

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



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**“DEFENSAS RIBEREÑAS EN RÍOS DE ALTA  
MONTAÑA EN EL SECTOR PUCULLO RÍO  
ICHU – DISTRITO DE ACORIA –  
HUANCAVELICA – 2021”**

**PRESENTADO POR:**

BACH. CARBAJAL QUISPE EDITH CELIA  
BACH. TORRES GABRIEL MOISES KEYNES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

HIDRÁULICA MEDIO AMBIENTE

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERÚ

2023

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS</b> .....	vii
<b>ÍNDICE</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>RESUMEN</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xvii
<b>CAPÍTULO I</b> .....	19
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	19
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	19
1.2. Delimitación del problema.....	21
1.2.1. Delimitación conceptual.....	21
1.2.2. Delimitación espacial.....	21
1.2.3. Delimitación temporal.....	21
1.3. Formulación del problema.....	21
1.3.1. Problema general.....	21
1.3.2. Problemas específicos.....	21
1.4. Justificación.....	21
1.4.1. Social o Práctica.....	21
1.4.2. Científica o Teórica.....	22
1.4.3. Metodológica.....	22
1.5. Objetivos.....	22
1.5.1. Objetivo general.....	22
1.5.2. Objetivos específicos.....	22
<b>CAPÍTULO II</b> .....	23
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	23
2.1. Antecedentes.....	23
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	24
2.2. Bases teóricas o Científicas.....	26
2.2.1. Ríos.....	26
2.2.2. Defensas ribereñas.....	37
2.2.3. Aplicación del modelo de simulación HEC-RAS.....	76
2.3. Definición de términos básicos.....	77
2.4. Hipótesis de la investigación.....	79

2.4.1. Hipótesis general.....	79
2.4.2. Hipótesis específicas.....	79
2.5. Sistema de variables .....	79
2.5.1. Variable 1 .....	79
2.5.2. Variable 2.....	79
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>81</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>81</b>
3.1. Método de investigación.....	81
3.2. Tipo de investigación.....	81
3.3. Nivel de investigación.....	81
3.4. Diseño de investigación.....	82
3.5. Población y muestra.....	82
3.5.1. Población .....	82
3.5.2. Muestra .....	83
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	83
3.6.1. Técnicas.....	83
3.6.2. Instrumentos .....	84
3.6.3. Validez .....	85
3.6.4. Validación de los instrumentos de recolección de datos.....	85
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	86
3.8. Procedimiento en gabinete.....	87
3.8.1. Análisis del caudal del río Ichu .....	87
3.8.2. Diseño de obras de defensa ribereña.....	89
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>110</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>110</b>
4.1. Presentación de resultados .....	110
4.1.1. Ríos de alta montaña y enrocado.....	110
4.1.2. Ríos de alta montaña y gaviones .....	111
4.1.3. Ríos de alta montaña y muro de gravedad de concreto ciclópeo.....	112
4.1.4. Ríos de alta montaña y dique.....	113
4.1.5. Ríos de alta montaña y espigón .....	114
4.2. Prueba de hipótesis.....	115
4.2.1. Ríos de alta montaña y enrocado.....	115
4.2.2. Ríos de alta montaña y gaviones .....	118
4.2.3. Ríos de alta montaña y muro de gravedad de concreto ciclópeo.....	120
4.2.4. Ríos de alta montaña y dique.....	122
4.2.5. Ríos de alta montaña y espigón .....	125
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>128</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>128</b>

5.1. Discusión de resultados .....	128
5.1.1. Ríos de alta montaña y enrocado .....	129
5.1.2. Ríos de alta montaña y gaviones .....	130
5.1.3. Ríos de alta montaña y muro de gravedad de concreto ciclópeo.....	131
5.1.4. Ríos de alta montaña y dique .....	132
5.1.5. Ríos de alta montaña y espigón .....	133
<b>CONCLUSIONES</b> .....	136
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	137
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	138
<b>ANEXOS</b> .....	141
<b>PANEL FOTOGRÁFICO</b> .....	188

