.80	96,323.76
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	2.2500	4.10	9.23
0204230001	MURO DE GAVIONES DE CAJA 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m (10 x 12/340, ZN + AL + PVC)	und	6,325.2000	480.00	3,036,096.00
0205010016	PIEDRA DE 320MM - 350MM	m3	31,204.3200	32.80	1,023,501.70
0205050005	GAFAS DE PROTECCIÓN	und	20.0000	7.30	146.00
0205050005	CHAPA YALE 3510-60 2 GOLPES DE SOBREPON	und	1.1700	45.10	52.77
0205050007	BISAGRA DE FIERRO DE 3"	par	1.1700	4.51	5.28
0205050008	COLCHON 5.00 X 1.20 X 0.30 ZN +5% AL + PVC 3.70 mm x 4.40 mm	und	227.7072	348.50	79,355.96
0206010002	CINTA SEÑALADORA AMARILLA	m	1,508.0000	0.82	1,236.56
0206070002	TRIPLAY 4' x 8' x 6 mm	pln	14.4900	32.80	475.27
0207030001	HORMIGON	m3	0.2000	28.70	5.74
0207030002	IMPRESIONES DE BANNERS	m2	6.6500	20.50	177.33
0209020002	CALAMINA TIPO SABANA ROJA 1.10 X 3.05 M	pza	4.1550	28.70	119.25
0209040002	PERNO DE 5/8" CON TUERCA Y HUACHA 5"	und	6.0000	4.51	27.06
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	397.8330	5.33	2,120.45
0238010001	LIJA PARA MADERA	plq	2.0000	1.64	3.28
0267050001	GUANTES DE CUERO	par	20.0000	12.71	254.20
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und	20.0000	5.66	113.20
0267070005	BOTAS DE CAUCHO	par	20.0000	50.84	1,016.80
0292010001	CORDEL	m	376.5000	0.16	60.24
					<b>4,248,546.95</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0301000011	TEODOLITO	hm	240.9600	12.30	2,963.81
0301010005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			30,690.75
0301020005	PLANCHA COMPACTADORA	hm	6,024.0000	12.30	74,095.20
0301020007	MIRAS Y JALONES	hm	240.9600	8.20	1,975.87
0301040005	CAMION VOLQUETE DE 7M3	hm	160.8405	106.60	17,145.63
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	1,204.8000	12.80	15,421.44
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	666.6640	131.20	87,728.72
03014700010009	WINCHAS	und	15.0600	16.40	246.98
0303010027	RETROEXCAVADOR DE 1/2 A 1/4 yd3	hm	3,012.0000	140.00	421,680.00
0304010003	CAMION PLATAFORMA	hm	8.0000	129.52	1,036.16
					<b>652,984.56</b>
<b>Total</b>				<b>\$/</b>	<b>6,076,253.07</b>

**ANEXO (M)**

**PRESUPUESTOS DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN**

**ANEXO (M.1)**

**PRESUPUESTO DE DISEÑO DE ENROCADO**

## Presupuesto

Presupuesto 0203004 EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO  
 COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018  
 Subpresupuesto 002 ENROCADO  
 Cliente UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Costo al 06/07/2018  
 Lugar ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>4,143.90</b>
01.01	CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANA C/TRIPAY Y PARANTES DE MADERA TORNILLO (APROX. 15M2) + CALAMINA	m2	15.00	89.47	1,342.05
01.02	CARTEL DE OBRA IMPRESION DE BANNER DE 3.60 M X 2.40 M (SOPORTE DE MADERA)	und	1.00	905.41	905.41
01.03	SEÑALIZACION EN OBRA DURANTE EJECUCION	m	300.00	2.05	615.00
01.04	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MANUALES	gib	1.00	1,281.44	1,281.44
02	<b>SEGURIDAD EN OBRA</b>				<b>1,685.00</b>
02.01	IMPRESIONES DE SEGURIDAD	gib	1.00	1,685.00	1,685.00
03	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>328.00</b>
03.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO (TEODOLITO)	m2	200.00	1.64	328.00
04	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2,580.96</b>
04.01	EXCAVACIÓN MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL (RETROEXCAVADORA S/LLANTAS)	m3	161.08	15.45	2,488.69
04.02	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN MANUAL DE SUBRASANTE	m2	9.80	2.70	26.46
04.03	RELLENO CON AFIRMADO Y/O MATERIAL GRANULAR E=6" INC. COMPACTACIÓN EQUIPO LIVIANO	m2	3.41	19.30	65.81
05	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES Y AGREGADOS</b>				<b>2,953.37</b>
05.01	CARGUIO Y TRANSP. DE PIEDRA HABILITADA DESDE CANTERA HASTA LA OBRA D<18 KM VOLQUETE 15 M3 (MANUAL)	m3	389.28	7.07	2,752.21
05.02	CARGUIO Y TRANSPORTE DE AFIRMADO	m3	21.40	9.40	201.16
06	<b>ENROCADO DE MURO Y UÑA</b>				<b>24,101.00</b>
06.01	ENROCADO PARA DEFENSA RIBEREÑA CON EQUIPO	m3	385.00	62.60	24,101.00
07	<b>LIMPIEZA DE TERRENO</b>				<b>250.00</b>
07.01	LIMPIEZA MANUAL	m2	200.00	1.25	250.00
	<b>Costo Directo</b>				<b>36,042.23</b>
	<b>Gastos Generales (8%)</b>				<b>2,883.38</b>
	<b>Utilidades (7%)</b>				<b>2,522.96</b>
	<b>Sub Presupuesto</b>				<b>41,448.57</b>
	-----				-----
	<b>IGV (18%)</b>				<b>7,460.74</b>
	<b>Total Presupuesto</b>				<b>48,909.31</b>