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores a tener en cuenta para el análisis de un río .....	30
Tabla 2. Clasificación de corrientes de agua según Veri-Tech, 1998 .....	34
Tabla 3. Efecto de abrasión en el gavión .....	41
Tabla 4. Valores de ángulo de fricción interna para suelos .....	45
Tabla 5. Distribución de tamaño de rocas .....	51
Tabla 6. Límites de gradación .....	52
Tabla 7. Período de retorno según tipo de estructura.....	65
Tabla 8. Valores de n según Cowan .....	71
Tabla 9. Coeficiente de transporte de material de fondo .....	74
Tabla 10. Tipo de transporte de sedimentos según Breusers y Raudkivi, 1991 .....	75
Tabla 11. Operacionalización de variables.....	80
Tabla 12. Rangos y magnitudes de validez.....	85
Tabla 13. Coeficiente de validez por juicio de expertos.....	85
Tabla 14. Registro de precipitación – Estación Huancalpi.....	87
Tabla 15. Caudal del río para cada registro histórico .....	88
Tabla 16. Caudal de diseño, río Ichu.....	88
Tabla 17. Análisis hidráulico del río Ichu .....	89
Tabla 18. Características hidrológicas, hidráulicas y morfológicas del río Ichu .....	89
Tabla 19. Valores de $\phi$ .....	91
Tabla 20. Peso específico y ángulo de fricción de suelos .....	94
Tabla 21. Análisis de la geometría del muro .....	100
Tabla 22. Resultados de salida del río Ichu con enrocado en la margen derecha .....	110
Tabla 23. Resultados de salida del río Ichu con gaviones en la margen derecha.....	111
Tabla 24. Resultados de salida del río Ichu con muro de gravedad .....	112
Tabla 25. Resultados de salida del río Ichu con dique en la margen derecha .....	113
Tabla 26. Resultados de salida del río Ichu con espigones en la margen derecha.....	114
Tabla 27. Caudal y cambio de altura de agua del río Ichu con enrocado .....	115
Tabla 28. Estadística de regresión – río con enrocado.....	117
Tabla 29. Análisis de varianza – río con enrocado .....	117
Tabla 30. Caudal y cambio de altura de agua del río Ichu con gaviones.....	118
Tabla 31. Estadística de regresión – río con gaviones .....	119
Tabla 32. Análisis de varianza – río con gaviones.....	119
Tabla 33. Caudal y cambio de altura de agua del río Ichu con muro de gravedad .....	120
Tabla 34. Estadística de regresión – río con muro de gravedad.....	122
Tabla 35. Análisis de varianza – río con muro de gravedad .....	122

Tabla 36. Caudal y cambio de altura de agua del río Ichu con dique .....	122
Tabla 37. Estadística de regresión – río con dique.....	124
Tabla 38. Análisis de varianza – río con dique .....	124
Tabla 39. Caudal y cambio de altura de agua del río Ichu con espigones .....	125
Tabla 40. Estadística de regresión – río con espigones .....	127
Tabla 41. Análisis de varianza – río con espigones.....	127
Tabla 42. Números de curva de escorrentía (AMC II) .....	149
Tabla 43. Valores de $Q^2$ y $\sum Q^2$ .....	151
Tabla 44. Valores de $YN$ y $\sigma N$ .....	152
Tabla 45. Valores de $N\alpha\sigma m$ .....	154
Tabla 46. Valores de $Q^2$ , $T$ , $T/(T-1)$ , $X$ , $QxX$ y $X^2$ .....	156
Tabla 47. Valores de $F_s$ .....	166
Tabla 48. Valores de $K_1$ .....	166
Tabla 49. Valores de $K_s$ .....	168
Tabla 50. Tabla de Cowan para determinar el coeficiente $n$ .....	169
Tabla 51. Valores de $B$ .....	170
Tabla 52. Valores de $x$ y $1/x+1$ .....	171

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de ríos en montaña.....	27
Figura 2. Sección transversal de un río de alta montaña.....	27
Figura 3. Río de alta montaña cerca de Machu Picchu - Cusco .....	28
Figura 4. Partes de una cuenca hidrográfica.....	31
Figura 5. Tipos de barras en un cauce.....	33
Figura 6. Formas típicas de los ríos .....	37
Figura 7. Forma típica de gaviones .....	40
Figura 8. Gaviones con rocas pequeñas y calibres altos.....	42
Figura 9. Detalle constructivo de gaviones tipo caja.....	42
Figura 10. Gaviones tipo colchón .....	43
Figura 11. Gaviones tipo saco, en orillas del río.....	43
Figura 12. Vista de gavión y terreno natural.....	44
Figura 13. Defensa ribereña del tipo enrocado .....	47
Figura 14. Diagrama de condiciones de estabilidad para partículas de enrocado .....	49
Figura 15. Muro de gravedad de concreto ciclópeo.....	54
Figura 16. Dimensiones del muro de gravedad.....	56
Figura 17. Dimensionamiento de muros de gravedad .....	56
Figura 18. Dique marginal.....	57
Figura 19. Consideraciones para el diseño de un dique de tierra.....	58
Figura 20. Formación de orilla virtual .....	59
Figura 21. Eje de río, líneas de defensa y ubicación en planta de espigones.....	60
Figura 22. Orientación de espigones en una curva irregular .....	61
Figura 23. Distribución Gumbel.....	67
Figura 24. Diagrama de fuerzas sobre una partícula.....	75
Figura 25. Ventana de inicio del HEC – RAS .....	77
Figura 26. Vista panorámica del río Ichu.....	82
Figura 27. Vista panorámica de la zona vulnerable.....	83
Figura 28. Dimensionamiento de enrocado.....	93
Figura 29. Dimensionamiento de gaviones .....	95
Figura 30. Dimensionamiento de muro de gravedad de concreto ciclópeo.....	99
Figura 31. Geometría del muro de gravedad de concreto ciclópeo .....	100
Figura 32. Dimensionamiento del dique de tierra .....	103
Figura 33. Dimensionamiento del espigón .....	108
Figura 34. Terraplén del espigón .....	109
Figura 35. Enrocado en la margen derecha del río .....	111

Figura 36. Gaviones en la margen derecha del río.....	112
Figura 37. Muro de gravedad en la margen derecha del río.....	113
Figura 38. Dique en la margen derecha del río.....	114
Figura 39. Espigón en la margen derecha del río.....	115
Figura 40. Caudal y cambio de altura del río con enrocado – función lineal.....	116
Figura 41. Caudal y cambio de altura del río con enrocado – función polinómica.....	117
Figura 42. Caudal y cambio de altura del río con gaviones – función lineal.....	118
Figura 43. Caudal y cambio de altura del río con gaviones – función polinómica.....	119
Figura 44. Caudal y cambio de altura del río con muro – función lineal.....	121
Figura 45. Caudal y cambio de altura del río con muro – función polinómica.....	121
Figura 46. Caudal y cambio de altura del río con dique – función lineal.....	123
Figura 47. Caudal y cambio de altura del río con dique – función polinómica.....	124
Figura 48. Caudal y cambio de altura del río con espigones – función lineal.....	126
Figura 49. Caudal y cambio de altura del río con espigones – función polinómica.....	126



## RESUMEN

La presente investigación titulada: “DEFENSAS RIBEREÑAS EN RÍOS DE ALTA MONTAÑA EN EL SECTOR PUCULLO RÍO ICHU – DISTRITO DE ACORIA – HUANCVELICA – 2021”, tuvo como problema general: ¿Cuál es la relación entre los ríos de alta montaña y las defensas ribereñas en el sector Pucullo río Ichu – Acoria, Huancavelica - 2021?, cuyo objetivo general fue: Determinar la relación entre los ríos de alta montaña y las defensas ribereñas en el sector Pucullo río Ichu – Acoria, Huancavelica – 2021, la hipótesis general contrastada fue: La relación entre los ríos de alta montaña y las defensas ribereñas en el sector Pucullo río Ichu – Acoria, Huancavelica – 2021, es directa.

El método de la investigación fue científico, de tipo aplicada, con un nivel correlacional correspondiente a un diseño no experimental, cuya población estuvo conformada por el cauce del río Ichu del distrito de Acoria del Sector Pucullo en Huancavelica y la muestra fue delimitada por un tramo de 805 m del cauce del río Ichu del Sector Pucullo, para el cual se consideró la técnica de muestreo no probabilístico conocida como dirigida por conveniencia.

Se efectuó visitas preliminares de reconocimiento a la zona en estudio, para tener mayor información in-situ, del escenario real en cuanto a suelos, vegetación y características del cauce, se identificó el sector crítico con una mayor posibilidad de desborde del río Ichu y erosión de sus riberas ante una máxima avenida, originando daños a las áreas de cultivo y población. Luego se ejecutó el levantamiento topográfico, obteniendo de esta manera datos para procesarlos en gabinete, posteriormente se modeló hidráulicamente en los softwares Hec-Ras e Hidroesta2 los tipos de defensas ribereñas.