SON : CUARENTIOCHO MIL NOVECIENTOS NUEVE Y 31/100 SOLES

**ANEXO (M.1)**

**PRESUPUESTO DE DISEÑO DE GAVIONES**

## Presupuesto

Presupuesto 0203004 EFECTOS DE LA SOCAVACIÓN EN EL PUENTE CARRIZAL DEL RÍO CASMA COMO CONSECUENCIA DEL NIÑO COSTERO - PROPUESTA DE SOLUCIÓN 2018  
 Subpresupuesto 001 GAVIONES  
 Cliente UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Costo al 06/07/2018  
 Lugar ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				6,620.30
01.01	CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANA C/TRIPAY Y PARANTES DE MADERA TORNILLO (APROX. 15M2) + CALAMINA	m2	15.00	89.47	1,342.05
01.02	CARTEL DE OBRA IMPRESION DE BANNER DE 3.60 M X 2.40 M (SOPORTE DE MADERA)	und	1.00	905.41	905.41
01.03	SEÑALIZACION EN OBRA DURANTE EJECUCION	m	1,508.00	2.05	3,091.40
01.04	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MANUALES	glb	1.00	1,281.44	1,281.44
02	<b>SEGURIDAD EN OBRA</b>				1,685.00
02.01	IMPRESIONES DE SEGURIDAD	glb	1.00	1,685.00	1,685.00
03	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				24,698.40
03.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO (TEODOLITO)	m2	15,060.00	1.64	24,698.40
04	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				913,012.50
04.01	EXCAVACIÓN MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL (RETROEXCAVADORA SILLANTAS)	m3	37,650.00	15.45	581,692.50
04.02	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN MANUAL DE SUBRASANTE	m2	15,060.00	2.70	40,662.00
04.03	RELLENO CON AFIRMADO Y/O MATERIAL GRANULAR E=6" INC. COMPACTACIÓN EQUIPO LIVIANO	m2	15,060.00	19.30	290,658.00
05	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES Y AGREGADOS</b>				468,366.00
05.01	CARGUIO Y TRANSP. DE PIEDRA HABILITADA DESDE CANTERA HASTA LA OBRA D<18 KM VOLQUETE 15 M3 ( MANUAL )	m3	60,240.00	7.07	425,896.80
05.02	CARGUIO Y TRANSPORTE DE AFIRMADO	m3	4,518.00	9.40	42,469.20
06	<b>OBRAS ESTRUCTURALES</b>				4,642,596.80
06.01	MURO DE GAVIONES DE CAJA 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m (10 x 12/340, ZN + AL + PVC)	und	30,120.00	149.74	4,510,168.80
06.06	GAVION TIPO COLCHON 5.00 X 1.20 X 0.30 ZN + 5% AL + PVP 3.70 mm x 4.40 mm	und	1,084.32	122.13	132,428.00
07	<b>LIMPIEZA DE TERRENO</b>				18,825.00
07.01	LIMPIEZA MANUAL	m2	15,060.00	1.25	18,825.00
	<b>Costo Directo</b>				6,075,804.00
	<b>Gastos Generales (8%)</b>				486,064.32
	<b>Utilidades (7%)</b>				425,306.28
	<b>Sub Total</b>				6,987,174.60
	-----				-----
	<b>IGV (18%)</b>				1,257,691.43
	<b>Total Presupuesto</b>				8,244,866.03

SON : OCHO MILLONES DOSCIENTOS CUARENTICUATRO MIL OCHOCIENTOS SESENTISEIS Y 03/100 SOLES

**ANEXO (N)**

**CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN**



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 284-2016 PLF

Pág. 1 de 5

<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	EQUIPO DE CORTE DIRECTO DIGITAL		
<b>Rangos</b>	2500 N		
<b>Dirección de carga</b>	Compresión		
<b>FABRICANTE</b>	PINZUAR LTDA		
<b>Modelo</b>	PS - 107D		
<b>Serie</b>	326		
<b>Ubicación de la máquina</b>	Laboratorio PYS EQUIPOS		
<b>Norma utilizada</b>	NTC - ISO 7500 - 1 (2002 - 09 - 18)		
<b>INTERVALO CALIBRADO</b>	Escala (S) 2500 N DE... a 20% - 100%		
<b>Temperatura de prueba</b>	Temp. Inicial	22,0 °C	Temp. Final 22,2 °C
<b>Inspección general</b>	La máquina se encuentra en buen estado de funcionamiento.		
<b>Solicitante</b>	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO SAC		
<b>Dirección:</b>	SE-1173 UNIV. BUENOS AIRES AV. CENTRAL NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANSAMI		
<b>Ciudad</b>	NUEVO CHIMBOTE		
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>	EQUIPOS		
<b>Tipo / modelo</b>	PI - 5		
<b>Fabricante</b>	PINZUAR LTDA		
<b>No serie</b>	004 / 1109004829		
<b>Certificado de calibración</b>	N° 4906		
<b>Fecha de validez</b>	2014 - 12 - 16		
<b>Incert. Med. (%)</b>	± 0,032		
<b>Unidades de medida</b>	Sistema Internacional de Unidades (SI)		
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b>	2016 - 11 - 04		
<b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b>	2016 - 11 - 05		

Calle 4, Mz F1 L1, 66 Urb. Virgen del Rosario - Lima 21  
Tel.: 485 3873 Rpre: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe



\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS S.L.L.

### LABORATORIO DE METROLOGIA CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 284-2016 PLF

Pág. 2 de 5

Método de calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE

Tipo de instrumento: EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO Y RESIDUAL

DATOS DE CALIBRACIÓN

Escala: 2500 N Resolución: 0,04 N Dirección de carga: Compresión  
2500 N 0,04 N Factor de conversión: 3,0 N / N

Indicación de la máquina (F)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	N	N	1 (Asc)	2 (Asc)	3 (Desc)	3 (Asc)	4 (Asc)
			N	N	N	N	N
20	0500,0	0500,0	500,2	500,8	No aplica	500,4	No aplica
30	0750,0	0750,0	750,2	750,0	No aplica	750,6	No aplica
40	1000,0	1000,0	1000,6	1000,4	No aplica	1000,6	No aplica
50	1250,0	1250,0	1250,8	1250,6	No aplica	1250,4	No aplica
60	1500,0	1500,0	1500,4	1500,8	No aplica	1500,4	No aplica
70	1750,0	1750,0	1750,2	1750,8	No aplica	1750,2	No aplica
80	2000,0	2000,0	2000,8	2000,6	No aplica	2001,0	No aplica
90	2250,0	2250,0	2250,8	2250,8	No aplica	2251,2	No aplica
100	2500,0	2500,0	2500,2	2500,8	No aplica	2500,2	No aplica
Indicación después de carga:			0,2	0,0	No aplica	0,2	No aplica

### RESULTADO DE CALIBRACIÓN

Escala: 2500 N Incertidumbre del patrón:  $\pm 0,032$  %

Indicación de la máquina (F)			Cálculo de errores relativos				Resolución	Incertidumbre relativa
%	N	N	Exactitud	Repetibilidad	Reproducibilidad	Acorramiento	A (N)	U (N) $k = 2$
			Q (%)	S (N)	V (%)	Acos. (%)		
20	0500,0	0500,0	-0,12	0,08	No aplica	No aplica	0,01	0,08
30	0750,0	0750,0	-0,04	0,08	No aplica	No aplica	0,01	0,08
40	1000,0	1000,0	-0,05	0,02	No aplica	No aplica	0,00	0,03
50	1250,0	1250,0	-0,05	0,03	No aplica	No aplica	0,00	0,04
60	1500,0	1500,0	-0,04	0,03	No aplica	No aplica	0,00	0,04
70	1750,0	1750,0	-0,02	0,03	No aplica	No aplica	0,00	0,04
80	2000,0	2000,0	-0,04	0,02	No aplica	No aplica	0,00	0,03
90	2250,0	2250,0	-0,04	0,02	No aplica	No aplica	0,00	0,03
100	2500,0	2500,0	-0,02	0,02	No aplica	No aplica	0,00	0,04
Error de cero fe (%)			0,01	0,00	No aplica	0,01	No aplica	Err máx. (0) = 0,01

Calle A, N° 11, Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31.  
Tel.: 485 3873 Fax: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS S.L.L.



**CLASIFICACIÓN DE EQUIPO DE OCRTE DIRECTO DIGITAL**  
Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	2500	N		
Error de exactitud	0,12 %		Error de cero	0
Error de repetibilidad	0,08 %		Error por accesorios	No aplica %
Error de reversibilidad	No aplica		Resolución	0,02
				En el 10 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica colombiana NTC – ISO 7500 – 1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA	2500	N	Compresión	CLASE 1,0	Desde el 20 %
--------	------	---	------------	-----------	---------------

**TRAZABILIDAD**

El laboratorio de Metrología de Pinzuar Ltda. asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la División de Metrología de la Superintendencia de Industria y Comercio. (DM - SIC)

**OBSERVACIONES**

1. Los informes de calibración sin las firmas no tienen validez.
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC – ISO 7500 – 1)
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC – ISO 7500 – 1)
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas no podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
6. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 284 – 2016 PLF

Solicitante: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO SAC  
 Dirección: ME H 17 1 URB. BUENOS AERES AV. CENTRAL NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCAH  
 Ciudad: NUEVO CHIMBOTE  
 Máquina: EQUIPO DE CORTE DIRECTO (Cal. Relación de Brazo)  
 Fabricante: PINZUAR LTDA.  
 Modelo / Serie: PS - 107D / 226

**Método de Calibración**

Determinación del valor real del factor de aplicación de carga al usar el brazo multiplicador  
 Método: Cargas de pruebas (pesas propias del equipo de corte), la fuerza real aplicada se mide sobre una celda calibrede con trazabilidad certificado No 4016 de la SIC.

**Factor de Multiplicación 5: 5**

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
Kg	Kg	Kg	Kg	
2	10,34	10,12	10,13	5,07
4	20,02	20,03	20,03	5,01
8	40,18	40,15	40,17	5,02
16	80,44	80,34	80,40	5,03
32	161,21	161,26	161,24	5,04
			Promedio	5,03

**Factor de Multiplicación 5: 10**

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
Kg	Kg	Kg	Kg	
2	20,21	20,36	20,29	10,14
4	40,35	40,42	40,39	10,10
8	81,12	81,31	81,22	10,13
16	162,59	162,42	162,51	10,16
32	325,42	325,12	325,27	10,16
			Promedio	10,14

*Atel*  
 Alfred Castillo Espinosa  
 Técnico

Calle 4, Mz F1-L1 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf.: 485 9972 / Fax: #945 183 033 / #945 181 317 / Cel.: 945 183 033 / 945 181 317  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe



Solicitante: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO SAC  
 Dirección: N2 x LT 1 URB. BUENOS AIRES AV. CENTRAL NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCAH  
 Ciudad: NUEVO CHIMBOTE  
 Máquina: EQUIPO DE CORTE DIRECTO (Cal. Relación de Brazo)  
 Fabricante: PINZUAR LTDA.  
 Modelo / Serie: PS - 107D / 226  
 Patrón de calibración: Comparador digital, d = 0,001 mm  
 Trazabilidad: Bloques Calibre Certificado No. L - 13802

Método: Operación de la máquina aplicando carga directa sobre la celda de carga. Se mide el desplazamiento con un indicador digital y tiempo con un cronómetro.

Medición en mm / minuto

Rango: Bajo

Rango: Alto

Indicación Masilla	Lectura 1 mm / min	Lectura 2 mm / min	Lectura 3 mm / min	Promedio mm / min	Indicación Masilla	Lectura 1 mm / min	Lectura 2 mm / min	Lectura 3 mm / min	Promedio mm / min
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050

Medición en pulgadas / minuto

Rango: Bajo

Rango: Alto

Indicación Masilla	Lectura 1 Pulg / min	Lectura 2 Pulg / min	Lectura 3 Pulg / min	Promedio Pulg / min	Indicación Masilla	Lectura 1 Pulg / min	Lectura 2 Pulg / min	Lectura 3 Pulg / min	Promedio Pulg / min
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,001	0,0011	0,0010	0,0013	0,0011	0,001	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012
0,002	0,0023	0,0023	0,0024	0,0023	0,002	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024
0,003	0,0036	0,0037	0,0036	0,0036	0,003	0,0036	0,0037	0,0037	0,0037
0,004	0,0046	0,0048	0,0048	0,0048	0,004	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047
0,005	0,0059	0,0058	0,0061	0,0059	0,005	0,0059	0,0059	0,0059	0,0059

  
 Amel Castillo Espinoza  
 Técnico

Calle 4, Bx F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31.  
 Telf.: 480 2072 Rpm: #945 160 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 833 / 945 181 317  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe





Punto de Precisión S.A.C.

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 527 - 2017

Página 1 de 3

Expediente	T 247-2017
Fecha de Emisión	2017-08-26
<b>1. Solicitante</b>	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.</b>
Dirección	AV. VICTOR LANCHE Nº 170 LURE LAS FLORES - VICTOR LAYNE HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
<b>2. Instrumento de Medición</b>	<b>BALANZA</b>
Marca	OHAUS
Modelo	BB30
Número de Serie	80313911113
Alcance de Medición	30000 g
División de Escala de Verificación (e)	10 g
División de Escala Real (d)	1 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Tipo	ELECTRÓNICA
Ubicación	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
Fecha de Calibración	2017-08-22

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a regeneraciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no es responsable de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí detallados.

### 3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009, Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase II y III de OIML/NECOP.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES de UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C. - NUEVO CHIMBOTE - ANCASH



  
 Ing. Jhon Carlos Sánchez  
 Ing. Jhon Carlos Sánchez  
 INEOP - OIP N° 352038

PT-06.F08 / Diciembre 2010 / Rev 02

Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 Tel: 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión S.A.C.

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LB - 027 - 2017

Página 2 de 3

## 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.7 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

## 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Peso (cantidad P1 y P2)	LM-C-140-2017 LM-100-2017 / LM-043-2017 LM-044-2017 / LM-045-2017

## 7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la norma Mexicana Peruana 023 - 2009, Instrumentos de Peseo de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## 8. Resultados de Medición

MEDICIÓN UNIDA			
UNIDAD DE MEDIDA	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD
GRADACIÓN (Mg)	1000	10000	100000
PLATAFORMA	1000	1000	100000
RESOLUCIÓN	1000	1000	100000

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición nº	Carga 10g		Carga 100g		Carga 1000g		
	Med	Des	Med	Des	Med	Des	
1	10.000	0.0	100.000	0.0	1000.000	0.0	
2	10.000	0.0	100.000	0.0	1000.000	0.0	
3	10.000	0.0	100.000	0.0	1000.000	0.0	
4	10.000	0.0	100.000	0.0	1000.000	0.0	
5	10.000	0.0	100.000	0.0	1000.000	0.0	
6	10.000	0.0	100.000	0.0	1000.000	0.0	
7	10.000	0.0	100.000	0.0	1000.000	0.0	
8	10.000	0.0	100.000	0.0	1000.000	0.0	
9	10.000	0.0	100.000	0.0	1000.000	0.0	
10	10.000	0.0	100.000	0.0	1000.000	0.0	
Estandar Medida		0.1	Estandar Medida		0.1	Estandar Medida	
Error máximo permitido		0.1	Error máximo permitido		0.1	Error máximo permitido	



*[Handwritten Signature]*  
LABORATORIO DE MEDICIÓN  
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
CALLE LOS ANGELES 853 - LIMA 42 TEL: 292-5106 292-2095  
WWW.PUNTODEPRECISION.COM E-MAIL: INFO@PUNTODEPRECISION.COM / PUNTODEPRECISION@HOTMAIL.COM  
REG. SUP. CPD Nº 132021

PT-06-P08 / Diciembre 2013 / Rev 02

Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 Tel: 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 027 - 2017

Página 2 de 3



Masa Prontal

**ENSAYO DE EXACTITUD**

Masa: 100g  
Temp. C(°): 21.8, 21.8

Posición de la Carga	Distribución de 5				Distribución de 10				
	Carga nominal (g)	Med	Med	Med	Carga (g)	Med	Med	Med	Med
1	10	9.8	-0.1		10000	9.8	-0.2	9.8	
2	10	9.8	-0.2		10001	9.8	-0.2	9.8	
3	10	9.8	-0.1		10002	9.8	-0.2	9.8	
4	10	9.8	-0.2		9999	9.8	-0.2	9.8	
5	10	9.7	-0.3		10001	9.8	-0.2	9.8	

(\*) ver tabla 2 a 10 g

Error relativo promedio: 0.20 %

**ENSAYO DE PESAJE**

Masa: 100g  
Temp. C(°): 21.8, 21.7

Carga (g)	Med	Distribución de 5			Distribución de 10			Med
		Med	Med	Med	Med	Med	Med	
10	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
20	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
50	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0
100	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0
200	196.0	196.0	196.0	196.0	196.0	196.0	196.0	196.0
500	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0
1000	980.0	980.0	980.0	980.0	980.0	980.0	980.0	980.0
2000	1960.0	1960.0	1960.0	1960.0	1960.0	1960.0	1960.0	1960.0
5000	4900.0	4900.0	4900.0	4900.0	4900.0	4900.0	4900.0	4900.0
10000	9800.0	9800.0	9800.0	9800.0	9800.0	9800.0	9800.0	9800.0
20000	19600.0	19600.0	19600.0	19600.0	19600.0	19600.0	19600.0	19600.0
50000	49000.0	49000.0	49000.0	49000.0	49000.0	49000.0	49000.0	49000.0
100000	98000.0	98000.0	98000.0	98000.0	98000.0	98000.0	98000.0	98000.0

(\*) ver tabla promedio

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0.0000186 \times R$$

$$M_A = 2 \sqrt{0.327 \text{ g}^2 + 0.0000000802 \times R^2}$$

R: Lectura en la balanza    A: Carga nominalmente    E: Error absoluto    E<sub>r</sub>: Error relativo    E<sub>r</sub>: Error máximo

R: 98 g



*[Handwritten Signature]*  
Ing. Juan Carlos Saporin  
Reg. COP N° 432524

PT-08-F00 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Angeles 853 - LIMA 42 Tel: 282-8108 282-2885

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## ANEXO (Ñ) PANEL FOTOGRAFICO



Figura Ñ-01: Puente Carrizal en el Río Casma donde se observa abundante vegetación en los pilares, los cuales están propensos a fallar por socavación local y tener una profundidad de socavación mayor. (Antes del F.N.C – 2017)



Figura Ñ-02: Puente Carrizal en el Río Casma donde se observa que ya hay escasa vegetación en los pilares, los cuales han sido afectados por la crecida de río producto de las fuertes precipitaciones del Niño Costero 2017. (Después del F.N.C – 2017)



Figura Ñ-03: Se puede observar que en el pilar derecho del Puente Carrizal hay una profundidad de socavación, y tiene presencia de vegetación.



Figura Ñ-04: Se puede observar que en el pilar izquierdo del Puente Carrizal hay una profundidad de socavación, y tiene presencia de vegetación.



Figura Ñ-05: Se puede observar que el puente Carrizal soporta grandes cargas de los vehículos pesados, el cual está sobre el río Casma.



Figura Ñ-06: Se puede observar que en el estribos norte fue afectado por la socavación producto de ello se puede evidenciar mínimamente parte de la base y tiene además presencia de vegetación a lo largo de este.



Figura Ñ-07: Se puede observar que el cuerpo del estribo presenta una lesión mecánica (grieta).



Figura Ñ-08: Se puede observar que la cimentación del estribo se encuentra expuesta debido a la socavación.



Figura Ñ-09: Se puede observar que los pilares presentan un tipo de protección de enrocado, debido a que existió socavación producto del niño costero.



Figura Ñ-10: Se puede observar la realización de la calicata para la toma de muestra, para luego ser llevada al laboratorio.

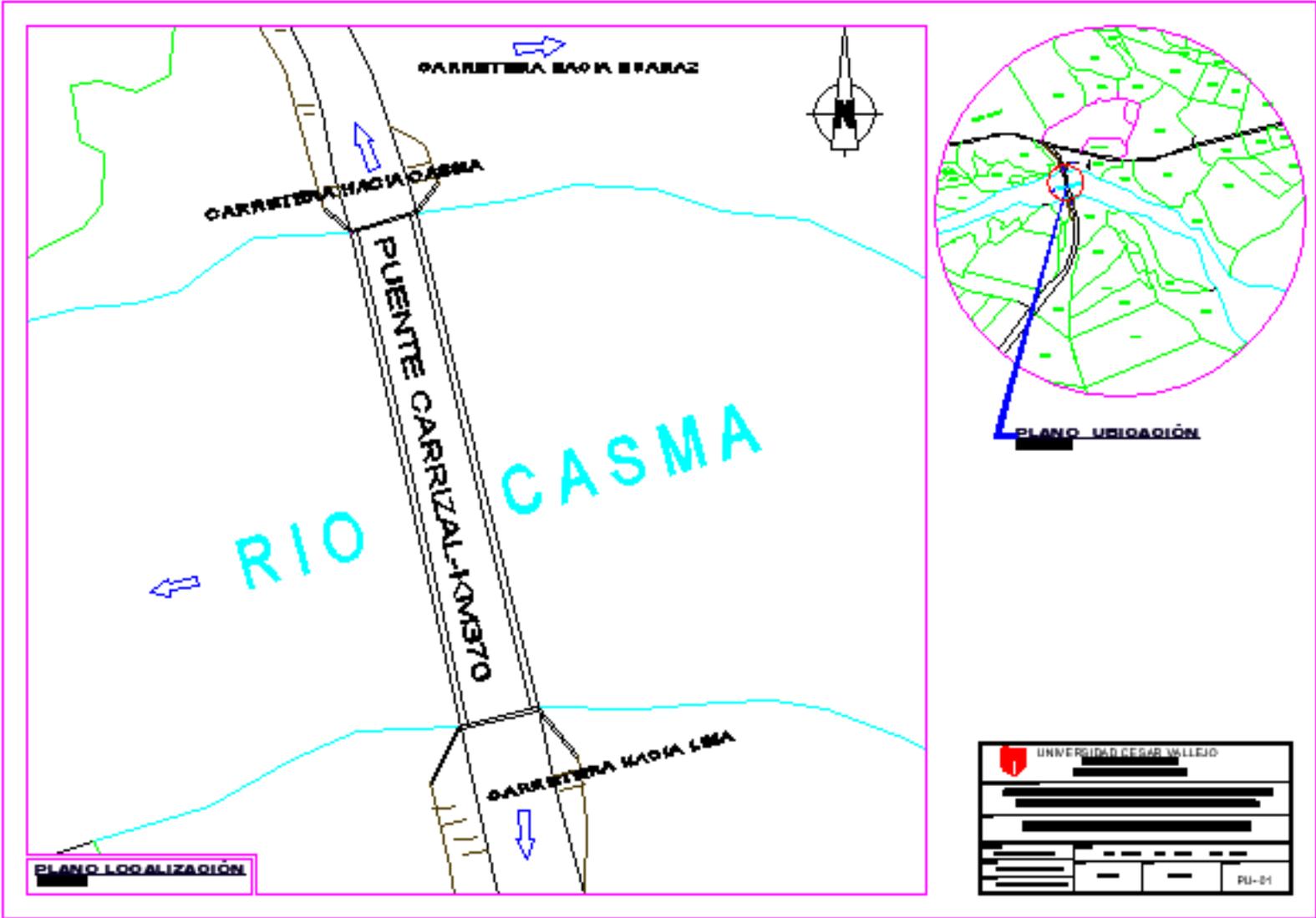


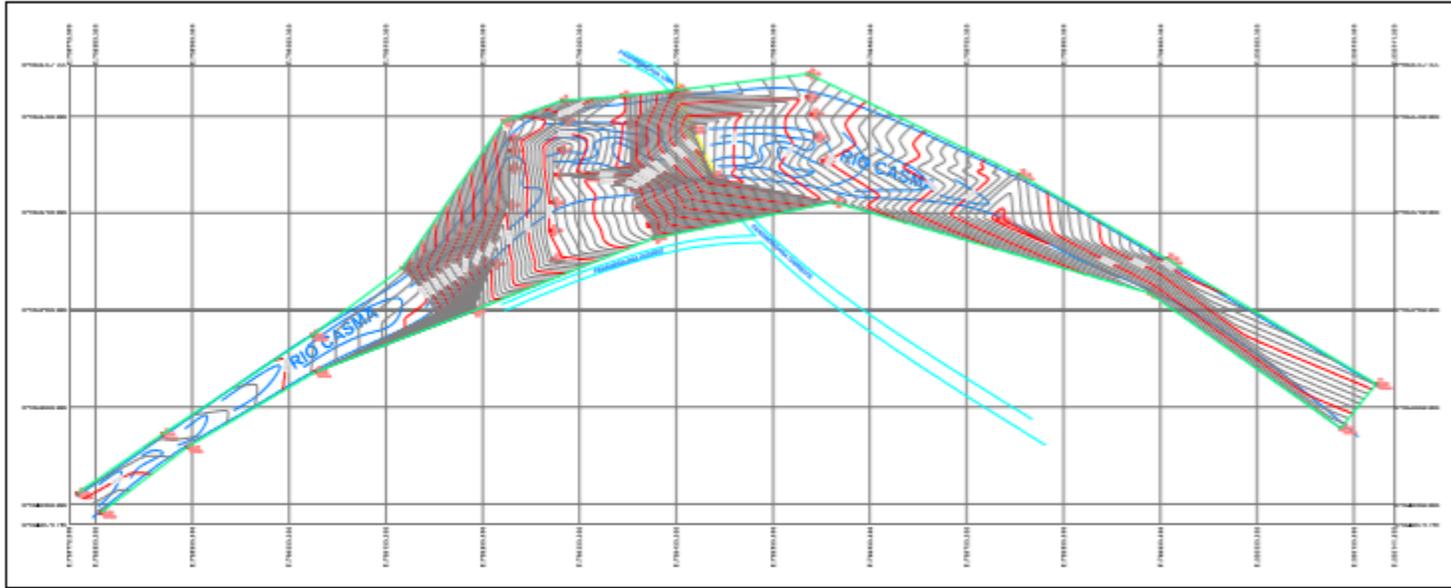
Figura Ñ-11: Se puede observar el pesado de las taras y el pesado de la tara más la muestra para la obtención del contenido de humedad.



Figura Ñ-12: Se puede observar la realización del tamizado el cual tomara entre unos 10 a 15 minutos

**ANEXO (O)**  
**PLANOS**

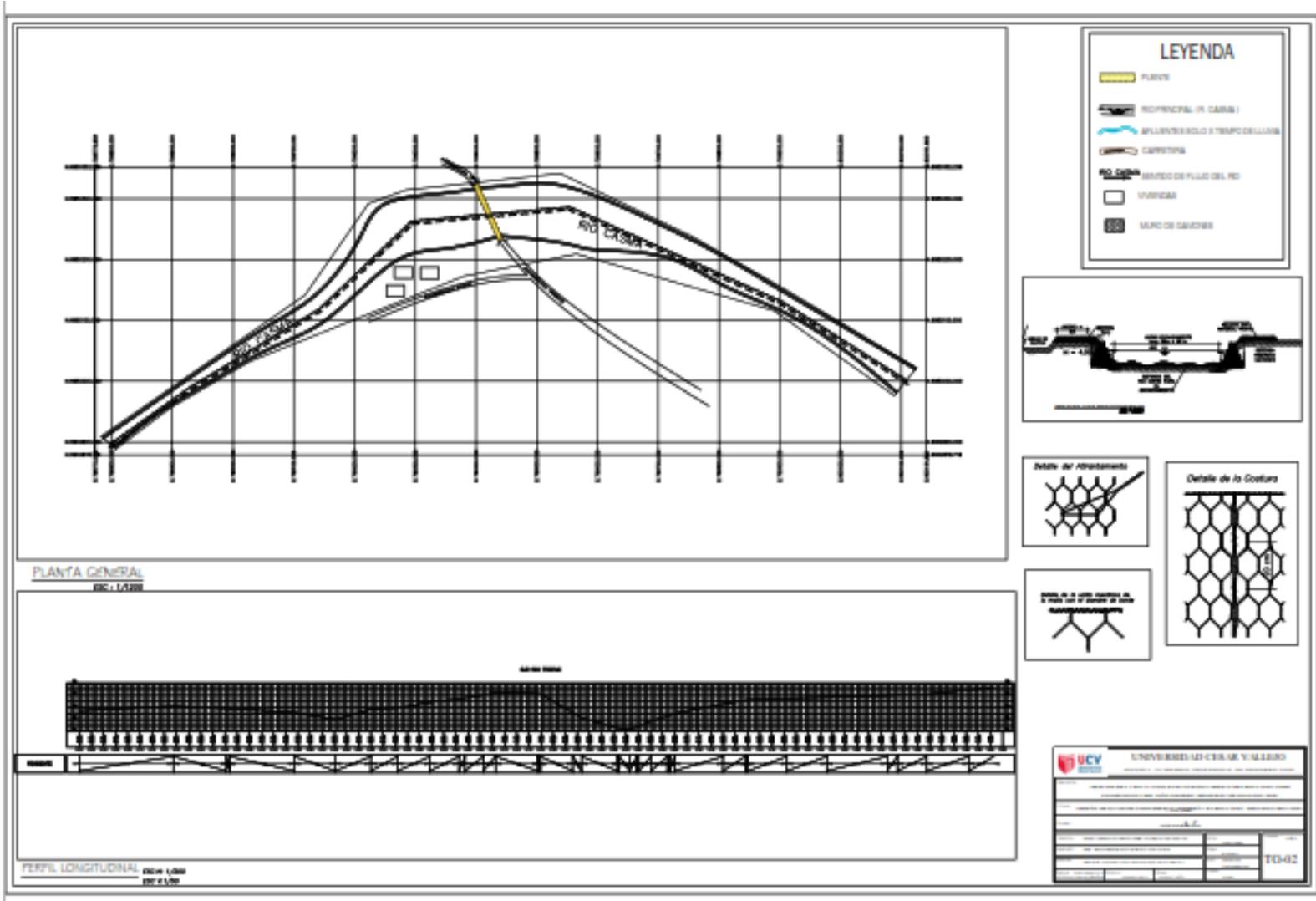


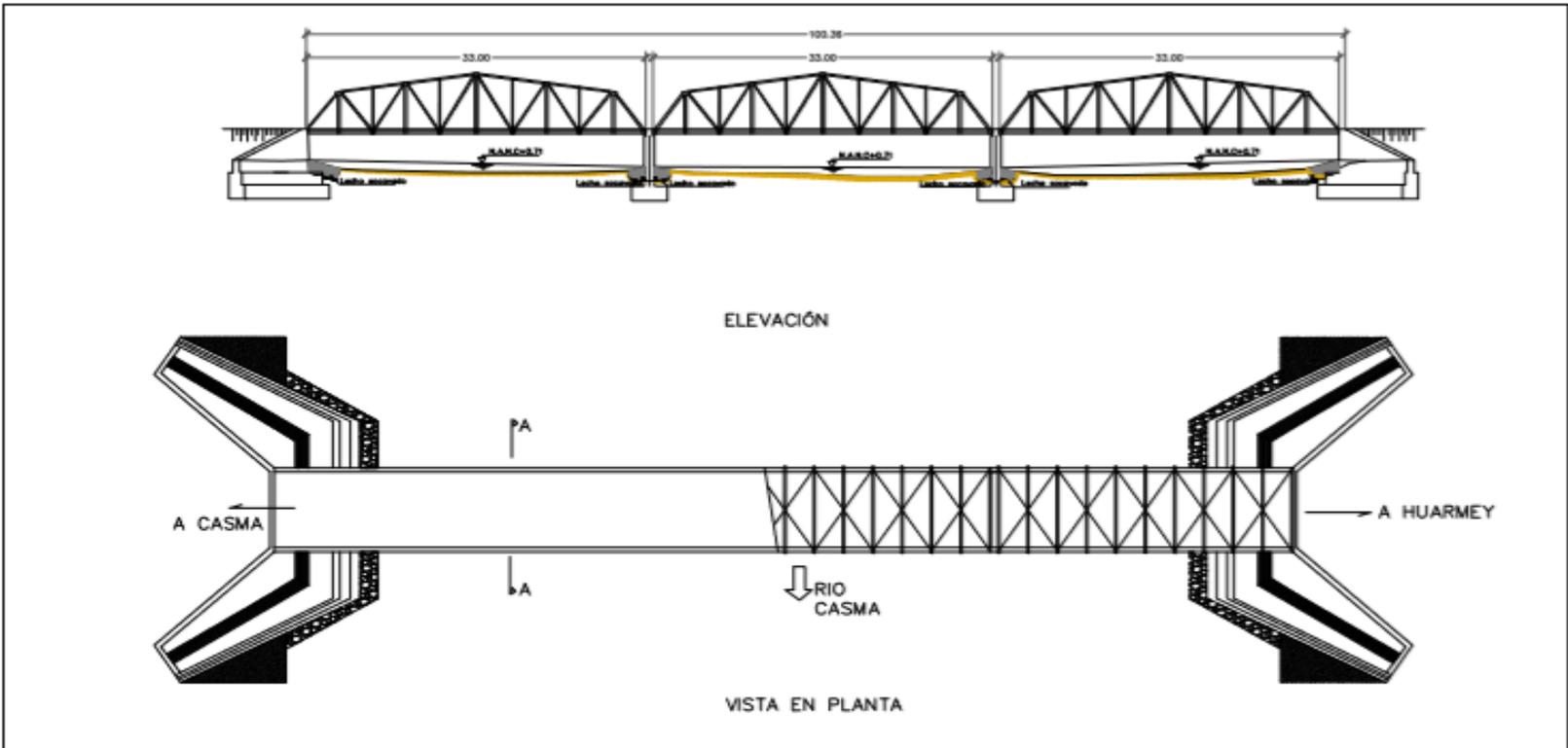


PLANO DE PLANTA GENERAL



UNIVERSIDAD CEJA VALLEJO	
Escuela de Ingeniería de Civil	
Carrera de Ingeniería de Civil	
Módulo de Ingeniería de Civil	
Asignatura de Ingeniería de Civil	
Título del Proyecto	
Autor del Proyecto	
Fecha de Ejecución	
Escala	
Hoja	
Total	
TC-01	

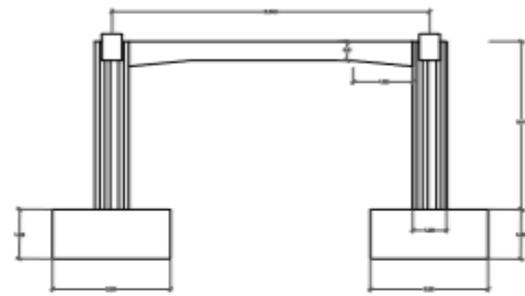




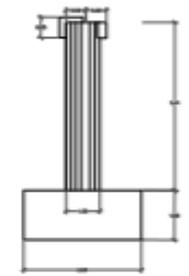
PLANO DE PLANTA: GENERAL



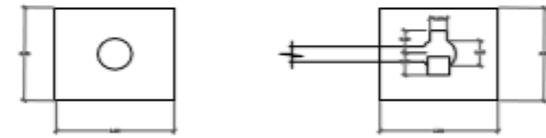
 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN	
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN	
TÍTULO DE LA OBRA:	
AUTOR:	
FECHA DE ELABORACIÓN:	
ESCALA:	
HOJA:	
TOTAL:	
PROYECTO:	
C-01	



ELEVACIÓN



VISTA LATERAL

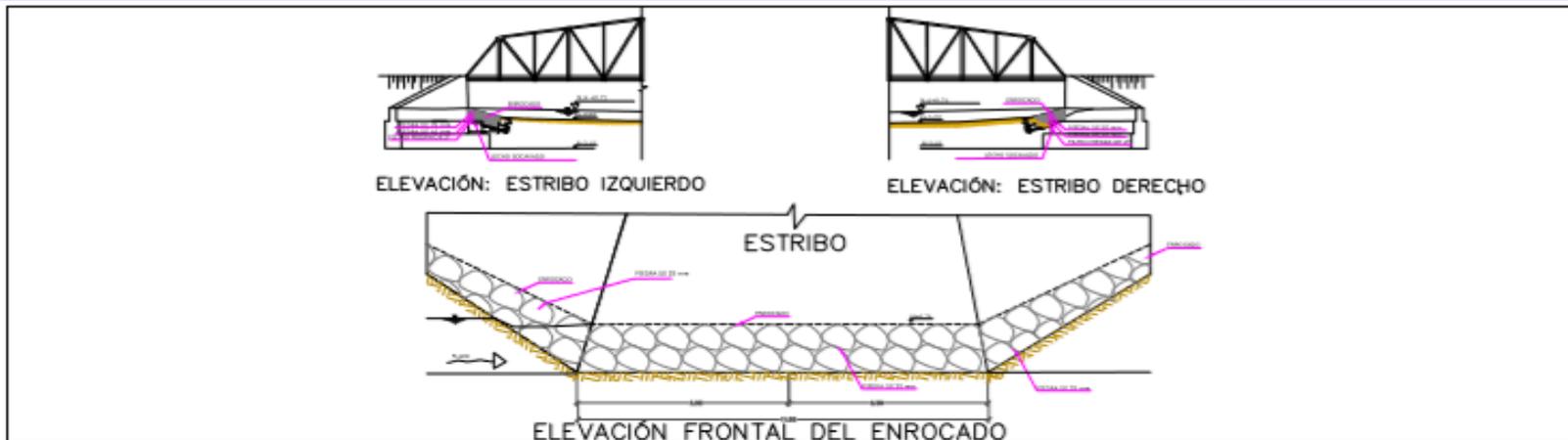


PLANTA

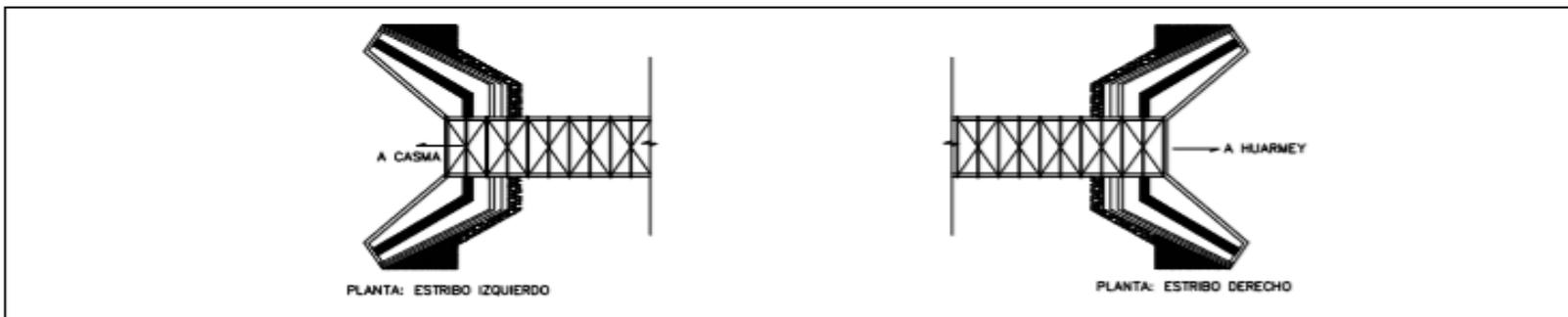
PLANO DE ELEVACIÓN Y PLANTA- PILARES



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	
CATEDRA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	
MATERIA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	
TÍTULO DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALARMAS	
AUTOR: [Nombre]	
FECHA: [Fecha]	
LUGAR: [Lugar]	
CARRERA: [Carrera]	
CATEDRA: [Catedra]	
MATERIA: [Materia]	
TÍTULO DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALARMAS	
AUTOR: [Nombre]	
FECHA: [Fecha]	
LUGAR: [Lugar]	
CARRERA: [Carrera]	
CATEDRA: [Catedra]	
MATERIA: [Materia]	



PLANO DE ELEVACIÓN: ESTRIBOS



PLANO DE PLANTA: ESTRIBOS



<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA CIVIL	
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
CATEDRA DE ESTRUCTURAS DE ACERO	
PROYECTO DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO	
TÍTULO DE PROYECTO: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO	
AUTOR: [Nombre]	
FECHA: [Fecha]	
LUGAR: [Lugar]	
CÁTEDRA: [Cátedra]	
CARRERA: [Carrera]	
FACULTAD: [Facultad]	
UNIVERSIDAD: [Universidad]	
CÓDIGO: D-03	