La conclusión general es que existe relación directa entre los ríos de alta montaña y las defensas ribereñas en el sector Pucullo río Ichu, ya que, tras su modelamiento hidráulico, el caudal y la altura de lámina disminuyeron aguas abajo, aproximadamente desde la sección de 0+200 a 0+804.14 Km. Así mismo, se debe mencionar que las defensas ribereñas de tipo gavión y dique permiten reducir considerablemente el caudal y altura de lámina de agua a diferencia de las defensas ribereñas de tipo muro de gravedad de concreto ciclópeo, enrocado y espigón.

**Palabras clave:** Cauce, máxima avenida, defensa ribereña, ríos de alta montaña.

## ABSTRACT

The present investigation entitled: "RIVERSIDE DEFENSES IN HIGH MOUNTAIN RIVERS IN THE PUCULLO RIVER ICHU SECTOR - ACORIA DISTRICT - HUANCVELICA - 2021", had as a general problem: What is the relationship between high mountain rivers and riparian defenses in Pucullo river Ichu sector - Acoria, Huancavelica - 2021?, whose general objective was: To determine the relationship between high mountain rivers and riparian defenses in the Pucullo river Ichu sector - Acoria, Huancavelica - 2021, The contrasted general hypothesis was: The relationship between high mountain rivers and river defenses in the Pucullo Ichu River sector - Acoria, Huancavelica - 2021, is direct.

The research method was scientific, of the applied type, with a correlational level corresponding to a non-experimental design, whose population was made up of the Ichu riverbed of the Acoria district of the Pucullo Sector in Huancavelica and the sample was delimited by a section of 805 m from the bed of the Ichu river in the Pucullo Sector, for which the non-probabilistic sampling technique known as directed for convenience was considered.

Preliminary reconnaissance visits were made to the area under study, to have more in-situ information, of the real scenario in terms of soils, vegetation and characteristics of the channel, the critical sector with a greater possibility of overflowing of the Ichu River and erosion was identified. of its banks before a maximum avenue, causing damage to crop and population areas. Then the topographic survey was carried out, thus obtaining data to process in the office, subsequently the types of riverine defenses were hydraulically modeled in the Hec-Ras and Hidroesta2 software.

The general conclusion was that there is a direct relationship between the high mountain rivers and the riparian defenses in the Pucullo River Ichu sector, since after its hydraulic modeling, the flow and the height of the sheet decreased downstream, approximately from the 0+ section. 200 to 0+804.14 Km. Likewise, it should be mentioned that the riverside defenses of the gabion and dike type allow to considerably reduce the flow and height of the water sheet, unlike the riverside defenses of the gravity wall type of cyclopean concrete, rocked and groyne.

**Key words:** Channel, maximum avenue, river defense, high mountain rivers.

## CONSTANCIA 174

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado “DEFENSAS RIBEREÑAS EN RÍOS DE ALTA MONTAÑA EN EL SECTOR PUCULLO RÍO ICHU – DISTRITO DE ACORIA –HUANCAVELICA – 2021”

**Cuyo autor (a) (es)** : Edith Celia, Carbajal Quispe.

**Facultad** : Ingeniería.

**Escuela Profesional** : Ingeniería Civil

**Asesor (a) (es)** : Mg. Pautrat Egoavil Henry Gustavo.

Que, fue presentado con fecha 18.05.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 23.05.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 15%. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el 30%. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 29 de mayo del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## CONSTANCIA 175

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado “DEFENSAS RIBEREÑAS EN RÍOS DE ALTA MONTAÑA EN EL SECTOR PUCULLO RÍO ICHU – DISTRITO DE ACORIA –HUANCAVELICA – 2021”

**Cuyo autor (a) (es)** : Moises Keynes, Torres Gabriel.

**Facultad** : Ingeniería.

**Escuela Profesional** : Ingeniería Civil

**Asesor (a) (es)** : Mg. Pautrat Egoavil Henry Gustavo.

Que, fue presentado con fecha 18.05.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 23.05.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 15%. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el 30%. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 29 de mayo del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación