

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE MURO DE
GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN
EL RÍO CHEQHUIÑA DEL DISTRITO DE MARANGANÍ,
PROVINCIA DE CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE
CUSCO**



**PRESENTADA POR
RUFO HOSMER HALANOCCA YANA**

**ASESORES
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA**

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

LIMA – PERÚ

2023



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de
Ingeniería y
Arquitectura

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE MURO DE GAVIONES
PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN EL RÍO
CHEQHUIÑA DEL DISTRITO DE MARANGANÍ, PROVINCIA DE
CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE CUSCO**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

HALANOCCA YANA, RUFO HOSMER

ASESORES:

MAG. ING. ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO

MAG. ING. JUAN MANUAEL OBLITAS SANTA MARÍA

LIMA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Gracias a mi querida familia, en especial a mis padres, Victoria y Enrique, quienes me ayudaron en todo el trayecto de mi carrera profesional, por quienes he luchado por lo que quería desde niño.

Me comprometí a ser ingeniero Civil y lo he logrado.

Gracias a ellos, pude completar mi formación y en el camino se plasmaron mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, muy de veraz, a todos los docentes que fueron mis tutores en la consecución de mi aprendizaje, que han compartido sus experiencias valiosas, que enriquecieron mis conocimientos.

Gracias al Todopoderoso y a mi alma mater, por la formación sólida en la carrera profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción de la situación problemática	1
1.2 Formulación del problema	12
1.3 Objetivos de la investigación	14
1.4 Justificación de la investigación	15
1.5 Impacto potencial de la investigación	21
1.6 Alcances y limitaciones de estudio	25
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	28
2.2 Bases Teóricas	34
2.3 Definición De Términos Básicos	64
2.4 Hipótesis	70
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	
3.1 Diseño metodológico	72
3.2 Población y Muestra	75
3.3 Definición de Variables	82
3.4 Operacionalización de variables	84
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	85
3.6 Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos	90
CAPÍTULO IV: DESARROLLO	
4.1 Métodos de trabajo.	94
4.2 Descripción y características de la zona de estudio.	95

	Página
4.3 Estudio topográfico	101
4.4 Estudio hidrológico	109
4.5 Estudio de mecánica de suelos	127
4.6 Hidráulica	142
CAPÍTULO V: RESULTADOS	
5.1 Estudio topográfico	155
5.2 Estudio hidrológico	160
5.3 Estudio de mecánica de suelos	173
5.4 Diseño estructural e hidráulico	191
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
6.1 Validez de hipótesis	218
6.2 Contrastación de antecedentes	224
CONCLUSIONES	226
RECOMENDACIONES	227
FUENTES DE INFORMACIÓN	228

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. <i>Coordenadas UTM de la muestra de estudio.</i>	80
Tabla 2. <i>Estaciones pluviométricas.</i>	87
Tabla 3. <i>Instrumentos para el ensayo de granulometría.</i>	88
Tabla 4. <i>Instrumentos para el ensayo de densidad relativa.</i>	89
Tabla 5. <i>Resumen datos de las secciones del río Cheqhuiña.</i>	107
Tabla 6. <i>Punto de aforo de la cuenca Cheqhuiña.</i>	109
Tabla 7. <i>Cuadro de las 4 estaciones para la precipitación.</i>	111
Tabla 8. <i>Precipitación total mensual. (mm). Crucero.</i>	113
Tabla 9. <i>Precipitación total mensual. (mm). Santa Rosa.</i>	115
Tabla 10. <i>Precipitación total mensual. (mm). Ccatcca.</i>	117
Tabla 11. <i>Precipitación total mensual. (mm). Sicuani.</i>	119
Tabla 12. <i>Probabilidad de Distribución normal Crucero.</i>	121
Tabla 13. <i>Prueba de ajuste mediante Chi-Cuadrado - Crucero.</i>	121
Tabla 14. <i>Probabilidad de Distribución normal Santa Rosa.</i>	122
Tabla 15. <i>Prueba de ajuste mediante Chi-Cuadrado – Santa rosa.</i>	122
Tabla 16. <i>Probabilidad de no excedencia Distribución normal Ccatcca.</i>	123
Tabla 17. <i>Prueba de ajuste mediante Chi-Cuadrado – Ccatcca.</i>	123
Tabla 18. <i>Probabilidad de no excedencia Distribución normal Sicuani.</i>	124
Tabla 19. <i>Prueba de ajuste mediante Chi-Cuadrado – Sicuani.</i>	124
Tabla 20. <i>Precipitación total mensual - Sicuani.</i>	125
Tabla 21. <i>Densidad mínima norma: ASTM D4254.</i>	138
Tabla 22. <i>Densidad máxima norma: ASTM D4253.</i>	138
Tabla 23. <i>Resultados de densidad relativa.</i>	139
Tabla 24. <i>Densidad mínima norma: ASTM D4254.</i>	139
Tabla 25. <i>Densidad máxima norma: ASTM D4253.</i>	139
Tabla 26. <i>Resultados de densidad relativa.</i>	140
Tabla 27. <i>Densidad mínima norma: ASTM D4254.</i>	140
Tabla 28. <i>Densidad máxima norma: ASTM D4253.</i>	141
Tabla 29. <i>Resultados de densidad relativa.</i>	141
Tabla 30. <i>Precipitación areal – río Cheqhuiña (mm).</i>	160
Tabla 31. <i>Precipitación media mensual periodo 1993 – 2022.</i>	160

	Página
Tabla 32. <i>Variación mensual de la precipitación areal por subcuenca.</i>	161
Tabla 33. <i>Precipitación areal mensual(mm) río Cheqhuiña.</i>	162
Tabla 34. <i>Precipitación total anual río Cheqhuiña.</i>	163
Tabla 35. <i>Valores de la evapotranspiración.</i>	164
Tabla 36. <i>Factor de evapotranspiración MF (mm/mes).</i>	165
Tabla 37. <i>Precipitación efectiva según Bureau of Reclamation.</i>	166
Tabla 38. <i>Cálculo del coeficiente de escorrentía.</i>	167
Tabla 39. <i>Características generales de la cuenca Cheqhuiña.</i>	168
Tabla 40. <i>Coeficiente de cálculo- precipitación efectiva.</i>	168
Tabla 41. <i>Años con precipitación máxima por 24 horas e interpolación.</i>	169
Tabla 42. <i>Generación de caudales medios mensuales.</i>	170
Tabla 43. <i>Precipitación con periodos de retorno.</i>	171
Tabla 44. <i>Análisis granulométrico y clasificación del suelo C-01.</i>	174
Tabla 45. <i>Análisis granulométrico y clasificación del suelo C-02.</i>	175
Tabla 46. <i>Análisis granulométrico y clasificación del suelo C-03.</i>	176
Tabla 47. <i>Humedad natural.</i>	178
Tabla 48. <i>Peso Específico Y Absorción Del Agregado Fino.</i>	180
Tabla 49. <i>Peso específico y absorción del agregado grueso.</i>	182
Tabla 50. <i>Resultado de la capacidad admisible del suelo.</i>	190
Tabla 51. <i>Factor de Lacey.</i>	193
Tabla 52. <i>Factor de corrección Ksa.</i>	193
Tabla 53. <i>Cálculo del borde libre del muro - encausamiento.</i>	194
Tabla 54. <i>Discusión de la Hipótesis General.</i>	219
Tabla 55. <i>Discusión de la Hipótesis Específica 1.</i>	220
Tabla 56. <i>Discusión de la Hipótesis Específica 2.</i>	221
Tabla 57. <i>Discusión de la Hipótesis Específica 3.</i>	222
Tabla 58. <i>Discusión de la Hipótesis Específica 4.</i>	223
Tabla 59. <i>Discusión de Antecedente internacional.</i>	225
Tabla 60. <i>Discusión de Antecedente Nacional.</i>	226

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. <i>Índice de Vulnerabilidad INFORM para Latino América.</i>	1
Figura 2. <i>Población de Piura afectada por desborde de río.</i>	2
Figura 3. <i>Distritos afectados por inundación - provincia de canchis.</i>	4
Figura 4. <i>Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2017.</i>	6
Figura 5. <i>Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2018.</i>	6
Figura 6. <i>Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2019.</i>	7
Figura 7. <i>Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2019.</i>	7
Figura 8. <i>Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2019.</i>	8
Figura 9. <i>Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2022.</i>	9
Figura 10. <i>Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2022.</i>	10
Figura 11. <i>Diagrama de Causa y Efecto.</i>	12
Figura 12. <i>Centro turístico Pally Punchu (2023).</i>	15
Figura 13. <i>Desbordamiento del río en la zona de la agricultuta.</i>	16
Figura 14. <i>Mirador astronómico encima del río Cheqhuiña.</i>	16
Figura 15. <i>Infraestructura del mirador astronómico turístico.</i>	18
Figura 16. <i>Muros de gaviones como defensa ribereña.</i>	38
Figura 17. <i>Muros de concreto armado (Huarmaca), en Piura.</i>	38
Figura 18. <i>Defensa ribereña enrocados río Santa Eulalia y Rímac.</i>	39
Figura 19. <i>Escolleras o rompeolas como defensas.</i>	39
Figura 20. <i>Defensas ribereñas con terraplenes.</i>	40
Figura 21. <i>Principales partes de un dique.</i>	40
Figura 22. <i>Losas de concreto.</i>	41
Figura 23. <i>Tetrápodos como defensa ribereña.</i>	41
Figura 24. <i>Espigones como defensas ribereñas en ríos.</i>	42
Figura 25. <i>Desastre natural por excesivas precipitaciones.</i>	44
Figura 26. <i>Defensa ribereña de muro de gaviones.</i>	45
Figura 27. <i>Gavión tipo caja y colchón - malla triple torsión.</i>	49
Figura 28. <i>Gaviones tipo colchón.</i>	50
Figura 29. <i>Saco de gaviones de alambre de acero que teje.</i>	50
Figura 30. <i>Gaviones de alambre.</i>	51
Figura 31. <i>Malla de alambre galvanizado.</i>	52

	Página
Figura 32. <i>Buelo Drone para reconocimiento de la muestra tramo 1.</i>	76
Figura 33. <i>Buelo Drone para reconocimiento de la muestra tramo 2.</i>	76
Figura 34. <i>Población - Mapa de la cuenca Cheqhuiña.</i>	77
Figura 35. <i>Delimitación de la cuenca Cheqhuiña.</i>	78
Figura 36. <i>Inicio de la muestra de la investigación 0+000m.</i>	80
Figura 37. <i>Fin de la muestra de la investigación 2+550m.</i>	81
Figura 38. <i>Estación total Leica Ts03.</i>	86
Figura 39. <i>Método de levantamiento, con estación total.</i>	91
Figura 40. <i>Laboratorio de EMS. INGEOP.</i>	92
Figura 41. <i>Software Hec-Ras 6.3.1.</i>	93
Figura 42. <i>Geometría del cause Software Hec-Ras.</i>	93
Figura 43. <i>Mapa de localización del río Cheqhuiña.</i>	95
Figura 44. <i>Ubicación de la cuenca del río Cheqhuiña.</i>	96
Figura 45. <i>Topografía del río Cheqhuiña.</i>	98
Figura 46. <i>Equipo para el levantamiento topográfico.</i>	101
Figura 47. <i>Levantamiento topográfico con la estación total Leica Ts03.</i>	102
Figura 48. <i>Reconocimiento de campo.</i>	103
Figura 49. <i>Levantamiento topográfico día 01.</i>	103
Figura 50. <i>Levantamiento topografico dia 02.</i>	104
Figura 51. <i>Levantamiento topografco dia 03 margen izquierdo.</i>	105
Figura 52. <i>Levantamiento topografico dia 03 margen izquierdo.</i>	105
Figura 53. <i>Culminación del levantamiento topográfico día 03.</i>	106
Figura 54. <i>Delimitación de la cuenca del río Cheqhuiña.</i>	110
Figura 55. <i>Área y perímetro de la cuenca delimitada.</i>	110
Figura 56. <i>Ajustes de datos a la distribuion Long-Gumbel.</i>	111
Figura 57. <i>Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas.</i>	112
Figura 58. <i>Hidrograma precipitación total Crucero.</i>	114
Figura 59. <i>Precipitación media Crucero.</i>	114
Figura 60. <i>Precipitación total Crucero.</i>	114
Figura 61. <i>Hidrograma precipitación total mensual Santa Rosa.</i>	116
Figura 62. <i>Precipitación media Santa rosa.</i>	116
Figura 63. <i>Precipitación total Santa Rosa.</i>	116

	Página
Figura 64. <i>Hidrograma precipitación total mensual Ccatcca.</i>	118
Figura 65. <i>Precipitación mensual media Ccatcca.</i>	118
Figura 66. <i>Precipitación total Ccatcca.</i>	118
Figura 67. <i>Hidrograma precipitación total mensual Sicuani.</i>	120
Figura 68. <i>Precipitación media Sicuani.</i>	120
Figura 69. <i>Precipitación total Sicuani.</i>	120
Figura 70. <i>Probabilidad de distribución normal Crucero.</i>	121
Figura 71. <i>Probabilidad de distribución normal Santa Rosa.</i>	122
Figura 72. <i>Probabilidad de distribución normal Ccatcca.</i>	123
Figura 73. <i>Probabilidad de no excedencia distribución normal Sicuani.</i>	124
Figura 74. <i>Precipitación media mensual - Sicuani.</i>	126
Figura 75. <i>Precipitación total anual - Sicuani.</i>	126
Figura 76. <i>Laboratorio de mecánica de suelos INGEOP.</i>	127
Figura 77. <i>Ubicación de las 03 calicatas para muestreo.</i>	128
Figura 78. <i>Excavación de la calicata 01 hasta el nivel freático.</i>	129
Figura 79. <i>Excavación de la calicata 02 hasta el nivel freático.</i>	129
Figura 80. <i>Excavación de la calicata 03 hasta el nivel freático.</i>	130
Figura 81. <i>Toma de muestra de la calicata 01 progresiva 0+470.14.</i>	130
Figura 82. <i>Toma de muestra de la calicata 02 progresiva 1+161.23.</i>	131
Figura 83. <i>Toma de muestra de la calicata 03 progresiva 2+151.68.</i>	131
Figura 84. <i>Cuariteada de las muestras de suelo para el tamizado.</i>	132
Figura 85. <i>Pesos de las muestras de suelo - calicata 01.</i>	132
Figura 86. <i>Pesos de las muestras de suelo - calicata 02.</i>	133
Figura 87. <i>Pesos de las muestras de suelo - calicata 02.</i>	133
Figura 88. <i>Tamizado de la muestra calicata 01.</i>	134
Figura 89. <i>Tamizado de la muestra calicata 02.</i>	134
Figura 90. <i>Tamizado de la muestra calicata 03.</i>	135
Figura 91. <i>Registro de los tamizados de las 03 muestras de suelo.</i>	135
Figura 92. <i>Colocado al horno de muestra de la calicata 01.</i>	136
Figura 93. <i>Colocado al horno de muestra de la calicata 02.</i>	137
Figura 94. <i>Colocado al horno de muestra de la calicata 03.</i>	137
Figura 95. <i>Densidad natural: norma ASTM D5030.</i>	138

	Página
Figura 96. <i>Densidad natural: norma ASTM D5030.</i>	140
Figura 97. <i>Densidad natural: norma ASTM D5030.</i>	141
Figura 98. <i>Terreno de la zona del estudio en el RAS Mapper.</i>	143
Figura 99. <i>Datos de geometria, valores de Manning.</i>	144
Figura 100. <i>Hidrograma de flujo.</i>	144
Figura 101. <i>Profundidad normal (pendiente).</i>	145
Figura 102. <i>Zona de inundacion HEC-RAS.</i>	145
Figura 103. <i>Simulación Hec-Ras 3D.</i>	146
Figura 104. <i>Perfin longitudinal del cause rio Cheqhuiña.</i>	146
Figura 105. <i>Perfin longitudinal rio Cheqhuiña.</i>	147
Figura 106. <i>Sección transversal progresiva 0+050.</i>	147
Figura 107. <i>Sección transversal progresiva 0+300.</i>	148
Figura 108. <i>Sección transversal progresiva 0+400.</i>	148
Figura 109. <i>Sección transversal progresiva 0+500.</i>	149
Figura 110. <i>Sección transversal progresiva 0+600.</i>	149
Figura 111. <i>Sección transversal progresiva 0+700.</i>	150
Figura 112. <i>Sección transversal progresiva 1+150.</i>	150
Figura 113. <i>Sección transversal progresiva 1+450.</i>	151
Figura 114. <i>Sección transversal progresiva 2+000.</i>	151
Figura 115. <i>Sección transversal progresiva 2+100.</i>	152
Figura 116. <i>Sección transversal progresiva 2+500.</i>	152
Figura 117. <i>Sectores de inundación tramo completo.</i>	153
Figura 118. <i>Sectores de inundación segundo tramo.</i>	154
Figura 119. <i>Plano en planta general y seccionamientos TP-01.</i>	156
Figura 120. <i>Perfil longitudinal río Cheqhuiña TP-02.</i>	157
Figura 121. <i>Secciones transversales TP-03.</i>	158
Figura 122. <i>Secciones transversales TP-04</i>	159
Figura 123. <i>Precipitación media mensual del río Cheqhuiña.</i>	163
Figura 124. <i>Hidrograma precipiacion total mensual.</i>	164
Figura 125. <i>Fórmulas para el cálculo de la evapotranspiración.</i>	165
Figura 126. <i>Resumen evapotranspiración potencial.</i>	166
Figura 127. <i>Porcion de presipitacion efectiva Bureao of Reclamation.</i>	167

	Página
Figura 128. <i>Resulttado de caudal de diseño.</i>	170
Figura 129. <i>Caudales maximos para diferentes periodos de retorno.</i>	171
Figura 130. <i>Caudales para diferentes periodos de retorno.</i>	171
Figura 131. <i>Histograma de caudales Tr.</i>	172
Figura 132. <i>Curva granulométrico calicata C-01.</i>	175
Figura 133. <i>Curva granulométrico calicata C-02.</i>	176
Figura 134. <i>Curva granulométrico calicata C-03.</i>	177
Figura 135. <i>Grafico de humedad natural.</i>	179
Figura 136. <i>Gráfico del peso específico del agregado fino.</i>	180
Figura 137. <i>Grafico de la capacidad de absorción del agregado fino.</i>	181
Figura 138. <i>Gráfico del peso específico del agregado grueso.</i>	182
Figura 139. <i>Gráfico de capacidad de absorción del agregado grueso.</i>	183
Figura 140. <i>Flujo del caudal del rio Cheqhuiña.</i>	191
Figura 141. <i>Altura de diseño del gavión.</i>	196
Figura 142. <i>Dimensión de la base del gavión.</i>	197
Figura 143. <i>Dimensiones del colchón antisocavante.</i>	198
Figura 144. <i>Dimensiones del muro de gavión.</i>	213
Figura 145. <i>Dimensiones finales del muro de gavión.</i>	214
Figura 146. <i>Planta general defensa ribereñas con gaviones.</i>	215
Figura 147. <i>Secciones transversales de muros de gaviones.</i>	216
Figura 148. <i>Secciones transversales de muros de gaviones.</i>	217

RESUMEN

Las altas precipitaciones, en la región de Cusco han generado el aumento del caudal e inundaciones en los centros poblados y como consecuencia, los desbordamientos de los ríos. Por ello, es importante el diseño de defensas ribereñas con muros de gaviones, cuya finalidad es mitigar la inundación y reducir el impacto, en especial en la zona del río Cheqhuiña del distrito de Maranganí, provincia de Canchis y departamento de Cusco. La metodología que se ha empleado es aplicada, explicativa (cuantitativa), de diseño no experimental y de nivel correlacional, cuya muestra se ubica en la cuenca Cheqhuiña, con una longitud de 2569.28 ml. Como resultado, se va construir una defensa ribereña, en ambas márgenes, H=4m, B=3m, en 4 niveles escalonados, con cajas de 1.50m x 1m x 1m y 1m x 1m x 1m y colchón antisocavante de 4m x 2m x 0.3m. Este diseño es una solución efectiva, a fin de prevenir las inundaciones y evitar las precipitaciones abundantes, con lo cual se mejora la calidad de vida de los pobladores de la localidad y así se contribuye con el desarrollo económico de la región.

PALABRAS CLAVES: Defensa ribereña, muro de gaviones, mitigación, desbordamiento, caudal máximo, capacidad admisible del suelo, peso específico y precipitaciones.

ABSTRACT

The high rainfall in the Cusco region has generated increased flow and flooding in populated centers and, as a consequence, river overflows. Therefore, the design of riverside defenses with gabion walls is important, the purpose of which is to mitigate flooding and reduce the impact, especially in the area of the Cheqhuiña River in the district of Marangani, province of Canchis and department of Cusco. The methodology that has been used is applied, explanatory (quantitative), of non-experimental design and correlational level, whose sample is located in the Cheqhuiña basin, with a length of 2569.28 ml. As a result, a river defense will be built, on both banks, H=4m, B=3m, in 4 staggered levels, with boxes of 1.50m x 1m x 1m and 1m x 1m x 1m and an anti-socket mattress of 4m x 2m x 0.3 m. This design is an effective solution to prevent flooding and avoid abundant rainfall, thereby improving the quality of life of the local residents and thus contributing to the economic development of the región.

KEY WORDS: Riparian defense, gabion wall, mitigation, overflow, maximum flow, admissible soil capacity, specific weight and rainfall.

NOMBRE DEL TRABAJO

**02. HALANOCCA YANA, RUFO HOSMER
_ Tesis.pdf**

AUTOR

BRYAN GEORGE CADENILLAS AVENDA

RECUENTO DE PALABRAS

48686 Words

RECUENTO DE CARACTERES

236056 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

251 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

14.7MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 30, 2023 9:12 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 30, 2023 9:15 AM GMT-5**● 12% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de
Ingeniería y
Arquitectura

Biblioteca FIA

Juana Chunga Rodríguez
Bibliotecóloga

INTRODUCCIÓN

En el departamento de Cusco, específicamente en la provincia de Canchis, se encuentra la cuenca Cheqhuiña perteneciente al distrito de Maranganí. Esta cuenca tiene una extensión de 46.72 km² y un perímetro de 31.07 km, es la fuente de la agricultura, la ganadería y la zona urbana, sin embargo, está en riesgo de pérdidas de inmuebles, vidas humanas, flora y fauna a causa de desastres naturales por el desbordamiento de río Cheqhuiña, lo cual amenaza el desarrollo de la población local. Por ello se propone un diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones con un periodo de retorno de 100 años para reducir las pérdidas que existen.

Para el estudio topográfico, se realizó una verificación del campo y se procedió con el levantamiento topográfico in situ con la estación total Leica Ts3 donde se recolectó datos de la zona que posteriormente fueron procesados con trabajos en gabinete en el software Civil 3D. Finalmente, en base a esta información se realizó el diseño de protección del muro de gaviones de la ribera del río.

Para el estudio hidrológico, se realizó la recopilación de datos meteorológicos desde la plataforma de SENAMHI y se realizó un análisis estadístico para que se determinen los caudales máximos. Además, se realizó el análisis hidrológico para que se obtengan los caudales de diseño e identificar los puntos críticos para la zona, finalmente con esta información se diseñaron los muros de gaviones para mitigar el riesgo de desbordamiento.

Para realizar el estudio de suelos, se ejecutaron tres calicatas para las pruebas en laboratorio evaluándose sus características físicas y mecánicas del terreno. Finalmente, con los hallazgos de los ensayos de campo y los análisis de laboratorio, se pudo determinar la clasificación del suelo por tamizado, peso específico del agregado global, porcentaje absorción y la capacidad admisible del suelo del suelo para el diseño de las defensas ribereñas de muro de gaviones para que se garantice la estabilidad de la estructura.

Para realizar análisis hidráulico y estructural, con la información del estudio hidrológico, de mecánica de suelos y topográfico, se diseñó y se determinó las características geométricas del muro de gavión, como un

sistema de control de erosión para evitar las fallas en los gaviones necesarios para proteger y mitigar el desbordamiento del río Cheqhuiña.

Es así la importancia porque es una estrategia integral de gestión de riesgos y protección de la comunidad que vive bajo el río Cheqhuiña, que permitirán reducir el riesgo de desastres, garantizando la seguridad de la población local. Además, serán útiles para promover el uso de una arquitectura innovadora y sostenible de defensas ribereñas en la cuenca del río Cheqhuiña, para apoyar y promover la resiliencia social y económica en el medio natural y en las comunidades locales, así como para mejorar la calidad de vida y aumentar la recuperación económica.

Para el desarrollo de la investigación se hizo los trabajos en campo, de laboratorio y trabajos de gabinete donde se recopiló la información recolectada en el campo para los estudios topográficos se realizó con el levantamiento topográfico con una estación total Leica Ts03, como resultado se obtuvo la geometría del río una longitud de 2569.28 ml. Con el estudio hidrológico se recopiló las estaciones pluviométricas desde SENAMHI y se delimitó la cuenca de estudio, como resultado dio el caudal máximo de 81.07 m³/s para un periodo de retorno de 100 años y el estudio de mecánica de suelos se obtuvo el peso específico del agregado global de 2.70 gr/cm³ y la capacidad admisible del suelo igual a 1.06 kg/cm² y el, consecuentemente se hizo un modelado en HEC-RAS para determinar las zonas de inundación para finalmente diseñar con los parámetros hidráulicos y estructurales la defensa ribereña de muro de gaviones y mitigar las zonas vulnerables.

La estructura de la tesis comprende seis (6) capítulos. En el primero, se presenta el planteamiento, formulación del problema general y específicos, objetivos de la investigación el general y específicos, el impacto potencial teórico y práctico de la investigación, alcances, limitaciones y viabilidad de la investigación. En el segundo, se aborda el marco teórico, antecedentes internacionales y nacionales, las bases teóricas, glosario de términos e hipótesis general y específicos. En el tercero, se expone el diseño

metodológico, la población y muestra, operacionalización de variables, técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos. En el cuarto, se presenta el diseño de defensas ribereñas a base de muro de gaviones, estudios topográficos, hidrológicos y de mecánica de suelos, que sirvieron de base para el diseño de estas estructuras. En el quinto, se presentan los resultados Y, en el sexto capítulo, se presentan la validez de hipótesis discutiendo los resultados de la investigación y la contrastación de los antecedentes.

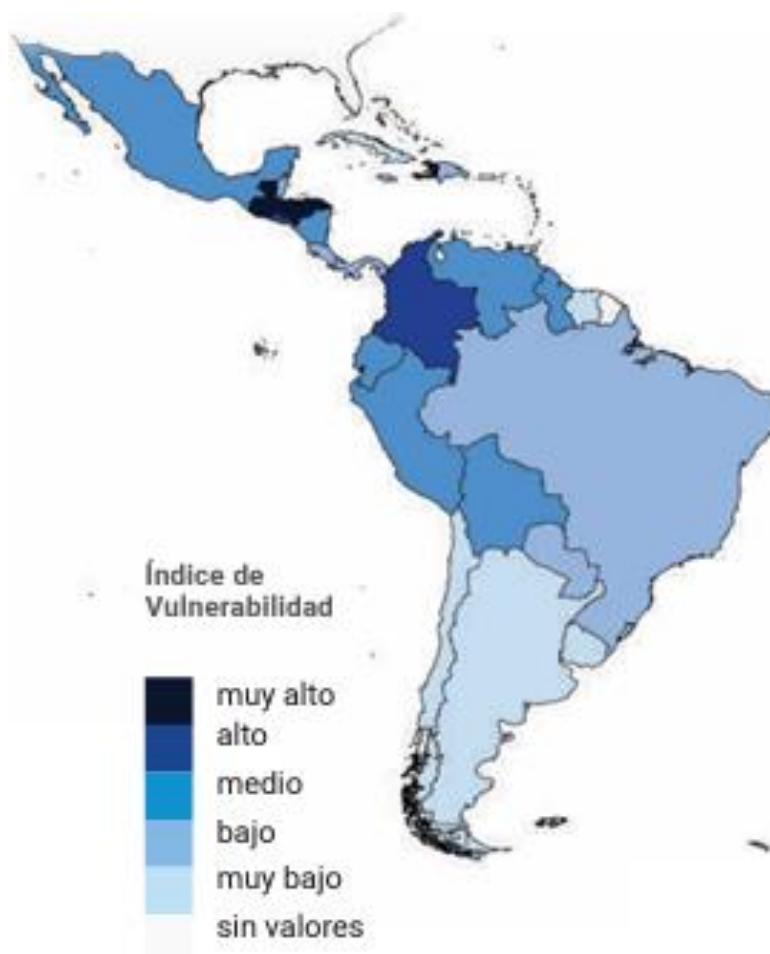
CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la situación problemática

Recientemente, la Oficina de Asuntos Humanitarios de la ONU recibió un informe que revela que América Latina y el Caribe son la segunda región con mayor riesgo de sufrir desastres naturales por inundaciones y desbordamientos a nivel mundial. Desde el año 2000, más de 152 millones de personas ubicadas en esta región han experimentado 1205 desastres naturales, que incluyen desbordamientos, inundaciones, ciclones, terremotos, sequías, aludes, incendios, temperaturas anormales y actividad volcánica. (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2020).

Figura 1. Índice de Vulnerabilidad INFORM para Latino América.



Fuente: INFORM – LAC. (2018). www.inform-index.org

En el año 2018, se alcanzó un máximo de 39,73 mm de precipitación en Puerto Guzmán, resultando en inundaciones en el mes de junio que causaron daños extensos a edificios, viviendas y cultivos. Esto afectó a 14 familias y a 13 estudiantes cuyas escuelas se vieron gravemente afectadas y destruidas. Por tal motivo, es necesario estimar y considerar la situación para planificar una estrategia de atención y la gestión del riesgo municipal (Herrera, M., Baquero, L. & Méndez, D., 2022).

En nuestro país, se produjo una ruptura en el dique de contención construido en 2020 a la izquierda del río Chira. El resultado de esto desencadenó la inundación de tierras a lo largo del margen del río, así como la activación de una alerta en las localidades de Isla San Lorenzo, La Bocana, de los distritos de Vichayal y Colán, en la provincia de Paita, en la región Piura.

Las agencias de Gestión de Riesgos de Desastres de ambas localidades están efectuando una evaluación de los daños alcanzados y un análisis de las necesidades, así como coordinando un examen de la población como modo de prevención y 10 mil evacuados. (Redacción EC., 2023).

Figura 2. Población de Piura afectada por desborde de río.



Fuente: Piura noticias, (30 de abril del 2023). foto: Andina

Es por esto que el Perú ha implementado medidas para prevenir, reducir y mitigar los efectos de estas inundaciones, como el desarrollo de planes de prevención y respuesta, fortalecer los sistemas de alerta temprana,

la restauración de los ecosistemas, entre otros. Esto ha contribuido reducir los efectos negativos que tienen estos desastres naturales. (INDECI, 2023).

Esto se debe a que el cambio climático está afectándonos a causa de las contaminaciones ambientales que nosotros los seres humanos estamos ocasionando en nuestro hogar que es la planta tierra, el servicio Nacional de Metrología e hidrología nos menciona y asegura que por causa de los cambios climáticos que nosotros mismos los ocasionamos ocurren estos acontecimientos climáticos. Como ya le habíamos mencionado que, por causa de las contaminaciones ambientales, el calentamiento global frente al sur del país y la costa, donde hay un cambio elevado en las temperaturas. (INDECI, 2023).

En los años recientes, desbordamientos e inundaciones de ríos se han convertido en un problema común en muchos países. Esto se debe a muchos factores, incluyendo el aumento de las temperaturas globales e intensas lluvias. Estas inundaciones pueden provocar daños significativos en el paisaje, la vida silvestre y la economía local. (INDECI, 2023).

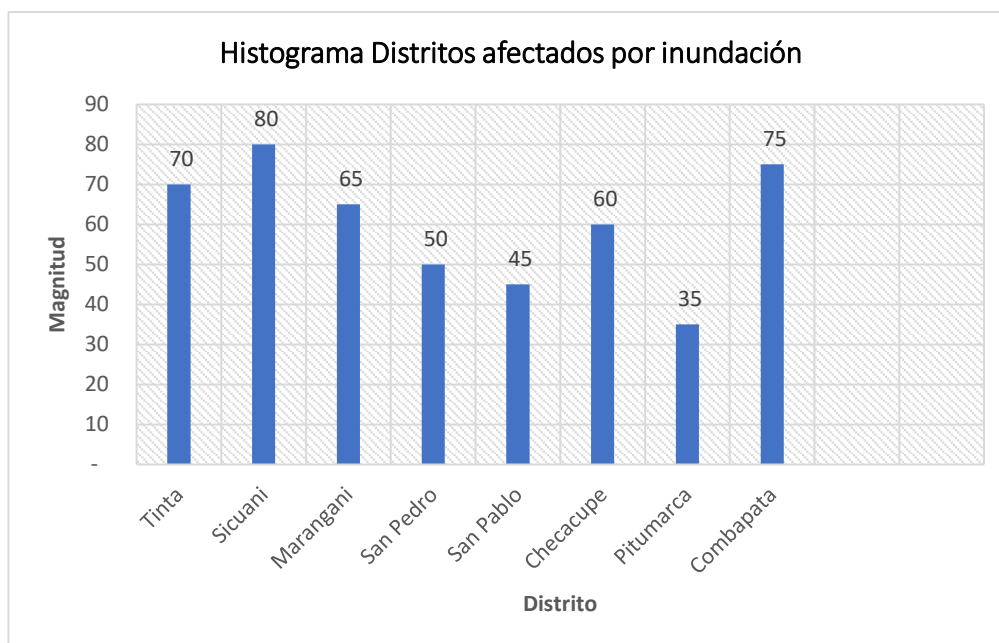
En el Perú, los desbordamientos de los ríos son una realidad que afecta a distintas regiones. Estas inundaciones, que se producen por diversos factores como la naturaleza climática del país, la destrucción de los ecosistemas, el aumento de las actividades humanas, entre otros, tienen efectos devastadores que afectan a la población. No solo existen graves problemas de salud, sino también daños materiales, pérdidas económicas y pérdida de vidas humanas. Asimismo, los desbordamientos ocasionan una gran cantidad de residuos y sedimentos, lo que provoca una disminución de la calidad del agua. (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2018).

Por causa de los desastres naturales que se suscitan por todo lado a consecuencias de las precipitaciones altas en diversas partes del Perú, por causa de desbordamientos, inundaciones en los ríos y quebradas, esto es difícil de saber cuándo y cómo ocurrirá ante los fenómenos de los desastres naturales. Prueba de ello en estos últimos años se está viendo bastante que todos los ríos se están desbordando hasta ocasionar los huaicos y tener pérdidas humanas y económicas muy elevadas a casusa de este desastre

natural por las intensas precipitaciones fluviales. (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2018).

En la localidad, las causas y los riesgos del distrito de Marangani que está situado en la cuenca Cheqhuiña, se encuentra situada una cuenca accidentosa de origen tectónica, la cuenca comienza en la comunidad campesina de Silly y de Huayllapunco que a su paso esta la comunidad campesina de Hancohocca que a si conforma la cuenca del río Cheqhuiña. Su composición geológica está formada un suelo aluvial con gravas y arenas donde se ve bastantes piedras de canto rodado conocidas como Roca de guijarros. Así mismo en la provincia de Canchis de la región del Cusco en el año 2019 se registró las intensas lluvias por altas precipitaciones (Radio Sicuani, 2019).

Figura 3. *Distritos afectados por inundación - provincia de canchis.*



Fuente: Radio Sicuani. (2019). Peligro de inundaciones en el alto Vilcanota provincia de Canchis - Cusco.

Las condiciones climáticas del río Cheqhuiña influyen las características litológicas de su canal y áreas costeras, compuestas mayoritariamente por grava aluvial, arenisca y limo. Las excesivas lluvias primaverales provocan erosiones en éstas, causando socavación y desbordamiento.

En la región de Marangani, el río Cheqhuiña forma una depresión en una zona con poca pendiente inundando desde los valles de Silly y Huayllapunco. Los fenómenos meteorológicos y las actividades humanas intensifican los procesos de erosión y lavado de suelos, afectando los cultivos y la población local. Como resultado, su paso y sus orillas se ven afectadas por las precipitaciones abundantes de la región, llevándose o destruyendo todo lo que se encuentra a su paso. (Municipalidad Distrital de Maranganí – MDM., 2020).

En los valles medio y medio alto se desarrollan la agricultura y en la zona baja se construyen nuevas áreas residenciales en terrenos donde dominan pendientes medias. Las áreas bajas, planas y parcialmente onduladas están cerca de las riberas del río y los niveles de agua son muy altos, lo que las inundaciones temporales son de totalidad afectación.

Tomando consideraciones y haciendo un análisis por la situación actual se presenta estructurado según los diferentes factores que provocan inundaciones y efectos ambientales en las cuencas hidrográficas donde vive la población del distrito de Maranganí. Por todos estos problemas, a continuación, se presenta un diseño conceptual de un muro de gaviones para mitigar el impacto del desbordamiento del río Cheqhuiña del distrito Maranganí, que contribuya a su minimización de estos desastres en la localidad.

Daños suscitados en el río Cheqhuiña: El río Cheqhuiña desbordó en grandes partes de la zona, causando una de las inundaciones más costosas y destructivas de la historia en el distrito de Maranganí. Esto se debió a las fuertes lluvias y granizadas en la zona. Como resultado, el nivel del agua aumentó más altamente de lo esperado, causando la destrucción de cultivos de papa, papas lisas, isaño, maíz, habas, trigo y cebada, además de grandes extensiones de pastizal para la ganadería. También se vieron afectados los animales como los ovinos, vacunos, camélidos y Equinos. Por último, las viviendas se vieron afectadas, con algunas completamente destruidas y otras con daños significativos, lo que llevó a los afectados a recurrir a las autoridades políticas y la defensa civil del distrito de Maranganí, para un apoyo

económico para la restauración de sus viviendas. (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2022).

Figura 4. *Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2017*



Fuente: Municipalidad distrital de Marangani (2017). Archivos centrales.

El desbordamiento afectó a más de 80 personas y causó daños por más de los 2 millones de soles en el distrito de Marangani. Gracias a dios pérdidas de vidas humanas no se registraron, si hubo accidentes leves por esta causa. Las autoridades de la localidad no hicieron mucho para rescatar a las pérdidas materiales ya que en esos tiempos no se contaba con la economía a comparación de ahora. (Municipalidad Distrital de Marangani, 2020).

Figura 5. *Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2018.*



Fuente: Municipalidad distrital de Marangani. (2018) archivos centrales.

Así mismo, el año 2019, el Río desbordó en el área urbana, llegando al IESTP "Enrique Pablo Mejía Tupayachi" y el coso de toros en la ribera del río Cheqhuiña del distrito de Maranganí. Esto resultó en la destrucción de varias vías, así como también pérdidas en la agricultura, la ganadería y la zona urbana. (Municipalidad Distrital de Maranganí, 2020).

Figura 6. *Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2019*



Fuente: Municipalidad distrital de Maranganí. (2019). Archivos centrales

Figura 7. *Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2019*



Fuente: Municipalidad distrital de Maranganí. (2019) archivos centrales

Los desbordamientos de los ríos son una catástrofe natural que se produce cuando el nivel de agua sobrepasa los límites del cauce. Esto se debe a varios factores como las fuertes lluvias, la morfología y topografía. (Municipalidad Distrital de Maranganí, 2020).

Figura 8. Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2019.



Fuente: Municipalidad distrital de Maranganí. (2019). Archivos centrales

Seguidamente al posterior año 2020, la agricultura sufrió una gran afectación con el desastre que se presentó en la región. Esto trajo como resultado la devastación de grandes áreas de terreno, cultivos e inmuebles, causando la muerte de muchos animales de ganadería. (INDECI, 2022).

Estos desastres están asociados a numerosos riesgos para la vida humana, incluyendo enfermedades. Además, el cambio climático está contribuyendo a aumentar la frecuencia de los desbordamientos de ríos, algunos de los cuales han ocasionado graves daños en todo el sector del distrito de Maranganí. Los cambios en la precipitación, los patrones de temperatura y la reducción de la cobertura de nieves y glaciares, están aumentando el riesgo de desbordamientos, que puede provocar desbordamiento e inundaciones más extensas.

Como por ejemplo en el año 2022, las precipitaciones no fueron muy altas pero el río Cheqhuiña se ha incrementado donde solo afecto a los terrenos en las orillas del río y unos cuantos daños a los ovinos y vacunos de

la ganadería, pero no olvidemos que debemos estar prevenidos para los próximos años que no se puede saber cuando vendrán estos desastres y la magnitud, que la municipalidad distrital de Maranganí debe estar preparado para este tipo de regiegos con este diseño de muro de gaviones como defensa ribereña propuesto. (Municipalidad Distrital de Maranganí , 2020).

Figura 9. Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2022



Fuente: Claudio Zabala (2022) fotografía del experiodista radio Sicuani

Si bien es cierto que no hay manera de predecir con exactitud el momento en que un desastre natural por inundación ocurrirá a causa de un desbordamiento de un río. Las precipitaciones posibles y la cantidad de agua que entrará a un río son difíciles de predecir. Aunque existen medidas preventivas para ayudar a disminuir el riesgo y la probabilidad de desastres naturales por desbordamientos e inundaciones, no se puede evitar completamente su ocurrencia. (Municipalidad Distrital de Maranganí, 2020).

Figura 10. Desbordamiento del río Cheqhuiña del año 2022



Fuente: Claudio Zabala (2022) fotografía del experiodista radio Sicuani.

Las medidas de protección ante estos desastres naturales son:

Los muros de contención construidos como muros de protección de los ríos son medidas constructivas preventivas que reducen los posibles daños por desbordamientos por causas de los excesivos aluviones de la época.

Sin embargo, es necesario conocer que tan importantes son reconocer los revestimientos en las riberas contra la socavación en las obras de defensas ribereñas, matrices de hormigón y geografías sintéticas, ya que se ve que en extensos casos carecen de métodos de diseño suficientemente establecidos debido a su uso relativamente reciente y estas obras de protección fallan a causa de la falta de protección adecuada ante la erosión (Quinte L., N., 2021).

Por lo tanto, debido a la nueva necesidad de una alternativa de revestimiento protector en las riberas del río, se recomienda el uso de Geoceldas rellenas de hormigón.

1.1.1. Causas

Los desbordamientos en el río Cheqhuiña, se deben principalmente a las altas precipitaciones, acumulación de agua debido a las extremas lluvias

en el sector. Este exceso de agua no puede ser absorbido por el suelo y como resultado, el agua se desborda. Las represas, los deslizamientos de tierra y los desechos sólidos también pueden contribuir a los desbordamientos de los ríos.

Un exceso de precipitación, especialmente durante las estaciones de lluvia.
Deshielo de las montañas debido a un calentamiento global.

El desprendimiento de tierras de laderas de montañas y colinas.

1.1.2. Efectos

Como efecto en el río Cheqhuiña, trae las inundaciones en las zonas bajas cercanas al río, la destrucción de infraestructuras y propiedades de inmuebles, así como las pérdidas de vidas humanas y animales, La presencia indebida de sustancias químicas nocivas en el agua es un problema grave que se produce por la adición de desechos tóxicos. Esta contaminación amenaza la salud humana y el entorno natural, provocando diversos efectos negativos, erosión de las orillas del río Cheqhuiña e interrupción de los tráficos fluviales y costeros.

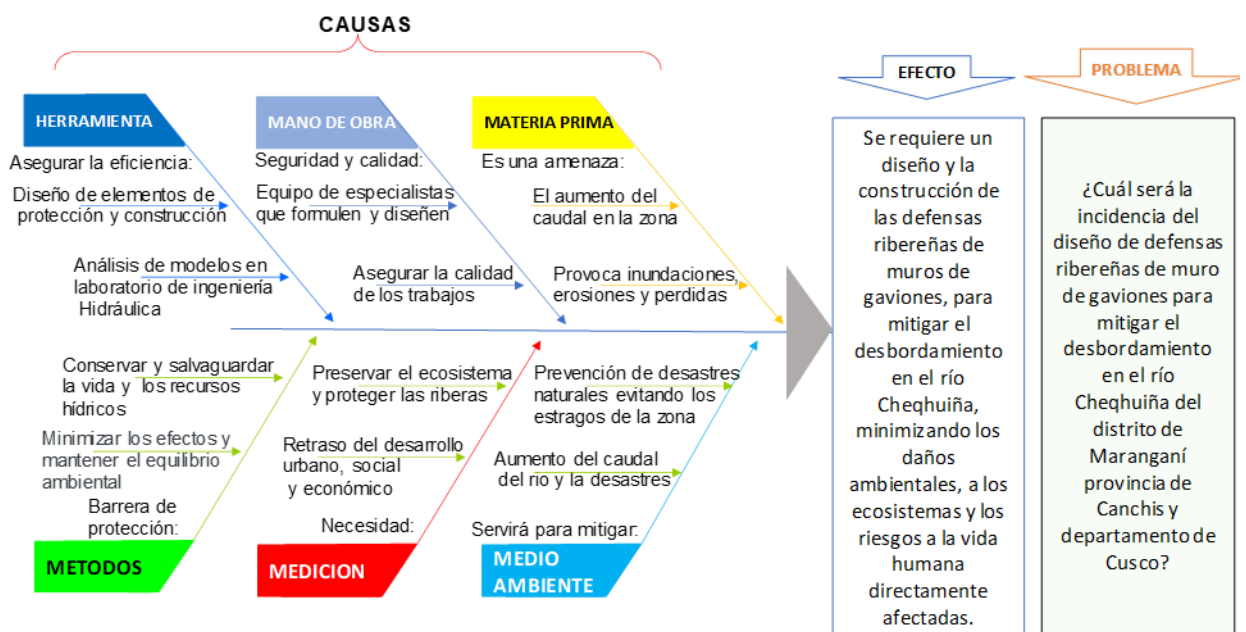
1.1.3. Aporte

Con la barrera protectora dentro del río Cheqhuiña, como defensa ribereña, esta estructura de este muro de gaviones conllevará al desarrollo económico y poblacional que vive a través de la ganadería, turismo y agricultura. se resolverá esta problemática donde en la actualidad la zona urbana y rural tiene un riesgo alto por este desastre natural. Es por ello gracias a este diseño se eliminará este daño, gracias a ello se tendrá un crecimiento y desarrollo poblacional en estas áreas peligrosas y así mismo se tendrá una mejor calidad de vida, seguridad y tranquilidad de los pobladores, por otro lado, protegerá al ecosistema conservando y restaurando el medio ambiente del sector.

1.2. Formulación del problema

Se identifica el problema principal en base a una validación externa a expertos y analizar la situación de la zona, donde se identifica las causas y el efecto, consiste en la necesidad de diseñar y una posterior construcción de las defensas ribereñas de muro de gaviones como barrera, para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña, con el fin de reducir este tipo de desastres naturales causados por desbordamientos que son negativos para medio entorno y ambiente, los ecosistemas y los riesgos para la vida humana directamente afectados, como así también para que se mejore la calidad de vida para un desarrollo de la localidad. Con los resultados obtenidos se realizó un diagrama de causa y efecto que se puede verificar en la figura 11.

Figura 11. Diagrama de Causa y Efecto



Fuente: Desarrollado propiamente (2023).

Hay muchas explicaciones para los fenómenos naturales recientes, porque son muy complejos y difíciles de predecir ya que es por causa de los fenómenos naturales. Prueba de ello es lo ocurrido en hace bastantes años aquí en la misma cuenca del río Cheqhuiña de la región del Cusco, zona que experimentan lluvias periódicas y otras con precipitaciones muy intensas.

Dos factores han contribuido a los eventos climáticos recientes en la región del Cusco, incluidas las lluvias y las temperaturas récord del distrito de Marangani. Una de estas y tantas razones pues es el calentamiento atípico del Océano Pacífico a lo largo de las inmensas costas, la central y sur del país, donde la temperatura del mar está en grados elevados por el calentamiento global unos grados de más por encima de sus valores normales superando la normalidad del clima, la otra razón es que el aire está cálido y húmedo proveniente del Ecuador. El Océano Pacífico se asentó en las mismas zonas costeras que esta misma afecta en todo el territorio peruano en principal en el sur del país. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMH, 2022).

1.2.1. Problema general

¿Cuál será la incidencia del diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuña del distrito de Marangani provincia de Canchis y departamento de Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

PE 1: ¿Cómo influye el estudio topográfico en el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuña del distrito de Marangani provincia de Canchis y departamento de Cusco?

PE 2: ¿Cómo interviene el estudio hidrológico en el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuña del distrito de Marangani provincia de Canchis y departamento de Cusco?

PE 3: ¿Cuál es la influencia del estudio de suelos en el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuña del distrito de Marangani provincia de Canchis y departamento de Cusco?

PE 4: ¿Cómo interviene el análisis hidráulico y estructural en el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Demostrar la incidencia del diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco.

1.3.2. Objetivos específicos

OE 1: Determinar el estudio topográfico, para el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco.

OE 2: Determinar el estudio hidrológico, para el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco.

OE 3: Determinar el estudio de suelos, para el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco.

OE 4: Desarrollar el Análisis hidráulico y estructural en el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco.

1.4. Justificación de la investigación

En la localidad del distrito de Maranganí la ganadería, la agricultura y el turismo es esencial la promoción de un desarrollo sostenible para garantizar un futuro viable y acrecentar la economía y el desarrollo de la población.

La influencia del turista aun es mínima ya que el mirador astronómico ubicado ante faldas del río Cheqhuiña, aún esta inhabilitada, pero tenemos un centro turístico en funcionamiento el cual es la montaña Pallay Puncho que es un lugar atractivo con belleza natural, ubicados el sur de la localidad del distrito de Maranganí a una altura de 3702 m.s.n.m. dicho centro de atracción, se encuentra en el territorio de la jurisdicción del distrito Maranganí – Cusco.

Figura 12. Centro turístico Pallay Puncho (2023).
<https://www.tourvinicuncaperu.com/en/pallay-punchu-how-to-arrive/>
<https://www.tourvinicuncaperu.com/en/pallay-punchu-how-to-arrive/>



Fuente: Municipalidad distrital de Maranganí (2023). Centro turístico.

Este estudio de investigación es justificado porque al realizar una protección en la ribera del río Cheqhuiña, permite a los habitantes del distrito de Maranganí, conocer sobre sus pérdidas económicas en: la agricultura, tanto la ganadería, el turismo y el desarrollo urbanístico y económico del distrito de Maranganí ya que es la calve para el desarrollo de la zona y dará mayor seguridad y calidad de vida en las riberas del río aparte que será una atractivo vista para los turistas.

Figura 13. Desbordamiento del río Cheqhuiña, la agricultuta.



Fuente: Municipalidad distrital de Maranganí. (2019). Archivos centrales

Justificación económica: Con el desarrollo y la propuesta de este diseño de muro de gaviones aumentará el crecimiento en la productividad de la agricultura, ganadería y el turismo, que gracias a ello está el movimiento económico del distrito de Maranganí.

Figura 14. Mirador astronómico encima del río Cheqhuiña



Fuente: Municipalidad distrital de Maranganí. (2023).

Justificación ecológica: se considera que, para lograr el desarrollo sostenible a partir de la mitigación a causa por el desbordamiento del río, para la restauración del medio entorno y el ambiente en las riberas del río,

protección de los inmuebles y viviendas, la conservación para la recuperación de la vida silvestre, es el momento y necesaria realizar esta propuesta del diseño de gaviones.

Figura 15. *Río Cheqhuiña desde el este*



Fuente: El autor (2023).

Justificación turística: Se centra desde el mirador astronómico cono la importancia de preservar el ecosistema ribereño del río Cheqhuiña. La implementación de muros de gaviones contribuirá a la mitigación de los desbordamientos y a la prevención de daños a la región. Esto permitirá que los visitantes se complazcan y disfruten de la belleza que nos tae la naturaleza de este lugar, así como de la oportunidad de observar el cielo desde el mirador astronómico. El mirador proporcionará una oportunidad única para que los visitantes descubran el misterio de los cielos, aprendiendo sobre la astronomía en un ambiente seguro y cómodo. De esta manera, el turismo se convertirá en un recurso de fuente para ingresos económicos para la región y contribuirá a la conservación y restauración de este hermoso ecosistema.

Figura 16. Infraestructura del mirador astronómico turístico.



Fuente: Municipalidad distrital de Maranganí. (2023).

Justificación social: Aumentar la satisfacción laboral y mejorar relaciones personales y familiares de los pobladores con las condiciones a través de las defensas ribereñas de muro de gaviones en las riberas del río Cheqhuiña, dando de esta manera la seguridad y tranquilidad de tener una calidad de vida mejorada y la confianza de radicar en la zona, que esta va de la mano con la ecología.

Figura 17. Río Cheqhuiña desde el cerro Apu atería.



Fuente: El autor (2023).

Justificación integral: Con la forma de este diseño en muro de gaviones para se buscará la seguridad y tranquilidad de la población ante este desastre natural, evitando pérdidas en viviendas, terrenos de agricultura y le

desarrollo económico competitivo, social cultural, turístico y sostenible, mejorando el equilibrio y balance de la vida en la flora y fauna. Por todas estas justificaciones el diseño, se justifica la posterior construcción que da ventajas a pueblo del distrito de Maranganí.

1.4.1. Importancia de la investigación

Esta tesis está dirigida a comprender mejor el comportamiento hidrológico y fluvial del río Cheqhuiña de Maranganí, especialmente con el objetivo de mitigar los desbordamientos ribereños. El estudio abarcará el diseño de los muros de gaviones para lograr la resistencia, seguridad y durabilidad necesarias para evitar los desbordamientos. La investigación es de extrema importancia para la región, dado el impacto negativo que los desbordamientos causan en la economía, medioambiente y población.

Esto extenderá la vida útil de los muros y reducirá el riesgo de desbordamiento. Además, el diseño de estas defensas ribereñas contribuirá al desarrollo socioeconómico de la región, ya que proporcionará la infraestructura necesaria para prevenir inundaciones y ayudar a los habitantes de la región a acceder a bienes y servicios para el bienestar y desarrollo del distrito de Maranganí.

1.4.2. Viabilidad de la investigación

Es viable investigar la forma en que pueden diseñarse estructuras defensivas de muro de gaviones para proteger la ribereña del río Cheqhuiña en el distrito de Maranganí, así como para la región de Cusco, ya que los desbordamientos pueden ocasionar graves daños a la zona. Esta investigación analizará si el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones es una opción viable para contrarrestar los desbordamientos en el río Cheqhuiña desde el enfoque de técnico, accesible, económico y medioambiental.

Finalmente, se debe realizar una evaluación de la eficacia del proyecto para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña. Esta evaluación incluirá un análisis detallado de los tiempos de respuesta de la defensa ante un desbordamiento y los niveles de agua reducidos que pueden ser alcanzados con el proyecto.

Además, el proyecto debe estudiar el impacto ambiental de cada uno de los métodos de diseño. Esto significa evaluar cómo los cambios en el flujo del agua, la erosión, la sedimentación, la calidad del agua y la vida silvestre afectarán la zona y sus alrededores. Esta evaluación debe incluir la evaluación de aquellos posibles beneficios y riesgos para el medio ambiente.

En resumen, se puede plantear como viable el estudiar la implementación de barreras defensivas de muro de gaviones para evitar el desbordamiento en el Río Cheqhuiña. El resultado de dicho estudio podría proporcionar soluciones efectivas para atenuar el impacto de las inundaciones provocadas por el río el cual es un proyecto de investigación viable que abarca una variedad de factores para garantizar el diseño y que se cumplan los objetivos de seguridad, cumplimiento de normas, eficiencia, impacto ambiental y consecución de recursos.

Figura 18. Segundo tramo del río Cheqhuiña



Fuente: El autor (2023).

1.5. Impacto potencial de la investigación

1.5.1. Impacto teórico

Se aporta información acerca de la eficiencia de los muros de gaviones son una estrategia importante para estabilizar el curso del río Cheqhuiña en Maranganí, Canchis. Se evaluarán sus eficiencias para establecer los factores que afectan a su estabilidad, además de los beneficios económicos y ambientales que pueden ofrecer. Se realizarán simulaciones hidrológicas y análisis para determinar su nivel de seguridad y el impacto ambiental producido. Por último, se diseñará un sistema de optimización para la posterior construcción de esta estructura. El muro de gaviones tiene la función de contener el agua y evitar la erosión durante los periodos de crecida, sirviendo como protección al mantener estable la vegetación, flora y fauna. Además, proporciona seguridad a las poblaciones urbanas y rurales, al evitar la erosión que sufrirían sin su presencia.

Aportará conocimientos nuevos y se estudiará el diseño de una defensa ribereña a partir de un muro de gaviones para reducir el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí a través de un análisis geotécnico y topográfico. Esto incluirá información sobre la ubicación de la estructura, el diseño de la misma y la evaluación de su efectividad. De igual manera, se considerarán los riesgos potenciales que pueden presentarse durante la construcción del proyecto y los recursos locales que podrían utilizarse para optimizar el mismo. Estas ideas permitirán la creación de un muro exitoso y acorde con los objetivos iniciales.

Se brindarán conocimientos sobre contenedores de piedra colocados en forma de muros. Esta estructura se usa para regular el volumen máximo de agua que circula por medio de los ríos, como solución es como un sistema de drenaje para preservar la estabilidad en las riberas del río y el medio ambiente.

Ventajas: con su resistencia a la erosión, La posterior construcción con un presupuesto bajo resulta ser una opción atractiva, ya que los costos involucrados son mucho menores que con otras opciones y su capacidad para ser adaptados a diferentes aplicaciones. Además, los muros de gaviones son flexibles y pueden ser adaptados a diferentes condiciones de entorno.

Se pueden adaptar las defensas ribereñas de muros de gaviones a la realidad local mediante el uso de los conocimientos y estudios previos realizados en otros países. Esto implica el uso de fundamentos para su diseño, construcción y mantenimiento, así como la consideración de condiciones locales, como el suelo, el clima, los materiales y, lo más importante, buscando minimizar el impacto ambiental. Además, se necesita contar con mantenimiento adecuado para garantizar la eficacia y durabilidad de la estructura. Finalmente, es necesario utilizar los mejores recursos para asegurar el éxito en su diseño y construcción.

1.5.2. Impacto práctico

Es preciso saber que la gran problemática que tiene este sector es clara que a causa de las excesivas lluvias en las temporadas de primavera. La topografía del sector ocasiona inundaciones a causa de los desbordamientos y cada año tiene que llevarse consecuencias de economía y pérdidas de cultivos y de viviendas.

Beneficiará a: Los pobladores del distrito de Maranganí, ya que ellos son los principales beneficiadores de esta propuesta para tener una seguridad y calidad de vida mucho mejor.

La flora y la fauna será otro de los beneficiados ya que ayudará a restablecer la vida silvestre en el río Cheqhuiña y también ayudará a protegerlos como mitigación del impacto ambiental.

Municipalidad distrital de Maranganí, con esta propuesta de diseño la entidad local podrá realizar un proyecto para ejecución en obras hidráulicas como protección de las riberas del río Cheqhuiña

Así de esta manera ayudando a proteger a la población y sus bienes de los daños causados por desbordes, inundaciones, corrientes impetuosas, derrumbes, etc. Las defensas ribereñas también ayudarán a mejorar la calidad del agua, protegiendo a la flora y fauna local, así como a mantener la estabilidad de los ecosistemas. Además, las defensas ribereñas de muro de gaviones ayudarán a tomar algunas precauciones para prevenir la erosión de

las costas de los distintos países. Tales medidas incluyen la restauración y refuerzo de la vegetación costera, el uso de estructuras de protección como muros, diques y rellenos para limitar el impacto la adopción de técnicas de restauración para compensar el impacto de la construcción humana en las costas y a mantener los cauces de los ríos seguros para el uso recreativo

Servirá para todos aquellos que se preocupan por la mitigación de los desbordamientos en el río Cheqhuiña del Distrito de Maranganí, como las autoridades locales, los habitantes del lugar, las organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas, investigadores, etc. Esta tesis de investigación también podría servir como un referente para aquellos que buscan soluciones a problemas similares en otros lugares.

Habitantes: Las defensas ribereñas de muro de gaviones pueden servir para proteger a los habitantes que viven cerca de ríos y la comunidad campesina de Hancchocca ya que son las áreas afectadas.

Turismo: También servirá a los turistas porque en esta zona encontramos miradores astronómicos, porque es el centro de su atractivo y como solución para la protección del río, debe ser muy atractivo en relación con el ecosistema.

Desastres naturales: Estas estructuras también pueden ser ventajosos para ayudar a minimizar la erosión y la inundación de áreas cercanas. Los muros de gaviones también pueden ser útiles para promover la recuperación de la vida silvestre, ya que protegen a los hábitats acuáticos.

Mitigar el impacto ambiental: Finalmente, pueden ser útiles para ayudar a controlar los desbordamientos y las inundaciones en zonas de riberas del río Cheqhuiña.

La utilidad es contribuir al desarrollo de estrategias para mitigar los desbordamientos del río Cheqhuiña, que se basan en el uso de materiales inertes para conformar una estructura de contención que protege a la comunidad contra el riesgo de inundaciones. Esta tesis también proporcionará unos cálculos directos basados en las normativas y libros para el diseño de estas estructuras para garantizar su eficacia.

Las defensas ribereñas de muro de gaviones proporcionan una solución eficaz para el control de la y protección a la erosión de los acantilados, presas, diques, obras de contención, puentes, embalses, etc.

Estas estructuras son especialmente útiles para resistir el impacto de los flujos de agua, que son el principal factor de erosión en los ríos.

Los muros de gaviones son fáciles de instalar y mantener, y a menudo son la mejor opción para prevenir la erosión en zonas de agua con un alto nivel de actividad.

Estas estructuras también pueden ser usadas como mecanismo para controlar el flujo de agua alrededor de estructuras críticas, como presas, para evitar el colapso o el daño.

El problema a resolverse es que las defensas ribereñas de muro de gaviones pueden ayudar a prevenir para reducir los daños ocasionados por el desbordamiento, inundaciones, erosión de ríos, asentamiento de arenas, deterioro de los ecosistemas acuáticos, etc.

Estas defensas pueden ser usadas para proteger las bordes de los ríos tanto como en la zoma urbana y rural, así como para prevenir la contaminación de las aguas.

También se pueden utilizar para restaurar y conservar los ecosistemas acuáticos afectados por la sedimentación y la erosión, así como para revalorizar los ecosistemas y reducir la contaminación por nutrientes.

Los principales problemas que se pueden resolver con esta tesis de investigación son:

Primero: Reducir el riesgo de desbordamiento en el río Cheqhuiña y sus alrededores.

Segundo: Mejorar la seguridad en la zona ribereña.

Tercero: Proporcionar una solución a largo plazo para la prevención de desbordamientos.

Cuarto: Establecer una estructura de manejo contra inundaciones para la seguridad de la población local.

Quinto: Mejorar el entorno medioambiental de la zona.

Sexto: Mitigar el impacto de los desbordamientos en la zona.

Séptimo: Proporcionar una solución a largo plazo para la mitigación de eventos de desbordamiento.

Octavo: Desarrollar una estrategia de respuesta para ayudar a los afectados por desbordamientos.

Figura 19. *Río cheqhuiña, población de Maranganí*



Fuente: El autor (2023).

1.6. Alcances y limitaciones de estudio

1.6.1. Alcances

Los alcances de la tesis "Diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña de la localidad incluyen:

Estudio de la hidrología del río Cheqhuiña para determinar el régimen hidrológico, la cantidad de caudal que se desborda en los momentos de mayor afluencia y los factores que se ven e influyen en su comportamiento hidráulico en la cuenca de estudio, dentro de ello incluye la morfología fluvial del río Cheqhuiña para determinar la ubicación adecuada para su diseño y posterior instalación de las defensas ribereñas.

Estudio de los niveles de agua, sus máximas avenidas y su relación con los desbordamientos del río Cheqhuiña.

Análisis de los datos hidrológicos y morfológicos para determinar la necesidad de diseñar defensas ribereñas para mitigar los desbordamientos.

Diseño de los muros de gaviones para mitigar los desbordamientos en el río Cheqhuiña.

En estudio geotécnico, estudio de mecánica de suelos para evaluar y determinar la clasificación y características del suelo y estructuras geológicas en el área de estudio y de esta manera diseñar las defensas ribereñas de muros de gaviones para mitigar el desbordamiento del río.

Propuesta de políticas y planes de acción para una adecuada gestión sostenible de la zona ribereña del río Cheqhuiña.

1.6.2. Limitaciones

Las limitaciones en el ámbito de la topografía, la hidrología y la mecánica de suelos son accesibles ya que es un espacio comunal que se realizará sin ninguna limitación y claro son imprescindibles para plasmar el diseño correcto de defensas ribereñas de muros de gaviones. Estas materias ayudarán a desarrollar una adecuada disposición hidráulica, para lograr el propósito. En la especialidad de la geotecnia se realizó los ensayos de laboratorio con los datos de campo, con los suelos y las rocas de la cuenca de estudio, los ensayos de laboratorio se evidencian las particularidades del suelo tanto como físicas y mecánicas, nos brinda informaciones particulares del terreno con sus parámetros para el diseño de la defensa ribereña de muro de gaviones.

Las limitaciones incluyen: La tesis se referirá a una ubicación específica para darle una solución al problema por lo que la propuesta de diseño solo aplica a esta cuenca Cheqhuiña y el área de estudio, por lo que no abordará otros aspectos relacionados con el desbordamiento, como el uso sostenible del agua, los impactos ambientales y sociales.

Figura 20. *Río cheqhuiña, amplitud del desborde.*



Fuente: El autor (2023).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Tomala M., J. (2022). En su investigación titulada, *Estrategias de mitigación para el control de inundaciones en el cantón Salitre - provincia del Guayas. Ecuador*. El objetivo es proporcionar una metodología para minimizar los desastres ocasionados por el desbordamiento del río Vinces, mediante la aplicación de tecnologías hidrológicas, estudios y análisis de las zonas afectadas y la construcción de muros de gaviones para disminuir la inundación. La metodología se centró en recolectar datos históricos de caudal a través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI); estudios y análisis de zonas de desastre; creación de un mapa de susceptibilidad de inundación. El instrumento utilizado es el software QGIS para la caracterización de la microcuenca del río Vinces y el software HEC-RAS para ejecutar las simulaciones de inundación. La muestra es el cantón Salitre, el río Vinces y los sectores más afectados por los desastres que sufrió, así como la recopilación de datos históricos sobre los caudales máximos anuales. Los resultados muestran que los desbordamientos han aumentado desde el año 1965. Para mitigar los efectos de estas inundaciones y prevenir futuros desastres mediante la elaboración de una metodología para la prevención de inundaciones que incluye la disección de datos históricos, mapas de susceptibilidad, cálculos de caudal de aporte con el software HEC-RAS, y la construcción de muros de gavión.

Farias, H. D., Domínguez R., Lucas G., & Pieta V., J. (2021). En su artículo titulado: *Análisis hidro-sedimentológico 2d del comportamiento de un campo de espigones para la protección de márgenes en un río meandriforme*. El objetivo es estudiar el comportamiento hidro-sedimentológico de una curva en un río de llanura mediante el uso del modelo TELEMAC 2D acoplado al módulo morfológico Sisyphe. Se analizarán modelos de estructura de flujo y morfología del fondo y se mostrará el acrecentamiento de un flujo de

recirculación entre espigones. Esta lectura utiliza una metodología de modelación numérica. Los instrumentos utilizados, se han utilizado un modelo matemático (TELEMAC 2D) acoplado a un patrón morfológico Sisyphé para analizar el modelo de la morfología de fondo y estructura del flujo. La muestra de esta investigación es la curva del río del Valle (Argentina), sobre el cual se instauró una obra de resguardo sobre su margen extrínseca. Los hallazgos denotan la activación del modelo TELEMAC 2D, acoplado a Sisyphé, permitió ver patrones de velocidad y líneas de corriente alrededor de los espigones; además, se observó flujo de recirculación entre los mismos, la locomoción del centro de máximas velocidades hacia el centro de la curva, así como el recrecimiento vertical del fondo y el aminoramiento de barra empuntada a lo largo de la curva.

Fracassi, G. (2019). En: *Defensas ribereñas con gaviones y geosintéticos*. El objetivo es proporcionar una referencia valiosa para profesionales del sector en obras de amparo y estabilización en las riberas del río explicando las características de las estructuras en gaviones y geosintéticos. La metodología utilizada es la Bioingeniería y los modos o planes de dimensionamiento que se utiliza para abordar desde la morfología fluvial y los tipos de mediación en un curso de agua hasta la Bioingeniería y los planes de dimensionamiento, que se aplica para encontrar soluciones a problemas de estabilización, reglamentación, amparo contra erosión y monitoreo de crecidas en rumbos de agua. Los instrumentos utilizados son la morfología fluvial, la Bioingeniería, gaviones, geosintéticos, estructuras en gaviones, dimensionamiento y métodos de dimensionamiento. La muestra son proyectos de estructuras hidráulicas en gaviones y casos de los problemas encontrados y sus correjas aplicadas. Los resultados se pueden solucionar con diferentes tipos de revestimientos tal cual, como un canal de irrigación, muros de contención, diques longitudinales, espigones, gaviones y geosintéticos como también sugiere soluciones aplicadas para obra hidráulicas para proyectos de estructuras en gaviones

Ayala R., L., Franco R., A., & Padilla G., E. (2019). En su artículo: *Evaluación de la eficiencia en disipación de energía en estructuras hidráulicas*

construidas con gaviones y material reciclado (neumático usado) mediante modelamiento físico a escala reducida. El objetivo es evaluar la eficiencia de los disipadores de energía contruidos con materiales facultativos como neumático ajado en gaviones, mostrando los beneficios que estas estructuras tienen sobre flujos con plétora de energía cinética en términos de disipación de energía, reducción de costos y estabilidad morfológica del cauce. Por lo tanto, la metodología utilizada fue un modelamiento a escala reducida para evaluar el comportamiento de estas estructuras. Los instrumentos utilizados son un canal escalonado situado en la vía Bogotá –Villavicencio, un hoyo de alcantarillado pluvial que presenta una estructura de caída escalonada situado en el municipio Acacias (Meta) y cuatro caídas libres de hormigón al río Fucha en Bogotá. Además, se incorporaron materiales facultativos como neumático ajado. La muestra utilizada es el modelamiento a escala limitada de la operatividad de los disipadores de energía contruidos con materiales facultativos como neumático ajado y gaviones. Fueron evaluados tres estructuras de disipación de energía, encontrando una disipación de energía superior al 92%. Además, se redujeron los costos, se mantuvo o conservó la estabilidad morfológica del cauce y se condensó el caudal por el cauce principal. Los resultados de esta lectura indican que los disipadores de energía contruidos con materiales facultativos como neumático ajados y gaviones permiten disipar hasta un 92% de energía cinética, reduciendo costos al mismo tiempo que se conserva la estabilidad morfológica del cauce. Además, permiten condensar el flujo por el canal central y atenuar los cambios de dirección.

Bermeo T., I., & Hurtado N., V. (2018). En su investigación titulada: *Estudio comparativo de dos propuestas para la estabilización de deslizamiento en el Kilómetro 94 de la vía Naranjito-Bucay.* El objetivo es documentar la investigación realizada para estudiar el problema del deslizamiento de un tramo de carretera en el Ecuador. Además, el objetivo es proporcionar los parámetros necesarios para hacer una tasación del deslizamiento y el diseño de aciertas para el mismo. Por lo tanto, se empleó una metodología mixta que incluye una combinación de estudios topográficos y ensayos de laboratorio para obtener los parámetros necesarios para evaluar

el deslizamiento y para diseñar soluciones para el mismo. Los instrumentos utilizados para llevar a cabo este trabajo de investigación fueron: topógrafo, nivel de burbuja, aparato de presión piezométrica, osciladores, balanzas, entre otros equipos de laboratorio. La muestra para este trabajo de investigación será el tramo del kilómetro 94 de la vía Naranjito- Bucay. según la estabilidad del deslizamiento. Los resultados según esta lectura son: 1. Obtener la caracterización geotécnica del deslizamiento a través de los ensayos de laboratorio; 2. Determinar los principales parámetros del deslizamiento; 3. Evaluar estructuralmente la zona deslizada y estudiar los métodos Diseñar las técnicas de estabilización adecuadas y aplicables al tramo de la vía Naranjito-Bucay según la estabilidad del deslizamiento.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Pérez S., L. (2022). En su investigación titulada: *Evaluación del diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas en la margen izquierda del puente comuneros*. El objetivo es definir la mejor opción para que se desarrolle una defensa ribereña en el río Mantaro, considerando los parámetros hidráulicos y de estabilidad hidráulica para del diseño de la estructura, fue una metodología de diseño y análisis para calcular el caudal para el diseño de la referida defensa, así como el diseño y disección hidráulico, como instrumentos se utilizó el método de Creager o Wolfgang Trau, parámetros hidráulicos, dimensionamiento y diseño en el cual se verifica la estabilidad de la estructura por deslizamiento y volteo. La muestra consta en los tres tipos de diseños analizados: enrocados, gaviones y los muros de gravedad. Los resultados mencionan que la mejor alternativa es el muro de gravedad como defensas ribereñas del río Mantaro, además que, así como los gaviones, los enrocados y muros de gravedad demostraron que cumplen con los parámetros hidráulicos y estabilidad necesarios para el funcionamiento adecuado.

Huamán Guerrero, D. M. (2021). En su investigación titulada: *Evaluación hidrológica e hidráulica de obras de defensas ribereñas en ríos de montaña*. El objetivo Consistió en realizar una evaluación en campo para

determinar las características más importantes de las defensas ribereñas. Se utilizó la metodología de los estudios que evalúan la hidrología e hidráulica para determinar los parámetros adecuados y se incluyeron modelos digitales de terreno para mejorar la geometría del cauce para el apropiado diseño de la defensa ribereña. Los instrumentos fueron el estudio in-situ en el campo de la zona estudiada, cálculos de lluvias máximas en 24 horas, de precipitación, escorrentía, modelamientos del terreno natural y alterno del cauce y se analizaron los parámetros hidráulicos como la velocidad, número de Froude y el tirante, para el monitoreo de la erosión en el diseño. La muestra fue las metodologías que se aplicaron para diseñar los sistemas de control de la erosión analizan, los caudales, la hidráulica y la hidrología. Los resultados fueron positivos demostrando que las obras de protección resistieron a las máximas avenidas sin sufrir daños, como también indicaron su importancia de los modelamientos con modificaciones para actualizar las variaciones hidráulicas y topográficas.

Maraví A, F., & Melchor A., L. (2020). En su investigación titulada: *Análisis comparativo de defensas ribereñas para la mitigación de inundaciones del río Ica*. El objetivo es distinguir cual es la defensa ribereña más adecuada para la moderación de inundaciones en el río Ica y de esta determinar su costo para su implementación. Para esto, se utilizó la metodología de la información del expediente técnico y la página web de SENAMHI y la epístola nacional de geología. Se utilizaron herramientas de información, criterios empíricos, Excel, normativas y el software HEC-HMS y HEC-RAS que se realizaron un análisis comparativo de los 3(tres) tipos de defensas ribereñas. La muestra fue el expediente técnico “control de desbordes e inundaciones en el río Ica y quebrada Cansas/Chachajalla más la página web del SENAMHI y la carta nacional de geología. En los resultados de dispusieron el muro de gaviones es la más adecuada con dos tipos de dimensiones de 5x1.5x1m, H=4.20m, L=4m, E=0.30m, profundidad de socavación de 2.43m y borde libre se 1m. el cual tiene un costo de S/. 52,040.849.04. como también se obtuvo el caudal de diseño para un tiempo de retorno de 140 años con 771.90m³/s y la velocidad máxima del tirante de

5,05 m/s es de 4,2 m y el número de Froude es inferior a 1, lo que indica un flujo subcrítico.

Tabori R., A. (2019). En su investigación titulada: *Construcción de defensa ribereña del río supe ante posibles desastres naturales*. Se centró en ejecutar la defensa ribereña del río Supe, frente a posibles desastres naturales del año 2018. El cual se utilizó el método. La metodología fue los cálculos estadísticos utilizando el software Hyfran para la edición y gestión de datos, análisis gráfico y edición a si mismo la modificación de mapas con ArcCatalog, ArcToolbox, ArcMap, y uso del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Se utilizó el software AutoCad y para el procesamiento de los datos encuestados Se empleó estadística descriptiva utilizando el programa SPSS y cartografía del Instituto Geográfico Nacional (IGN). y los datos pluviométricos para la cuantificación de la escorrentía de la cuenca del río Supe. La muestra es la longitud de 86.83 km en el año 2018, el cual es la longitud de su cauce principal del rio Supe donde dan como resultado que las defensas de muro de gaviones estarán a la entrada y salida de los puentes con el fin de mantener su continuidad de los flujos del río para no afectar los accesos, además que la construcción de la defensa ribereña es muy oportuna para el río Supe para el monitoreo de desastres naturales donde las velocidades del río no superan los 5.0 m/s.

Huaman S., C. (2019). En su investigación titulada: *Diseño de muros de contención como defensa ribereña, tramo Huaura-Sayan del río Huaura*. Determinar los métodos de defensa ribereña, la relación de muros de contención en el tramo Huaura-Sayan de río Huaura, el método que se utilizó, así mismo se utilizó un método de diseño no experimental, descriptivo y correlacional de tipo aplicada, de esta manera como instrumento utilizado es el modelo de investigación establece que una mayor cantidad de caudal de diseño se correlaciona con una mejor defensa ribereña en el tramo Huaura-Sayán del río Huaura. Esto se determinó mediante la ecuación: Defensa ribereña = $409,273 + 0,000009$ (Caudal de diseño). Esta ecuación, verificada por el software estadístico Xlstat, indica que cuanto mayor es el caudal de diseño, mejor es la defensa ribereña. La población fue 134 inmuebles

afectadas y la muestra es de 57 inmuebles, como resultado la defensa ribereña del trecho Huaura-Sayán del río Huaura se relaciona con el diseño de muros de contención al tener un mayor caudal de diseño.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Defensas ribereñas

2.2.1.1 Introducción

Las defensas ribereñas son una estrategia usada para proteger una comunidad ribereña de la erosión y la inundación. Estas estrategias incluyen la construcción de diques, terraplenes y estructuras de contención. Estas estructuras retienen el agua de mar y evitan que se lleve la tierra y los materiales al mar, ayudando a proteger la costa de la erosión.

Estas estructuras también se utilizan para evitar la inundación en los terrenos donde se encuentra los cultivos, pueblos y ciudades ubicadas cerca de la orilla. Estas estructuras también sirven para regular el flujo de agua en una región, ayudando a aliviar el estrés de los sistemas de drenaje y la recarga de los acuíferos. Muchas de estas estructuras también se combinan con la restauración de la playa, la restauración de la vegetación para ayudar a proteger los inmuebles. (Vilches C., K., 2019)

Las obras de defensa ribereña tienen básicamente un enfoque de protección hacia los pobladores y la agricultura, sin embargo, los beneficios alcanzados son para todos los sectores y la población en general. Las condiciones hidráulicas, la naturaleza del terreno, los materiales disponibles y el uso de las áreas cercanas se tienen en cuenta para determinar qué tipo de protección se debe instalar para prevenir las inundaciones y proteger a los habitantes y las infraestructuras. Para ello, se realizan estudios preliminares como análisis hidrológicos, topográficos, morfológicos y de la situación actual. (Ministerio de agricultura y riego, 2018).

2.2.1.2. Definición de defensas ribereñas

Son estructuras físicas o naturales que se colocan en las orillas de los ríos para retener sedimentos y aumentos en el nivel del agua, evitando así el desbordamiento. Estas estructuras ayudan a proteger a las comunidades,

bosques y hábitats naturales a lo largo de la orilla, reduciendo así el riesgo de desbordamientos. Donde son sistemas diseñados para proteger zonas costeras de ataques navales, desde la época de la Edad Media. Estas defensas incluyen elementos como fortificaciones terrestres, torres de vigilancia, torres de defensa, cañones y barreras submarinas. El objetivo de estos sistemas es evitar que los atacantes accedan a la costa, proporcionando una línea de defensa para la zona. Las defensas ribereñas también pueden incluir sistemas de detección y señalización, así como sistemas de control y coordinación para aumentar la eficacia general.

Para prevenir inundaciones, se usan estructuras como represas, canales, defensas ribereñas, espacios de desbordamiento, sistemas de drenaje y mantenimiento, junto con medidas no estructurales tales como regulaciones de uso del suelo, normas de construcción y reglamentos de manejo de cuencas hidrográficas. Los materiales y formas empleados dependen de los recursos locales y usos del área. (Vilches C., K., 2019)

2.2.1.3. Historia de las defensas ribereñas

Las defensas ribereñas tienen su origen en la antigüedad. Durante los primeros años de la humanidad, se construyeron muros de piedra para proteger las ciudades de los enemigos. Estas estructuras eran conocidas como murallas y se utilizaron para evitar el acceso de los enemigos a la ciudad.

En el siglo XIX, el desarrollo de la tecnología militar impuso la necesidad de desarrollar nuevas formas de defensa. Esto llevó a la construcción de fortificaciones ribereñas. Estas estructuras eran mucho más grandes que las murallas de la antigüedad y constaban de una serie de fortificaciones, torres y trincheras. Estas estructuras permitían a los ejércitos defenderse de los ataques enemigos. Durante la Primera Guerra Mundial, la construcción de fortificaciones ribereñas se hizo aún más importante. Estas estructuras se construyeron en muchos de los frentes de batalla y permitieron a los soldados defenderse de los ataques enemigos. Aún hoy en día, muchas naciones siguen construyendo defensas ribereñas. Estas estructuras se usan para proteger a las naciones de los ataques militares y también para ayudar a

prevenir el tráfico de drogas y contrabando. Las defensas ribereñas son un importante elemento de la seguridad nacional y se seguirán construyendo durante muchos años más. (American Fortifications and the World Heritage Convention, 2006)

2.2.1.4. Características de las defensas ribereñas

Una de las grandes características son estructuras creadas para proteger una zona costera, la subida del nivel del caudal del río, las inundaciones y los desbordamientos. Estas estructuras pueden ser construidas con materiales naturales, como piedras, grava y arena, o con materiales artificiales, como hormigón, mampostería o acero. Una defensa ribereña también puede incluir una batería de diques, presas y canales de desviación de agua, y pueden tener la forma de una barrera continua o de varias estructuras individuales. (Terán A., R., 1998).

Estas estructuras también pueden contener una variedad de métodos de protección, incluyendo la construcción de terraplenes, la colocación de rocas en el fondo marino, la instalación de muros de retención con gaviones. (Terán A., R., 1998).

2.2.1.5. Usos de controlador ribereños

Los controladores de la defensa ribereña tienen el mismo propósito en cualquier sitio, independientemente de la forma en que la costa ha sido diseñada. Los controladores están diseñados para garantizar que la topografía de la costa, como la sierra o la selva, mantengan su registro original para que los sistemas de defensa ribereña funcionen de forma eficiente tales como:

Disminuir el flujo del caudal del agua próxima a la orilla para proteger dicha orilla de la erosión y preservar la vida acuática.

Tiene como finalidad de desviar la corriente en las riberas cuando suceden los desbordamientos.

Impedir la erosión de los bancos y orillas de los ríos.

Mantener y establecer con el revestimiento un ancho fijo del río.

Estabilizar el cauce en las precipitaciones fluviales.

Controlar y evadir la aparición de los meandros.

2.2.1.6. Tipos de defensas ribereñas

Al seleccionar material para construir una defensa, hay que tomar en cuenta muchos elementos, de los cuales el material es uno de los más significativos. Éste deberá responder a los resultados deseados, ofreciendo resistencia, impermeabilidad y durabilidad para soportar las condiciones climáticas. Asimismo, debe ajustarse a los componentes para otorgar una apariencia estética a la obra. (Terán A., R., 1998).

Artificiales: Son las obras de encauzamiento tienen como objetivo prevenir las inundaciones y mantener el curso del río con fluidez adecuada. Estas obras construyen un encajonamiento alrededor del curso del río para lograr el control adecuado.

Naturales: Son los depósitos arrastrados por el río y están depositadas en sus márgenes.

Existen defensas ribereñas de las cuales podemos definir de esta manera. Las defensas costeras: Estas defensas ribereñas están situadas en la costa y se utilizan para proteger el litoral de los ataques exteriores. Estas defensas incluyen puertos y fortalezas, como muros de contención y torres de vigilancia. Defensas fluviales: Estas defensas ribereñas se ubican a lo largo de los ríos y se usan para proteger la región de la inundación y los desbordamientos del agua. Estas defensas incluyen presas, diques y sistemas de drenaje tales como:

Muros de gaviones: Son estructuras de protección y contención de los cauces de agua construidas con gaviones (una estructura metálica de forma cilíndrica o prismática) con el objetivo de controlar el caudal de agua, evitar la erosión y proteger a los habitantes que viven en la zona ribereña. Estas estructuras se pueden usar para estabilizar los cauces de agua, prevenir inundaciones y proteger la vida silvestre. Los gaviones se construyen con materiales duraderos y resistentes, como la malla de alambre de acero, los

cuales se llenan con material pétreo para aumentar su resistencia y estabilidad. Estas estructuras contribuyen al desarrollo sostenible de la zona ribereña. (Terán A., R., 1998).

Figura 21. Muros de gaviones como defensa ribereña.



Fuente: El autor. (2023).

Muros de contención de concreto: son estructuras que se construyen en la longitud de los ríos para controlar la erosión de la orilla. Estas estructuras se construyen con materiales resistentes como el acero y el concreto. Estas estructuras ayudan a prevenir un derrumbe de la orilla, ayudan a reducir la erosión causada por la corriente y ayudan a regular el flujo de agua siendo de las más costosas. Mastache M, Victor I., González V., & Fernando J., (2014).

Figura 22. Muros de concreto armado (Huarmaca), en Piura



Fuente: Diario Correo (2018). Noticia (diariocorreo.pe)

Muros enrocados: son un tipo de defensa ribereña construida con grandes bloques de piedra. Esta técnica se utiliza para reforzar y proteger la orilla de un río o un lago. Estos muros generalmente están contruidos con grandes bloques de piedra que se colocan juntos para formar una barrera sólida. Esta barrera ayuda a prevenir la erosión, protege la orilla del río y contribuye a la estabilidad del terreno. Estos muros también pueden ser usados para construir presas, puentes y obras de infraestructura. (Terán A., R., 1998).

Figura 23. Defensa ribereña enrocados río Santa Eulalia y Rímac



Fuente: Latam construcción (2021). Ficha técnica (peruconstruye.net)

Defensas escollera: También conocidas como rompe olas, son estructuras construidas con materiales resistentes, como hormigón, que se extienden desde un extremo de la costa para disminuir la fuerza de las olas. Mastache M, Victor I., González V., & Fernando J., (2014).

Figura 24. Escolleras o rompeolas como defensas



Fuente: Colby Lysne (2017). Alamy Foto de stock

Defensas de terraplenes: son pequeñas laderas construidas con tierra para disminuir la fuerza de las olas.

Figura 25. Defensas ribereñas con terraplenes

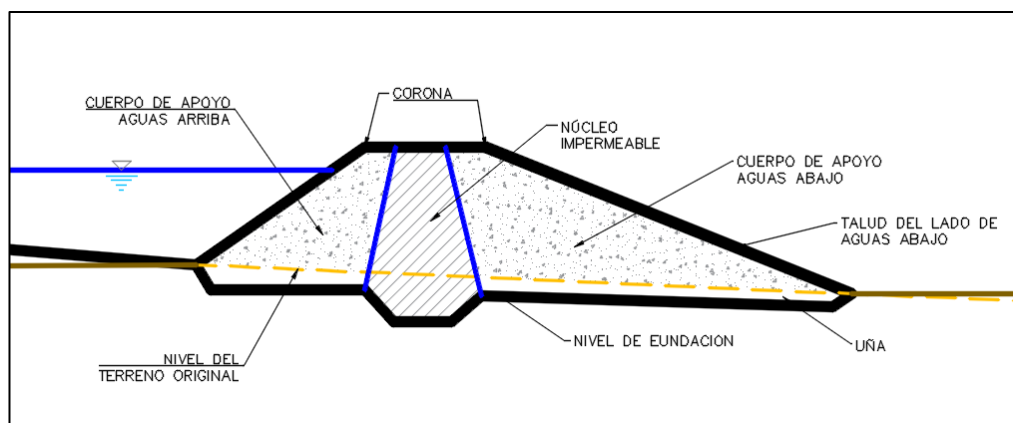


Fuente: Eco green construcciones. (2018).

Defensas de relleno: se construyen con materiales blandos como arena, grava o limo para disminuir la fuerza de las olas en los ríos.

Diques: Son estructuras diseñadas para limitar el excesivo flujo de agua en un río. Se dividen en dos tipos: naturales y artificiales. Estos últimos consisten en un tipo de muro, hecho con tierra, cemento, grava u otros materiales, para controlar el nivel del agua. Estas estructuras evitan inundaciones por exceso de agua, para retener el agua de un lago o río, para prevenir inundaciones, para regular el caudal de agua o para almacenar agua para uso futuro. Fracassi, G. (2019).

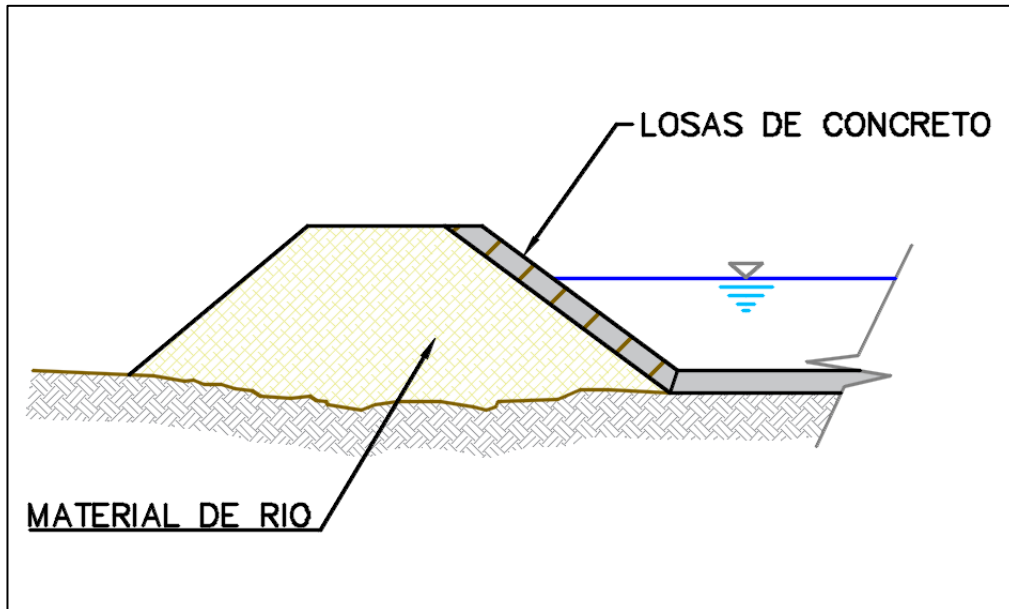
Figura 26. Principales partes de un dique



Fuente: El autor (2023). Wikipedia. (www.iagua.es)

Losas de concreto: Los bloques de hormigón armado se colocan en el lecho del dique trapezoidal con una distancia predeterminada entre cada uno.

Figura 27. Losas de concreto



Fuente: El autor (2023). FAO Training general. (www.fao.org)

Tetrápodos: Estas estructuras se parecen a un enorme "Yack", con cuatro brazos para sujetarse. Se usan para prevenir la erosión del suelo debido a la energía del agua. Estos dispositivos ayudan a controlar la erosión hídrica.

Figura 28. Tetrápodos como defensa ribereña



Fuente: Yhamil Yp (2017). D.R. con tetrápodos. (es.scribd.com)

Espigones: son estructuras artificiales, como muros, pilotes y diques, construidas a lo largo de la orilla de un cuerpo de agua para proteger los terrenos cercanos de la erosión y la inundación. Estas estructuras pueden ser construidas con materiales como rocas, lodo, arena, grava, cemento o madera. Fracassi, G. (2019).

Figura 29. Espigones como defensas ribereñas en ríos



Fuente: TDM Perú. (2018). Muros de encauzamiento. (www.tdm.com.pe)

2.2.1.7. Ventajas de las defensas ribereñas

Proporcionan una barrera mecánica para restringir el movimiento de la tierra erosionada y la sedimentación, así como también reducen el nivel del agua, disminuyendo la amenaza de inundaciones, ayudan a conservar la biodiversidad al evitar el desbordamiento de los ríos en áreas cercanas, proporcionan una estructura de soporte para la vida silvestre, ayudan a prevenir el flujo de aguas residuales a los ríos, proporcionan una fuente de alimento para la vida silvestre, así como también ayudan a mejorar el paisaje alrededor de los ríos, proporcionan una plataforma para el cultivo de plantas acuáticas. proporcionan una fuente de energía limpia al generar energía hidroeléctrica y finalmente ayudan a prevenir la contaminación de los ríos al detener la entrada de sustancias tóxicas, estas protecciones se dividen en cuatro ítems:

Protección contra inundaciones: Las defensas ribereñas ayudan a evitar inundaciones a través de la construcción de diques, presas y canales para desviar el agua de los ríos a áreas seguras.

Mejora de la calidad del agua: Las defensas ribereñas también aumentan la calidad del agua al detener la entrada de materiales sedimentarios y otras sustancias contaminantes en los ríos. Esto ayuda a mantener el equilibrio ecológico en las áreas cercanas.

Conservación de la biodiversidad: Las defensas ribereñas también ayudan a proteger la biodiversidad al evitar la erosión de los terrenos cercanos a los ríos, manteniendo así los hábitats de los organismos acuáticos.

2.2.1.8. Desventajas de las defensas ribereña

Las principales desventajas de las defensas ribereñas son básicamente a que algunos tipos de defensas ribereñas pueden ser costosos de construir y mantener como también pueden afectar la salud de los organismos acuáticos al alterar la calidad del agua, los patrones de flujo y así pueden reducir la cantidad de hábitat de agua dulce disponible para los organismos acuáticos.

Las estructuras de defensa ribereña pueden ser menos efectivas en áreas con graves problemas de erosión, como también pueden afectar la capacidad de los ríos para absorber inundaciones finalmente pueden interferir con la migración de los organismos acuáticos y afectar la biodiversidad.

2.2.1.9. Aspectos ambientales

La prevención contra el impacto del medio ambiente es uno de los factores más importantes ya que gracias a ellos tenemos vida en nuestro hermoso planeta y por ello tenemos que conservarlo y en los siguientes ítems veremos cuales son las prevenciones que debemos tomar en cuenta:

Prevención de la erosión de la orilla: Los sistemas de defensa ribereñas pueden ayudar a prevenir la erosión de la orilla, lo que puede prevenir la destrucción de hábitats acuáticos.

Prevención de la contaminación: Los sistemas de defensa ribereñas pueden ayudar a prevenir la contaminación y afectación del agua al ayudar a prevenir el derrame de productos químicos y la sedimentación.

Conservación de la vida silvestre: Las defensas ribereñas pueden ayudar a mantener los hábitats acuáticos y proporcionar refugio para la vida silvestre.

Figura 30. *Desastre natural por excesivas precipitaciones.*



Fuente: Senace. (2019). *Dirección de Evaluación Ambiental para Proyectos de Infraestructura.* (www.senace.gob.pe)

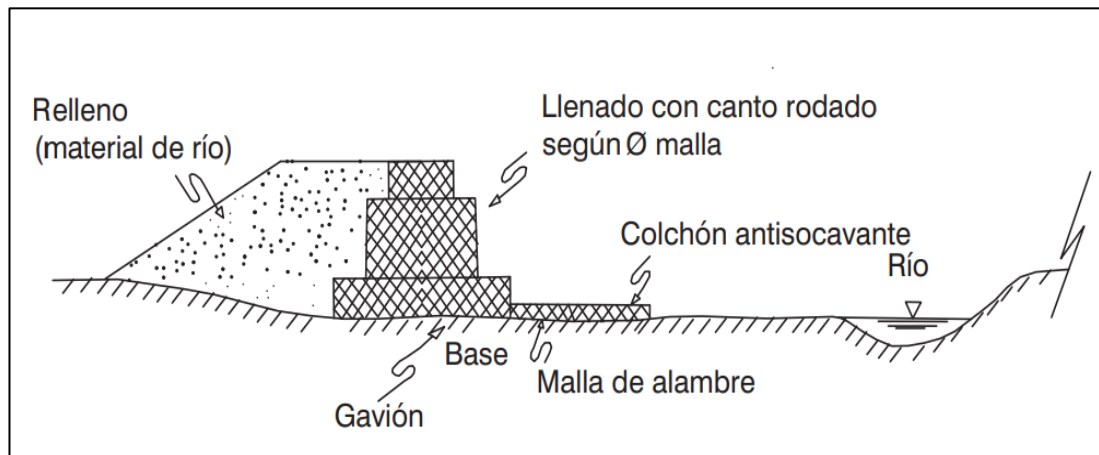
2.2.2 Muro de gaviones

2.2.2.1 ¿Qué son los muros de gaviones?

Son estructuras que están diseñados para usarse en obras de infraestructura y constan de una estructura compuesta por rejillas metálicas hexagonales galvanizadas para resistir la intemperie y la oxidación. Estas estructuras se rellenan internamente con piedras de diferentes tamaños, lo que las hace permeables. (Terán A., R., 1998).

Los muros gaviones son una técnica de construcción empleada en proyectos de ingeniería civil, la cual implica el uso de jaulas de alambre rellenas de materiales pesados, pero también son empleadas como paredes decorativas o separadores en jardines, o incluso para darle un toque especial a los espacios interiores. (Terán A., R., 1998).

Figura 31. Defensa ribereña de muro de gaviones



Fuente: Instituto nacional de defensa civil. (2021)

Los muros de contención (gaviones) se construyen mediante el montaje de cestas rectangulares de malla electrosoldada que se conectan unas con otras. Estas cestas se luego llenan con piedras para gavión. Algunas de las ventajas de esta estructura es que son flexibles, se pueden instalar en lugares difíciles de alcanzar, son muy duraderos y no necesitan una gran cantidad de mantenimiento. Una desventaja es que el montaje de la estructura de malla puede ser complicado y requiere una mano de obra especializada. Además, la instalación de los gaviones puede ser costosa. (Terán A., R., 1998).

Los muros de gaviones se pueden construir sin necesidad de cimientos y se pueden adaptar a los contornos del terreno. Estas estructuras ayudan a prevenir la erosión y permiten que el agua fluya libremente. La construcción de estos muros requiere una gran cantidad de trabajo, pero el costo es relativamente bajo, especialmente si se pueden utilizar materiales locales.

Por su estética, El gavión lunfardo se ha vuelto un elemento de uso múltiple debido a su atractivo visual, desde su uso original como muro de contención, hasta su uso en muros, mobiliario urbano y otros. (Terán A., R., 1998).

2.2.2.2. Historia de los muros de gavión

Hace aproximadamente 7000 años A.C. se construyeron estructuras de tipo muros conocidos como gavión, la palabra proviene de una antigua

palabra italiana, "gavión", que significa "jaula grande". Estas estructuras se utilizaron para proteger la orilla del río Nilo. American Fortifications and the World Heritage Convention, (2006)

Durante la Edad Media, los gaviones de piedra se empleaban como medio de defensa militar. A lo largo del tiempo, los ingenieros civiles han reconocido la utilidad de estas estructuras para la estabilización de riberas, carreteras y control de erosión en laderas. Por esta razón, se han empleado ampliamente los gaviones en estos proyectos. American Fortifications and the World Heritage Convention, (2006)

Desde los orígenes del río Nilo, los muros de gaviones han sido una bendición para el paisaje. Esta estructura de contención de peso ha sido utilizada durante miles de años y sigue siendo una solución práctica, económica y atractiva para el diseño de sistemas de muros. American Fortifications and the World Heritage Convention, (2006)

2.2.2.3. Características de los muros de gaviones

Estas son las características de los muros de gaviones por su forma, estructura y su material.

Está hecho de materiales resistentes como malla de alambre, piedras, grava y tierra. Está diseñado para resistir erosión, presión hidrostática y resistencia mecánica. Los muros de gaviones se construyen para contener la tierra, el agua y otras partículas. Los gaviones se pueden usar para proteger zonas costeras, estabilizar los terraplenes de carreteras y proteger los cauces de los ríos. Los muros de gaviones tienen la ventaja de ser muy versátiles y económicos. Estos muros se pueden construir en diferentes formas, tamaños y resistencias. Los muros de gaviones se pueden diseñar para resistir la acción de las olas y proporcionar una estabilidad adecuada.

Estos muros también se pueden construir con diferentes materiales para adaptarse a diferentes entornos. Los muros de gaviones son una excelente forma de estabilizar la orilla de un río o lago y protegerlo de la erosión causada por el agua. Pérez S., L. (2022).

2.2.2.4. Ventajas de los muros de gaviones

Los muros de gaviones son, flexibles, duraderos y resistentes a la erosión, lo que significa que una vez construidos, difícilmente sufren daños. Bajo costo: Los muros de gaviones son relativamente baratos de construir. Esto se debe a que los materiales utilizados son relativamente comunes y fácilmente disponibles, son Fácil instalación: Los muros de gaviones generalmente se pueden armar y colocar fácilmente. Diseño adaptable: Los muros de gaviones se pueden construir de diferentes formas y tamaños para adaptarse a los requerimientos específicos de la ubicación. Estética: Los muros de gaviones son una solución atractiva para los paisajes fronterizos. Ecología: Estos muros son amigables con el medio ambiente ya que son resistentes a la erosión y al deslizamiento y tienen un pequeño impacto en la vida silvestre y la tierra. Pérez F. (2009).

La ejecución de este tipo de defensas como protección son fáciles de construir. Pérez F. (2009).

- Siempre es más económico que otras obras en base de concreto.
- Estas estructuras son capaces de soportar movimientos no simétricos sin comprometer su eficiencia.
- Esta estructura tiene una base flexible que le permite ajustarse a las variaciones del terreno.
- Alambres de tipo galvanizados
- Mallas flexibles
- Los tirantes y cosidos con alambres.

2.2.2.5. Tipos de muro de gaviones

Existen diferentes tipos de gaviones galvanizados para satisfacer las necesidades de los constructores, desde los más económicos hasta los más costosos. Los más comunes son: gaviones simplemente apilados, gaviones doblemente apilados, gaviones con armazón, gaviones de encofrado, gaviones de contención de piedra y gaviones de protección de playas. Todos

estos pueden tener diferentes usos dependiendo de la situación y del presupuesto y son las siguientes:

Gaviones de mampostería: Estos se construyen con bloques de mampostería y se usan para contener arenas, gravas y otros materiales de relleno de una forma más estructural. Estos gaviones son ideales para situaciones donde se necesita una estructura resistente y duradera. (Fracassi, G., 2019)

Gaviones de hormigón: Estos se construyen con hormigón premezclado y se usan principalmente para aplicaciones marítimas. Estos gaviones tienen la ventaja de ser más duraderos que los gaviones de alambre o mampostería. (Fracassi, G., 2019)

Gaviones de geotextiles: Estos constan de una armadura de alambre revestida con geotextiles. Estos gaviones son ideales para aplicaciones marítimas, ya que son resistentes a los efectos de la intemperie y los cambios de temperatura. Estos gaviones también ofrecen una gran resistencia a los golpes, los cuales pueden ser muy destructivos para los mampuestos y los gaviones de alambre. (Fracassi, G., 2019)

Cesta de gaviones: Un cesto de gaviones es una estructura rígida de almacenamiento que se utiliza para almacenar materiales de construcción como grava, arena, gravilla, etc. Estos cestos se fabrican generalmente de alambre galvanizado y se usan para contener suelos, materiales de relleno y otros materiales de construcción. Estos cestos tienen una forma de gaviones, que hace referencia a su forma de gavilla, y se utilizan comúnmente para transportar materiales a lugares difíciles de alcanzar. (Fracassi, G., 2019)

Se fabrica una malla de alambre en forma de caja y en diversos tamaños, diseñada específicamente para la construcción de gaviones. Se utiliza para obras de ferrocarriles y de carreteras. Es posible que la construcción sea económica, a menos que los materiales usados para el relleno no estén disponibles en las canteras ubicadas cerca de la zona del proyecto. (Fracassi, G., 2019).

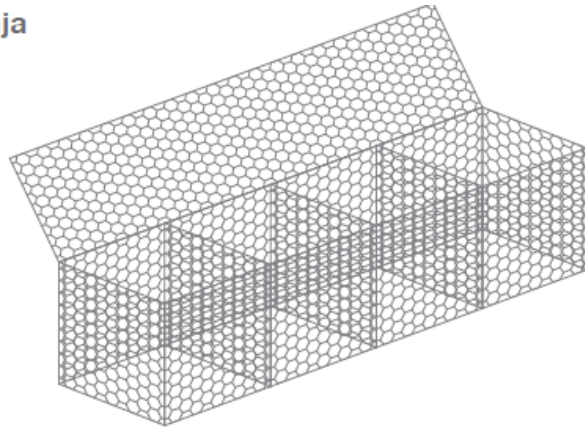
Los gaviones por su tipo son los siguientes:

Gaviones caja: son una forma práctica de construir estructuras de protección, defensa y contención para márgenes. Estas estructuras son resistentes, monolíticas, flexibles, permeables y duraderas. Estos gaviones se basan en la gravedad para proporcionar un comportamiento técnico-funcional excelente. (Geosintéticos Arpimix, 2015).

Contenedores de muros de gaviones

Figura 32. Gavión tipo caja y colchón - malla triple torsión

caja



Fuente: Geosintéticos Arpimix (2015) gaviones tipo caja (arpimix.com)

Gaviones colchón: Un gavión colchón es una red de alambre con una altura máxima de 0,50 m. Se utiliza para prevenir la erosión, mejorar los cuerpos de agua, construir carreteras y líneas ferroviarias. Esta red es ideal para proteger los entornos costeros y fluviales. Las características de los gaviones tipo colchón son las siguientes: Los gaviones también se conocen como colchones de reno, o colchones de tipo colchón. La altura es menor que la de otros tipos de estructuras, con un tamaño común de 6 metros de largo, 2 metros de ancho y 3 metros de alto. Se emplea un revestimiento en el canal de los ríos para evitar la erosión, regulando así la velocidad de las olas y reduciendo los efectos de la erosión. Pérez F. (2009).

Figura 33. Gaviones tipo colchón



Fuente: Corporación industrial andina S.A. (2017) gaviones colchón. (corpia.com.ec)

Sacos de gaviones: Los sacos de gaviones son una forma de construcción que se utiliza para la estabilización de suelos blandos o erosionados. Estos sacos son normalmente una mezcla de roca, grava, arena, etc., dispuestos en una malla de alambre de acero galvanizado. Estos sacos permiten la construcción de estructuras de contención sobre suelos inestables, como márgenes de río, líneas de costa, etc., que son resistentes a la erosión y mantienen su forma durante muchos años, sus características son: Se arman rápido. Su estructura que posee es porosa y flexible. Habitualmente estos sacos de gaviones se utilizan en las ejecuciones de las obras hidráulicas, de emergencias nos ayuda. Fracassi, G. (2019).

Figura 34. Saco de gaviones de alambre de acero que teje



Fuente: BOSSGOO. (2019). Saco de gaviones. (es.bossgoo.com)

Gaviones de alambre: Estos son los más comunes y consisten en una malla de alambre trabada formando una caja para contener el material de relleno. Estos gaviones se usan comúnmente para contener grava, rocas o vegetación y se pueden usar en aplicaciones marítimas y terrestres.

Los muros de sujeción están fabricados con alambre galvanizado hexagonal de triple torción, que ofrece resistencia de tracción y compresión. Esta estructura de contención está diseñada para soportar grandes presiones hidráulicas y ayudar a estabilizar el terreno, sin disminuir su resistencia a la deformación, por lo que se adapta fácilmente a los movimientos del suelo. Fracassi, G. (2019).

Figura 35. *Gaviones de alambre.*



Fuente: Bluemat (2018). Gaviones de alambre. (bluemat.com.ar)

Malla para gaviones

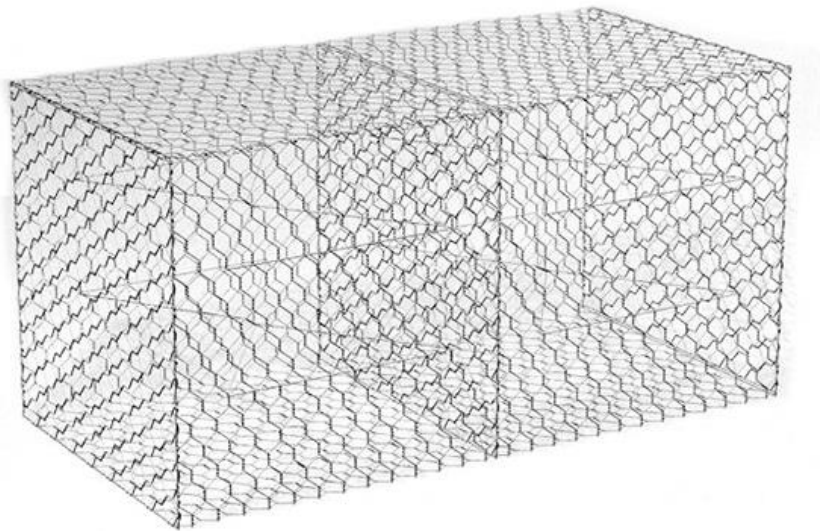
La malla para gaviones es un tipo de malla de alambre que se usa para construir estructuras de gaviones, como la contención de taludes, terraplenes, diques, presas y otros elementos de contención o estabilización.

Esta malla está fabricada con alambre de acero galvanizado de alta resistencia y se diseña para soportar presiones y tensiones extremas. La malla para gaviones se utiliza comúnmente en proyectos de ingeniería civil, generalmente para estabilizar la tierra y prevenir la erosión. Fracassi, G. (2019).

Características de las mallas para gaviones:

- Muros de contención se construyen para prevenir el desprendimiento de cascotes y fragmentos de rocas en los caminos y vías férreas.
- La malla de alambre para gaviones ofrece estabilidad para la ladera cerca de carreteras y vías férreas.
- Se utiliza para la anti erosión en pendientes de carreteras
- Se puede mejorar la resistencia del suelo de los terraplenes al combinar el refuerzo con la geomalla.

Figura 36. Malla de alambre galvanizado



Fuente: Cochez (2015). Gavión de 2m x 1m x 1m x 2.7mm.
(www.cochezycia.com)

2.2.2.6. Estudio de diseño para los muros de gaviones

Topografía: es la actividad de medición y mapeo de la superficie de un terreno al detalle. Que se lleva a cabo con el fin de producir un informe detallado de la forma, contorno y relación de los elementos del terreno para tener todas las características topográficas para posteriormente ser procesadas y tener mejor entendimiento del área de intervención para el proyecto que se requiera y posteriormente ser diseñadas adecuadamente. (Fuentes, 2012).

Hidrología: Se estudia a partir de las estaciones hidrológicas para posteriormente hacer los procesos del agua en el ciclo hidrológico y el comportamiento de los ríos, incluyendo drenaje, caudal y deposición del ciclo del agua y conocerlos. Huamán G., D. (2021).

Ingeniería Geotécnica/mecánica de Suelos: Esta disciplina estudia el comportamiento de los suelos bajo la influencia de cargas y acciones y los mecanismos que controlan estos efectos. Esta base teórica es importante para comprender sus mecanismos para la estabilidad que se deben considerar en el diseño de muros de gaviones. (Norma E050, 2018).

Hidráulica: La hidráulica es una herramienta importante que se utiliza para calcular los fluidos, el movimiento y la altura del dique en los ríos para determinar su resistencia y los patrones de flujo. Los diseñadores de defensas ribereñas usan la hidráulica para calcular la fuerza y presión necesaria para contener el agua del río. Pérez S., L. (2022).

2.2.2.7. Diseño de muro de gaviones en ríos

El uso de gaviones de piedra encajonados es una forma viable de mitigar los riesgos provocados por la erosión en los ríos, así como para administrar de manera eficaz las costas. Esta solución se vuelve cada vez más relevante debido al aumento en el nivel del mar, colocando en peligro especialmente las zonas costeras. (Fracassi, G., 2019).

Los muros de gavión ofrecen una resistencia superior a los materiales de construcción comunes como el hormigón, al tiempo que permiten la permeabilidad y flexibilidad necesarias para acomodarse al movimiento del suelo, al mismo tiempo que contribuyen a la dispersión y al retraso de la fuerza. (Terán A., R., 1998)

2.2.2.8. Proceso constructivo de muro de gavión

Los muros de gaviones se construyen de la siguiente manera:

Paso 1: Se necesitan estacas para marcar los límites del lugar donde se construirá el muro de gaviones. Usando una pala, se debe remover la hierba y las plantas que tengan raíces bajo la superficie del muro.

Paso 2: Revisa el tipo de suelo para el muro gavión. Si es blando o arcilloso, es necesario excavar una profundidad de unos centímetros y rellenar el hueco con grava para aumentar la resistencia al peso del muro.

Paso 3: Utilizando el azadón, alise la superficie de tierra o grava. Luego, instale los paneles en el suelo, asegurándose de que la base del muro esté nivelada.

Paso 4: Para prevenir que hierbas indeseadas se arraiguen, agregue un borde alrededor de la línea de límite del sitio y cubra el suelo con un manto de maleza.

Paso 5: Compre cestas prefabricadas de alambre para gaviones o mallas metálicas como alambre de gallinero o de construcción para instalar cestas de malla de alambre o metálica. Verifique que la malla de alambre sea galvanizada o recubierta con otro material para que se mantenga resistente a la corrosión y tenga una mayor durabilidad.

Paso 6: Coloque las cestas de alambre en el suelo en el lugar donde desea levantar el muro. Si usa cestas prefabricadas, fije los laterales a la base y posicione toda la cesta en forma horizontal. Si los costados no están unidos, coloque la base en el lugar correcto y los costados alrededor. Si usa malla metálica, corte tres piezas del mismo tamaño para la base, la tapa y los laterales, y colóquelos en posición alrededor de la base.

Paso 7: Para hacer una cesta rectangular para un gavión atlántico, utilice alambre galvanizado para anudar las esquinas y los costados. Deje la tapa abierta para que pueda colocar dentro las piedras o las mallas metálicas, utilizando también el alambre galvanizado para fijarlas.

Paso 8: Conseguir las rocas adecuadas para colocar en las cestas de alambre es importante. Si es posible, busque rocas del lugar para obtener la apariencia deseada. Si no es así, compre el tamaño y tipo de rocas que necesite. Luego coloque estas rocas en las cestas de alambre, asegurándose de que sean más grandes que los agujeros de malla de alambre.

Paso 9: Coloque las rocas con la superficie lisa orientada hacia el exterior, e incorpore rocas con bordes y esquinas en las esquinas. Para

ahorrar en la cantidad de piedras y acelerar el proceso de relleno de las cestas de gaviones, use ladrillos o bloques de cemento en la zona central.

Paso 10: Mientras completa llenando las canastas, coloque riostras transversales cada tres o seis pulgadas de altura para prevenir que se abulten. Enrollar el alambre galvanizado alrededor de la malla gavión en los lados opuestos de las canastas, pasar el alambre a través de las piedras y enrollarlo alrededor de la malla en el lado opuesto.

Paso 11: Una vez que las canastas estén llenas, asegúrese de cubrir las tapas con alambre. Si desea aumentar la altura de la pared, coloque un segundo conjunto de canastas encima del primero y cubra también la parte superior con alambre. (MACCAFERRI, 2010).

2.2.2.9. Normativa para la construcción de muros de gaviones

Normativa Italiana para cálculo de gaviones. NTC 2018: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 enero 2018 Italia.

Se deben realizar comprobaciones para asegurar que se cumpla la condición [6.2.1] para los muros de contención y estructuras mixtas similares, considerando los siguientes estados límite como mínimo.

Según la norma el ministerio de transportes y comunicaciones de acuerdo a la N-CTR-PUE-1-02-004/06 secretaria de comunicaciones y transportes. Obras de protección Capítulo 004: Gaviones y colchones para revestimiento.

Habla sobre que un gavión es un contenedor rectangular formado por tres hebras de malla de alambre hexagonal recubierta, generalmente con celdas bien amarradas internamente espaciadas y uniformemente distribuidas, reforzadas en todos los lados con alambre y sujetadores de un diámetro mayor que el utilizado para hacer la malla, todo esto para evitar y/o reducir su deformación. Hace mención sobre los aspectos a considerar en la fabricación y colocación de gaviones para obras de protección y muros de contención en: puertos, lagunas, litorales, zonas costeras y ríos.

Dentro de este contenedor se rellena piedras similares en un patrón ordenado con material pétreo de características especiales que están unidas con dentro de alambres de amarre llamadas también sujetadores, formando así una estructura flexible. Permeable y continua que sirven para construir los revestimientos marginales de los ríos como defensas rivereñas que controlan el impacto causado por el desborde de los ríos.

2.2.2.10. Procedimiento para las colocaciones de gaviones

Estos son los procedentitos para una buena instalación de muro de gaviones:

Colchón para revestimiento de gavión : Para el gavión se requiere una altura con relación a sus otras dimensiones de diseño, que, unido a otros componentes idénticos, los contenedores para colchón para revestimiento contiene varios componentes como; la base, los diafragmas, las caras en todos los lados y por último la tapa del contenedor que servirá como colchón para la estructura del gavión de acuerdo a la norma, que se unen con otros elementos de la misma estructura para de esta manera formar una estructura flexible, permeable y continua para de esta manera ser muy estable y resistente a las erosiones en las riberas de los ríos. (MACCAFERRI, 2010).

Los contenedores: Los contenedores nos ayudan a tener una manejabilidad para construir la estructura de los gaviones, que nos facilitan en contener el material pétreo con un patrón ordenado para la estabilización firme de la estructura de la defensa rivereña. Existen dos tipos de contenedores, el primero es contenedor de colchón y contenedor de gaviones, la forma es diferente pero el material es el mismo.

La Colocación de colchones y gaviones: Para la colocación la superficie de la base tendrá que estar en nivel donde los colchones y gaviones serán colocados hasta que la estructura está totalmente estabilizada, cosa el gavión de contacto a lo largo de todos los bordes horizontales y verticales antes del relleno. (MACCAFERRI, 2010).

Para el caso de los gaviones en caja tener una consideración en encofrar la cara externa con madera para estabilizar una mayor tracción y un mejor acabado y pueden ser fraccionados antes de ser rellenos.

Rellenado del pétreo: Puede llenar equipos manuales como también con equipos mecánicos. Las piedras limpias no son fáciles de aplastar y se debe usar un buen uso especial.

Las dimensiones de las piedras deben ser lo más regulares posible y deben estar entre la abertura más grande y el doble del tamaño de la malla. Para piedras más grandes que el tamaño especificado, se permite un máximo del 5%. El relleno debe asegurar la máxima deformación de la estructura, para así lograr el menor porcentaje de vacíos y asegurar la mayor densidad en la estructura del gavión. (MACCAFERRI, 2010).

Atirantamiento de los muros de gaviones: Para gaviones de tipo caja, los soportes de alambre deben colocarse de la siguiente manera durante el proceso de llenado:

Primero: Rellene cada hueco de 1,00 m de altura del gavión con un tercio. Coloque dos soportes para conectar paredes opuestas atando dos rejillas de cada pared.

Segundo: Este proceso se repite cuando el gavión esté lleno en dos tercios.

Finalmente, las barras de revestimiento del muro de gavión pueden ser colocadas verticalmente. Para el colchón, la correa vertical está conectada a la tapa. Por lo general, usa un cinturón por pie cuadrado. Cuando se cubren superficies muy inclinadas, se pueden colocar tirantes para mantener la membrana en posición vertical.

Tercero: En casos especiales, los soportes pueden conectar paredes adyacentes. Para gaviones de 0,50 metros de altura, los soportes se colocan solo cuando la caja está llena hasta la mitad del gavión.

Cierre: Los gaviones caja deben tener las tapas doblemente cosidas sobre los bordes superiores de la base y los diafragmas. Para los colchones, se deben colocar y coser las tapas suministradas por separado. Si se colocan gaviones caja sobre una camada ya existente, se debe coser a lo largo de

todas las aristas en contacto con los gaviones llenados. (MACCAFERRI, 2010).

Estas son las recomendaciones para el diseño:

Contenedores para desdoble de cada unidad:

Tipos de contenedores para montaje.

Para cajas de los gaviones y los colchones, los lados, las ramas y el piso intermedio se levantan en posición vertical que esta forma hace resistentes a la estructura.

Para gaviones de caja, coser los bordes tangentes y las membranas a los lados.

Los colchones Reno tienen los extremos y el vientre unidos a las paredes laterales.

Las costuras se forman con el alambre zinc de unión enviado con el gavión y se producen de forma continua, pasando por todas las rejillas, alternando entre vueltas simples y dobles.

2.2.2.11. Mantenimiento de los muros de gaviones

El mantenimiento de estas estructuras en los ríos implica la inspección cada año de la estructura para comprobar la integridad de los gaviones y el nivel de sedimentación que se ha producido. Se recomienda, además, la limpieza anual de los gaviones, así como su reposición cuando sea necesario. El mantenimiento también incluye la eliminación de malezas, la instalación de refuerzos, la supervisión de la erosión y la reparación de cualquier daño causado por el flujo del agua. (Terán A., R., 1998)

2.2.2.12. Ventajas de los muros de gaviones

Estética: Los muros gavión de tipo caja ofrecen un aspecto natural, uniendo la casa con el paisaje mediante materiales de relleno que se obtiene del mismo lugar o bien de la región cercana.

Sostenible: Las paredes de gavión se utilizan como pantallas de sombra en climas cálidos para brindar un enfriamiento sin energía. Estas

paredes permiten que el aire circule a través de ellas y proporcionen ventilación.

Permeabilidad: Los gaviones son estructuras permeables y tienen un drenaje libre, por lo que no se moverán con el flujo de agua.

Fácil instalación y resistencia integrada: Los gaviones rellenos con piedras son útiles por su resistencia a la fricción, lo que los hace no requerir de cimentación. Además, su capacidad para adaptarse al movimiento del terreno es superior a la de estructuras más rígidas. La resistencia y la eficacia de la pared pueden aumentar con el paso del tiempo, ya que el limo y la vegetación se infiltran en los huecos, mejorando la estructura. Camarco H. J., & Franco V. (2001).

2.2.3. Desbordamiento de los ríos

2.2.3.1. Definición

Un desbordamiento de un río se refiere a la inundación de un área, normalmente debido a un río o arroyo que sale de su cauce. Esto generalmente ocurre cuando una riada repentina hace que el agua se desplace hacia la superficie terrestre, causando inundaciones en áreas bajas y daños a la propiedad.

Las riadas pueden ser causadas por lluvias intensas, deshielos repentinos, deslizamientos de tierra, terremotos, entre otros. La inundación puede afectar a personas, animales, negocios, infraestructura, transporte, servicios de seguridad, entre otros. (Ministerio de agricultura y riego, 2018).

2.2.3.2 Historia

Los desbordamientos de los ríos en la sierra del Perú a menudo afectan a los pueblos locales y a las comunidades cercanas. Esto se debe principalmente a la deforestación y al cambio climático, lo que afecta a la cantidad de precipitación y al régimen de lluvias en la región. Esto a su vez genera un mayor riesgo de inundación, que puede tener consecuencias fatales para los habitantes de la zona.

En los últimos años, el número de desbordamientos de ríos en la sierra del Perú se ha incrementado significativamente. Esto se debe a la acumulación de sedimentos y la erosión de los suelos debido a la deforestación y la agricultura inadecuada. Estas prácticas dañan los sistemas de drenaje, lo que a su vez conduce a un mayor riesgo de desbordamientos.

Para reducir los riesgos de inundación, es necesario promover la reforestación, la conservación de los humedales, el manejo adecuado de los recursos hídricos y la adopción de prácticas agrícolas sostenibles. También es importante mejorar las infraestructuras de drenaje y promover la educación de la población sobre los riesgos de los desbordamientos de ríos. Estas medidas contribuirían a reducir el riesgo de inundación en la sierra del Perú y permitirían a las comunidades locales vivir en un entorno seguro. Chow V., T., Maidment D., R., & Mays L., W. (2021).

2.2.3.3 Factores

Los fenómenos naturales de gran intensidad, como terremotos, inundaciones, tornados o huracanes, son el resultado de diversos factores, como el cambio climático, los desequilibrios en la tierra o los océanos, las erupciones volcánicas o los meteoritos. Estas condiciones pudieran contribuir a la aparición de estos desastres, bien de un modo directo o indirecto. Además, la vulnerabilidad de la infraestructura humana y la falta de medidas preventivas, de mitigación y de respuesta, también influyen notablemente. (IFRC, 2020).

Estos son las principales causas y factores por la que ocurren estos desastres naturales:

Exceso de precipitaciones: Las intensas precipitaciones en la sierra del Perú, provocan el desbordamiento de los ríos y el aumento de las aguas.

Topografía: La topografía de la sierra del Perú contribuye a la acumulación de agua en la zona, lo que provoca el desbordamiento de los ríos.

Actividades humanas: La deforestación por actividad de los seres humanos, la construcción de represas y la agricultura intensiva, contribuyen al desbordamiento de los ríos en la sierra del Perú.

Cambios climáticos: Los cambios climáticos en la sierra del Perú están afectando el régimen de lluvias, lo que contribuye al desbordamiento de los ríos.

Deslizamientos de tierra: Los deslizamientos de tierra en la sierra del Perú también contribuyen al desbordamiento de los ríos. Esto se debe a que los deslizamientos de tierra pueden bloquear el paso del agua, lo que provoca el desbordamiento de los ríos.

2.2.3.4 Causas

Intensas precipitaciones: Las lluvias intensas en la región son una de las principales causas de los desbordamientos de los ríos.

Contaminación: La contaminación también puede contribuir a los desbordamientos, ya que el exceso de nitrógeno, fósforo y otros contaminantes puede provocar la proliferación de algas en los ríos, lo que reduce la capacidad de absorción de agua.

Cambios climáticos: Los cambios climáticos pueden afectar los patrones de precipitación e intensificar los fenómenos meteorológicos en la región, lo que puede provocar desbordamientos.

Además, la falta de estructuras protectoras para el manejo de aguas pluviales, la presencia de barreras artificiales en los ríos y la construcción de presas también pueden contribuir a los desbordamientos en la región.

2.2.3.5 Consecuencias

Las consecuencias de los desbordamientos de los ríos de la Sierra del Perú son muchas y variadas; a las veces son bastante devastadoras. Los más comunes son la destrucción de infraestructura como carreteras, vías férreas, puentes y viviendas, así como el aumento del riesgo de enfermedades a causa del agua contaminada, la pérdida de cosechas y la degradación de los suelos. Estos desbordamientos también pueden ser muy peligrosos para las comunidades locales, ya que pueden provocar aludes, deslizamientos de terrenos de agricultura e inmuebles que amenacen la vida humana. Además, los desbordamientos pueden provocar la erosión del suelo que se acumula en los ríos, lo que conduce a la pérdida de terreno y la disminución de la biodiversidad. Estas consecuencias de los desbordamientos de los ríos en la

Sierra del Perú afectan tanto a la economía como al medio ambiente de la región.

2.2.3.6 Riesgos de desbordamientos de los ríos

Aquellos provocados por precipitaciones excesivas pueden conllevar graves riesgos, como inundaciones, daños a la infraestructura, pérdida de vidas y propiedades, deslizamientos de tierra, entre otros. Mencionar también el impacto ambiental que tienen, así como la contaminación del agua provocando enfermedades por estancamientos, así como:

Inundaciones: Las inundaciones pueden ser catastróficas para las comunidades cercanas al río, ya que pueden destruir viviendas, bienes materiales, cosechas y cultivos.

Contaminación: Los desbordamientos de los ríos pueden dañar los sistemas de alcantarillado y contaminar el agua de los ríos con aguas negras y desechos industriales, lo que puede provocar enfermedades y otras complicaciones.

Erosión del suelo: es uno de los principales problemas mas común en áreas donde hay desbordamientos de ríos. Esto puede afectar la tierra fértil y la salud del ecosistema, lo que a su vez puede afectar la agricultura y la actividad económica.

Pérdida de vidas humanas: Los desbordamientos de los ríos pueden provocar la muerte de personas, ya que las franjas ribereñas son generalmente poco desarrolladas y no tienen el equipamiento necesario para soportar inundaciones.

Daños a la infraestructura: Los desbordamientos de los ríos pueden causar daños significativos a la infraestructura, como carreteras, puentes, presas y sistemas de alcantarillado. Esto puede tener un gran impacto en la economía de una región. Peligros de desbordamientos de los ríos.

2.2.3.7 Consecuencias de desbordamientos

Los desbordamientos de los ríos tienen graves consecuencias para los seres humanos y el medio ambiente. Entre ellas se encuentran:

- La destrucción de la vivienda y de los bienes materiales, como vehículos, maquinaria agrícola, etc.
- La contaminación del suelo y del agua, provocada por el arrastre de materiales tóxicos o residuos industriales.
- La pérdida de vidas humanas y animales.
- La propagación de enfermedades transmitidas por el agua, tales como la diarrea, el cólera y el dengue.
- La destrucción de infraestructuras como carreteras, puentes y otras construcciones cercanas al río.
- La desaparición de la biodiversidad, a causa de la destrucción de los bosques, el daño a la flora y la fauna.

2.2.3.8 Vulnerabilidad en las riberas de los ríos

Las riberas de los ríos son zonas vulnerables al cambio climático, debido a la mayor exposición a los efectos de la sequía, inundaciones, sequías y escasez de agua. Estas áreas son también más susceptibles a la erosión y la degradación de los suelos. Estas áreas también están expuestas a la contaminación y la destrucción de la biodiversidad, por la explotación de los recursos, la tala de árboles, la contaminación de residuos y la construcción de infraestructuras. Estos impactos pueden tener un efecto perjudicial en los ecosistemas acuáticos y terrestres, así como en la salud y el bienestar humano.

2.2.3.9 Soluciones para mitigación de este impacto ambiental

Utilizar estructuras de control de inundaciones, tales como diques, presas y canales, para prevenir el desbordamiento de los ríos. Además, estos son las soluciones que se pueden dar para el control del impacto causado por desbordamientos de los ríos:

Mejorar los sistemas de drenaje existentes. Esto implica la construcción de canales de drenaje adicionales y la mejora de los canales existentes para que puedan manejar el exceso de agua.

Aumento de la cobertura de árboles. Plantar árboles en áreas cercanas a los ríos aumenta la capacidad de resistir de adsorber el suelo, lo que reduce el desbordamiento de los ríos.

Construcción de presas que construyen para retener el exceso de agua y prevenir el desbordamiento de los ríos. Esto ayuda a proteger a las comunidades cercanas a los ríos de los daños causados por los desbordamientos.

Regularización de la agricultura. La regulación de la agricultura implica el uso de técnicas de agricultura sostenible, como la rotación de cultivos y el uso de fertilizantes orgánicos, para reducir el exceso de agua en los suelos.

Establecimiento de zonas de protección. Esto implica la creación de áreas protegidas que sean resistentes a los desbordamientos. Estas áreas se mantienen libres de construcciones, lo que reduce la cantidad de tierra susceptible a desbordamientos.

- Practicar la recarga de acuíferos con agua de los ríos para reducir el caudal de los ríos.
- Establecer planes de gestión del uso adecuado del agua para disminuir el riesgo de inundaciones.
- Establecer leyes y políticas para regular el uso de los recursos como el agua y prevenir el desbordamiento de los ríos.
- Realizar campañas de concientización para promover la conservación y el uso responsable del uso del agua.
- Promover el uso de sistemas de almacenamiento de agua para aliviar la presión sobre los ríos.
- Establecer sistemas de monitoreo para monitorear

2.3 Definición De Términos Básicos

En base a la variable independiente “Defensas ribereñas”

2.3.1 Datos geométricos del terreno

Los datos geométricos del terreno que se obtienen de un levantamiento topográfico son: Altura, Pendiente, Forma de superficie, Calidad de suelo, Estabilidad de taludes, Dirección de agua, etc. Además, el levantamiento

topográfico también provee información sobre los elementos del terreno, como los árboles, ríos, carreteras, edificios, etc.

Básicamente consiste en medir el terreno en la superficie y luego representar los cambios de nivel con elementos gráficos, utilizando cartas conocidas como “mapas topográficos” que representan el relevo del terreno a diferentes escalas (Fuentes, 2012).

Los datos geométricos utilizados en la cartografía topográfica pueden incluir los puntos altimétricos, las curvas de nivel, las líneas de crestas y valles, así como las áreas y perímetros relacionados. Los niveles de topografía en el mismo lugar se pueden obtener a partir de cualquier tipo de fotografías aéreas, sensores ópticos, tecnologías GIS y GPS. Los niveles de terreno se pueden medir manualmente con estaciones topográficas, o más comúnmente con láser para topografía (Fuentes, 2012).

Es importante tener en cuenta que el levantamiento topográfico es más que solo la construcción de un mapa a escala de un terreno. Esta técnica se lleva a cabo principalmente para proporcionar información importante sobre el terreno, como la inclinación, la altura y los cambios en el relieve. Esta información puede ser especialmente útil para la planificación e ingeniería del paisaje y rural. También es esencial para la preparación de mapas topográficos y para la toma de decisiones de construcción y urbanización. (Guzmán J., E., 2012).

2.3.2 Caudal máximo

El caudal máximo es la cifra más alta de flujo a la que se llega durante una inundación. Es la cantidad máxima de agua (caudal) que un curso de agua puede transportar de forma natural.

Estudios tanto a corto como a largo plazo se llevan a cabo para determinar el régimen de caudales y la magnitud y duración esperadas de una inundación. Estos estudios se pueden realizar mediante diferentes herramientas, entre las cuales se incluyen modelos, análisis estadísticos y pruebas con ensayos.

Una vez que se conozca el caudal máximo, es posible estimar con precisión el daño potencial en un área y adoptar medidas adecuadas para reducir la probabilidad de pérdidas humanas y materiales, así como optimizar el uso de los recursos naturales. (Gálvez J. J., 2011).

2.3.3 Peso específico

El peso específico (G) referido al vínculo entre el peso de una masa volumétrica de un material y la masa correspondiente del mismo volumen de agua a una temperatura determinada, siendo el agua tomada como medida de referencia. Su expresión matemática es: $G = \rho/\rho_{agua}$ donde ρ es la densidad del suelo y ρ_{agua} es la densidad del agua a una determinada temperatura. Norma E050. (2018).

El peso específico tiene gran importancia en los estudios de mecánica de suelos, ya que es uno de los parámetros fundamentales para determinar la resistencia del suelo en aplicaciones estructurales, así como su comportamiento. El peso específico es un factor primordial para la clasificación del suelo, ya que se usa para determinar la clasificación del suelo según los sistemas de clasificación como el de Unified Soil Classification System y el sistema AASHTO Clasificación.

2.3.4 Densidad relativa

La densidad relativa en mecánica de suelos se refiere al cociente entre el peso de una muestra determinada de suelo húmedo y el peso correspondiente de una misma cantidad de agua, ambos al mismo volumen.

2.3.5 Capacidad portante de la base

Es una medida de la resistencia del suelo a la presión, que indica el grado de seguridad para la construcción de estructuras. Esta capacidad es muy imprescindible para el diseño de defensas ribereñas, puesto que detalla la capacidad del suelo para soportar la carga de las estructuras, evitando un

colapso. Se encuentra medida en unidades de presión, como el kilopascal (kPa) o el bar. (Norma E050, 2018).

La capacidad portante de una base es la cantidad de esfuerzo que una base puede resistir antes de fallar. Esta capacidad portante se determina a través del análisis de suelos en el que se tienen en cuenta los elementos que afectan a la resistencia de la base, como los límites de resistencia, el ángulo de fricción interno, la permeabilidad, la densidad y los parámetros geotécnicos. Esta información se utiliza para diseñar muros de gaviones que puedan resistir el flujo de agua y las tensiones causadas por los flujos de agua. Esto limita la cantidad de materiales utilizados a niveles requeridos por el diseño geotécnico. (Norma E050, 2018).

2.3.6 Deslizamiento

Un deslizamiento para tomar en cuenta defensas ribereñas es un método usado por los ingenieros para diseñar y construir estructuras ribereñas estables para defenderse de los daños causados por el agua. Estas estructuras se construyen de tal manera que puedan resistir fuertes corrientes, mareas y cambios en el nivel del agua. Se usan diferentes materiales, como el hormigón, la madera, la arena y la grava, para construir estas estructuras. Estas estructuras son esenciales para la construcción y mantenimiento de una fuerte defensa ribereña. Norma E050. (2018).

2.3.7 Vuelco o volteo

Un vuelco o volteo es una estrategia de defensa ribereña que se utiliza para proteger los bancos de arena de los daños causados por erosión y las olas. Esta estrategia implica la construcción de una estructura suave y semicircular, llamada "dique vuelco", y se alarga a lo largo del trayecto de la costa para reflejar las olas y desviar su energía de la orilla. Esto ayuda a proteger la playa de los daños causados por la erosión y olas. También puede ayudar a estabilizar el fondo del mar y reducir el riesgo de inundación. Norma E050. (2018).

2.3.8 Estabilidad global

La estabilidad global se refiere a la capacidad de una estructura para resistir la erosión por el flujo de agua, evitando así la destrucción de la orilla y la posible pérdida de vidas y propiedades a lo largo de los cauces fluviales. Esto se logra a través de la construcción de estructuras físicas como paredes de contención, represas, diques, etc. Estas estructuras deben ser diseñadas para resistir los a los máximos caudales más conocidos máximas avenidas y minimizar la erosión de los terrenos ribereños. La estabilidad global debe ser considerada cuando se diseñan estas estructuras, para asegurar que sean lo suficientemente resistentes para resistir las fuerzas erosivas del agua durante el ciclo de vida completo del proyecto. Quinte L., N., (2021).

En base a la variable dependiente “Desbordamiento del río”

2.3.9 Erosión lateral del cause

La erosión lateral es un proceso geológico donde se produce un desplazamiento de tierra desde la orilla del río hacia el centro de éste. Esto sucede cuando un río desborda sus bordes y el agua se escurre a lo largo de la orilla. El agua transporta los sedimentos y los arrastra hacia el centro del río, donde se depositan y erosionan la orilla. Esto a su vez reduce el ancho del lecho del río. La erosión lateral puede causar que las orillas se desplacen hacia el interior del río, haciendo que el río cambie de curso. Terán A., R. (1998).

2.3.10 Meandros

Los meandros son curvas y recodos que se forman en el cauce de los ríos como resultado de la erosión y transporte de sedimentos por el agua. Estas curvas mejoran la capacidad de los ríos para cargar grandes cantidades de agua, lo que reduce la probabilidad de desbordamiento. Sin embargo, los meandros también pueden aumentar la duración de una inundación, lo que a su vez aumenta el riesgo de desbordamiento. Terán A., R. (1998).

2.3.11 Inundaciones

Las inundaciones son las más comunes y las causantes por el desbordamiento de los ríos pueden tener graves consecuencias para la salud, el medio ambiente, la infraestructura y la economía. Estas consecuencias incluyen:

Daños a la salud: Las inundaciones pueden propagar enfermedades, tales como el cólera, la disentería, el dengue y la malaria. El agua estancada también puede ser un caldo de cultivo para bacterias y parásitos, como la leptospirosis.

Daños a la infraestructura: Las inundaciones pueden causar severos daños a las carreteras, los puentes, la electricidad, el agua potable y los sistemas de alcantarillado.

Impactos económicos: Las inundaciones pueden tener un gran impacto en la economía, ya que destruyen los cultivos, el ganado y otros recursos. Las personas también pueden perder sus empleos debido a los daños causados por las inundaciones. (Quintero S., J. 2004).

2.3.12 Pérdidas económicas

Las pérdidas económicas debidas a los desbordamientos de los ríos pueden ser significativas, específicamente en áreas donde la agricultura y la ganadería son importantes. Esto puede llevar a una minimización de los niveles de producción y de empleo en la zona, lo que a su vez puede disminuir el nivel de vida de la población local. Asimismo, los desbordamientos de los ríos pueden ocasionar el desplazamiento de las personas, lo que genera problemas sociales y económicos adicionales. (Vide M., 1996).

2.3.13 Desborde en las áreas colindantes.

El desborde de las áreas colindantes se refiere a la inundación que ocurre cuando el nivel de agua de un río se eleva por encima de su nivel normal. Esto puede provocar daños en las propiedades cercanas, como casas, edificios, carreteras y tierras agrícolas. El desborde puede ser causado por una amplia variedad de eventos, como lluvias intensas, deshielos

repentinos, crecidas de los ríos, presas rotas y mareas altas. Tabori R., A. (2019).

2.3.14 Diseño hidráulico

El diseño hidráulico para prevenir el desbordamiento de los ríos generalmente se lleva a cabo mediante la construcción de diques, presas y canales. Estas estructuras hidráulicas ayudan a regular el flujo de agua, al mismo tiempo que protegen a las comunidades circundante a los ríos. (Mastache M., V., González V. & Fernando J., 2014)

2.3.15 Diseño estructural

El diseño estructural se puede lograr a través de la construcción de presas o diques para controlar el flujo de agua, de manera que se pueda regular el nivel de los ríos. También se pueden construir canales de desviación para desviar el agua excedente a una zona segura. Además, se pueden construir zonas de almacenamiento de agua para evitar la saturación de los ríos. Finalmente, se deben implementar programas de control de la erosión para evitar que los ríos se desborden. (Mastache M., V., González V. & Fernando J., 2014).

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

El diseño de las defensas ribereñas permite definir que el muro de gaviones es la estructura más adecuada para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco.

2.4.2 Hipótesis específicos

Hipótesis específica 01:

El estudio topográfico, permite conocer la geometría del terreno y la longitud del cauce igual a 2550 ml para realizar el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.

Hipótesis específica 02:

El estudio hidrológico, permite conocer el caudal máximo de diseño igual a 80 m³/s. para el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.

Hipótesis específica 03:

El estudio de suelos, permite determinar el peso específico del agregado global del terreno igual a 2.0 gr/cm³ y la capacidad portante del suelo igual a 1.0 kg/cm² para el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.

Hipótesis específica 04:

El análisis hidráulico y estructural define que se utilizará una defensa ribereña consistente en un muro de gaviones con H=3m, B=3m de 1m.x 1m.x 1m. contribuye mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El estudio llevará a cabo un diseño de defensas ribereñas para mitigar y proteger los márgenes del río Cheqhuiña con miras a minimizar los posibles desbordamientos ocasionados por las altas precipitaciones, que generan inundaciones y destruyen la vulnerabilidad de los habitantes del distrito de Maranganí. Esto se hará con el fin de mejorar la seguridad de los habitantes, encauzando y mitigando el impacto de los desastres asociados a los desbordamientos del río.

Se estudia la manera en la que se pueden diseñar una defensa ribereña de muros de gaviones para los márgenes del río Cheqhuiña, para reducir la ocurrencia de desastres naturales a causa de las fuertes lluvias. Estos muros tienen como objetivo reencauzar el exceso de agua, así como mitigar la inundación que provoca el desbordamiento del río Cheqhuiña.

Se investigará en la cuenca del río Cheqhuiña de la región del Cusco mediante análisis y recolecta de datos para identificar áreas susceptibles a desbordamiento e inundación. De esta forma, se tomarán muestras de suelo para realizar los ensayos necesarios para entender mejor tanto la parte hidrológica como topográfica del área, con el fin de descubrir zonas particularmente vulnerables a los desastres de inundación y estructuras potencialmente afectadas.

Se recopilan datos para identificar áreas propensas a inundaciones y daños por desbordamiento en el río Cheqhuiña. Esto incluye la recolección de muestras de suelo para realizar análisis hidrológicos y topográficos. El objetivo es determinar en qué zonas habrá más posibilidades de sufrir inundaciones o desbordamientos a consecuencia de desastres naturales. Con el fin de comprender la condición del río Cheqhuiña, se han implementado estudios y ensayos para obtener los resultados necesarios.

El ensayo de mecánica de suelos proporciona información valiosa acerca de los recursos presentes en un área determinada. Esto se utiliza para determinar si el material del sitio es el adecuado para la posterior construcción de una defensa ribereña, como los muros de gaviones. En particular, el ensayo evalúa el contenido de arenas, gravas y sedimentos, lo que permite determinar como materia prima.

Con el levantamiento topográfico se pueden verificar de forma precisa las características del río Cheqhuña en términos de X, Y, Z. Esto permitiría determinar los aspectos topográficos para luego diseñar las obras ribereñas ideales para el lugar medido.

Así como también se recopila los datos pluviométricos del SENAMHI. Donde con los datos de las 04 estaciones podremos calcular el caudal promedio y el caudal máximo para que se diseñe la defensa ribereña de muro de gaviones.

3.1.1 Enfoque

Este estudio de investigación es **cuantitativo** donde la medición de las variables se realiza empleando diferentes tipos de modelos numéricos para el procesamiento de datos, que utilizará un diseño descriptivo donde presenta un conjunto de posesos de cada etapa que recolectará datos para que se pruebe la hipótesis mediante mediciones numéricas y análisis estadísticos. Estos datos se analizan mediante técnicas estadísticas para llegar a conclusiones. Estas conclusiones suelen ser significativas y confiables, ya que se basan en pruebas objetivas. La investigación cuantitativa es útil para predecir la conducta de un grupo en situaciones muy específicas o para explorar relaciones entre variables. Con el fin de describir la efectividad para mitigar el desbordamiento en el Río Cheqhuña del Distrito de Maranganí, Provincia de Canchis y Departamento de Cusco.

Donde se seleccionará una muestra 2.550 kilómetros o 2550 ml de longitud del Río Cheqhuña e incluirá a propietarios de tierra cercanas a la

orilla del río, a residentes locales y a todos aquellos que puedan proveer información sobre el tema. Los datos se recopilarán mediante estudios estructuradas, que recopilarían información sobre las propiedades de los ríos y los niveles de inundación.

Esto ayudará a identificar patrones y correlaciones entre los factores de estudio para describir la efectividad de la posterior construcción de estas defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el Río Cheqhuiña. Además, se espera que esta investigación proporcione información útil.

3.1.2 Tipo

Es **aplicada** el cual se diseña defensas ribereñas aplicando teorías y formulas ingenieriles buscando mejorar la protección Investigamos maneras de mejorar la protección contra estos desastres que cusan desbordamientos en el sector del río Cheqhuiña, aplicando los conocimientos y fórmulas ingenieriles para el diseño. Esto tiene el objetivo de mitigar los daños causados por los desbordamientos y demás inundaciones en el sector.

3.1.3 Nivel

Es **correlacional** debido a que se busca relacionar el desbordamiento y la mitigación de los desastres ocurridos dentro del río Cheqhuiña con el diseño de las defensas ribereñas, con el fin de analizar estas dependencias ante estas variables, debido a que se simula, se experimenta y se prueba esta propuesta de diseño de defensas ribereñas donde se emplean técnicas e instrumentos de campo y laboratorio para determinar el proceso descrito arriba. Es decir, se realizarán mediciones, análisis, recopilación y revisión de información para desarrollar un diseño de defensas ribereñas adecuado para reducir los desbordamientos ocurridos en el Río Cheqhuiña.

3.1.4 Diseño

Es de diseño **no experimental** ya que no se manipula las variables, donde nos basamos en teorías y formulas aplicadas de la ingeniera ya existentes en las normativas y se aplicarán en los estudios planteados dentro

de la investigación. Además, se utilizará una serie de procedimientos para realizar la experimentación del diseño, donde está el estudio topográfico, el estudio hidrológico y el estudio de mecánica de suelos donde se determinará las características físicas y mecánicas del suelo estudiado en laboratorio y esta se puedan manipular y estimular las (variables independientes), con el objetivo de observar cómo afectan a otras variables, llamadas dependientes, en una situación controlada.

Aquí, es donde interviene el análisis del doctor Kaoru Ishikawa, donde se identifica y organiza las variables y las situaciones que, en conjunto, contribuyen a mi problema identificado. Esto nos proporciona una visión amplia y sistemática de los factores que contribuyen a nuestra zona de estudio, así como una mejor comprensión de la complejidad de un problema y la interrelación de los factores que le subyacen. Donde identifique las estrategias eficaces para abordar y resolver el problema de esta investigación con mayor rapidez y eficacia.

Finalmente, se realiza un estudio transversal retrospectivo no experimental, con el objetivo de analizar el diseño de defensas ribereñas a partir de la información que ofrece la normativa correspondiente. Esta información se combina con los datos obtenidos en el campo mediante el estudio y la manipulación de las variables involucradas.

3.2 Población Y Muestra

3.2.1 Población

Está conformada por la cuenca Cheqhuiña de un área de 46.72 km². kilómetros cuadrados y un perímetro de 31.07 km. Esta cuenca está ubicada en el distrito de Maranganí el cual es la sub cuenca del río alto Vilcanota de la provincia de Canchis al sur de nuestro país encontrándose en el departamento de Cusco, que la cuenca Cheqhuiña se encuentra en las coordenadas UTM WGS84 19L Y: 8411041.00m, X: 265634.00m y una elevación 3740 m.s.n.m.

Figura 37. Buelo Drone para reconocimiento de la muestra tramo 1.



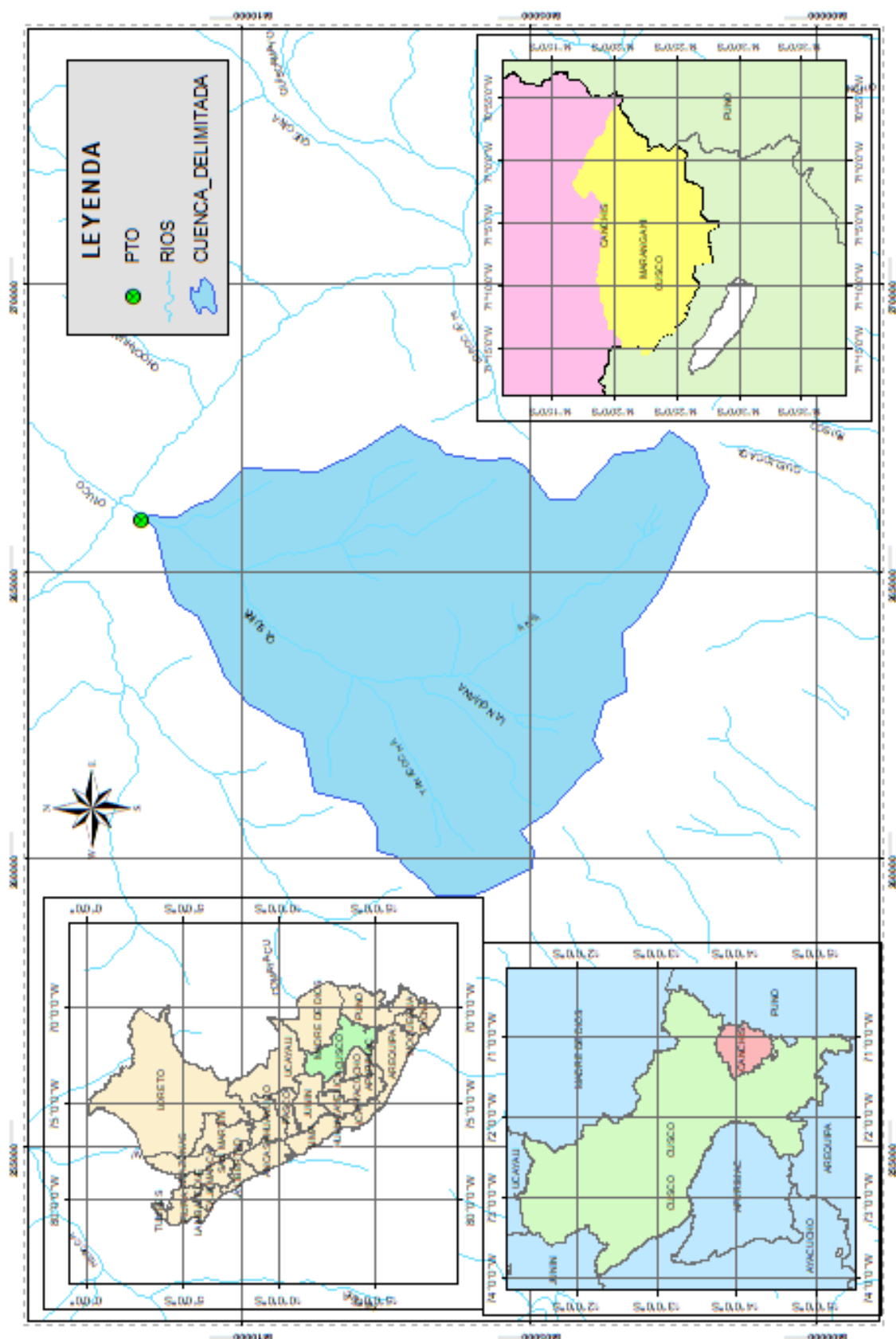
Fuente: El autor. (2023).

Figura 38. Buelo Drone para reconocimiento de la muestra tramo 2.



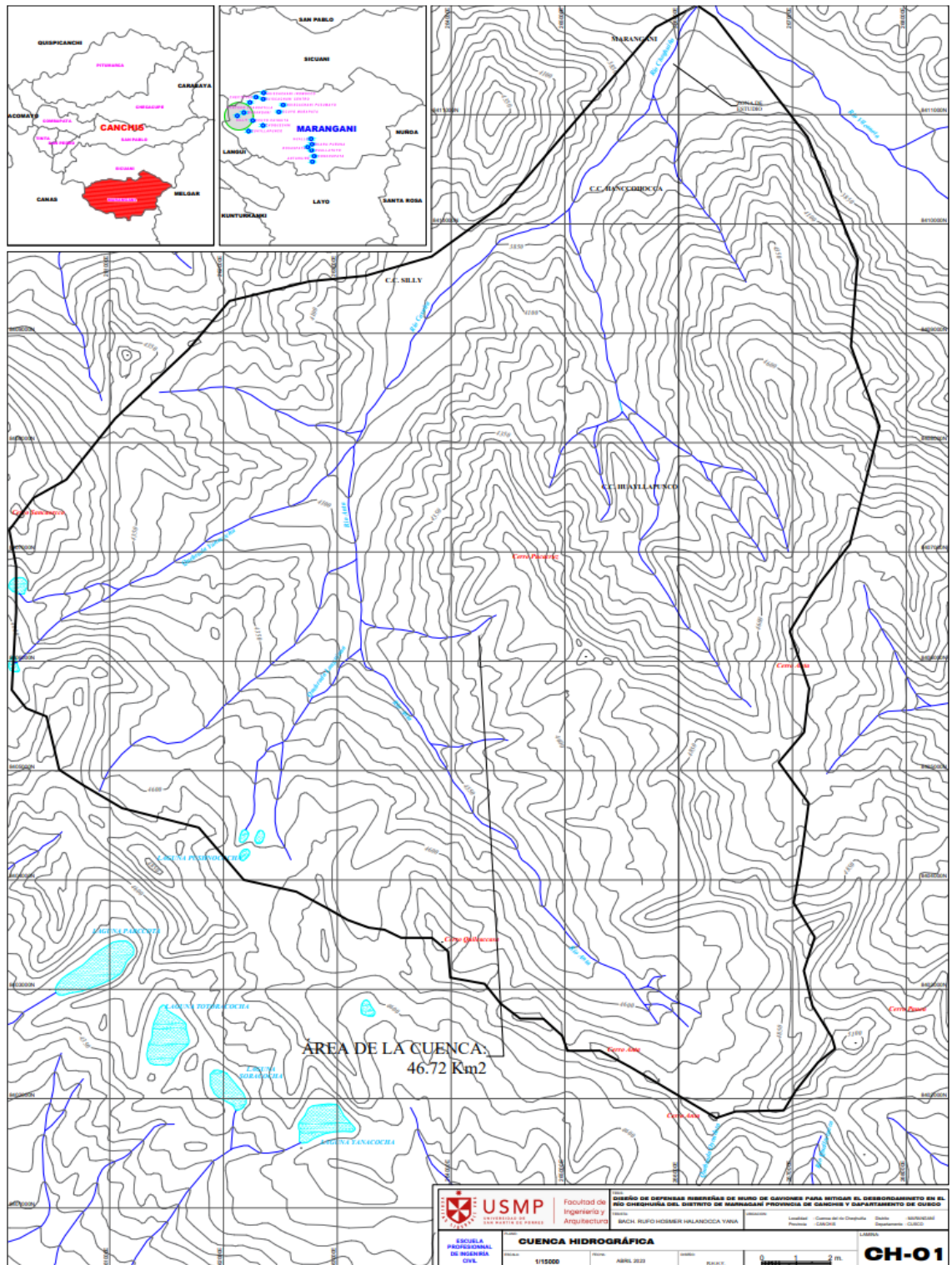
Fuente: El autor. (2023).

Figura 39. Población - Mapa de la cuenca Cheqhuiña



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Figura 40. Delimitación de la cuenca Cheqhuiña



Fuente: El autor – desarrollado propiamente. (2023). Río Cheqhuiña.

3.2.2 Muestra

Incluye al río Cheqhuiña con una longitud de 2.550 km o 2550 ml, desde la progresiva 0+000 m. donde el río Cheqhuiña desemboca el río Vilcanota ahí inicia mi progresiva, y termina en la progresivo 2+550 m. del río Cheqhuiña.

Figura 41. Tramo 1- río Cheqhuiña



Fuente: el autor (2023).

Figura 42. Tramo 2- río Cheqhuiña



Fuente: el autor (2023).

La muestra está definida por una longitud de 2.550 km del río Cheqhuiña que ubicada dentro de la cuenca del río Cheqhuiña, en las márgenes del río Cheqhuiña se encuentre la comunidad campesina de Hancohocca y la población del distrito de Maranganí, que pertenece a la región del Cusco, al sur del país, de la provincia de Canchis de esta localidad.

La ubicación del río Cheqhuña cruza la pista panamericana de la ruta sur Cusco – Puno, el tiempo estimado desde la ciudad del Cusco es de 3 horas hacia el sur, a continuación se hace un detalle de las coordenadas UTM WGS84 19L en la tabla 01:

Tabla 1. *Coordenadas UTM de la muestra de estudio*

COORDENADAS UTM		
Coordenadas Este:	265933.521	m E
Coordenadas Norte:	8411697.299	m S
Elevacion:	3702	m.s.n.m.

Fuente: El autor (2023). Río Cheqhuña

El diseño de muro de gaviones como protección y defensa en las riberas del río Cheqhuña consiste en una serie de estructuras construidas con base en los principios y conocimientos de la ingeniería civil para resistir la erosión de los cauces fluviales. Estos muros se construyen a lo largo del cauce, bordes ribereños y tienen como objetivo disminuir el riesgo asociado al caudal fluvial y a los desbordamientos.

Figura 43. *Inicio de la muestra de la investigación 0+000m*



Fuente: El autor – desarrollado propiamente. (2023). Río Cheqhuña

En el caso específico del río Cheqhuña, se propone diseñar en 2.550 km de defensa ribereña con una disposición de muro de gaviones. Esta extensión se comenzaría a partir de la progresiva 0+000 hasta la progresiva

2+550 m de longitud del río, concentrándose en el sector con mayores pérdidas geográficas para evitar el desbordamiento del curso de agua y la destrucción de la tierra limítrofe.

Figura 44. Fin de la muestra de la investigación 2+550m



Fuente: El autor – desarrollado propiamente. (2023). Río Cheqhuiña

El diseño del uro de gavión como defensa y protección ribereña contemplará la instalación de ataguías de gaviones construidas con alambre galvanizado, armado con el uso de suficientes troncos y con una lona geosintética de alta resistencia. Estos gaviones se unen usando rejas de unión armada con herrajes de calidad y soldadura. Se colocarán al máximo 2 gaviones por cada uno de los 2.550 km de defensa.

Cada gavión tendrá una altura de 0,30 m y un ancho de 0,6 m. Así mismo, la lona geosintética tendrá una longitud de 12 m y un ancho de 0,15 m, y se suministrará agua procedente de los pozos subterráneos existentes en los alrededores. Se incluirá una pendiente longitudinal de 3,47 % para permitir el desagüe de agua y evitar el desbordamiento y la erosión.

Finalmente, los muros de gaviones incluirán un sistema de filtro impermeabilizante de 3 capas para la impermeabilización y protección de la defensa. Esta capa incluye una base de bolsas de arena, un geotextil y geomembrana. Este sistema contribuirá a la contención de partículas finas en el agua y protegerá la defensa de gaviones de la acción erosiva de la fuerza

del agua se realizará según los estándares y reglamentos de las leyes de ingeniería civil en el Perú de manera que se garantice una eficacia y durabilidad apropiada.

3.3 Definición De Variables

3.3.1 Definición conceptual

Variable independiente: Defensas ribereñas.

Se definen como estructuras de ingeniería de construcción usadas para reducir los impactos negativos que una inundación puede causar a una región costera descontrolada. Estos sistemas sirven para controlar la inundación, evitando el daño ocasionado en el área ribereña. Se ubican a lo largo de grandes ríos, estuarios y costas. Existen diferentes tipos de sistemas para la protección ribereña, dependiendo de los riesgos y los objetivos a cumplir. Una de las principales tareas de los mecanismos de defensa ribereños es evitar que la escorrentía se derrame y afecte al paisaje costero.

Las defensas ribereñas son como la planificación de estrategias de prevención de inundaciones y desbordamientos para proteger los bienes y la seguridad de la vida humana en las áreas ribereñas. Estas estrategias incluyen la construcción de estructuras físicas, tales como diques y presas, o la creación de normativas que regulen la actividad humana en los espacios ribereños. También incluye decisiones relacionadas con la planificación urbana, el manejo de la recarga acuífera, el control de la erosión y el control de las actividades humanas en general. Estas estrategias deben diseñarse con el fin de abordar el problema de las inundaciones de forma eficiente y sostenible, indistintamente de los desafíos naturales que puedan presentarse.

Variable dependiente: Desbordamiento del río.

Un desbordamiento del río es un fenómeno natural en el que un río excede sus límites normales, cubriendo las tierras circundantes con agua agresiva. Esto suele ocurrir cuando una cantidad excesiva de agua entra al río muy rápidamente, causando que su nivel suba y se proyecte fuera de sus orillas. Esto puede ocurrir debido a varias razones, como eventos meteorológicos extensos, como lluvias torrenciales e incluso inundaciones.

Las consecuencias de los desbordamientos del río son devastadoras, pues pueden destruir vidas, casas y bienes. Además, aumenta el riesgo de actividades delincuenciales como el robo y el saqueo. Además, el exceso de agua puede contaminar los recursos acuíferos circundantes, afectando tanto a la vida marina como a la terrestre. Los expertos recomiendan que la mejor solución para disminuir los efectos de un desbordamiento del río es adoptar una planificación adecuada y establecer mecanismos de prevención, incluida la protección de los recursos hídricos existentes y la limpieza de los desechos. Estas estrategias de control y protección pueden minimizar los efectos de un desbordamiento del río evitando que se produzcan daños mayores.

3.3.2 Definición operacional

Se determina la variable independiente que tiene como fin diseñar una defensa ribereña de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco, donde observa morfología de la zona, la geografía local, incluidas la topografía y los hábitats naturales, así como la dirección del cauce y la magnitud de las máximas avenidas, el suelo y materiales como la materia prima para su diseño.

Validez y definición operacional:

Con el diseño de un sistema de defensa ribereña de Muro de gaviones para mitigar el desbordamiento del río Cheqhuiña se basa en un estudio previo de topografía, hidrología, hidráulica y geotecnia. En este estudio se toman en cuenta varios aspectos como las precipitaciones, la topografía y los flujos de agua a lo largo del curso fluvial. Estas mediciones permitirán entender el comportamiento del río y determinar el límite lógico para construir el muro de gaviones necesario para evitar el desbordamiento.

Además de las mediciones es necesario revisar los planes regionales, los reglamentos para construcciones ribereñas, y la legislación aplicable al Distrito de Maranganí y al Departamento de Cusco. Estos también nos proporcionarán información importante para el diseño.

Una vez realizados los estudios previos con sus respectivas condiciones es preciso calcular el tamaño del muro de gavión necesario para mitigar el desbordamiento del río Cheqhuiña. Esto puede hacerse a través de un modelo numérico de acuerdo con el ciclo hidrológico del río y otros factores.

Finalmente, la definición operacional y la validez del diseño de defensa ribereña de muro de gaviones se determinan a través de medidas y evaluaciones realizadas en los estudios ingenieriles para asegurar la resistencia, funcionalidad, y eficacia del sistema.

3.4 Operacionalización de variables

Problema general:

¿Cuál será la incidencia del diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco?

Variable independiente: Defensas ribereñas.

Definición de la variable: Son estructuras para la protección de las crecidas de los ríos, las áreas al curso del agua, que reducen la inundación y desbordamientos. (MTC., 2016).

Dimensiones

- Estudio topográfico.
- Estudio hidrológico.
- Estudio de suelos.
- Resistencia de gaviones a las presiones de empujes.

Indicadores

- Datos geométricos del terreno.
- Caudal máximo.
- Peso específico, Densidad.
- Capacidad portante de la base.
- Deslizamiento.

- Vuelco o volteo.
- Estabilidad global.

Variable dependiente: Desbordamiento del río.

Definición de la variable: Es un desastre natural provocado por las altas precipitaciones y el nivel de agua del río supera su nivel normal y se derrama sobre los terrenos adyacentes. Martín V., J. (1996).

Dimensiones:

- Energía erosiva.
- Proteger terrenos.
- Control del curso natural del agua.
- Estructura dentro del cauce.

Indicadores:

- Erosión lateral del cauce.
- Meandros.
- Inundaciones.
- Pérdidas económicas.
- Desborde en las áreas colindantes.
- Diseño hidráulico.
- Diseño estructural.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizan diferentes tipos de instrumentos para la obtención de los datos que son de gran relevancia para el proceso del diseño de la estructura de muro de gaviones.

Se utilizan los programas Google Earth y Sas Planet para la obtención de imágenes georreferenciadas que nos permiten reconocer la geometría de la muestra en un plano 2D, para posteriormente obtener los datos en formato RASTES Y TIFF que son archivos que contienen datos topográficos del área de estudio, tales como curvas de nivel, cotas, y datos que permiten la geolocalización del área de estudio en el software ArcGIS.

Los archivos pluviométricos que son archivos que contienen datos de pluviometría (datos de precipitación), proporcionan por diferentes aparatos que son controlados por el Autoridad Nacional del Agua (ANA), que se encargan de la medición diaria de la lluvia caída en determinado instante de tiempo, obteniendo datos de cantidad, intensidad, duración y periodo en que ocurre la lluvia. Estos datos serán necesarios para la simulación de caudal máximo que podríamos obtener en un pedido de retorno determinado.

Los instrumentos para el ensayo de suelos serán vitales para conocer las características del suelo de la muestra, cuyos datos que proporcionan son capacidad portante, índice de granularía, densidad de agregado grueso y agregado fino.

Para recabar datos para este proyecto de tesis incluyen:

Proceso para el estudio topográfico: La recolección es realizando el levantamiento topográfico en campo: Se llevó a cabo una evaluación del terreno para localizar los puntos críticos, que serían usados posteriormente para la realización del levantamiento topográfico. Esto se hizo mediante la utilización de una estación total Leica TS03, 2 prismas y jalones.

Figura 45. Estación total Leica Ts03.



Fuente: El autor. (2023). GeoPerú Sicuani.

Proceso para el estudio hidrológico: Los datos para el estudio hidrológico fueron recolectados utilizando estaciones pluviométricas del SENAMHI. Estos datos se obtuvieron de la base de datos de la ANA y del

SENAMHI, específicamente de cuatro estaciones, seguidamente se calcularon en una hoja Excel la distribución de Gumbel que es una distribución logarítmica en una frecuencia de análisis donde se obtiene el valor máximo y al final aplicamos los caudales máximos para diferentes periodos de retorno utilizando el método Racional.

Los datos recolectados el cual obtuvimos de las 04 estaciones pluviométricas, se muestran en la tabla 2:

Tabla 2. Estaciones pluviométricas

Estación Pluviométrica							
Crucero		Santa Rosa		Ccatcca		Sicuani	
ALT (msnm)	3690	ALT (msnm)	3070	ALT (msnm)	3681	ALT (msnm)	3564
Año	Pmax24h (mm)	Año	Pmax24h (mm)	Año	Pmax24h (mm)	Año	Pmax24h (mm)
1993	14.86	1993	16.60	1993	12.86	1993	13.33
1994	35.27	1994	21.93	1994	9.79	1994	10.42
1995	14.83	1995	13.33	1995	12.18	1995	10.75
1996	13.55	1996	15.83	1996	12.02	1996	9.25
1997	27.65	1997	23.38	1997	14.77	1997	13.58
1998	13.10	1998	18.77	1998	13.48	1998	11.87
1999	14.26	1999	23.00	1999	13.05	1999	10.94
2000	9.32	2000	15.59	2000	10.47	2000	12.96
2001	14.19	2001	20.23	2001	11.05	2001	18.89
2002	13.89	2002	14.05	2002	10.78	2002	10.92
2003	13.48	2003	15.53	2003	10.62	2003	12.12
2004	9.52	2004	18.39	2004	14.11	2004	15.00
2005	9.54	2005	16.88	2005	22.11	2005	17.75
2006	13.03	2006	18.93	2006	14.74	2006	24.73
2007	10.60	2007	18.93	2007	11.88	2007	17.93
2008	11.28	2008	16.00	2008	14.14	2008	20.98
2009	6.81	2009	11.35	2009	12.28	2009	10.80
2010	12.32	2010	23.03	2010	14.38	2010	17.72
2011	6.62	2011	17.35	2011	10.79	2011	14.52
2012	12.35	2012	15.98	2012	15.43	2012	12.42
2013	11.79	2013	17.70	2013	10.99	2013	11.72
2014	20.78	2014	56.00	2014	17.19	2014	13.42
2015	16.65	2015	39.71	2015	18.62	2015	13.03
2016	14.27	2016	49.36	2016	15.30	2016	15.40
2017	7.95	2017	13.28	2017	14.47	2017	13.03
2018	12.13	2018	17.72	2018	13.35	2018	13.89
2019	10.04	2019	19.04	2019	14.23	2019	15.72
2020	10.84	2020	15.87	2020	12.73	2020	14.21

2021	12.19	2021	20.38	2021	10.22	2021	14.42
2022	7.60	2022	14.89	2022	15.53	2022	14.63

Fuente: SENAMHI (2023). Estaciones pluviométricas

Proceso para el estudio de mecánica de suelos: En el laboratorio particular INGEOP que está ubicado en ciudad de Sicuani ubicada en la Av. Belaunde S/N Santa Rosa de la ciudad de Sicuani – Canchis – Cusco. Que se encuentra a la disposición que tome como alquiler por un periodo de 03 horas y en 02 ocasiones para la realizaron de estos ensayos, para la obtención de las características del suelo. En la recolección para el estudio de mecánica de suelos, se tomó los muestreos de los suelos de las 03 calicatas en todo el trayecto del río Cheqhuiña que consta con nuestra muestra de estudio ya en laboratorio se utilizaron los siguientes instrumentos mencionados en la siguiente tabla 3 y tabla 4:

Tabla 3. Instrumentos para el ensayo de granulometría.

Ensayo de granulometria por tamizado	
Item	Instrumentos/herramientas
1	Un tamiz o pantalla
2	Recipientes para recolectar los distintos tamaños de partículas
3	Balanza química
4	Báscula
5	Recipientes de fondo plano
6	Cucharas de asbesto
7	Tabla de clasificación de tamaño de partícula
8	Hojas de papel para tamizado
9	EPP adecuado para hacer el ensayo

Fuente: El autor. (2023). INGEOP

Tabla 4. Instrumentos para el ensayo de densidad relativa

Ensayo densidad relativa	
Item	Instrumentos/herramientas
1	Probetas graduadas
2	Matraz aforado
3	Balanza química
4	Soporte para pesar recipientes
5	Vaso de precipitado
6	Embudo de separación
7	Válvula de bola
8	Tela de filtro
9	Recipiente para recoger el líquido
10	Pantalla para colocar provas
11	Termómetros para medir la temperatura
12	Gradilla para sostener los tubos de ensayo
13	apa para los tubos de ensayo para evitar la evaporación del líquido.

Fuente: El autor. (2023). INGEOP

La validación para estos datos obtenidos es proporcionada por el Ingeniero Ambrosio Mamani Cutipa con CIP: 41504 jefe responsable del laboratorio INGEOP quien estuvo a cargo de la verificación de estos ensayos, por medio de un informe que me presentó indican la veracidad de los datos obtenidos mediante estos ensayos. Así mismo se presentan en el anexo 2.

Proceso para el modelamiento hidráulico: Para el modelamiento hidráulico se utilizó el caudal máximo de diseño que se realizó en el estudio hidrológico y el coeficiente de Manning que se obtiene desde el diámetro medio utilizando la fórmula para el coeficiente de rugosidad.

Se recolectaron datos de expertos en la rama de la hidrología y de la municipalidad distrital de Maranganí para el estudio. Estos datos incluyeron fotografías de los desastres naturales provocados por las altas precipitaciones que han ocurrido, causando pérdida a los habitantes locales. Estos métodos se llevaron a cabo para reunir datos sobre el área del estudio.

1. Visita a la entidad municipal de Maranganí para recopilar datos históricos e información local sobre ríos, desbordamientos, inundaciones y uso de los recursos.
2. Estudio de campo para observar y evaluar características del terreno, caudales del río, flujo de agua, características geológicas y morfología fluvial.

3. Ejecutar un análisis hidrológico e hidráulico para determinar la capacidad del río para albergar energías potencialmente destructivas.
4. Modelado numérico para simular en el Software Hec-Ras y ver la respuesta del flujo de agua con la modificación del escenario en estudio.
5. Experiencia de los usuarios para obtener datos sobre el uso de los recursos ribereños.

3.6 Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos

Para el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para que se mitigue el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí, provincia de Canchis y departamento de Cusco, se incluyen:

Para el estudio topográfico: Para el levantamiento topográfico la técnica fue por estacionamiento topográfico. Con esta técnica logramos medir la superficie del área de estudio es cual corresponde a mi muestra, con bastante precisión, Esta técnica generalmente se realizó con una estación total, que contiene un telescopio láser, una brújula magnética y una mesa de lectura automatizada. La estación total se colocó normalmente en la parte superior de una colina como para visualizar gran parte del área de trabajo, según la topografía que se estudió, y la mesa de lectura se coloca a una distancia fija del telescopio. Se montan también algunos puntos de control el cual se le llama BM que se utilizan para poner en relación la superficie topográfica con la real y de esta manera se puede realizar un replanteo. Para el instrumento del levantamiento topográfico lo dividiremos en dos partes el cual corresponde de la siguiente manera:

Figura 46. Método de levantamiento, con estación total



Fuente: El autor. (2023). GeoPerú Sicuani.

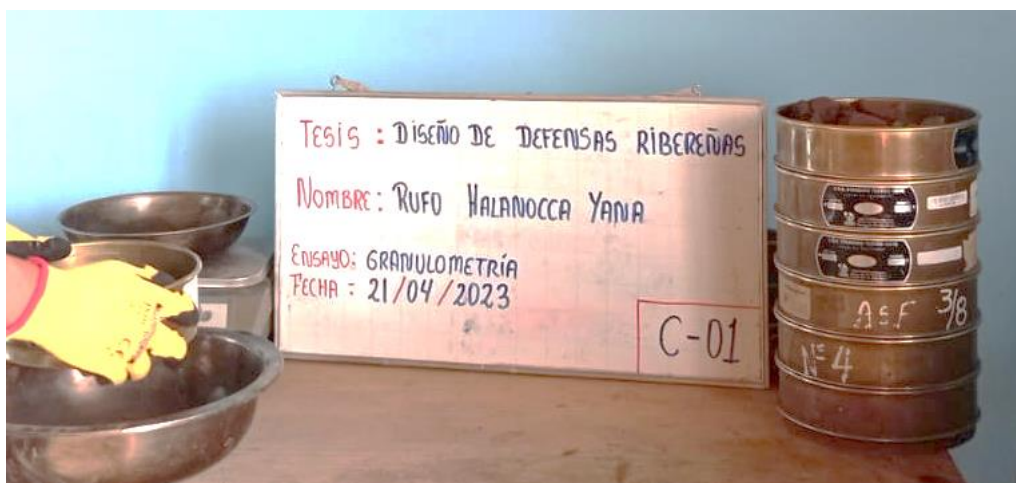
Trabajo de gabinete: Para el levantamiento topográfico se utilizó el software Civil 3D 2021, el cual nos permite importar y organizar los datos desde un formato csv. Gracias a esto, se puede crear la superficie topográfica, el perfil longitudinal y secciones transversales para visualizar las cotas geométricas de la zona. Esto permite realizar el diseño de defensas ribereñas como muros de gaviones para el río Cheqhuiña.

Para el estudio hidrológico: En este apartado para realizar el estudio hidrológico se utilizará software ArcGIS v.10.5 se formulará el estudio hidrológico de la cuenca del río Cheqhuiña hasta su punto de aforo. Esto permitirá determinar su área, perímetro, tiempo de concentración, números de curva y otros parámetros. Esta información será utilizada para obtener el caudal de diseño correspondiente a los períodos de retorno que se consideren.

Para el estudio de mecánica de suelos: Para este estudio ya con la recolección de datos que en campo y después de realizar los ensayos de laboratorio, se utilizará el Microsoft Excel, que con la norma técnica E.050. Se procederá a realizar el análisis granulométrico por tamizado – clasificación de suelos (ASTMD422/ASTM D2487/MTC E204), así mismo se realizará los ensayos para que se determine la densidad mínima basado en la norma

ASTM D4254, densidad máxima norma ASTM D4253, densidad natural norma ASTM 5030 y la densidad relativa norma ASTM D4254. Así como también se realizará el ensayo de contenido de humedad de los suelos basado en la norma (ASTM T86/MTC E108). Seguidamente se realizará el ensayo de peso específico del agravado grueso y el agragado grueso norma: MTC E 205 – 200, Basado en ASTM C-128 Y AASHTO T-84. Y finalmente se realizará la capacidad portante del suelo con los cálculos en el Excel.

Figura 47. Laboratorio de EMS. INGEOP



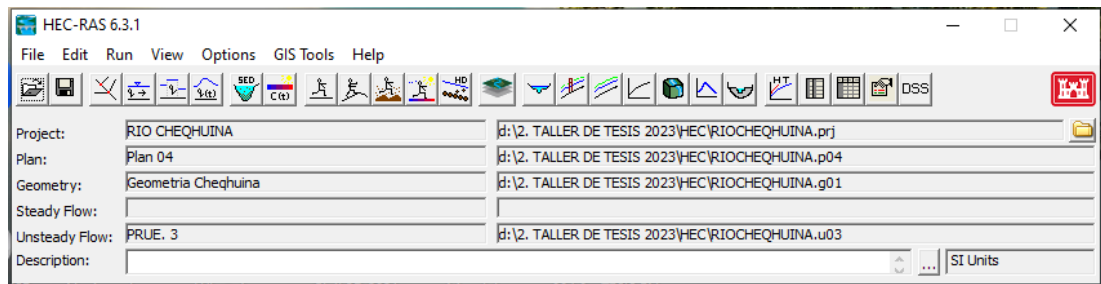
Fuente: INGEOP, El autor. (2023).

Para el modelamiento hidráulico: Se empleó el Software HEC-RAS para el análisis del flujo de aguas y ver de esta manera los sectores de inundación de acuerdo con el caudal de diseño que se estableció en el estudio Hidrológico y de esta manera predecir el flujo y los patrones de inundación a lo largo del río Cheqhuiña. Esta herramienta nos ayudará a que se mejore la gestión de los recursos fluviales.

El software HEC-RAS calculará los patrones de flujo a lo largo de un flujo de agua dada, entendiendo mejor cómo el río Cheqhuiña se comporta bajo diferentes grados de caudal. Estos patrones de flujo también pueden ayudar a determinar la seguridad de los flujos de agua y de esta manera garantizarlos.

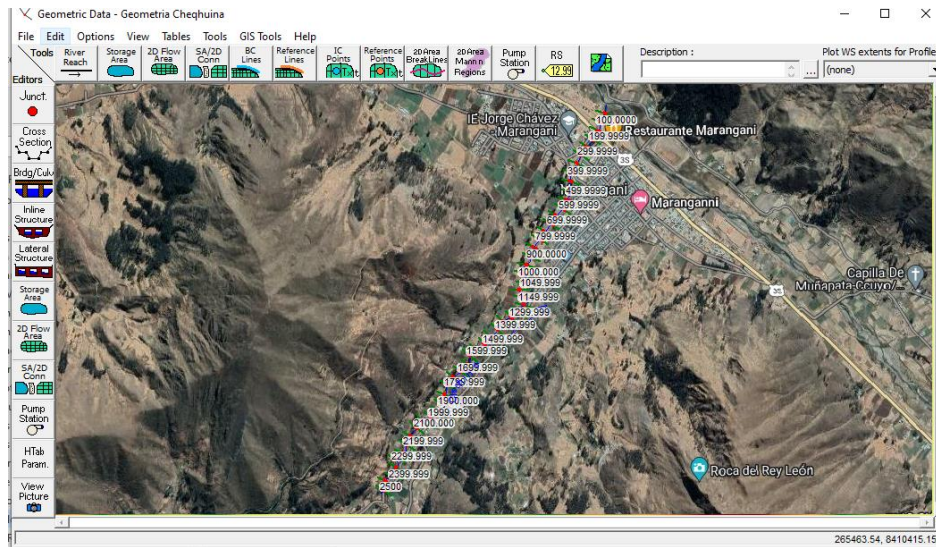
Esta herramienta lo utilizaremos para el planeamiento de riesgo de inundación como parte de un análisis hidrológico. Finalmente, el software HEC-RAS nos ayudará a reducir los efectos de las inundaciones dentro del río Cheqhuiña.

Figura 48. Software Hec-Ras 6.3.1



Fuente: El autor (2023)

Figura 49. Geometría del cause Software Hec-Ras



Fuente: El autor (2023).

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4.2. Métodos de trabajo

En primer lugar, para recopilar información sobre el tema de investigación a estudiar se investigó ampliamente. Seguidamente, se realizaron encuestas para recopilar datos primarios. Finalmente, se analizaron los datos recopilados para obtener conclusiones y recomendaciones.

Recopilar información existente: Se han recopilado estudios realizados por terceros (cartas nacionales) y se han llevado a cabo inspecciones visuales de la cuenca o zona de estudio.

Trabajo de campo: se llevaron a cabo incluyendo reconocimiento detallado, así como análisis visuales, levantamientos topográficos apropiados para determinar la mejor alternativa para el diseño y finalmente se tomaron muestras de suelos en el campo parte geotécnica sobre la tipificación del suelo de fundación se tomaron en cuenta para el diseño adecuado.

Así mismo se realizaron diversas labores para identificar la mejor alternativa para pasar el eje de la defensa por el terreno. Estas actividades incluyen reconocimientos visuales y levantamientos topográficos. Además, se tomaron en cuenta las recomendaciones de la geotecnia, que proporcionaron información sobre el tipo de suelo en los laboratorios de mecánica de suelos.

Trabajos de gabinete: de acuerdo a la información obtenida en campo incluyeron el procesamiento de datos recopilados del campo, para luego realizar el diseño correspondiente, la metodología utilizada fue los siguientes softwares: Civil 3D, ArcGIS, Hec-Ras y Microsoft Excel para realizar los diseños de la investigación. Esto se aplicó específicamente al estudio de los suelos.

4.3. Descripción y características de la zona de estudio

Localización

El Área de estudio de la cuenca del río Cheqhuiña se localiza a una altura promedio de 3702 m sobre el nivel del mar, dentro del suroeste de la Cuenca del río alto Vilcanota, ubicada en el distrito de Marangani, de la provincia de Canchis, en el departamento del Cusco.

Figura 50. Mapa de localización del río Cheqhuiña.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Río Cheqhuiña. Google Earth

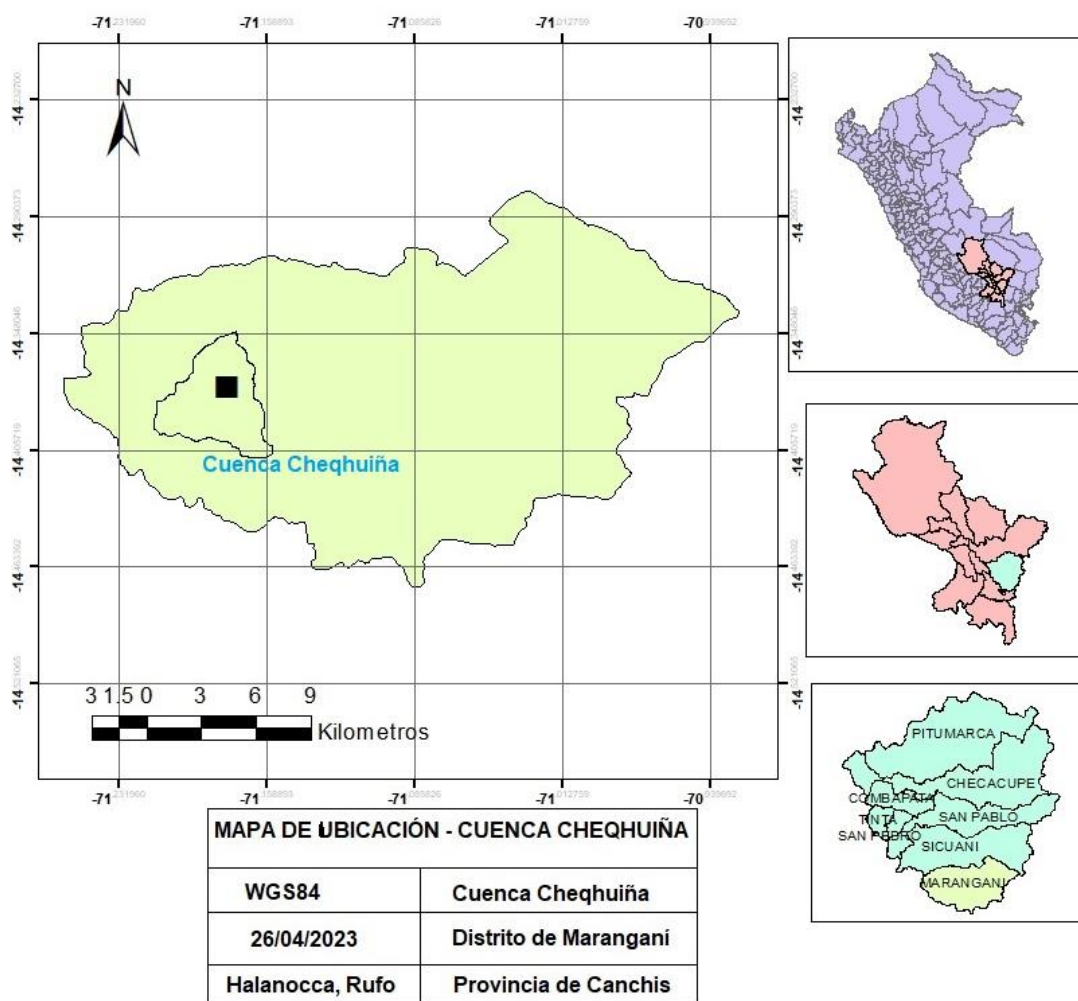
Ubicación y accesibilidad

La cuenca Cheqhuiña se encuentra localizado en el distrito de Marangani, provincia de Canchis y departamento de Cusco.

Nuestra área de estudio es el río Cheqhuiña, ubicado en el distrito de Marangani a 15 kilómetros al sur de la ciudad de Sicuani, provincia de Canchis.

Tiene una altitud de 3702 m.s.n.m, sus coordenadas en unidades UTM son, por el norte: 8411373.90 m, por el este: 265766.26 m. La accesibilidad por el por el sur principal desde la pista panamericana Cusco – Puno, como también la vía férrea de la misma ruta, encontrándonos desde la ciudad de Sicuani la zona se encuentra a 15 Kilómetros al sur.

Figura 51. Ubicación de la cuenca del río Cheqhuña



Fuente: Desarrollado propiamente (2023) Mapa de ubicación – ArcGIS.

Área: Abarca la sub-cuenca Cheqhuña, que presenta un área de 46.72 km² y un perímetro de 31.07 km. Esta cuenca forma parte de la cuenca del río alto Vilcanota. Por un lado, se encuentra la zona urbana donde se ubica la localidad de Marangani, mientras que, por el otro, hay zonas rurales que se encargan de la agricultura y a la ganadería. Dentro del área de estudio de la cuenca se encuentran ubicados la zona poblada del distrito de Marangani muy cercanas a las riberas del río en cual tiene riesgo de desbordamiento e inundación el cual es bastante peligroso debido al desastre natural.

El procedimiento es hacer un análisis ingenieril y de laboratorio

Límites: La zona de estudio de la cuenca Cheqhuiña tiene los siguientes linderos.

- Por parte norte: Colinda con la ciudad de Sicuani.
- Por parte sur: Colinda con el distrito Santa Rosa de región Puno.
- Por parte este: Colinda con la comunidad campesina de Ccuyo.
- Por parte oeste: Colinda con el distrito de Langui.

Vías de comunicación

Carretera: El distrito de Marangani se encuentra conectado a través de la carretera asfaltada Cusco – Sicuani – Marangani. Esta carretera es de principal importancia para el comercio, el turismo y la movilización de los habitantes del distrito.

Vías ferroviarias: El distrito de Marangani cuenta con vías ferroviarias. Sin embargo, existen servicios de trenes que conectan el distrito con Sicuani y otros lugares cercanos de la región de Puno y Arequipa.

Telecomunicaciones: El distrito de Marangani posee una buena infraestructura de telecomunicaciones que incluye servicios de radio, televisión, teléfonos fijos, teléfonos celulares y acceso a internet.

Clima y temperatura

Marangani es de montaña en su mayor parte, con temperaturas frías durante todo el año. Las precipitaciones anuales son relativamente irregulares ya que solo en temporada de primavera desde mediados de diciembre hasta fines de abril las precipitaciones son altas ya que estas son las consecuencias de los desbordamientos de los ríos en la zona, como también aproximadamente 419 mm de precipitación al año. Durante el día, hay sol con nubosidad intermitente, mientras que, por la noche, se registran heladas y temperaturas bajo cero.

Temperatura: En la localidad, varía entre los 3°C y los 24°C durante el año. En verano, la temperatura media es de 16°C y en invierno de 8°C.

Vientos: Dentro de la Cuenca Cheqhuiña, los vientos del distrito de Marangani son generalmente frescos y suaves. Durante los meses de verano, los vientos suelen soplar desde el sur hacia el norte, trayendo aire seco y refrescante. Durante los meses de invierno, los vientos predominantes vienen del este hacia el oeste, trayendo aire más húmedo y cálido. En general, los vientos del distrito de Marangani son menos fuertes y constantes que en otras partes del departamento de Cusco.

Topografía: La topografía de la localidad de estudio presenta un relieve montañoso y un clima templado, con presencia de la agricultura y grandes pastizales para la ganadería. Está rodeado de altas montañas de la Cordillera de Vilcanota, con sus nevados y picos. Sus principales ríos son el Wilkamayu, que forma parte del río Urubamba, y los afluentes de éste, que provienen de los valles de Marangani y Huancarani. El suelo es principalmente árido, con suelos pedregosos y arenosos en áreas más bajas. Su vegetación es principalmente bosques secos y montañas bajas.

Figura 52. Topografía del río Cheqhuiña



Fuente: El autor. (2023).

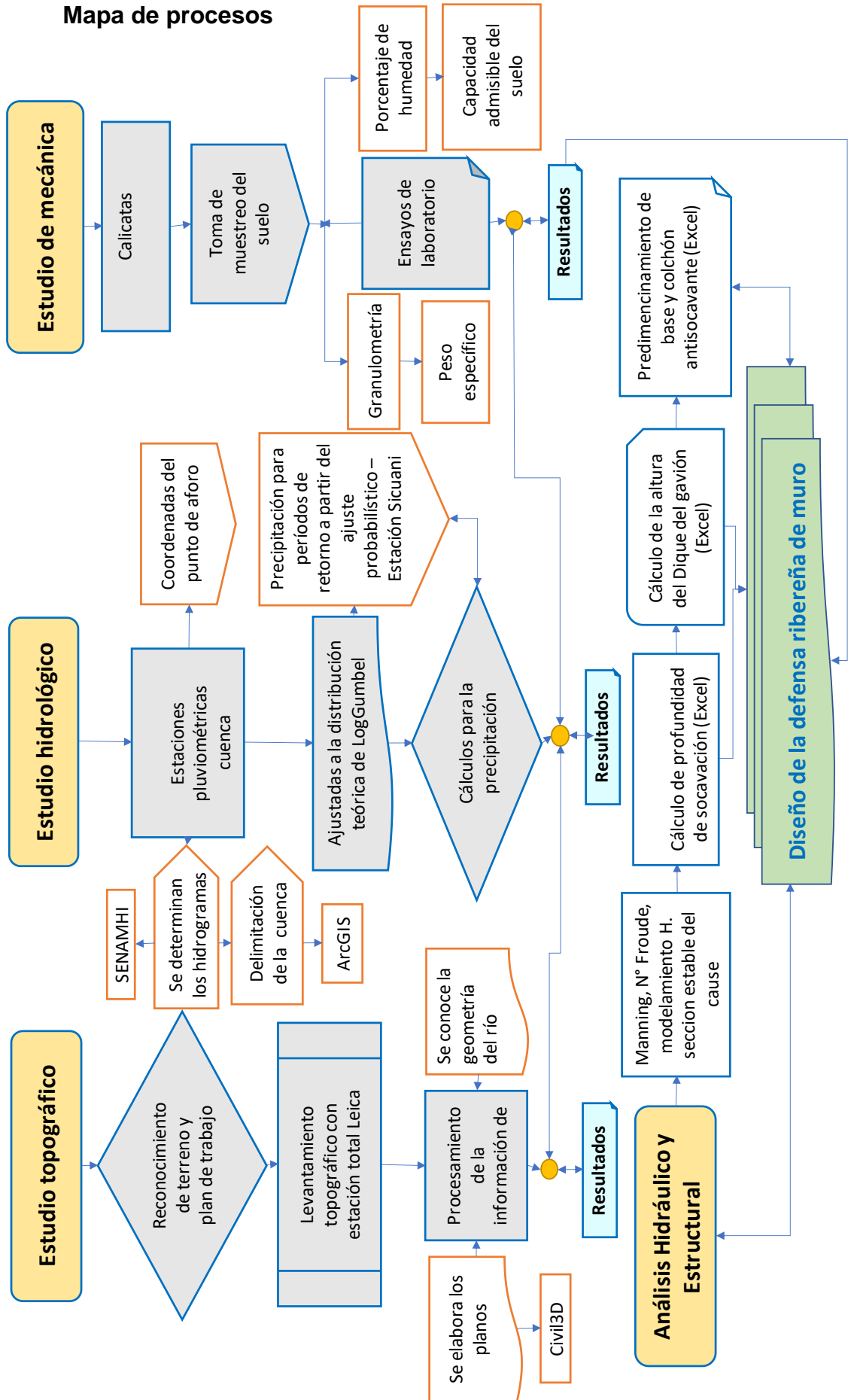
Geomorfología: La geomorfología del distrito de Marangani está formada por la Sierra de Marangani, que se encuentra dentro del macizo de los Andes Centrales. Esta sierra se encuentra entre los valles del río Apurímac y el río Paucartambo, y está formada por montañas de diferentes altitudes con una pendiente suave. El distrito está compuesto principalmente por terrenos montañosos, con algunas planicies y terrazas, así como áreas de bosques y

praderas. Algunas de las cumbres más altas de la sierra son el Cerro Marangani, el Cerro Colorado y el Cerro Negro. Estas montañas tienen una forma espiral y están rodeadas por los valles en forma de v en la parte superior. También hay algunas zonas de selva alrededor de la sierra.

Geología: La geología se caracteriza por ser una región montañosa de origen volcánico. Esta región comprende la Cordillera de los Andes, una cadena montañosa que se extiende desde México hasta Argentina. Esta región cuenta con diversos yacimientos de minerales como cobre, hierro, plata, oro, zinc, plomo, estaño, bismuto, cinc, mercurio, antimonio y otros. El relieve de esta región es principalmente montañoso, aunque también hay planicies de altura intermedia. Esta región cuenta con una cantidad considerable de ríos y lagos, algunos de los cuales se originan en los nevados y volcanes de la Cordillera de los Andes. La geología ofrece una amplia variedad de recursos geológicos que pueden explotarse para el beneficio de la región. Estos recursos minerales, junto con el clima y el relieve, hacen de esta región un lugar ideal para la agricultura y la explotación de los recursos minerales.

Pluviometría: Marangani, ubicado en el departamento de Cusco, tiene una pluviometría anual significativamente alta. Esto se debe a su ubicación en alta montaña, cerca de la Cordillera de los Andes, que facilita la formación de nubes que generan lluvias constantes durante el año. Esto representa una gran ventaja, ya que otorga un gran nivel de fertilidad a los suelos, aumentando considerablemente la productividad agrícola y ganadera.

Mapa de procesos



4.4. Estudio topográfico

El estudio topográfico se ejecutó en la fecha martes 28, miércoles 29 y jueves 30 de marzo del presente año, el levantamiento topográfico se comenzó de aguas abajo hacia aguas arriba. Encontrándonos en la zona de estudio ya preparados para el levantamiento topográfico con una estación total LEICA Ts03 juntamente con 02 prismas y los respectivos ayudantes para el levantamiento topográfico, en total se realizaron 09 puntos de cambio de estación total en una extensión de 02 kilómetros más 550 metros de longitud, comenzando el levantamiento topográfico el día 28 de marzo y concluyendo el 30 de marzo de este año 2023.

Figura 53. *Equipo para el levantamiento topográfico*



Fuente: El autor (2023).

El estudio topográfico es una investigación a detalle sobre el terreno para determinar la configuración exacta de la superficie del terreno. Esto incluye la medición de la pendiente y la dirección de los valles y colinas, así como la ubicación de los objetos físicos en dicha superficie. Estos objetos pueden incluir, cuerpos de agua, árboles, cercas, etc. El estudio también incluye la recopilación de datos sobre el relieve del terreno, incluida la elevación, el perfil del terreno, las curvas de nivel y la información hidrológica.

Estos datos se utilizan para crear una representación tridimensional del terreno, así como para usos más generales, como la planificación de la construcción, la planeación de áreas y finalmente sobre esta información se diseña las defensas ribereñas de muro de gaviones para tener el resultado final en un plano detallado.

Figura 54. Levantamiento topográfico con la estación total Leica Ts03



Fuente: El autor. (2023). Levantamiento topográfico.

Topografía – Trabajo de campo: La finalidad de la topografía es identificar la forma del río en un área dada para definir sus características geométricas, lo cual es fundamental para establecer cuál tramo debe ser protegido.

El tramo estudiado del río Chequhuiña presenta una topografía compleja debido a su ubicación en una zona montañosa, el cual se dificultó la realización tomando 09 puntos de cambio de la estación total que tomó tres días para el levantamiento topográfico.

Figura 55. Reconocimiento de campo



Fuente: El autor. (2023). Levantamiento topográfico.

Figura 56. Levantamiento topográfico día 01



Fuente: El autor. (2023). Levantamiento topográfico.

Para el estudio se ha tomado en cuenta realizar iniciar trabajo con levantamiento comenzando desde la cota cero donde desemboca el río Cheqhuiña al río Alto Vilcanota, que mide 2550 metros. Se instalarán nueve puntos de referencia (09 BMs) a lo largo de toda la zona para poder procesar los datos de la medida exacta. Las herramientas utilizadas para el levantamiento topográfico fueron:

- 01 estación total Leica Ts03
- 02 prismas con sus respectivos jalones
- 01 GPS Navegador
- 01 flexómetro

Figura 57. Levantamiento topografoco dia 02



Fuente: El autor. (2023). Levantamiento topográfico.

Figura 58. Levantamiento topografico dia 03 margen izquierdo



Fuente: El autor. (2023). Levantamiento topográfico.

Figura 59. Levantamiento topografico dia 03 margen izquierdo



Fuente: El autor. (2023). Levantamiento topográfico.

Figura 60. Culminación del levantamiento topográfico día 03



Fuente: El autor. (2023). Levantamiento topográfico.

Otros aspectos realizados y analizados en trabajo de campo:

En el campo, se ha verificado y analizado los siguientes aspectos que nos brindan la información como base para los estudios de ingeniería y para desarrollarlos.

Pendiente del cauce: Desde la parte intermedia del río hacia la parte alta del río Cheqhuiña tiene una topografía bastante accidentada, en el tramo del estudio la pendiente es de 3.47%

Geometría del cauce: Se han hecho mediciones del ancho y la profundidad del cauce en lugares alcanzables.

Estabilidad de las riberas: Se han realizado mediciones de los ángulos de inclinación y los taludes laterales del cauce para poder dibujar con precisión las secciones transversales.

Factores hidrológicos: Durante el reconocimiento en campo, así mismo el diámetro medio que fue calculado en base al análisis del suelo por la granulometría, se calculó el valor de Manning y se obtuvieron datos de las máximas avenidas. Se registró el nivel de la margen del lado izquierdo del cauce del río Cheqhuiña el cual vemos las evidencias de su nivel de riesgo ante estos desastres.

Estructuras existentes: se ha encontrado gaviones existentes y muros de contención en la zona, donde se evidencio que están destruidas por el encausamiento del río Cheqhuiña. En sus altas precipitaciones.

Procesamiento de datos: La información data de la topográfica procesada en gabinete nos permite calcular propiedades hidráulicas tales como la velocidad y el caudal del agua en un tramo específico del río Cheqhuiña. Se recopiló información en el terreno, para luego ser procesada por el Programa Autodesk Civil 2021. Los resultados obtenidos incluyeron planos de planta y secciones transversales del río Cheqhuiña. De los 2250 metros levantados en campo, se seleccionaron 50 secciones ubicadas en ambas márgenes para su análisis y protección. Ver Tabla 5.

Tabla 5. *Resumen datos de las secciones del río Cheqhuiña*

Secciones	Progresiva	Área (m2)	Cota Fondo (m.s.n.m.)
S1	0+000	0.000	3684.25
S2	0+050	126.584	3686.31
S3	0+100	107.42	3688.47
S4	0+150	114.55	3690.09
S5	0+200	179.04	3693.32
S6	0+250	115.98	3694.55
S7	0+300	104.07	3695.7
S8	0+350	135.19	3698.86
S9	0+400	960.31	3700.19
S10	0+450	119.707	3703.35
S11	0+500	105.01	3705.05
S12	0+550	240.51	3707.08
S13	0+600	197.8	3710.11
S14	0+650	248.45	3612.69
S15	0+700	225.92	3714.93
S16	0+750	256.65	3716.91
S17	0+800	193.36	3719.04
S18	0+850	188.57	3721.02
S19	0+900	166.53	3723.41
S20	0+950	125.62	3725.65
S21	1+000	162.28	3727.53
S22	1+050	145.03	3729.73
S23	1+100	173.27	3732.02
S24	1+150	138.481	3734.35
S25	1+200	119.31	3736.61
S26	1+250	126.44	3738.83
S27	1+300	90.93	3741.15

S28	1+350	127.87	3743.7
S29	1+400	115.96	3745.83
S30	1+450	147.08	3747.74
S31	1+500	972.2	3749.95
S32	1+550	131.6	3752.24
S33	1+600	116.9	3754.22
S34	1+650	252.4	3756.3
S35	1+700	209.69	3758.55
S36	1+750	260.34	3760.81
S37	1+800	237.81	3762.93
S38	1+850	268.54	3765.12
S39	1+900	205.25	3767.49
S40	1+950	200.46	3768.89
S41	2+000	178.42	3772.24
S42	2+050	137.51	3774.41
S43	2+100	174.17	3776.81
S44	2+150	156.92	3778.76
S45	2+200	185.16	3780.92
S46	2+250	201.45	3783.12
S47	2+300	211.24	3785.09
S48	2+350	256.78	3787.33
S49	2+400	248.91	3789.41
S50	2+450	225.73	3791.88
S51	2+500	208.08	3794.3
S52	2+550	201.99	3796.83
S53	2+569.28	202.45	7996.63

Fuente: Desarrollado propiamente (2023). Secciones transversales

En el resultado final vemos en el plano en planta general de longitud 2250 m del eje del río Cheqhuiña, en donde se observa la extensión del proyecto, BMs, ubicación y detalles del cauce del río Cheqhuiña.

De la misma manera las 50 secciones transversales en de la zona de estudio y el perfil longitudinal del eje del río Cheqhuiña a escala, todos estos planos están detallados en el archivo.

4.5. Estudio hidrológico

El objetivo de este capítulo es determinar el caudal máximo de diseño necesario para diseñar y construir la defensa ribereña de muro de gaviones, sobre el río Cheqhuiña en ambas márgenes, que se determinó la información hidrológica obtenida de ANA (autoridad nacional del agua) – Sicuani.

4.5.1 Descripción de la cuenca

Cuenca del río Cheqhuiña

Con base en la información pluviométrica referente a la precipitación máxima de 24 h de las estaciones Crucero, Santa Rosa, Ccatcca y Sicuani (1993 - 2022) se establecieron los hidrogramas de máximas avenidas en el Río Cheqhuiña en el distrito de Marangani para períodos diversos de retorno, para lo cual se detalló como punto de aforo la ubicación descrita en la tabla 6.

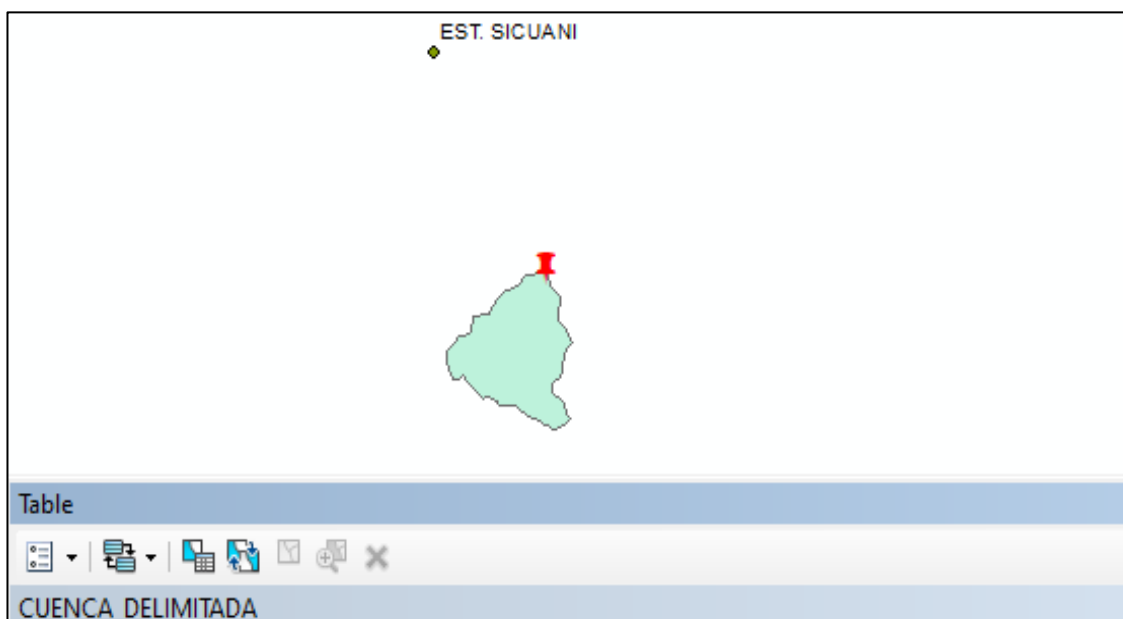
Tabla 6. *Punto de aforo de la cuenca Cheqhuiña*

Punto de aforo en el Rio Cheqhuiña		
Ubicación Política		
Distrito de Marangani, Canchis, Cusco		
Ubicación Geografica		
Coordenadas Este:	265925.27	m E
Coordenadas Norte:	8411736.72	m S
Elevacion:	3702	m.s.n.m.

Fuente: Desarrollado propiamente (2023).

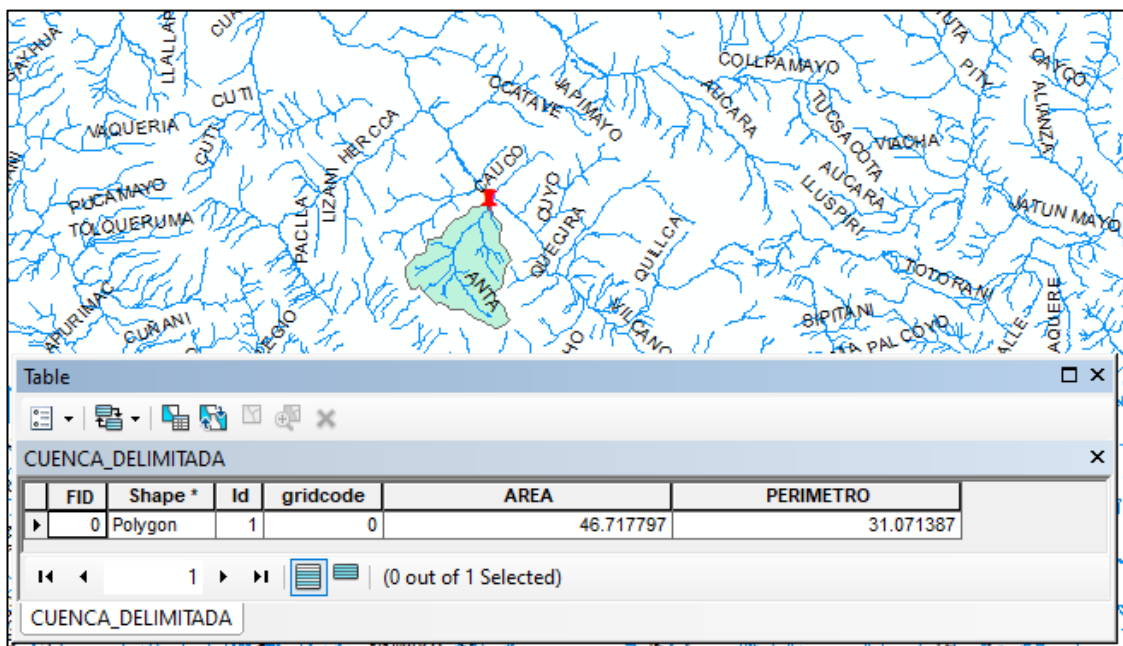
La demarcación de la cuenca del río Cheqhuiña se realizó mediante el programa ArcGIS v.10.5 a los puntos de levantamiento antes mencionados. Aquí puede obtener parámetros como el área de la piscina y su perímetro, tiempo de concentración y número de curvas. Esto ayuda a completar el proceso de diseño para el período de retorno considerado en el estudio. La siguiente imagen 44. muestra la cuenca del río Cheqhuiña obtenida con ArcGIS v.10.5.

Figura 61. Delimitación de la cuenca del río Cheqhuiña.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Delimitación de cuenca. software ArcGIS v.10.5.

Figura 62. Área y perímetro de la cuenca delimitada

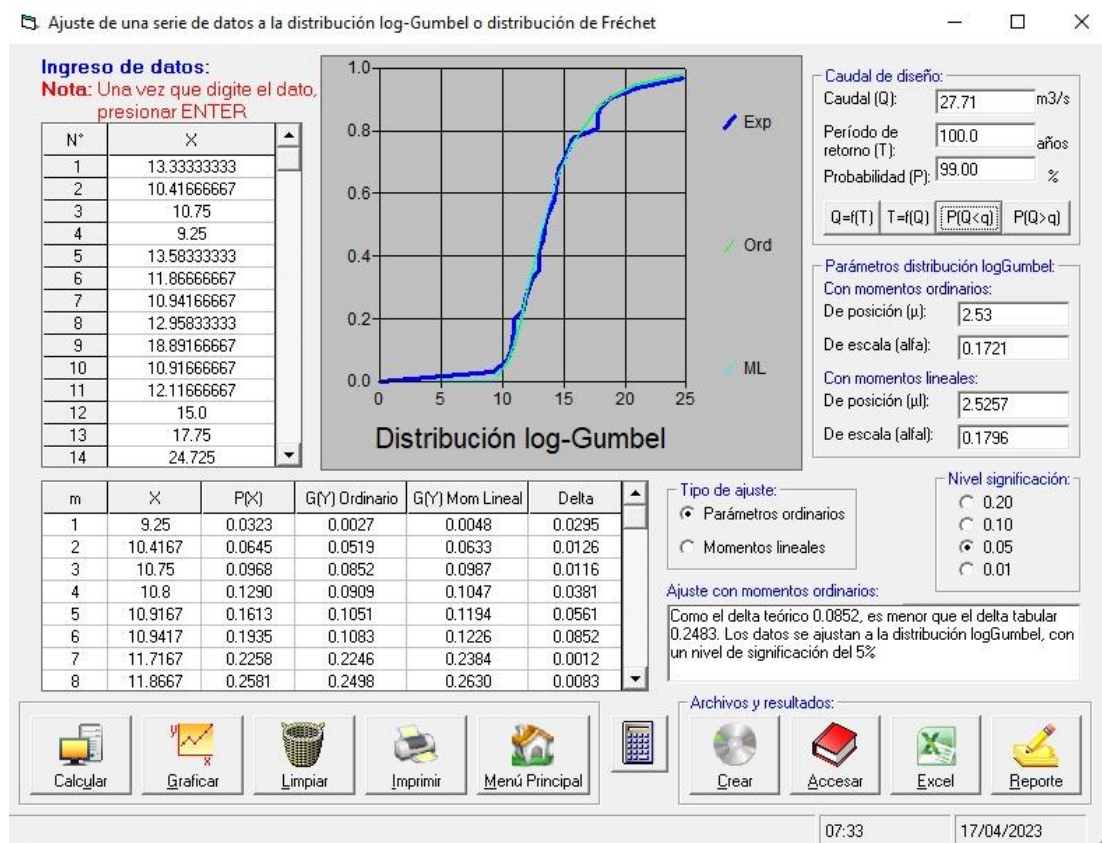


Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Delimitación de cuenca. software ArcGIS v.10.5.

La precipitación máxima de 24 horas se utiliza para determinar el mapa de precipitación total y se ajusta de acuerdo con la distribución teórica de Log-Gumbel. Además, con la ayuda del mapa de lluvia, es posible determinar el mapa de lluvia total de lluvia para

diferentes periodos de retorno, el cual se evalúa para realizar la conversión lluvia-escorrentía en la cuenca de estudio.

Figura 63. Ajustes de datos a la distribución Long-Gumbel



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Determinación de hidrogramas. software ArcGIS v.10.5.

Para la hallar los hidrogramas de las máximas avenidas del río Cheqhuiña se empearon los datos de las estaciones Crucero, Santa Rosa, Ccatcca y Sicuani los cuales SENAMHI cuenta con un registro histórico de 30 años (1993 - 2022).

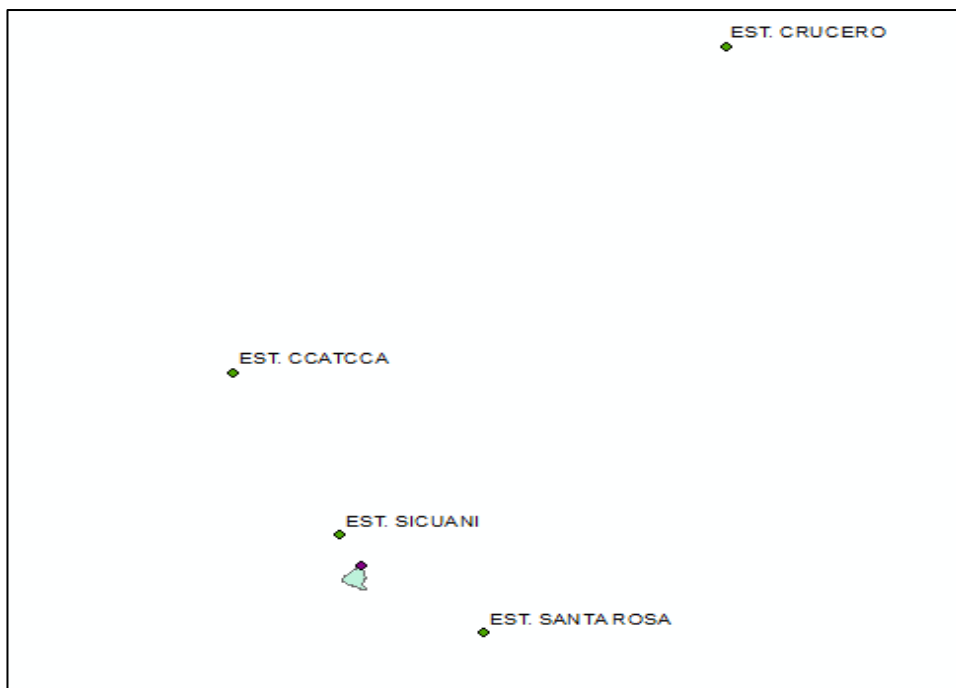
Tabla 7. Cuadro de las 4 estaciones para el cálculo de la precipitación

Nº	Cat.	Thiessen	Estación	Dpto	Provincia	Distrito	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)	Periodo de Registro
1	PLU	A1	Crucero	Puno	Carabaya	Crucero	70°1'33.3" W	12°21'51.1" S	4128	1993-2022
2	PLU	A2	Santa Rosa	Puno	Melgar	Santa Rosa	70°47'34" W	14°37'4.1" S	3957	1993-2022
3	PLU	A3	Ccatcca	Cusco	Quispicanchis	Ccatcca	71°33'36.4" W	13°36'35.6" S	3681	1993-2022
4	PLU	A4	Sicuani	Cusco	Canchis	Sicuani	71°14'12.1" W	14°14'14.5" S	3564	1993-2022

Fuente: SENAMHI (2023) estaciones pluviométricas

Las estaciones más cercanas al sector han sido seleccionadas por su ubicación del punto de interés. En la siguiente imagen, se muestra las 4 estaciones meteorológicas que fueron analizadas y procesadas.

Figura 64. Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Estaciones pluviométricas - software ArcGIS v.10.5.

En la cuenca del río Cheqhuiña, se empleó un procedimiento de conversión de lluvia-escorrentía para detallar los caudales máximos de inundación empleando el método de hidrografía unitaria sintética NRCS.

A continuación, se describe el método utilizado para obtener hidrogramas de crecida máxima para un punto de medición para períodos de retorno de 25, 50, 100, 500, 1000 y 10 000 años.

Procedimiento: La precipitación máxima histórica para estaciones en 24 horas de las estaciones pluviométrías como: Crucero, Santa Rosa, Ccatcca y Sicuani se realiza el ajuste referente a las distribuciones probabilísticas Normal, Long Normal y Gumbel.

Luego procedemos a estimar la precipitación máxima posible esperada durante un período de 24 horas en varios períodos de retorno. A continuación, se presentan las Tablas, el cual representa los datos obtenidos en la estación

Sicuani la cual está más cerca del punto de aforado. Posteriormente se detallaron los periodos de retorno.

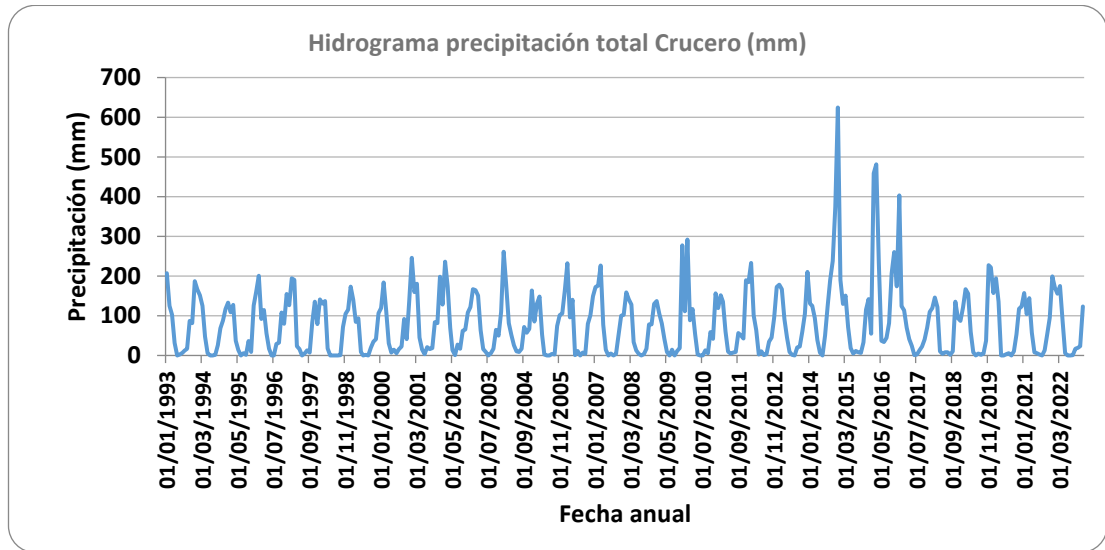
Precipitaciones total mensuales, hidrograma, precipitación media y total de la estación Crucero.

Tabla 8. Precipitación total mensual. (mm). Crucero

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1993	178.30	81.50	91.00	84.20	14.90	8.50	0.00	36.20	25.50	37.10	103.50	160.80	821.50
1994	284.90	423.20	135.40	83.00	24.90	5.60	0.00	5.10	97.60	58.70	62.30	208.40	1389.10
1995	177.90	97.90	152.80	38.30	28.20	2.30	0.00	12.70	24.10	42.60	82.10	95.20	754.10
1996	162.60	134.60	122.90	51.70	36.30	0.00	0.00	19.70	14.00	26.40	103.90	76.70	748.80
1997	205.30	331.80	197.80	42.60	16.10	0.00	0.00	13.90	14.60	42.40	94.50	31.30	990.30
1998	37.30	93.40	157.20	67.10	0.40	4.40	0.00	0.70	2.30	119.90	101.70	37.60	622.00
1999	141.00	120.00	171.10	67.30	31.70	0.80	0.50	0.00	55.70	44.90	64.40	118.00	815.40
2000	111.80	61.10	67.10	4.10	7.40	9.20	5.00	5.90	10.70	87.50	23.80	107.20	500.80
2001	170.30	65.10	135.30	27.10	17.60	0.00	16.10	11.30	21.30	23.70	50.20	89.30	627.30
2002	52.50	166.70	91.80	22.50	11.40	1.00	21.20	10.00	25.80	71.00	74.90	149.50	698.30
2003	161.80	87.30	114.00	59.00	10.10	14.30	0.00	13.20	15.10	65.10	54.00	56.10	650.00
2004	114.20	59.30	38.00	46.60	7.80	10.10	4.10	1.30	10.80	32.60	70.30	67.10	462.20
2005	88.10	114.50	54.00	19.40	4.70	0.00	3.40	8.30	5.80	45.80	44.50	91.20	694.14
2006	156.40	45.90	53.90	34.00	0.90	4.90	0.00	14.20	17.90	32.50	105.40	94.70	560.70
2007	127.20	40.00	83.20	19.40	6.90	0.50	1.70	0.00	14.80	59.10	40.90	55.80	449.50
2008	135.30	48.10	60.90	21.80	14.30	0.00	0.00	5.30	3.90	57.30	43.60	123.30	513.80
2009	81.70	73.00	37.90	24.60	8.80	0.00	4.10	0.00	51.20	10.60	67.40	57.30	416.60
2010	147.80	101.10	116.30	5.80	12.20	0.00	0.90	1.30	2.80	46.80	22.20	92.10	549.30
2011	54.10	61.20	73.70	15.70	4.80	2.60	0.00	4.80	59.20	49.50	28.20	79.40	433.20
2012	148.20	91.80	67.40	27.80	0.00	18.40	0.50	0.60	18.90	16.80	77.60	119.40	587.40
2013	122.80	141.50	41.80	23.10	20.00	14.80	0.00	17.40	9.70	75.40	56.80	103.10	626.40
2014	249.38	184.65	116.99	54.46	103.69	77.67	16.62	70.99	95.63	104.40	108.86	190.45	1373.78
2015	126.43	199.82	116.68	111.20	97.95	21.27	25.74	79.74	54.69	69.48	134.36	159.16	1196.52
2016	118.25	159.55	141.26	121.26	79.37	34.53	23.57	94.87	54.66	75.93	145.98	171.19	1220.41
2017	72.50	55.50	95.40	59.30	14.80	0.00	2.70	0.20	25.10	38.50	34.40	74.80	473.20
2018	118.20	118.10	145.50	14.60	3.30	10.90	26.60	10.60	6.50	57.80	48.80	47.30	608.20
2019	88.80	120.50	112.00	48.40	36.80	8.60	6.40	0.00	0.10	44.90	99.00	86.50	652.00
2020	78.20	121.20	41.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.80	43.00	7.70	130.10	429.20
2021	72.50	55.20	65.80	69.80	8.40	0.00	0.00	0.00	0.90	11.00	83.40	146.30	513.30
2022	91.20	65.50	81.10	10.30	1.40	3.80	0.00	2.80	1.20	16.20	4.20	27.60	305.30
MEDIA	129.17	117.30	99.31	42.48	20.84	8.47	5.30	14.70	24.94	50.23	67.96	101.56	689.42
DESV. STA	56.20	83.19	43.06	30.74	26.96	15.36	8.69	24.34	26.41	26.00	35.66	47.14	281.98
MAX.	284.90	423.20	197.80	121.26	103.69	77.67	26.60	94.87	97.60	119.90	145.98	208.40	1389.10
MIN.	37.30	40.00	37.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	10.60	4.20	27.60	305.30

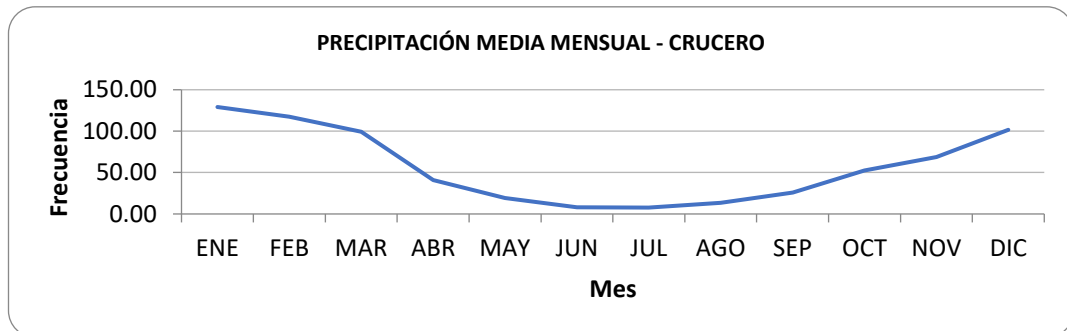
Fuente: SENAMHI (2023) estaciones pluviométricas – Crucero

Figura 65. Hidrograma precipitación total Crucero



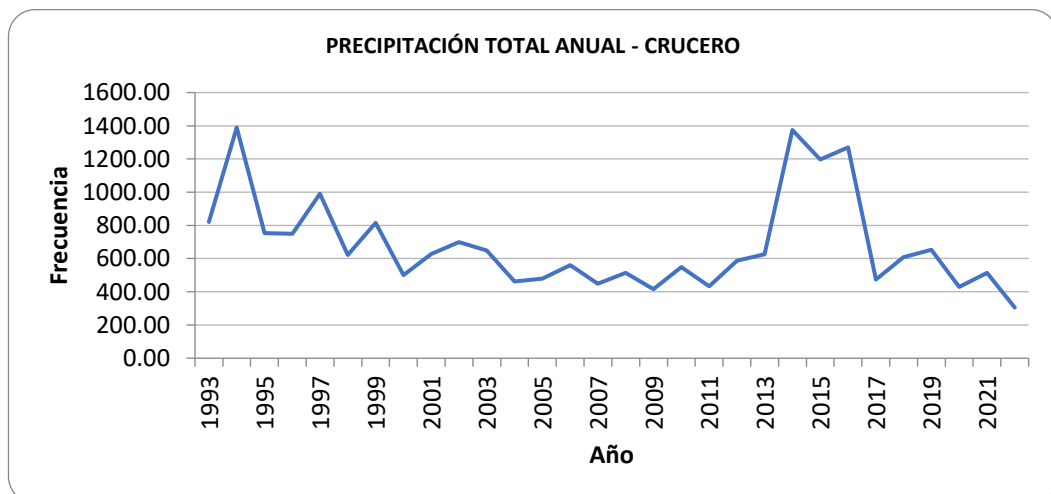
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Hidrograma – Crucero

Figura 66. Precipitación media Crucero



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Precipitación media mensual - Crucero

Figura 67. Precipitación total Crucero



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Precipitación total - Crucero

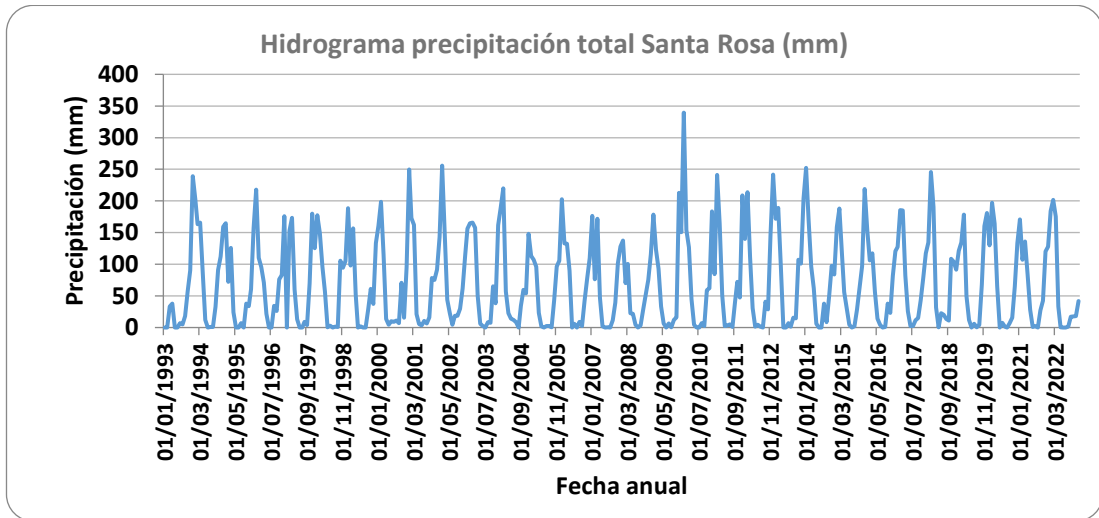
Precipitaciones total mensuales, hidrograma, precipitación media y total de la Santa rosa.

Tabla 9. *Precipitación total mensual. (mm). Santa Rosa.*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1993	199.20	57.00	140.10	93.53	7.54	7.90	7.23	26.72	28.83	72.13	150.54	171.53	962.25
1994	263.21	174.41	188.31	74.81	13.00	2.00	0.00	3.70	4.54	37.31	92.30	179.40	1032.99
1995	127.30	148.20	159.90	28.50	6.20	0.00	0.00	0.00	50.50	84.80	144.60	106.30	856.30
1996	190.00	188.20	150.10	56.70	9.80	0.00	10.70	12.90	21.20	74.50	110.90	180.40	1005.40
1997	280.50	162.60	244.90	60.20	5.80	0.00	14.76	21.90	70.80	63.10	164.60	158.90	1248.06
1998	145.60	125.60	134.60	225.18	0.00	2.60	0.00	5.00	9.10	127.50	114.10	46.60	935.88
1999	138.50	164.80	276.00	65.20	10.30	0.00	0.00	0.00	26.60	54.70	16.40	98.20	850.70
2000	187.10	139.60	108.00	19.00	3.20	5.90	2.80	7.10	10.50	180.20	24.60	151.50	839.50
2001	242.80	163.70	125.80	28.90	34.90	0.00	8.80	5.20	15.50	37.90	25.90	56.80	746.20
2002	153.40	168.60	130.90	84.80	27.80	11.30	12.10	2.40	24.10	107.10	89.30	123.60	935.40
2003	155.10	147.20	186.30	37.70	10.60	2.30	0.01	11.81	14.62	24.04	26.10	112.86	728.64
2004	220.70	113.30	84.10	50.70	0.00	2.60	2.20	20.30	35.60	15.20	80.70	122.80	748.20
2005	71.20	202.50	112.00	35.80	0.00	0.00	2.60	10.80	2.02	67.00	84.80	105.42	694.14
2006	227.10	103.11	102.50	61.63	1.00	8.01	0.02	6.84	8.36	42.84	73.61	215.20	850.22
2007	101.12	104.60	227.20	65.81	9.51	1.20	3.00	0.00	41.62	53.70	81.33	84.43	773.52
2008	161.30	79.10	79.91	12.60	4.22	2.62	0.00	2.42	4.82	59.04	56.93	192.00	654.96
2009	120.21	135.90	72.40	28.41	2.21	0.00	1.21	0.01	13.30	36.00	126.10	136.20	671.95
2010	276.30	150.00	132.00	28.72	8.10	1.22	0.00	0.80	10.42	17.65	44.23	119.71	789.15
2011	109.10	208.20	176.70	54.70	12.10	3.60	6.40	1.21	47.80	41.11	46.80	139.60	847.32
2012	154.00	191.80	177.90	111.50	0.00	0.00	0.00	1.10	19.61	27.80	70.40	186.14	940.25
2013	212.40	141.00	118.00	31.00	7.90	9.00	1.80	6.40	7.60	63.20	73.20	148.50	820.00
2014	147.70	136.10	74.80	29.90	1.20	0.00	38.81	102.09	227.91	198.36	671.94	241.96	1870.77
2015	248.53	364.47	261.33	310.95	79.21	30.38	34.09	69.95	123.81	346.26	476.53	130.77	2476.28
2016	61.12	592.37	274.12	281.16	44.97	45.27	29.17	77.70	226.22	259.52	264.53	316.74	2472.89
2017	133.90	64.40	159.30	31.20	13.20	0.00	0.00	3.26	11.63	28.46	76.81	89.76	611.92
2018	118.12	192.07	212.67	27.44	4.08	34.88	22.85	11.42	4.59	129.23	71.30	71.50	900.15
2019	133.72	228.48	106.08	25.09	18.77	0.00	0.00	0.00	6.50	29.70	128.20	116.70	793.24
2020	190.40	182.40	66.80	10.81	6.22	0.00	0.00	4.50	39.80	64.20	38.15	134.84	738.13
2021	178.80	89.40	162.80	108.50	5.90	0.00	0.00	0.60	18.90	36.00	75.80	244.60	921.30
2022	178.70	123.30	124.10	42.80	0.00	0.00	0.00	9.30	9.70	4.80	0.10	10.30	503.10
MEDIA	170.90	168.08	152.32	70.77	11.59	5.69	6.62	14.18	37.88	79.45	116.69	139.78	973.96
DESV. STA	57.53	98.94	60.34	74.13	16.49	11.19	10.84	24.79	57.10	76.70	137.55	63.53	471.68
MAX.	280.50	592.37	276.00	310.95	79.21	45.27	38.81	102.09	227.91	346.26	671.94	316.74	2476.28
MIN.	61.12	57.00	66.80	10.81	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02	4.80	0.10	10.30	503.10

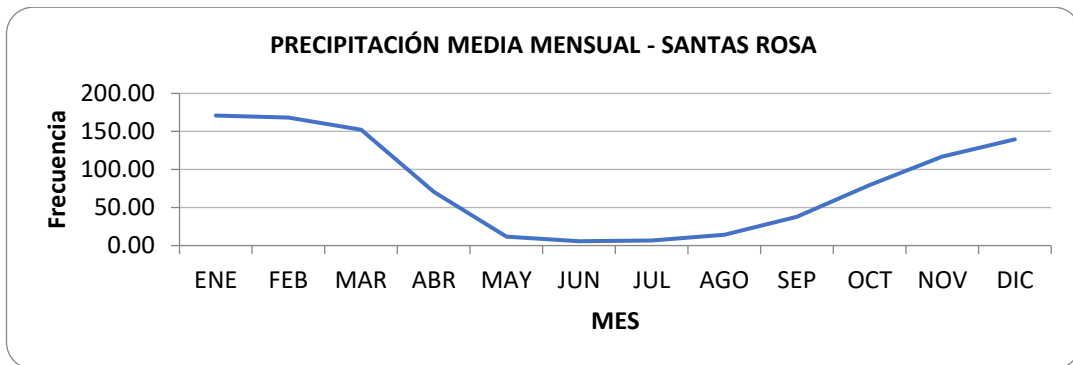
Fuente: SENAMHI (2023) estaciones pluviométricas - Santa Rosa

Figura 68. Hidrograma precipitación total mensual Santa Rosa.



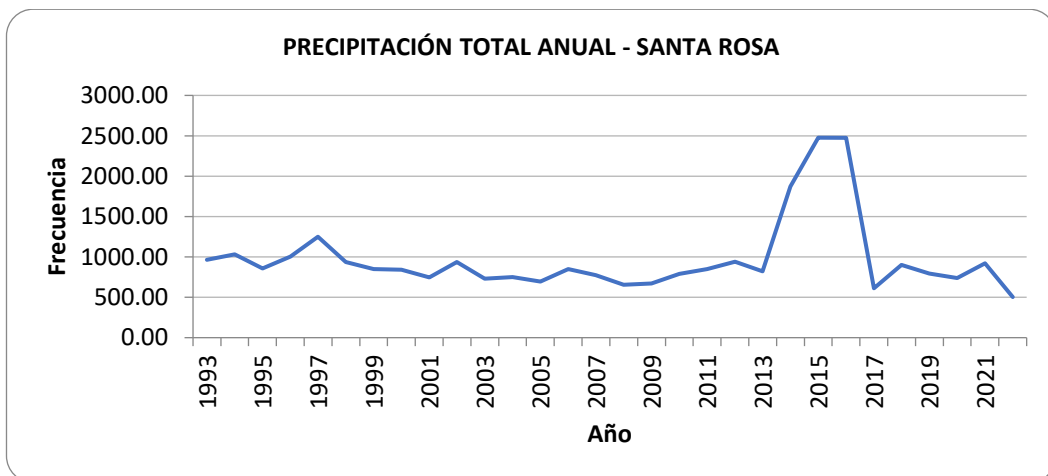
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Hidrograma mensual – Santa Rosa

Figura 69. Precipitación media Santa rosa



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Precipitación media - Santa rosa

Figura 70. Precipitación total Santa Rosa.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Precipitación total – Santa Rosa.

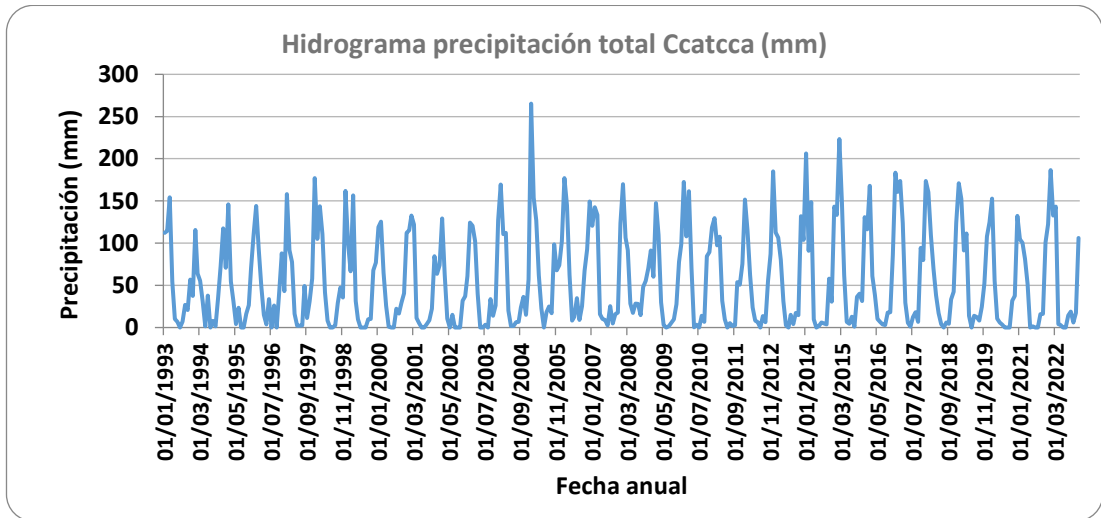
Precipitaciones total mensuales, hidrograma, precipitación media y total de la Santa Ccatcca.

Tabla 10. *Precipitación total mensual. (mm). Ccatcca*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1993	112.10	114.30	154.30	54.60	10.30	6.70	0.00	7.00	26.70	20.90	56.90	37.60	601.40
1994	115.70	64.00	55.20	30.70	1.30	37.90	0.00	8.00	1.30	34.90	72.60	117.50	539.10
1995	70.70	146.10	54.40	31.00	3.90	23.40	0.00	0.00	16.30	26.30	69.90	109.90	551.90
1996	144.20	92.70	49.10	14.90	3.70	33.60	0.00	25.90	0.00	42.00	87.90	43.30	537.30
1997	158.20	91.80	77.80	16.40	2.30	2.10	2.50	49.10	11.20	31.20	57.90	177.20	677.70
1998	104.90	143.70	110.70	41.60	8.20	0.00	0.00	2.50	29.00	47.40	35.60	161.70	685.30
1999	100.70	66.50	156.60	31.50	9.60	0.00	0.00	0.00	9.90	10.10	67.90	77.00	529.80
2000	118.90	125.60	64.80	25.80	1.20	0.00	0.00	22.40	16.50	29.60	40.40	112.10	557.30
2001	115.30	132.60	121.90	11.30	5.10	0.00	0.00	4.00	8.80	22.40	84.60	63.50	569.50
2002	73.80	129.40	62.70	10.70	0.00	15.20	0.00	0.00	0.00	31.90	36.90	61.10	421.70
2003	124.30	120.40	102.20	40.00	0.00	0.00	3.20	0.00	33.80	14.00	26.20	127.40	591.50
2004	169.30	110.50	112.20	20.10	2.00	1.80	6.40	6.60	23.70	36.30	14.90	57.20	561.00
2005	265.30	153.90	126.90	62.10	22.60	0.00	18.00	24.90	17.00	98.40	67.80	74.00	930.90
2006	102.50	176.90	144.80	62.00	8.30	13.00	34.80	9.10	25.40	67.30	92.80	149.40	886.30
2007	120.40	142.60	133.40	15.70	10.30	9.20	2.50	25.50	4.80	15.70	17.80	123.50	621.40
2008	169.70	106.50	91.60	28.50	17.20	28.20	27.90	14.70	48.00	55.40	69.90	91.30	748.90
2009	60.20	147.40	109.80	30.00	2.80	0.00	1.50	5.60	9.90	27.50	77.70	98.70	571.10
2010	172.60	108.00	161.50	70.30	0.40	3.30	0.00	14.10	6.60	84.60	89.30	118.60	829.30
2011	129.50	97.40	107.60	31.90	9.90	0.00	5.10	1.90	2.50	53.70	50.70	75.30	565.50
2012	151.60	114.70	62.60	24.00	8.40	6.20	0.00	13.70	6.40	54.80	87.10	185.20	714.70
2013	112.60	106.60	80.30	31.30	2.40	0.00	14.90	4.00	17.30	14.60	131.90	104.00	619.90
2014	206.30	91.00	148.50	9.80	0.00	1.70	6.10	4.70	3.60	57.90	30.60	143.40	703.60
2015	133.30	223.40	147.40	62.10	6.90	4.50	12.70	1.20	36.30	40.10	31.50	130.80	830.20
2016	116.20	168.10	60.90	38.60	10.20	6.90	3.80	3.00	17.80	18.00	86.20	183.60	713.30
2017	160.70	173.50	124.00	29.40	5.50	0.90	12.30	18.10	6.70	94.50	80.10	173.60	879.30
2018	160.20	108.80	69.60	38.20	16.80	3.90	0.00	5.90	4.50	33.20	42.50	124.10	607.70
2019	170.80	152.30	91.30	111.60	13.90	0.00	14.00	12.30	8.30	24.70	52.10	108.10	759.40
2020	124.80	152.70	55.30	10.60	6.10	3.50	0.00	0.00	0.00	31.80	37.40	132.20	554.40
2021	104.70	100.60	81.10	51.50	0.00	1.60	0.00	0.00	16.00	16.40	100.70	122.60	595.20
2022	186.40	132.80	143.40	4.00	3.00	0.00	0.00	14.40	19.00	6.10	17.40	106.30	632.80
MEDIA	135.20	126.49	102.06	34.67	6.41	6.79	5.52	9.95	14.24	38.06	60.51	113.01	652.91
DESV. STA	42.49	34.29	36.27	22.83	5.78	10.53	8.85	11.06	11.98	23.98	28.58	40.58	123.99
MAX.	265.30	223.40	161.50	111.60	22.60	37.90	34.80	49.10	48.00	98.40	131.90	185.20	930.90
MIN.	60.20	64.00	49.10	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	14.90	37.60	421.70

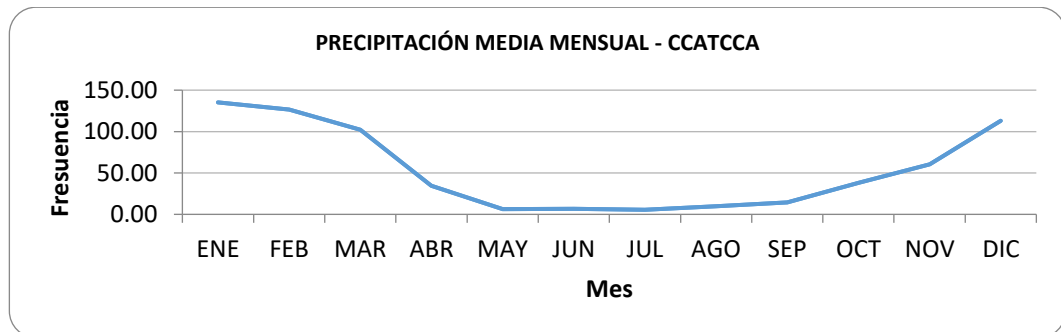
Fuente: SENAMHI (2023) estaciones pluviométricas – Ccatcca

Figura 71. Hidrograma precipitación total mensual Ccatcca



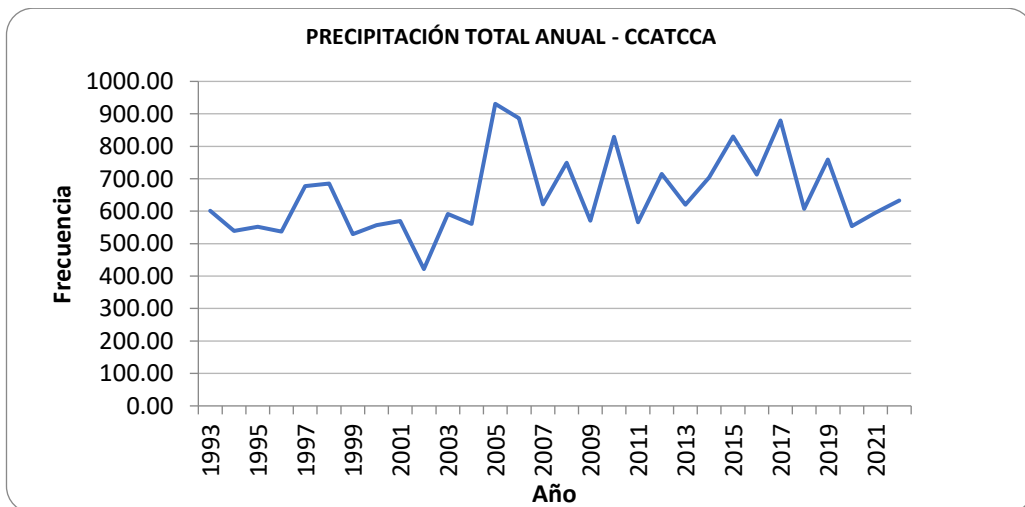
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Hidrograma mensual – Ccatcca.

Figura 72. Precipitación mensual media Ccatcca



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Precipitación media - Ccatcca

Figura 73. Precipitación total Ccatcca.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Precipitación total – Ccatcca.

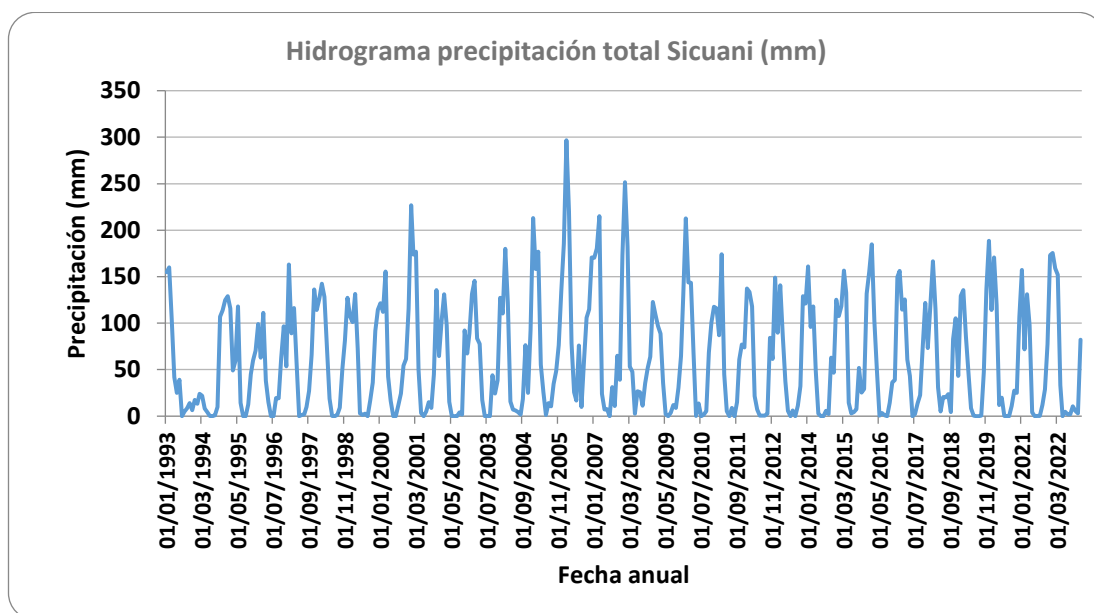
Precipitaciones total mensuales, hidrograma, precipitación media y total de la Santa Sicuani.

Tabla 11. *Precipitación total mensual. (mm). Sicuani*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1993	155.00	160.00	104.00	42.00	25.00	39.00	0.00	5.00	8.60	14.10	6.50	17.60	576.80
1994	13.20	23.90	22.00	8.10	4.30	0.30	0.00	1.00	10.00	107.00	114.00	125.00	428.80
1995	129.00	116.00	49.00	59.30	118.10	14.40	0.00	0.00	12.70	44.90	59.90	70.40	673.70
1996	99.20	63.00	111.00	38.00	15.00	0.00	0.00	19.50	19.10	62.80	96.80	53.70	578.10
1997	163.00	88.90	116.20	57.40	0.00	1.20	2.00	9.80	27.10	66.00	136.40	114.10	782.10
1998	126.40	142.40	128.40	72.90	18.80	0.30	0.00	1.20	9.30	50.50	81.00	127.40	758.60
1999	107.40	101.10	131.30	72.50	3.10	1.20	2.80	0.00	16.60	36.00	91.70	114.60	678.30
2000	121.30	112.00	155.50	42.70	16.30	0.00	0.00	12.00	24.50	54.20	61.60	115.70	715.80
2001	226.70	173.80	176.90	49.90	3.50	0.00	5.20	15.20	8.90	45.10	135.50	64.60	905.30
2002	102.30	131.00	97.80	15.50	0.00	0.00	0.00	4.20	1.70	92.20	67.40	89.20	601.30
2003	131.40	145.40	83.40	77.70	17.60	0.00	0.30	0.00	44.10	24.40	38.50	127.20	690.00
2004	110.40	180.00	121.90	15.60	7.20	6.00	4.40	1.70	18.60	76.40	25.20	92.60	660.00
2005	213.00	158.10	176.90	55.30	25.90	1.20	13.90	10.50	34.70	48.30	76.20	134.40	948.40
2006	185.40	296.70	220.10	78.50	25.60	16.90	76.00	9.90	59.80	105.80	114.80	170.80	1360.30
2007	170.30	180.40	215.10	23.90	7.00	7.50	0.00	31.20	10.80	65.10	39.10	173.00	923.40
2008	251.70	182.50	53.10	47.80	2.50	26.90	25.70	11.10	35.20	51.90	63.80	122.80	875.00
2009	109.30	97.10	88.60	35.60	1.80	0.00	3.80	11.80	9.00	30.60	64.60	129.60	581.80
2010	212.60	143.80	143.50	68.80	0.30	13.60	0.00	1.60	5.40	68.40	100.90	117.80	876.70
2011	115.80	86.90	174.20	45.10	5.30	0.00	9.00	0.00	15.20	60.70	77.00	73.80	663.00
2012	137.30	133.50	117.90	21.60	7.00	0.70	0.60	0.60	2.60	84.10	61.60	149.00	716.50
2013	89.80	140.60	85.80	37.60	5.70	0.00	6.20	0.00	11.10	32.20	129.00	121.10	659.10
2014	161.00	95.80	118.00	48.40	2.60	0.00	0.00	5.70	2.40	62.80	46.60	125.10	668.40
2015	107.60	118.40	156.40	132.70	14.40	2.90	4.40	7.50	51.90	25.30	29.00	131.90	782.40
2016	155.20	184.80	103.00	49.00	0.50	3.20	0.80	0.00	14.20	36.40	38.70	149.80	735.60
2017	156.30	114.60	125.70	60.80	43.20	0.00	2.20	13.60	22.70	73.70	121.90	73.40	808.10
2018	118.90	166.70	115.20	30.80	5.20	20.40	20.10	23.60	4.40	83.00	105.40	43.30	737.00
2019	129.30	135.70	86.10	46.70	8.50	0.60	0.00	0.00	0.50	47.30	136.30	188.60	779.60
2020	114.30	170.50	119.40	11.80	19.80	0.10	0.00	0.00	10.80	27.60	25.10	106.80	606.20
2021	157.10	71.80	131.00	97.80	4.20	0.00	0.40	0.30	11.90	28.70	77.20	173.00	753.40
2022	175.60	158.80	152.10	33.40	0.00	4.60	2.10	2.00	10.70	5.90	2.90	82.10	630.20
MEDIA	141.53	135.81	122.65	49.24	13.61	5.37	6.00	6.63	17.15	53.71	74.15	112.61	738.46
DESV. STA	47.31	49.97	44.61	26.74	22.24	9.49	14.59	8.01	14.81	25.67	39.12	40.51	165.68
MAX.	251.70	296.70	220.10	132.70	118.10	39.00	76.00	31.20	59.80	107.00	136.40	188.60	1360.30
MIN.	13.20	23.90	22.00	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	5.90	2.90	17.60	428.80

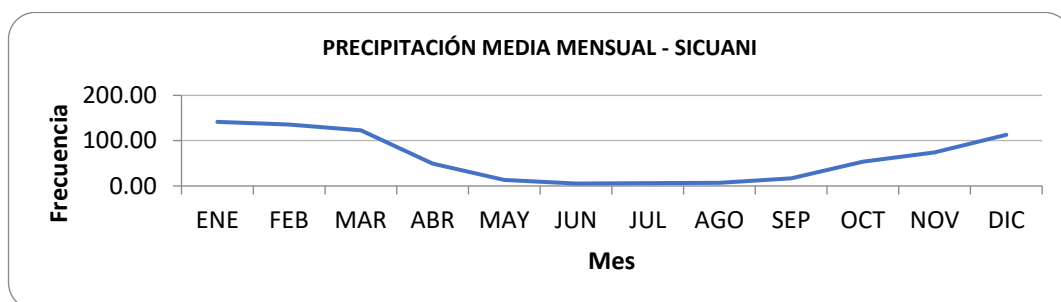
Fuente: SENAMHI (2023) estaciones pluviométricas – Sicuani

Figura 74. Hidrograma precipitación total mensual Sicuani



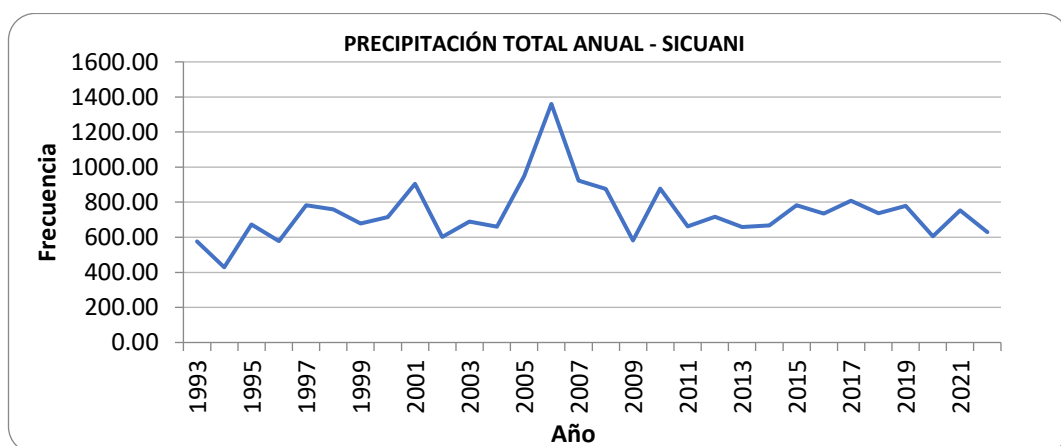
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Hidrograma mensual – Sicuani

Figura 75. Precipitación media Sicuani



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Precipitación media - Sicuani

Figura 76. Precipitación total Sicuani



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Precipitación total – Sicuani
Comparación entre las frecuencias observadas y teóricas – Estación Crucero.

Distribución normal 2P:

Media: 938.99 mm

Desviación estándar: 371.79 mm

Tabla 12. Probabilidad de no excedencia – Distribución normal Crucero

	FREC. OBSERVADAS	FREC. TEORICAS
PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA	VALOR DE LA VARIABLE OBSERVADA	VALOR DE LA VARIABLE TEÓRICA
0.10	717.23	462.52
0.20	774.00	626.08
0.30	793.56	744.02
0.40	813.20	844.80
0.50	837.55	938.99
0.60	877.03	1033.18
0.70	917.03	1133.96
0.80	987.60	1251.90
0.90	1029.43	1415.46
0.99	2331.23	1803.91

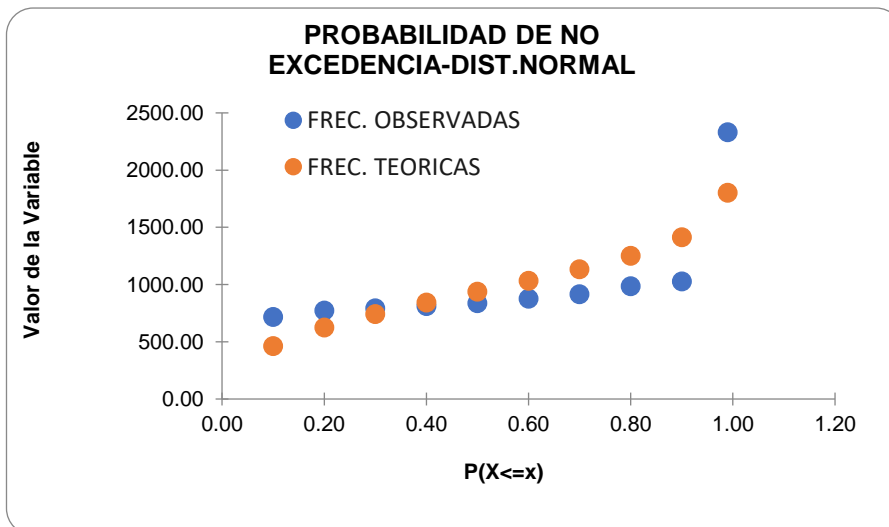
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Distribución normal.

Tabla 13. Prueba de ajuste mediante Chi-Cuadrado - Crucero

CHI-CUADRADO CALCULADO	CHI-CUADRADO TEORICO	Ho: Existe ajuste suficiente a la Distribución Normal
0.0000	3.9403	SE ACEPTA Ho

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Chi-cuadrado

Figura 77. Probabilidad de no excedencia distribución normal Crucero



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Probabilidad de no excedencia

Comparación entre las frecuencias observadas y teóricas –

Estación Santa Rosa.

Distribución normal 2P:

Media: 824.57 mm

Desviación estándar: 129.67 mm

Tabla 14. Probabilidad de no excedencia Distribución normal Santa Rosa.

	FREC. OBSERVADAS	FREC. TEORICAS
PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA	VALOR DE LA VARIABLE OBSERVADA	VALOR DE LA VARIABLE TEÓRICA
0.10	678.16	658.39
0.20	716.11	715.43
0.30	777.18	756.57
0.40	798.70	791.72
0.50	830.45	824.57
0.60	867.76	857.42
0.70	909.97	892.57
0.80	928.84	933.70
0.90	975.16	990.75
0.99	1024.93	1126.22

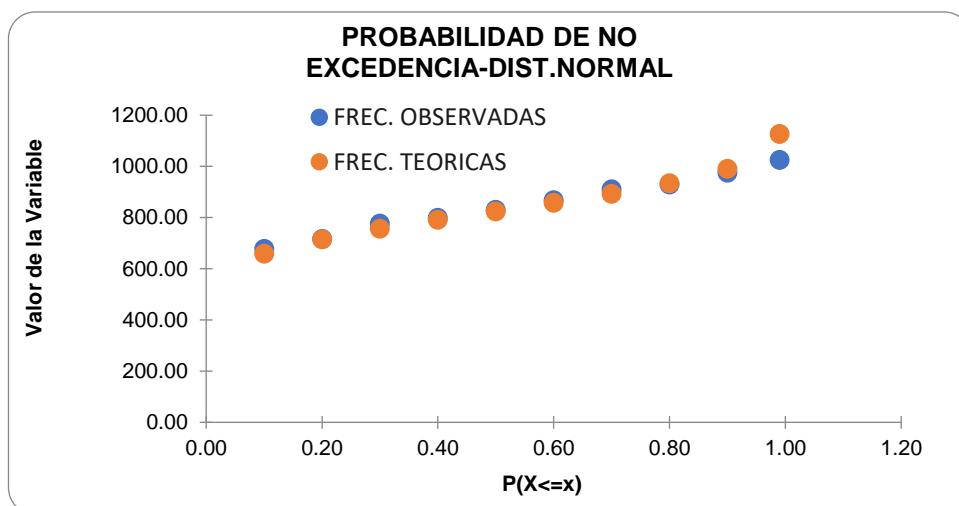
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Distribución normal.

Tabla 15. Prueba de ajuste mediante Chi-Cuadrado – Santa rosa

CHI-CUADRADO CALCULADO	CHI-CUADRADO TEORICO	Ho: Existe ajuste suficiente a la Distribución Normal
0.2686	3.9403	SE ACEPTA Ho

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Chi-cuadrado

Figura 78. Probabilidad de no excedencia distribución normal Santa Rosa



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Probabilidad de no excedencia
Comparación entre las frecuencias observadas y teóricas – Estación Ccatcca.

Distribución normal 2P:

Media: 652.91 mm

Desviación estándar: 123.99 mm

Tabla 16. Probabilidad de no excedencia Distribución normal Ccatcca.

	FREC. OBSERVADAS	FREC. TEORICAS
PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA	VALOR DE LA VARIABLE OBSERVADA	VALOR DE LA VARIABLE TEÓRICA
0.10	538.92	494.02
0.20	556.72	548.56
0.30	568.30	587.89
0.40	593.72	621.50
0.50	613.80	652.91
0.60	650.76	684.32
0.70	706.51	717.93
0.80	751.00	757.26
0.90	835.11	811.81
0.99	917.97	941.35

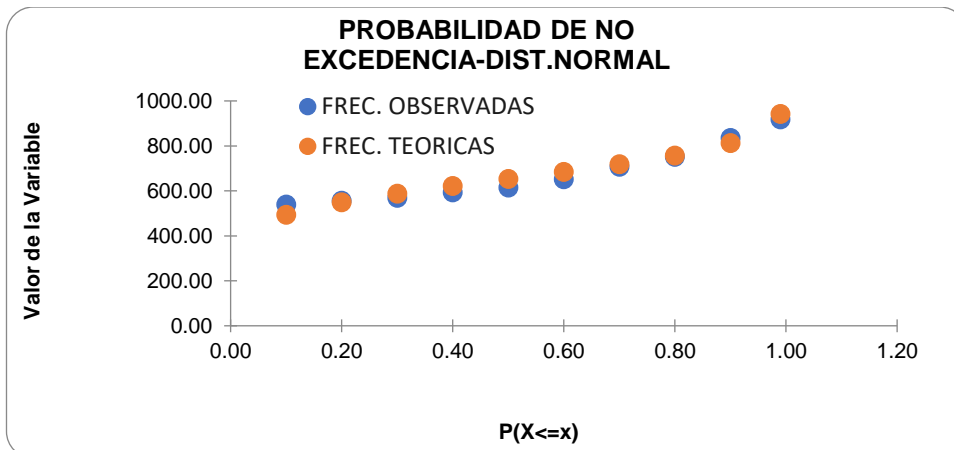
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Distribución normal.

Tabla 17. Prueba de ajuste mediante Chi-Cuadrado – Ccatcca

CHI-CUADRADO CALCULADO	CHI-CUADRADO TEORICO	Ho: Existe ajuste suficiente a la Distribución Normal
0.2387	3.9403	SE ACEPTA Ho

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Chi-cuadrado

Figura 79. Probabilidad de no excedencia distribución normal Ccatcca



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Probabilidad de no excedencia

Comparación de las frecuencias teóricas observadas de la estación Sicuani.

Distribución normal 2P:

Media: 738.46 mm

Desviación estándar: 165.68 mm

Tabla 18. Probabilidad de no excedencia Distribución normal Sicuani.

FREC. OBSERVADAS FREC. TEORICAS

PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA	VALOR DE LA VARIABLE OBSERVADA	VALOR DE LA VARIABLE TEÓRICA
0.10	581.43	526.13
0.20	625.40	599.02
0.30	662.10	651.58
0.40	676.46	696.49
0.50	716.15	738.46
0.60	743.56	780.44
0.70	780.35	825.35
0.80	821.48	877.91
0.90	907.11	950.80
0.99	1240.85	1123.90

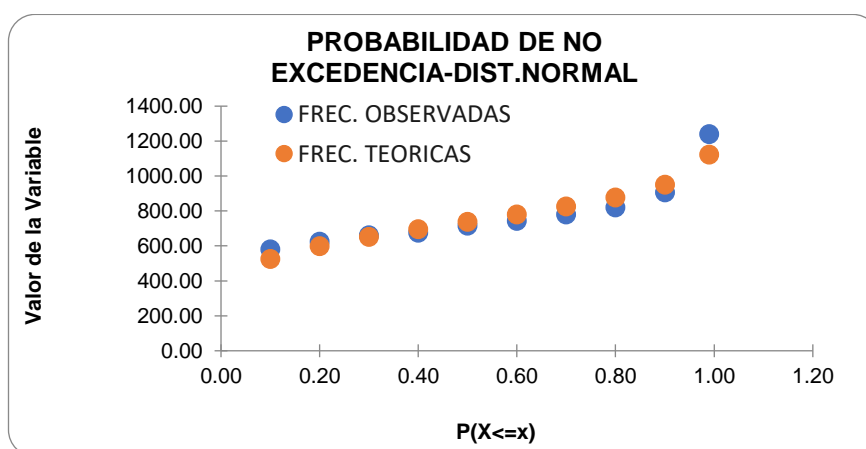
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Distribución normal.

Tabla 19. Prueba de ajuste mediante Chi-Cuadrado – Sicuani

CHI-CUADRADO CALCULADO	CHI-CUADRADO TEORICO	Ho: Existe ajuste suficiente a la Distribución Normal
0.0004	3.9403	SE ACEPTA Ho

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Chi-cuadrado

Figura 80. Probabilidad de no excedencia distribución normal Sicuani



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Probabilidad de no excedencia

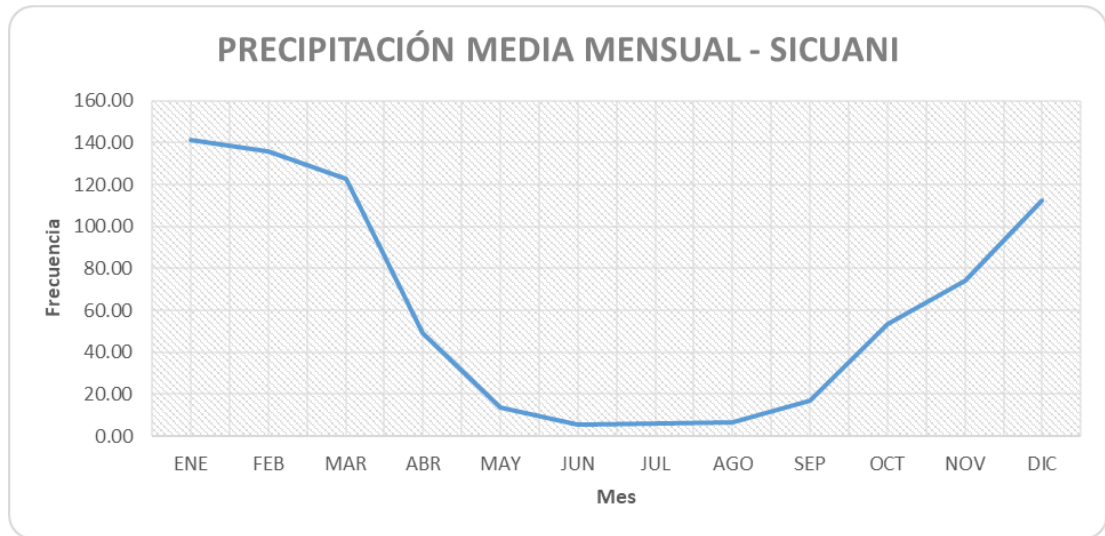
Estación Sicuani: Siendo la estación de Sicuani la más cercana a la cuenca Cheqhuiña, entonces trabajaremos con esta estación pluviométrica y los cálculos son los siguientes:

Tabla 20. *Precipitación total mensual - Sicuani*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1993	155.00	160.00	104.00	42.00	25.00	39.00	0.00	5.00	8.60	14.10	6.50	17.60	576.80
1994	13.20	23.90	22.00	8.10	4.30	0.30	0.00	1.00	10.00	107.00	114.00	125.00	428.80
1995	129.00	116.00	49.00	59.30	118.10	14.40	0.00	0.00	12.70	44.90	59.90	70.40	673.70
1996	99.20	63.00	111.00	38.00	15.00	0.00	0.00	19.50	19.10	62.80	96.80	53.70	578.10
1997	163.00	88.90	116.20	57.40	0.00	1.20	2.00	9.80	27.10	66.00	136.40	114.10	782.10
1998	126.40	142.40	128.40	72.90	18.80	0.30	0.00	1.20	9.30	50.50	81.00	127.40	758.60
1999	107.40	101.10	131.30	72.50	3.10	1.20	2.80	0.00	16.60	36.00	91.70	114.60	678.30
2000	121.30	112.00	155.50	42.70	16.30	0.00	0.00	12.00	24.50	54.20	61.60	115.70	715.80
2001	226.70	173.80	176.90	49.90	3.50	0.00	5.20	15.20	8.90	45.10	135.50	64.60	905.30
2002	102.30	131.00	97.80	15.50	0.00	0.00	0.00	4.20	1.70	92.20	67.40	89.20	601.30
2003	131.40	145.40	83.40	77.70	17.60	0.00	0.30	0.00	44.10	24.40	38.50	127.20	690.00
2004	110.40	180.00	121.90	15.60	7.20	6.00	4.40	1.70	18.60	76.40	25.20	92.60	660.00
2005	213.00	158.10	176.90	55.30	25.90	1.20	13.90	10.50	34.70	48.30	76.20	134.40	948.40
2006	185.40	296.70	220.10	78.50	25.60	16.90	76.00	9.90	59.80	105.80	114.80	170.80	1360.30
2007	170.30	180.40	215.10	23.90	7.00	7.50	0.00	31.20	10.80	65.10	39.10	173.00	923.40
2008	251.70	182.50	53.10	47.80	2.50	26.90	25.70	11.10	35.20	51.90	63.80	122.80	875.00
2009	109.30	97.10	88.60	35.60	1.80	0.00	3.80	11.80	9.00	30.60	64.60	129.60	581.80
2010	212.60	143.80	143.50	68.80	0.30	13.60	0.00	1.60	5.40	68.40	100.90	117.80	876.70
2011	115.80	86.90	174.20	45.10	5.30	0.00	9.00	0.00	15.20	60.70	77.00	73.80	663.00
2012	137.30	133.50	117.90	21.60	7.00	0.70	0.60	0.60	2.60	84.10	61.60	149.00	716.50
2013	89.80	140.60	85.80	37.60	5.70	0.00	6.20	0.00	11.10	32.20	129.00	121.10	659.10
2014	161.00	95.80	118.00	48.40	2.60	0.00	0.00	5.70	2.40	62.80	46.60	125.10	668.40
2015	107.60	118.40	156.40	132.70	14.40	2.90	4.40	7.50	51.90	25.30	29.00	131.90	782.40
2016	155.20	184.80	103.00	49.00	0.50	3.20	0.80	0.00	14.20	36.40	38.70	149.80	735.60
2017	156.30	114.60	125.70	60.80	43.20	0.00	2.20	13.60	22.70	73.70	121.90	73.40	808.10
2018	118.90	166.70	115.20	30.80	5.20	20.40	20.10	23.60	4.40	83.00	105.40	43.30	737.00
2019	129.30	135.70	86.10	46.70	8.50	0.60	0.00	0.00	0.50	47.30	136.30	188.60	779.60
2020	114.30	170.50	119.40	11.80	19.80	0.10	0.00	0.00	10.80	27.60	25.10	106.80	606.20
2021	157.10	71.80	131.00	97.80	4.20	0.00	0.40	0.30	11.90	28.70	77.20	173.00	753.40
2022	175.60	158.80	152.10	33.40	0.00	4.60	2.10	2.00	10.70	5.90	2.90	82.10	630.20
MEDIA	141.53	135.81	122.65	49.24	13.61	5.37	6.00	6.63	17.15	53.71	74.15	112.61	738.46
DESV. S	47.31	49.97	44.61	26.74	22.24	9.49	14.59	8.01	14.81	25.67	39.12	40.51	165.68
MAX.	251.70	296.70	220.10	132.70	118.10	39.00	76.00	31.20	59.80	107.00	136.40	188.60	1360.30
MIN.	13.20	23.90	22.00	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	5.90	2.90	17.60	428.80

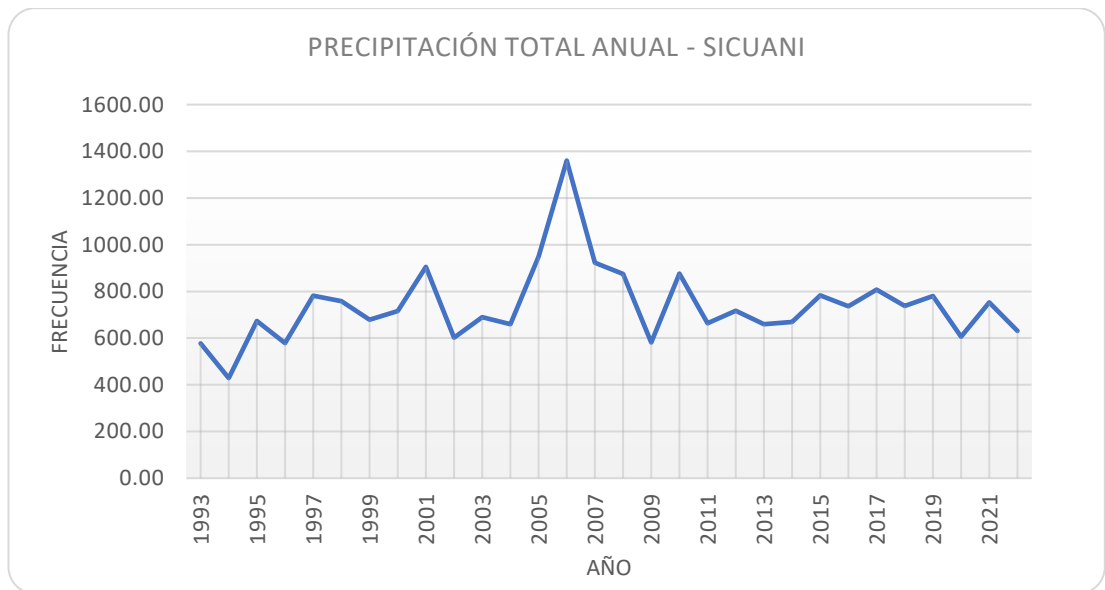
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Cálculos con la doble masa.

Figura 81. Precipitación media mensual - Sicuani



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Cálculos la doble masa.

Figura 82. Precipitación total anual - Sicuani



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Cálculos la doble masa.

4.5 Estudio de mecánica de suelos

El estudio de mecánica de suelos para el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones es una parte fundamental para el proceso de diseño. Estos estudios son necesarios para determinar la estabilidad de los muros y para evaluar el potencial de erosión del terreno en el entorno.

Figura 83. Laboratorio de mecánica de suelos INGEOP



Fuente: El autor (2023). Laboratorio de EMS.

Estos estudios se pueden llevar a cabo mediante la realización de un análisis de laboratorio de EMS. para determinar la resistencia del suelo y las propiedades de la capa de suelo. El análisis de suelos también puede proporcionar información importante sobre la resistencia mecánica de los materiales de la capa de suelo, el contenido de agua, la permeabilidad y la resistencia al deslizamiento.

Se deben llevar a cabo ensayos de laboratorio para determinar la resistencia del suelo, la resistencia al corte y la resistencia a la presión del suelo. Estos ensayos se pueden utilizar para determinar el comportamiento mecánico de la capa de suelo. Además, se deben llevar a cabo ensayos de campo para evaluar la estabilidad de los muros y la erosión del terreno.

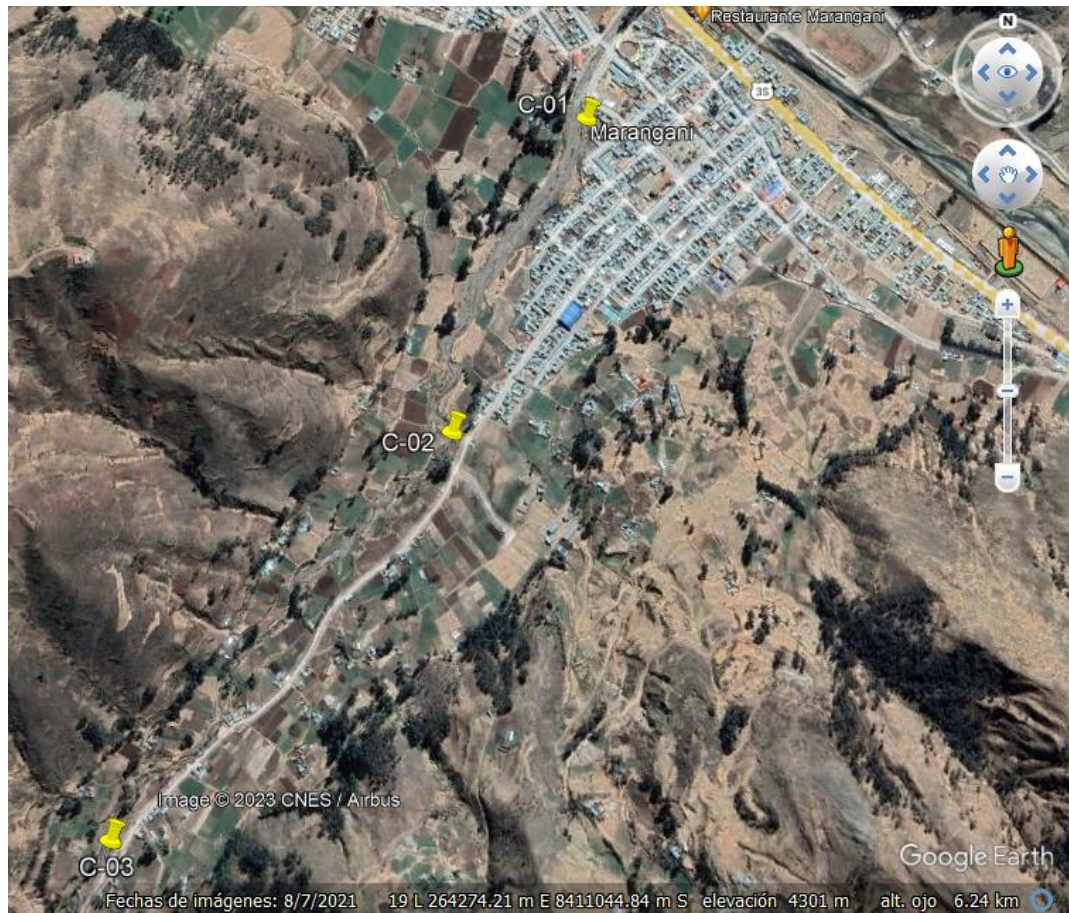
Estos ensayos se pueden realizar mediante el uso de instrumentos para medir la resistencia a la presión. Estos estudios son esenciales para el diseño de muros de gaviones y para garantizar la estabilidad de los muros.

Procedimiento

Toma de muestra de suelos en las calicatas

Primero: Se realizó el mapeo de las tres (03) calicatas de la zona para ubicar en el plano de croquis de las zonas afectadas.

Figura 84. Ubicación de las 03 calicatas para muestreo



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Google Earth

Segundo: Encontrándonos en sector de estudio del río Cheqhuiña se realizó con la excavación de las calicatas in-situ que en total fueron tres (03) calicatas y se excavaron hasta llegar el nivel freático de acuerdo con la norma E. 050 Suelos y cimentaciones.

Los materiales utilizados fueron: 01 flexómetro, 01 pico, 01 pala y 01 barreta. La excavación fue realizada con EPP las cuales son las siguientes: 01 botas, 01 par de guantes, 01 lentes de seguridad y ropa adecuada para los trabajos de excavación.

Figura 85. *Excavación de la calicata 01 hasta el nivel freático*



Fuente: El autor. (2023). Calicata 01

Figura 86. *Excavación de la calicata 02 hasta el nivel freático*



Fuente: El autor. (2023). Calicata 02

Figura 87. Excavación de la calicata 03 hasta el nivel freático



Fuente: El autor. (2023). Calicata 03

Tercero: Se tomaron las muestras de las tres (03) calicatas en bolsas de sacos de plástico para de esta manera evitar su evaporación y mantener la humedad de la muestra y fueron llevadas al laboratorio para los ensayos.

Figura 88. Toma de muestra de la calicata 01 progresiva 0+470.14



Fuente: El autor. (2023). Calicata 01

Figura 89. Toma de muestra de la calicata 02 progresiva 1+161.23



Fuente: El autor. (2023). Calicata 02

Figura 90. Toma de muestra de la calicata 03 progresiva 2+151.68



Fuente: El autor. (2023). Calicata 03

Cuarto: Se cuarteó la muestra para realizar el ensayo granulométrico para determinar la distribución de tamaño de partículas del material de nuestro suelo. Esto con la finalidad para determinar si el suelo del río cumple con los requisitos establecidos para el diseño de las defensas ribereñas de muro de gaviones. Además, se con dato importante se determinó el tamaño de las partículas de los materiales de para mejorar sus propiedades.

Figura 91. Cuarteada de las muestras de suelo para el tamizado



Fuente: El autor. (2023). Cuarteadas de las muestras de suelo

Quinto: Se procedió primeramente a pesar la muestra antes de ser tamizados. Se colocó la muestra en el tamiz estándar, utilizaron una espátula para distribuirla de manera uniforme en la superficie del tamiz.

Figura 92. Pesos de las muestras de suelo - calicata 01



Fuente: El autor. (2023). Peso de las muestras

Figura 93. Pesos de las muestras de suelo - calicata 02



Fuente: El autor. (2023). Peso de las muestras

Figura 94. Pesos de las muestras de suelo - calicata 02



Fuente: El autor. (2023). Peso de las muestras

Sexto: Seguidamente se agito el tamiz con movimientos suaves, pero firmes. Luego se utilizó la brocha para eliminar las partículas finas del tamiz. Seguidamente se pesó la partícula fina para determinar su porcentaje de la muestra. Este procedimiento se repitió para cada tamiz, desde lo más grande hasta el más pequeño:

De acuerdo a la normativa (ASTM D422 / ASTM D / MTC E204), el orden de las mallas de los tamices de un ensayo granulométrico es el siguiente: 3", 2 1/2", 2" 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°10, N°20, N°40, N°50, N°100, N°200.

Figura 95. Tamizado de la muestra calicata 01



Fuente: El autor. (2023). Tamizado manual

Figura 96. Tamizado de la muestra calicata 02



Fuente: El autor. (2023). Tamizado manual

Figura 97. Tamizado de la muestra calicata 03



Fuente: El autor. (2023). Tamizado manual

Esta es la lista estándar de los tamices que se utilizaron para realizar un ensayo granulométrico.

Figura 98. Registro de los tamizados de las 03 muestras de suelo



Fuente: El autor. (2023). Registro de las muestras

Séptimo: Se registró los datos de los análisis en una tabla, se calculó el porcentaje de las partículas que quedaron en cada tamiz, se calculó el diámetro promedio de la muestra, se graficó los resultados en una curva de distribución granulométrica y finalmente se analizó los resultados determinados con los requisitos establecidos.

Con la muestra de suelos, los ensayos que se realizaron fueron los siguientes:

- Análisis granulométrico por tamizado – clasificación de suelos
- Contenido de humedad de los suelos
- Peso específico y absorción
- Ensayos para determinación de la densidad relativa
- Capacidad portante del suelo

Figura 99. Colocado al horno de muestra de la calicata 01



Fuente: El autor. (2023). Contenido de humedad

Figura 100. Colocado al horno de muestra de la calicata 02



Fuente: El autor. (2023). Contenido de humedad

Figura 101. Colocado al horno de muestra de la calicata 03



Fuente: El autor. (2023). Contenido de humedad

Ensayos Para Determinación De La Densidad Relativa

CALICATA C-01

COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265933.521

NORTE: 8411697.299

Tabla 21. Densidad mínima norma: ASTM D4254

DENSIDAD MÍNIMA NORMA ASTM D4254				
Prueba N°	---	1	2	
Peso de Molde	---	1254	1254	
Volumen de Molde	(cm ³)	6521	6521	
Peso de Molde + Suelo Suelto	(g)	11254	11260	
Peso de Suelo Suelto	(g)	10000	10006	PROMEDIO
Densidad Mínima	(g/cm ³)	1.534	1.534	1.534

Fuente: El autor. (2023). Densidad mínima

Tabla 22. Densidad máxima norma: ASTM D4253

DENSIDAD MÁXIMA NORMA : ASTM D4253				
Peso de la Muestra Húmeda + Molde	(g)	60241	60345	
Peso del Molde	(g)	5321	5321	
Peso de la Muestra Húmeda (1) - (2)	(g)	54920	55024	
Volumen del Molde	(cm ³)	25141	25141	
Area de Sección Transversal	(cm ²)	178	178	
Promedio de Lecturas Iniciales del Dial	(mm)	5.95	5.95	
Promedio de Lecturas Finales del Dial	(mm)	0.25	0.25	
Espesor de Placa de Sobrecarga	(mm)	12.00	12.00	
Asentamiento por Vibración (6) - (7) + (8)	(mm)	17.70	17.70	
Volumen de la Muestra (4) - [(5) * (9) / 10]	(cm ³)	24826	24826	PROMEDIO
Densidad Húmeda (3) / (10)	(g/cm ³)	2.212	2.216	2.214
Contenido de Humedad	(%)	1.2	1.2	
Densidad Seca	(g/cm ³)	2.186	2.190	2.188

Fuente: El autor. (2023). Densidad máxima

Figura 102. Densidad natural: norma ASTM D5030

DENSIDAD NATURAL : NORMA ASTM D5030				
Peso de Material Extraído	(g)	5214	5215	
Contenido de Humedad	(%)	10.5%	10.5%	
Volumen de Agua Utilizado	(cm ³)	2456	2674	
Densidad Húmeda	(g/cm ³)	2.123	1.950	PROMEDIO
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.921	1.765	1.843

Fuente: El autor. (2023). Densidad natural.

Tabla 23. Resultados de densidad relativa

DENSIDAD MÍNIMA (ASTM D4254)	1.534 g/cm ³
DENSIDAD MÁXIMA (ASTM D4253)	2.188 g/cm ³
DENSIDAD NATURAL (ASTM D5030)	1.843 g/cm ³
DENSIDAD RELATIVA (ASTM D4254)	56.1 %

Fuente: El autor. (2023). resultados densidad relativa.

CALICATA C-02

COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265682.525

NORTE: 8411100.891

Tabla 24. Densidad mínima norma: ASTM D4254

DENSIDAD MÍNIMA NORMA ASTM D4254				
Prueba N°	---	1	2	
Peso de Molde	---	1254	1254	
Volumen de Molde	(cm ³)	6521	6521	
Peso de Molde + Suelo Suelto	(g)	11561	11518	
Peso de Suelo Suelto	(g)	10307	10264	PROMEDIO
Densidad Mínima	(g/cm ³)	1.581	1.574	1.577

Fuente: El autor. (2023). Densidad mínima

Tabla 25. Densidad máxima norma: ASTM D4253

DENSIDAD MÁXIMA NORMA : ASTM D4253				
Peso de la Muestra Húmeda + Molde	(g)	60294	60398	
Peso del Molde	(g)	5321	5321	
Peso de la Muestra Húmeda (1) - (2)	(g)	54973	55077	
Volumen del Molde	(cm ³)	25141	25141	
Area de Sección Transversal	(cm ²)	178	178	
Promedio de Lecturas Iniciales del Dial	(mm)	5.95	5.95	
Promedio de Lecturas Finales del Dial	(mm)	0.25	0.25	
Espesor de Placa de Sobrecarga	(mm)	12.00	12.00	
Asentamiento por Vibración (6) - (7) + (8)	(mm)	17.70	17.70	
Volumen de la Muestra (4) - [(5) * (9) / 10]	(cm ³)	24826	24826	PROMEDIO
Densidad Húmeda (3) / (10)	(g/cm ³)	2.214	2.219	2.216
Contenido de Humedad	(%)	1.2	1.2	
Densidad Seca	(g/cm ³)	2.188	2.192	2.190

Fuente: El autor. (2023). Densidad máxima

Figura 103. Densidad natural: norma ASTM D5030

DENSIDAD NATURAL : NORMA ASTM D5030				
Peso de Material Extraído	(g)	5253	5239	
Contenido de Humedad	(%)	10.5%	10.5%	
Volumen de Agua Utilizado	(cm ³)	2457	2675	
Densidad Húmeda	(g/cm ³)	2.138	1.959	PROMEDIO
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.935	1.772	1.854

Fuente: El autor. (2023). Datos densidad en campo

Tabla 26. Resultados de densidad relativa

DENSIDAD MÍNIMA (ASTM D4254)	1.577 g/cm ³
DENSIDAD MÁXIMA (ASTM D4253)	2.190 g/cm ³
DENSIDAD NATURAL (ASTM D5030)	1.854 g/cm ³
DENSIDAD RELATIVA (ASTM D4254)	53.3 %

Fuente: El autor. (2023). Resultados de densidad relativa

CALICATA C-03

COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265126.384

NORTE: 8410355.46

Tabla 27. Densidad mínima norma: ASTM D4254

DENSIDAD MÍNIMA NORMA ASTM D4254				
Prueba N°	---	1	2	
Peso de Molde	---	1254	1254	
Volumen de Molde	(cm ³)	6521	6521	
Peso de Molde + Suelo Suelto	(g)	11328	11336	
Peso de Suelo Suelto	(g)	10074	10082	PROMEDIO
Densidad Mínima	(g/cm ³)	1.545	1.546	1.545

Fuente: El autor. (2023). Densidad mínima

Tabla 28. Densidad máxima norma: ASTM D4253

DENSIDAD MÁXIMA NORMA : ASTM D4253				
Peso de la Muestra Húmeda + Molde	(g)	60313	60418	
Peso del Molde	(g)	5321	5321	
Peso de la Muestra Húmeda (1) - (2)	(g)	54992	55097	
Volumen del Molde	(cm ³)	25141	25141	
Area de Sección Transversal	(cm ²)	178	178	
Promedio de Lecturas Iniciales del Dial	(mm)	5.95	5.95	
Promedio de Lecturas Finales del Dial	(mm)	0.25	0.25	
Espesor de Placa de Sobrecarga	(mm)	12.00	12.00	
Asentamiento por Vibración (6) - (7) + (8)	(mm)	17.70	17.70	
Volumen de la Muestra (4) - [(5) * (9) / 10]	(cm ³)	24826	24826	PROMEDIO
Densidad Húmeda (3) / (10)	(g/cm ³)	2.215	2.219	2.217
Contenido de Humedad	(%)	1.2	1.2	
Densidad Seca	(g/cm ³)	2.189	2.193	2.191

Fuente: El autor. (2023). Densidad máxima

Figura 104. Densidad natural: norma ASTM D5030

DENSIDAD NATURAL : NORMA ASTM D5030				
Peso de Material Extraído	(g)	5270	5254	
Contenido de Humedad	(%)	10.5%	10.5%	
Volumen de Agua Utilizado	(cm ³)	2456	2674	
Densidad Húmeda	(g/cm ³)	2.146	1.965	PROMEDIO
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.942	1.778	1.860

Fuente: El autor. (2023). Densidad natural

Tabla 29. Resultados de densidad relativa

DENSIDAD MÍNIMA (ASTM D4254)	1.545 g/cm ³
DENSIDAD MÁXIMA (ASTM D4253)	2.191 g/cm ³
DENSIDAD NATURAL (ASTM D5030)	1.860 g/cm ³
DENSIDAD RELATIVA (ASTM D4254)	57.4 %

Fuente: El autor. (2023). Resultado densidad relativa

4.6 Hidráulica

La finalidad de realizar un modelamiento hidráulico de inundación en el software HEC-RAS es dotar la información necesaria para analizar los flujos de agua y el comportamiento de las inundaciones en determinados sistemas fluviales para de esta manera diseñar o ver donde son necesarios las defensas ribereñas de muro de gaviones.

Esto nos ayudará a identificar los potenciales riesgos en las zonas inundadas del río Cheqhuiña par finalmente mitigarlos con la protección en las riberas del río, así como para optimizar el diseño.

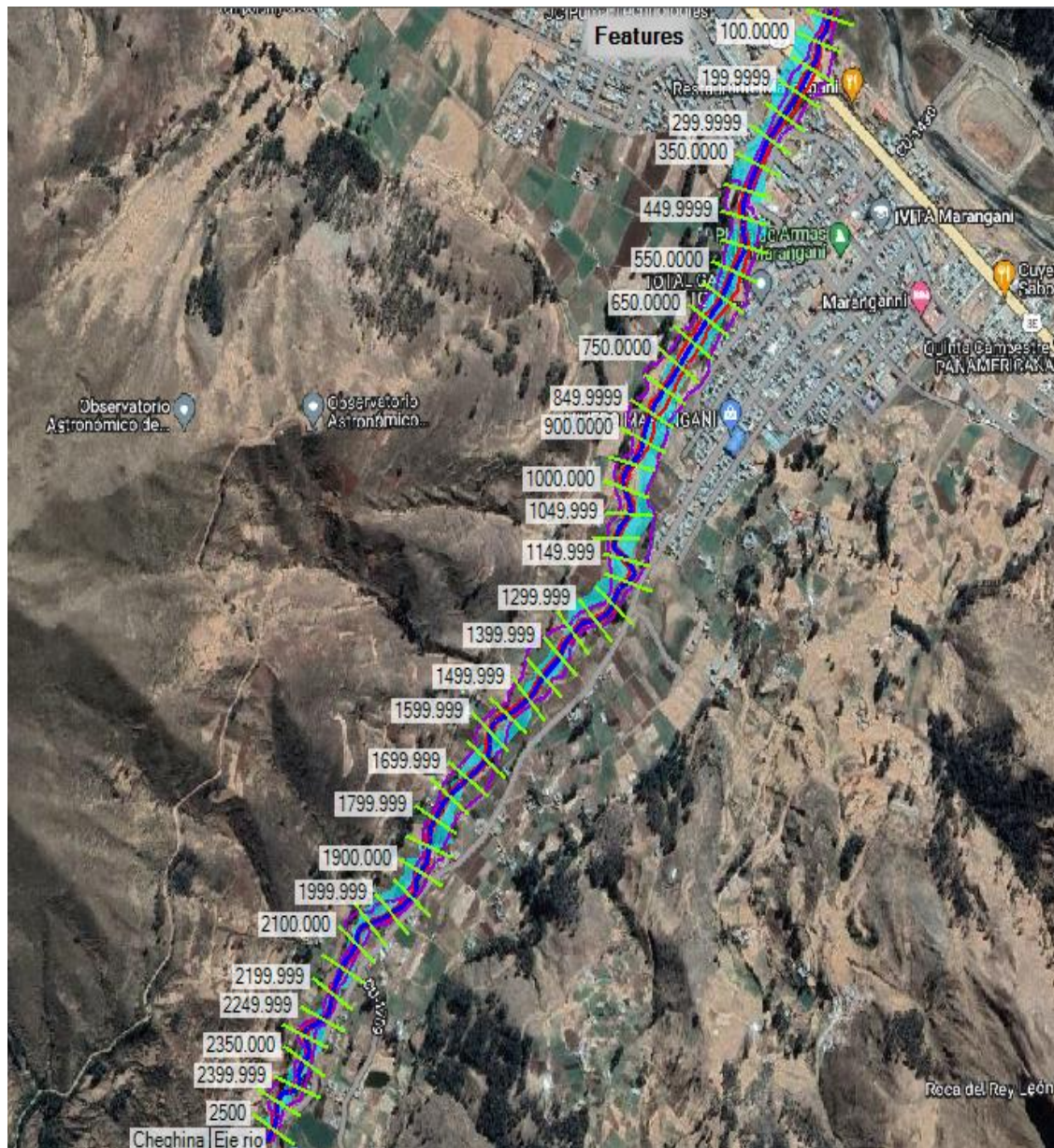
Esto último se logra mediante su capacidad de simular la interacción entre los diferentes elementos de un sistema hidráulico, tales como la topografía, los canales que el río Cheqhuiña, los elementos estructurales, las inundaciones a los alrededores, el flujo de agua a través de los canales y el funcionamiento de los sistemas de control de inundaciones.

De esta forma nos permite tomar decisiones adecuadas e informadas acerca de la ubicación de estructuras, las zonas más críticas para protegerlos.

A continuación, se mostrará todo el procedimiento y los resultados de las zonas inundadas del rio Cheqhuiña:

Paso 01: Para trabajar en el modelamiento hidráulico se georreferenció con el sistema de coordenadas UTM WGS 84 – 19S ya trabajados en el software ArcGIS y se realizó los seccionamientos del terreno a cada 50 metro en toda la longitud de la muestra que es de la progresiva 0+000 hasta la progresiva 2+550 respectivamente:

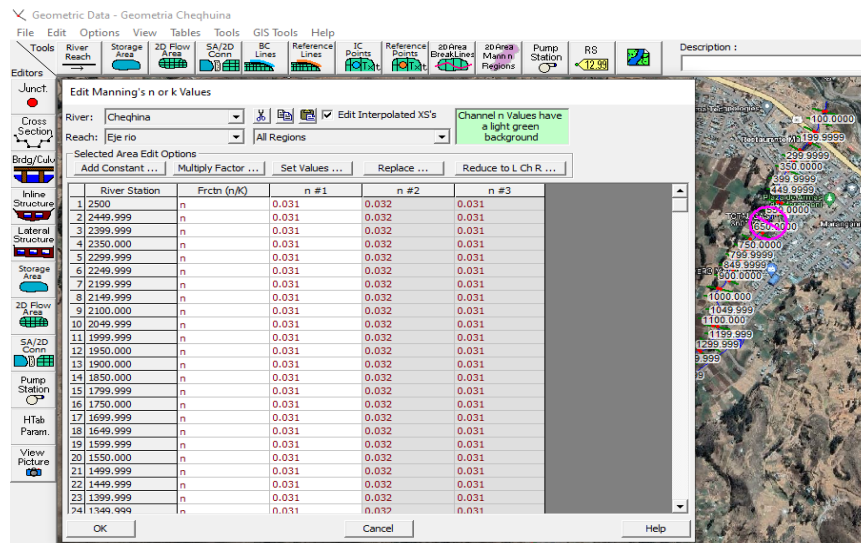
Figura 105. Terreno de la zona del estudio en el RAS Mapper



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Terreno de la zona de estudio.

Paso 02: Se insertaron de los valores de Manning que es la rugosidad en el eje del rio y los bordes del rio Cheqhuña.

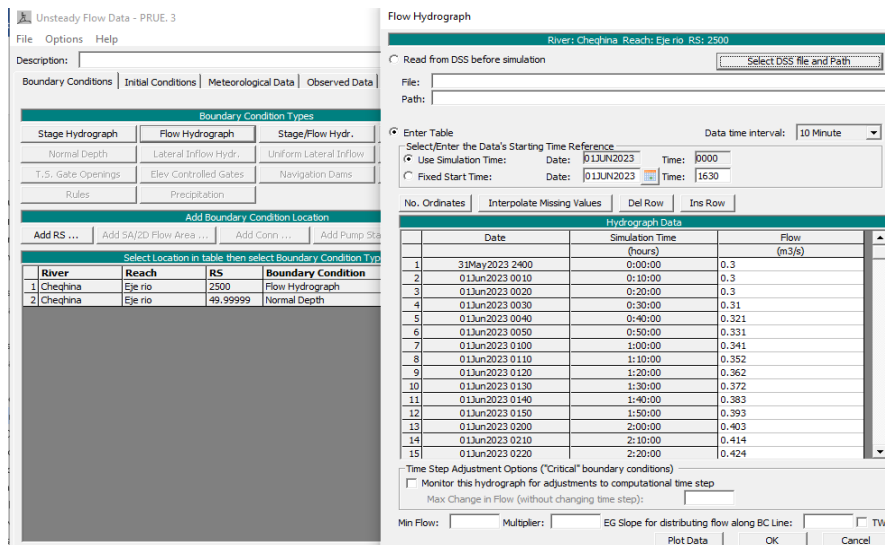
Figura 106. Datos de geometría, valores de Manning



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Valores de Manning

Paso 03: Se procedió con el modelamiento insertando los tiempos la fecha de simulación y los caudales que fueron calculados en el estudio hidrológico.

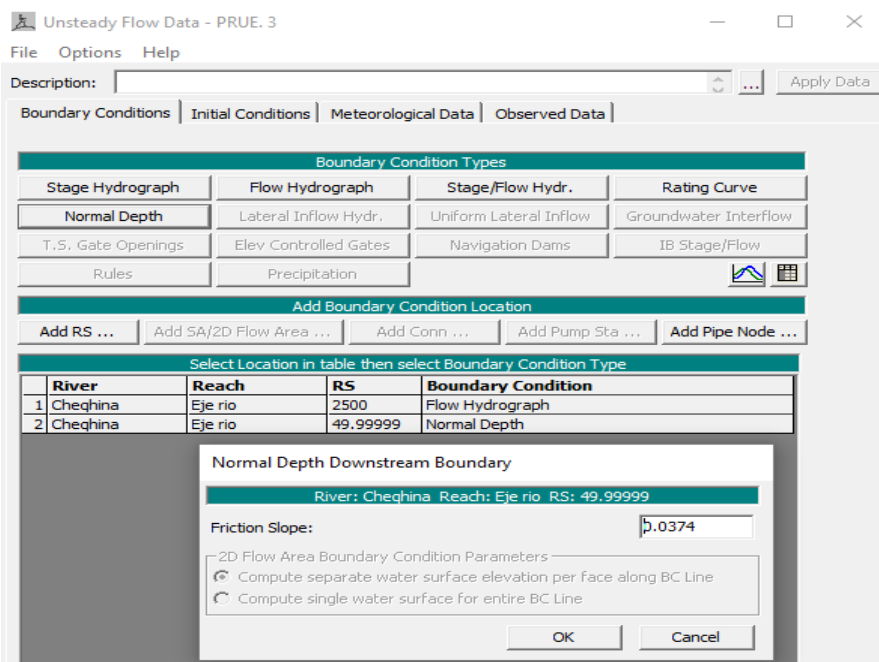
Figura 107. Hidrograma de flujo



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Horarios para simulación

Paso 04: Se procedió la colocación de la pendiente del río Cheqhuiña, el cual se realizó en el estudio topográfico y es de 3.74% para realizar los cálculos de inundación.

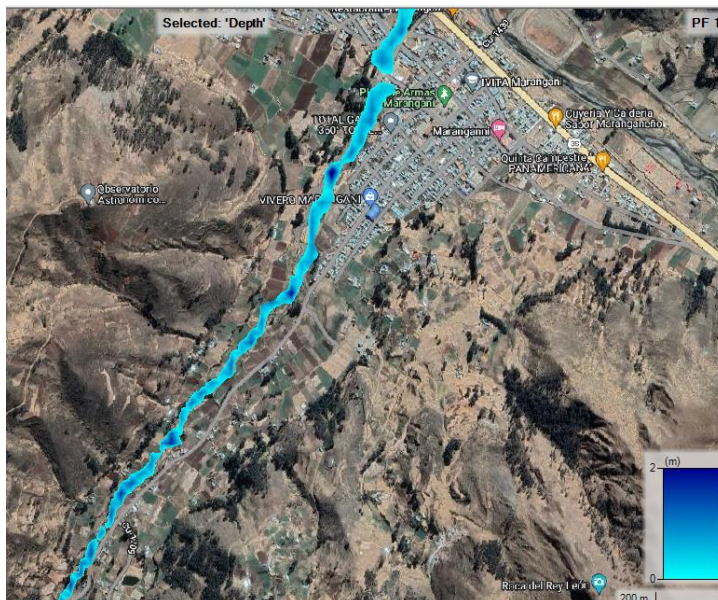
Figura 108. Profundidad normal (pendiente).



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Profundidad normal

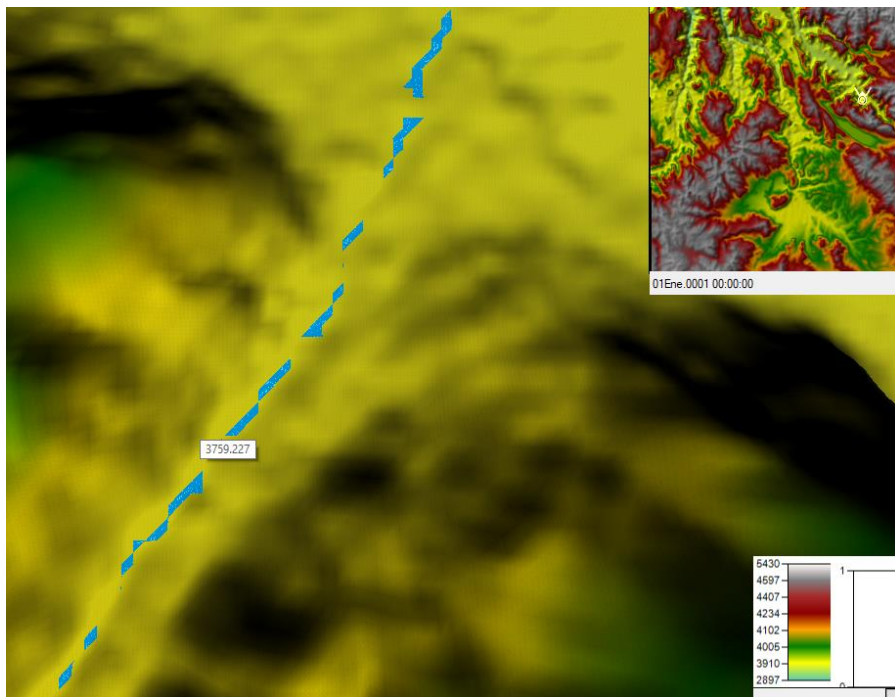
Paso 05: Como resultado obtenemos los sectores de la inundación en todo el trayecto del río Cheqhuiña en la siguiente figura:

Figura 109. Zona de inundacion HEC-RAS



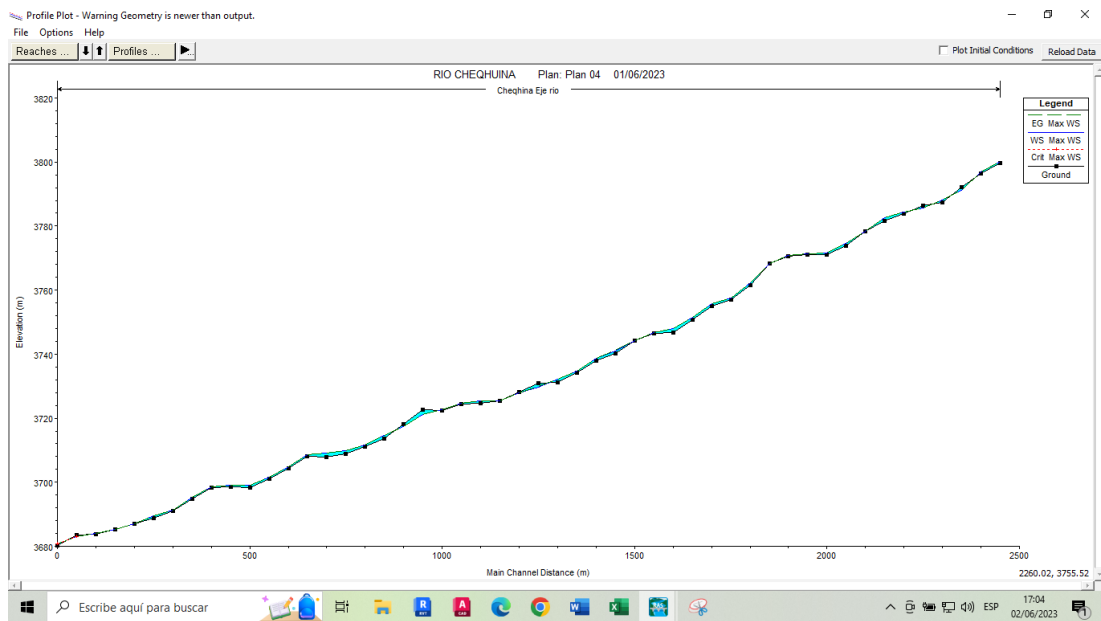
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Modelamiento Hec-Ras

Figura 110. Simulación Hec-Ras 3D



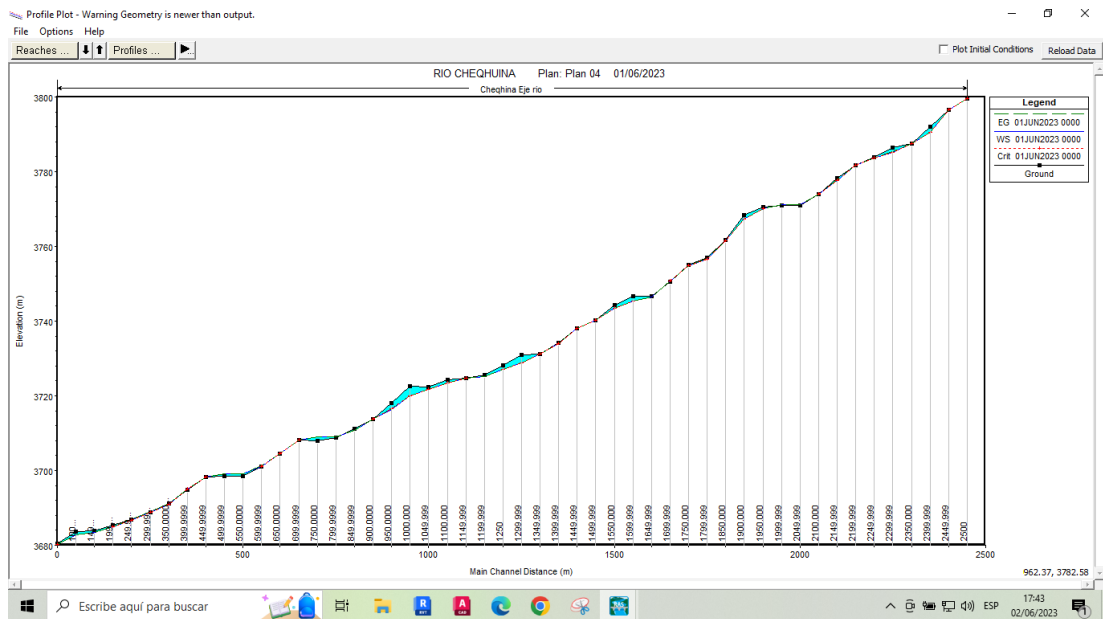
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Simulación Hec-Ras 3D

Figura 111. Perfil longitudinal del cauce rio Cheqhuña



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Perfil longitudinal del cauce.

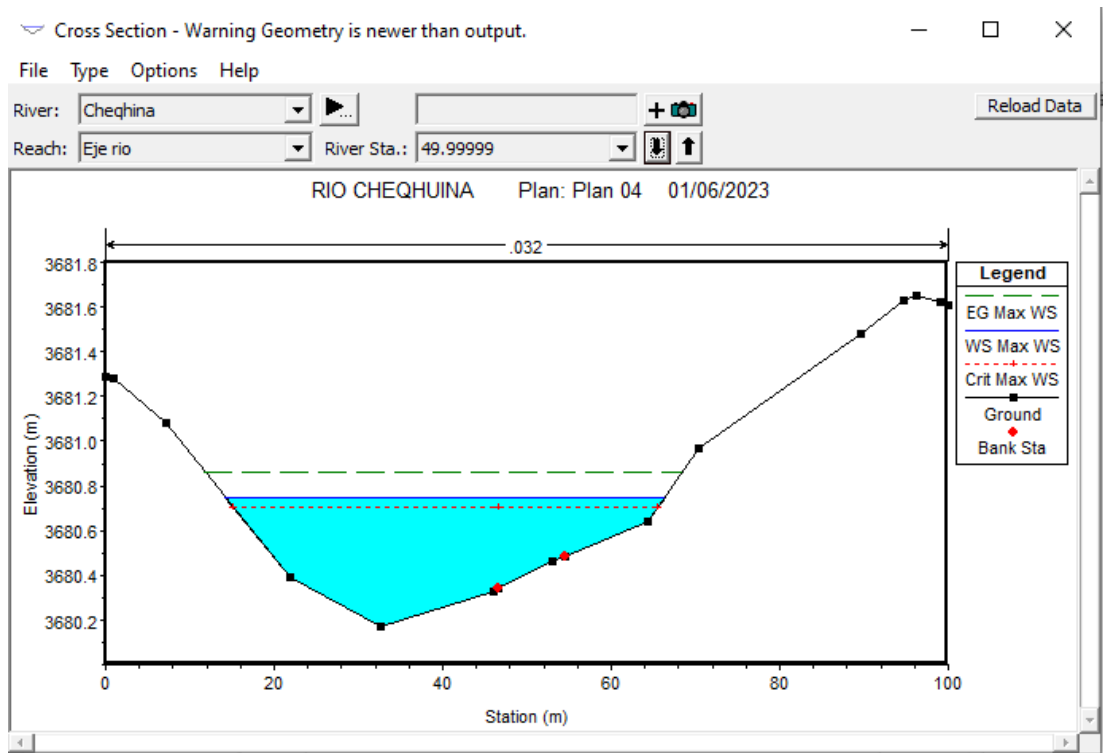
Figura 112. Perfil longitudinal rio Cheqhuiña



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

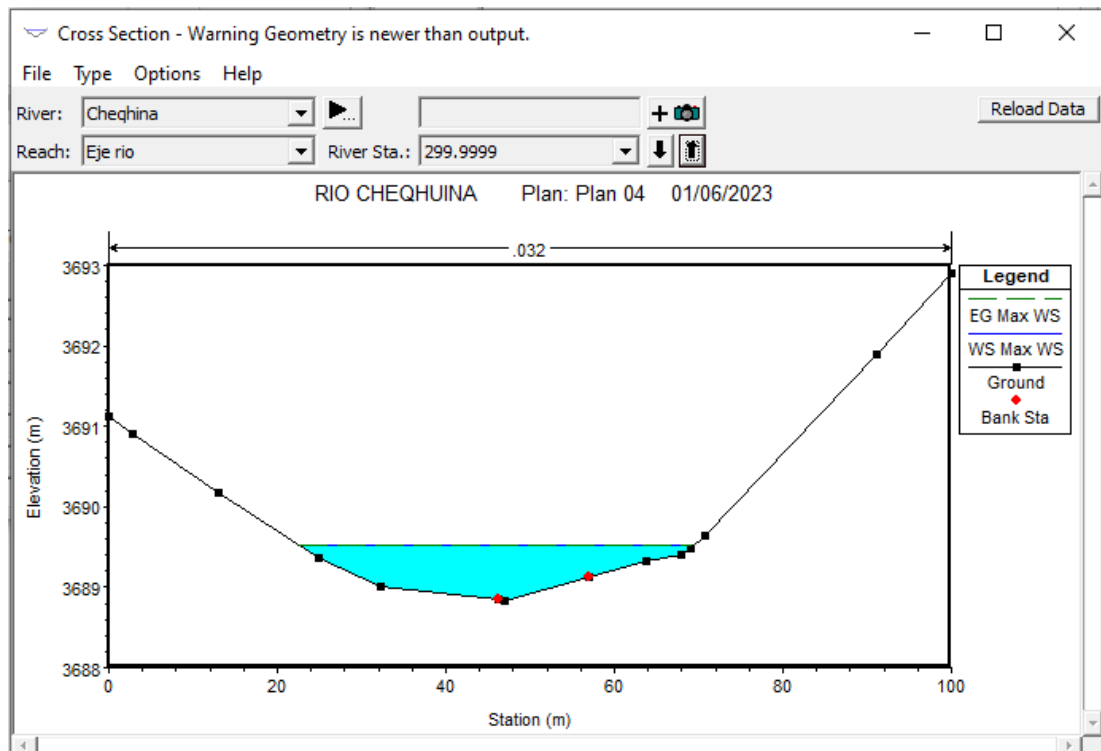
Secciones transversales cauce del río Cheqhuiña.

Figura 113. Sección transversal progresiva 0+050.



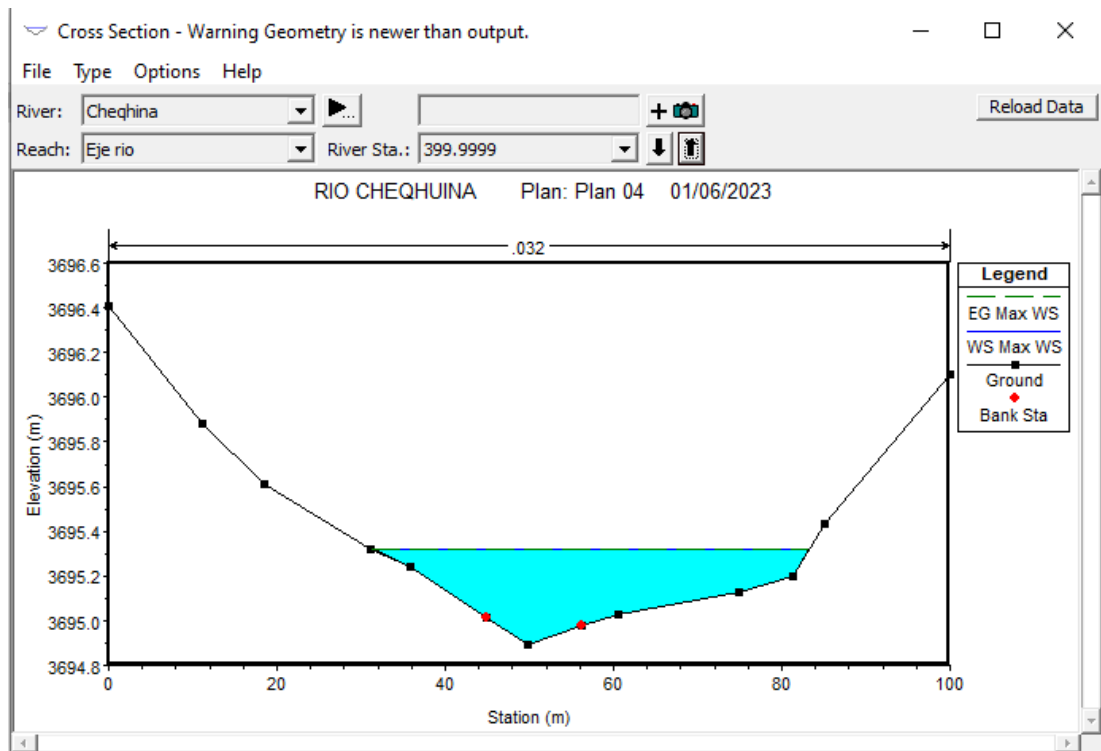
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Sección transversal.

Figura 114. Sección transversal progresiva 0+300



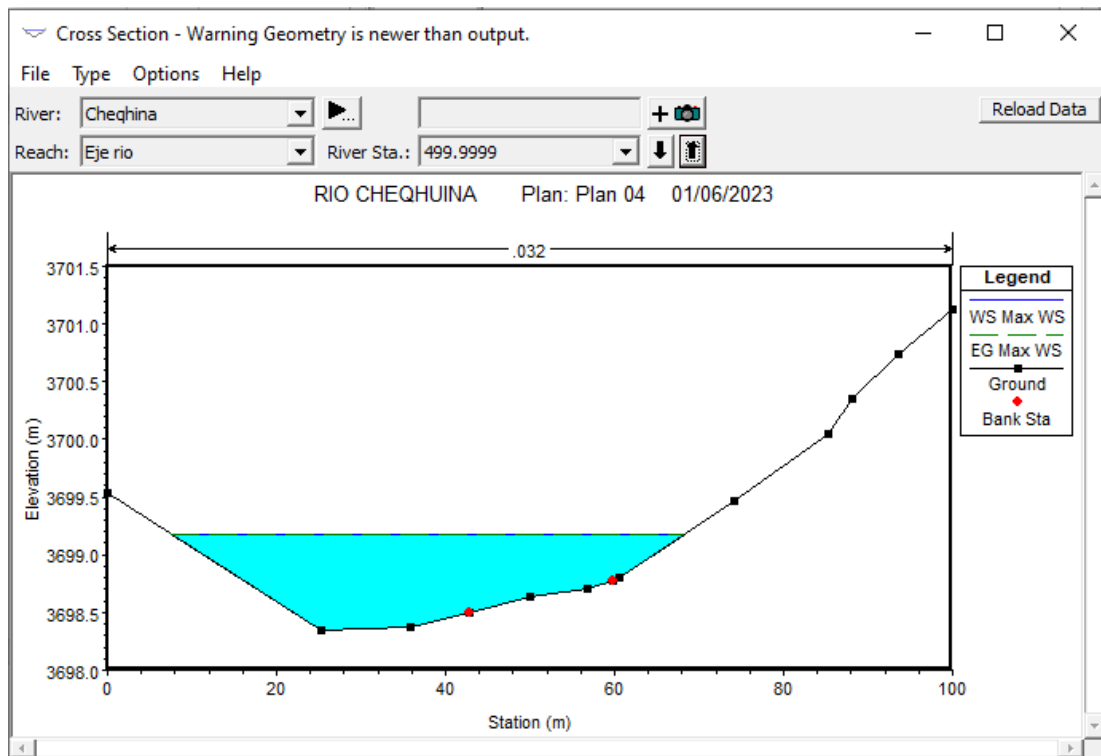
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Sección transversal

Figura 115. Sección transversal progresiva 0+400



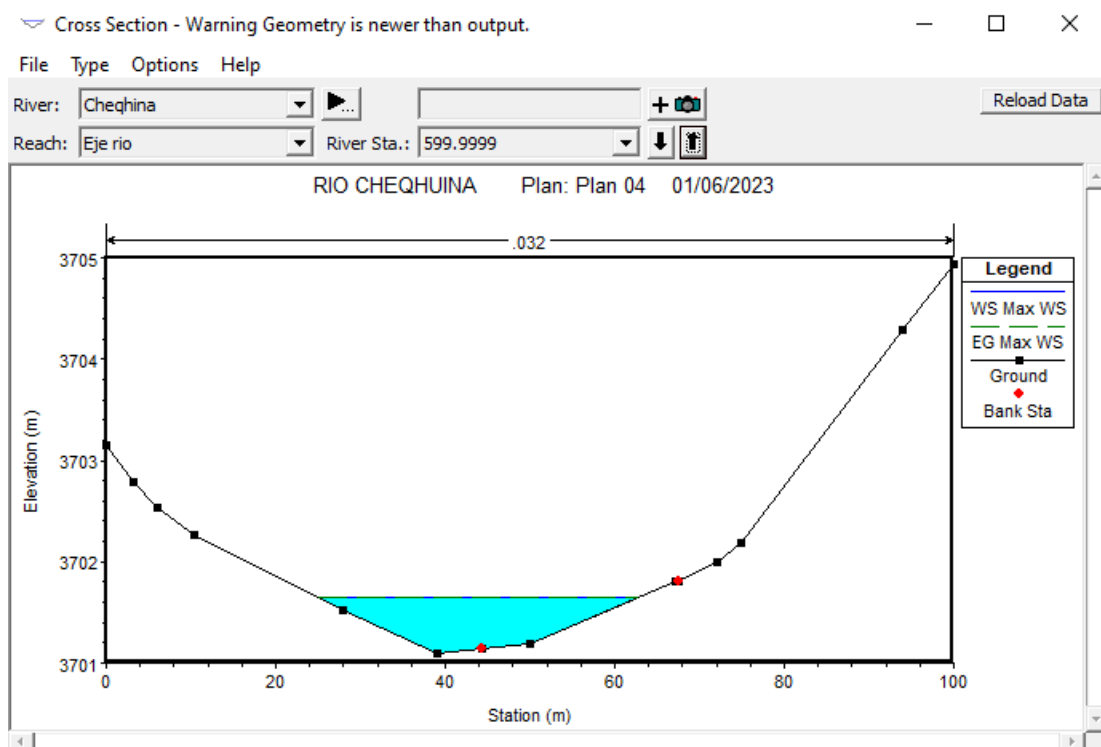
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Sección transversal

Figura 116. Sección transversal progresiva 0+500



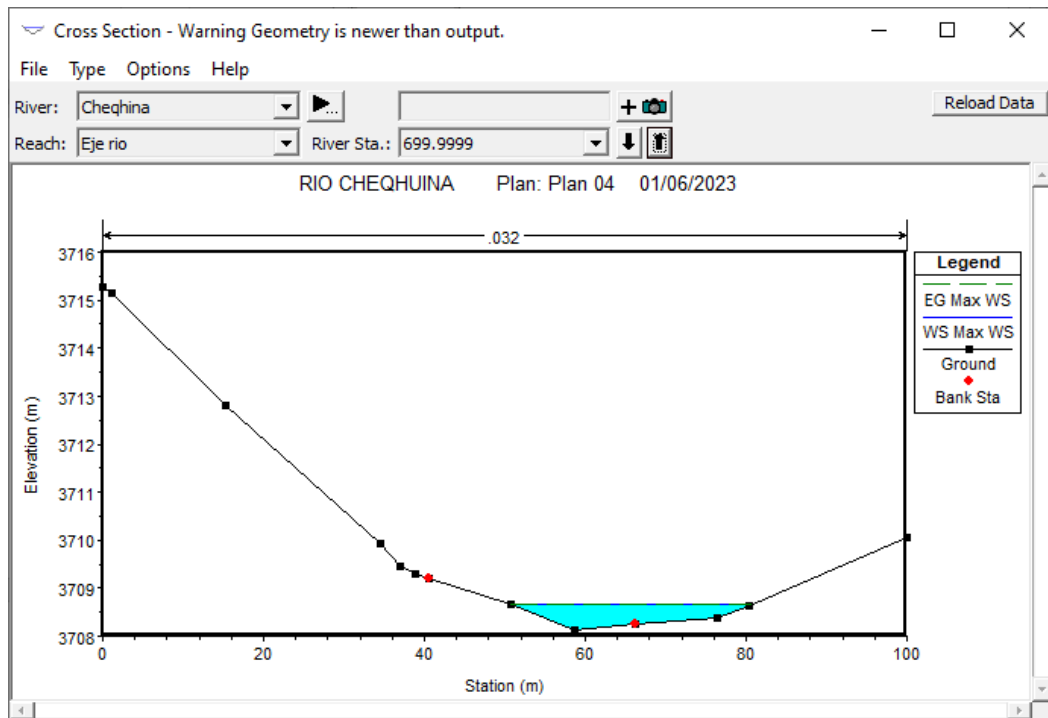
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Sección transversal

Figura 117. Sección transversal progresiva 0+600



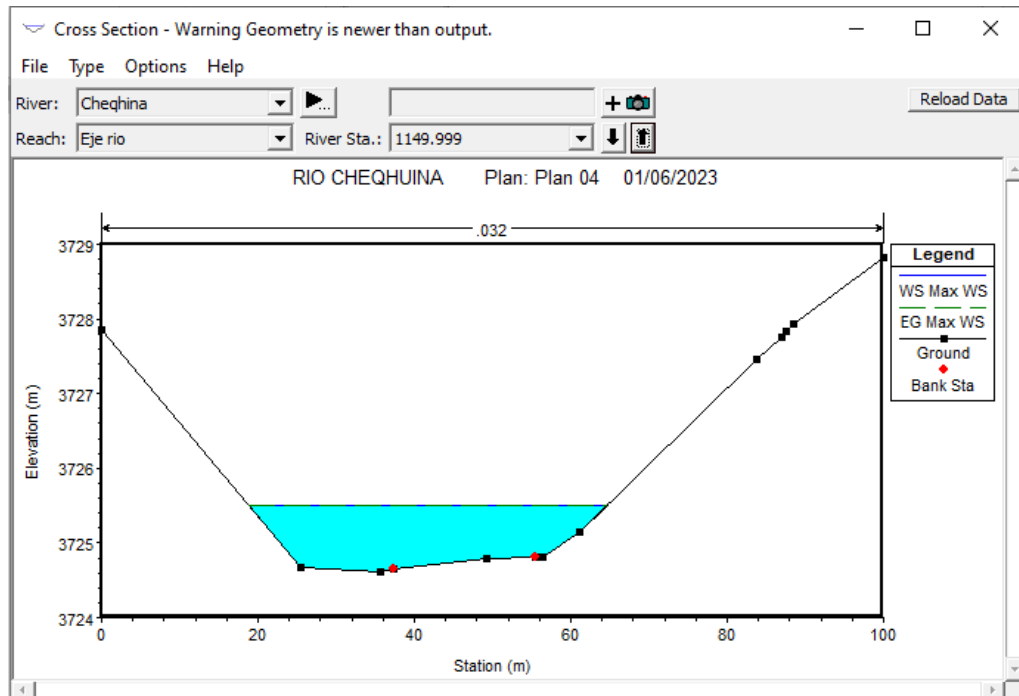
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Sección transversal.

Figura 118. Sección transversal progresiva 0+700



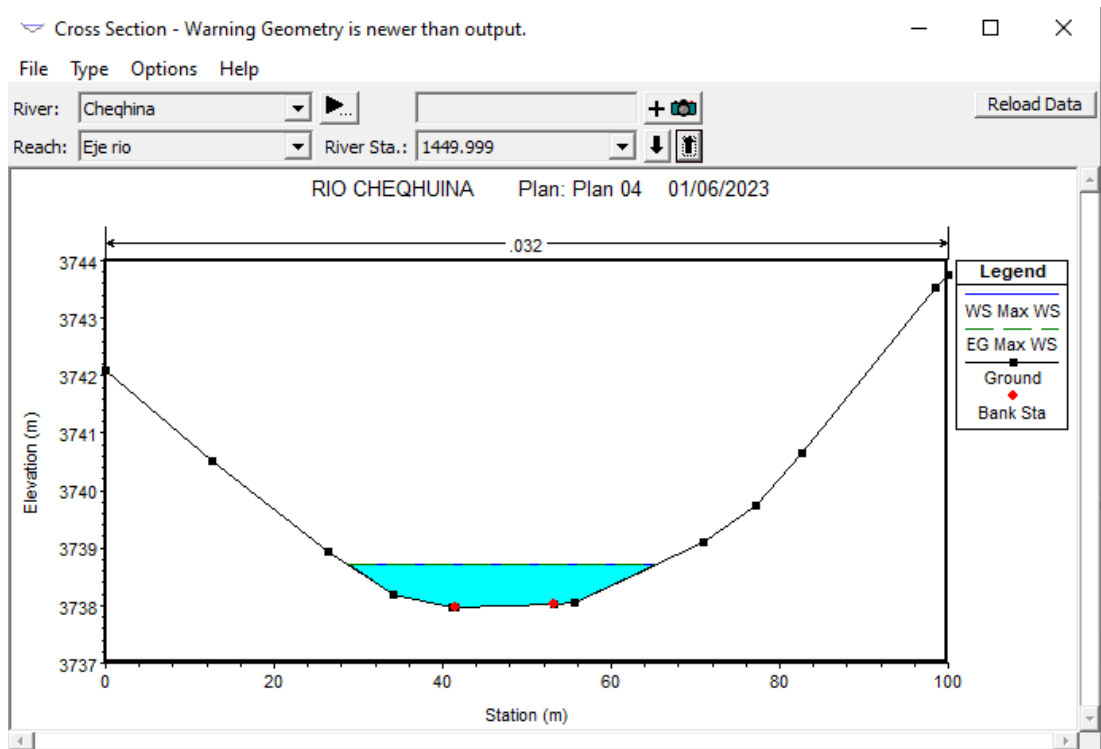
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Sección transversal

Figura 119. Sección transversal progresiva 1+150



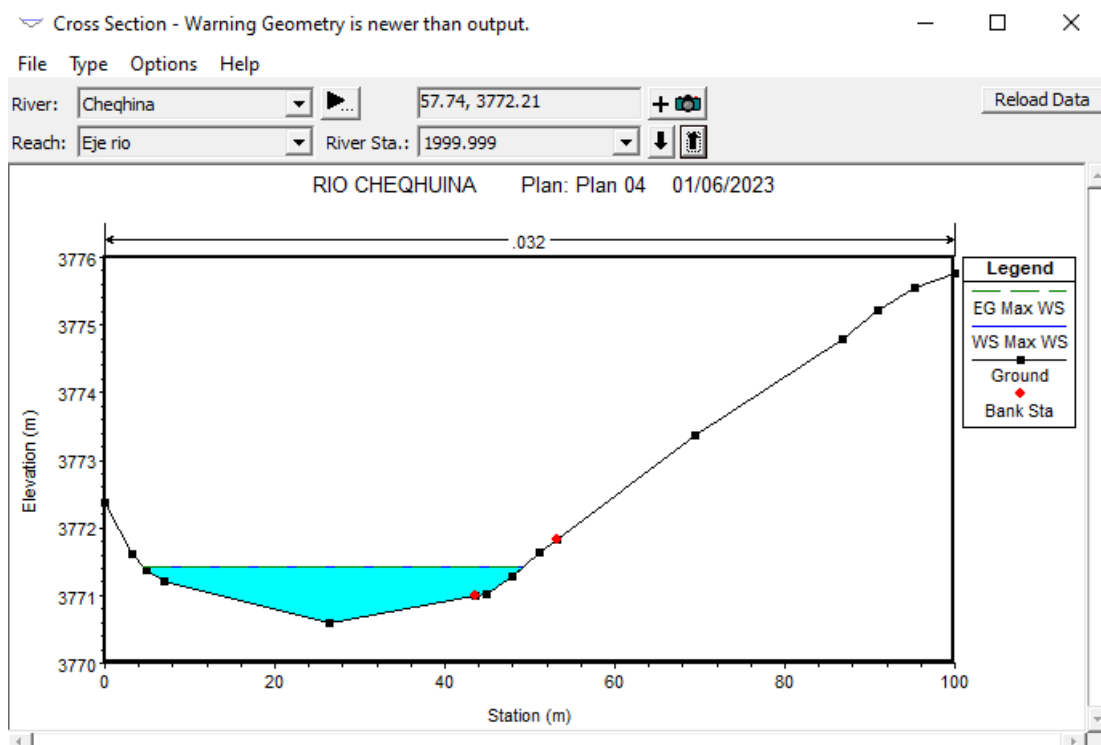
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Sección transversal

Figura 120. Sección transversal progresiva 1+450



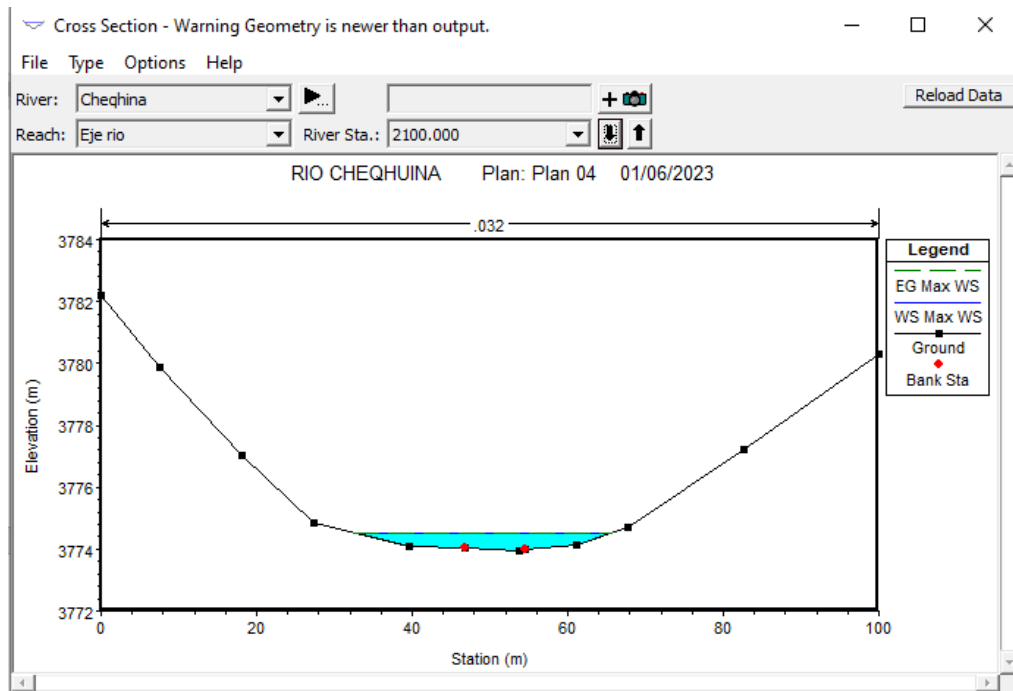
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Sección transversal

Figura 121. Sección transversal progresiva 2+000



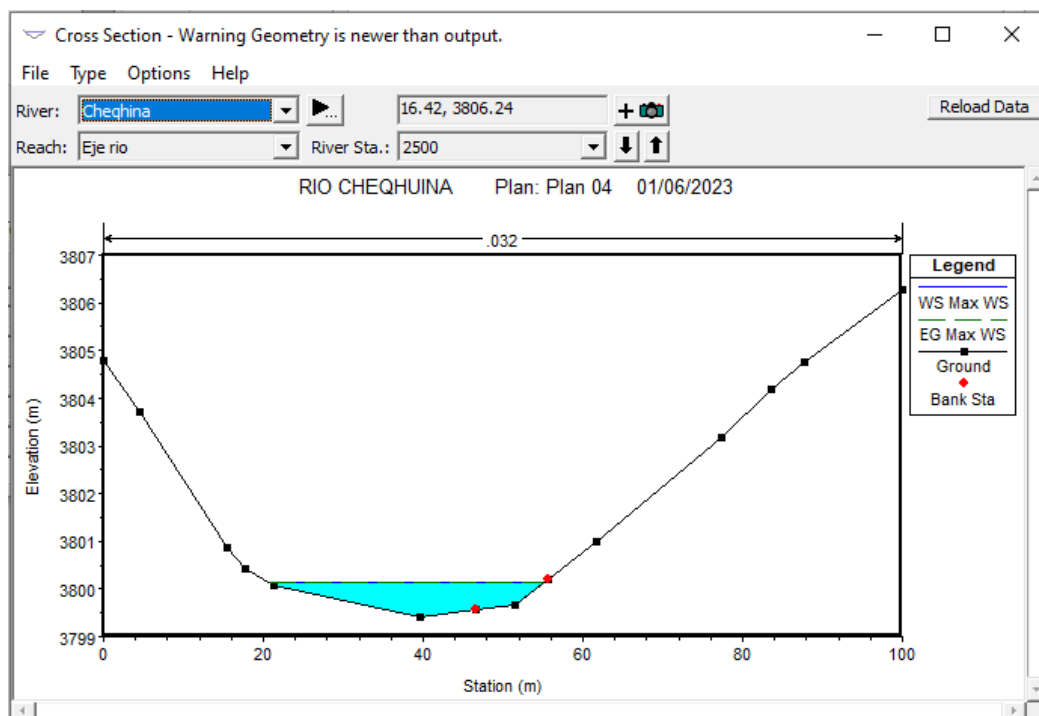
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Sección transversal

Figura 122. Sección transversal progresiva 2+100



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Sección transversal

Figura 123. Sección transversal progresiva 2+500



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Sección transversal

Figura 126. Sectores de inundación segundo tramo.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Estudio topográfico

Con estudio topográfico se determinó la forma y ubicación del terreno para nuestro diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones. Esto nos ayudó a planificar dentro de la geometría del terreno estudiado para planificar y proyectar nuestro diseño tomando en cuenta las características de nuestra topografía.

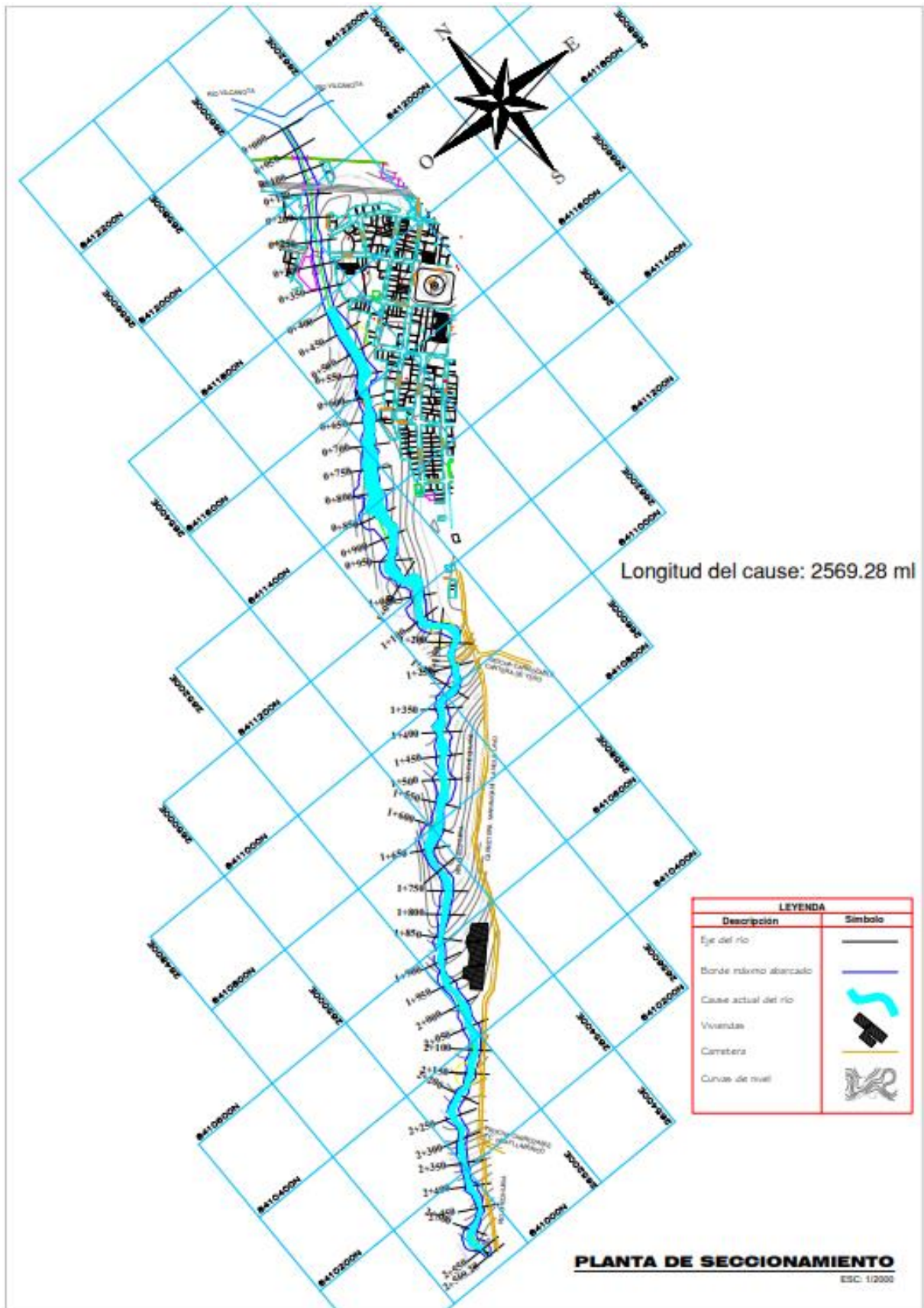
Los resultados de nuestro estudio topográfico se expresan en una representación gráfica, que es una representación fiel de los cambios locales en la superficie de nuestro territorio es cual es nuestra muestra de estudio.

En el cual contiene un número limitado de curvas de nivel, dibujos de estructuras artificiales y otros elementos que pueden estar presentes en la superficie de nuestro territorio, como viviendas, canales, cuerpos de agua y límites de terreno, también nos proporcionan información sobre la disposición de la superficie, como factores de pendiente, pendientes promedio, direcciones del flujo, líneas de hundimiento y depresiones naturales. Con esta información se utilizó para la simulación de la inundación en el Hec-Ras para evaluar el potencial de erosión, la exposición de las zonas más afectadas y la estabilidad de nuestro territorio.

Los trabajos topográficos se han elaborado en campo con una estación total Leica Ts03 y trabajos en gabinete elaborados en el software Civil 3D.

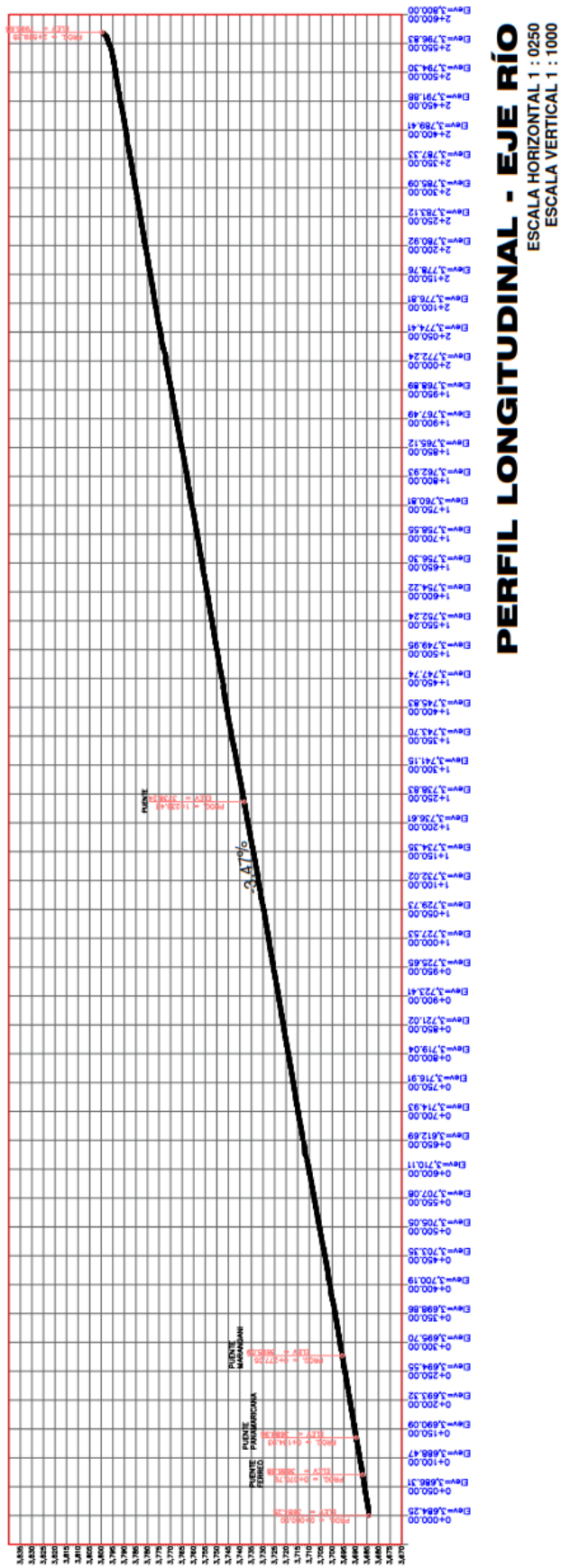
Del estudio topográfico se han determinado los resultados con los planos en planta de taquimetría y planimetría del río Cheqhuiña, así como el perfil longitudinal del curso y cauce del río y planos de secciones transversales distanciados a cada 50 metros de distancia en una longitud de 2569.28 ml. Se muestran en la imagen 116, 117, 118 y 119.

Figura 127. Plano en planta general y seccionamientos TP-01



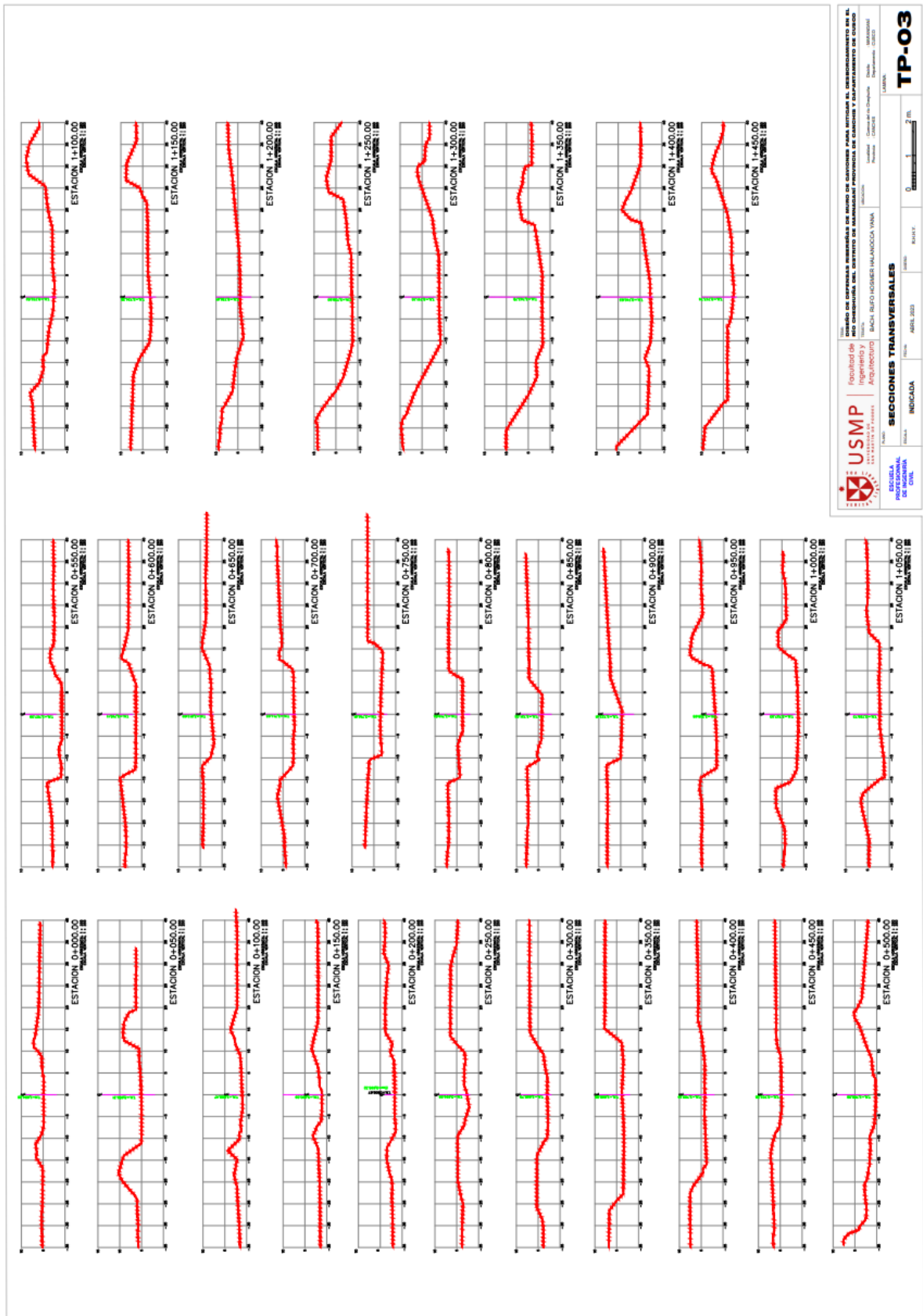
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Figura 128. Perfil longitudinal río Cheqhuiña TP-02



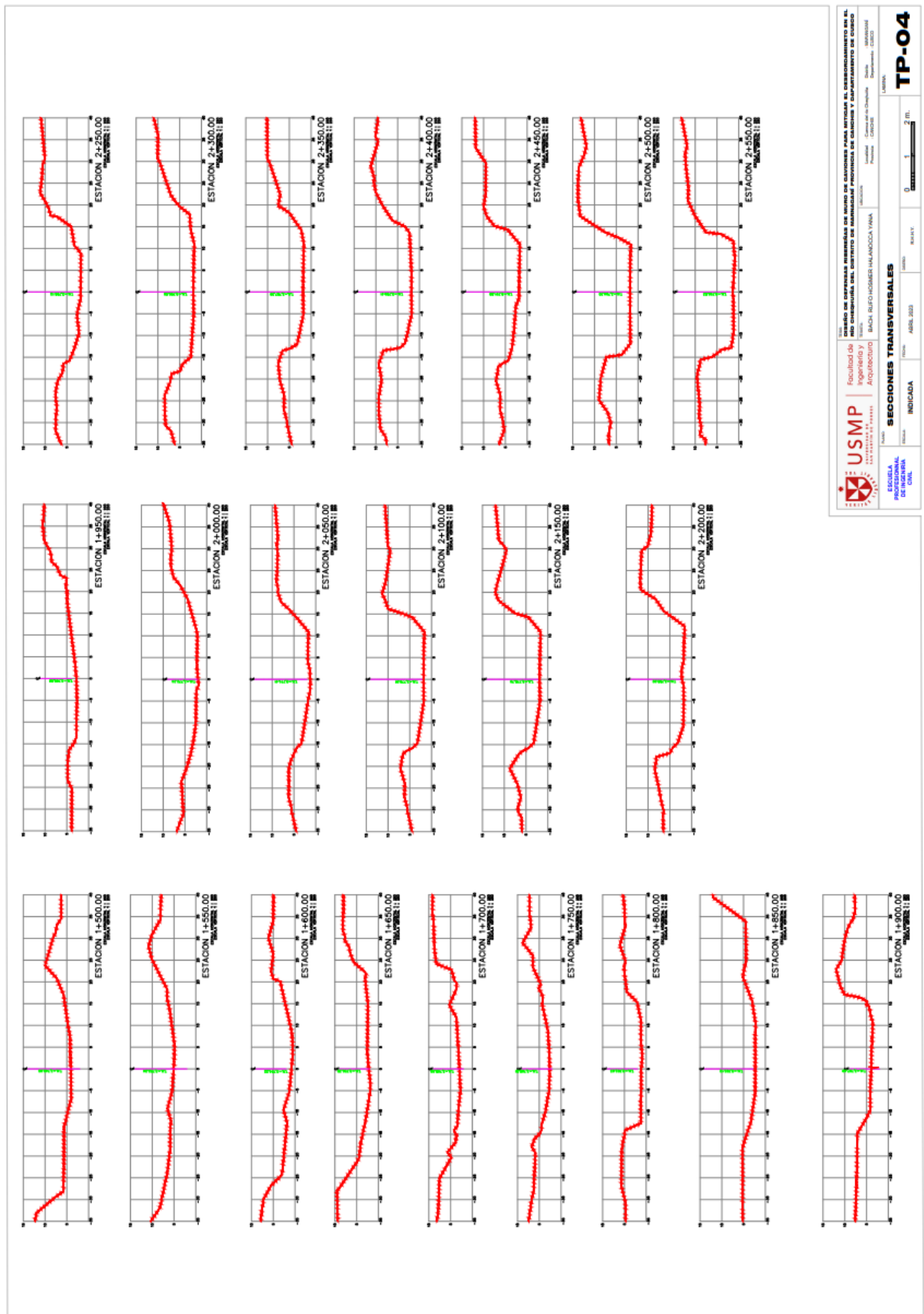
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Figura 129. Secciones transversales TP-03



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Figura 130. Secciones transversales TP-04




USMP
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO
 Facultad de Ingeniería y Arquitectura
 Bach. en Ingeniería en Infraestructura

Proyecto: **SECCIONES TRANSVERSALES**
 Fecha: ABRIL 2023
 Autor: INDICADA

Lugar: **TP-04**
 Escala: 1:1000
 Hoja: 0 de 2

INSTITUTO VIAL
 Unidad: Carreteras de Córdoba
 Fecha: 08/04/2023
 Documento: 02023

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

5.2 Estudio hidrológico

A continuación, se presentan los resultados relativos a la determinación y cálculo de los caudales de máximas avenidas. Estos resultados se obtuvieron a través de la transformación de precipitación y escorrentía, aplicando la metodología del hidrograma unitario sintético del NRCS para la cuenca del Río Cheqhuiña.

Para determinar la tasa de infiltración en la cuenca del Río, se empleó el método del número de curva. A continuación, se detalla el procedimiento utilizado para calcular los hidrogramas de máximas avenidas en el punto de aforo, considerando períodos de retorno de 25, 50, 100, 500, 1000 y 10000 años.

La delimitación de la cuenca de la estación pluviométrica más cercana a la microcuenca del río Cheqhuiña, estación Sicuani.

Precipitación areal - río Cheqhuiña (mm); precipitación media mensual con consistencia (mm). Y la precipitación areal mensual (mm). Los datos de la cuenca se ven en la tabla 30.

Tabla 30. Precipitación areal – río Cheqhuiña (mm).

Polígono	Área (km ²)	Coef.	Estación	Prec. (mm)	PP Media (mm)
A1	46.72	1.00	Sicuani	738.46	738.46
Total	46.72	1.00			738.46

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

La precipitación media mensual con consistencia (mm) para el periodo desde el año 1993 hasta el año 2022. La estación más cercana a la microcuenca Cheqhuiña es la estación de Sicuani dentro de los 12 meses del año se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Precipitación media mensual periodo 1993 – 2022.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Crucero	129.2	117.3	99.3	41.1	19.3	8.1	7.7	13.4	25.7	52.6	68.8	101.6	683.94
Santa Rosa	170.9	168.1	152.3	70.8	11.6	5.7	6.6	14.2	37.9	79.4	116.7	139.8	973.96
Ccatcca	135.2	126.5	102.1	34.7	6.4	6.8	5.5	10.0	14.2	38.1	60.5	113.0	652.91
Sicuani	141.5	135.8	122.7	49.2	13.6	5.4	6.0	6.6	17.2	53.7	74.2	112.6	738.46

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Así mismo se presenta la variación mensual de la precipitación areal por subcuenca perteneciente al Río Cheqhuiña dentro de los 12 mes del año, se muestra en la tabla 32.

Tabla 32. *Variación mensual de la precipitación areal por subcuenca.*

Subcuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Río Cheqhuiña	141.5	135.8	122.7	49.2	13.6	5.4	6.0	6.6	17.2	53.7	74.2	112.6	738.46

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

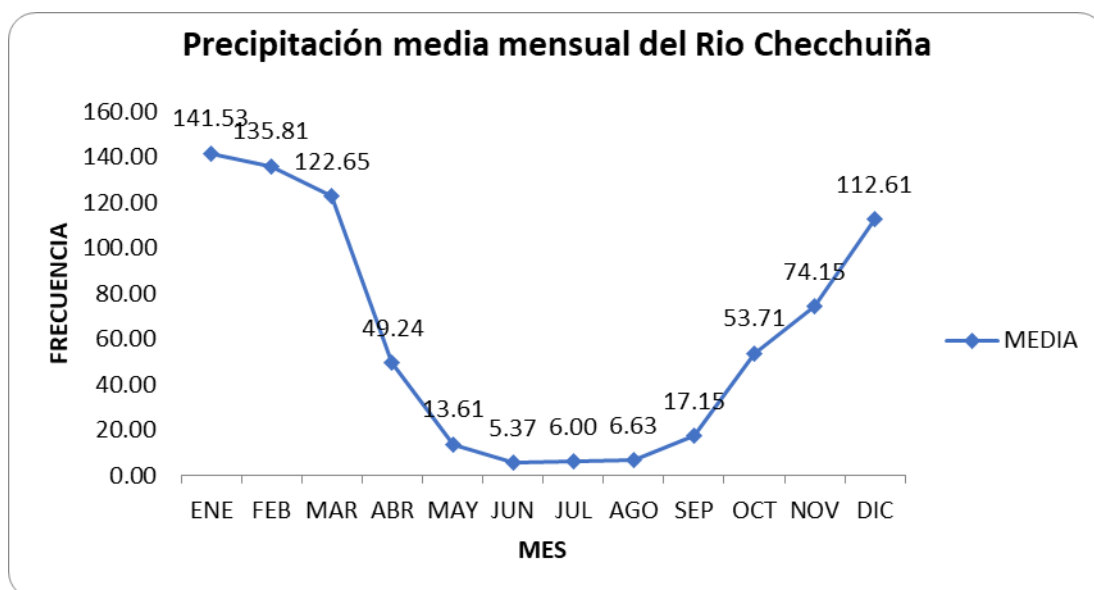
Se presenta las precipitaciones areales mensuales (mm) de la cuenca del río Cheqhuiña desde el año 1993 hasta el año 2022 dentro de los 12 meses del año, así mismo se tiene los resultados de la media, la desviación estándar, la precipitación máxima y finalmente la precipitación mínima que se muestra en la tabla 33.

Tabla 33. Precipitación areal mensual(mm) río Chequhuiña

PRECIPITACION AREAL MENSUAL (mm)													
RIO CHEQUHUIÑA													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1993	155.00	160.00	104.00	42.00	25.00	39.00	0.00	5.00	8.60	14.10	6.50	17.60	576.80
1994	13.20	23.90	22.00	8.10	4.30	0.30	0.00	1.00	10.00	107.00	114.00	125.00	428.80
1995	129.00	116.00	49.00	59.30	118.10	14.40	0.00	0.00	12.70	44.90	59.90	70.40	673.70
1996	99.20	63.00	111.00	38.00	15.00	0.00	0.00	19.50	19.10	62.80	96.80	53.70	578.10
1997	163.00	88.90	116.20	57.40	0.00	1.20	2.00	9.80	27.10	66.00	136.40	114.10	782.10
1998	126.40	142.40	128.40	72.90	18.80	0.30	0.00	1.20	9.30	50.50	81.00	127.40	758.60
1999	107.40	101.10	131.30	72.50	3.10	1.20	2.80	0.00	16.60	36.00	91.70	114.60	678.30
2000	121.30	112.00	155.50	42.70	16.30	0.00	0.00	12.00	24.50	54.20	61.60	115.70	715.80
2001	226.70	173.80	176.90	49.90	3.50	0.00	5.20	15.20	8.90	45.10	135.50	64.60	905.30
2002	102.30	131.00	97.80	15.50	0.00	0.00	0.00	4.20	1.70	92.20	67.40	89.20	601.30
2003	131.40	145.40	83.40	77.70	17.60	0.00	0.30	0.00	44.10	24.40	38.50	127.20	690.00
2004	110.40	180.00	121.90	15.60	7.20	6.00	4.40	1.70	18.60	76.40	25.20	92.60	660.00
2005	213.00	158.10	176.90	55.30	25.90	1.20	13.90	10.50	34.70	48.30	76.20	134.40	948.40
2006	185.40	296.70	220.10	78.50	25.60	16.90	76.00	9.90	59.80	105.80	114.80	170.80	1360.30
2007	170.30	180.40	215.10	23.90	7.00	7.50	0.00	31.20	10.80	65.10	39.10	173.00	923.40
2008	251.70	182.50	53.10	47.80	2.50	26.90	25.70	11.10	35.20	51.90	63.80	122.80	875.00
2009	109.30	97.10	88.60	35.60	1.80	0.00	3.80	11.80	9.00	30.60	64.60	129.60	581.80
2010	212.60	143.80	143.50	68.80	0.30	13.60	0.00	1.60	5.40	68.40	100.90	117.80	876.70
2011	115.80	86.90	174.20	45.10	5.30	0.00	9.00	0.00	15.20	60.70	77.00	73.80	663.00
2012	137.30	133.50	117.90	21.60	7.00	0.70	0.60	0.60	2.60	84.10	61.60	149.00	716.50
2013	89.80	140.60	85.80	37.60	5.70	0.00	6.20	0.00	11.10	32.20	129.00	121.10	659.10
2014	161.00	95.80	118.00	48.40	2.60	0.00	0.00	5.70	2.40	62.80	46.60	125.10	668.40
2015	107.60	118.40	156.40	132.70	14.40	2.90	4.40	7.50	51.90	25.30	29.00	131.90	782.40
2016	155.20	184.80	103.00	49.00	0.50	3.20	0.80	0.00	14.20	36.40	38.70	149.80	735.60
2017	156.30	114.60	125.70	60.80	43.20	0.00	2.20	13.60	22.70	73.70	121.90	73.40	808.10
2018	118.90	166.70	115.20	30.80	5.20	20.40	20.10	23.60	4.40	83.00	105.40	43.30	737.00
2019	129.30	135.70	86.10	46.70	8.50	0.60	0.00	0.00	0.50	47.30	136.30	188.60	779.60
2020	114.30	170.50	119.40	11.80	19.80	0.10	0.00	0.00	10.80	27.60	25.10	106.80	606.20
2021	157.10	71.80	131.00	97.80	4.20	0.00	0.40	0.30	11.90	28.70	77.20	173.00	753.40
2022	175.60	158.80	152.10	33.40	0.00	4.60	2.10	2.00	10.70	5.90	2.90	82.10	630.20
MEDIA	141.53	135.81	122.65	49.24	13.61	5.37	6.00	6.63	17.15	53.71	74.15	112.61	738.46
DESV. :	47.31	49.97	44.61	26.74	22.24	9.49	14.59	8.01	14.81	25.67	39.12	40.51	165.68
MAX.	251.70	296.70	220.10	132.70	118.10	39.00	76.00	31.20	59.80	107.00	136.40	188.60	1360.30
MIN.	13.20	23.90	22.00	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	5.90	2.90	17.60	428.80

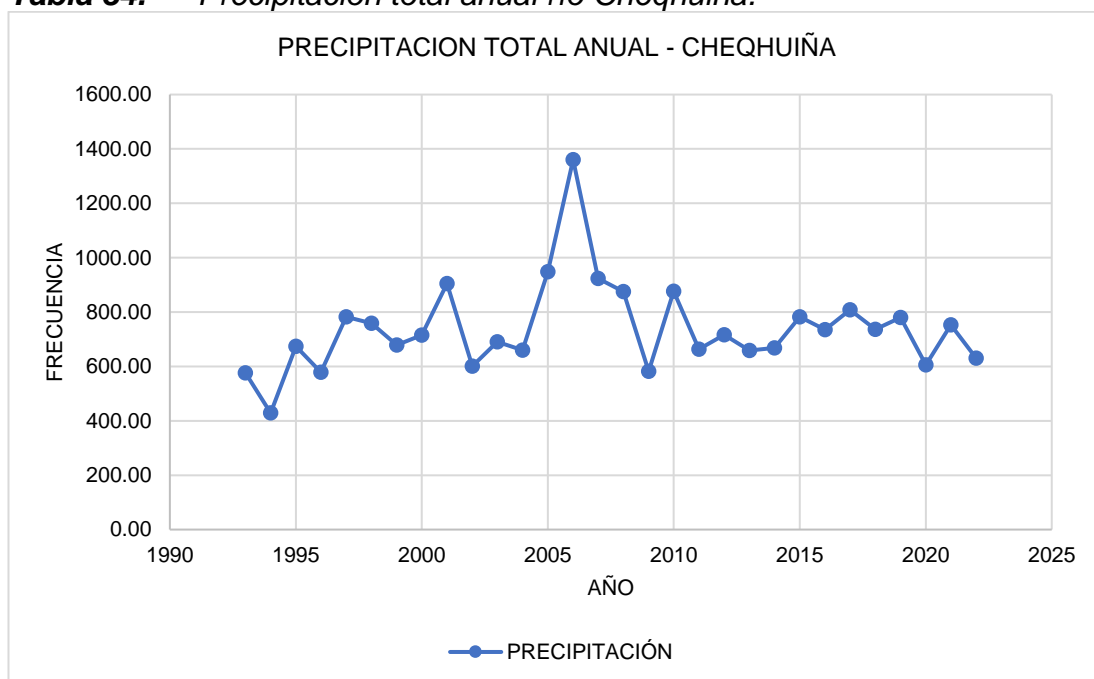
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Figura 131. Precipitación media mensual del río Cheqhuiña.



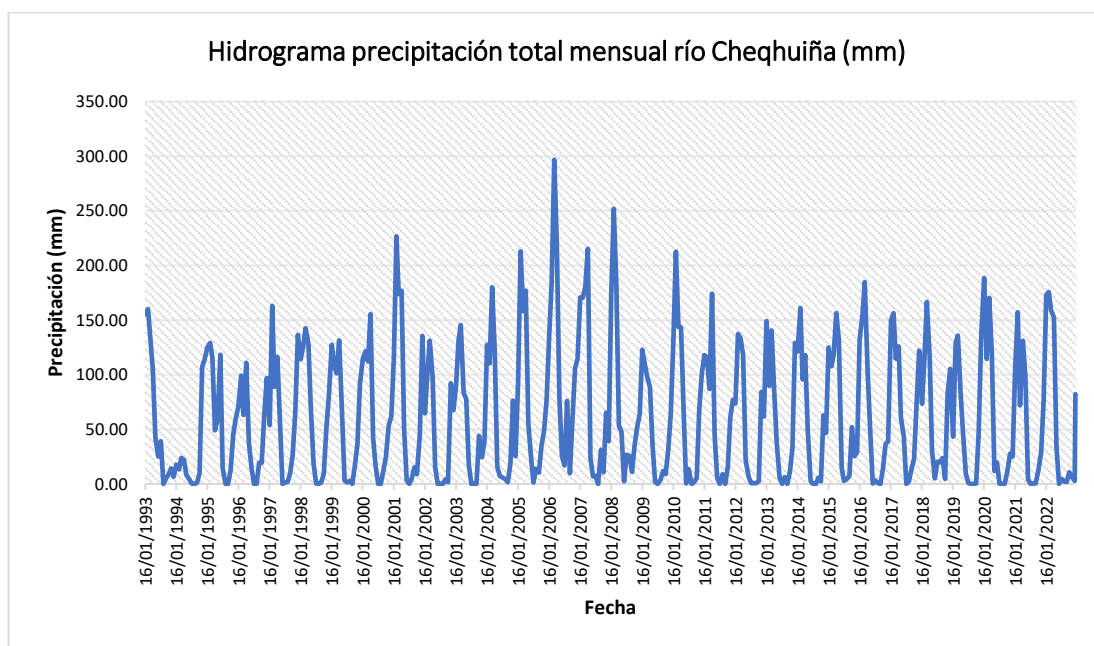
Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Tabla 34. Precipitación total anual río Cheqhuiña.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Figura 132. Hidrograma precipitación total mensual.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Cálculo de los valores mensuales de la evapotranspiración.
Evapotranspiración potencial - método de Hargreaves

Latitud: 14°1'40.1" s

Altitud: 3702.00 m.s.n.m.

Tabla 35. Valores de la evapotranspiración

PARAMETROS	UND	VALORES MENSUALES											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
TMC°	°C	10.60	10.30	10.80	11.20	11.10	10.30	10.00	10.80	11.60	11.50	12.10	11.00
TMF°	°F	51.08	50.54	51.44	52.16	51.98	50.54	50.00	51.44	52.88	52.70	53.78	51.80
HR	%	79.00	83.00	81.00	76.00	67.00	63.00	60.00	59.00	63.00	65.00	69.00	76.00
CH		0.76	0.68	0.72	0.81	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.92	0.81
CE		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MF		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Eto	mm/mes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Días del me	dia	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Eto	mm/dia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Formulas empleadas:

Figura 133. Fórmulas para el cálculo de la evapotranspiración

$$ET_o = MF \times TMF \times CH \times CE$$

$$TMF = (9/5)TMC + 32$$

$$CE = 1.0 + 0.04(E/3000)$$

$$CH = 0.166 \times (100 - HR)^{1/2}, \text{ para } HR > 64\%; \text{ para } HR < 64\%, CH = 1.$$

Donde:

ET_o = Evapotranspiración potencial (mm/día)

TMF = Temperatura media mensual (°F)

TMC = Temperatura media mensual (°C)

HR = Humedad relativa media mensual (%)

MF = Factor mensual de latitud.

CE = Factor de corrección para la altura del lugar.

E = Altitud o elevación del lugar (msnm).

Tabla 36. Factor de evapotranspiración MF (mm/mes).

FACTOR DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MF (mm/mes)												
LATITUD	M E S E S											
SUR	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1.00	2.79	2.12	2.35	2.20	2.14	1.99	2.09	2.22	2.26	2.36	2.23	2.27
2.00	2.37	2.14	2.36	2.18	2.11	1.96	2.05	2.19	2.25	2.37	2.26	2.30
3.00	2.35	2.15	2.36	2.17	2.08	1.92	2.03	2.17	2.25	2.39	2.29	2.34
4.00	2.39	2.17	2.36	2.15	2.05	1.89	1.99	2.15	2.24	2.40	2.32	2.37
5.00	2.42	2.19	2.36	2.13	2.02	1.85	1.96	2.13	2.23	2.41	2.35	2.41
6.00	2.45	2.21	2.36	2.12	1.98	1.82	1.98	2.10	2.23	2.42	2.37	2.44
7.00	2.48	2.22	2.36	2.10	1.96	1.79	1.89	2.08	2.22	2.43	2.40	2.48
8.00	2.51	2.24	2.36	2.08	1.93	1.75	1.86	2.05	2.21	2.44	2.42	2.51
9.00	2.54	2.25	2.36	2.06	1.90	1.72	1.82	2.03	2.20	2.45	2.45	2.54
10.00	2.57	2.27	2.36	2.04	1.86	1.68	1.79	2.00	2.49	2.46	2.47	2.58
11.00	2.60	2.28	2.35	2.02	1.83	1.64	1.75	1.98	2.18	2.47	2.50	2.61
12.00	2.63	2.29	2.35	2.00	1.80	1.61	1.72	1.95	2.17	2.48	2.52	2.64
13.00	2.65	2.31	2.35	1.98	1.77	1.57	1.68	1.92	2.16	2.48	2.54	2.68
14.00	2.68	2.32	2.34	1.96	1.73	1.54	1.65	1.90	2.14	2.49	2.57	2.71
15.00	2.71	2.33	2.33	2.94	1.70	1.50	1.61	1.87	2.13	2.50	2.59	2.74
16.00	2.73	2.34	2.32	1.91	1.67	1.46	1.58	1.84	2.12	2.50	2.61	2.77
17.00	2.76	2.35	2.32	1.89	1.63	1.43	1.54	1.81	2.16	2.50	2.63	2.80
18.00	2.79	2.36	2.31	1.87	2.60	1.39	1.50	1.78	2.09	2.51	2.65	2.83
19.00	2.81	2.37	2.30	1.84	1.56	1.35	1.47	1.75	2.07	2.31	2.67	2.86

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Figura 134. Resumen evapotranspiración potencial .

Resumen evapotranspiración potencial para el proyecto												
Método de Cálculo	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Hargreaves. (mm/mes)	112.41	86.29	93.43	111.53	91.38	82.40	87.53	103.92	121.40	138.58	137.58	123.15
Hargreaves. (mm/día)	3.65	3.19	3.05	4.63	3.17	2.33	2.69	3.11	3.57	3.85	4.38	3.58

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Año promedio: Generación de descargas en el río Cheqhuiña

Método propuesto por la misión técnica alemana – 1980

Se describió la porción de precipitación efectiva, el índice promedio de infiltración y evaporación de la precipitación que cae dentro de muestra área de la cuenca Cheqhuiña. (Bureau of Reclamation BoR). Esta cantidad se utilizó para predecir el suministro de agua disponible para cuantificar en aumento del agua del sistema hidrológico

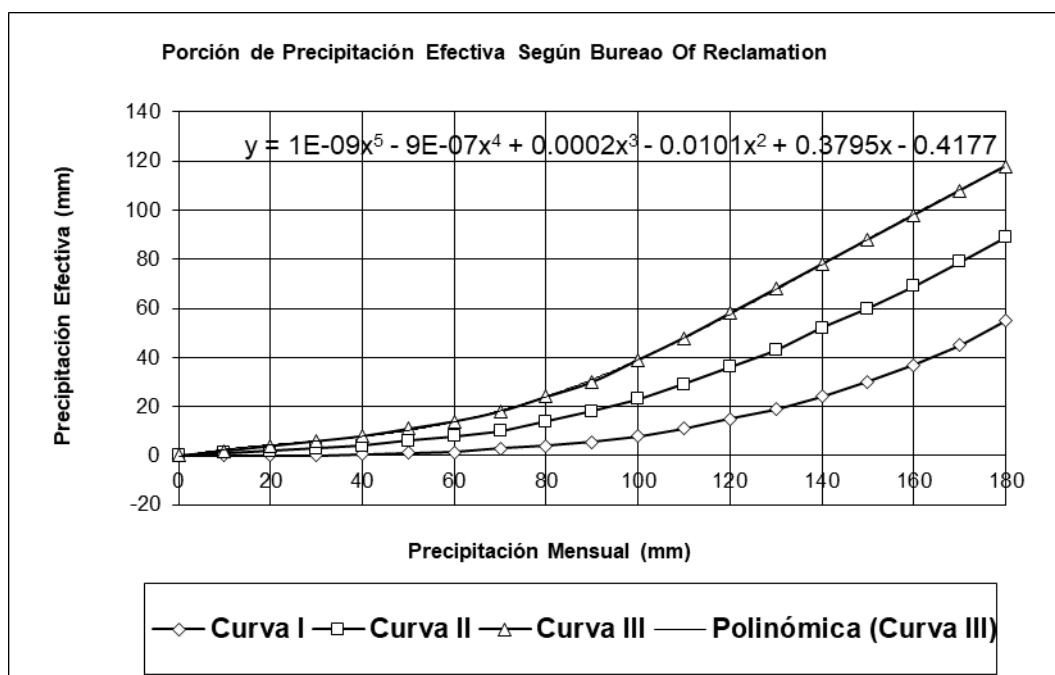
Tabla 37. Precipitación efectiva según Bureau of Reclamation

P mm	P. Efectiva: PE (mm)		
	Curva I	Curva II	Curva III
0.0	0.0	0.0	0.0
10.0	0.0	1.0	2.0
20.0	0.0	2.0	4.0
30.0	0.0	3.0	6.0
40.0	0.5	4.0	8.0
50.0	1.0	6.0	11.0
60.0	1.5	8.0	14.0
70.0	3.0	10.0	18.0
80.0	4.0	14.0	24.0
90.0	5.5	18.0	30.0
100.0	8.0	23.0	39.0
110.0	11.0	29.0	48.0
120.0	15.0	36.0	58.0
130.0	19.0	43.0	68.0
140.0	24.0	52.0	78.0
150.0	30.0	60.0	88.0
160.0	37.0	69.0	98.0
170.0	45.0	79.0	108.0
180.0	55.0	89.0	118.0
	0.15	0.3	0.5

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

La porción de precipitación efectiva nos ayudó a evaluar el impacto del uso del agua para la agricultura y el medio ambiente.

Figura 135. Porción de presipitación efectiva según Bureao of Reclamation



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Porción de precipitación efectiva.

Tabla 38. Cálculo del coeficiente de escorrentía.

Cálculo del Coeficiente de Escorrentía			Método de la Misión Alemana		
Método de L - Turc					
Precipitación Media Anual: P	738.46	mm	Temperatura Media Anual: T	14.00	°C
Evaporación Total Anual: ETP	1,289.60	mm	Coeficiente de Temperatura: L	787.20	
			Déficit de Ecurrimiento: D	553.50	mm/año
Coeficiente de Escorrentía: C	0.25		Coeficiente de Escorrentía: C	0.25	

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Para el diseño de la defensa ribereña, se toma en cuenta un período de retorno de 100 años, con un caudal de diseño de 22.072 mm.

Tabla 39. Características generales de la cuenca Cheqhuiña.

Area de la cuenca: A = 46.72km ²	46.72	Km ²
Altitud Media de la Microcuenca: H	3702	msnm
Pendiente Media de la Microcuenca	1.91	m/m
Precipitación Media Anual: P	738.5	mm
Evaporación Total Anual: ETP	1289.60	mm
Temperatura Media Anual: T	14.00	°C
Déficit de Escurrimiento: D	553.5	mm/año
Coefficiente de Escorrentía: C	0.25	
Coefficiente de Agotamiento: a	0.0203	
Relación de Caudales (30 días): bo	0.544	
Area de lagunas y acuíferos	0.000001	Km ²
Gasto Mensual de Retención: R	70.0	mm/año

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Tabla 40. Coeficiente de cálculo- precipitación efectiva.

Coef.	Curva I	Curva II	Curva III
a0	-0.0470000000	-0.1065000000	-0.4177000000
a1	0.0094000000	0.1477000000	0.3795000000
a2	-0.0005000000	-0.0029000000	-0.0101000000
a3	0.0000200000	0.0000500000	0.0002000000
a4	-0.0000000500	-0.0000002000	-0.0000009000
a5	0.0000000002	0.0000000002	0.0000000010
c	15	30	45
El rango de aplicación de los coeficientes de la ecuación Polinómica de la PE está comprendida para $0 < P < 250$ mm			

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Coeficiente de cálculo.

Utilizando los registros históricos de Precipitación Máxima de 24 horas de las estaciones Crucero, Santa Rosa, Ccatcca y Sicuani, se lleva a cabo el ajuste correspondiente a las distribuciones probabilísticas Normal, Long Normal y Gumbel. A continuación, se procede a estimar las máximas precipitaciones posibles esperadas en 24 horas para diferentes períodos de retorno.

A continuación, se presentan las Tablas, las cuales representan los resultados obtenidos en la estación Sicuani la cual está más cerca del punto de aforado. Posteriormente se muestran los periodos de retorno, seleccionados para el estudio, donde se muestra en la tabla 41.

Tabla 41. Años con precipitación máxima por 24 horas e interpolación

Año	Pmax24h(mm)	INTERPOLACION DE Z	
		P(Z)	Z
1993	13.33		
1994	10.42	0.99795	2.87
1995	10.75	0.998	2.878333333
1996	9.25	0.99801	2.88
1997	13.58		
1998	11.87		
1999	10.94		
2000	12.96		
2001	18.89		
2002	10.92		
2003	12.12		
2004	15.00		
2005	17.75		
2006	24.73		
2007	17.93		
2008	20.98		
2009	10.80		
2010	17.72		
2011	14.52		
2012	12.42		
2013	11.72		
2014	13.42		
2015	13.03		
2016	15.40		
2017	13.03		
2018	13.89		
2019	15.72		
2020	14.21		
2021	14.42		
2022	14.63		
PROM	14.21		
DES. EST.	3.38		

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Pmax24horas.

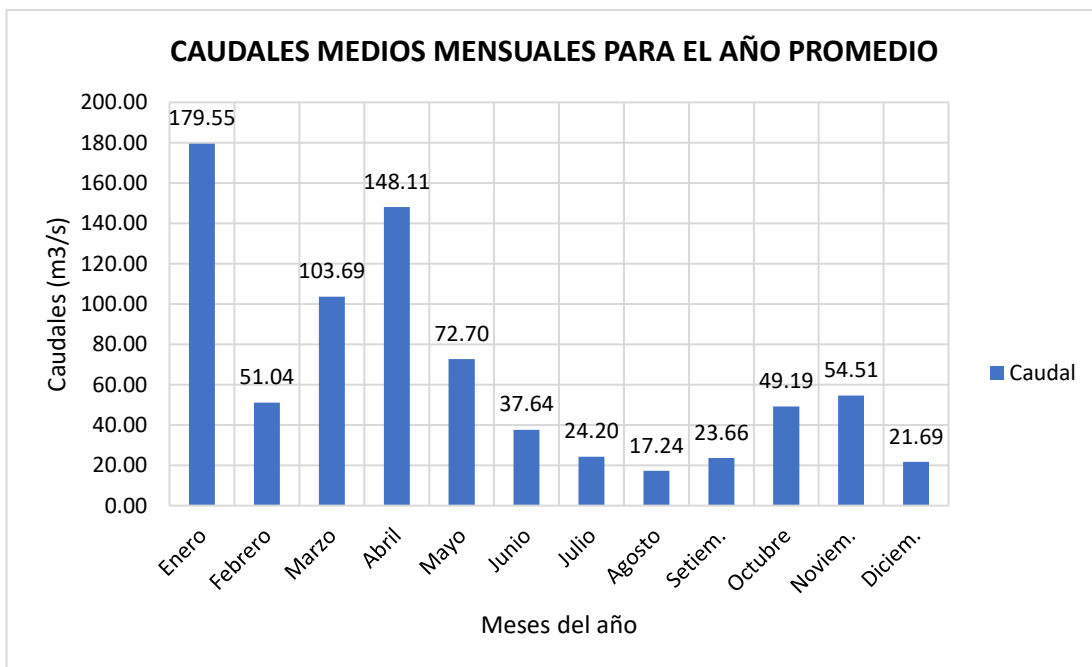
Tabla 42. Generación de caudales medios mensuales

MES	N° días del mes	PRECIPITACION MENSUAL				CONTRIBUCION DE LA RETENCION				CAUDALES GENERADOS mm/mes	CAUDALES m3/s
		P Total mm/mes	Efectiva			Gasto		Abastecimiento			
			PE I mm/mes	PE I mm/mes	PE mm/mes	bi	Gi mm/mes	ai	Ai mm/mes		
1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Enero	31	141.5	39.3	35.6	27.24			0.400	28.0	55.241	179.55
Febrero	28	135.8	34.3	32.9	29.70			0.200	14.0	15.703	51.04
Marzo	31	122.7	24.7	26.9	31.90			0.000	0.0	31.900	103.69
Abril	30	49.2	1.4	5.0	13.17	0.544	32.397			45.566	148.11
Mayo	31	13.6	0.0	1.5	4.75	0.296	17.614			22.365	72.70
Junio	30	5.4	0.0	0.6	2.00	0.161	9.576			11.579	37.64
Julio	31	6.0	0.0	0.7	2.24	0.087	5.207			7.446	24.20
Agosto	31	6.6	0.0	0.8	2.47	0.048	2.831			5.305	17.24
Setiem.	30	17.2	0.1	1.8	5.74	0.026	1.539			7.280	23.66
Octubre	31	53.7	1.8	5.6	14.30	0.014	0.837			15.135	49.19
Noviem.	30	74.2	5.0	9.7	20.27			0.050	3.5	16.770	54.51
Diciem.	31	112.6	18.8	22.6	31.17			0.350	24.5	6.673	21.69
AÑO		738.5	125.4	143.7	185.0	1.175	70.0	1.000	70.0	241.0	65.27
Coeficientes		0.25	-2.253	3.253	1.000						

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Los caudales medios mensuales para el año promedio, donde los resultados es en el mes de enero tienen la mayor intensidad el cual tiene un caudal igual a 179.55 m3/s. y en promedio de **65.25 m3/s.** se muestra en la figura 125.

Figura 136. Resultado de caudal de diseño.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

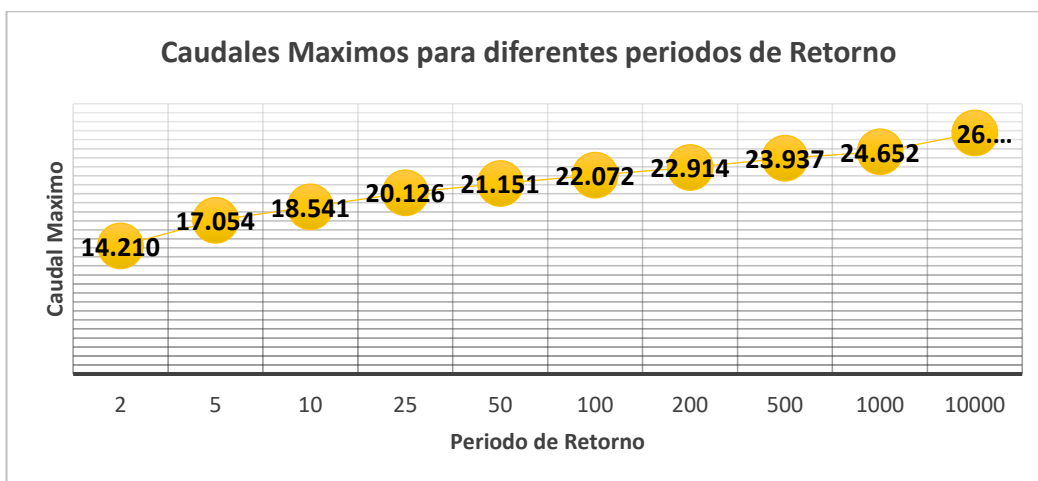
Realizando los cálculos para precipitación efectiva se obtuvieron los siguientes resultados en la tabla 43.

Tabla 43. Precipitación con periodos de retorno.

Precipitacion				
Tr	P	Normal	Xt	PP (mm)
Años	F(Z)	Z	mm	Xt (mm)
2	0.5	0.000	14.210	16.058
5	0.8	0.842	17.054	19.271
10	0.9	1.282	18.541	20.951
25	0.96	1.751	20.126	22.743
50	0.98	2.054	21.151	23.900
100	0.99	2.326	22.072	24.941
200	0.995	2.576	22.914	25.893
500	0.998	2.878	23.937	27.049
1000	0.999	3.090	24.652	27.857
10000	0.9999	3.710	26.748	30.225

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Figura 137. Caudales maximos para diferentes periodos de retorno.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Figura 138. Caudales para diferentes periodos de retorno

Tr	Q m3/s
T = 2 Años	52.19 m3/s
T = 5 Años	62.64 m3/s
T = 10 Años	68.10 m3/s
T = 25 Años	73.92 m3/s
T = 50 Años	77.68 m3/s
T = 100 Años	81.07 m3/s
T = 200 Años	84.16 m3/s
T = 500 Años	87.92 m3/s
T = 1000 Años	90.55 m3/s
T = 10000 Años	98.24 m3/s

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Aplicamos el método racional para el cálculo del caudal en base a periodos de retorno, el cual se considera un periodo de retorno igual a 100 años.

MÉTODO RACIONAL

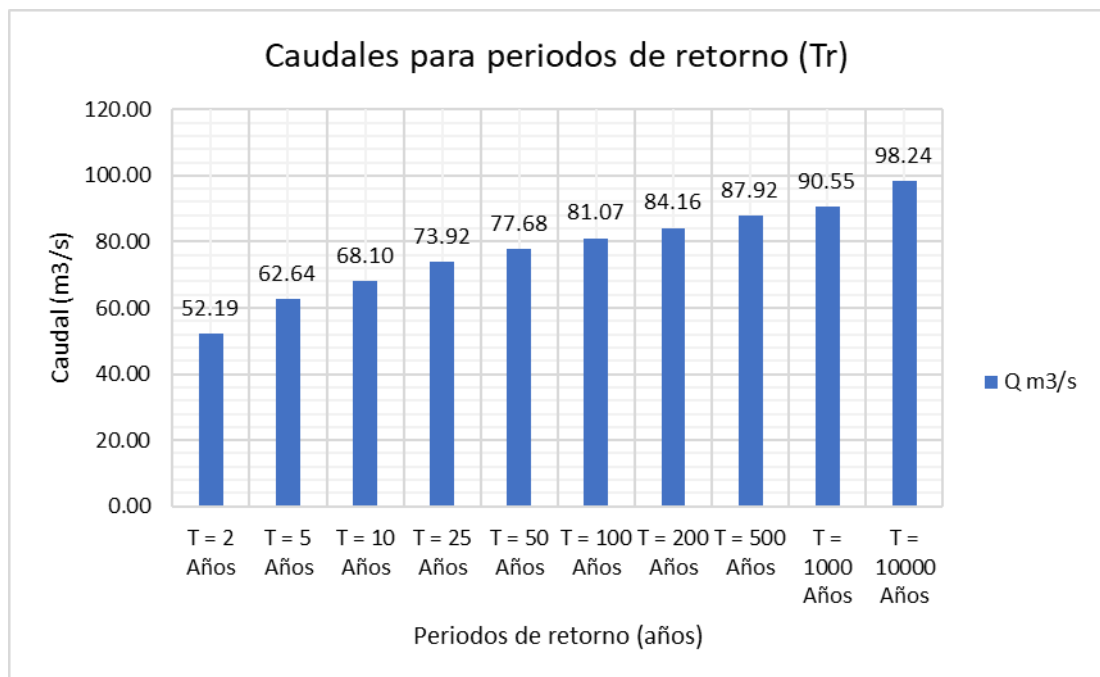
Donde:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6}$$

Q = Caudal (m³/s)
 C = Coeficiente de escorrentía (típicamente 0.1 a 0.7)
 I = Intensidad de precipitación (mm/hora)
 A = Superficie de la Cuenca (Km²)

C = 0.250
 I = Tabla 43. PP(mm)
 A = 46.71 km²

Figura 139. Histograma de caudales Tr.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Para el diseño de la defensa ribereña se tomará en cuenta el período de retorno igual a 100 años con un caudal igual a **Q = 81.07 m³/s.** como se muestra en la figura 128.

5.3. Estudio de mecánica de suelos

Los resultados de los ensayos de mecánica de suelos mostrados son informes que muestran los análisis realizados para entender y comprender los comportamientos de los suelos y sus relaciones con la ingeniería.

Estos informes describen los ensayos de laboratorio que se realizó, incluidas el análisis granulométrico por tamizado – clasificación de suelos (ASTM D422/ASTM D2487/MTC E204), así como los ensayos para determinación de la densidad relativa, como también se verifica el contenido de humedad de los suelos (ASTM D2216/AASHTO T 86/MTC E108), también se determina el peso específico y absorción del agregado grueso y fino (MTC E205 – 2000, Basados en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84), y finalmente se muestra los resultados de la capacidad portante del suelo en una memoria de cálculo. para su mejor comprensión y entendimiento se muestra en el anexo 02.

Se demuestran los siguientes resultados del estudio de mecánica de suelos de las tres calicatas/muestras de estudio:

- Análisis Granulométrico Por Tamizado - Clasificación De Suelos.
- Contenido De Humedad De Los Suelos.
- Peso Específico Y Absorción Del Agregado Fino.
- Peso Específico Y Absorción Del Agregado grueso (Roca/Piedra).
- Calculo y resultados se la capacidad portante del suelo.

5.3.1. Análisis Granulométrico Por Tamizado - Clasificación De Suelos

Norma: (ASTM D422 / ASTM D 2487 /MTC E204).

CALICATA C-01

COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265933.521

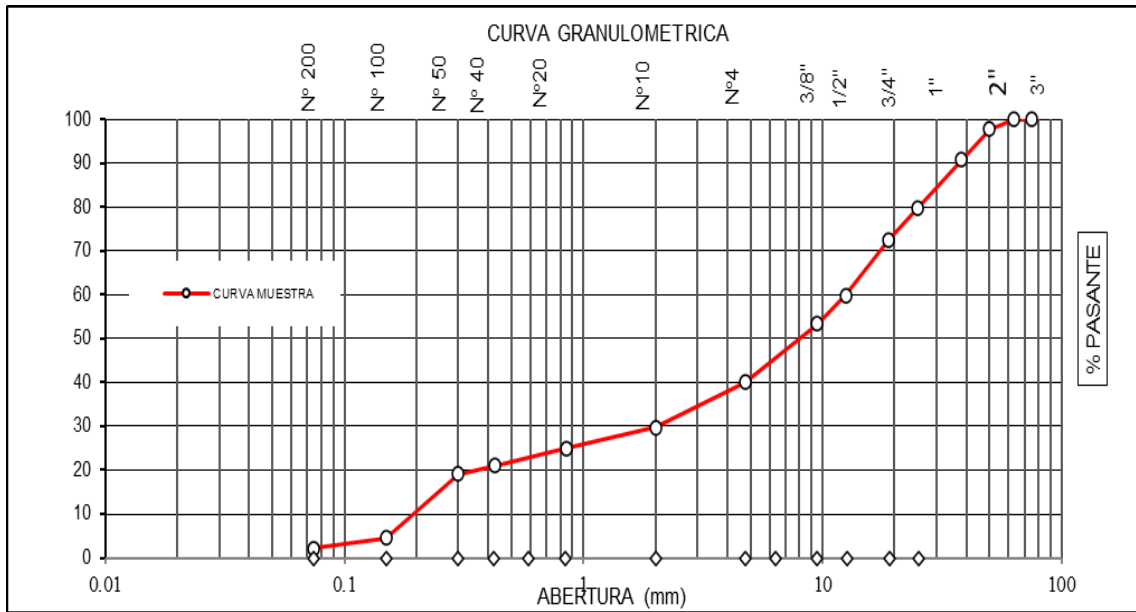
NORTE: 8411697.299

Tabla 44. Análisis granulométrico y clasificación del suelo C-01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422 / ASTM D 2487 /MTC E204)					CLASIFICACION DEL SUELO	
MALLA (Abertura)		%	%	%	S.U.C.S. (ASTM D2487)	GW
PLG.	mm.	RETENIDO	ACUMULADO	PASANTE	Grava bien graduada con arena	
3"	75.000	0.00	0.00	100.00	AA SHTO (ASTM D3282)	A-1-a (0)
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	100.00	Excelente a bueno como subgrado	
2"	50.000	2.22	2.22	97.78	Peso inicial del suelo	18267.00
1 1/2"	38.100	6.99	9.21	90.79	Peso de la fracción	510.08
1"	25.000	11.09	20.29	79.71	D ₆₀	12.57
3/4"	19.000	7.12	27.42	72.58	D ₃₀	2.05
1/2"	12.500	12.72	40.13	59.87	D ₁₀	0.21
3/8"	9.500	6.48	46.61	53.39	Cu	61.16
Nº 4	4.750	13.26	59.87	40.13	Cc	1.62
Nº 10	2.000	10.31	70.18	29.82	Lim Líquido (ASTM D4318)	NP
Nº 20	0.850	4.88	75.06	24.94	Lim Plástico (ASTM D4318)	NP
Nº 40	0.425	3.92	78.97	21.03	Índice de Plasticidad	NP
Nº 50	0.300	1.90	80.88	19.12	% Humedad (ASTM D2216)	8.51
Nº 100	0.149	14.58	95.45	4.55	GRAVA (%)	59.87
Nº 200	0.074	2.33	97.78	2.22	ARENA (%)	37.91
< 200		0.0	97.8	2.2	FINOS (%)	2.22

Fuente: El autor. (2023). Análisis granulométrico y clasificación del suelo

Figura 140. Curva granulométrico calicata C-01



Fuente: El autor. (2023). Curva granulométrica.

CALICATA C-02

COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265682.525

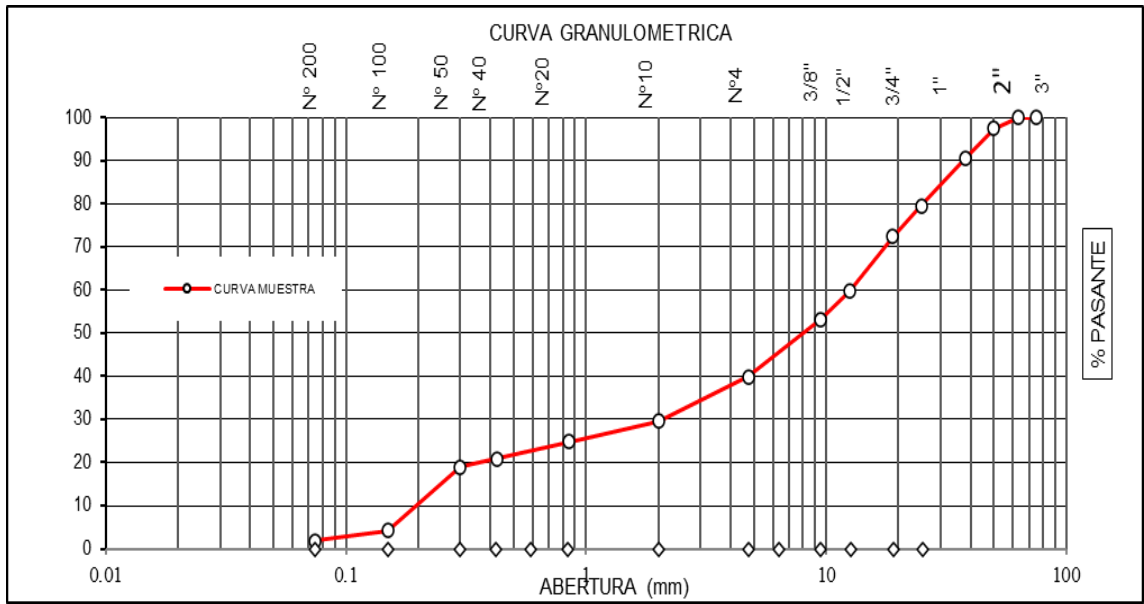
NORTE: 8411100.891

Tabla 45. Análisis granulométrico y clasificación del suelo C-02

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422 / ASTM D2487 / MTC E204)					CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
MALLA (Abertura)		%	%	%	S.U.C.S. (ASTM D 2487)	GW
PLG.	m m.	RETENIDO	ACUMULADO	PA SANTE	Grava bien graduada con arena	
					AA SHTO (ASTM D3282)	A-1-a (0)
3"	75.000	0.00	0.00	100.00	Excelente a bueno como subgrado	
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	100.00		
2"	50.000	2.47	2.47	97.53		
1 1/2"	38.100	6.91	9.37	90.63		
1"	25.000	11.03	20.41	79.59		
3/4"	19.000	7.16	27.57	72.43		
1/2"	12.500	12.74	40.30	59.70		
3/8"	9.500	6.50	46.80	53.20		
N° 4	4.750	13.21	60.01	39.99		
N° 10	2.000	10.43	70.44	29.56		
N° 20	0.850	4.78	75.22	24.78		
N° 40	0.425	3.92	79.14	20.86		
N° 50	0.300	1.87	81.02	18.98		
N° 100	0.149	14.75	95.76	4.24		
N° 200	0.074	2.36	98.12	1.88		
<200		0.0	98.1	1.9		
					Peso inicial del suelo	18319.00
					Peso de la fracción	510.08
					D ₆₀	12.65
					D ₃₀	2.12
					D ₁₀	0.21
					Cu	60.84
					Cc	1.70
					Lim Líquido (ASTM D4318)	NP
					Lim Plástico (ASTM D4318)	NP
					Índice de Plasticidad	NP
					% Humedad (ASTM D2216)	8.56
					GRAVA (%)	60.01
					ARENA (%)	38.11
					FINOS (%)	1.88

Fuente: El autor. (2023). Análisis granulométrico y clasificación del suelo

Figura 141. Curva granulométrico calicata C-02



Fuente: El autor. (2023). Curva granulométrica.

CALICATA C-03

COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265126.384

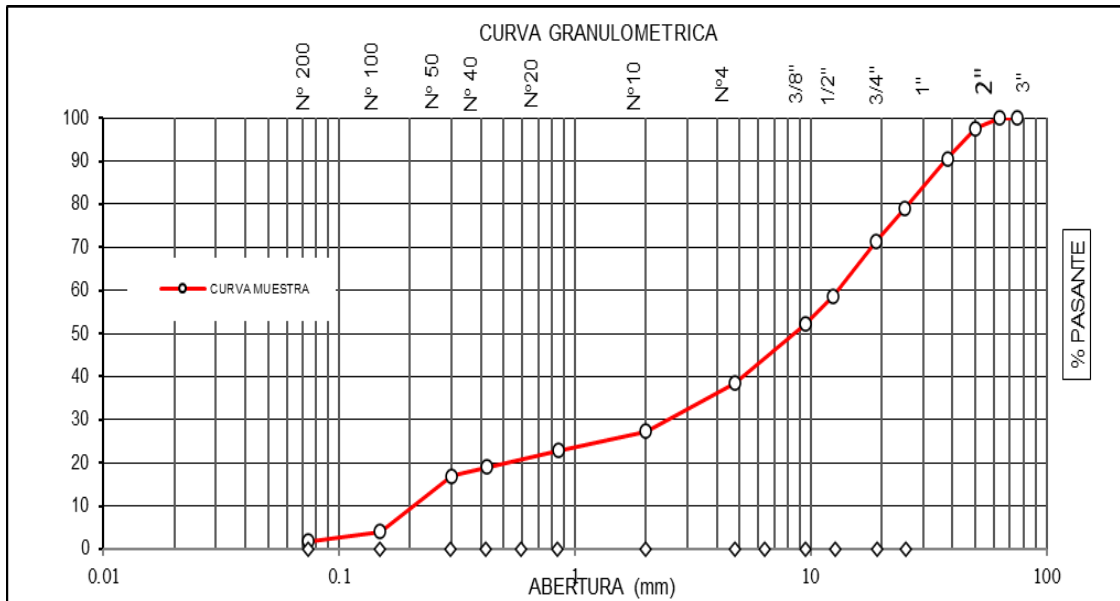
NORTE: 8410355.46

Tabla 46. Análisis granulométrico y clasificación del suelo C-03

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422 / ASTM D2487 / MTC E204)					CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
MALLA (Abertura)		%	%	%	S.U.C.S. (ASTM D 2487)	GW
PLG.	mm.	RETENIDO	ACUMULADO	PASANTE	Grava bien graduada con arena	
3"	75.000	0.00	0.00	100.00	AA SHTO (ASTM D3282)	A-1-a (0)
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	100.00	Excelente a bueno como subgrado	
2"	50.000	2.35	2.35	97.65	Peso inicial del suelo: 18312.00	
1 1/2"	38.100	7.09	9.45	90.55	Peso de la fracción: 510.09	
1"	25.000	11.62	21.07	78.93	D ₆₀	13.16
3/4"	19.000	7.40	28.47	71.53	D ₃₀	2.66
1/2"	12.500	12.84	41.31	58.69	D ₁₀	0.22
3/8"	9.500	6.49	47.80	52.20	Cu	60.21
N° 4	4.750	13.71	61.51	38.49	Cc	2.46
N° 10	2.000	11.17	72.67	27.33	Lim Líquido (ASTM D4318)	NP
N° 20	0.850	4.45	77.13	22.87	Lim Plástico (ASTM D4318)	NP
N° 40	0.425	3.85	80.98	19.02	Índice de Plasticidad	NP
N° 50	0.300	2.10	83.07	16.93	% Humedad (ASTM D2216)	8.49
N° 100	0.149	12.84	95.92	4.08	GRAVA (%)	61.51
N° 200	0.074	2.29	98.21	1.79	ARENA (%)	36.71
< 200		0.0	98.2	1.8	FINOS (%)	1.79

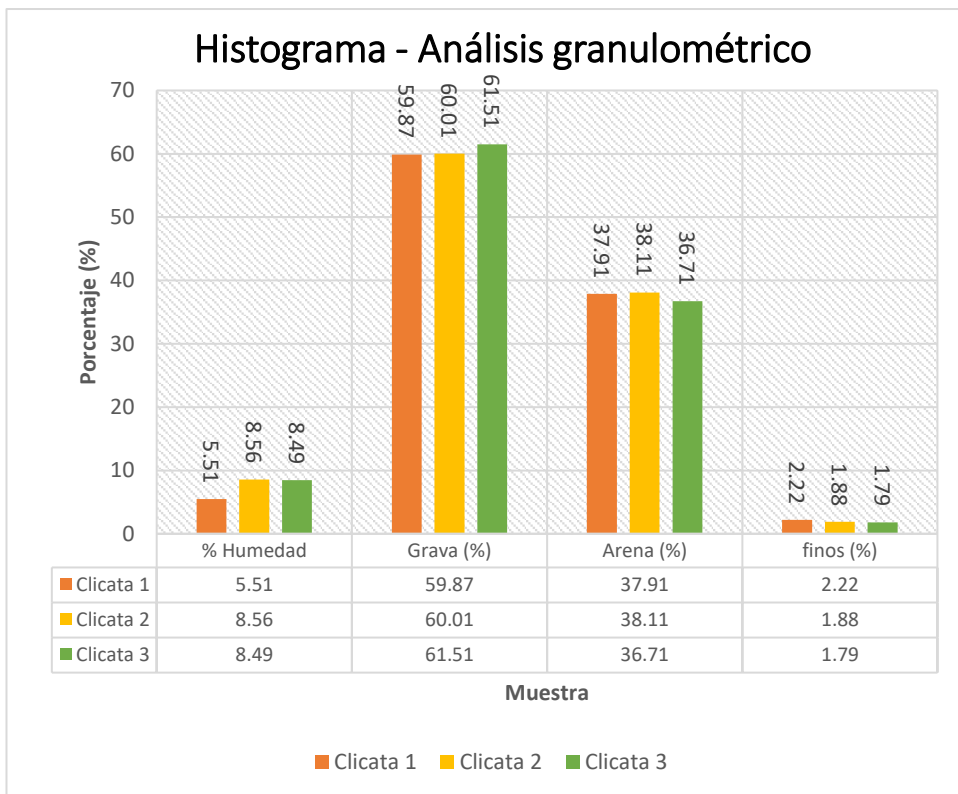
Fuente: El autor. (2023). Análisis granulométrico y clasificación del suelo

Figura 142. Curva granulométrica calicata C-03



Fuente: El autor. (2023). Curva granulométrica

Figura 143. Histograma – análisis granulométrico



Fuente: El autor. (2023). Curva granulométrica

Los resultados de la clasificación del suelo:

S.U.C.S. (ASTM D2487). Es de tipo GW: Grava bien graduada con arena

AASHTO (ASTM D3282) A-1-a (0): Excelente a bueno como subgrado (el cual significa que el material ha sido clasificado como excelente usando los requerimientos AASHTO (ASTM D3282). Debido a que ha pasado el ensayo A-1-a con una clasificación de cero.)

5.3.2. Contenido De Humedad De Los Suelos

(ASTM D 2216 / AASHTO T 86 / MTC E 108): En el ensayo del contenido de humedad de los suelos se muestran los resultados de las tres calicatas de muestras que tomamos en campo que se muestran con las coordenadas UTM respectivamente que se muestran a continuación:

Calicata C-01: COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265933.521

NORTE: 8411697.299

Calicata C-02: COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265682.525

NORTE: 8411100.891

Calicata C-03: COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265126.384

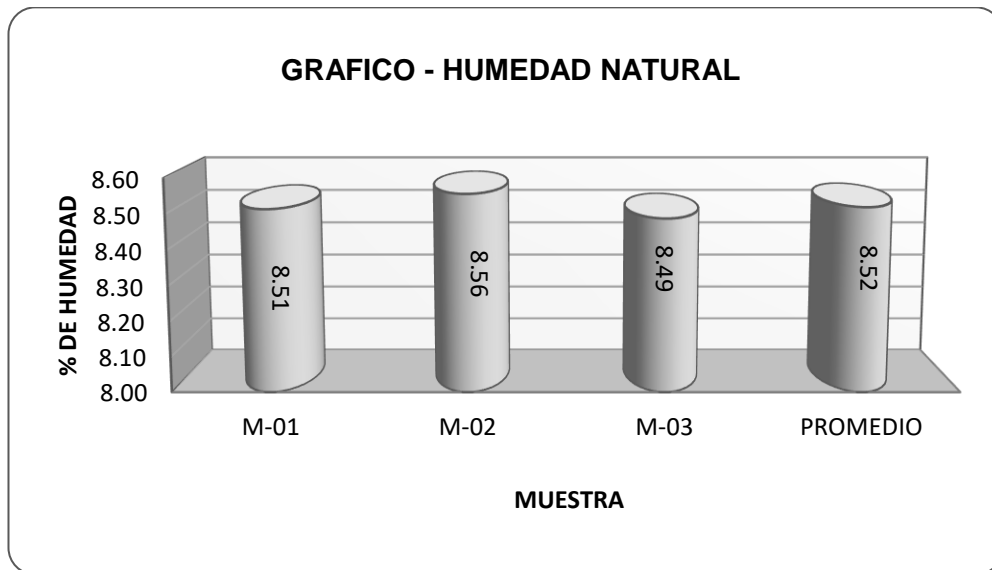
NORTE: 8410355.46

Tabla 47. *Humedad natural*

HUMEDAD NATURAL					
DESCRIPCION	UNIDAD	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RECIPIENTE	N°				
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr.	314.8	352.70	302.90	
RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	290.10	324.90	279.20	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0.00	0.00	0.00	
PESO DEL AGUA	gr.	24.70	27.80	23.70	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	290.10	324.90	279.20	
% DE HUMEDAD	%	8.51	8.56	8.49	8.52

Fuente: El autor. (2023). Humedad natural

Figura 144. Grafico de humedad natural



Fuente: El autor. (2023). Resultados de humedad natural

5.3.3. Peso Específico Y Absorción Del Agregado Fino

MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84

En el ensayo de peso específico y adsorción del agregado fino se muestran los resultados de las tres calicatas de muestras que tomamos en campo que se muestran con las coordenadas UTM respectivamente que se muestran a continuación:

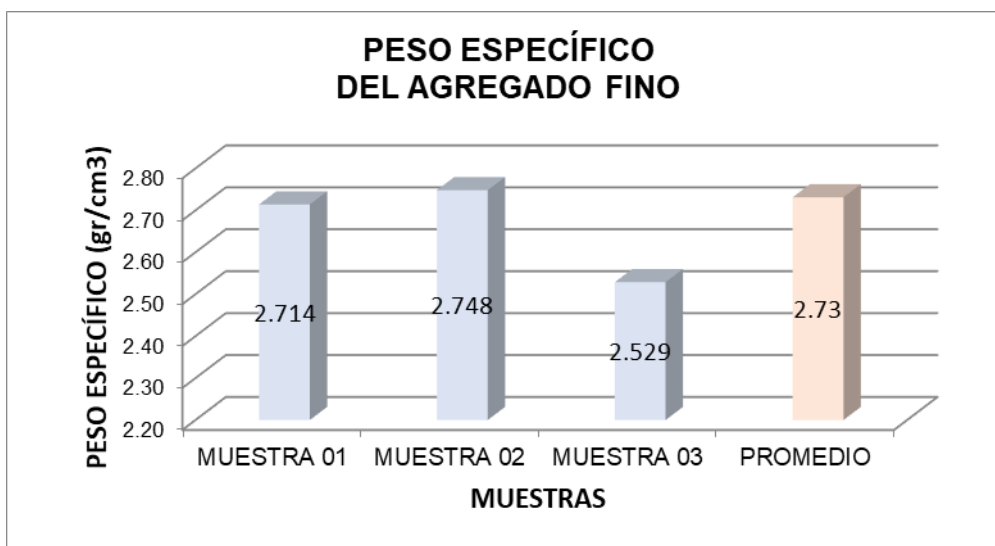
- Calicata C-01: COORDENADAS: WGS 84
- ESTE: 265933.521
- NORTE: 8411697.299
- Calicata C-02: COORDENADAS: WGS 84
- ESTE: 265682.525
- NORTE: 8411100.891
- Calicata C-03: COORDENADAS: WGS 84
- ESTE: 265126.384
- NORTE: 8410355.46

Tabla 48. *Peso Específico Y Absorción Del Agregado Fino*

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Número de Picnómetro	2	2	2
Volumen del Picnómetro (ml)	500	500	500
Peso del Picnómetro (gr)	185.5	185.5	185.5
Peso de la Muestra Seca (gr)	357.20	383.10	392.90
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra (gr)	908.80	926.90	920.70
Temperatura del Agua (°C)	15.7	15.8	15.6
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	362.70	388.90	398.10
Peso del Picnómetro + Agua (gr)	683.40	683.40	683.40
Peso de la Muestra Sumergida (gr)	225.40	243.50	237.30
Peso del Agua Desplazada (gr)	131.80	139.60	155.60
Peso Específico a Temperatura de Ensayo (gr/cm ³)	2.710	2.744	2.525
Factor de corrección por Temperatura	1.0014393	1.0014307	1.0014307
Peso del Agua Absorbida (gr)	5.50	5.80	5.20
Peso Específico (gr/cm ³)	2.714	2.748	2.529
Capacidad de Absorción	1.540%	1.514%	1.323%
% de Error			
Peso Específico	1.26%		Ok!
Capacidad de Absorción	1.70%		Ok!

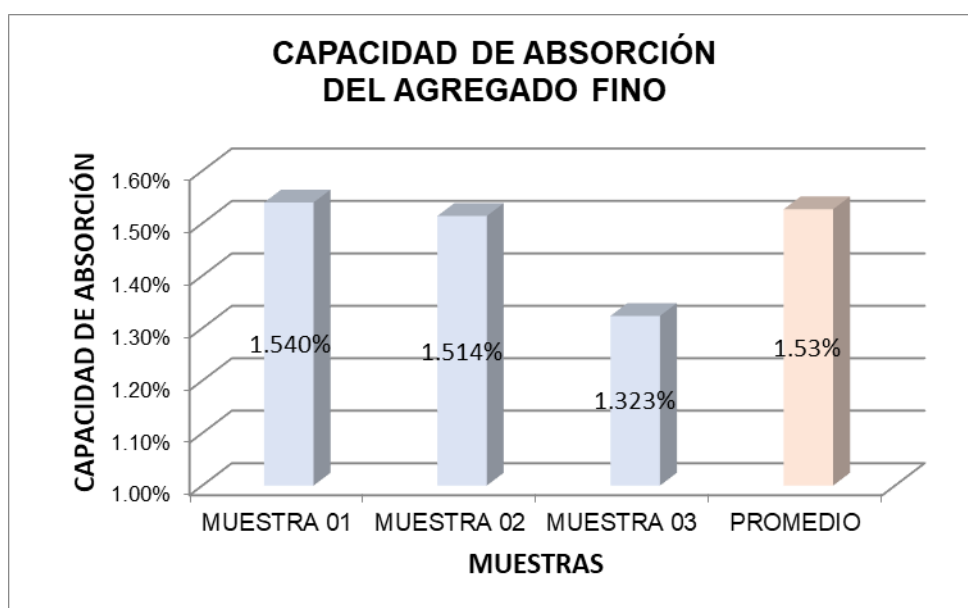
Fuente: El autor. (2023). Datos del ensayo

Figura 145. *Gráfico del peso específico del agregado fino*



Fuente: El autor. (2023). Gráfico de las tres muestras.

Figura 146. Grafico de la capacidad de absorción del agregado fino



Fuente: El autor. (2023). Gráfico de las tres muestras

Como resultado del peso específico y absorción del agregado fino, acuerdo a la normativa MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84. Se muestra los resultados de peso específico yagual a 2.73 gr/cm³ y una capacidad de absorción igual a 1.53% que se muestra en este cuadro de resultados:

<p>PESO ESPECÍFICO = 2.73 gr/cm³ CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 1.53%</p>
--

5.3.4. Peso Específico Y Absorción Del Agregado grueso (Roca/Piedra)

(MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84)

En el ensayo se muestran los resultados de las tres calicatas de muestras que tomamos en campo que se muestran con las coordenadas UTM respectivamente que se muestran a continuación:

Calicata C-01: COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265933.521

NORTE: 8411697.299

Calicata C-02: COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265682.525

NORTE: 8411100.891

Calicata C-03: COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265126.384

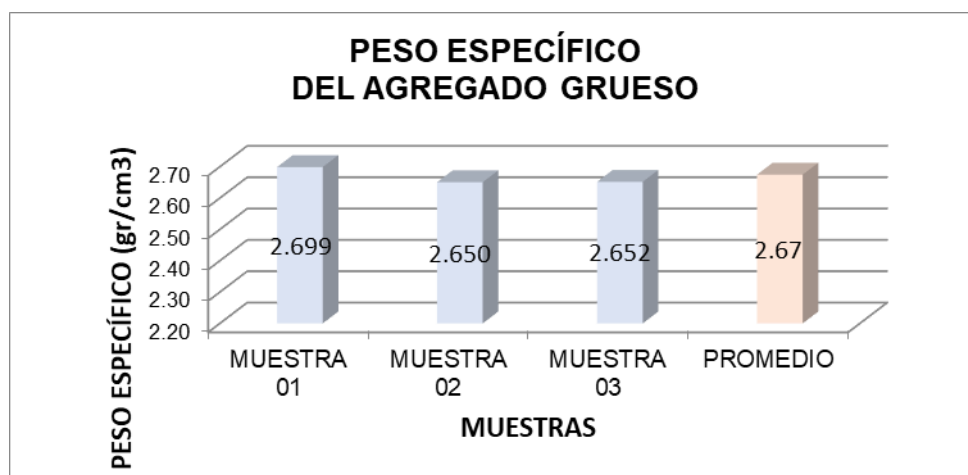
NORTE: 8410355.46

Tabla 49. *Peso específico y absorción del agregado grueso*

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Número de Picnómetro	1	1	1
Volumen del Picnómetro (ml)	1000	1000	1000
Peso del Picnómetro (gr)	739.8	739.8	738.2
Peso de la Muestra Seca (gr)	651.60	582.50	584.60
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra (gr)	2140.20	2092.80	2092.60
Temperatura del Agua (°C)	15.2	15.2	15.1
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	661.50	591.50	585.90
Peso del Picnómetro + Agua (gr)	1730.40	1730.40	1728.80
Peso de la Muestra Sumergida (gr)	409.80	362.40	363.80
Peso del Agua Desplazada (gr)	241.80	220.10	220.80
Peso Específico a Temperatura de Ensayo (gr/cm ³)	2.695	2.647	2.648
Factor de corrección por Temperatura	1.0014823	1.0014823	1.0014823
Peso del Agua Absorbida (gr)	9.90	9.00	1.30
Peso Específico (gr/cm ³)	2.699	2.650	2.652
Capacidad de Absorción	1.519%	1.545%	1.322%
% de Error			
Peso Específico	1.82%		Ok!
Capacidad de Absorción	1.69%		Ok!

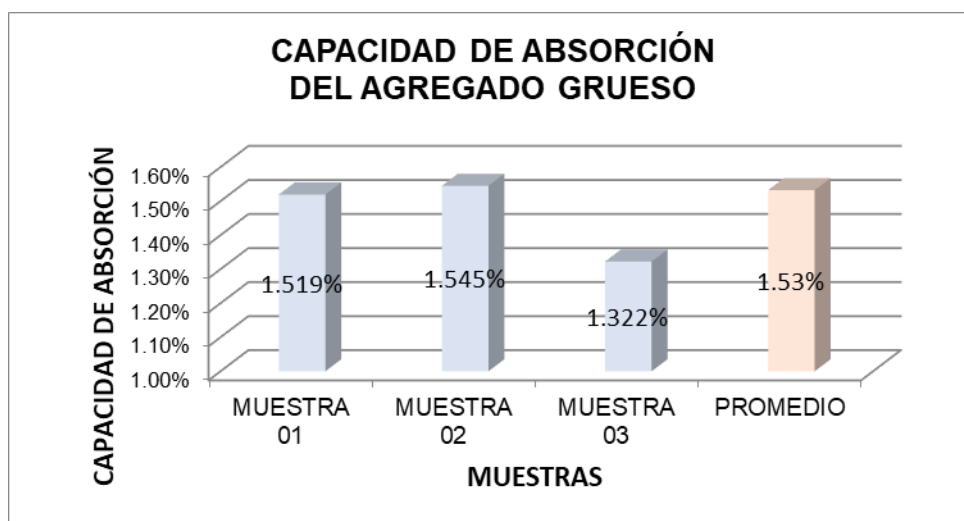
Fuente: El autor. (2023). Datos del ensayo

Figura 147. *Gráfico del peso específico del agregado grueso.*



Fuente: El autor. (2023). Gráfico de las tres muestras.

Figura 148. Gráfico de la capacidad de absorción del agregado grueso



Fuente: El autor. (2023). Gráfico de las tres muestras

Como resultado, acuerdo a la normativa MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84. Se muestra los resultados de peso específico igual a 2.73 gr/cm³ y una capacidad de absorción igual a 1.53% que se muestra en este cuadro de resultados:

<p>PESO ESPECÍFICO = 2.67 gr/cm³ CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 1.53%</p>
<p><i>Peso específico del agredo global</i></p>
<p>PESO ESPECÍFICO = 2.70 gr/cm³ CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 1.53%</p>

5.3.5. Calculo y resultados se la capacidad admisible del suelo

La capacidad portante del suelo se realiza para evaluar el límite de descarga o presión bajo la cual un terreno sujeto a cargas no dará lugar a un desplazamiento excesivo. Esta medición se hace para determinar la capacidad de la estructura a soportar cargas sin volcarse, deslizarse o sufrir daños. Esta capacidad varía de un tipo de suelo a otro, y es importante conocerla antes de construir sobre este y para esto se muestra los cálculos y los resultados a continuación:

Datos Generales De La Calicata C-01

Muestra: C-01

Tipo de suelo: GW

COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265933.521

NORTE: 8411697.299

LEYENDA :

Cohesión	C =	0.20 tn/m ²
Angulo de fricción	F =	32.70 °
Tipo de falla		B
Peso unitario del suelo sobre el nivel de f	g_s =	1.84 tn/m ³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fur	g =	1.84 tn/m ³
Ancho de la cimentación	B =	1.00 m
Largo de la cimentación	L =	1.50 m
Profundidad de la cimentación	D_f =	1.20 m
Inclinación de la carga	b =	0.00 °
Factor de seguridad	FS =	3.00
Nivel de aguas freaticas NAF	Z_w =	0.00 m
Peso especifico del suelo saturado	g_{sat} =	2.05 tn/m ³
Peso especifico del agua	g_w =	1.00 tn/m ³
Cota terreno		m.s.n.m.
Cota cimentacion		m.s.n.m.

CORRECCION RECOMENDADA POR TERZAGHI	
Correccion de angulo de friccion $\varphi' = \text{Arctan}\left(\frac{2}{3} \tan\varphi\right)$	Correccion de cohesion $C' = \frac{2}{3} C$

Tipo de falla: Corte genreal (suelos densos)	A
Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos etc.)	B
	C' = 0.13 tn/m ²
	φ' = 23.17 °

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de		Factores de forma			
$N_c =$	18.258	$S_c =$	1.322	$f_c =$	0.733
$N_q =$	8.814	$S_q =$	1.285	$f_q =$	1.167
$N_g =$	8.401	$S_g =$	0.733	$f_g =$	2.615

Factores de profundidad		Factores de inclinación	
$d_c =$	1.350	$i_c =$	1.000
$d_q =$	1.276	$i_q =$	1.000
$d_g =$	1.000	$i_g =$	1.000

$$q_u = \frac{1}{3} B [y_{sat} - y_w] N_y (f_y) (d_y) (i_y) + [z_w y + Z (y_{sat} - y_w)] (N_q) (f_q) (d_q) (i_q)$$

Reemplazando en la formula $q_u = 31.775 \text{ Tn/m}^2$

Finalmente

Capacidad última de carga $q_u = 3.177 \text{ Kg/cm}^2$

Se tiene finalmente:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Con factor de seguridad **FS** = 3

Capacidad admisible de ca = 1.06 Kg/cm²

Como resultado de la capacidad admisible de la calicata C-01, la cantidad de presión que el suelo soporta sin que produzca un colapso en este sector analizado es de: **1.0595 Kg/cm²**

Es la presión del suelo que soporta sin sufrir un fallo.

Datos Generales De La Calicata C-02

Muestra: C-02

Tipo de suelo: GW

COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265682.525

NORTE: 8411100.891

Estos son los datos para el cálculo de la capacidad portante del suelo:

LEYENDA :

Cohesión	C =	0.20 tn/m ²
Angulo de fricción	Φ =	32.70 °
Tipo de falla		B
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ_s =	1.85 tn/m ³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ =	1.85 tn/m ³
Ancho de la cimentación	B =	1.00 m
Largo de la cimentación	L =	1.50 m
Profundidad de la cimentación	D_f =	1.20 m
Inclinación de la carga	β =	0.00 °
Factor de seguridad	Fs =	3.00
Nivel de aguas freáticas NAF	Zw =	0.00 m
Peso específico del suelo saturado	γ sat. =	2.05 tn/m ³
Peso específico del agua	γ_w =	1.00 tn/m ³
Cota terreno		m.s.n.m.
Cota cimentacion		m.s.n.m.

CORRECCION RECOMENDADA POR TERZAGHI	
Correccion de angulo de friccion $\varphi' = \text{Arctan}\left(\frac{2}{3} \tan\varphi\right)$	Correccion de cohesion $C' = \frac{2}{3} C$

Tipo de falla: Corte genreal (suelos densos)	A
Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.)	B
	C' = 0.13 tn/m ²
	φ' = 23.17 °

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carg

$$N_c = 18.258$$

$$N_q = 8.814$$

$$N_\gamma = 8.401$$

Factores de forma

$$S_c = 1.322 \quad f_c = 0.733$$

$$S_q = 1.285 \quad f_q = 1.167$$

$$S_\gamma = 0.733 \quad f_\gamma = 2.615$$

Factores de profundidad

$$d_c = 1.350$$

$$d_q = 1.276$$

$$d_\gamma = 1.000$$

Factores de inclinación

$$i_c = 1.000$$

$$i_q = 1.000$$

$$i_\gamma = 1.000$$

$$q_u = \frac{1}{3} B [y_{sat} - y_w] N_y (f_y) (d_y) (i_y) + [z_w y + Z (y_{sat} - y_w)] (N_q) (f_q) (d_q) (i_q)$$

Reemplazando en la formula se tien $q_u = 31.775 \text{ Tn/m}^2$

Finalmente

Capacidad última de carga $q_u = 3.177 \text{ Kg/cm}^2$

Se tiene finalmente:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Con factor de seguridad **FS** = 3

Capacidad admisible de carga = 1.06 Kg/cm^2

Como resultado de la capacidad admisible de la calicata C-02, la cantidad de presión que el suelo soporta sin que produzca un colapso en este sector analizado es de: **1.0597 Kg/cm^2**

Es la presión del suelo que soporta sin sufrir un fallo.

Datos Generales De La Calicata C-03

Muestra: C-03

Tipo de suelo: GW

COORDENADAS: WGS 84

ESTE: 265126.384

NORTE: 8410355.46

Estos son los datos para el cálculo de la capacidad portante del suelo:

LEYENDA :

Cohesión	C =	0.20 tn/m ²
Angulo de fricción	Φ =	32.70 °
Tipo de falla		B
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ_s =	1.86 tn/m ³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ =	1.86 tn/m ³
Ancho de la cimentación	B =	1.00 m
Largo de la cimentación	L =	1.50 m
Profundidad de la cimentación	D_f =	1.20 m
Inclinación de la carga	β =	0.00 °
Factor de seguridad	FS =	3.00
Nivel de aguas freáticas NAF	Z_w =	0.00 m
Peso específico del suelo saturado	γ sat. =	2.05 tn/m ³
Peso específico del agua	γ_w =	1.00 tn/m ³
Cota terreno		m.s.n.m.
Cota cimentacion		m.s.n.m.

CORRECCION RECOMENDADA POR TERZAGHI	
Correccion de angulo de friccion $\varphi' = \text{Arctan}\left(\frac{2}{3} \tan\varphi\right)$	Correccion de cohesion $C' = \frac{2}{3} C$

Tipo de falla: Corte genreal (suelos densos)	A
Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.)	B
	C' = 0.13 tn/m ²
	φ' = 23.17 °

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carg

$$N_c = 18.258$$

$$N_q = 8.814$$

$$N_\gamma = 8.401$$

Factores de forma

$$S_c = 1.322 \quad f_c = 0.733$$

$$S_q = 1.285 \quad f_q = 1.167$$

$$S_\gamma = 0.733 \quad f_\gamma = 2.615$$

Factores de profundidad

$$d_c = 1.350$$

$$d_q = 1.276$$

$$d_\gamma = 1.000$$

Factores de inclinación

$$i_c = 1.000$$

$$i_q = 1.000$$

$$i_\gamma = 1.000$$

$$q_u = \frac{1}{3} B [y_{sat} - y_w] N_y (f_y) (d_y) (i_y) + [z_w y + Z (y_{sat} - y_w)] (N_q) (f_q) (d_q) (i_q)$$

Reemplazando en la formula se tien $q_u = 31.775 \text{ Tn/m}^2$

Finalmente

Capacidad última de carga $q_u = 3.177 \text{ Kg/cm}^2$

Se tiene finalmente:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Con factor de seguridad $FS = 3$

Capacidad admisible de carga = 1.06 Kg/cm^2

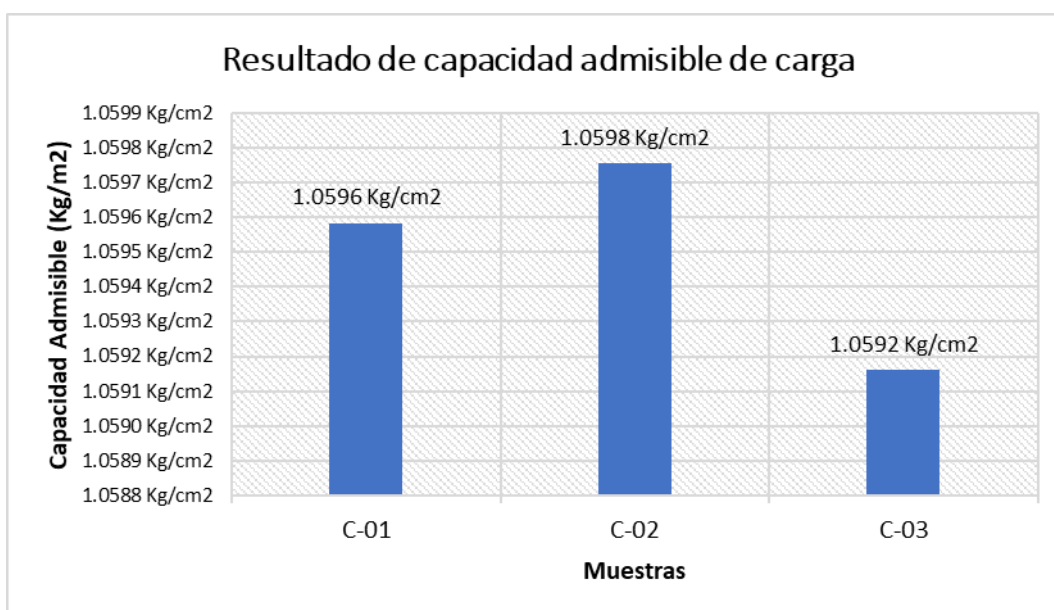
Como resultado de la capacidad admisible de la calicata C-03, la cantidad de presión que el suelo soporta sin que produzca un colapso en este sector analizado es de: **1.0591 Kg/cm²**, es la presión del suelo que soporta sin sufrir un fallo.

Tabla 50. resultado de la capacidad admisible del suelo

RESULTADOS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA		
Clicata 1	Clicata 2	Clicata 3
C-01	C-02	C-03
FS=3	FS=3	FS=3
1.060 Kg/cm ²	1.060 Kg/cm ²	1.059 Kg/cm ²

Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Figura 149. Resultado de capacidad admisible de carga



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Como resultado de la capacidad admisible de las 03 calicatas, la cantidad de presión que el suelo soporta sin que produzca un colapso en este sector analizado de redondea a: **1.06 Kg/cm²**, es la presión del suelo que soporta sin sufrir un fallo.

5.4. Diseño estructural e hidráulico

Diseño Hidráulico: Se muestran los resultados de las zonas de inundación en el río Cheqhuiña, que fueron modelados en el software Hec-Ras teniendo los datos del estudio hidrológico el cual corresponde el caudal de diseño máximo el cual es de **0.964 m³/s.** con esta información y la topografía de la muestra se muestra los siguientes resultados:

Como resultado se muestra que en todo el trayecto del río Cheqhuiña tenemos inundaciones sobre todo en la margen derecha del río, que la población del distrito de Marangani se encuentra en un riesgo ya que el río se está desviando por este sector, figura del capítulo anterior y la figura 140.

Figura 150. Flujo del caudal del río Cheqhuiña.



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023). Flujo del caudal

Cálculo de profundidad de socavación: En función a las máximas avenidas, el diseño hidráulico se realiza de acuerdo al tirante máximo y unos parámetros para el cálculo de la socavación que se muestran a continuación:

La fórmula de Lacey.

Se presenta la memoria de cálculo:

CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN

1. DATOS

B =	25.00	m	Espejo de agua
Q =	81.07	m ³ /s	Caudal máximo
Y =	1.80	m	Tirante normal
Ksa =	2.00		Factor de corrección
f =	4.70		Factor Lacey

Fórmula de Lacey

$$ds = 1.35 \left(\frac{q^2}{f} \right)^{1/3}$$

$$q = \frac{Q}{B} = \frac{81.07}{25.00} = 3.243$$

2. Cálculo de la altura de socavación

$$ds = 1.35 \left(\frac{q^2}{f} \right)^{1/3}$$

$$ds = 1.516 \text{ m}$$

Factor de corrección

$$Dsa = Ds * Ksa$$

$$Dsa = 1.516 \times 2.00$$

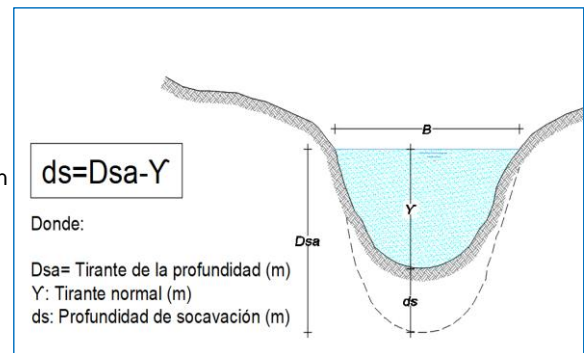
$$Dsa = 3.03 \text{ m}$$

3. Cálculo de la altura de socavación

$$Hs = Dsa - Y$$

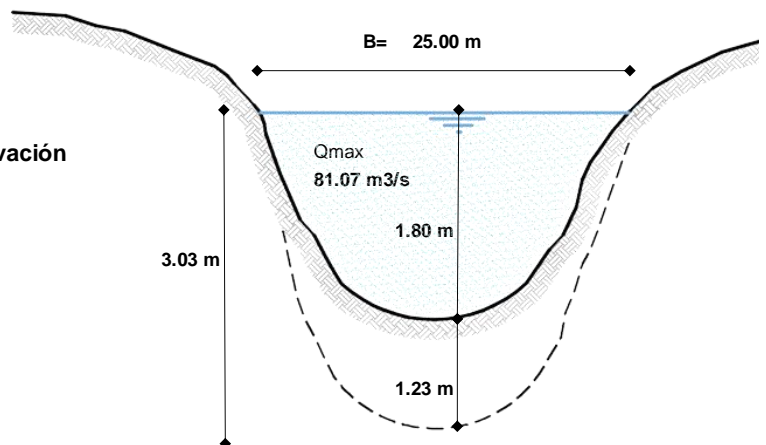
$$Hs = 1.23 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad de socavación } Hs = 1.23 \text{ m}$$



Resumen:

Ds	Dsa	Socavacion
(m)	(m)	(m)
1.52	3.03	1.23



Aplicando la fórmula de Lacey tenemos la sección estable del río Chehuiña es de 25 m, la altura del tirante normal es igual a 1.58 m, la altura de la socavación es igual a 1.23 m y la altura efectiva del tirante es igual 3.03 m.

Se muestran los parámetros para el cálculo de la profundidad de socavación en la tabla 51 y tabla 52.

Tabla 51. Factor de Lacey

Factor f de Lacey	
Material	Valor de f
Rocas masicas (Diametro 70cm)	40
Rocas	38
Pedrones y lajas	20
Piedras y lajas	6
Piedras pequeñas y gravas gruesas	4.7
Arenas gruesas	1.52
Arenas medias	1.3
Limos estandar	1
Limos finos	0.85

Fuente: Lacey's formula (1930)

Tabla 52. Factor de corrección Ksa

Factor de correccion Ksa	
Tramo recto/curvas moderadas	1.50
Angulos rectos/curvas pronunciadas	2.00
Aguas arriba de las pilas	2.00
Aguas arriba de deflectores	2.50

Fuente: Lacey formula (1930)

Cálculo de la altura de diseño del gavión.

Se aplicarán estas fórmulas:

$$H = h + BL$$

$$BL = \varphi \cdot e$$

$$e = \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

$$C_s = (50 \text{ --- } 80)\%$$

$$H_d = H \times C_s$$

Donde:

H: altura del Dique (m)

h: tirante de la máxima avenida (m)

BL: Borde libre (m)

V: Velocidad media del agua (m/s)

g: Gravedad (m/s²)

Φ : coeficiente en función de la máxima descarga y pendiente (práctico)

e: energía de la velocidad

Cs: coeficiente de seguridad

Hd: altura del dique de diseño (m)

Tabla 53. Coeficiente Φ cálculo del borde libre del muro - encausamiento

Caudal Máximo m ³ /seg.			Coeficiente Φ
3000	-	4000	2.00
2000	-	3000	1.70
1000	-	2000	1.40
500	-	1000	1.20
100	-	500	1.10
1	-	100	1.00

Fuente: Valores recomendados por Huaccachi F., (2019)

Calculo de la altura de diseño del dique – muro de gavión

Seguidamente se hará un cálculo de la altura de diseño del dique para determinar cuál será la altura de nuestro diseño de gaviones el cual se realiza en la siguiente memoria de cálculo.

CÁLCULO DE LA ALTURA DE DISEÑO DEL GAVIÓN

1. DATOS

V =	3.36	m/s	Velocidad media del agua
t =	1.80	m	Tirante normal máximo
g =	9.81	m/s ²	Gavedad
Φ =	1.00		Coficiente de en función de la máxima descarga
Cs =	50%		Coficiente de seguridad (50% - 80%)

2. CÁLCULO DE LA ALTURA DE DISEÑO DEL GAVIÓN

Cálculo de la energía de la velocidad

$$e = \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

$$e = 0.86$$

Cálculo del borde libre

$$BL = \Phi \cdot e$$

$$BL = 0.86 \text{ m}$$

Cálculo de la altura del dique

$$H = h + BL$$

$$H = 2.66 \text{ m}$$

Cálculo de la altura del dique de diseño

$$Hd = H \cdot Cs$$

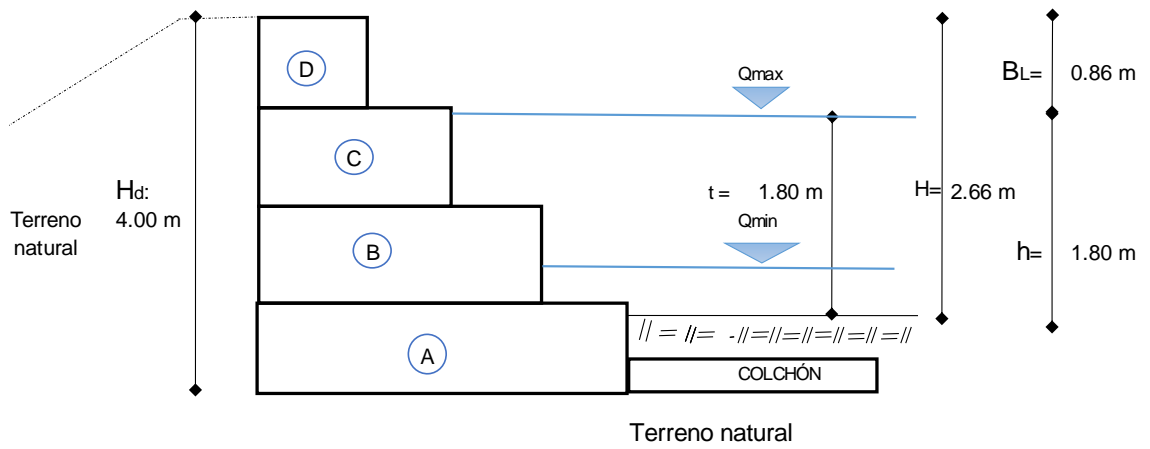
$$H = 2.66 \text{ m}$$

$$Cs = 50\%$$

$$Hd = 3.99 \text{ m} \approx 4.00 \text{ m}$$

Se diseña con esta altura

Figura 151. Altura de diseño del gavión



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023)

La altura del diseño de gavión es de 4.00 m.

Pre - dimensionamiento del colchón antisocavante del gavión.

2.CÁLCULO DEL COLCHÓN ANTISOCAVANTE DEL GAVIÓN

Se ha determinado para el siguiente caso una socavacion de Hs: 1.23 m
Luego el colchón antisocavante tendrá una longitud:

a. Longitud del colchón

$$\begin{aligned} L_{\text{colchón}} &= 1.50 \times H_s \\ L_{\text{colchón}} &= 1.5 \times 1.23 \text{ m} \\ L_{\text{colchón}} &= \mathbf{1.85 \text{ m}} \end{aligned}$$

Por comercialización estandarizado adaptamos a: **2.00 m**

b. Ancho del colchón

Datos:

t =	?	m	Espesor del colchón
Hd =	1.80	m	Altura del caudal máximo
V =	30%	%	Porecentaje de vacíos
Sr =	2.67	t/m ³	Peso específico del elemento
∅ =	1.00	°	Inclinación de la estructura con la horizontal

$$t = \frac{Hd}{7 \cdot (1 - V) \cdot (Sr - 1) \cot g^{1/3} \phi}$$

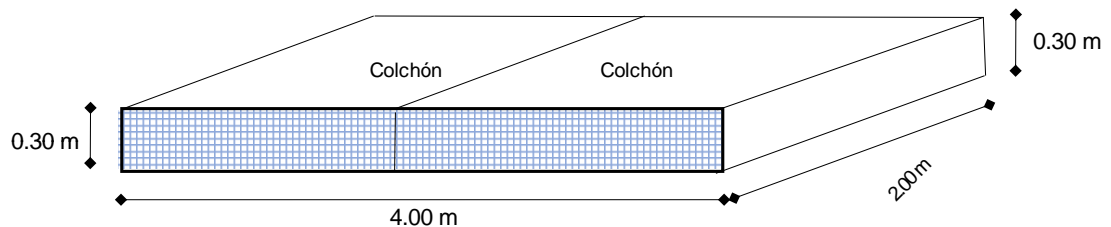
$$t = \mathbf{0.289 \text{ m}}$$

Adoptamos un espesor de **t = 0.30 m**

Por comercialización estandarizado del largo del colchón adaptamos a: **4.00 m**

DIMENSIONES DEL COLCHÓN		
Largo	Ancho	Altura
4.00 m	2.00 m	0.30 m

Figura 153. Dimensiones del colchón antisocavante



Fuente: Desarrollado propiamente. (2023).

Diseño de muro de gavión: Los resultados se muestran en la memoria de cálculo:

DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES

1. DATOS

$\phi_t =$	32.70	°	Ángulo de fricción interna del terreno, en grados (del estudio de suelos)
$\phi_m =$	30.00	°	Ángulo de fricción interna del material, en grados
$\alpha =$	0.00	°	Inclinación del muro con la vertical en grados
$\varepsilon =$	0.00	°	Ángulo del talud sobre el muro con la horizontal en grados
$C =$	0.20	t/m ²	Cohesión, en t/m ²
$\gamma_s =$	2.70	t/m ³	Peso específico del suelo en t/m ³
$\gamma_p =$	2.67	t/m ³	Peso específico de la piedra de relleno
$\sigma_s =$	1.06	kg/cm ²	Capacidad portante del suelo (del estudio de suelos)
$q =$	0.00	t/m ²	Sobrecarga del terreno
$a =$	1.00	m	Ancho de la corona
$B =$	3.00	m	Base del muro sin considerar los escalones extremos en m

2. DIMENSIONES DEL GAVION

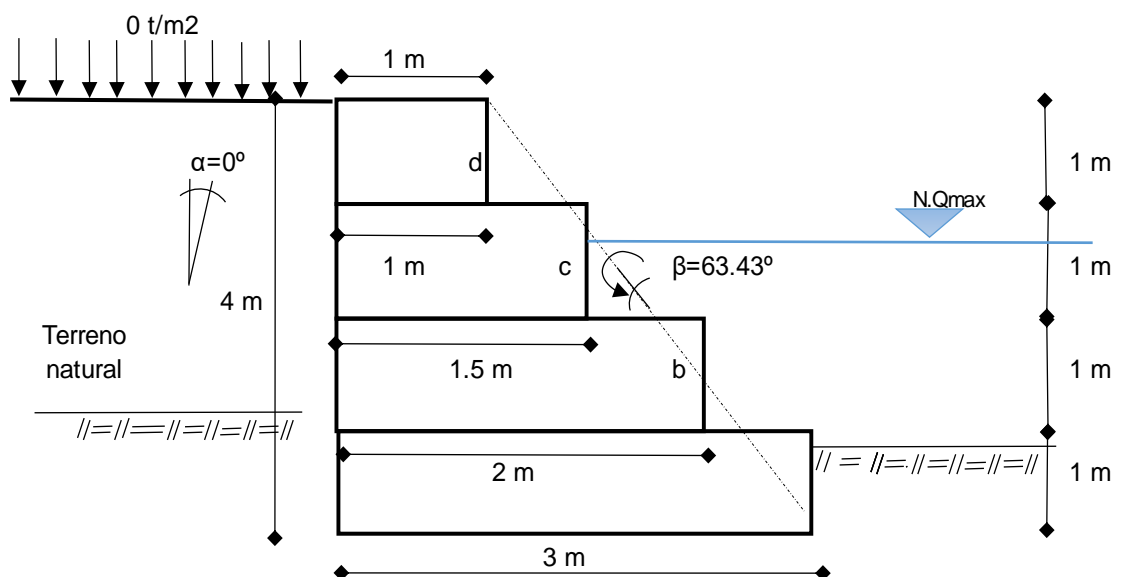
Base del Gavion

$B_a =$	3.00	m
$B_b =$	2.00	m
$B_c =$	1.50	m
$B_d =$	1.00	m

Altura del Gavion

$H_a =$	1.00	m
$H_b =$	1.00	m
$H_c =$	1.00	m
$H_d =$	1.00	m

$h = 4.00$ m Altura del muro



3. CALCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD

Elemento	Ai	Xi	Yi	Ai Xi	Ai Yi
a	3.00	1.50	0.50	4.50	1.50
b	2.00	1.00	1.50	2.00	3.00
c	1.50	0.75	2.50	1.13	3.75
d	1.00	0.50	3.50	0.50	3.50
Total	7.50			8.13	11.75

Centro de Gravedad en X

$$X_g = 1.083 \text{ m}$$

Centro de Gravedad en Y

$$Y_g = 1.567 \text{ m}$$

4. DISEÑO DEL MURO GAVION

a) CHEQUEO DE ESTABILIDAD DEL GAVION

Calculo del empuje

$$\beta = \left(\tan^{-1} \left(\frac{h}{B-a} \right) \right) + \alpha$$

$$\begin{aligned} h &= 4.0 \text{ m} \\ B &= 3.0 \text{ m} \\ a &= 1.0 \text{ m} \\ \alpha &= 0.0^\circ \end{aligned}$$

$$\beta = 63.435^\circ \text{ \u2013 \u00c1ngulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados}$$

C\u00e1lculo del coeficiente del empuje activo:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varphi)}{\text{sen}^2 \beta \text{ sen}(\beta - \delta) \left(1 + \sqrt{\left(\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \text{ sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \text{ sen}(\beta + \varepsilon)} \right)^2} \right)}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0.00^\circ \\ \varphi_t &= 32.70^\circ \\ \delta &= 32.70^\circ \text{ \u2192 \u00c1ngulo de friccion entre muro y terreno en} \\ &\text{grados, en muros de gaviones } \delta = \varphi \\ \beta &= 63.435^\circ \end{aligned}$$

$$K_a = 0.5829$$

Cálculo de la altura del empuje:

$$H = (h + (B + a) \tan \alpha) \cos \alpha$$

$$H = 4.000 \text{ m}$$

Cálculo h_s :

$$h_s = \frac{q}{\gamma_s}$$

$$h_s = 0.000 \text{ m}$$

Cálculo del empuje activo:

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_s H^2 \left(1 + \frac{2 h_s}{H} \right) - 2 K_a \frac{1}{2} C H$$

$$E_a = 11.3699 \text{ ton/m}$$

Punto de aplicación "d"

$$H = 4.000 \text{ m}$$

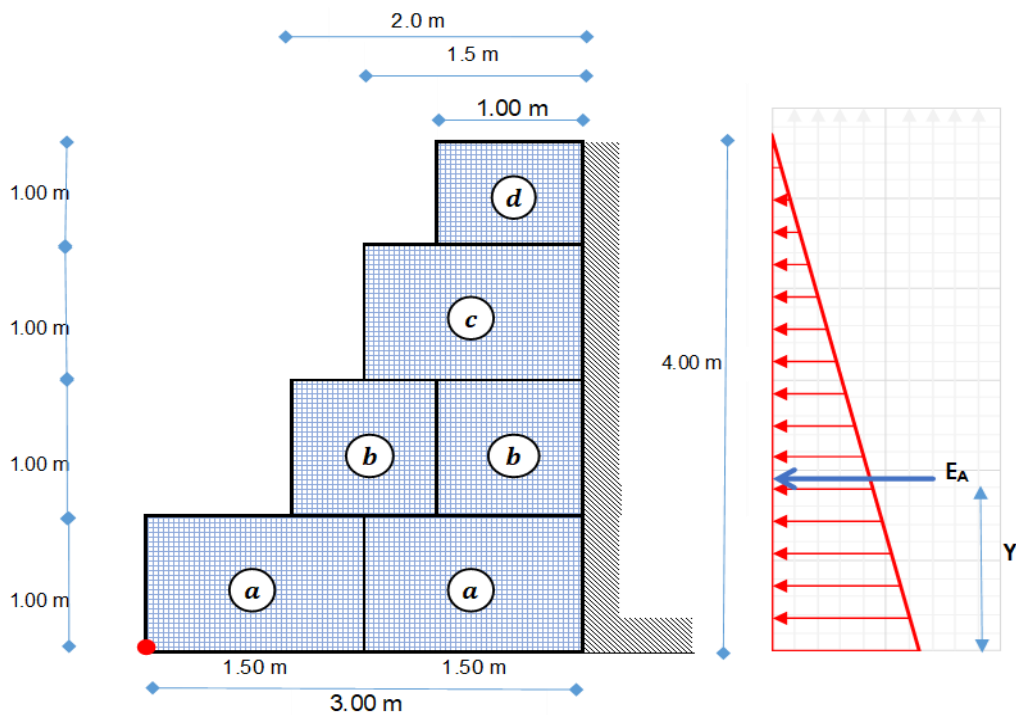
$$h_s = 0.000 \text{ m}$$

$$B = 3.000 \text{ m}$$

$$\alpha = 0.000^\circ$$

$$d = \frac{H}{3} \left(\frac{H + 3 h_s}{H + 2 h_s} \right) - \text{sen} \alpha$$

$$d = 1.3333 \text{ m} \Rightarrow \mathbf{Y = 1.333 \text{ m}}$$



ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD:

CÁLCULO DEL PESO TOTAL Y MOMENTO RESISTENTE:

FIG.	TIPO	ÁREA (m ²)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
A	Gavión	1.500	2.67 tn/m ³	4.01 tn/m	0.750	3.0038
B	Gavión	1.500	2.67 tn/m ³	4.01 tn/m	1.750	7.0088
C	Gavión	1.000	2.67 tn/m ³	2.67 tn/m	1.200	3.2040
D	Gavión	1.000	2.67 tn/m ³	2.67 tn/m	2.200	5.8740
E	Gavión	1.500	2.67 tn/m ³	4.01 tn/m	2.000	8.0100
F	Gavión	1.000	2.67 tn/m ³	2.67 tn/m	2.500	6.6750
			Σ =	20.03 tn/m	Σ =	33.776

$$P = 20.03 \text{ tn}$$

$$M_r = 33.8 \text{ tn-m}$$

CÁLCULO DE LAS FUERZAS ACTUANTES EN EL MURO DE CONTENCIÓN:

Momento producido por el empuje activo:

$$M_A = E_A * Y$$

$$M_A = 6.519 \text{ tn} \times 1.333 \text{ m}$$

$$M_A = 8.692 \text{ tn-m}$$

VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO: FSD = 1.50

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD \quad ; \quad \text{donde:} \quad f = tg\phi \leq 0.60$$

$$f = 0.450$$

$$FSD = 1.88 > 1.50$$

... Cumple

VERIFICACIÓN POR VOLTEO: FSV = 2.00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

$$FSV = 3.89 > 2.00$$

... Cumple

VERIFICACIÓN DE PRESIONES SOBRE EL TERRENO:

Punto de aplicación de la fuerza resultante:

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = 1.25 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante:

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = 0.2474 \text{ m}$$

Se debe cumplir que: $e < \frac{B}{6} = 0.50 \text{ m}$... Ok: cae dentro del tercio central

Verificamos las presiones de contacto entre el suelo y el muro:

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[1 \pm \frac{6 * e}{B} \right]$$



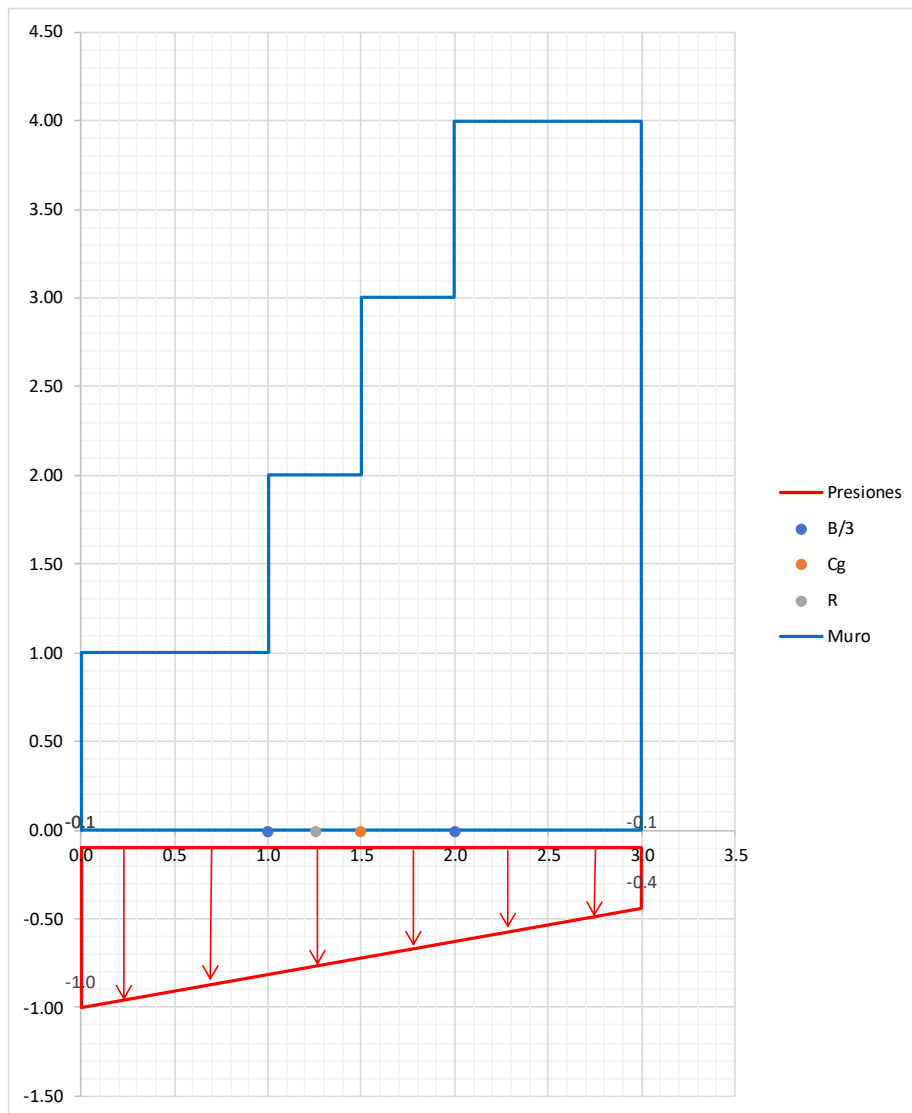
$$s_1 = 1.00 \text{ kg/cm}^2 < s_s = 1.06 \text{ kg/cm}^2$$

... Cumple

$$s_2 = 0.34 \text{ kg/cm}^2 < s_s = 1.06 \text{ kg/cm}^2$$

... Cumple

ESQUEMA DE PRESIONES:



b) ESTABILIDAD DEL MURO

b.1. Verificación de la seguridad contra deslizamiento

Vertical

$$E_v = Ea \operatorname{sen}(90^\circ + \delta - \beta)$$

$$E_v = 9.7729 \text{ t/m}$$

Horizontal

$$E_h = Ea \operatorname{cos}(90^\circ + \delta - \beta)$$

$$E_h = 5.8108 \text{ t/m}$$

Peso específico de los gaviones

$$\gamma_p = 2.67 \text{ t/m}^3$$

$$n = 30 \%$$

$$\gamma_g = \gamma_p (1 - n)$$

$$\gamma_g = 1.8690 \text{ t/m}^3$$

Peso específico de la piedra de relleno
Porcentaje de vacíos en el gavión (valor promedio 30%)

Medrado de cargas:

W	W (ton)	Xi	Mi
Wa	5.607	1.50	8.411
Wb	3.738	1.00	3.738
Wc	2.8035	0.75	2.103
Wd	1.869	0.50	0.935
Total	14.0175		15.186

Mr

Calculo del coeficiente de deslizamiento

$$W = 14.0175 \text{ t}$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\varphi_t = 32.7^\circ$$

$$E_v = 9.773 \text{ m}$$

$$E_h = 5.811 \text{ m}$$

$$C = 0.2 \text{ t/m}^2$$

$$B = 3.00 \text{ m}$$

$$C_D = \frac{\left((W + E_v) \operatorname{cos}\alpha + E_h \operatorname{sen}\alpha \right) \tan\varphi + (W + E_v) \operatorname{sen}\alpha + CB}{E_h \operatorname{cos}\alpha}$$

$$CD = 2.732$$

$$\begin{array}{l} CD \\ 2.732 \end{array} > \begin{array}{l} FS \\ 1.5 \end{array}$$

OK cumple con la condición, no se produce el deslizamiento del muro

b.1. Verificación de la seguridad contra volteamiento

Momento de volteo

$$Mv = E_h d$$

$$\mathbf{Mv = 7.748 \text{ t-m/m}}$$

Distancia horizontal entre el punto de volteamiento F y el punto de aplicación del empuje activo

$$S' = B \cos\alpha - \frac{H}{3} \left(\frac{H + 3 hs}{H + 2 hs} \right) \frac{1}{\tan\beta}$$

$$H = 4.000 \text{ m}$$

$$\alpha = 0.000 \text{ }^\circ$$

$$hs = 0.000 \text{ m}$$

$$\beta = 63.435 \text{ }^\circ$$

$$B = 3.000 \text{ m}$$

$$\mathbf{S' = 2.333 \text{ m}}$$

Punto de aplicación del peso

$$S'' = Xg \cos\alpha + Yg \operatorname{sena}$$

$$Xg = 1.0833 \text{ m}$$

$$Yg = 1.5667 \text{ m}$$

$$\alpha = 0.0 \text{ }^\circ$$

$$\mathbf{S'' = 1.083 \text{ m}}$$

El momento resistente

$$Mr = W S' + Ev S''$$

$$W = 14.0175 \text{ m}$$

$$S' = 2.3333 \text{ m}$$

$$S'' = 1.0833 \text{ m}$$

$$Ev = 9.7729 \text{ m}$$

$$\mathbf{Mr = 43.2948 \text{ t-m/m}}$$

Coefficiente de volteamiento

$$Cv = \frac{Mr}{Mv} \geq 1.5$$

$$Mr = 43.2948 \text{ t-m/m}$$

$$Mv = 7.74768 \text{ t-m/m}$$

$$Cv = 5.58809$$

Cv	>	FS
5.588	>	1.5

OK cumple con la condición, el muro de gavión no se volteara

b.3 Verificación de las tenciones en el suelo

fuerzas normales

$$N = (W + Ev) \cos\alpha + Eh \operatorname{sen}\alpha$$

$$W = 14.0175 \text{ t/m}$$

$$Ev = 9.773 \text{ t/m}$$

$$Eh = 5.811 \text{ t/m}$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\mathbf{N = 23.790 \text{ t/m}}$$

la excentricidad de la resultante

$$e = \frac{B}{2} - \left(\frac{Mr - Mv}{N} \right)$$

$$B = 3.00 \text{ m}$$

$$Mr = 43.295 \text{ t-m/m}$$

$$Mv = 7.748 \text{ t-m/m}$$

$$N = 23.790 \text{ t/m}$$

$$\mathbf{e = 0.0058 \text{ m}}$$

$$e < B/6$$

$$\begin{array}{rcl} e & & B/6 \\ 0.006 & < & 0.5 \end{array}$$

OK cumple con la condición

Los esfuerzos resultantes

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_1 \\ \square \\ \square \\ \sigma_2 \end{array} \right\} = \frac{N}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$N = 23.7904 \text{ t/m}$$

$$B = 3.0000 \text{ m}$$

$$e = 0.0058 \text{ m}$$

$$\sigma_1 = 8.0224 \text{ t/m}^2 \quad - \quad 0.8022 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 7.8378 \text{ t/m}^2 \quad - \quad 0.7838 \text{ kg/cm}^2$$

La tensión en el punto 1 está por debajo de la capacidad portante del terreno.
La tensión en el punto 2 está por debajo de la capacidad portante del terreno.

VERIFICACION DE UNA SECCIÓN INTERMEDIA

1. DATOS INGRESO

$\phi_t = 32.70$	$^\circ$	Ángulo de fricción interna del terreno, en grados (del estudio de suelos)
$\phi_m = 30.00$	$^\circ$	Ángulo de fricción interna del material, en grados
$\alpha = 0.00$	$^\circ$	Inclinación del muro con la vertical en grados
$\varepsilon = 0.00$	$^\circ$	Ángulo del talud sobre el muro con la horizontal en grados
$C = 0.20$	t/m ²	Cohesión, en t/m ²
$\gamma_s = 2.70$	t/m ³	Peso específico del suelo en t/m ³
$\gamma_p = 2.67$	t/m ³	Peso específico de la piedra de relleno
$\sigma_s = 1.06$	kg/cm ²	Capacidad portante del suelo (del estudio de suelos)
$q = 0.00$	t/m ²	Sobrecarga del terreno
$a = 1.00$	m	Ancho de la corona

2. DIMENSIONES DEL GAVION

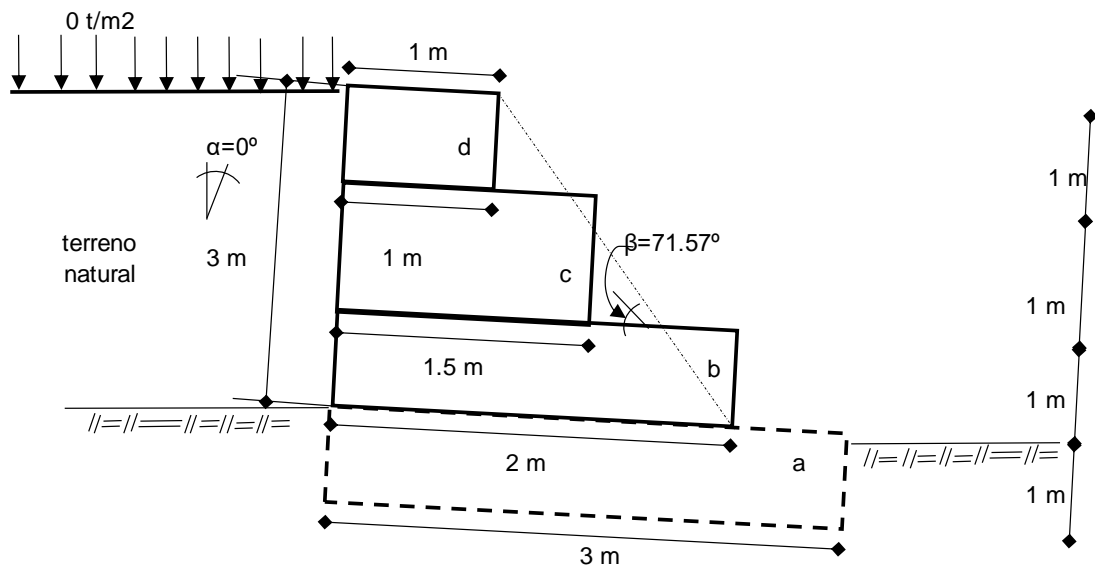
Base del Gavion

Bb =	2.00	m
Bc =	1.50	m
Bd =	1.00	m

Altura del Gavion

Hb =	1.00	m
Hc =	1.00	m
Hd =	1.00	m

$h = 3.00$ m Altura del muro



3. CALCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD

Elemento	A _i	X _i	Y _i	A _i X _i	A _i Y _i
b	2.00	1.00	0.50	2.00	1.00
c	1.50	0.75	1.50	1.13	2.25
d	1.00	0.50	2.50	0.50	2.50
Total	4.50			3.63	5.75

Centro de Gravedad en X

$$X_g = 0.806 \text{ m}$$

Centro de Gravedad en Y

$$Y_g = 1.278 \text{ m}$$

4. DISEÑO DEL MURO GAVION

a) CHEQUEO DE ESTABILIDAD DEL GAVION

Calculo del empuje

$$\beta = \left(\tan^{-1} \left(\frac{h}{B-a} \right) \right) + \alpha$$

$$h = 3.0 \text{ m}$$

$$B = 2.0 \text{ m}$$

$$a = 1.0 \text{ m}$$

$$\alpha = 0.0^\circ$$

$$\beta = 71.565^\circ \text{ \u00c2ngulo formado por el plano de empuje y la horizontal en grados}$$

C\u00e1lculo del coeficiente del empuje activo:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \varphi)}{\text{sen}^2 \beta \text{sen}(\beta - \delta) \left(1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \text{sen}(\beta + \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$\varepsilon = 0.00^\circ$$

$$\varphi_t = 32.70^\circ$$

$$\delta = 32.70^\circ$$

\u00c2ngulo de friccion entre muro y terreno en grados, en muros de gaviones $\delta = \varphi$

$$\beta = 71.565^\circ$$

$$K_a = 0.4567$$

C\u00e1lculo de la altura del empuje:

$$H = (h + (B + a) \tan \alpha) \cos \alpha$$

$$H = 3.000 \text{ m}$$

C\u00e1lculo h_s:

$$h_s = \frac{q}{\gamma_s}$$

$$h_s = 0.000 \text{ m}$$

Cálculo del empuje activo:

$$Ea = \frac{1}{2} Ka \gamma s H^2 \left(1 + \frac{2 hs}{H} \right) - 2 Ka^{\frac{1}{2}} C H$$

$$Ea = 4.7378 \text{ ton/m}$$

Punto de aplicación "d"

$$\begin{aligned} H &= 3.000 \text{ m} \\ hs &= 0.000 \text{ m} \\ B &= 2.000 \text{ m} \\ \alpha &= 0.000^\circ \end{aligned}$$

$$d = \frac{H}{3} \left(\frac{H + 3 hs}{H + 2 hs} \right) - \text{sen} \alpha$$

$$d = 1.0000 \text{ m}$$

b) ESTABILIDAD DEL MURO

b.1. Verificación de la seguridad contra deslizamiento

Vertical

$$E_v = Ea \text{ sen}(90^\circ + \delta - \beta)$$

$$E_v = 3.6890 \text{ t/m}$$

Horizontal

$$E_h = Ea \text{ cos}(90^\circ + \delta - \beta)$$

$$E_h = 2.9729 \text{ t/m}$$

Peso específico de los gaviones

$$\begin{aligned} \gamma_p &= 2.67 \text{ t/m}^3 && \text{Peso específico de la piedra de relleno} \\ n &= 30 \% && \text{Porcentaje de vacios en el gavion (valor promedio 30\%)} \end{aligned}$$

$$\gamma_g = \gamma_p (1 - n)$$

$$\gamma_g = 1.8690 \text{ t/m}^3$$

Metrado de cargas:

W	W (ton)	Xi	Mi	
Wb	3.738	1.00	3.738	
Wc	2.8035	0.75	2.103	
Wd	1.869	0.50	0.935	
Total	8.4105		6.775	Mr

Calculo del coeficiente de deslizamiento

$$\begin{aligned}W &= 8.4105 \text{ t} \\ \alpha &= 0 \text{ }^\circ \\ \varphi &= 32.7 \text{ }^\circ \\ E_v &= 3.689 \text{ m} \\ E_h &= 2.973 \text{ m} \\ C &= 0.2 \text{ t/m}^2 \\ B &= 2.00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$C_D = \frac{\left((W + E_v) \cos\alpha + E_h \sin\alpha \right) \tan\varphi + (W + E_v) \sin\alpha + CB}{E_h \cos\alpha}$$

$$CD = 2.747$$

$$\begin{array}{ccc} CD & & FS \\ 2.747 & >& 1.5 \end{array} \quad \text{OK cumple con la condición, no se produce el deslizamiento del muro}$$

b.1. Verificación de la seguridad contra volteamiento

Momento de volteo

$$M_v = E_h d$$

$$M_v = 2.973 \text{ t-m/m}$$

Distancia horizontal entre el punto de volteamiento F y el punto de aplicación del empuje activo.

$$S' = B \cos\alpha - \frac{H}{3} \left(\frac{H + 3hs}{H + 2hs} \right) \frac{1}{\tan\beta}$$

$$\begin{aligned}H &= 3.000 \text{ m} \\ \alpha &= 0.000 \text{ }^\circ \\ hs &= 0.000 \text{ m} \\ \beta &= 71.565 \text{ }^\circ \\ B &= 2.000 \text{ m}\end{aligned}$$

$$S' = 1.667 \text{ m}$$

Punto de aplicación del peso

$$S'' = Xg \cos\alpha + Yg \sin\alpha$$

$$\begin{aligned}Xg &= 0.8056 \text{ m} \\ Yg &= 1.2778 \text{ m} \\ \alpha &= 0.0 \text{ }^\circ\end{aligned}$$

$$S'' = 0.806 \text{ m}$$

El momento resistente

$$Mr = W S' + Ev S''$$

$$W = 8.4105 \text{ m}$$

$$S' = 1.6667 \text{ m}$$

$$S'' = 0.8056 \text{ m}$$

$$Ev = 3.6890 \text{ m}$$

$$\mathbf{Mr = 16.9892 \text{ t-m/m}}$$

Coefficiente de volteamiento

$$Cv = \frac{Mr}{Mv} \geq 1.5$$

$$Mr = 16.9892 \text{ t-m/m}$$

$$Mv = 2.97291 \text{ t-m/m}$$

$$Cv = 5.71466$$

$$\begin{array}{ccc} Cv & & FS \\ 5.715 & > & 1.5 \end{array}$$

OK cumple con la condición, el muro de gavión no se volteara

b.3 Verificación de las tenciones en el suelo

fuerzas normales

$$N = (W + Ev) \cos\alpha + Eh \sin\alpha$$

$$W = 8.4105 \text{ t/m}$$

$$Ev = 3.689 \text{ t/m}$$

$$Eh = 2.973 \text{ t/m}$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\mathbf{N = 12.099 \text{ t/m}}$$

momento actuante en la seccion de analisis

$$M = Mr - Mv$$

$$M = 14.016 \text{ t-m/m}$$

la excentricidad de la resultante

$$e = \frac{B}{2} - \left(\frac{Mr - Mv}{N} \right)$$

$$B = 2.00 \text{ m}$$

$$Mr = 16.989 \text{ t-m/m}$$

$$Mv = 2.973 \text{ t-m/m}$$

$$N = 12.099 \text{ t/m}$$

$$e = -0.1584 \text{ m}$$

$$e < B/6$$

$$\begin{array}{rcl} e & & B/6 \\ -0.158 & < & 0.333 \end{array} \quad \text{OK cumple con la condición}$$

Ancho de la sección que esta trabajando a la compresión

$$X = \frac{0.5 B - e}{0.4}$$

$$X = 2.896 \text{ t/m}$$

La resultante de las fuerzas tangenciales que actua en la sección de analisis

$$T = E_h \cos\alpha - (W + E_v) \operatorname{sen}\alpha$$

$$W = 8.41 \text{ t/m}$$

$$E_h = 2.973 \text{ t/m}$$

$$E_v = 3.689 \text{ t/m}$$

$$\alpha = 0.000^\circ$$

$$T = 2.973 \text{ t/m}$$

Angulo de fricción interna

$$\varphi^* = 25 \gamma g - 10$$

$$\varphi^* = 36.73^\circ$$

La cohesión (agarre) del gavión

$$C_g = 10 (0.03 P_u - 0.05)$$

$$P_u = 8.6 \text{ kg/m}^3 \quad \text{Peso de la red metálica para gaviones de tipo estandar vale entre 8.6 y 12 kgf/m}^3$$

$$C_g = 2.08 \text{ t/m}^2$$

Esfuerzo normal y tensión tangencial admisibles

$$\sigma_{adm} = 50 \gamma g - 30$$

$$\sigma_{adm} = 63.45 \text{ t/m}^2 = 6.345 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{adm} = \frac{N}{B} \tan \varphi^* + C_g$$

$$\tau_{adm} = 6.59 \text{ t/m}^2 = 0.659 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo resultantes y la tension tangencial en la sección de analisis

$$\sigma_{max} = \frac{N}{0.8 X} < \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{max} = 5.22 \text{ t/m}^2 \quad - \quad 0.52224 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{array}{l} \sigma_{max} < \sigma_{adm} \\ 0.522 < 6.345 \quad \text{OK cumple con la condición} \end{array}$$

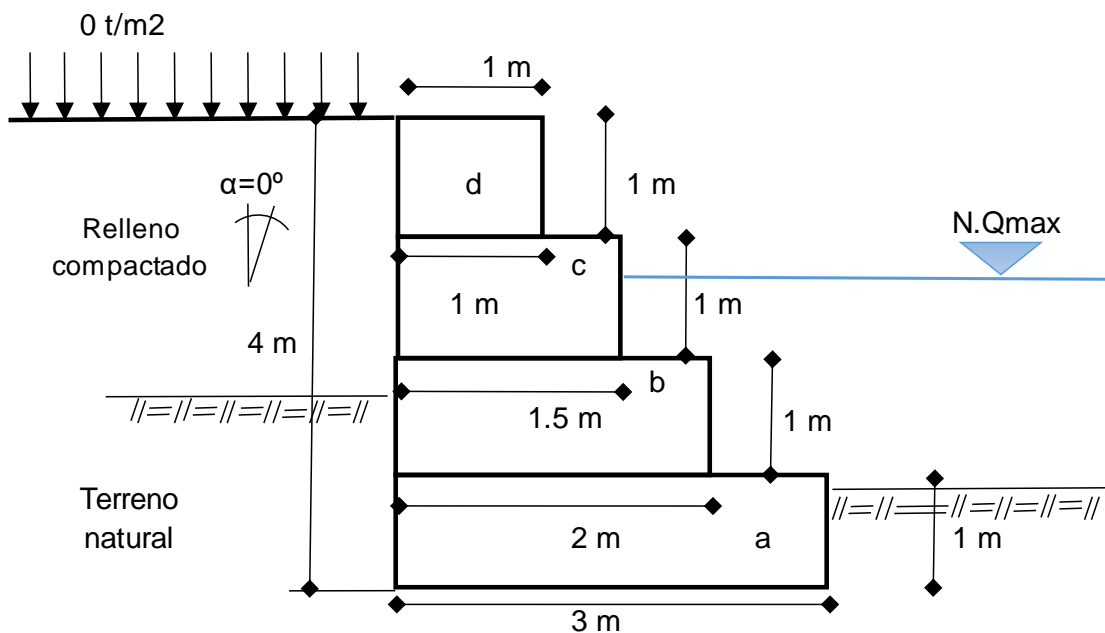
$$\tau_{max} = \frac{T}{B} < \sigma_{adm}$$

$$\tau_{max} = 1.49 \text{ t/m}^2 \quad - \quad 0.149 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{array}{l} \tau_{max} < \tau_{adm} \\ 0.149 < 0.659 \quad \text{OK cumple con la condición} \end{array}$$

Los parámetros del cálculo del empuje activo, del análisis de estabilidad, la verificación por deslizamiento, verificación por volteo, las presiones sobre el suelo y verificaciones por tenciones del suelo cumplen las condiciones, entonces las dimensiones del muro de gavión como defensa ribereña con las siguientes; figura 144.

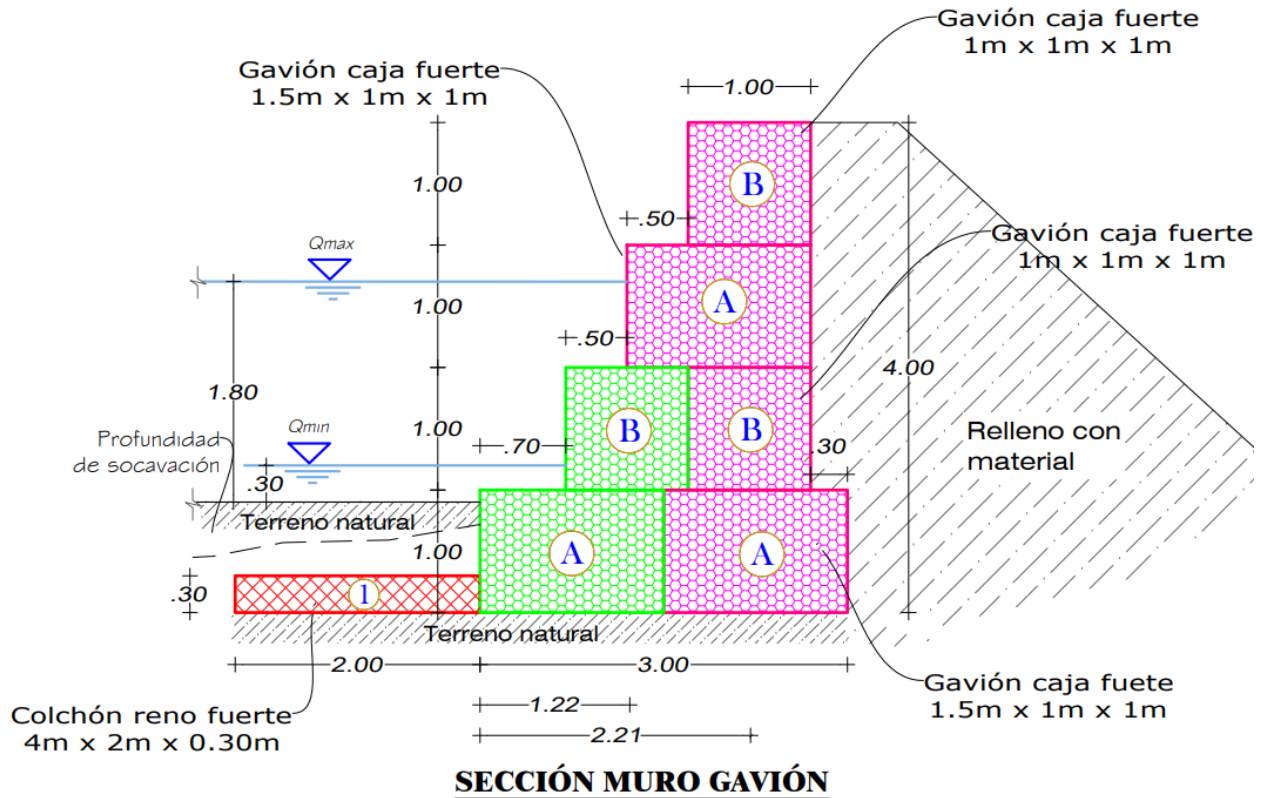
Figura 154. Dimensiones del muro de gavión



Fuente: Desarrollado propiamente (2023)

Las dimensiones generales con los cálculos de la altura del dique, los pres - dimensionamientos de la base, el colchón antisocavante y los cálculos por análisis estructural, las dimensiones se muestran en la figura 145.

Figura 155. Dimensiones finales del muro de gavión



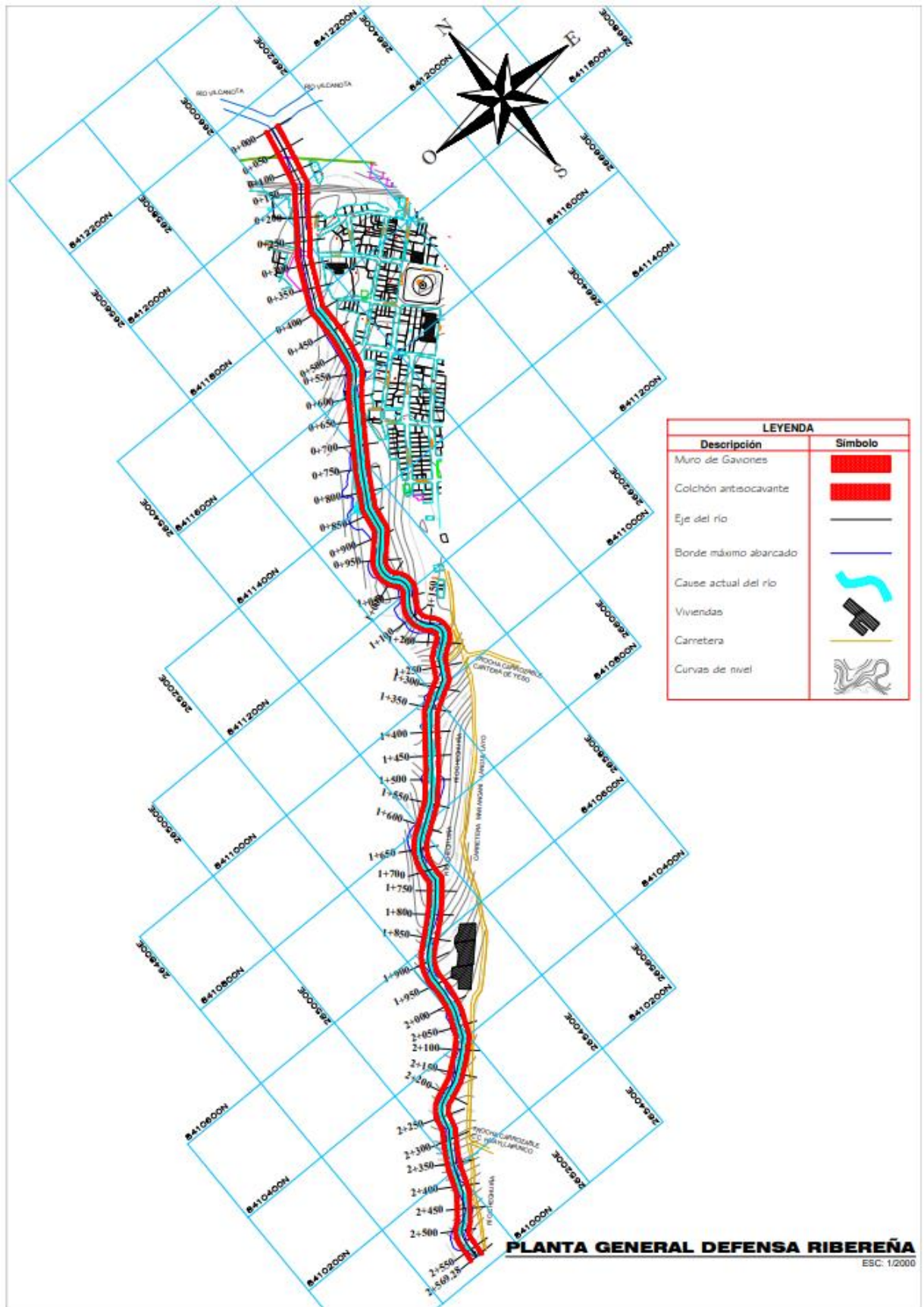
DIMENSIONES DEL CAJAS DE GAVIONES

Gavión Caja fuerte (A):	Gavión Caja fuerte (B):	Colchón reno fuerte (1):
Largo=1.50 m	Largo=1.00 m	Largo=4.00 m
Ancho=1.00 m	Ancho=1.00 m	Ancho=2.00 m
Altura=1.00 m	Altura=1.00 m	Altura=0.30 m

Fuente: Desarrollado propiamente (2023).

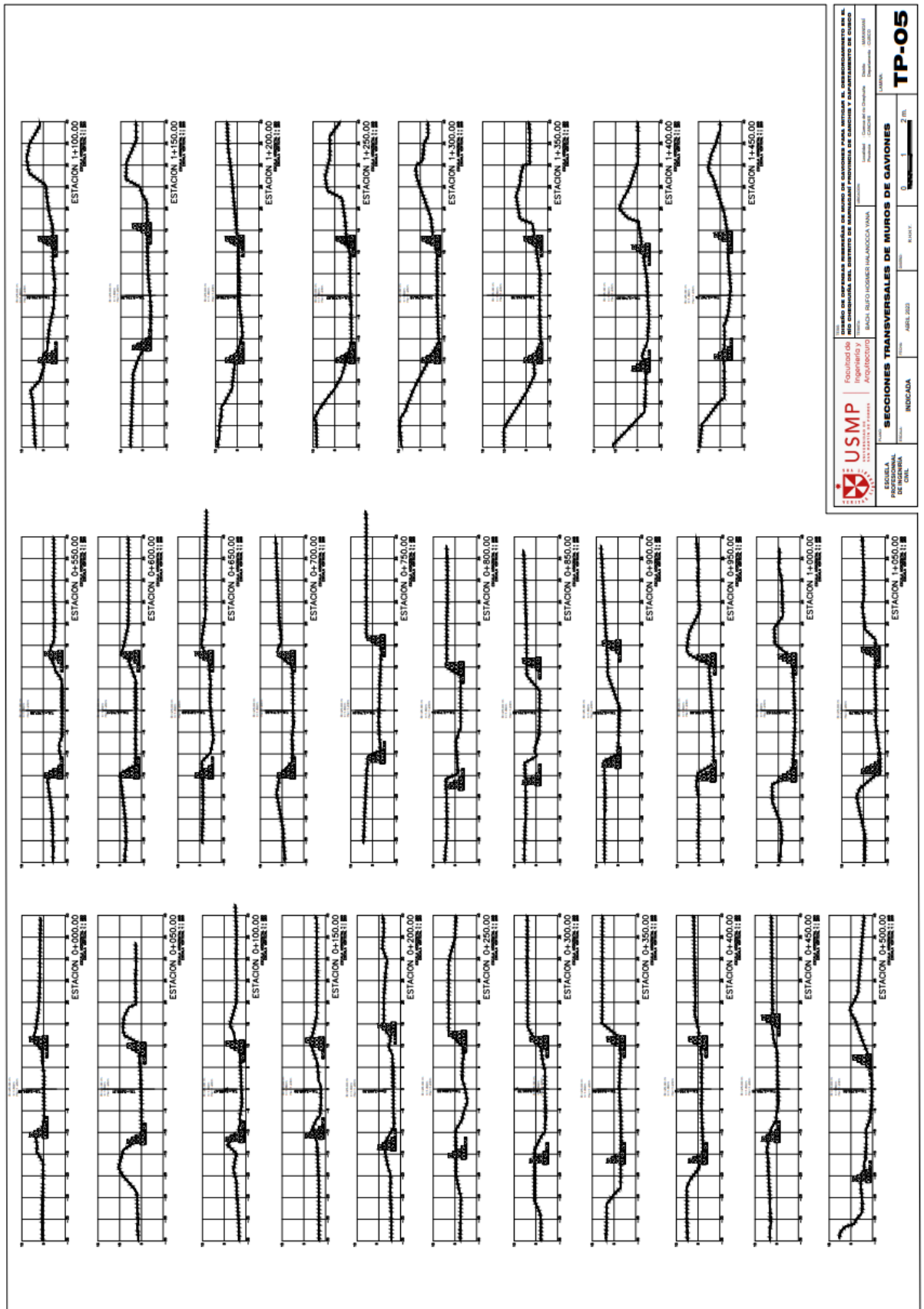
A continuación, se muestran los planos en planta general y las secciones transversales de la defensa ribereña de muro de gaviones, figura 146, 147 y 148.

Figura 156. Planta general defensa ribereñas con gaviones



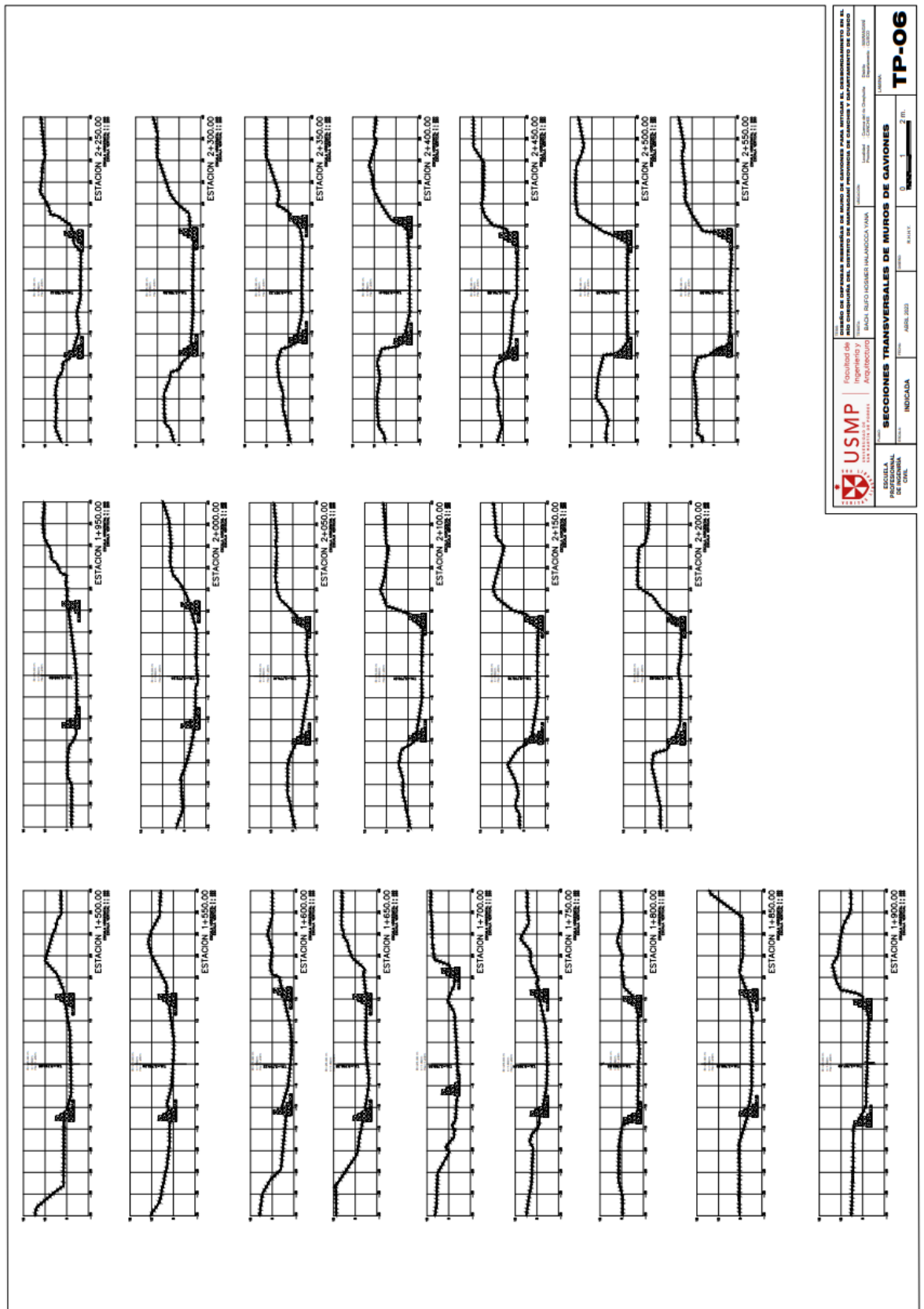
Fuente: Desarrollado propiamente (2023).


Figura 157. Secciones transversales de muros de gaviones.



Fuente: Desarrollado propiamente (2023).

Figura 158. Secciones transversales de muros de gaviones.




USMP
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TROPICADOR
 MANIZALES, CALDAS, COLOMBIA

SECCIONES TRANSVERSALES DE MUROS DE GAVIONES
 INDICADA

ESCUELA PROFESIONAL DE CIVIL
 INDICADA

FECHA: ABRIL 2023
 ESCALAS: 1:100 y 1:50
 TITULO: TP-06

Fuente: Desarrollado propiamente (2023).

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Validez de hipótesis

Se validaron las hipótesis de acuerdo con los resultados determinados de la investigación, para comprobar la veracidad de la hipótesis general y las hipótesis específicas a través de los estudios realizados en esta investigación. De esta forma se analiza, evalúa los datos recolectados y se comprueba con resultados finales.

6.1.1. Hipótesis general HG: Mitigará el desbordamiento en el río

HG: El diseño de las defensas ribereñas permite definir que el muro de gaviones es la estructura más adecuada para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco.

Hipótesis: El diseño de las defensas ribereñas permite definir que el muro de gaviones es la estructura más adecuada para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.

Resultado: El diseño de las defensas ribereñas con muro de gaviones mitiga el desbordamiento en sus máximas avenidas del río Cheqhuiña.

La hipótesis general HG es válida, donde se evaluó los riesgos a los que se ve sometido el río Cheqhuiña, debido al régimen de lluvias y la morfología del terreno. La estabilidad y resistencia del diseño de muro de gaviones es adecuada ante las condiciones de las máximas avenidas, se concluye que el diseño de muro de gaviones mitiga el desbordamiento en el río Cheqhuiña.

La discusión de la referida hipótesis se encuentra en la tabla 54.

Tabla 54. *Discusión de la Hipótesis General*

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	observaciones
<p>HG: El diseño de las defensas ribereñas permite definir que el muro de gaviones es la estructura más adecuada para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco.</p>	<p>Estudios y análisis ingenieriles</p>	<p>La estabilidad y resistencia del diseño con muro de gaviones es adecuada ante las condiciones de las máximas avenidas, se concluye que el diseño de muro de gaviones mitiga el desbordamiento en sus máximas caudales en el río Cheqhuiña.</p>	<p>La hipótesis general es válida.</p>

Fuente: Desarrollado propiamente, (2023).

6.1.2. Hipótesis específica H1:

H1: El estudio topográfico, permite conocer la geometría del terreno y la longitud del cauce igual a 2550 ml para realizar el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.

Hipótesis: La longitud del río Cheqhuiña es de 2550 ml.

Resultado: La longitud del río Cheqhuiña es de 2569.28 ml.

La hipótesis general H1 es válida, dado que el resultado está dentro del rango establecido, la longitud del río Cheqhuiña es de 2569.28 metros. En el cual la longitud se incrementa en un 0.75% de longitud más 19.28 m. Así mismo la geometría del terreno del río Cheqhuiña se conoce en planimetría y taquimetría.

La discusión de la referida hipótesis se encuentra en la tabla 55.

Tabla 55. *Discusión de la Hipótesis Específica 1.*

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	observaciones
<p>H1: El estudio topográfico, permite conocer la geometría del terreno y la longitud del cauce igual a 2550 ml para realizar el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.</p>	<p>Trabajo de campo con estación total Leica Ts03 y trabajo de gabinete Civil 3D.</p>	<p>El resultado está dentro del rango establecido, la longitud del río Cheqhuiña es de 2569.28 metros. En el cual la longitud se incrementa en un 0.75% de longitud incrementándose con 19.28 m. Así mismo la geometría del terreno del río Cheqhuiña se conoce en planimetría y taquimetría.</p>	<p>La hipótesis Específica 1 (H1) es válida.</p>

Fuente: Desarrollado propiamente, (2023).

6.1.3. Hipótesis específicas H2:

H2: El estudio hidrológico, permite conocer el caudal máximo de diseño igual a 80 m³/s para Tr=100 años. para el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.

Hipótesis: Caudal máximo del río es igual a 80 m³/s. para un periodo de retorno de 100 años.

Resultado: El caudal máximo de diseño del río es igual a 81.07 m³/s para un periodo de retorno de 100 años.

La hipótesis específica 2 es válida, dado que el resultado esperado incrementó un 1.34% con un valor igual a 81.07 m³/s, que corresponde al caudal máximo de diseño con un periodo de retorno de 100 años.

La discusión de la referida hipótesis, se encuentra en la tabla 56.

Tabla 56. *Discusión de la Hipótesis Específica 2.*

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	observaciones
<p>H2: El estudio hidrológico, permite conocer el caudal máximo de diseño igual a 80 m³/s. para el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.</p>	<p>Datos hídricos SENAMHI/ Trabajo en gabinete ArcGIS.</p>	<p>El caudal máximo de diseño del río Cheqhuiña es igual a 81.07m³/s. incrementándose en un 1.34 %. está dentro del rango esperado, para un periodo de retorno de 100 años.</p>	<p>La hipótesis Específica 2 (H2) es válida.</p>

Fuente: Desarrollado propiamente, (2023).

6.1.4. Hipótesis específicas H3:

H3: El estudio de suelos, permite determinar el peso específico del agregado global del terreno igual a 2.0 gr/cm³ y la capacidad portante del suelo igual a 1.0 kg/cm² para el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.

Hipótesis: Peso específico del agregado global del terreno igual a 2.0 gr/cm³ y la capacidad portante del suelo igual a 1.0 kg/cm²

Resultado: Peso específico del agregado global del terreno igual a 2.70 gr/cm³ y la capacidad portante del suelo igual a 1.06 kg/cm².

La hipótesis específica 3 es válida, esta propuesta es satisfactoria. El específico del agregado global del terreno igual a 2.70 gr/cm³ este se incrementa en un 25.93%. Así mismo la capacidad portante del suelo igual a 1.06 kg/cm² este se incrementa en un 5.66% que ambos resultados están dentro del rango esperado para validando la hipótesis. Esto se basa la norma E.050 que establecen los valores mínimos de resistencia del suelo en 1 kg/cm². Por lo tanto, la hipótesis propuesta es válida.

La discusión de la referida hipótesis se encuentra en la tabla 57.

Tabla 57. *Discusión de la Hipótesis Específica 3.*

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	observaciones
<p>H3: El estudio de suelos, permite determinar el peso específico del agregado global del terreno igual a 2.0 gr/cm³ y la capacidad portante del suelo igual a 1.0 kg/cm² para el diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.</p>	<p>Trabajo de campo, análisis ingenieril y ensayos de laboratorio, Norma E050.</p>	<p>El estudio de suelos, determinó el peso específico del agregado global del terreno igual a 2.70 gr/cm³ y la capacidad portante del suelo igual a 1.06 kg/cm². Esto se basa en los estándares E.050, que establecen los valores mínimos de resistencia del suelo en 1.06 kg/cm².</p>	<p>La hipótesis Específica 3 (H3) es válida.</p>

Fuente: Desarrollado propiamente, (2023).

6.1.5. Hipótesis específicas H4:

H4: El análisis hidráulico y estructural define que se utilizará una defensa ribereña consistente en un muro de gaviones con H=3m, B=3m de 1m.x 1m.x 1m. contribuye mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.

Hipótesis: Se utilizará una defensa ribereña consistente en un muro de gaviones con H=3m, B=3m de 1m.x 1m.x 1m.

Resultado: Se utilizará una defensa ribereña consistente en un muro de gaviones H=4m, B=3m, en 4 niveles escalonados, con cajas de 1.50m x 1m x 1m y 1m x 1m x 1m y colchón antisocavante de 4m x 2m x 0.3m.

La hipótesis específica 4 es válida, dado que se calculó las dimensiones de H=4m, B=3m, con 4 niveles escalonados, cajas de 1.50m x 1m x 1m y 1m x 1m x 1m, incremento de altura en un 25%, y un colchón antisocavante de 4m

x 2m x 0.3m, contribuyendo a la mejor estabilidad estructural del muro de gaviones.

La discusión de la referida hipótesis, se encuentra en la tabla 58.

Tabla 58. *Discusión de la Hipótesis Específica 4.*

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	observaciones
<p>H4: El análisis hidráulico y estructural define que se utilizará una defensa ribereña consistente en un muro de gaviones con H=3m, B=3m de 1m.x 1m x 1m. contribuye mitigar el desbordamiento en el río Cheqhuiña.</p>	<p>Estudios ingenieriles, libros de diseño, manual de Maccaferri.</p>	<p>Se calculó las dimensiones de H=4m, B=3m, con 4 niveles escalonados, cajas de 1.50m x 1m x 1m y 1m x 1m x 1m, incremento de altura en un 25%, y un colchón antisocavante de 4m x 2m x 0.3m, contribuyendo a la mejor estabilidad estructural del muro de gaviones.</p>	<p>La hipótesis Específica 4 (H4). es válida.</p>

Fuente: Desarrollado propiamente, (2023).

6.2 Contrastación de antecedentes

6.2.1 Antecedente internacional

Tomala Magallanes, Martillo Bustamante (2022). En su investigación titulada: Estrategias de mitigación para el control de inundaciones en el cantón Salitre - provincia del Guayas, Ecuador. Para disminuir la inundación, el propone la implementación de una metodología basada en tecnologías hidrológicas, estudios y análisis de áreas de influencia. En zonas pobladas o con cultivos, se recomienda usar muros de gaviones en el lado izquierdo del río, con una longitud de 2.950ml y una base principal de 7.5 m de ancho. Estos muros catenarios están en 5 niveles escalonados con 1.5 m, de altura 7.50m. en resumen: (7.50 m por 7.50 m x 1.50 m c/u.). Además, la vegetación disminuye el riesgo de desbordamiento, daños y deslizamientos de tierras.

Conclusión:

Se concluye que, para determinar las dimensiones del muro de gavión, está en base a los parámetros del caudal máximo, la profundidad de socavación y los análisis del estudio de mecánica de suelos. Así mismo se evaluó en río Cheqhuiña y se determinó como la mejor opción que construirán defensas ribereñas de muro gaviones en ambas márgenes del río Cheqhuiña Maranganí, con longitud de 2569.28 ml y dimensiones de H=4m, B=3m, en 4 niveles escalonados, con cajas de 1.50m x 1m x 1m y 1m x 1m x 1m y colchón antisocavante de 4m x 2m x 0.3m. para controlar el desbordamiento.

De esta manera se ambos estudios guardan relación en los resultados ver tabla 59.

Tabla 59. *Discusión de Antecedente internacional.*

Antecedente Internacional	Métodos aplicados	Conclusiones	observaciones
<p>Tomala & Martillo (2022) Estrategias para reducir las inundaciones incluyen muros de gaviones de 2.950ml, H=7.50, B=7.50 de 5 niveles escalonados de 1.5m de c/u. la vegetación y estudios de áreas de influencia. Estas herramientas y técnicas contribuyen a la seguridad y sostenibilidad ambiental.</p>	<p>Estudios ingenieriles de campo y de laboratorio.</p>	<p>Se determinará que la defensa ribereña apropiada para el río Cheqhuiña será una estructura de muro de gaviones ubicada en ambas márgenes del río. con una longitud de 2569.28 ml, H=4m, B=3m, en 4 niveles escalonados, con cajas de 1.50m x 1m x 1m y 1m x 1m x 1m y colchón antisocavante de 4m x 2m x 0.3m. para controlar el desbordamiento.</p>	<p>Los resultados guardan relación en lo planteado.</p>

Fuente: Desarrollado propiamente, (2023).

6.2.2 Antecedente nacional

Maraví Alva, F. P., & Melchor Agosto, L. E. (2020). En su investigación, se determinó que la defensa ribereña más adecuada es el muro de gaviones para la mitigación contra inundaciones en el río Ica, con dos tipos de medidas de 5x1.5x1m y 5x1x1m, y el colchón H=4.20m, L=4m, E=0.30m, profundidad de socavación de 2.43m y borde libre se 1m.

Conclusión:

Finalmente, mi conclusión es que cualquier tipo de defensa ribereña puede ser utilizada para adaptarse al río Ica, dependiendo principalmente de predecir la altura del tirante y la profundidad de excavación correctamente. Un buen diseño garantizará que cualquier tipo de defensa ribereña se ajuste al entorno. Al determinar el mejor tipo de defensa ribereña para el lugar, la disponibilidad y el costo de los materiales son factores primordiales. Por ejemplo, si el río Ica tiene acceso a una gran cantidad de materiales adecuados para construir muros de gaviones, entonces esta opción sería la mejor ver tabla 60.

Tabla 60. *Discusión de Antecedente Nacional.*

Antecedente Nacional	Métodos aplicados	Conclusiones	observaciones
Maraví & Melchor. (2020). El muro de gaviones es la mejor defensa ribereña para reducir las inundaciones en el río Ica, con medidas de 5x1.5x1m o 5x1x1m y un colchón de H=4.20m, L=4m, E=0.30m, socavación de 2.43m y borde libre de 1m.	Toma de decisiones ingenieriles desde el punto de vista funcional.	Se necesita un buen diseño para adaptar cualquier defensa ribereña para cualquier río, teniendo en cuenta la disponibilidad y costo de los materiales adecuados, de esta manera mitigará las inundaciones de cualquier río.	Los resultados guardan relación en lo concluido, faltó detallar el motivo del porque el muro de gaviones es el más adecuado.

Fuente: desarrollado propiamente, (2023).

CONCLUSIONES

1. Se logró determinar la incidencia del diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento del río Cheqhuiña. Luego de analizar el resultado de simulación de inundación en sus máximas avenidas, el cual demostró que estas estructuras son necesarias en ambas márgenes de todo el trayecto del río Cheqhuiña.
2. El estudio topográfico determinó un relieve de la clasificación del río, es recto con sedimento en suspensión, con una longitud de 2569.28 ml, posee una pendiente promedio de 3.47% donde la diferencia de alturas es 112.38 metros. con un intervalo de cotas de 3796.63 m.s.n.m. al 3684.25 m.s.n.m.
3. El estudio hidrológico determinó el caudal de diseño de 81.07m³/s. para un periodo de retorno de 100 años, analizando de los parámetros de estaciones hidrográficas, la microcuenca del río Cheqhuiña tiene una extensión de área 46.72 km² y un perímetro de 31.07 kml.
4. El estudio de mecánica de suelos determinó las propiedades físicas y mecánicas del suelo del río Cheqhuiña, con el muestreo y los trabajos en laboratorio donde el peso específico del agregado global del terreno es igual a 2.70 gr/cm³ y la capacidad admisible del suelo igual a 1.06 kg/cm².
5. El análisis hidráulico y estructural determinó que el río Cheqhuiña se encuentra afectado por inundaciones a lo largo de su trayecto. Los cálculos estructurales determinan que los gaviones tendrán una resistencia adecuada en sus máximos caudales del río, para manejar presiones de empuje, volteo y deslizamiento. Con dimensiones del gavión H=4m, B=3m, en 4 niveles escalonados, con cajas de 1.50m x 1m x 1m y 1m x 1m x 1m y colchón antisocavante de 4m x 2m x 0.3m.

RECOMENDACIONES

1. Identificar el tirante máximo del caudal para calcular la altura libre de borde y determinar la altura total de diseño de la defensa ribereña en base a la altura de profundidad de socavación para un diseño resistente y confiable.
2. Situar las estaciones pluviométricas en zonas donde existen riesgos de inundaciones y desbordamientos, para realizar estudios más confiables.
3. Complementar el diseño con el uso de plantas y árboles autóctonos, de cada zona como en el caso el Eucalipto, que ayudan a proteger las defensas ribereñas de la acción del agua y mejoran la biodiversidad de la zona.
4. Incorporar un factor de seguridad al diseño de la altura del dique de protección como defensa ribereña para determinar su altura de diseño efectiva, para garantizar su estabilidad y solidez frente a los desbordamientos fluviales.
5. Implementar en empresas modelos de diseño de defensas ribereñas de muros de gaviones con nuevas tecnologías que sean sostenibles al medio ambiente.
6. Incorporar en las universidades conocimientos específicos relacionados a proyectos hidráulicos ingenieriles mediante cursos de pre y postgrado, seminarios, talleres, etc., para desarrollar diseños y proyectos mitigantes con el fin de reducir los riesgos de desbordamientos y prevenir desastres.
7. Proponer al Gobierno Central, Regional y Locales la destinación de fondos a inversiones en proyectos hidráulicos como el drenaje pluvial y protección, así como el manejo de cuencas hidrográficas y un ordenamiento territorial, para mitigación de desastres naturales.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Ayala, R., Franco, R. & Padilla, G. (2019). Evaluación de la eficiencia en disipación de energía en estructuras hidráulicas construidas con gaviones y material reciclado (neumático usado) mediante modelamiento físico a escala reducida. *Revista UIS Ingenierías*, 19(1), 143-154
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/9657/10243>

American Fortifications and the World Heritage Convention, (2006). *Fortificaciones estadounidenses y la Convención del Patrimonio Mundial*. UNESCO. Convención del Patrimonio Mundial.
<https://whc.unesco.org/en/series/19/>

Bermeo, T. & Hurtado, N. (2018). *Estudio comparativo de dos propuestas para la estabilización de deslizamiento en el Kilómetro 94 de la vía Naranjito-Bucay* [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, Ecuador]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35825>

Canahua, S., Tejada, C. & Valdivia, B. (2018). *Gaviones Carretera Cajamarca*. SECCION A: Estructuras de acero, madera y no convencionales (pp.1-9). Universidad Católica Santa María. <https://pdfcoffee.com/gaviones-2-pdf-free.html>

Camarco, H. & Franco, V. (2001). Manual de gaviones. Basado en investigaciones realizadas para gaviones LECMAC, SA. *Serie del instituto de ingeniería*. <https://dokumen.tips/documents/manual-de-gaviones-563dc08a66c67.html?page=1>

Chow, V., Maidment, D. & Mays, L. (2021). *Hidrología Aplicada*. McGraw-Hill. <https://www.hidrosm.com/2021/01/libro-hidrologia-aplicada-vente-chow.html>

Estupiñán, M. (2020). Encauzamientos de ríos. Procedimientos de cálculo y su análisis [Tesis de Grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Institucional.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15704/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-362.pdf>

Fracassi, G. (2019). *Defensas ribereñas con gaviones y geosintéticos*. Ediciones U. <https://edicionesdelau.com/producto/defensas-riberenas-con-gaviones-y-geosinteticos/>

Farias, H., Domínguez, R., Lucas, G. & Pieta, V. (2021). Análisis hidro-sedimentológico 2d del comportamiento de un campo de espigones para la protección de márgenes en un río meandriforme. *Ribagua*, 7(2), 1-13 <https://doi.org/10.1080/23863781.2021.1911609>

Fuentes, J. (2012). *Topografía (Vol. Primera edición)*. Red Tercer Milenio. <https://www.aliat.click/BibliotecasDigitales/ingenieria/Topografia.pdf>

Geosintéticos Arpimix. (2015). *Gaviones tipo caja y colchón, malla triple torción*. Geosinteticos Arpimix Mexico. <https://arpimix.com/productos/gaviones/>

Gálvez, J. (2011). *¿Qué Es Cuenca Hidrológica?* Sociedad Geográfica de Lima. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

Herrera, M., Baquero, L. & Méndez, D. (2022). Viabilidad de uso de un sistema integrado de producción agropecuaria de tipo VAC como estrategia de mitigación de inundaciones para la cuenca alta del río Caquetá. *Revista Inventum*, 17(32), 68-77. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/3033/3243>

Huaman, S. (2019). *Diseño de muros de contención como defensa ribereña, tramo Huaura-Sayan del rio Huaura* [Tesis de Grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/2664/huaman%20silva%20cesar%20antonio.pdf?sequence=1&isallowed=y>

Huamán, G. (2021). *Evaluación hidrológica e hidráulica de obras de defensas ribereñas en ríos de montaña* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/22221>

Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2023). *Inundación Por Desborde En La Ruptura De Dique En El Distrito De Vichayal – Piura*. INDECI. <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2023/04/reporte-preliminar-n%c2%ba-1042-30abr2023-inundaci%c3%93n-por-desborde-en-la-ruptura-de-dique-en-el-distrito-de-vichayal-piura.pdf>

Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2022). *Inundación En el distrito de Maranganí – Cusco*. INDECI. <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2022/01/REPORTE-COMPLEMENTARIO-Nº-1291-11FEB2022-INUNDACIÓN-EN-EL-DISTRITO-DE-MARANGANI-CUSCO-2.pdf>

IFRC (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja). (2020). *World Disasters Report 2020*. Recuperado de: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.ifrc.org/sites/default/files/2021-08/2020_WorldDisasters_Full_ES.pdf

Lazo, L. (21 de marzo del 2023). *Defensas Ribereñas en los ríos del Perú*. [Conferencia]. Colegio de Ingenieros del Perú [Publicación de Facebook].

https://www.facebook.com/watch/live/?ref=watch_permalink&v=6302338216499990

Martín, V. (1996). *Ingeniería de Ríos*. Ediciones UPC, S.L. <https://es.scribd.com/doc/104881732/Ingenieria-de-Rios-Juan-p-Martin-Vide>

Mastache, M., Victor, I., González, V. & Fernando, J. (Setiembre del 2018). Metodología para la estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica en cuencas utilizando un SIG. [Sesión de congreso]. *Hidráulica de ríos*. XXVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Buenos Aires, Argentina. <https://es.scribd.com/document/428388809/Hidraulica-de-Rios#>

MACCAFERRI. (2010). *Defensas ribereñas y obras transversales*. Soluciones Ambientales 20. <https://docplayer.es/52463515-Defensas-de-margenes-y-obras-transversales.html>

Maraví, A. & Melchor, A. (2020). *Análisis comparativo de defensas ribereñas para la mitigación de inundaciones del río Ica* [Tesis de Grado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3827/CIV-T030_47109439_T%20%20%20MELCHOR%20AGESTO%20LUIS%20ENRIQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de agricultura y riego. (2018). *Gestión ambiental del proyecto “Defensa ribereña en el río Pisco” (Dique enrocado)*. MINAGRI.

www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/resol-direccion-general/2018/julio/rdg238-2018-minagri-dvdiar-dgaaa.pdf

Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC]. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Resolución directoral N°18-2016-MTC/14. MTC.

http://transparencia.mtc.gob.pe › normas_legales

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2018). *Informe de evaluación de riesgos por inundación en el sector 1, del distrito de Pacora, Provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque*.

Programa Nacional De Vivienda Rural.

https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//7491_informe-de-evaluacion-del-riesgo-originado-por-inundacion-pluvial-del-sector-1-distrito-de-pacora-provincia-de-lambayeque-departamento-de-lambayeque.pdf

Municipalidad Distrital de Maranganí [MDM]. (26 de octubre de 2020). *En Vivo Ahora Desde El Río Cheqhuiña Maranganí*. Facebook.

<https://www.facebook.com/100063280806799/videos/793216701502212>

Norma E050. (2018). *Norma Técnica E.050 Suelos Y Cimentaciones 2018*. Normas legales, Instituto de la Construcción y Gerencia -ICG.

<https://cdn->

[web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf)

Organización de las Naciones Unidad [ONU]. (3 enero del 2020). *América Latina y el Caribe: la segunda región más propensa a los desastres*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2020/01/1467501>

Pérez, S. (2022). *Evaluación del diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas en la margen izquierda del puente comuneros* [Tesis de Grado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11559/4/IV_FIN_105_TE_Perez_Silva_2022.pdf

Pérez, F. (2009). *Cálculos y diseño de muro de gaviones*. Academiaedu.

https://www.academia.edu/32568248/Calculo_y_diseno_de_gaviones.

Quinte, L. (2021). *Socavación en obras longitudinales de defensa ribereña según caudales de diseño en un tramo del río Ichu, Huancavelica, Huancavelica 2021* [Tesis de Grado, Universidad Continental]. Repositorio

Institucional.

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10523/1/IV_FIN_105_TE_Quinte_Lulo_2021.pdf

Quintero, S. (2004). Los impactos económicos, socioculturales y medio ambientales del turismo y sus vínculos con el turismo sostenible. *Anales del Museo de América*, 12(2004): 263-274.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1180522.pdf>

Redacción EC. (30 de abril del 2023). *Población se niega a ser evacuada tras ruptura de dique en Piura*.

<https://elcomercio.pe/peru/piura/poblacion-se-niega-a-ser-evacuada-tras-ruptura-de-dique-en-piura-noticia/>

Radio Sicuani. (2019, 02 de febrero). *Incremento del caudal del río Vilcanota causó daños considerables en la defensa ribereña a la altura del Puente Enrique P. Mejía*. [Publicación de Facebook].

<https://www.facebook.com/watch/?v=2352624094967396>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2023). *Datos Hidrometeorológicos en Cusco*.

<https://www.senamhi.gob.pe/servicios/main.php?dp=cusco&p=estaciones>

SENAMH. (21 de setiembre, 2022). *Escenario de lluvias a nivel nacional para el verano 2022*. Ministerio del ambiente.

<https://www.senamhi.gob.pe/?&p=prensa&n=1354>

Tomala, M. (2022). *Estrategias de mitigación para el control de inundaciones en el cantón Salitre - provincia del Guayas*. [Master's thesis, Universidad de Guayaquil, Ecuador]. Repositorio Institucional.

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/65031/1/bmat-h%2018-2022-ing.%20civil%20-%20tomala%20magallanes%20jean%20carlos.pdf>

Tabori, R. (2019). *Construcción de defensa ribereña del río supe ante posibles desastres naturales* [Tesis de Grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional.

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/3376/TABOR%20RIVERA%2c%20Aldo%20Oscar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Terán, A. (1998). *Diseño y construcción de defensas ribereñas*. Escuela Superior de Administración de Aguas "CHARLES SUTTON".

<https://catalogobiblioteca.ingemmet.gob.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=8614>

Urteaga, H. (2019). *Análisis comparativo de soluciones de defensa ribereña para el puente Tahuamanu – Madre de Dios: sistema de gaviones y geo estructuras* [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional.

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/152>

Vilches, C. (2019, 12 de diciembre). *Defensa ribereña*. LinkedIn.
<https://www.linkedin.com/pulse/defensa-ribere%C3%B1a-katerin-lucero-vilchez-collantes?originalSubdomain=>

Anexos

Anexo 01. Resultados de laboratorio de estudio de mecánica de suelos.

Anexo 02. Acta de presencia de comuneros.

Anexo 03. Planos en hoja tamaño A1.

TESISTA : RUFO HOSMER HALANOCCA YANA

TESIS DISEÑO DE DEFENSAS RIBERENAS DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN EL RIO CHEQUHUINA DEL DISTRITO DE MARANGANI PROVINCIA DE CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

UBICACIÓN : Distrito de Marangani, Provincia Canchis, Dpto Cusco

FECHA : abril del 2023

COORDENADAS : WGS 84

ESTE 265933.521

NORTE 8411697.299

CALICATA : C-01

REALIZADO : M.A.D.

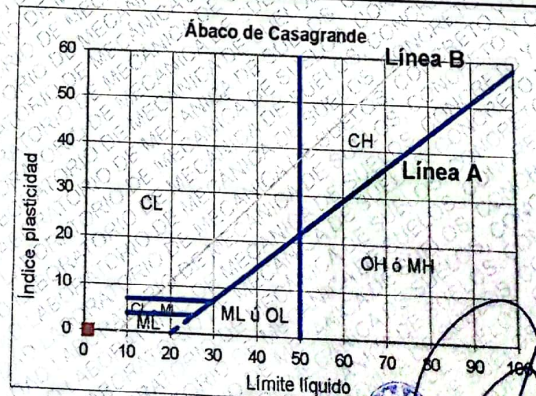
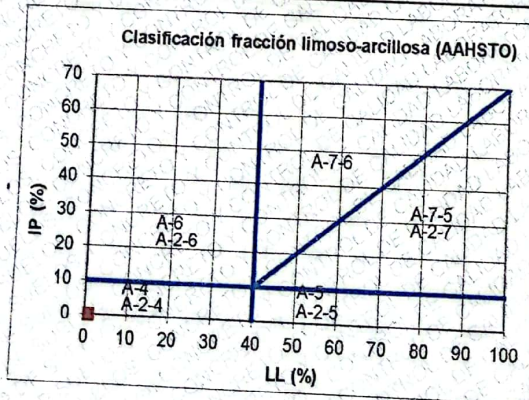
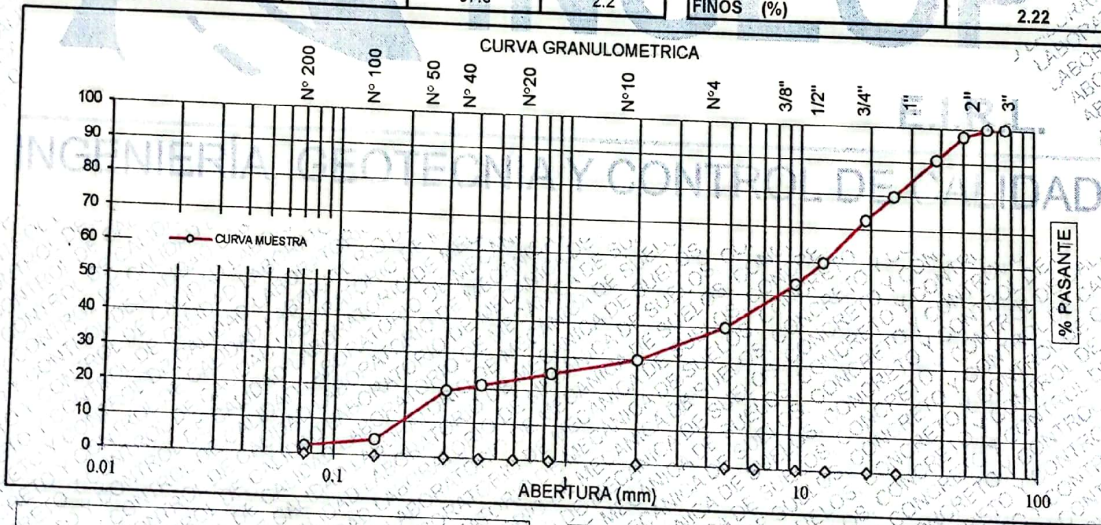
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - CLASIFICACION DE SUELOS

(ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204)

ANALISIS GRANULOMETRICO (ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204)				
MALLA (Abertura)		%	%	%
PLG.	mm.	RETENIDO	ACUMULADO	PASANTE
3"	75.000	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	2.22	2.22	97.78
1 1/2"	38.100	6.99	9.21	90.79
1"	25.000	11.09	20.29	79.71
3/4"	19.000	7.12	27.42	72.58
1/2"	12.500	12.72	40.13	59.87
3/8"	9.500	6.48	46.61	53.39
N° 4	4.750	13.26	59.87	40.13
N° 10	2.000	10.31	70.18	29.82
N° 20	0.850	4.88	75.06	24.94
N° 40	0.425	3.92	78.97	21.03
N° 50	0.300	1.90	80.88	19.12
N° 100	0.149	14.58	95.45	4.55
N° 200	0.074	2.33	97.78	2.22
< 200		0.0	97.8	2.2

CLASIFICACION DEL SUELO	
S.U.C.S. (ASTM D 2487)	GW
Grava bien graduada con arena	
AASHTO (ASTM D3282)	A-1-a (0)
Excelente a bueno como subgrado	

Peso inicial del suelo	18267.00
Peso de la fracción	510.08
D ₆₀	12.57
D ₃₀	2.05
D ₁₀	0.21
Cu	61.16
Cc	1.62
Lim Líquido (ASTM D4318)	NP
Lim Plástico (ASTM D4318)	NP
Índice de Plasticidad	NP
% Humedad (ASTM D2216)	8.51
GRAVA (%)	59.87
ARENA (%)	37.91
FINOS (%)	2.22



[Signature]
Asociación Marangani Cuzco
INGENIERO CIVIL
CIV 41204
Jefe Responsable de Laboratorio

TESISTA : RUFO HOSMER HALANOCCA YANA
 TESIS DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHEQHUIÑA DEL DISTRITO DE MARANGANI PROVINCIA DE
 CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE CUSCO
 UBICACIÓN : Distrito de Marangani, Provincia Canchis, Dpto Cusco
 FECHA : abril del 2023
 COORDENADAS : WGS 84 ESTE 265933.521 NORTE 8411697.299
 CALICATA : C-01
 REALIZADO : M.A.D.

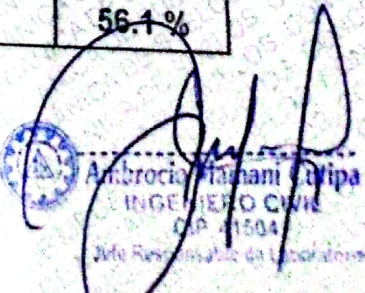
ENSAYOS PARA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA

DENSIDAD MÍNIMA NORMA ASTM D4254				
Prueba N°		1	2	
Peso de Molde	---	1254	1254	
Volumen de Molde	(cm3)	6521	6521	11254
Peso de Molde + Suelo Suelto	(g)	11254	11260	
Peso de Suelo Suelto	(g)	10000	10006	PROMEDIO
Densidad Mínima	(g/cm3)	1.534	1.534	1.534

DENSIDAD MÁXIMA NORMA : ASTM D4253				
Peso de la Muestra Húmeda + Molde	(g)	60241	60345	
Peso del Molde	(g)	5321	5321	
Peso de la Muestra Húmeda (1) - (2)	(g)	54920	55024	
Volumen del Molde	(cm3)	25141	25141	
Area de Sección Transversal	(cm2)	178	178	
Promedio de Lecturas Iniciales del Dial	(mm)	5.95	5.95	
Promedio de Lecturas Finales del Dial	(mm)	0.25	0.25	
Espesor de Placa de Sobrecarga	(mm)	12.00	12.00	
Asentamiento por Vibración (6) - (7) + (8)	(mm)	17.70	17.70	
Volumen de la Muestra (4) - [(5) * (9) / 10]	(cm3)	24826	24826	PROMEDIO
Densidad Húmeda (3) / (10)	(g/cm3)	2.212	2.216	2.214
Contenido de Humedad	(%)	1.2	1.2	
Densidad Seca	(g/cm3)	2.186	2.190	2.188

DENSIDAD NATURAL : NORMA ASTM D5030				
Peso de Material Extraído	(g)	5214	5215	
Contenido de Humedad	(%)	10.5%	10.5%	
Volumen de Agua Utilizado	(cm3)	2456	2674	
Densidad Húmeda	(g/cm3)	2.123	1.950	PROMEDIO
Densidad Seca	(g/cm3)	1.921	1.765	1.843

DENSIDAD MÍNIMA (ASTM D4254)	1.534 g/cm³
DENSIDAD MÁXIMA (ASTM D4253)	2.188 g/cm³
DENSIDAD NATURAL (ASTM D5030)	1.843 g/cm³
DENSIDAD RELATIVA (ASTM D4254)	56.1%

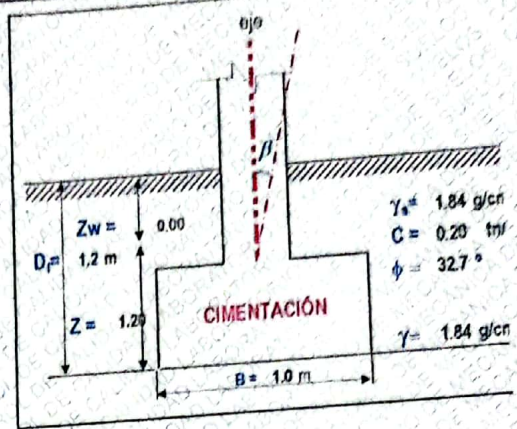

 Ambrocio Tamayo Cuyipa
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 11504
 Año Reservas de Licitudud

DATOS GENERALES DE LA CALICATA			
Muestra	C-01	N = 0,411,697.30	REALIZADO
Tipo de Suelo	GW	E = 265,933.52	FECHA
			M.A.D.
			: abril del 2023

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR O CIRCULAR

LEYENDA:

Cohesión	C = 0.20 tn/m ²
Angulo de fricción	φ = 32.70 °
Tipo de falla	B
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ _s = 1.84 tn/m ³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ = 1.84 tn/m ³
Ancho de la cimentación	B = 1.00 m
Largo de la cimentación	L = 1.50 m
Profundidad de la cimentación	D _f = 1.20 m
Inclinación de la carga	β = 0.00 °
Factor de seguridad	FS = 3.00
Nivel de aguas freáticas NAF	Z _w = 0.00 m
Peso específico del suelo saturado	γ _{sat} = 2.05 tn/m ³
Peso específico del agua	γ _w = 1.00 tn/m ³
Cota terreno	m.s.n.m.
Cota cimentación	m.s.n.m.



CORRECCION RECOMENDADA POR TERZAGHI	
Correccion de angulo de fricción	Correccion de cohesión
$\phi' = \text{Arctan}\left(\frac{2}{3} \tan \phi\right)$	$C' = \frac{2}{3} C$

Tipo de falla: Corte genreal (suelos densos) A

Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.) B

C'	= 0.13 tn/m ²
φ'	= 23.17 °

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carga

N _c	= 18.258
N _q	= 8.814
N _γ	= 8.401

Factores de forma

S _c	= 1.322	f _c	= 0.733
S _q	= 1.285	f _q	= 1.167
S _γ	= 0.733	f _γ	= 2.615

Factores de profundidad

d _c	= 1.350
d _q	= 1.276
d _γ	= 1.000

Factores de inclinación

i _c	= 1.000
i _q	= 1.000
i _γ	= 1.000

$$q_u = \frac{1}{3} B [\gamma_{sat} - \gamma_w] N_y (f_y) (d_y) (i_y) + [z_w \gamma + Z (\gamma_{sat} - \gamma_w)] (N_q) (f_q) (d_q) (i_q)$$

Reemplazando en la formula se tiene $q_u = 31.775 \text{ Tn/m}^2$

Finalmente

Capacidad última de carga $q_u = 3.177 \text{ Kg/cm}^2$

Se tiene finalmente:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Con factor de seguridad FS = 3

Capacidad admisible de carga = 1.06 Kg/cm²

Ambrocio Mamani Cntspa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 41104
 Jefe Responsable de Laboratorio

TESISTA : RUFO HOSMER HALANOCCA YANA

TESIS DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHEQUÍÑA DEL DISTRITO DE MARANGANI PROVINCIA DE CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

UBICACIÓN : Distrito de Marangani, Provincia Canchis, Dpto Cusco

FECHA : abril del 2023

CALICATA : C-02

COORDENADAS : WGS 84

ESTE 265682.525

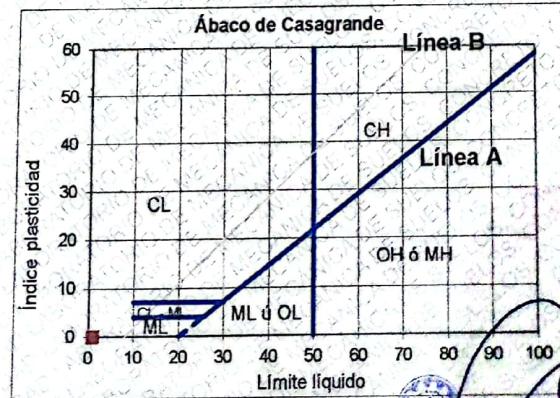
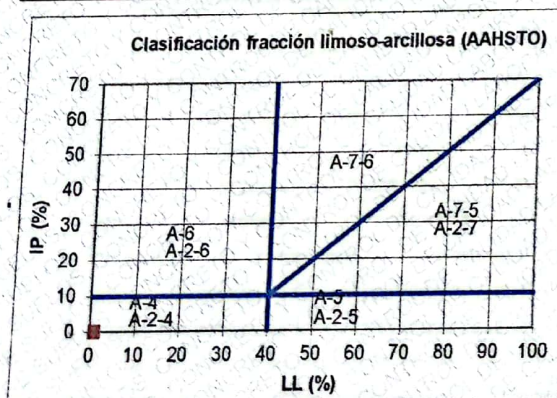
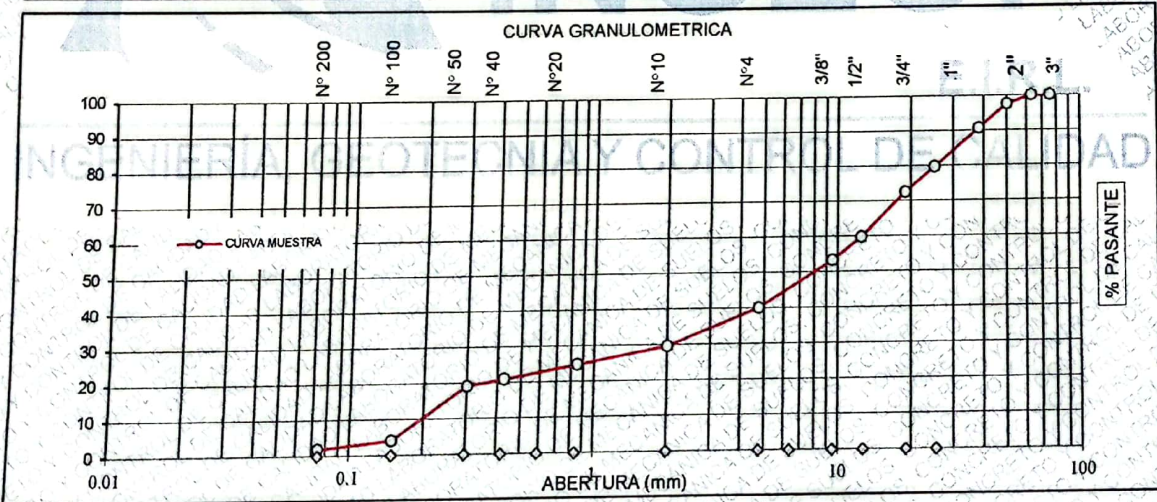
NORTE 8411100.891

REALIZADO : M.A.D.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS

(ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204)					CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
MALLA (Abertura)		%	%	%	S.U.C.S. (ASTM D 2487)	GW
PLG.	mm.	RETENIDO	ACUMULADO	PASANTE	Grava bien graduada con arena	
					AASHTO (ASTM D3282)	A-1-a (0)
					Excelente a bueno como subgrado	
3"	75.000	0.00	0.00	100.00	Peso Inicial del suelo	18319.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	100.00	Peso de la fracción	510.08
2"	50.000	2.47	2.47	97.53	D ₆₀	12.65
1 1/2"	38.100	6.91	9.37	90.63	D ₃₀	2.12
1"	25.000	11.03	20.41	79.59	D ₁₀	0.21
3/4"	19.000	7.16	27.57	72.43	Cu	60.84
1/2"	12.500	12.74	40.30	59.70	Cc	1.70
3/8"	9.500	6.50	46.80	53.20	Lim Líquido (ASTM D4318)	NP
N° 4	4.750	13.21	60.01	39.99	Lim Plástico (ASTM D4318)	NP
N° 10	2.000	10.43	70.44	29.56	Índice de Plasticidad	NP
N° 20	0.850	4.78	75.22	24.78	% Humedad (ASTM D2216)	8.56
N° 40	0.425	3.92	79.14	20.86	GRAVA (%)	60.01
N° 50	0.300	1.87	81.02	18.98	ARENA (%)	38.11
N° 100	0.149	14.75	95.76	4.24	FINOS (%)	1.88
N° 200	0.074	2.36	98.12	1.88		
< 200		0.0	98.1	1.9		



[Signature]
Ambrosio Mariani Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP 41604
Jefe Responsable de Laboratorio

TESISTA : RUFO HOSMER HALANOCCA YANA
 TESIS DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHEQUHUIÑA DEL DISTRITO DE MARANGANÍ PROVINCIA DE CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE CUSCO
 UBICACIÓN : Distrito de Marangani, Provincia Canchis, Dpto Cusco
 FECHA : abril del 2023
 COORDENADAS : WGS 84 ESTE 265682.525 NORTE 8411100.891 CALICATA : C-02 REALIZADO : M.A.D.

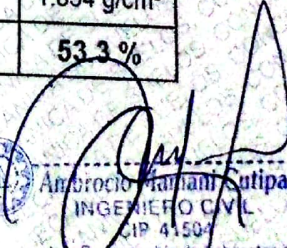
ENSAYOS PARA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA

DENSIDAD MÍNIMA NORMA ASTM D4254				
Prueba N°		1	2	
Peso de Molde	---	1254	1254	
Volumen de Molde	(cm ³)	6521	6521	
Peso de Molde + Suelo Suelto	(g)	11561	11518	
Peso de Suelo Suelto	(g)	10307	10264	
Densidad Mínima	(g/cm ³)	1.581	1.574	PROMEDIO 1.577

DENSIDAD MÁXIMA NORMA : ASTM D4253				
Peso de la Muestra Húmeda + Molde	(g)	60294	60398	
Peso del Molde	(g)	5321	5321	
Peso de la Muestra Húmeda (1) - (2)	(g)	54973	55077	
Volumen del Molde	(cm ³)	25141	25141	
Area de Sección Transversal	(cm ²)	178	178	
Promedio de Lecturas Iniciales del Dial	(mm)	5.95	5.95	
Promedio de Lecturas Finales del Dial	(mm)	0.25	0.25	
Espesor de Placa de Sobrecarga	(mm)	12.00	12.00	
Asentamiento por Vibración (6) - (7) + (8)	(mm)	17.70	17.70	
Volumen de la Muestra (4) - [(5) * (9) / 10]	(cm ³)	24826	24826	PROMEDIO
Densidad Húmeda (3) / (10)	(g/cm ³)	2.214	2.219	2.216
Contenido de Humedad	(%)	1.2	1.2	
Densidad Seca	(g/cm ³)	2.188	2.192	2.190

DENSIDAD NATURAL : NORMA ASTM D5030				
Peso de Material Extraído	(g)	5253	5239	
Contenido de Humedad	(%)	10.5%	10.5%	
Volumen de Agua Utilizado	(cm ³)	2457	2675	
Densidad Húmeda	(g/cm ³)	2.138	1.959	PROMEDIO
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.935	1.772	1.854

DENSIDAD MÍNIMA (ASTM D4254)	1.577 g/cm ³
DENSIDAD MÁXIMA (ASTM D4253)	2.190 g/cm ³
DENSIDAD NATURAL (ASTM D5030)	1.854 g/cm ³
DENSIDAD RELATIVA (ASTM D4254)	53.3 %


 Ambrocio Mariani Sutiya
 INGENIERO CIVIL
 CIP 41504
 Jefe Responsable de Laboratorio

DATOS GENERALES DE LA CALICATA

Muestra : C-02
 Tipo de Suelo : GW

N = 8,411,100.89
 E = 265,682.53

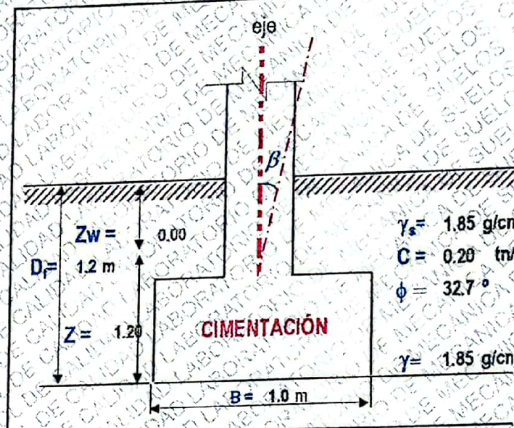
REALIZADO
 FECHA

M.A.D.
 : abril del 2023

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR O CIRCULAR

LEYENDA:

Cohesión	C =	0.20 tn/m ²
Angulo de fricción	Φ =	32.70 °
Tipo de falla	B	
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ _s =	1.85 tn/m ³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ =	1.85 tn/m ³
Ancho de la cimentación	B =	1.00 m
Largo de la cimentación	L =	1.50 m
Profundidad de la cimentación	D _f =	1.20 m
Inclinación de la carga	β =	0.00 °
Factor de seguridad	FS =	3.00
Nivel de aguas freáticas NAF	Z _w =	0.00 m
Peso específico del suelo saturado	γ _{sat} =	2.05 tn/m ³
Peso específico del agua	γ _w =	1.00 tn/m ³
Cota terreno		m.s.n.m.
Cota cimentación		m.s.n.m.



CORRECCION RECOMENDADA POR TERZAGHI	
Correccion de angulo de fricción	Correccion de cohesion
$\phi' = \text{Arctan}\left(\frac{2}{3} \tan \phi\right)$	$C' = \frac{2}{3} C$

Tipo de falla: **Corte genreal** (suelos densos) A
Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.) B

C' = 0.13 tn/m²
 φ' = 23.17 °

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carga

N_c = 18.258
 N_q = 8.814
 N_γ = 8.401

Factores de forma

S_c = 1.322 f_c = 0.733
 S_q = 1.285 f_q = 1.167
 S_γ = 0.733 f_γ = 2.615

Factores de profundidad

d_c = 1.350
 d_q = 1.276
 d_γ = 1.000

Factores de inclinación

i_c = 1.000
 i_q = 1.000
 i_γ = 1.000

$$q_u = \frac{1}{3} B [\gamma_{sat} - \gamma_w] N_\gamma (f_\gamma) (d_\gamma) (i_\gamma) + [z_w \gamma + Z (\gamma_{sat} - \gamma_w)] (N_q) (f_q) (d_q) (i_q)$$

Reemplazando en la formula se tiene q_u = 31.775 Tn/m²

Finalmente

Capacidad última de carga q_u = 3.177 Kg/cm²

Se tiene finalmente:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Con factor de seguridad FS = 3

Capacidad admisible de carga = 1.06 Kg/cm²



Ambrocio Mariani Cutipa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 15104
 Jefe Responsable de Laboratorio

TESISTA : RUFO HOSMER HALANOCCA YANA

TESIS DISEÑO DE DEFENSAS RIBERENAS DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHEQUINA DEL DISTRITO DE MARANGANI PROVINCIA DE CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

UBICACIÓN : Distrito de Marangani, Provincia Canchis, Dpto Cusco

FECHA : abril del 2023

COORDENADAS WGS 84 ESTE 205126.384 NORTE 8410355.46

CALICATA : C-03

REALIZADO : M.A.D.

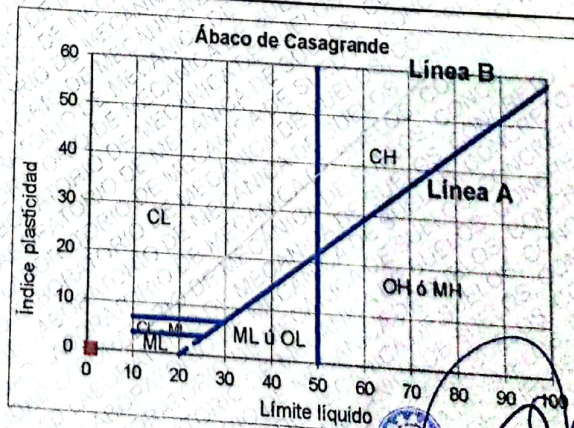
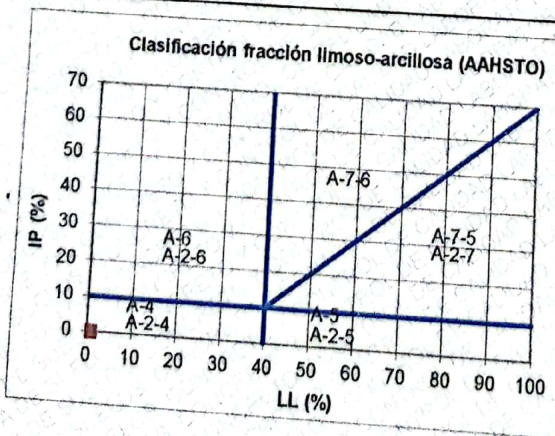
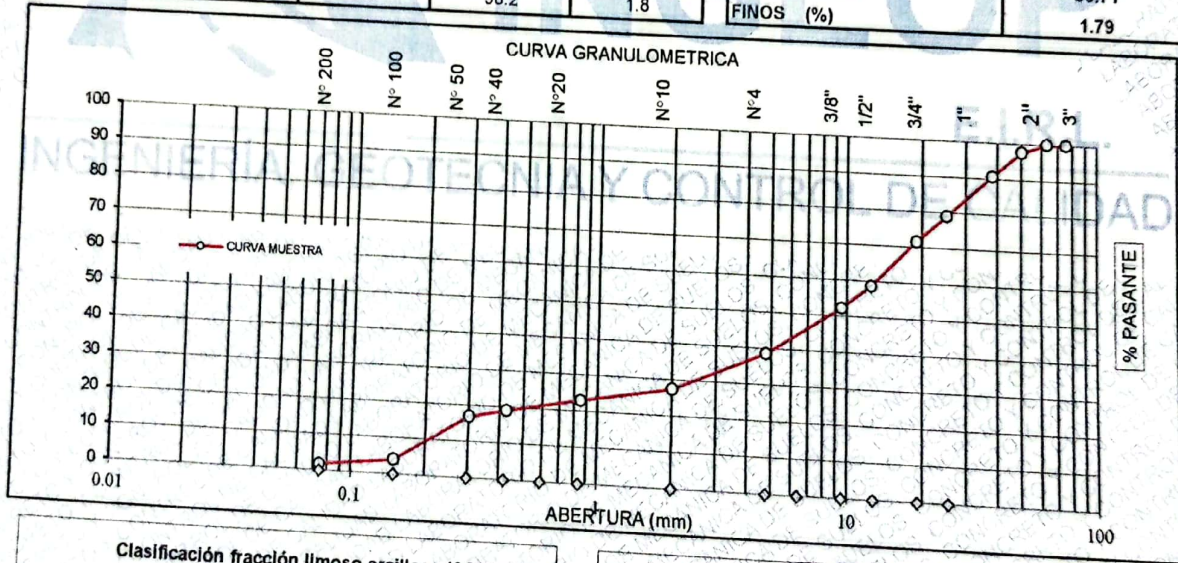
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS

(ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422 / ASTM D 2487 / MTC E204)				
MALLA (Abertura)		%	%	%
PLG.	mm	RETENIDO	ACUMULADO	PASANTE
3"	75.000	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	2.35	2.35	97.65
1 1/2"	38.100	7.09	9.45	90.55
1"	25.000	11.62	21.07	78.93
3/4"	19.000	7.40	28.47	71.53
1/2"	12.500	12.84	41.31	58.69
3/8"	9.500	6.49	47.80	52.20
N° 4	4.750	13.71	61.51	38.49
N° 10	2.000	11.17	72.67	27.33
N° 20	0.850	4.45	77.13	22.87
N° 40	0.425	3.85	80.98	19.02
N° 50	0.300	2.10	83.07	16.93
N° 100	0.149	12.84	95.92	4.08
N° 200	0.074	2.29	98.21	1.79
< 200		0.0	98.2	1.8

CLASIFICACION DEL SUELO	
S.U.C.S. (ASTM D 2487)	GW
Grava bien graduada con arena	
AASHTO (ASTM D3282)	A-1-a (0)
Excelente a bueno como subgrado	

Peso inicial del suelo	18312.00
Peso de la fracción	510.09
D ₆₀	13.16
D ₃₀	2.66
D ₁₀	0.22
Cu	60.21
Cc	2.46
Lim Líquido (ASTM D4318)	NP
Lim Plástico (ASTM D4318)	NP
Índice de Plasticidad	NP
% Humedad (ASTM D2216)	8.49
GRAVA (%)	61.51
ARENA (%)	36.71
FINOS (%)	1.79



[Firma]
Américo Mariani Cospa
INGENIERO CIVIL
CIP 41504
Jefe Responsable de Laboratorio

TESISTA : RUFOS HOSMER HALANOCCA YANA
 TESIS DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHEQUIÑA DEL DISTRITO DE MARANGANI PROVINCIA DE
 CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE CUSCO
 UBICACIÓN : Distrito de Marangani, Provincia Canchis, Dpto Cusco
 FECHA : abril del 2023
 COORDENADAS : WGS 84 ESTE 265126.384 NORTE 8410355.46 CALICATA : C-03
 REALIZADO : M.A.D.

ENSAYOS PARA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA

DENSIDAD MÍNIMA NORMA ASTM D4254				
Prueba N°	---	1	2	
Peso de Molde	---	1254	1254	
Volumen de Molde	(cm ³)	6521	6521	
Peso de Molde + Suelo Suelto	(g)	11328	11336	
Peso de Suelo Suelto	(g)	10074	10082	PROMEDIO
Densidad Mínima	(g/cm ³)	1.545	1.546	1.545

DENSIDAD MÁXIMA NORMA : ASTM D4253				
Peso de la Muestra Húmeda + Molde	(g)	60313	60418	
Peso del Molde	(g)	5321	5321	
Peso de la Muestra Húmeda (1) - (2)	(g)	54992	55097	
Volumen del Molde	(cm ³)	25141	25141	
Area de Sección Transversal	(cm ²)	178	178	
Promedio de Lecturas Iniciales del Dial	(mm)	5.95	5.95	
Promedio de Lecturas Finales del Dial	(mm)	0.25	0.25	
Espesor de Placa de Sobrecarga	(mm)	12.00	12.00	
Asentamiento por Vibración (6) - (7) + (8)	(mm)	17.70	17.70	
Volumen de la Muestra (4) - [(5) * (9) / 10]	(cm ³)	24826	24826	PROMEDIO
Densidad Húmeda (3) / (10)	(g/cm ³)	2.215	2.219	2.217
Contenido de Humedad	(%)	1.2	1.2	
Densidad Seca	(g/cm ³)	2.189	2.193	2.191

DENSIDAD NATURAL : NORMA ASTM D5030				
Peso de Material Extraído	(g)	5270	5254	
Contenido de Humedad	(%)	10.5%	10.5%	
Volumen de Agua Utilizado	(cm ³)	2456	2674	
Densidad Húmeda	(g/cm ³)	2.146	1.965	PROMEDIO
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.942	1.778	1.860

DENSIDAD MÍNIMA (ASTM D4254)	1.545 g/cm ³
DENSIDAD MÁXIMA (ASTM D4253)	2.191 g/cm ³
DENSIDAD NATURAL (ASTM D5030)	1.860 g/cm ³
DENSIDAD RELATIVA (ASTM D4254)	57.4 %



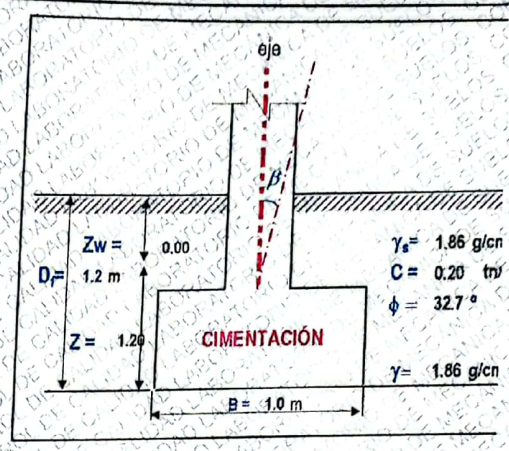
Ambrosio Mammí Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP 41904
Jefe Responsable de Laboratorio

DATOS GENERALES DE LA CALICATA			
Muestra	: C-03	N = 8,410,355.46	REALIZADO
Tipo de Suelo	GW	E = 265,126.38	FECHA
			M.A.D.
			: abril del 2023

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR O CIRCULAR

LEYENDA:

Cohesión	C =	0.20 tn/m ²
Angulo de fricción	Φ =	32.70 °
Tipo de falla	B	
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ _s =	1.86 tn/m ³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ =	1.86 tn/m ³
Ancho de la cimentación	B =	1.00 m
Largo de la cimentación	L =	1.50 m
Profundidad de la cimentación	D _r =	1.20 m
Inclinación de la carga	β =	0.00 °
Factor de seguridad	F _s =	3.00
Nivel de aguas freáticas NAF	Z _w =	0.00 m
Peso específico del suelo saturado	γ _{sat} =	2.05 tn/m ³
Peso específico del agua	γ _w =	1.00 tn/m ³
Cota terreno		m.s.n.m.
Cota cimentación		m.s.n.m.



CORRECCION RECOMENDADA POR TERZAGHI	
Correccion de angulo de fricción	Correccion de cohesion
$\varphi' = \text{Arctan}\left(\frac{2}{3} \tan \varphi\right)$	$c' = \frac{2}{3} C$

Tipo de falla: **Corte genreal** (suelos densos) A
Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.) B

C'	=	0.13 tn/m ²
φ'	=	23.17 °

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carga:		Factores de forma	
N _c =	18.258	S _c =	1.322
N _q =	8.814	S _q =	1.285
N _y =	8.401	S _y =	0.733
		f _c =	0.733
		f _q =	1.167
		f _y =	2.615

Factores de profundidad		Factores de inclinación	
d _c =	1.350	i _c =	1.000
d _q =	1.276	i _q =	1.000
d _y =	1.000	i _y =	1.000

$$q_u = \frac{1}{3} B [\gamma_{sat} - \gamma_w] N_y (f_y) (d_y) (i_y) + [z_w \gamma + Z (\gamma_{sat} - \gamma_w)] (N_q) (f_q) (d_q) (i_q)$$

Reemplazando en la formula se tiene $q_u = 31.775 \text{ Tn/m}^2$

Finalmente

Capacidad última de carga $q_u = 3.177 \text{ Kg/cm}^2$

Se tiene finalmente:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_S}$$

Con factor de seguridad $F_S = 3$

Capacidad admisible de carga = 1.06 Kg/cm^2

Ambrocio Paniagua Cutipa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 41604
 Jefe Responsable de Laboratorio

TESISTA : RUFO HOSMER HALANOCCA YANA

TESIS : DISEÑO DE DEFENSAS RIBERENAS DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHEQHUIÑA DEL DISTRITO DE MARANGANI PROVINCIA DE CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

UBICACIÓN : Distrito de Marangani, Provincia Canchis, Dpto Cusco

FECHA : abril del 2023

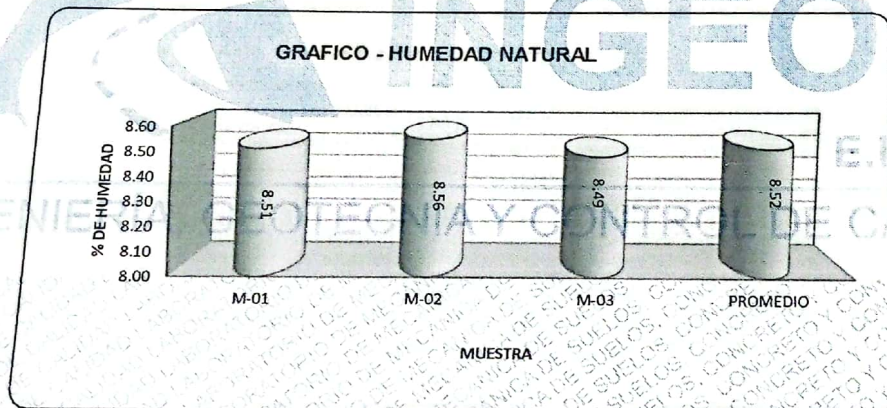
COORDENADAS : UTM - WGS 84

CALICATA : C-01, C-02, C-03

REALIZADO : M.A.D.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS
(ASTM D 2216 / AASHTO T 86 / MTC E 108)

HUMEDAD NATURAL					
DESCRIPCION	UNIDAD	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
RECIPIENTE	N°				
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr.	314.8	352.70	302.90	
RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	290.10	324.90	279.20	
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	0.00	0.00	0.00	
PESO DEL AGUA	gr.	24.70	27.80	23.70	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	290.10	324.90	279.20	
% DE HUMEDAD	%	8.51	8.56	8.49	8.52



Ambrocio Mamani Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP 41504
Jefe Responsable de Laboratorio

Tesis: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHEQUHUIÑA DEL DISTRITO DE MARANGANI PROVINCIA DE CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

Ubicación: Distrito de Marangani, Provincia de Canchis, Cusco

Tesista: RUFO HOSMER HALANOCCA YANA

Muestra: Arena Fina

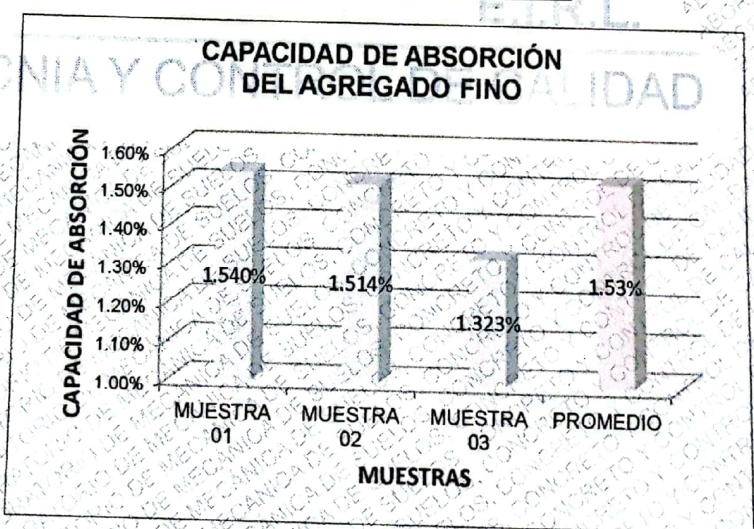
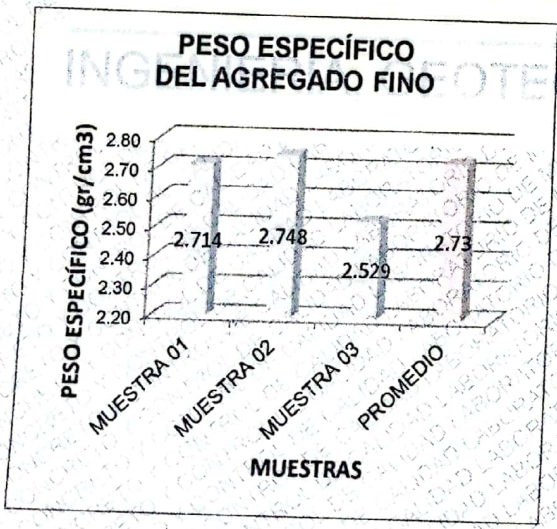
Fecha: abril del 2023

Material Agregado: Fino
 Cantera: Río Checchuiña

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
 MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84

DATOS DEL ENSAYO			
	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Número de Picnómetro	2	2	2
Volumen del Picnómetro (ml)	500	500	500
Peso del Picnómetro (gr)	185.5	185.5	185.5
Peso de la Muestra Seca (gr)	357.20	383.10	392.90
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra (gr)	908.80	926.90	920.70
Temperatura del Agua (°C)	15.7	15.8	15.6
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	362.70	388.90	398.10
Peso del Picnómetro + Agua (gr)	683.40	683.40	683.40
Peso de la Muestra Sumergida (gr)	225.40	243.50	237.30
Peso del Agua Desplazada (gr)	131.80	139.60	155.60
Peso Específico a Temperatura de Ensayo (gr/cm3)	2.710	2.744	2.525
Factor de corrección por Temperatura	1.0014393	1.0014307	1.0014307
Peso del Agua Absorbida (gr)	5.50	5.80	5.20
Peso Específico (gr/cm3)	2.714	2.748	2.529
Capacidad de Absorción	1.540%	1.514%	1.323%

	% de Error	
Peso Específico	1.26%	Ok!
Capacidad de Absorción	1.70%	Ok!



PESO ESPECÍFICO = 2.73 gr/cm3
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 1.53%

[Signature]
 ING. Rufo Hosmer Halanocca Yana
 INGENIERO CIVIL
 CP 41504
 Jefe Responsable de Laboratorio

Tesis: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHECHUIÑA DEL DISTRITO DE MARANGANI PROVINCIA DE CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

Ubicación: Distrito de Marangani, Provincia de Canchis, Cusco

Tesista: RUFO HOSMER HALANOCCA YANA

Muestra: Gruesa

Fecha: abril del 2023

Material

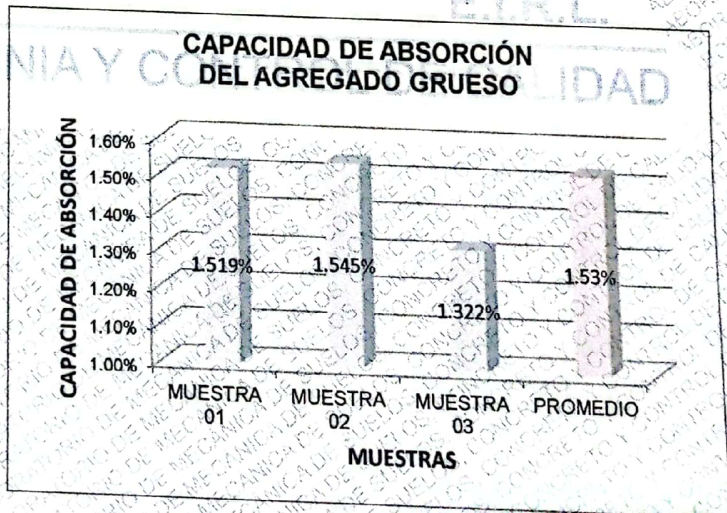
Agregado: Grueso

Cantera: Río Chechuiña

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84

DATOS DEL ENSAYO			
	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Número de Picnómetro	1	1	1
Volumen del Picnómetro (ml)	1000	1000	1000
Peso del Picnómetro (gr)	739.8	739.8	738.2
Peso de la Muestra Seca (gr)	651.60	582.50	584.60
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra (gr)	2140.20	2092.80	2092.60
Temperatura del Agua (°C)	15.2	15.2	15.1
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	661.50	591.50	585.90
Peso del Picnómetro + Agua (gr)	1730.40	1730.40	1728.80
Peso de la Muestra Sumergida (gr)	409.80	362.40	363.80
Peso del Agua Desplazada (gr)	241.80	220.10	220.80
Peso Especifico a Temperatura de Ensayo (gr/cm3)	2.695	2.647	2.648
Factor de corrección por Temperatura	1.0014823	1.0014823	1.0014823
Peso del Agua Absorbida (gr)	9.90	9.00	1.30
Peso Especifico (gr/cm3)	2.699	2.650	2.652
Capacidad de Absorción	1.519%	1.545%	1.322%

% de Error		
Peso Especifico	1.82%	Ok!
Capacidad de Absorción	1.69%	Ok!



PESO ESPECÍFICO = 2.67 gr/cm3
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 1.53%
Peso específico del agredo global

PESO ESPECÍFICO = 2.70 gr/cm3
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 1.53%

[Signature]
Américo Mestani Cappa
INGENIERO CIVIL
CIP 11504
Jefe Responsable de Laboratorio

ACTA DE PRESENCIA DE COMUNEROS

En la comunidad campesina de Hancohocca del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento del Cusco, el día domingo 28 de mayo de 2023, se reunieron los comuneros de la localidad para discutir sobre el desastre que el río Cheqhuiña ha ocasionado ya que ellos son los principales afectados por que viven en las riberas del este río, derivados del desastre natural ocasionado por el desbordamiento del río Cheqhuiña. Al momento de la reunión el **Bach. Rufo Hosmer Halanocca Yana**, es la persona responsable por dar la idea de implementar un diseño que pueda reducir el impacto ocasionado en el medio ambiente, para realizar un plan eficaz para alcanzar este objetivo.

Durante el encuentro, se discurrieron las acciones a seguir para minimizar los daños causados por el desastre, tales como:

- Diseñar un muro de gaviones como defensas ribereñas para el río Cheqhuiña.
- Realizar la posterior construcción de defensas ribereñas en las orillas del río Cheqhuiña.
- Establecer un sistema de ayuda para los afectados.
- Establecer procedimientos de prevención de desastres por desbordamientos.


Finalmente, se le dio por concluida la asamblea, en base a la propuesta de diseño de defensas ribereñas de muro de gaviones para mitigar el desbordamiento en el río cheqhuiña del distrito de Maranganí provincia de Canchis y departamento de Cusco y las medidas a seguir para enfrentar los daños causados por el desastre natural del río Cheqhuiña.

Firman:




Eusebio Apaza Jacinto
DNI. 24686337
PRESIDENTE




Venancio Cruz Condori
DNI. 24709634
VICE PRESIDENTE




Segundo Andia Osorio
DNI. 24687080
SECRETARIO



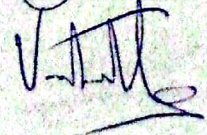

Remy I. Linares Heredia
DNI. 40836458
TESORERA








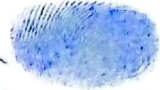



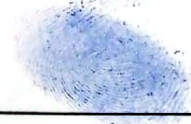

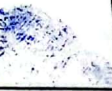
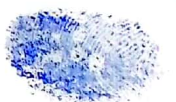


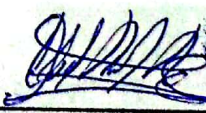

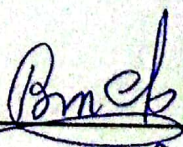

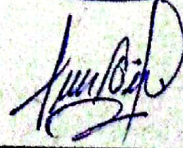
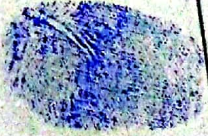
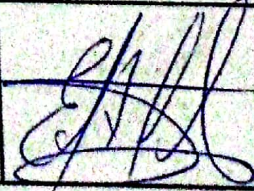


Pablo Pillco Ramirez
DNI. 24683283
FISCAL

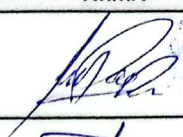


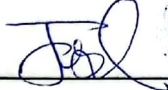


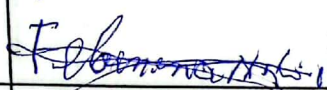



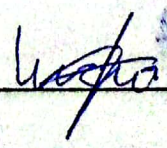
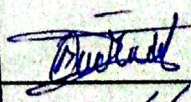
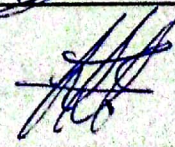




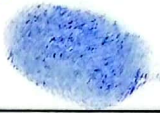
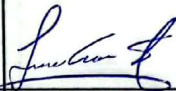








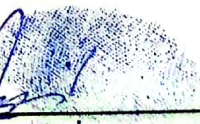
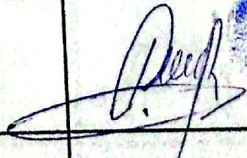

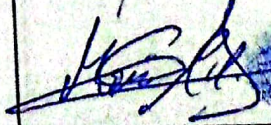
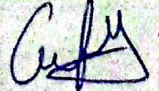


Dayvis Casa Mamani
DNI. 73863341
1er. VOCAL

ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA
1	Francisco Sica Sunire	24687524	 
2	Victor Alanocca Heredia	23722102	 
3	JAIME LOPE PLOHUANCCA	24720464	 
4	Marcelo E. Pizarro Condor	24087682	 
5	Jaime Condori Chata	46444186	 
6	Juan Ccama Condori	24709563	 
7	Marciano Aguilar Mayta	24709518	 
8	RAUL QUISPE ESPERILLA	47046539	 
9	MSTIOS APAMANI HUILLCA	74709287	 
10	Pedro SOTO Miramelo	43300002	 
11	Washington Torres	41794616	 
12	Pedro TICUNA CONDORI	24683404	 
13	Victor Condori Huatocha	80051232	 






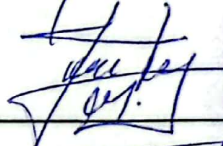
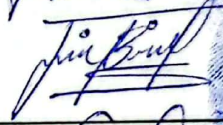



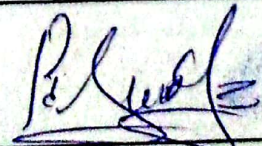


ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA
14	Felix Magque Pizarro	43676154	
15	Eufemio Condori Huoracha	24685449	
16	victor phocco HUANCA CCANA	24312312	
17	Teodocis Flores Aybur	24684533	
18	Monica pizarro Viuda de Magque	24608960	
19	Valeriana Magque pizarro	24709438	
20	Luis Saraya Huayllayuy	24687462	
21	Gregorio Choque phocoHuanca	24686017	
22	ROSA MURIEL LUQUE	44644914	
23	JESUSA HUARACCHA CCANAHUAI	41326215	
24	Dionicio Espinilla Sumire	24687885	
25	Pedro Saraya Ramirez	43537980	
26	Paulino Alvarez Carlos	24700903	

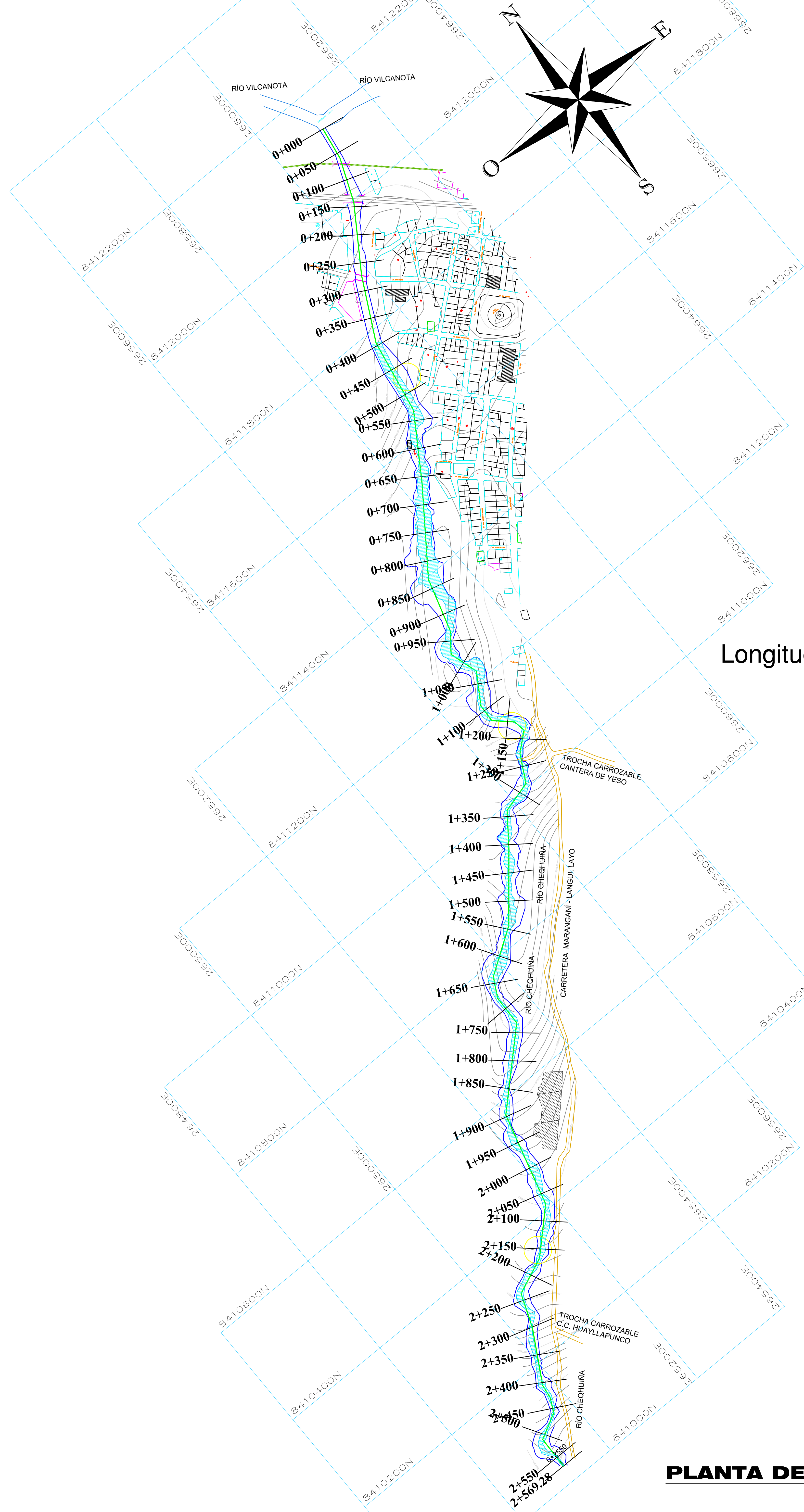
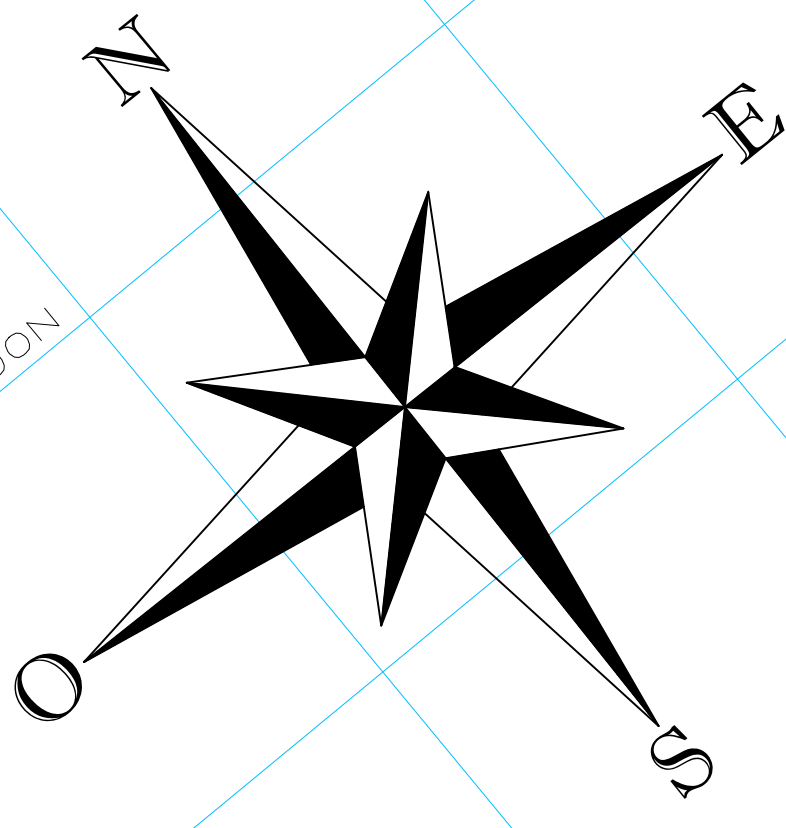
ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA
27	Julian Salcedo Pazo	41107102	 
28	JESUS MAMANI PILCO	43753671	 
29	Washington Jorge Ccama Condori	43344449	 
30	JOSE LUIS ANDIA SINCA	24683355	 
31	Victoria Heredia Quispe	246685881	
32	Cirila Mamani de Canahure	24420214	
33	Benedicta Canahure Laguna	24693333	 
34	Petrona Pazo de Salcedo	22993043	
35	Martina Amanca de Nina	24684824	 
36	Viviani Martha Ramirez Aguilar	42475874	 
37	<u>Bernardino Mamani Ob</u>	24685714	 
38	Froilan Condori Tapia	09820553	 
39	Eber Huilca Linargas	44825822	 

ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA
40	FRANCISCO PONCE ROMIREZ	24687702	
41	Alicia Espitia M.	2466594	
42	E. Esquivel Mamani	24687339	
43	José T. Saraya Huai Mani	24709218	
44	Dina Valeriano Mendoza	23098596	
45	Lucy Huilla mamani	24676636	
46	Filomena Condori Nina	43648017	
47	Mario Quispe Enrillo	21574694	
48	Mari Elena Rios Linaros	24686745	
49	Maria Condori Ccalta	24698228	
50	Lucy Rios Turpo	79581469	
51	ALONDRA MAMANI CONDORI	73853310	
52	Honorio Sancio Velasquez	24783301	

ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA
53	Natalia Torres Huarocha	24709154	 
54	Roberto Casanueva Mamani	24683464	 
55	Jeaneth Machacca Canahuire	45692632	 
56	LEONIDAS CONDORI SINCHA	42361382	 
57	Julio Cesar Huarochachtu	48081397	 
58	Pedro Ramirez Aguilar	80457452	 
59	Victor Rios Tunqui	24486527	 
60	Percy Huarochaca Ciri	44077342	 
61	Andrés J. Huaracha Mpag	24687001	 
62	Tomás Canahuire Condori	24712413	 
63	Pablo Pillico Ramirez	24683283	 
64	Mario Canahuire Mamani	24687512	 
65	Maribel Aguenta Condori	60613412	 

ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA
66	Beatriz Basquez Huisa	24283269	
67	Jesusa Torres Casa	24686030	
68	Marcelina Condori Hurpcha		
69	Carlota Condori Hurpcha	24709447	
70	Licarla Condori Sunire	24674557	
71	Damiana Linares de Huilca	24684634	
72	Justina Phocohuanca Lopez	23683096	
73	Belen Morocco Hatanocca	73756037	
74	EVA MACHACA HURPCHA	24709837	
75	Martha Huilca Rios	45479188	
76	Glady's Quispe Espirilla	47478644	
77	Flora Vilca Machacea	24687912	
78	LUCY MARLENY CHOTATA LUYO	40126843	

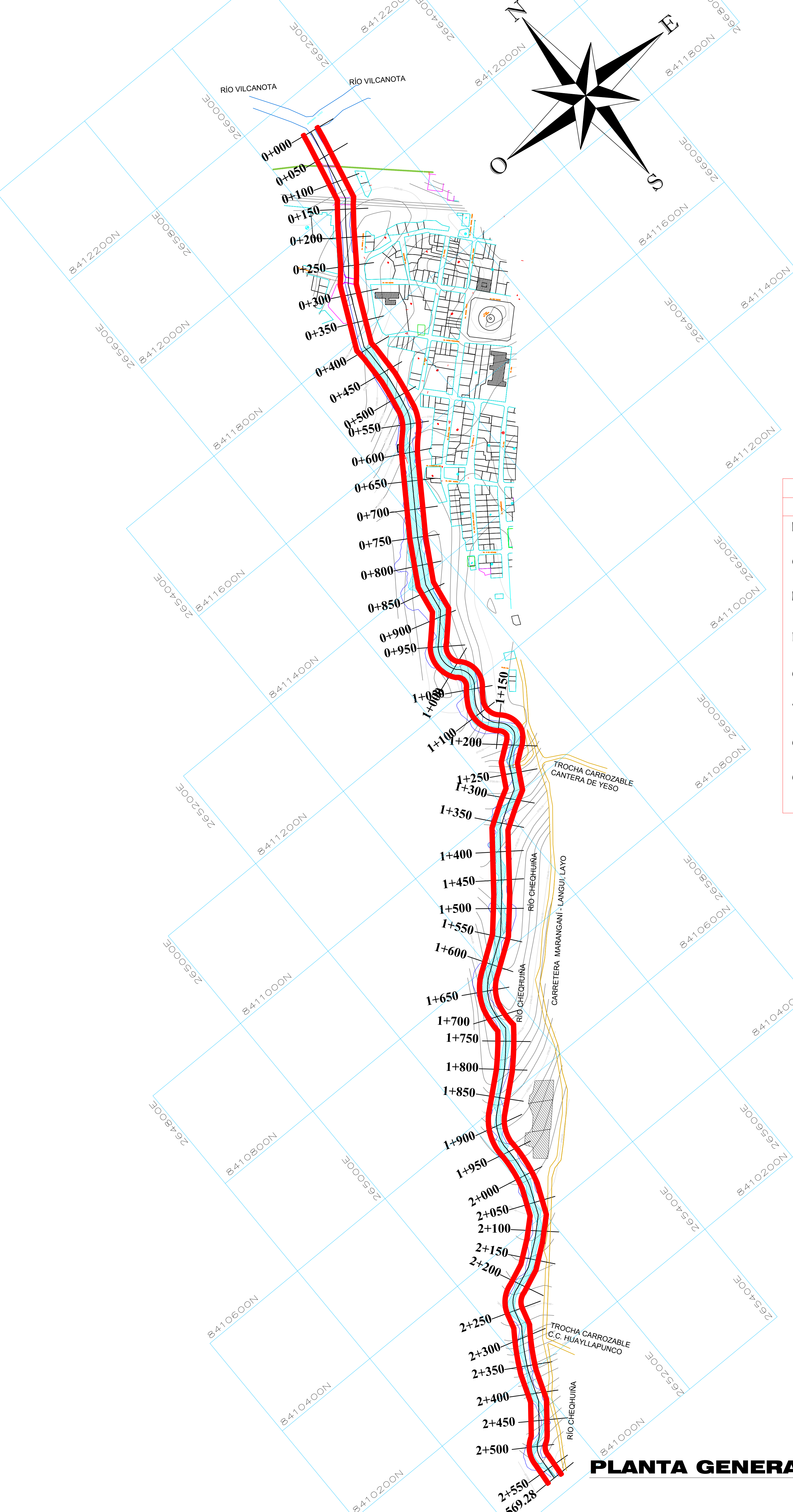
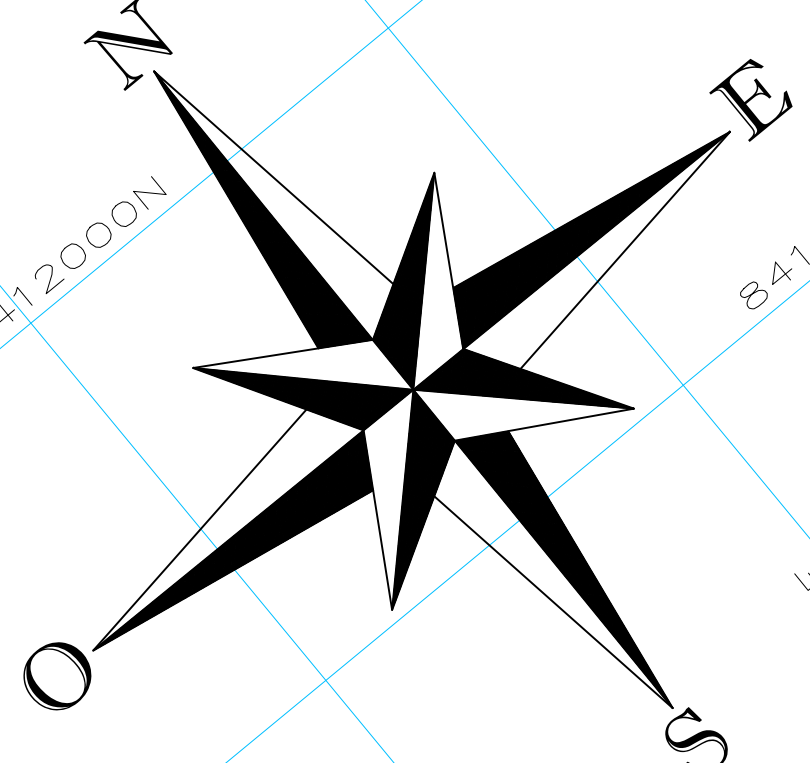
ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA
79	Teresa Mamani Condori	24709510	
80	Elmer Coronel Pari	73821289	
81	Cornelia Imata vios	24685878	
82	Isidro Cortez Mamani	24683625	
83	DANIEL RAMIREZ RAMOS	22298795	
84	Pio Lenares Mamani	24683531	
85	Franklin Barrios Soto	77290259	
86	Higuel Aragon C.	24709375	
87	JUAN SOTO MIRANDA	40394428	
88	Filomeno B. Poccohuanca ^{Condori}	24683362	
89	edwar costelo Ramos	24716219	
90	José wportipo pocco Quishus	24880216	
91	Alexandra Ccari APAZA	71579305	



LEYENDA	
Descripción	Símbolo
Eje del río	—
Borde máximo abarcado	—
Cause actual del río	—
Viviendas	—
Carretera	—
Curvas de nivel	—

PLANTA DE SECCIONAMIENTO

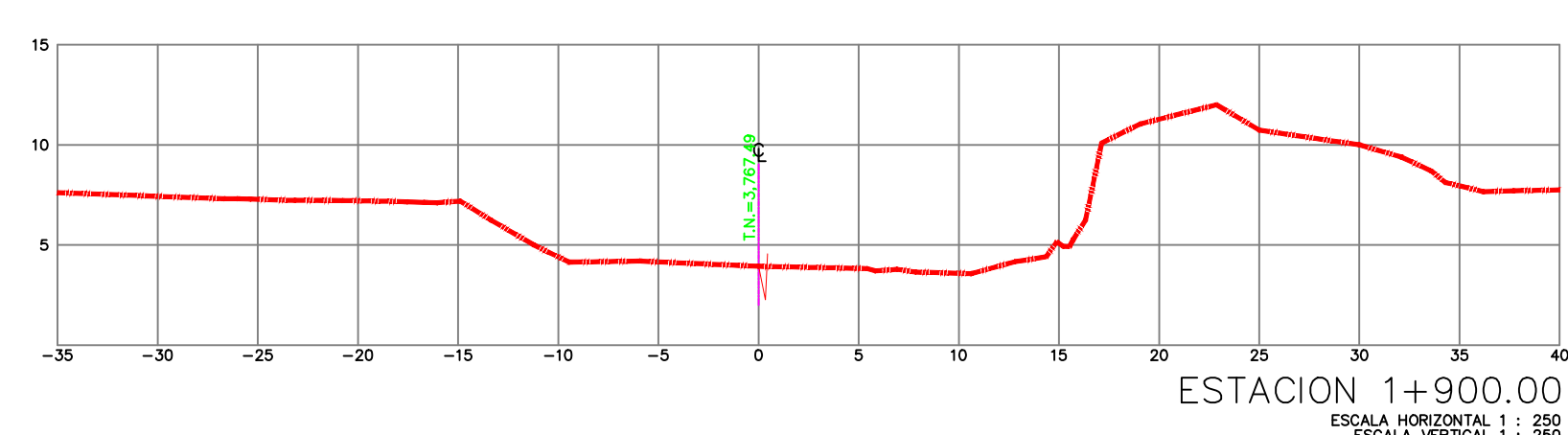
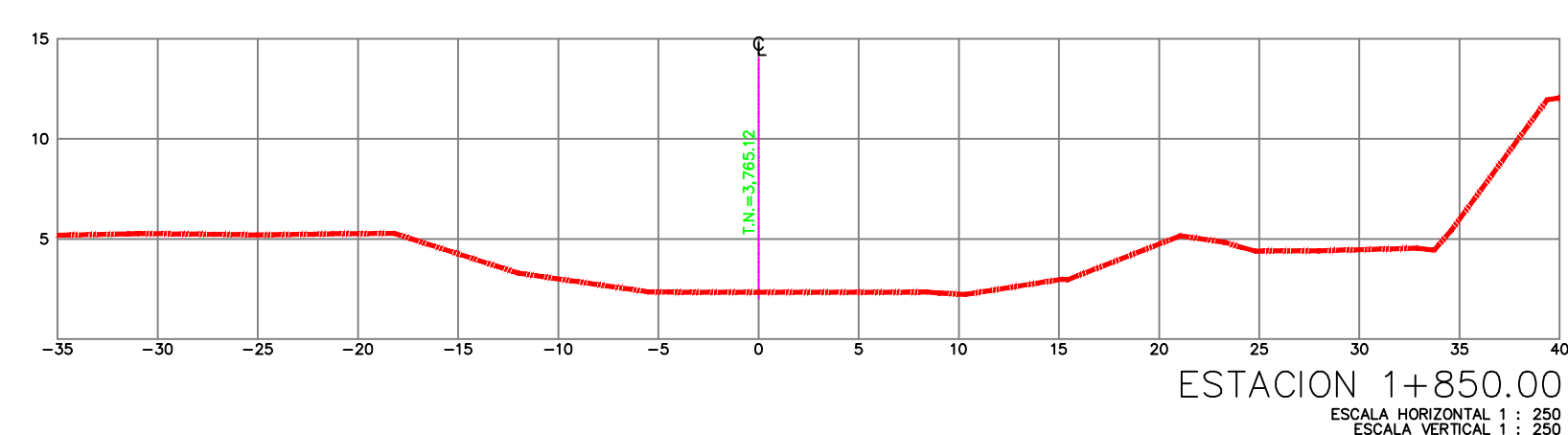
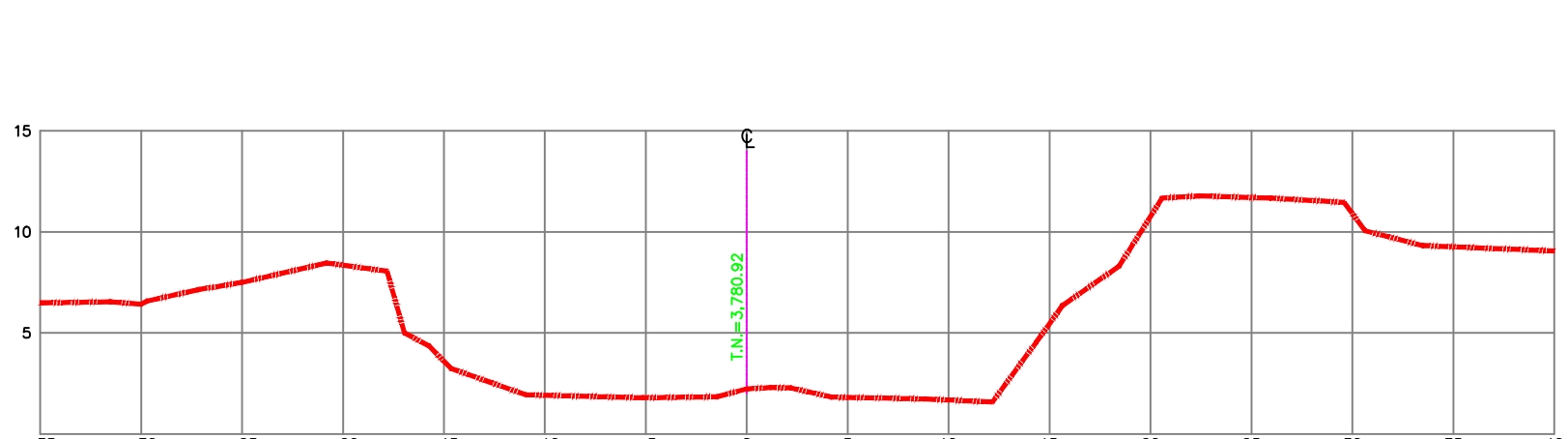
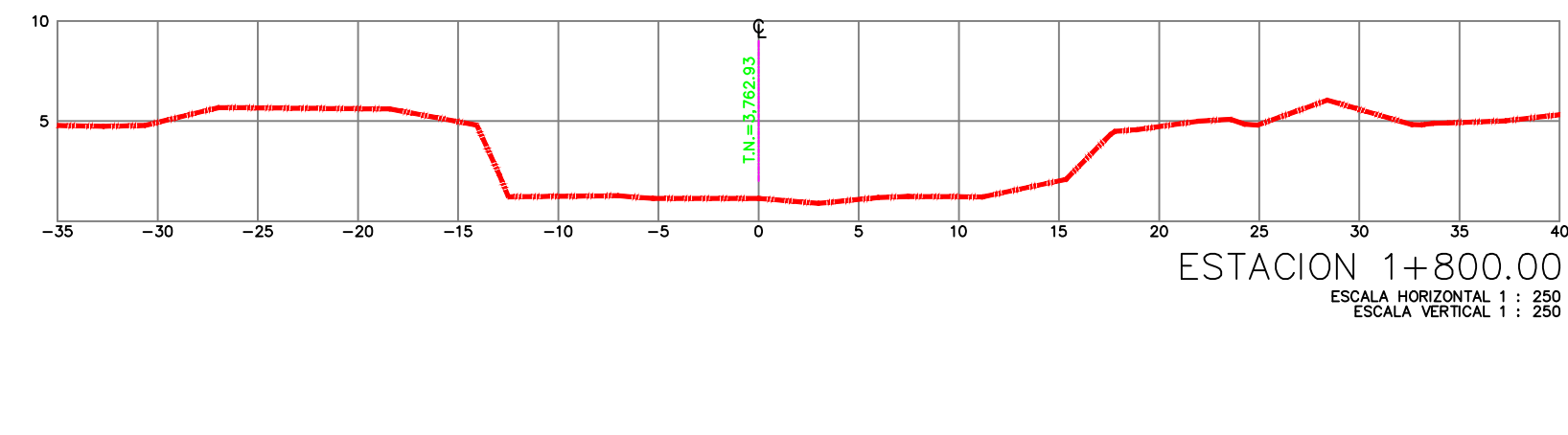
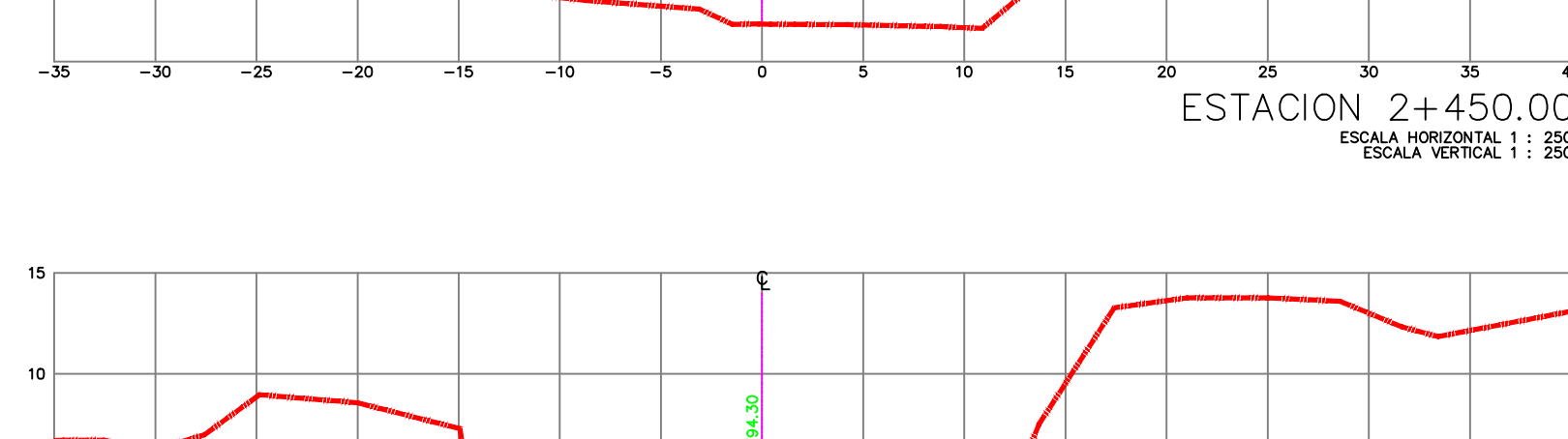
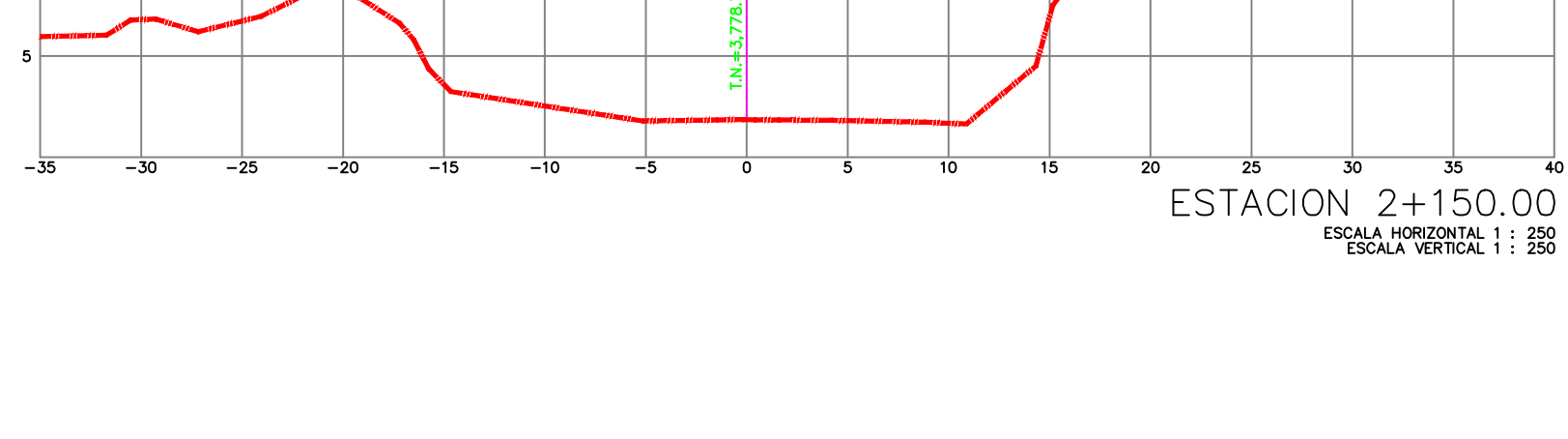
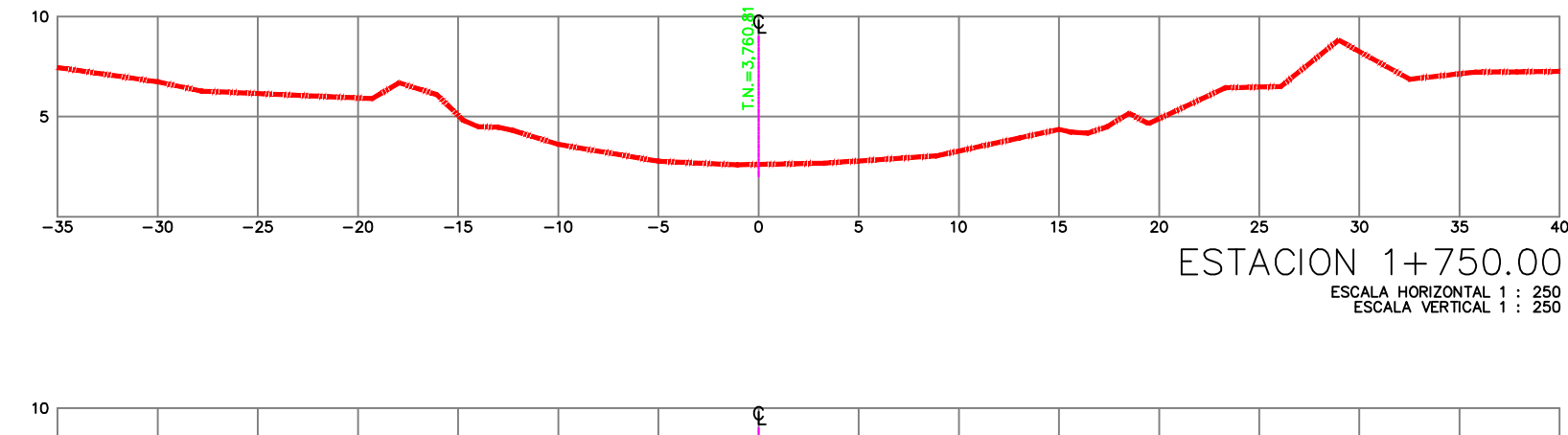
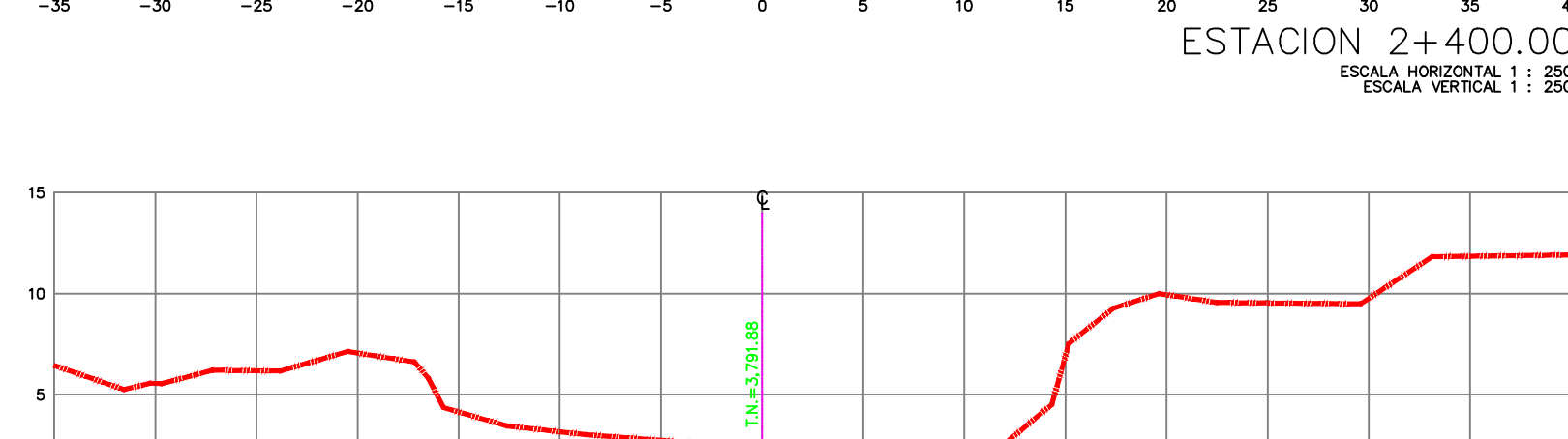
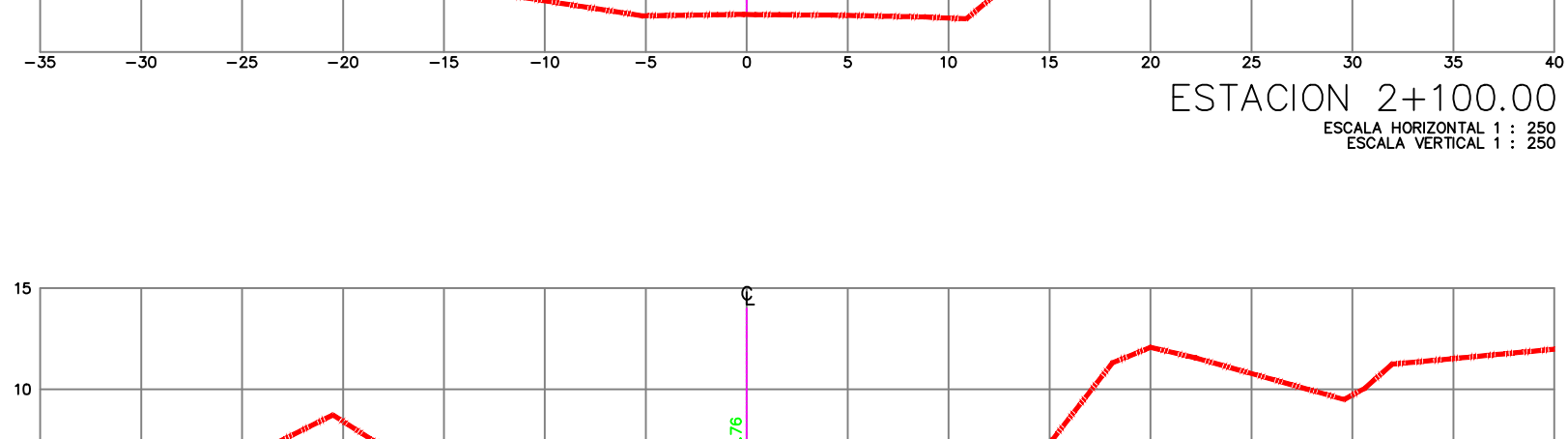
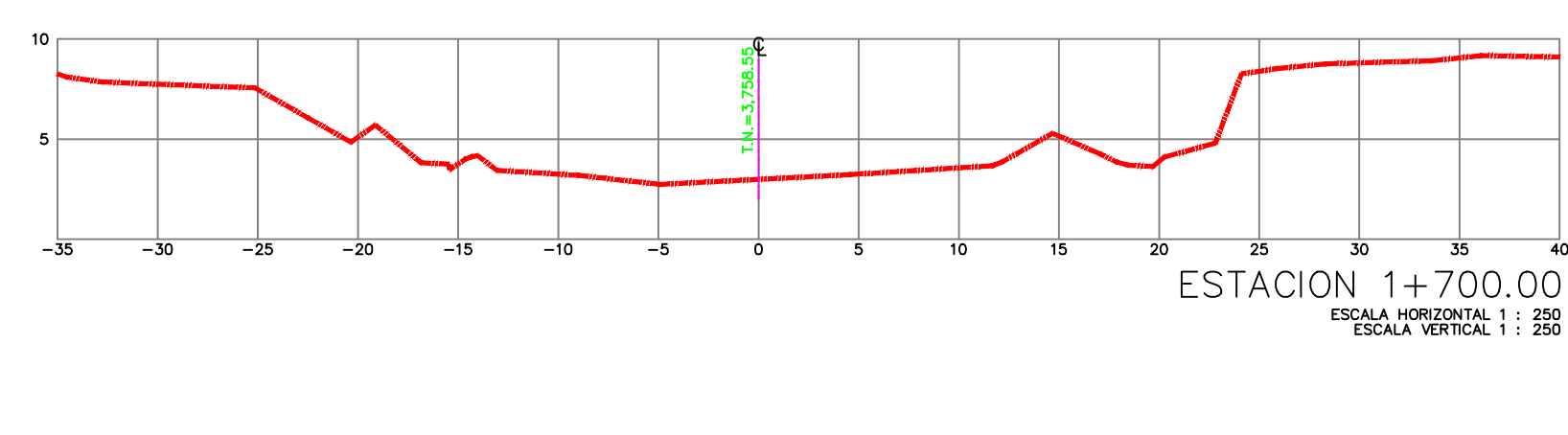
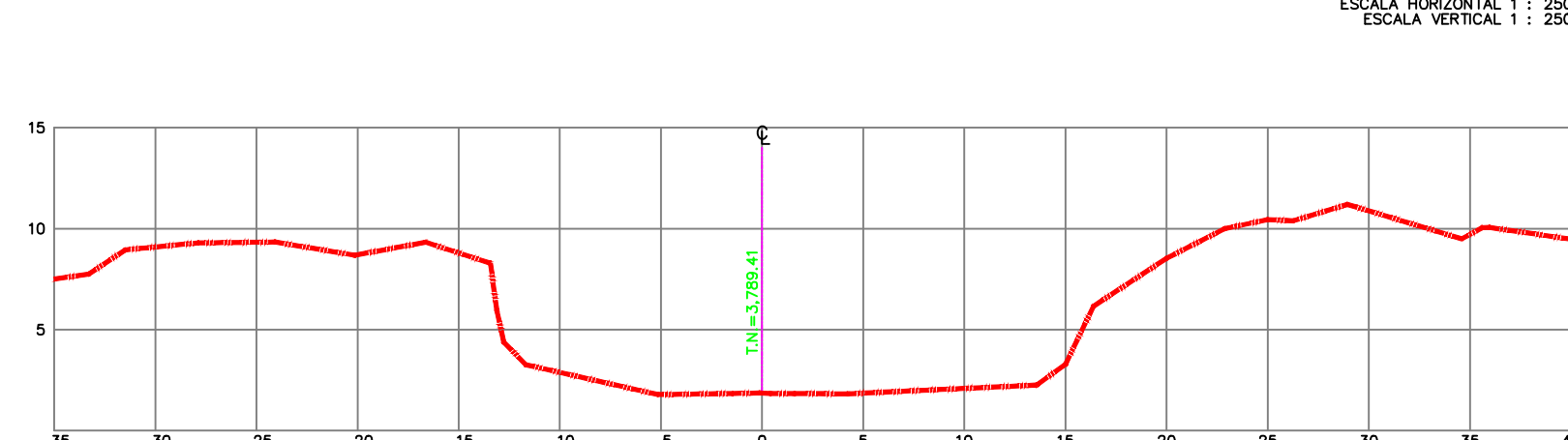
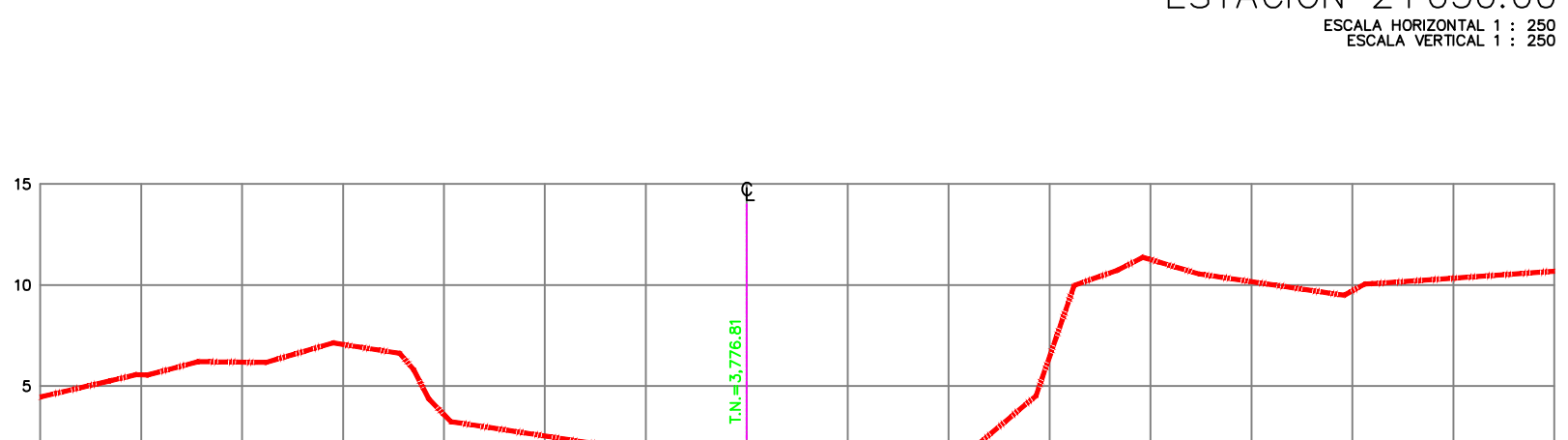
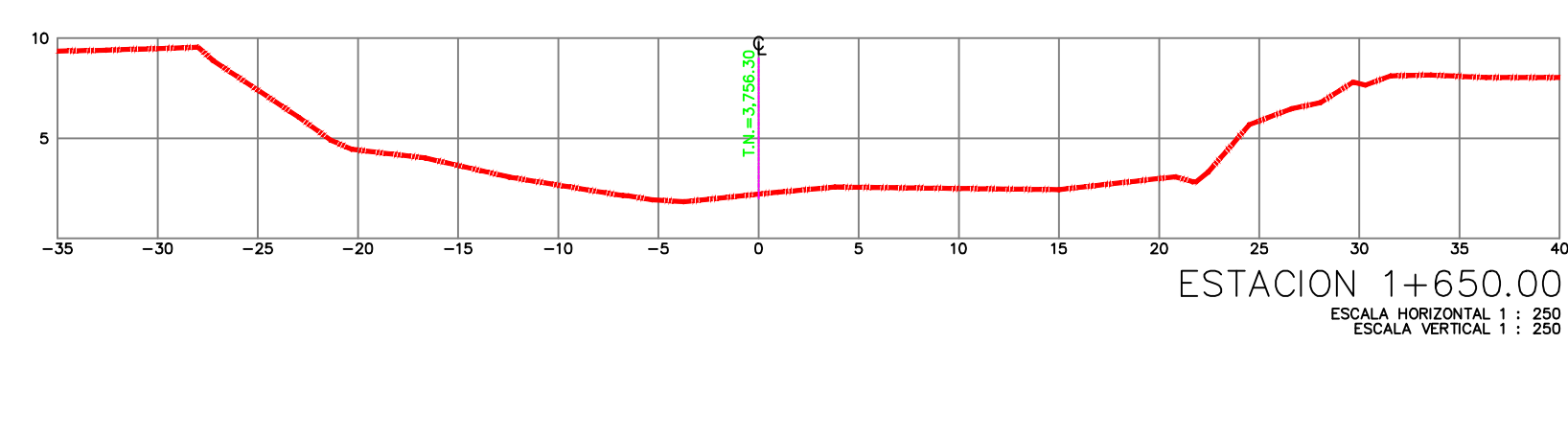
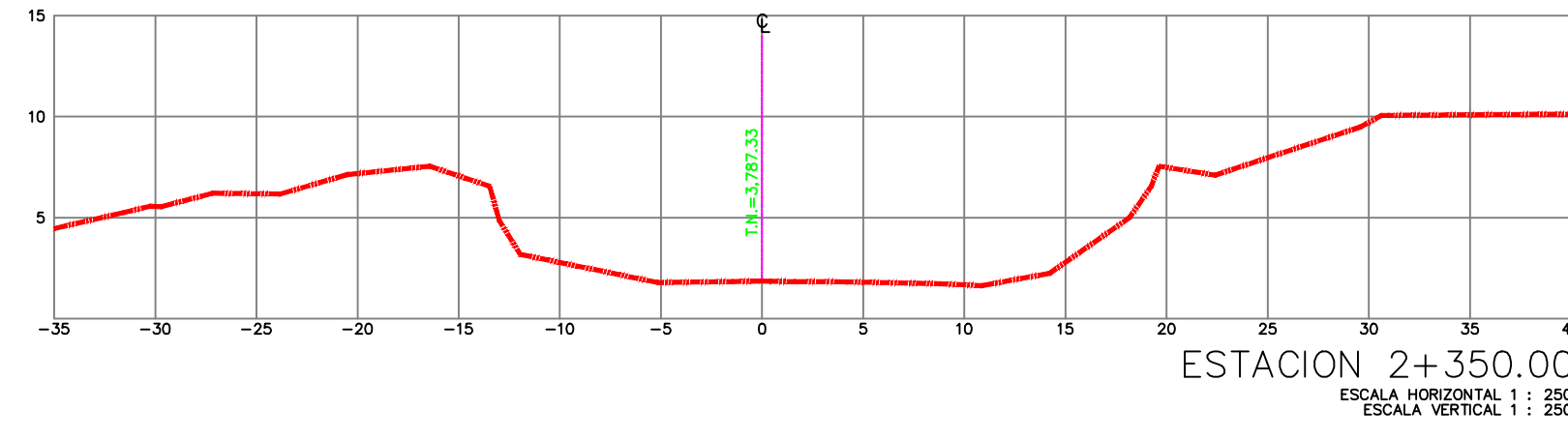
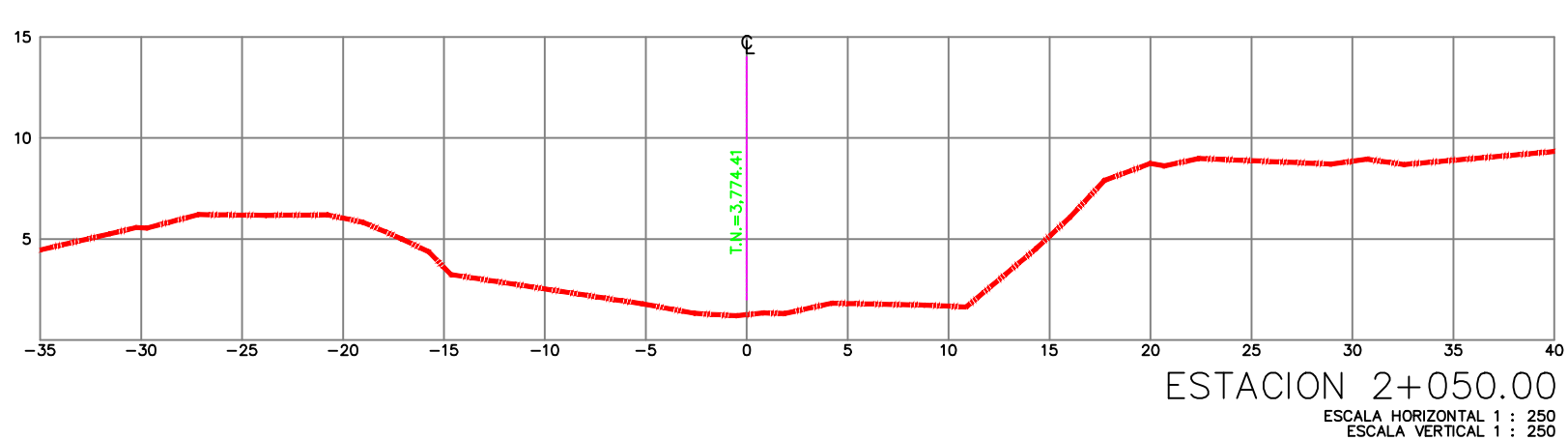
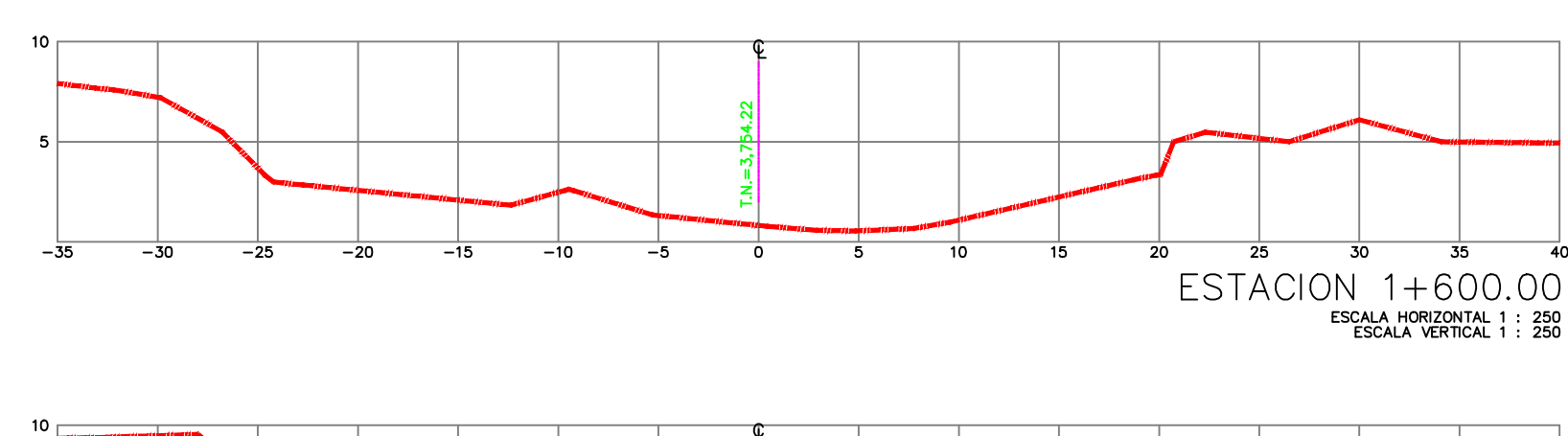
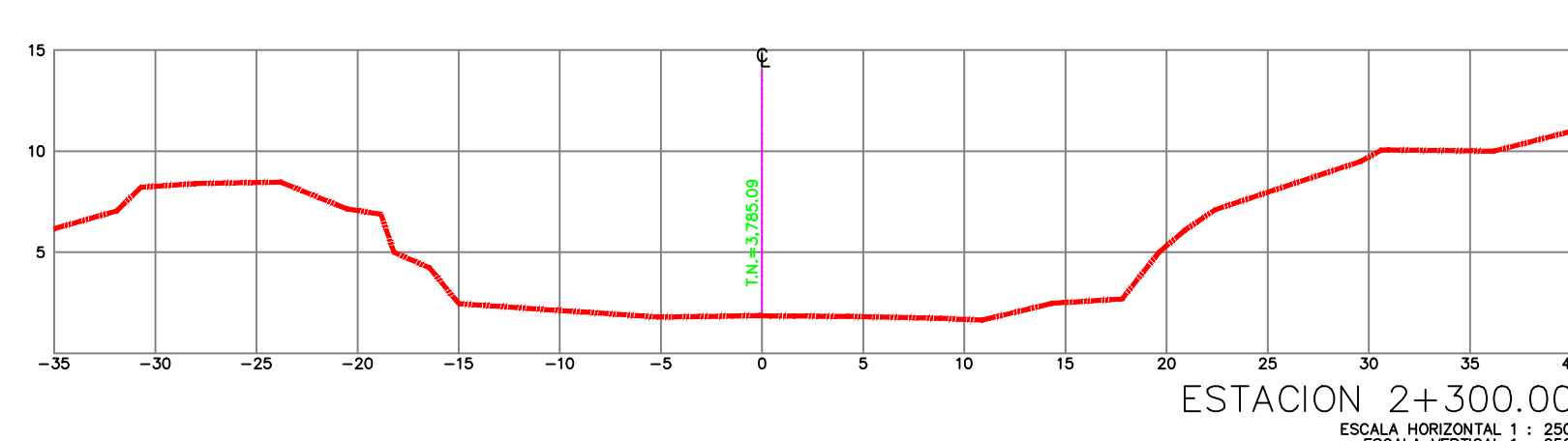
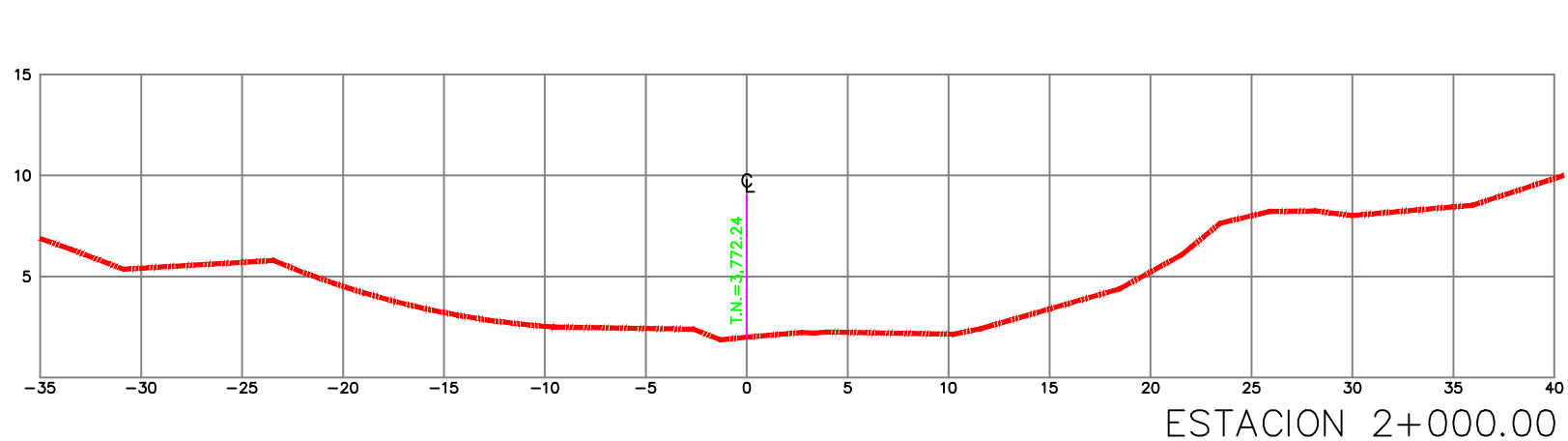
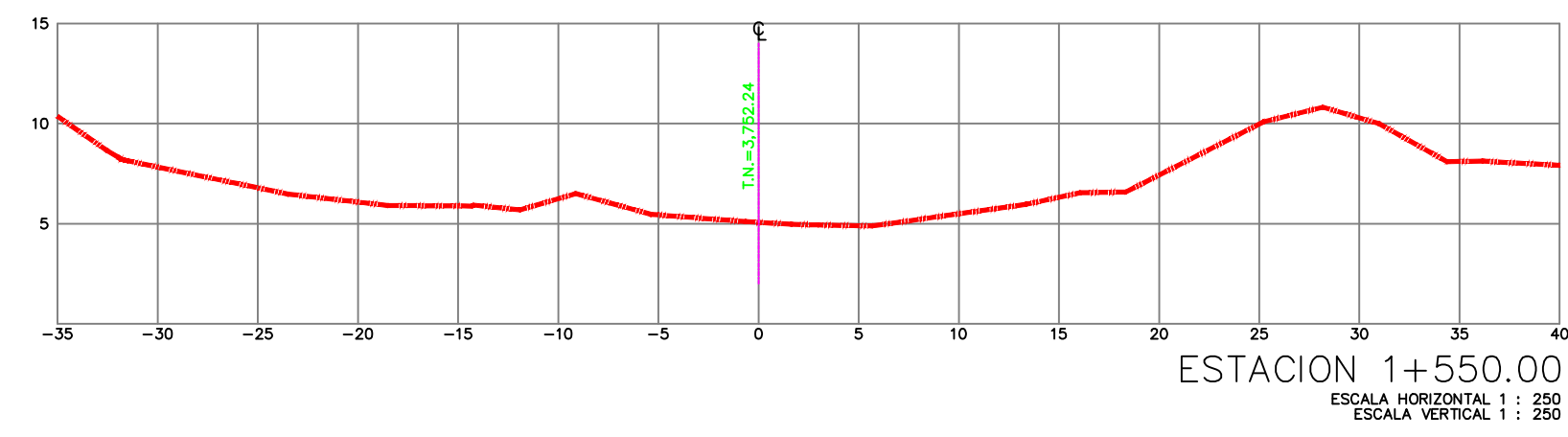
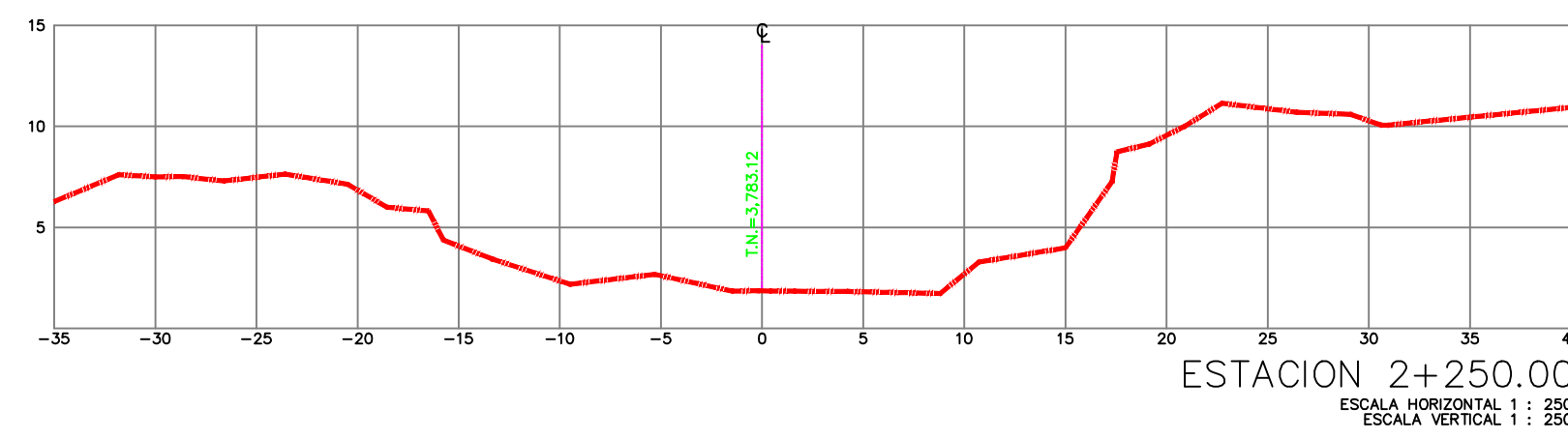
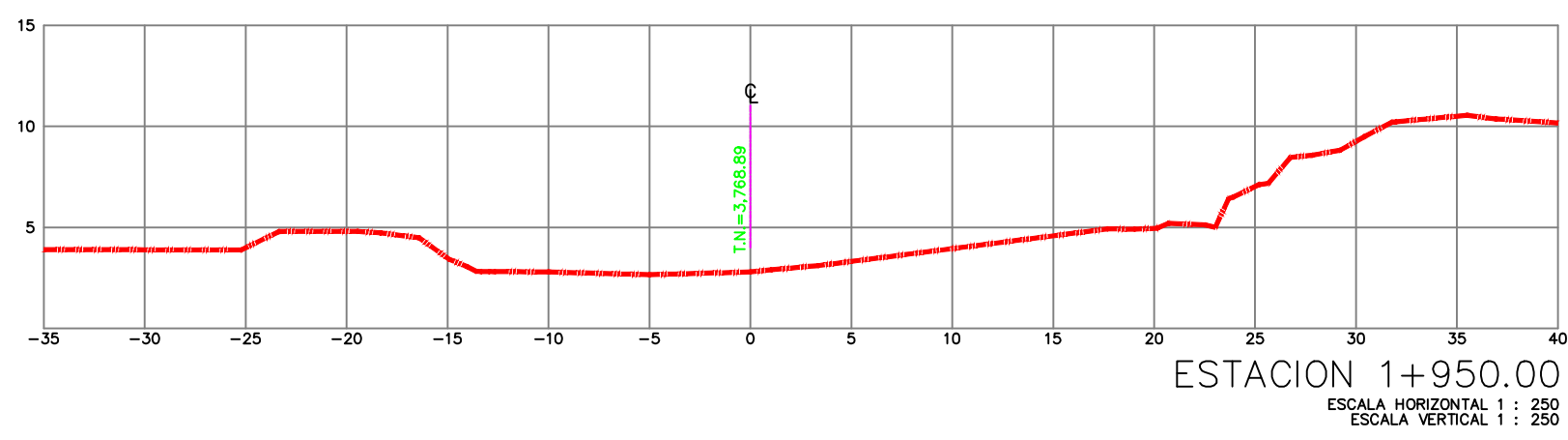
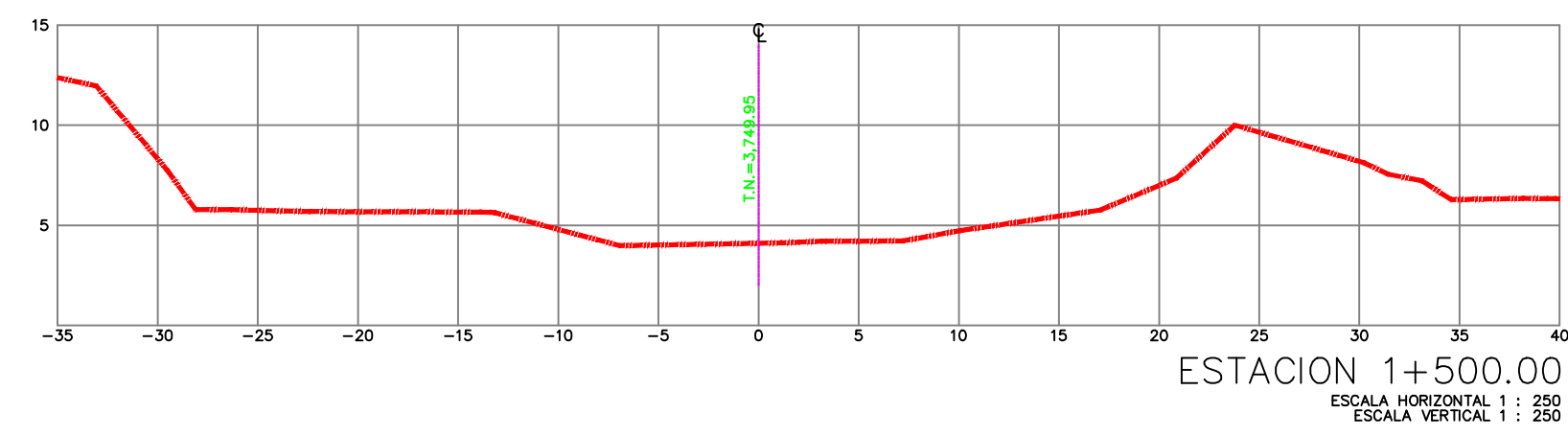
ESC: 1/2000


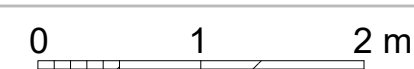


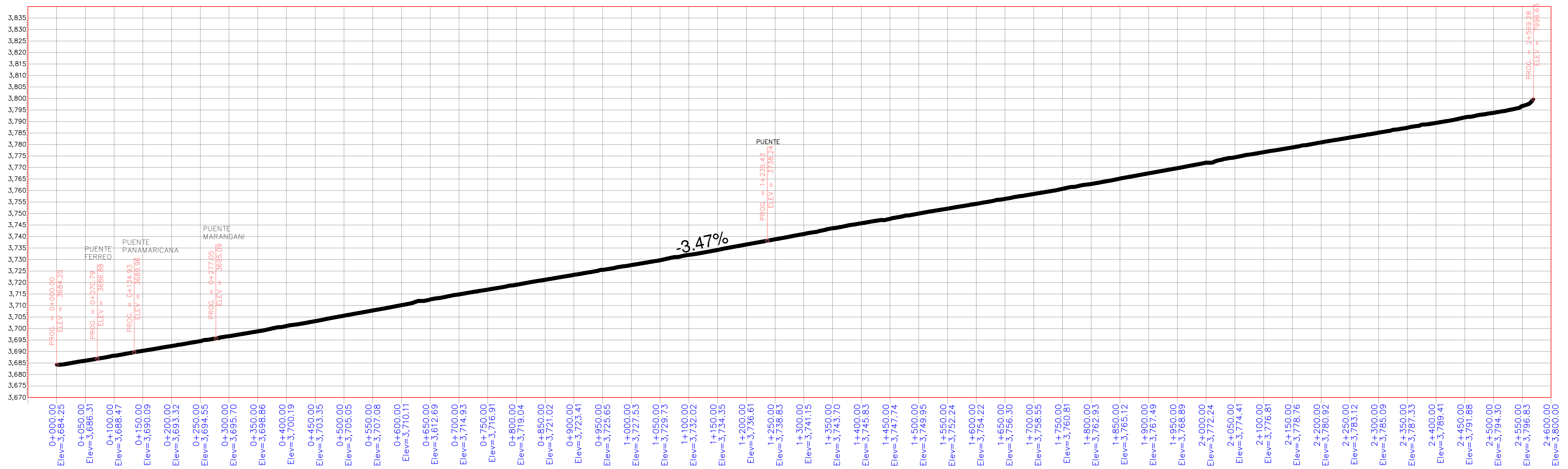
LEYENDA	
Descripción	Símbolo
Muro de Gaviones	
Colchón antisocavante	
Eje del río	
Borde máximo abarcado	
Cause actual del río	
Viviendas	
Carretera	
Curvas de nivel	

PLANTA GENERAL DEFENSA RIBEREÑA

ESC: 1/2000



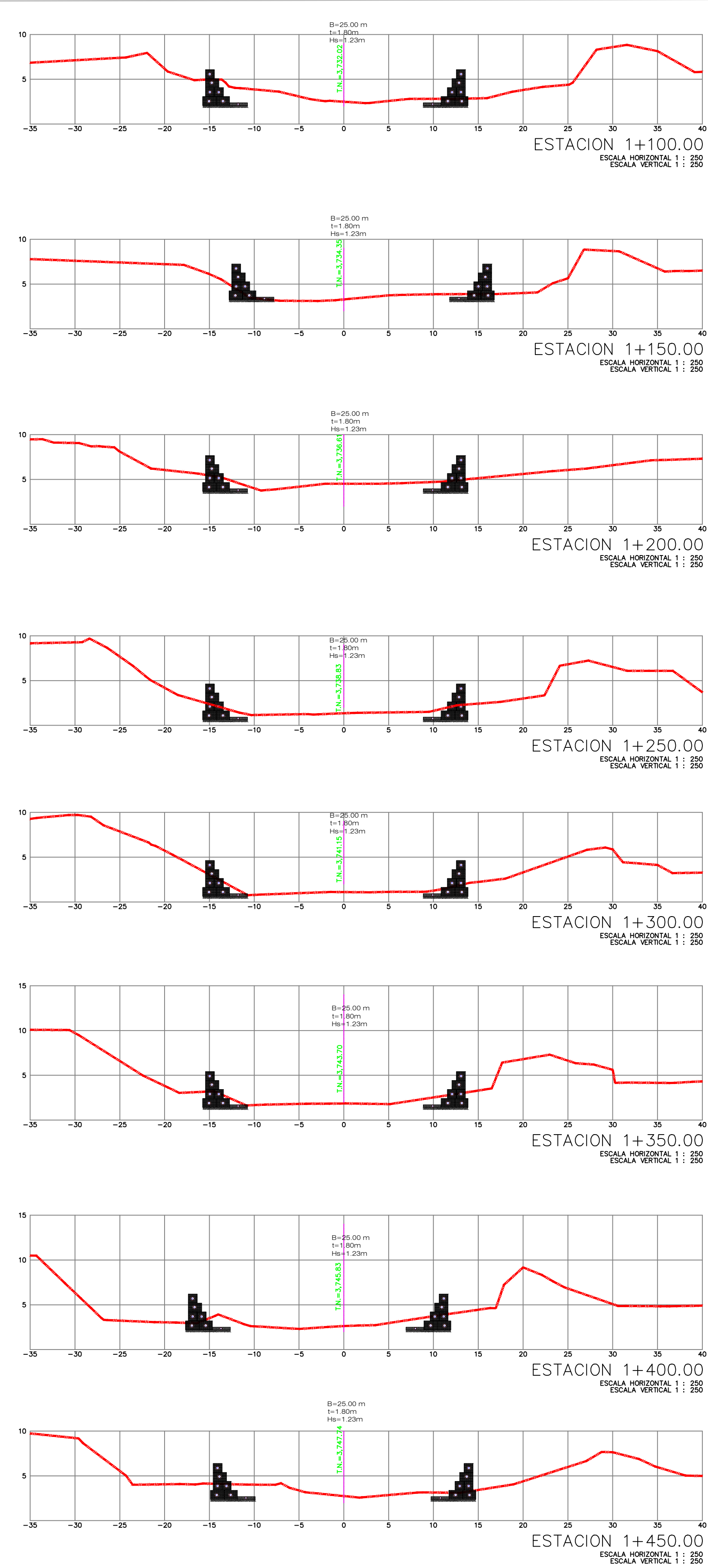
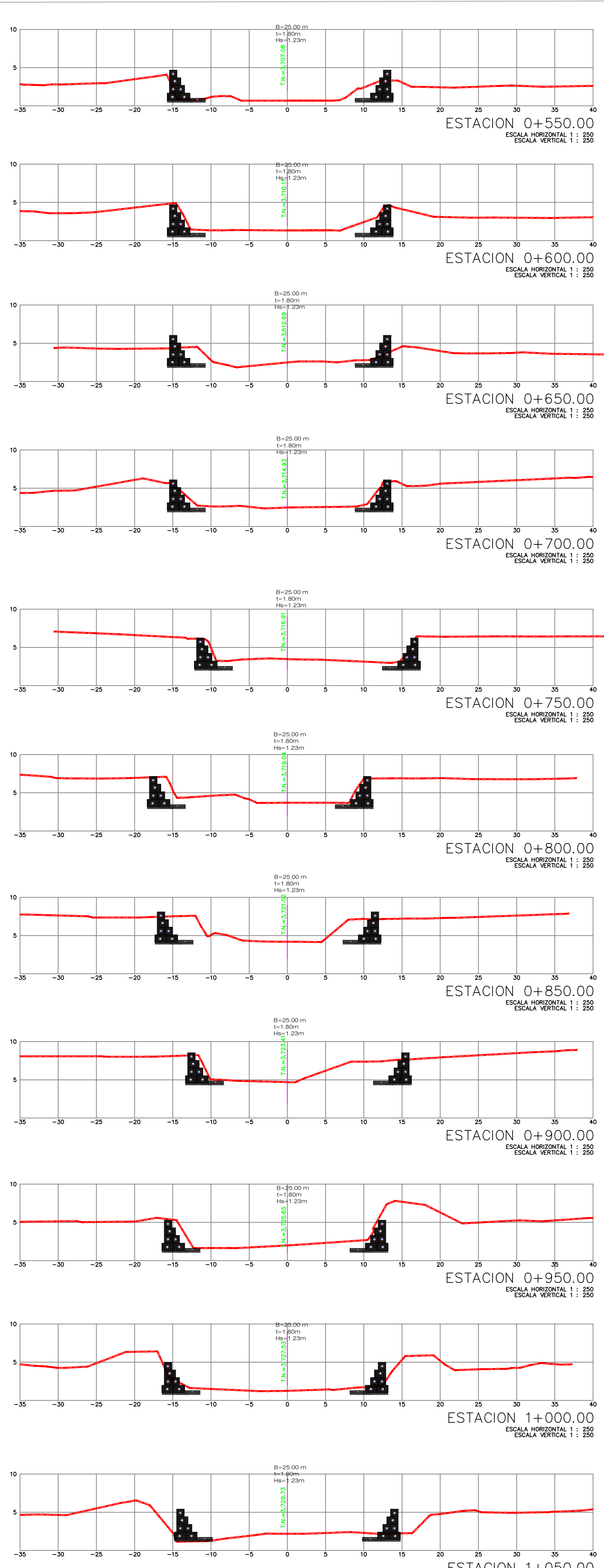
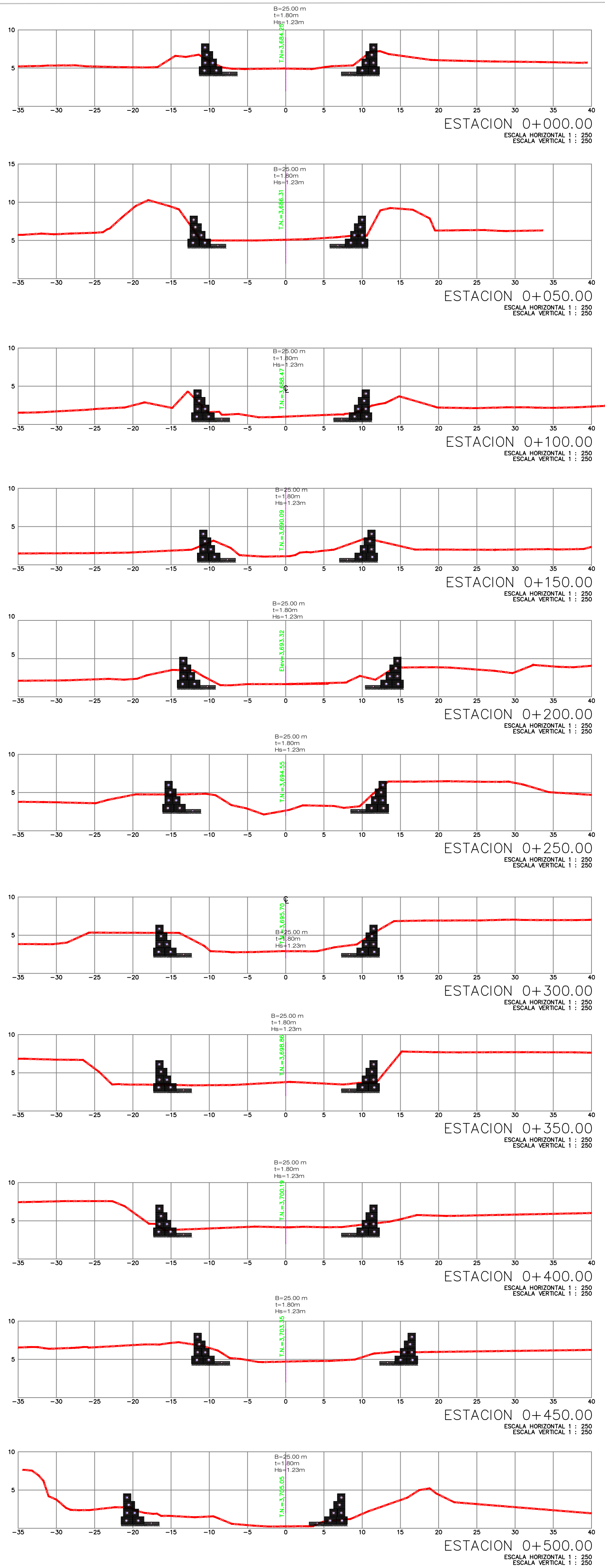
 <p>USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p>	<p>Facultad de Ingeniería y Arquitectura</p>	<p>TESIS: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHEQUÍÑA DEL DISTRITO DE MARNAGANI PROVINCIA DE CANCHIS Y DAPARTAMENTO DE CUSCO</p>	<p>UBICACION:</p>
		<p>TESISTA: BACH. RUFO HOSMER HALANOCCA YANA</p>	<p>Localidad : Cuenca del río Chequiña Provincia : CANCHIS Distrito : MARANGANI Departamento : CUSCO</p>
<p>PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES</p>		<p>LAMINA:</p>	
<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: ABRIL 2023</p>	<p>DISÑO: R.H.Y.</p>	<p>0 1 2 m.</p> 
			<p>TP-04</p>




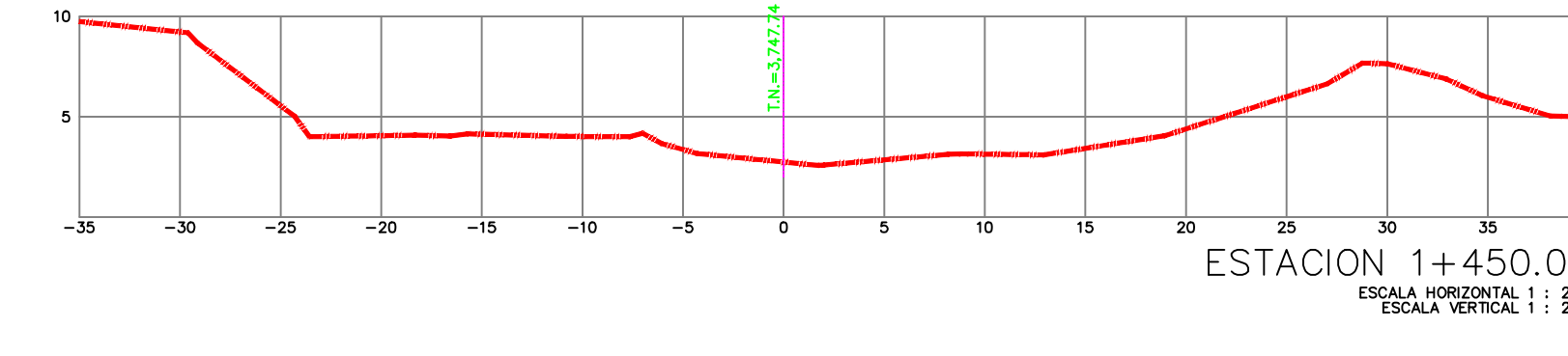
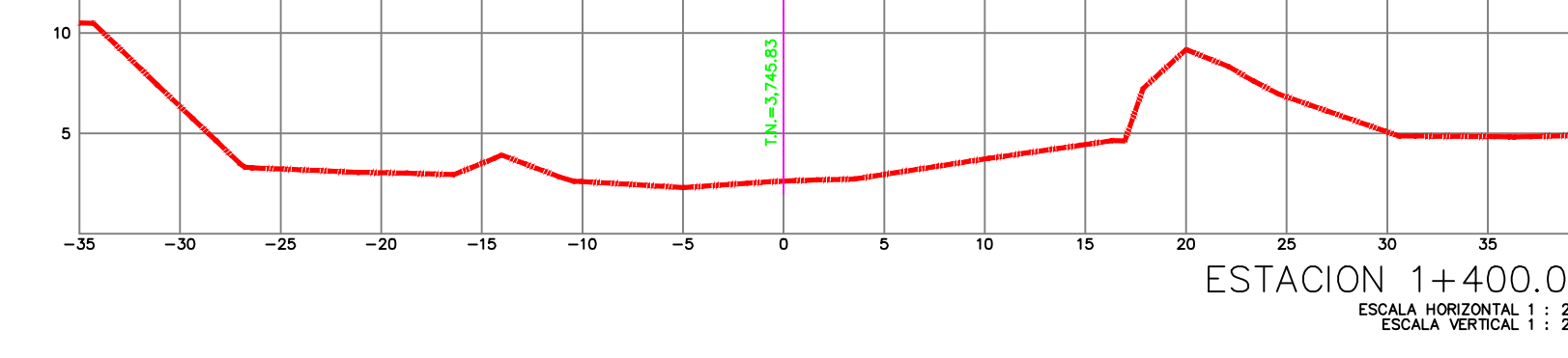
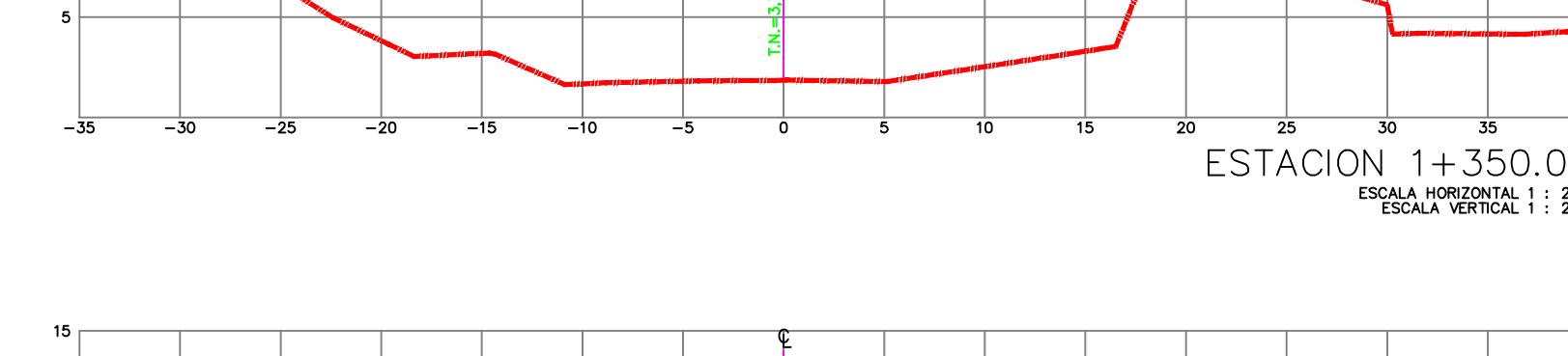
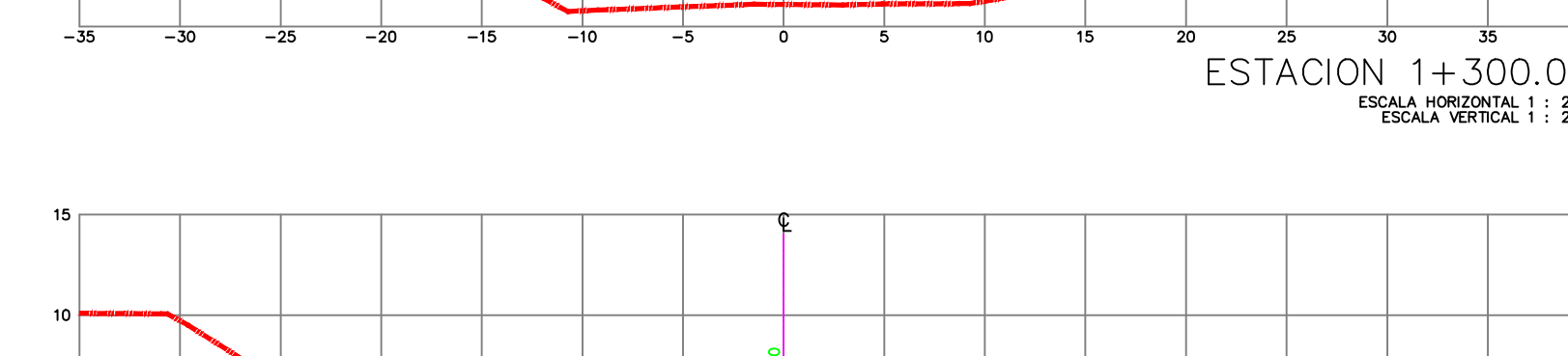
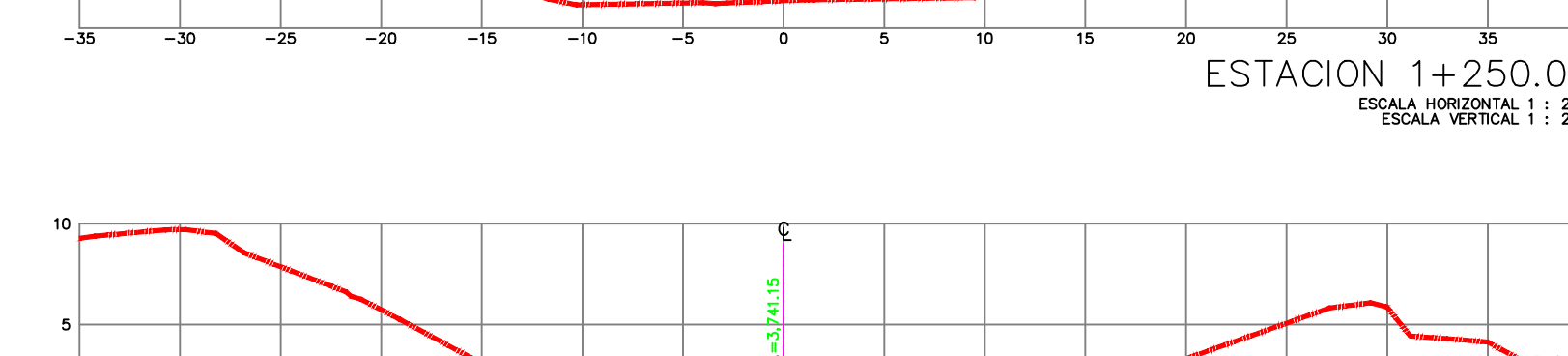
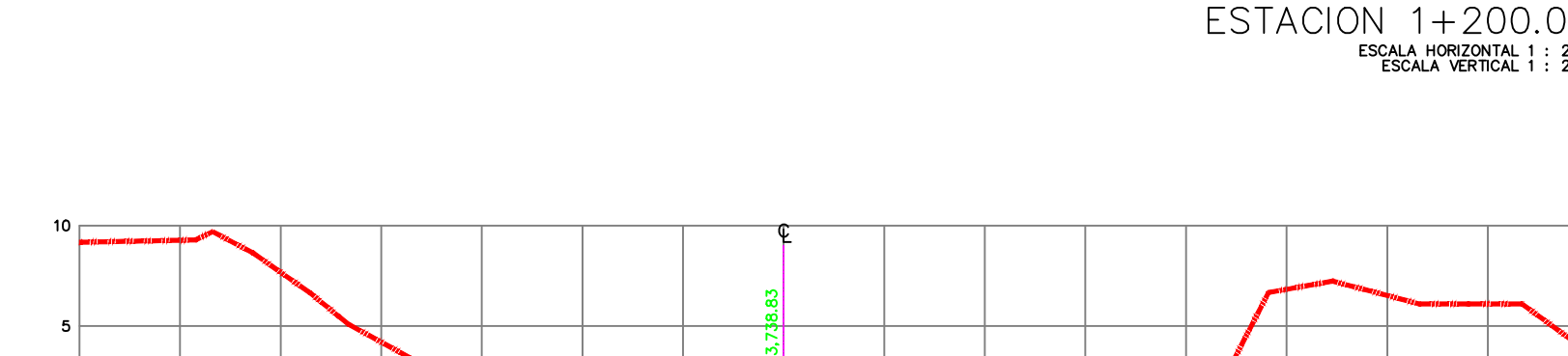
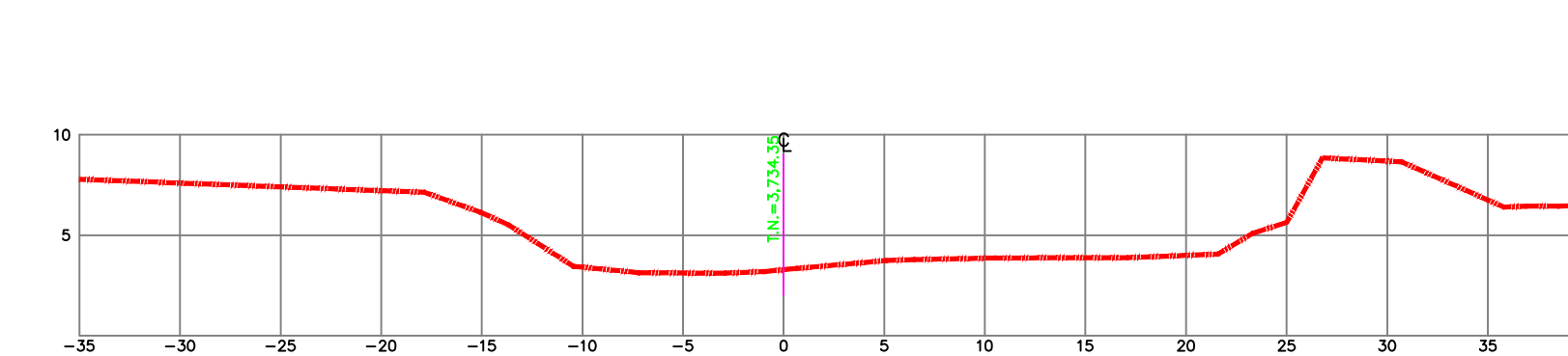
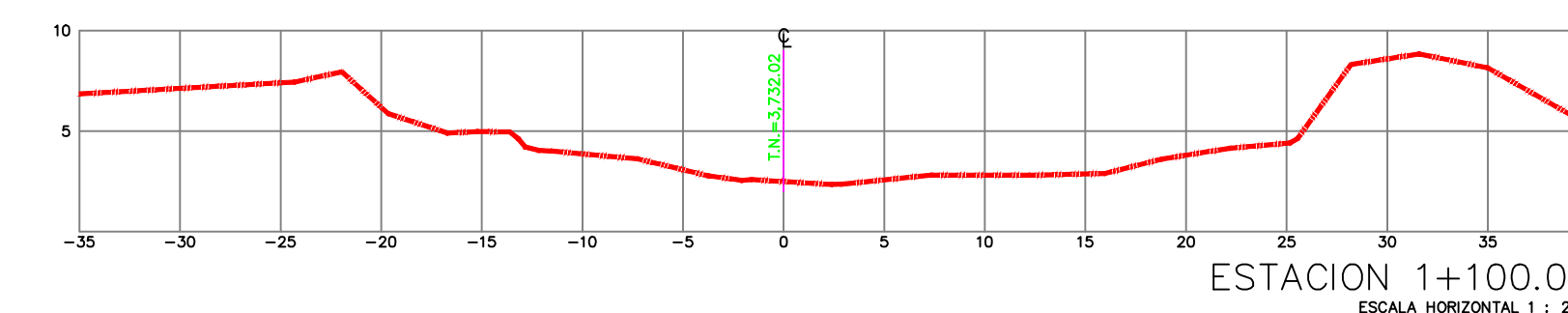
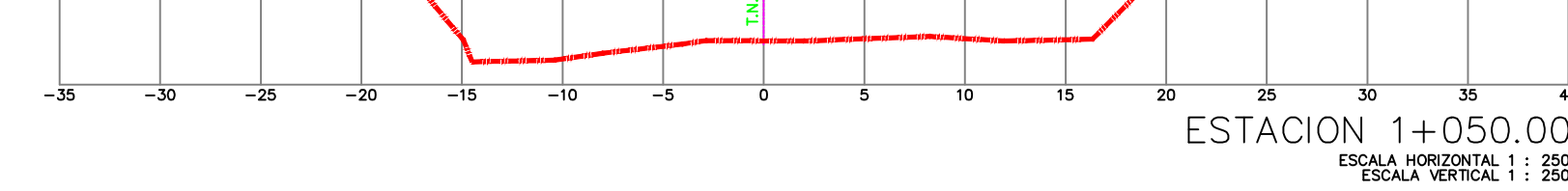
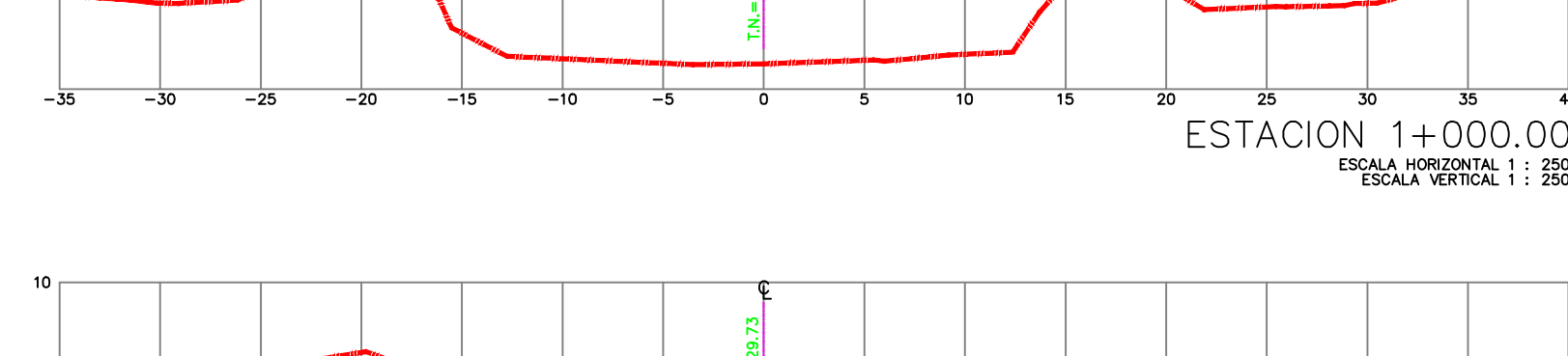
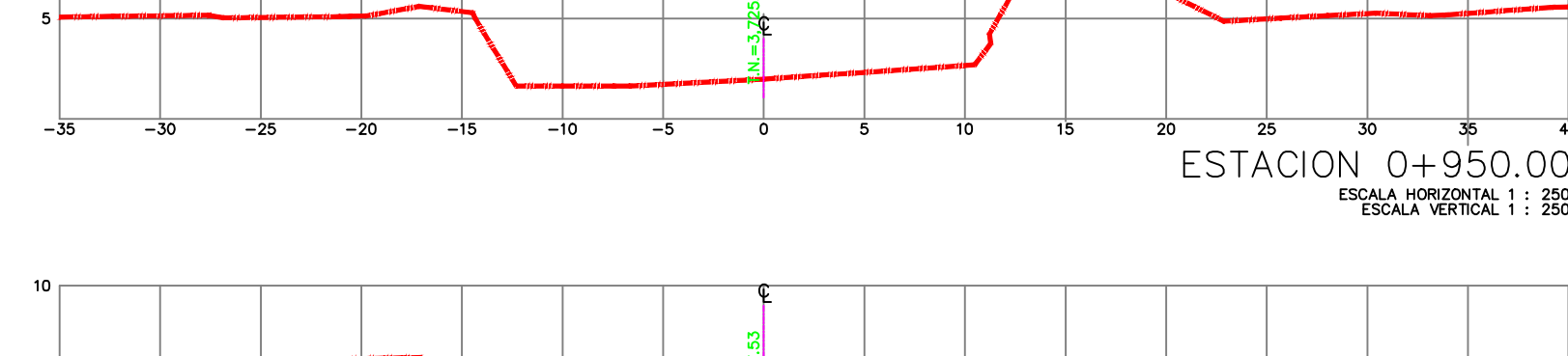
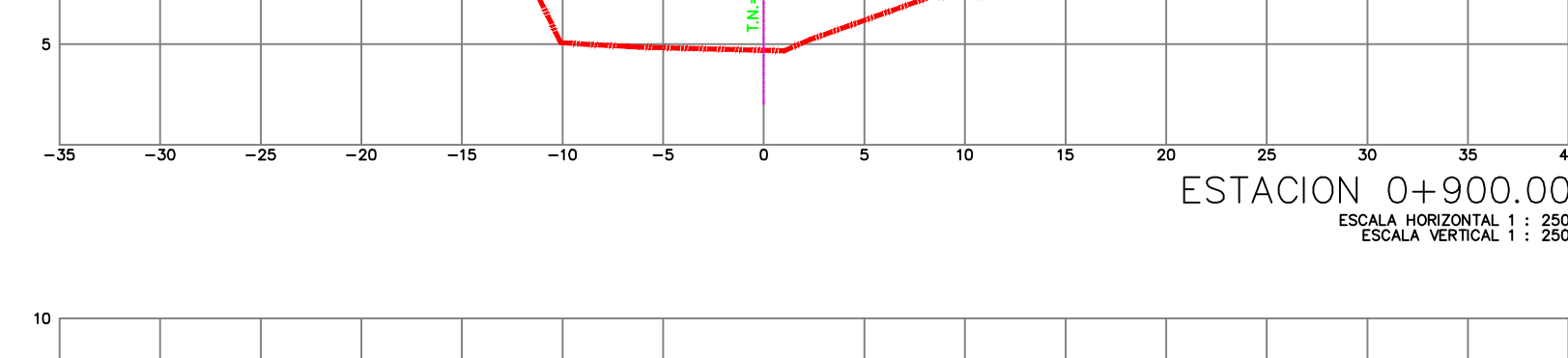
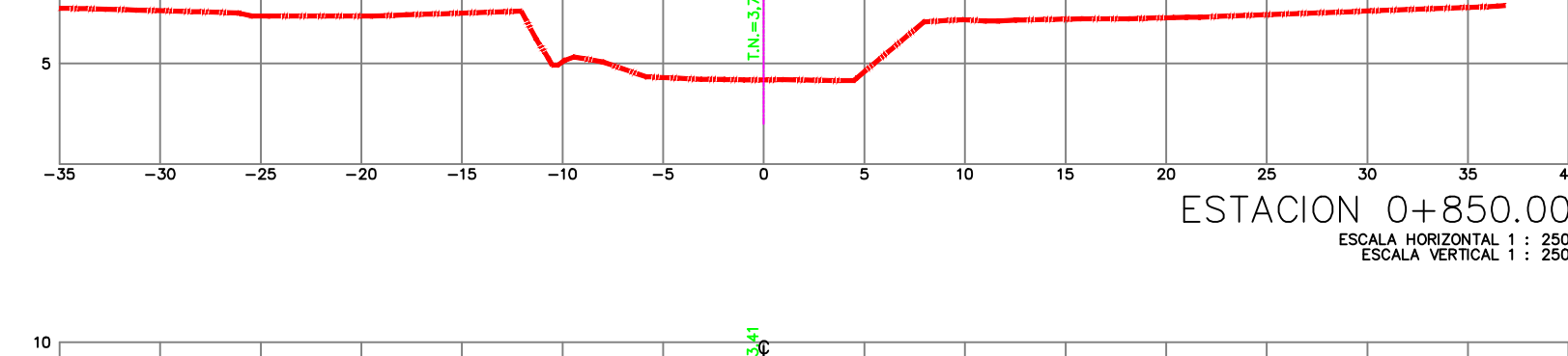
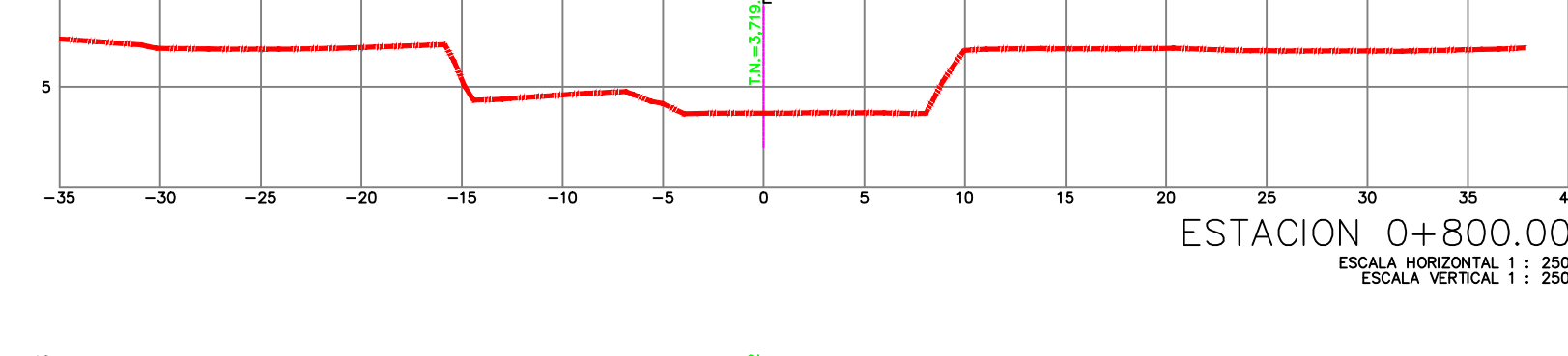
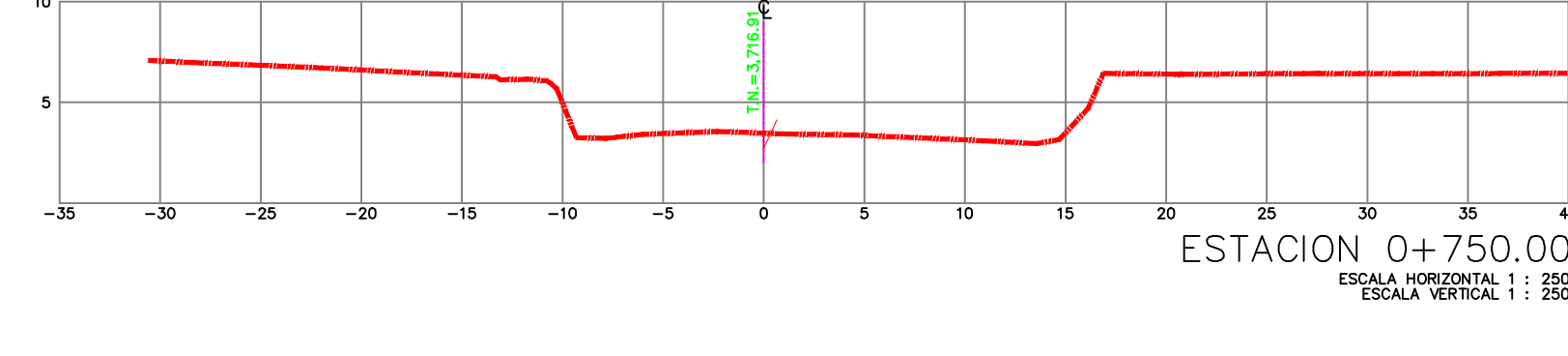
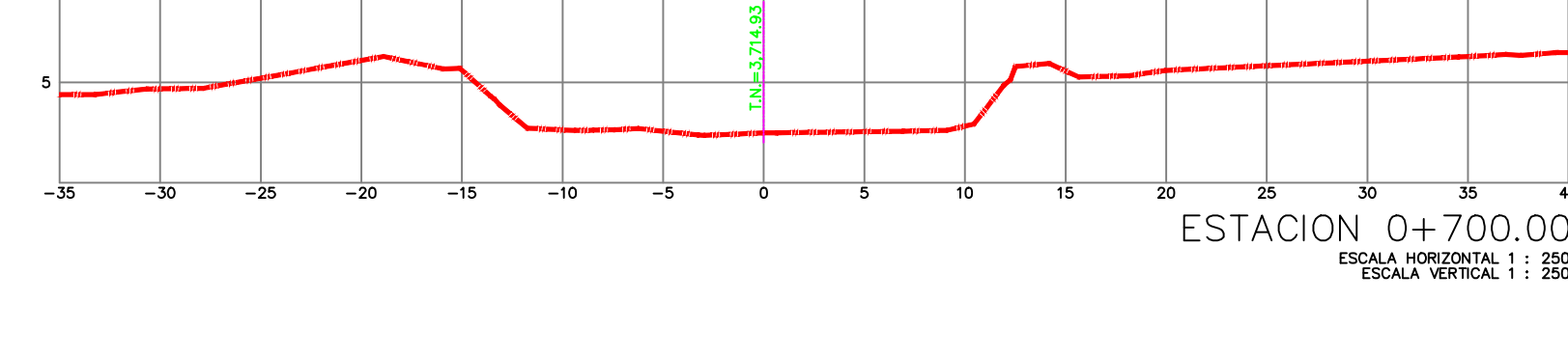
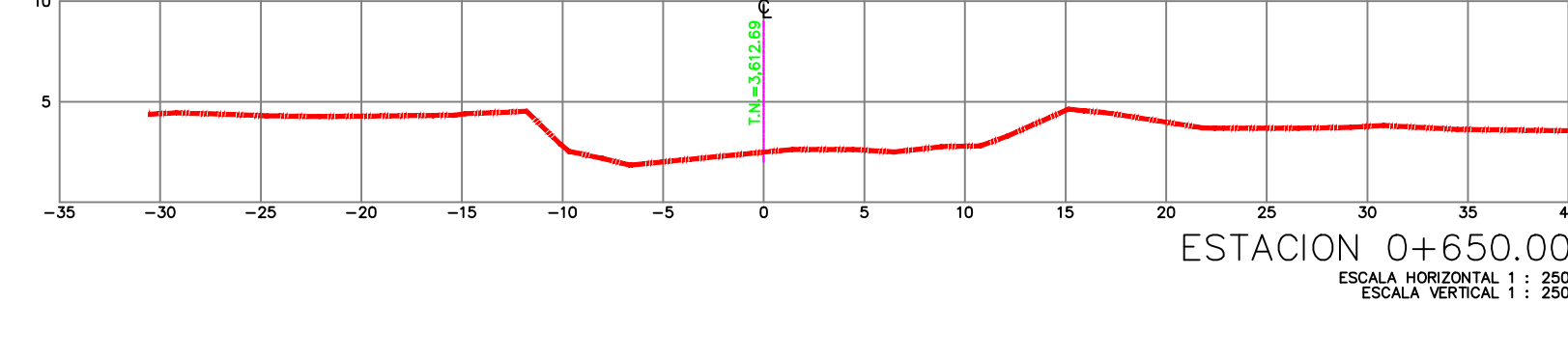
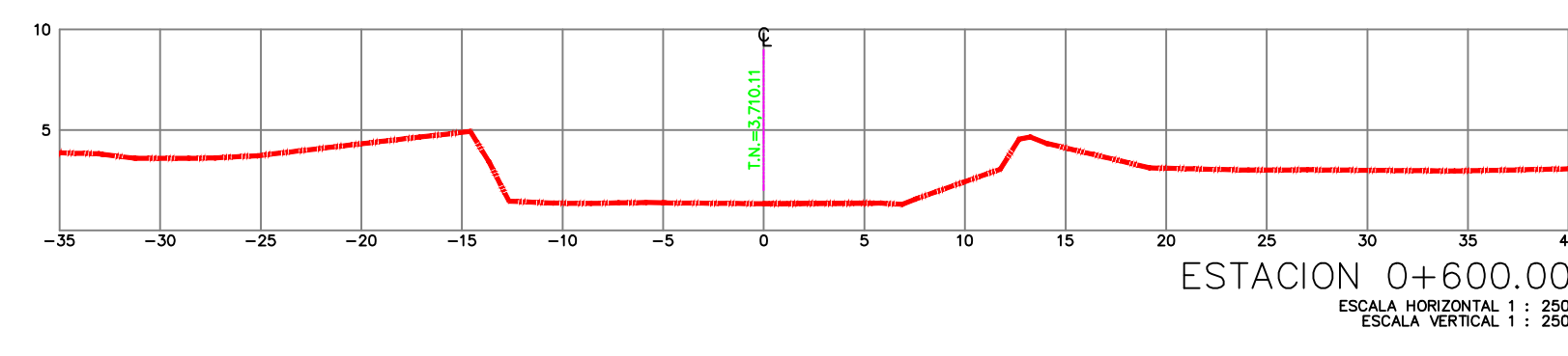
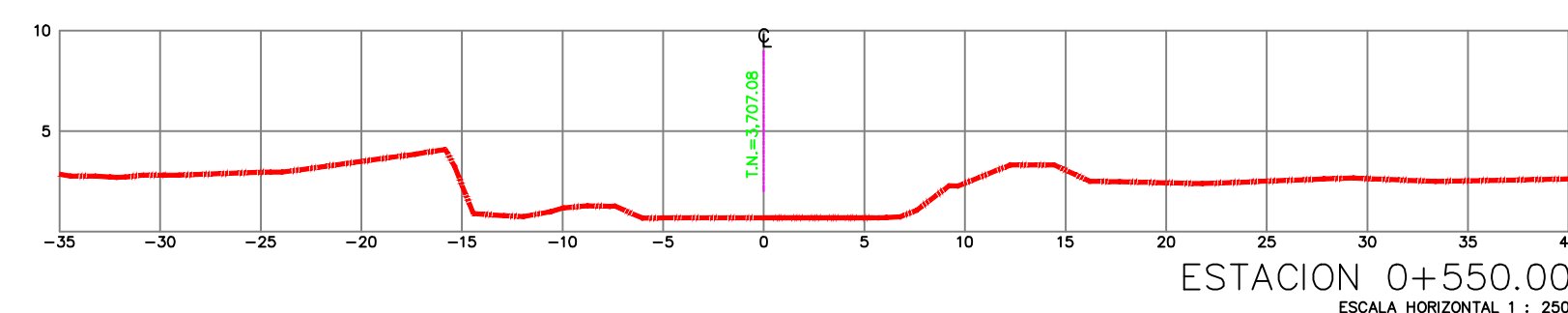
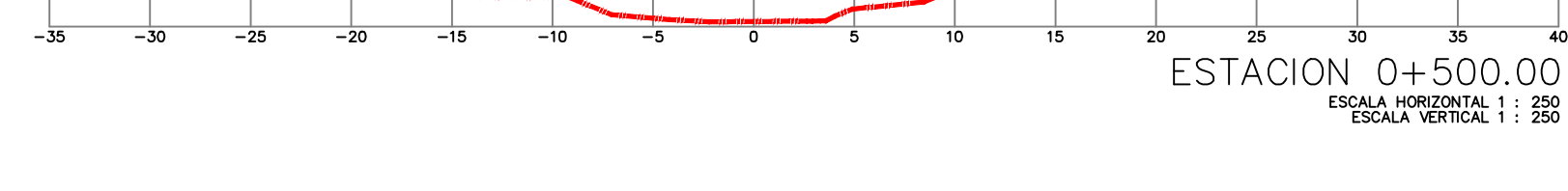
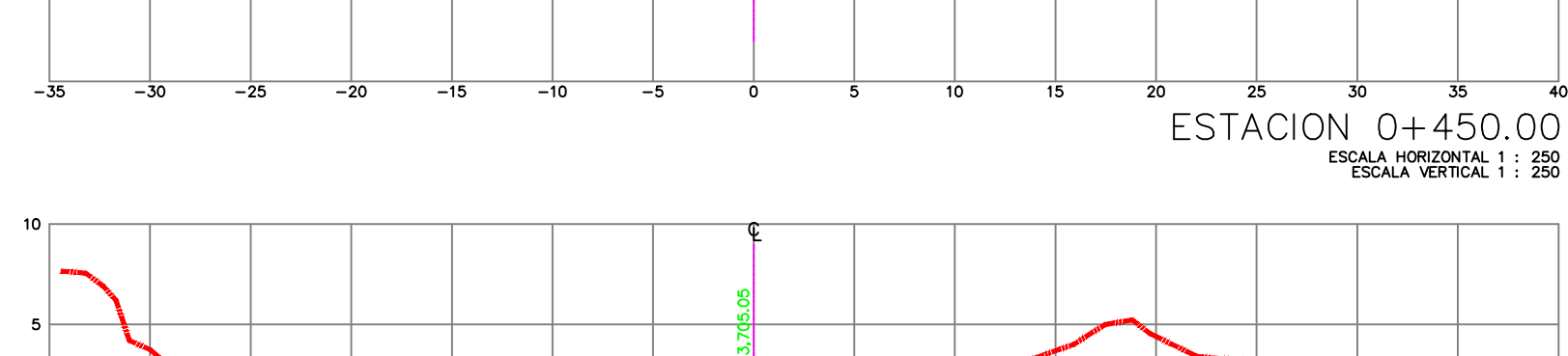
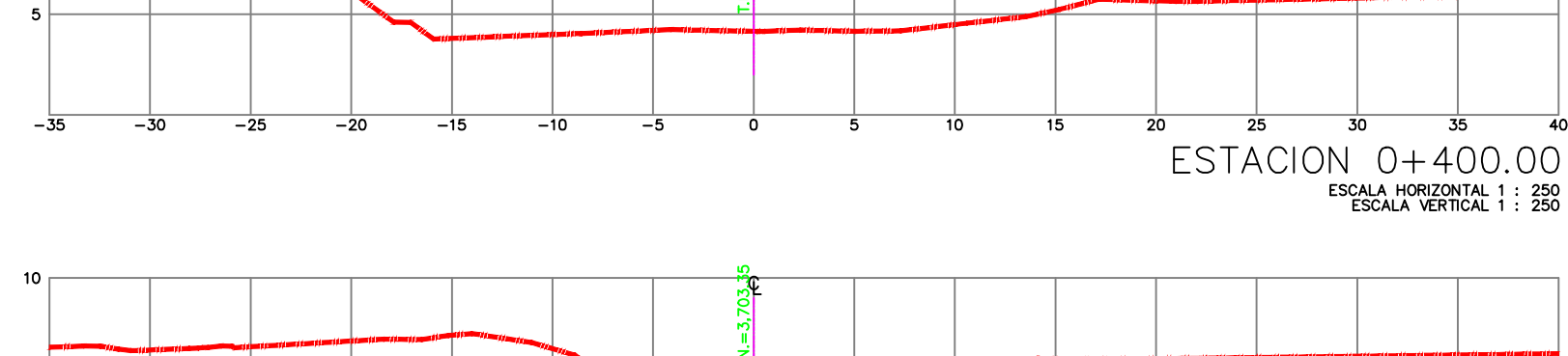
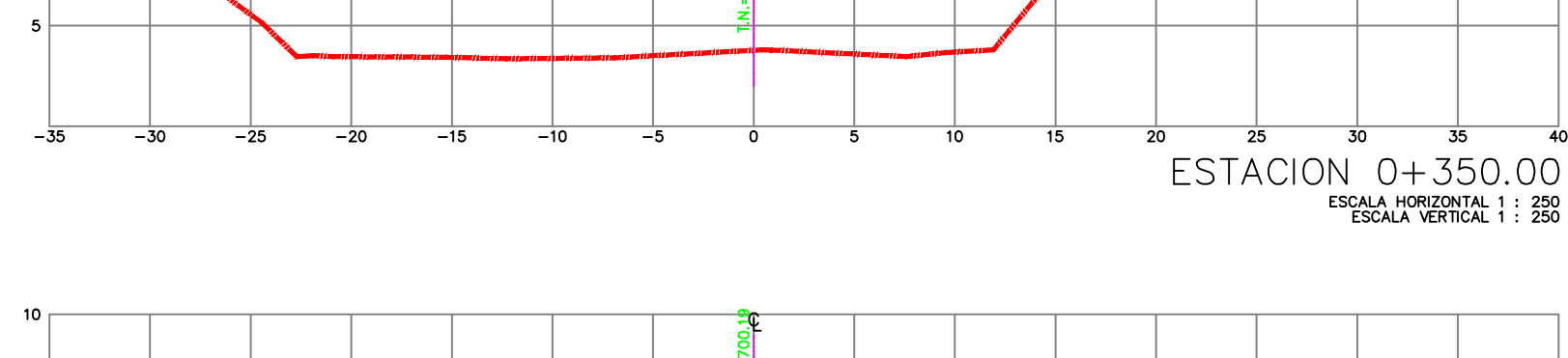
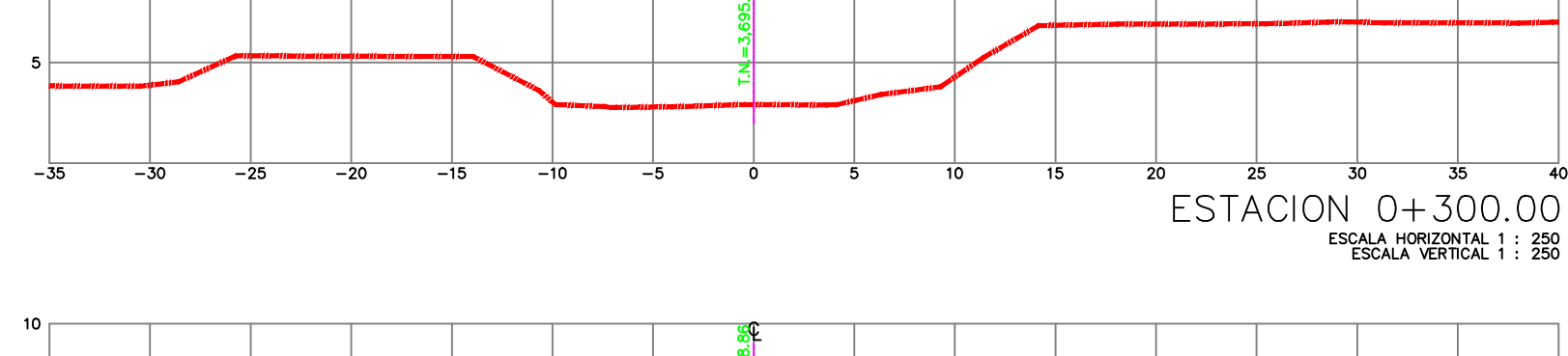
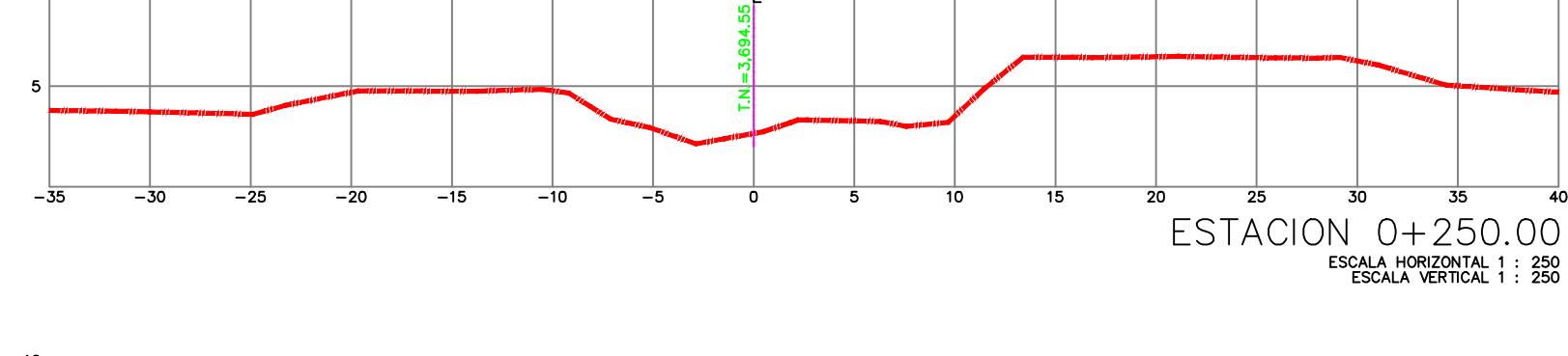
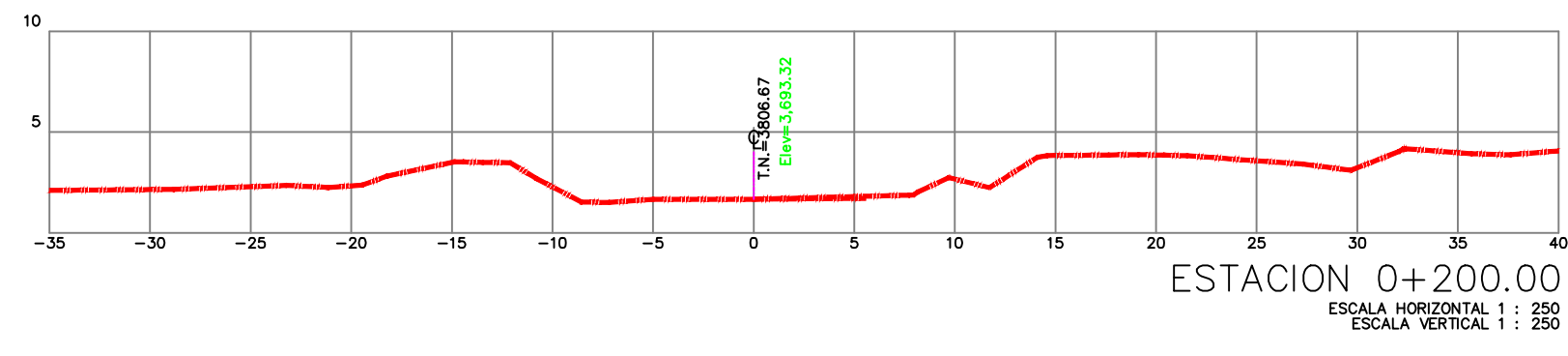
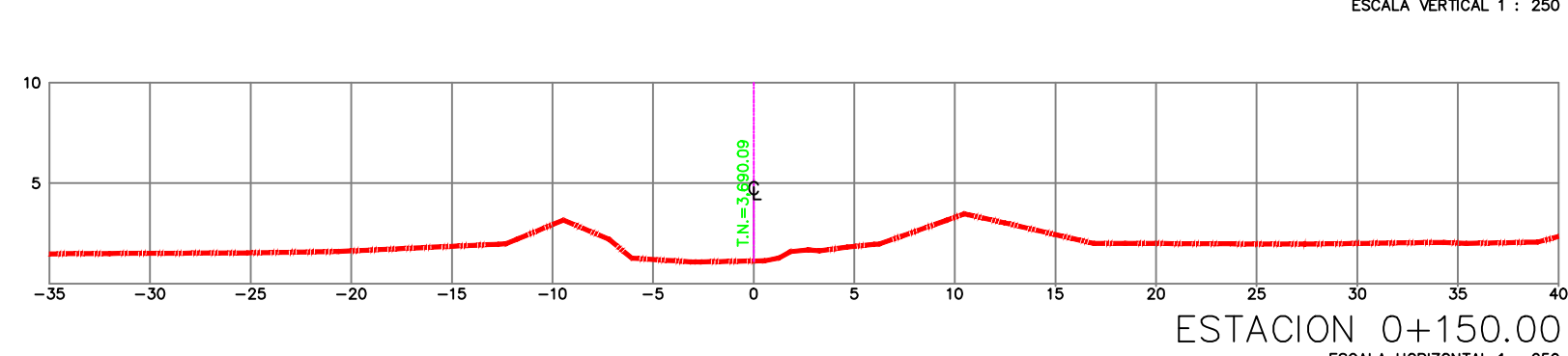
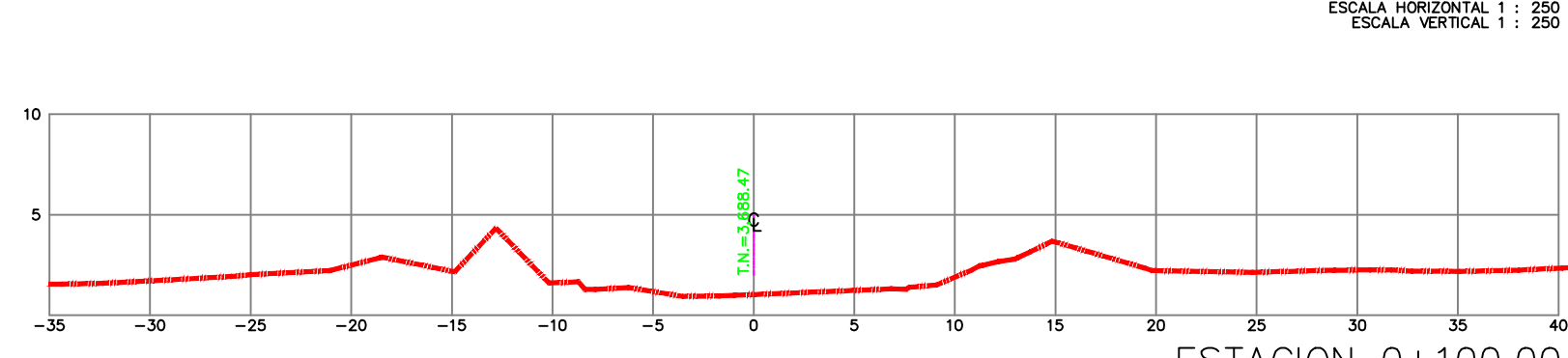
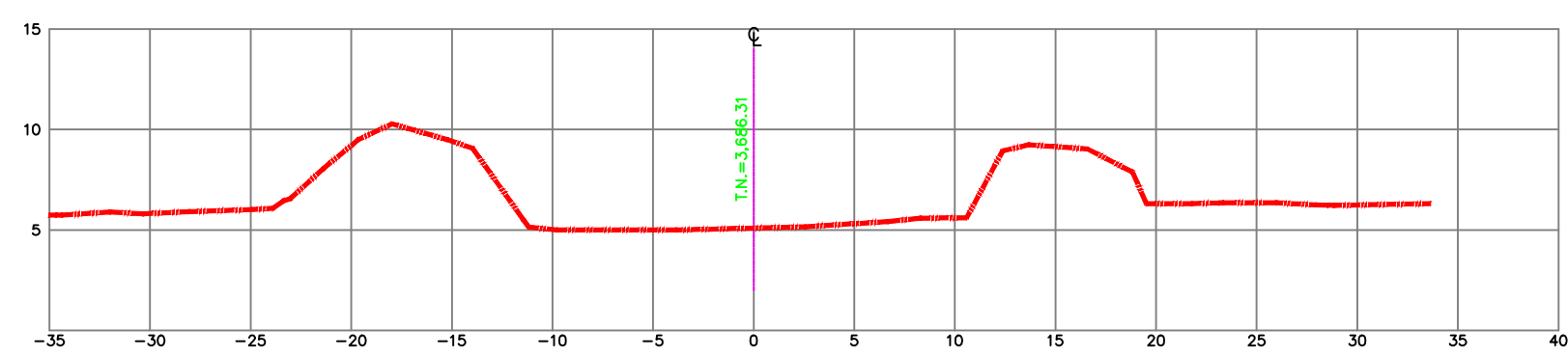
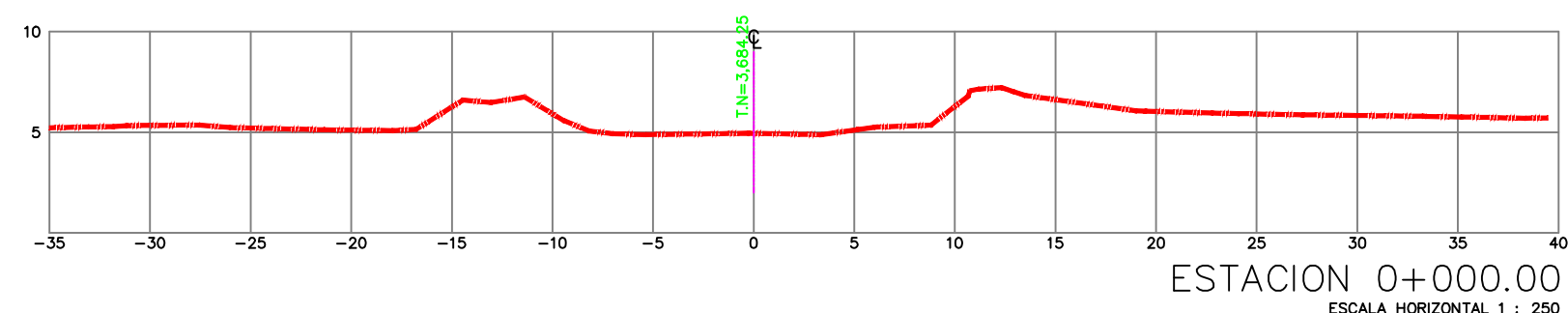
PERFIL LONGITUDINAL - EJE RÍO


ESCALA HORIZONTAL 1 : 0250
ESCALA VERTICAL 1 : 1000

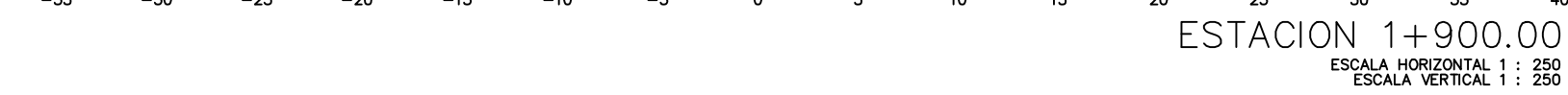
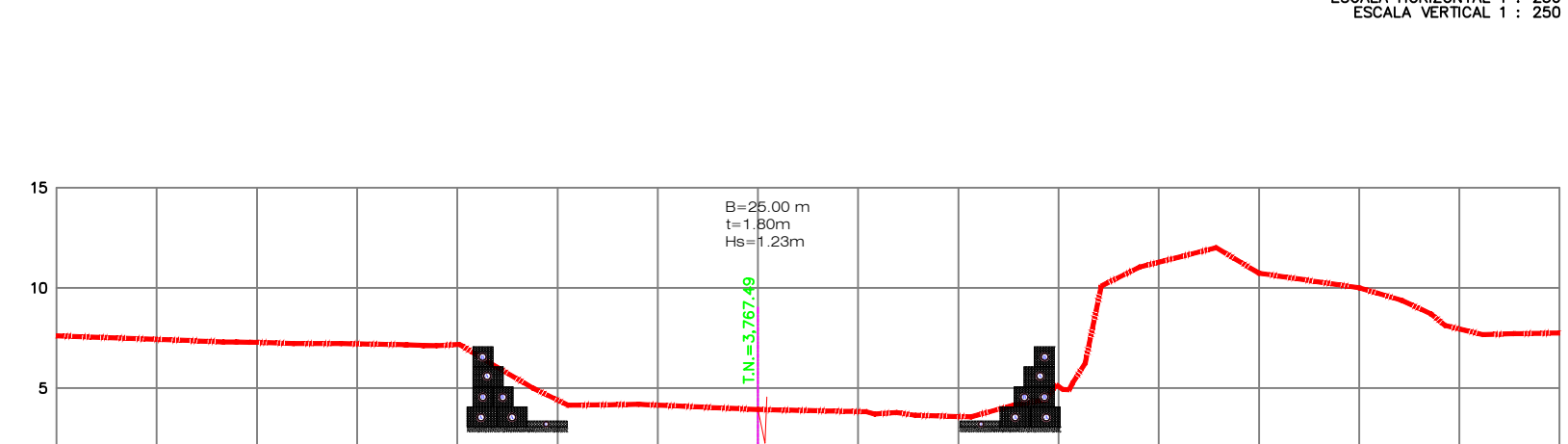
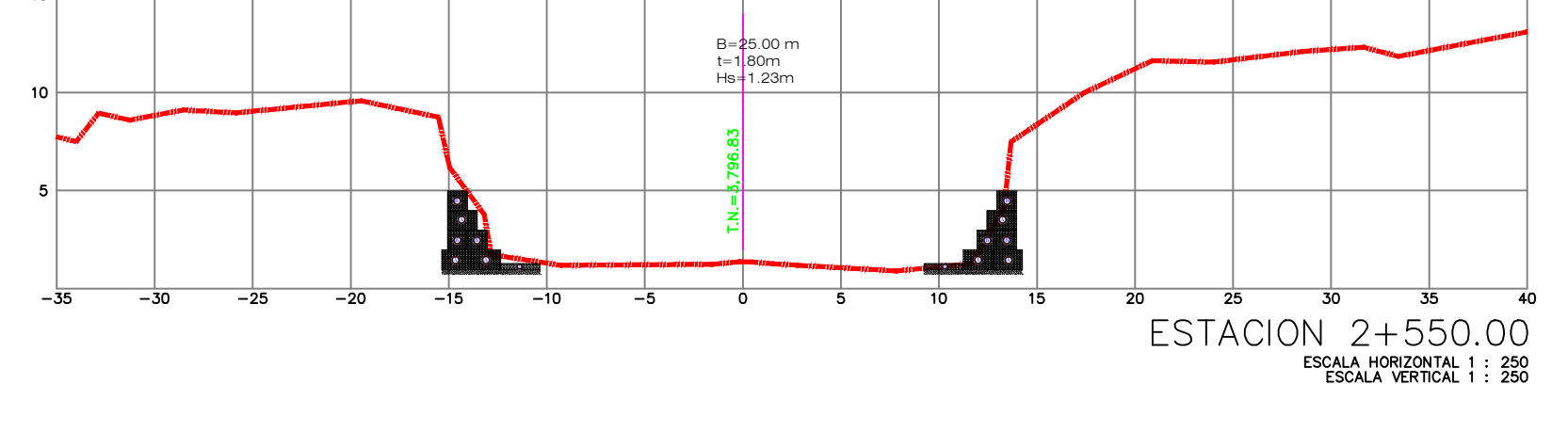
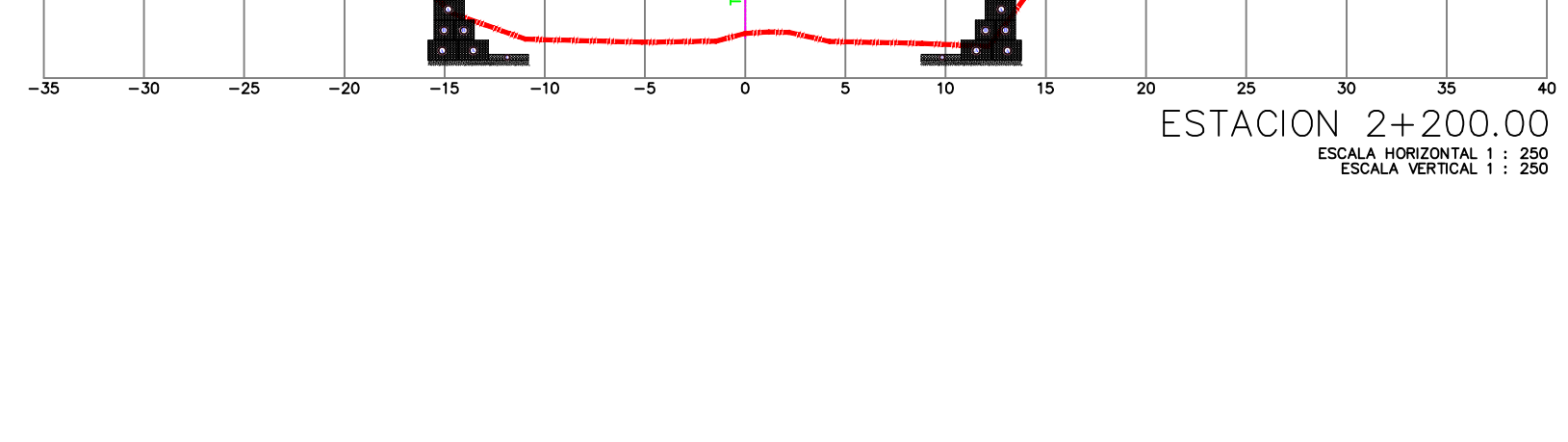
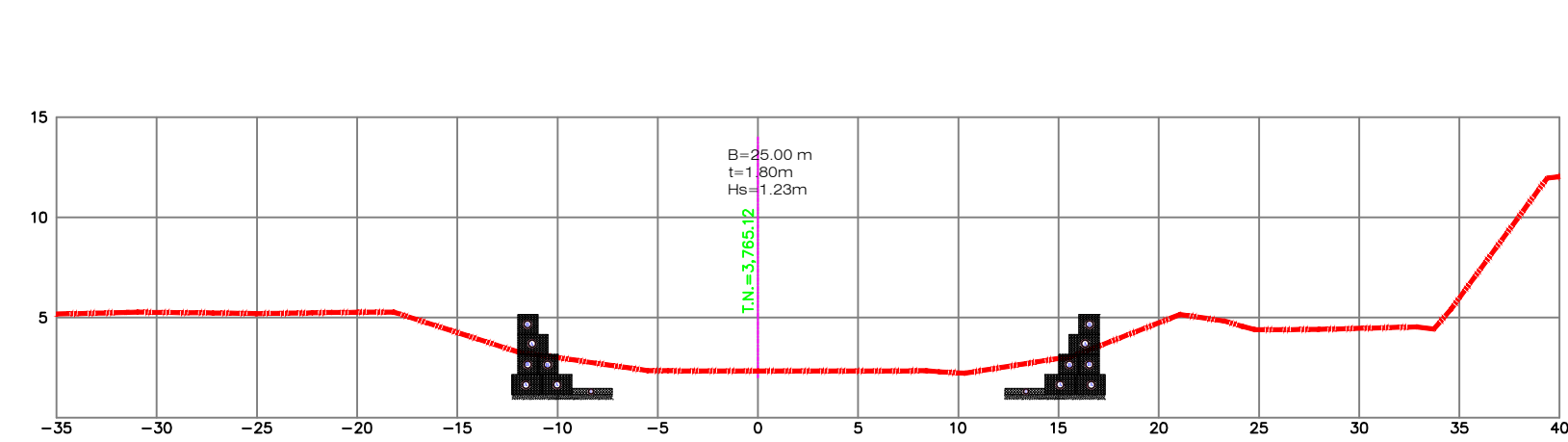
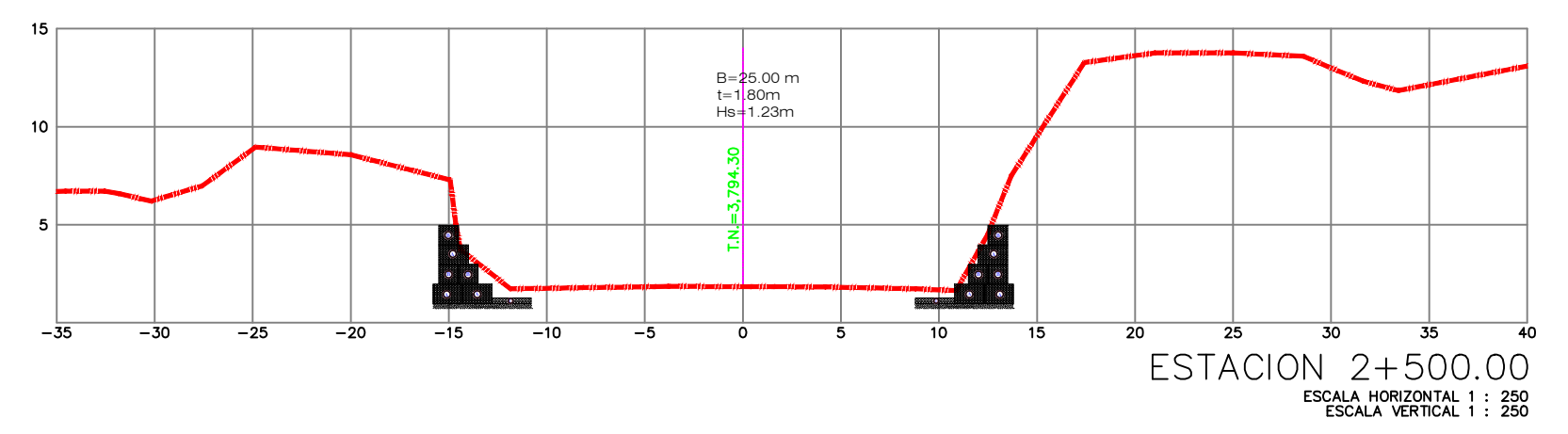
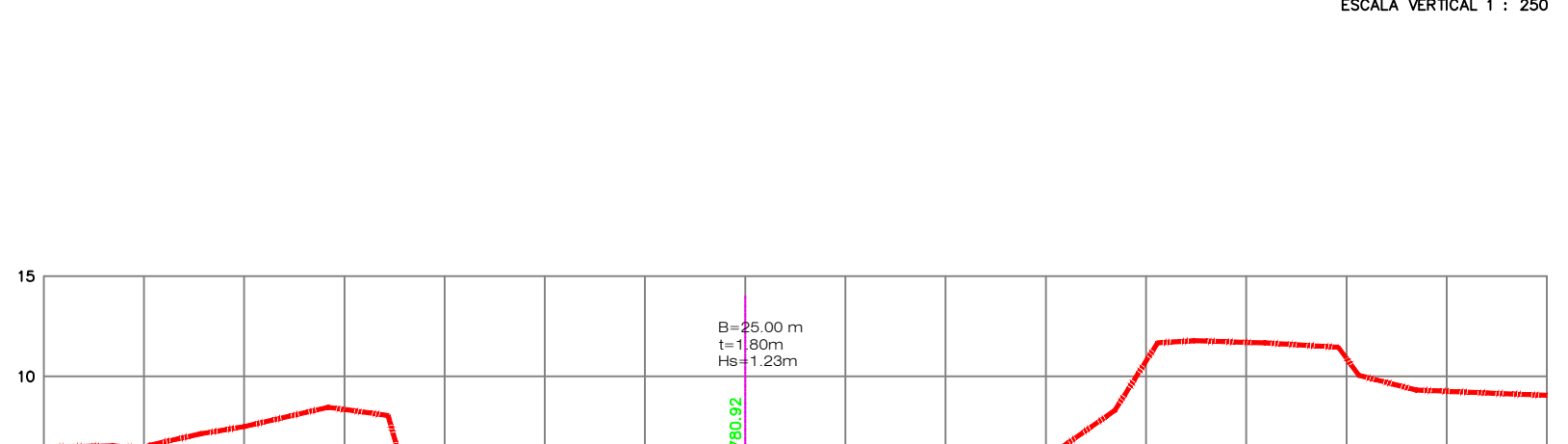
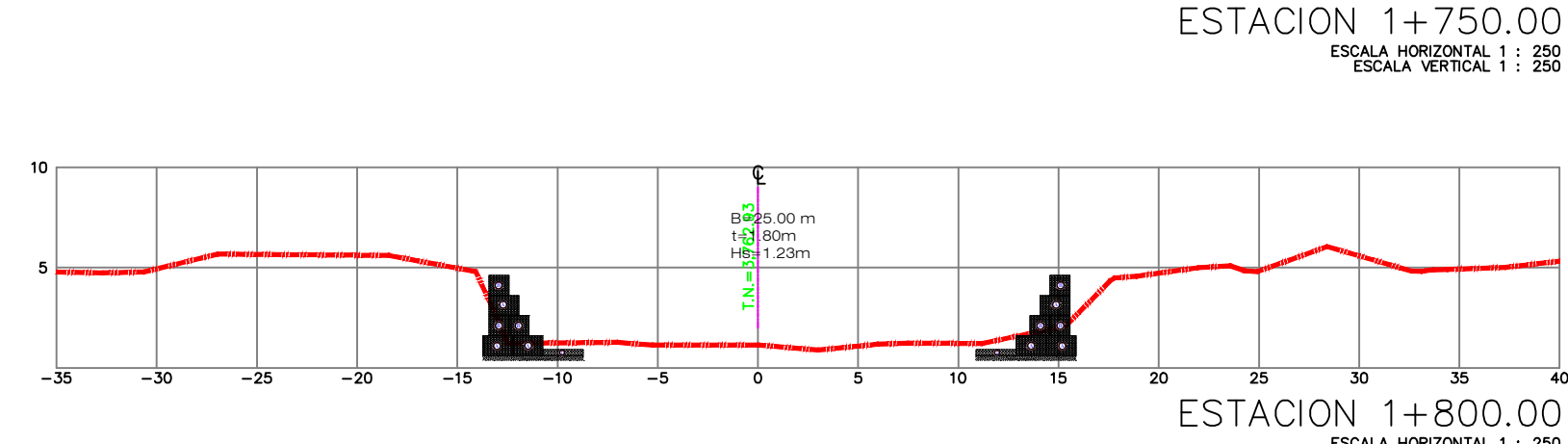
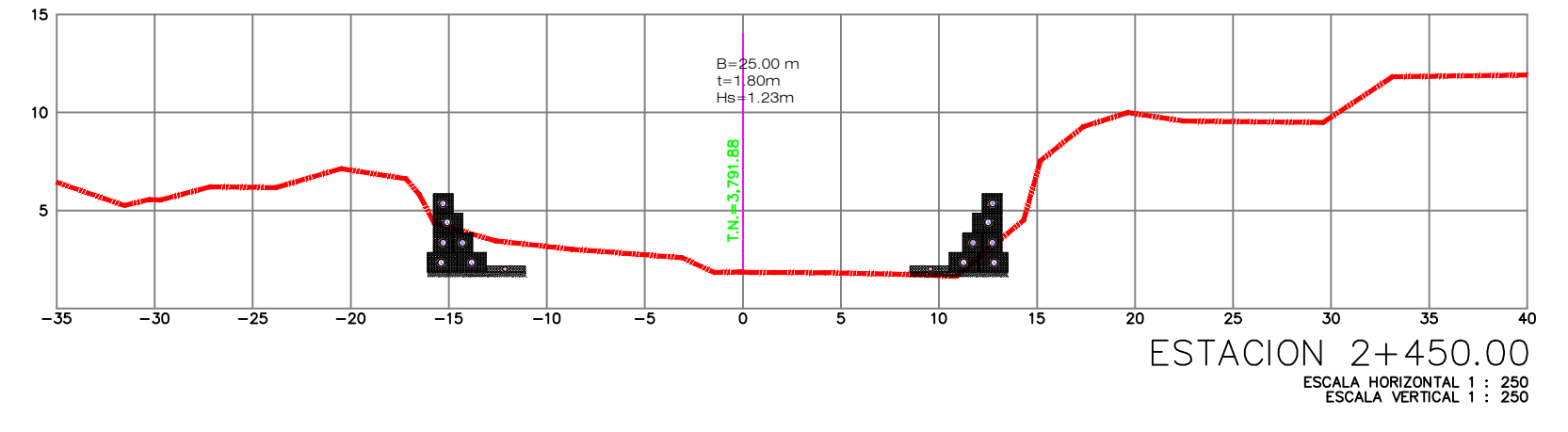
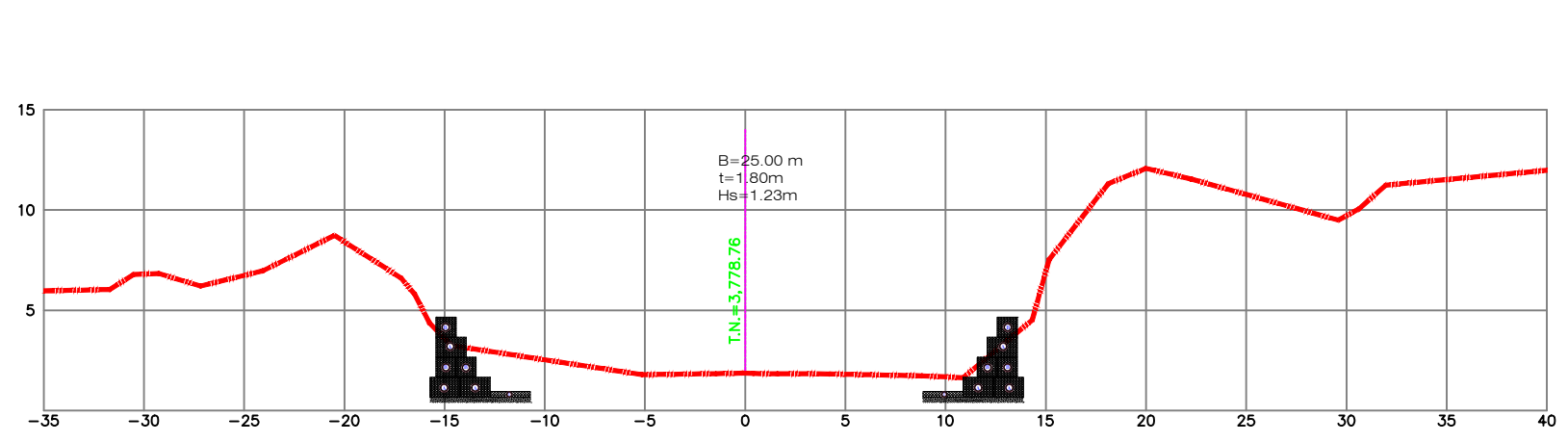
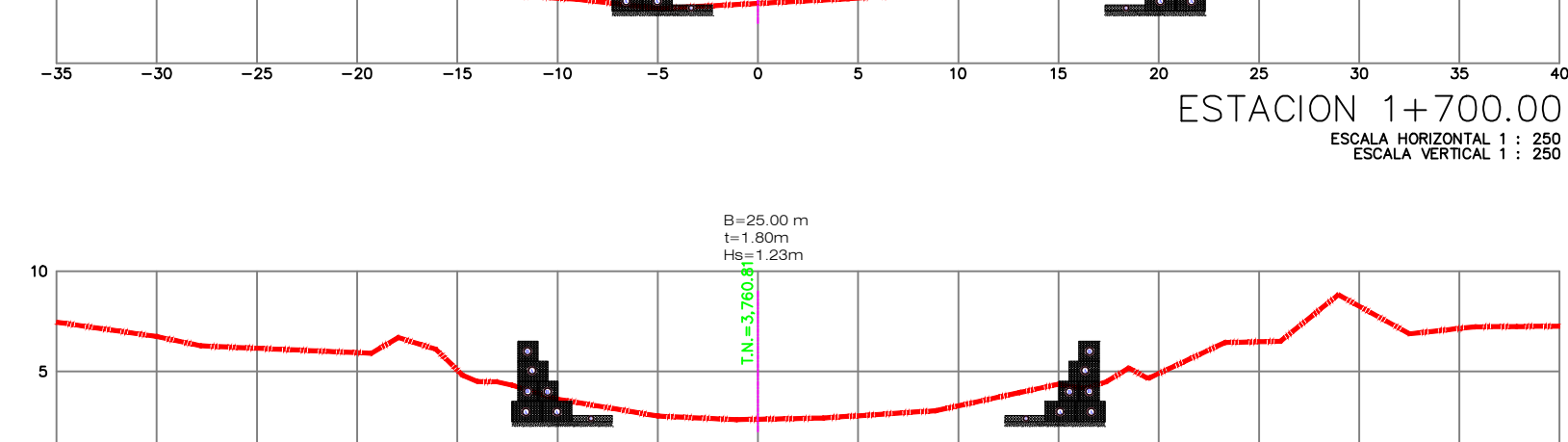
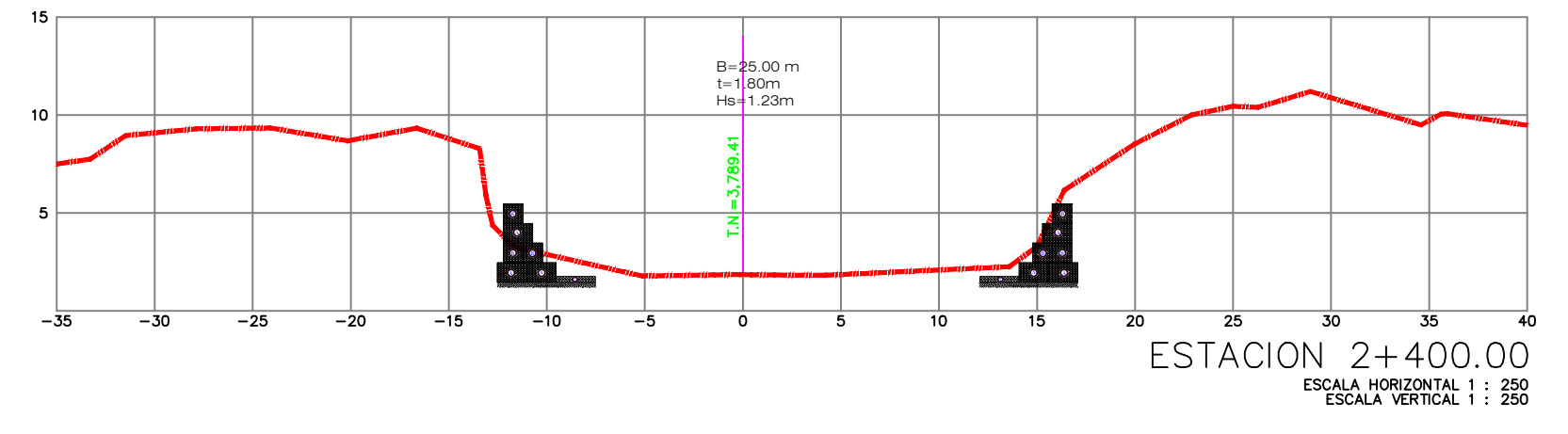
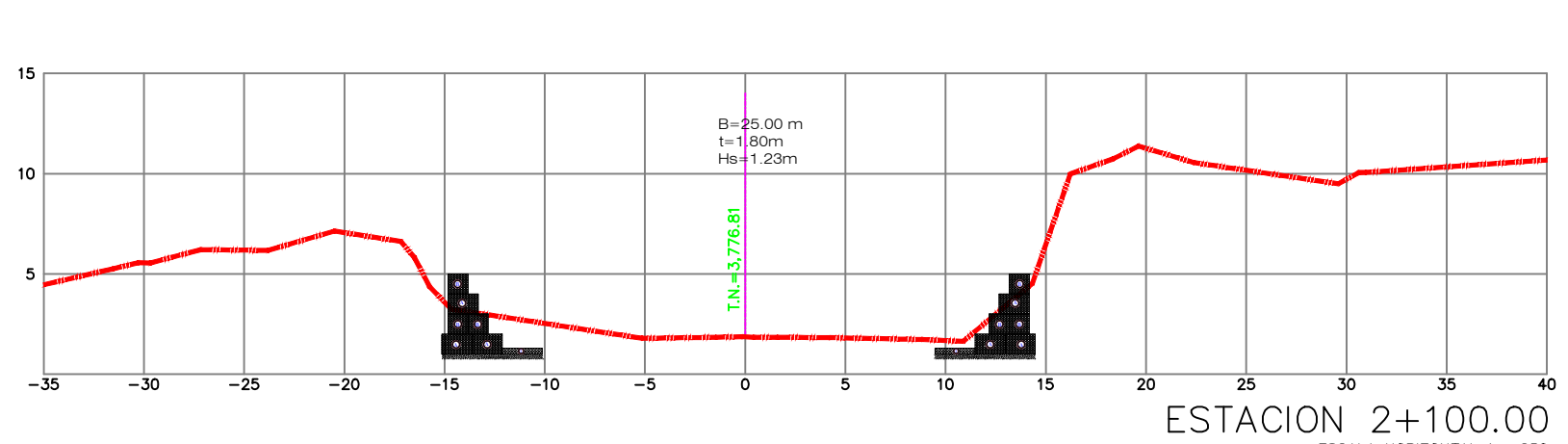
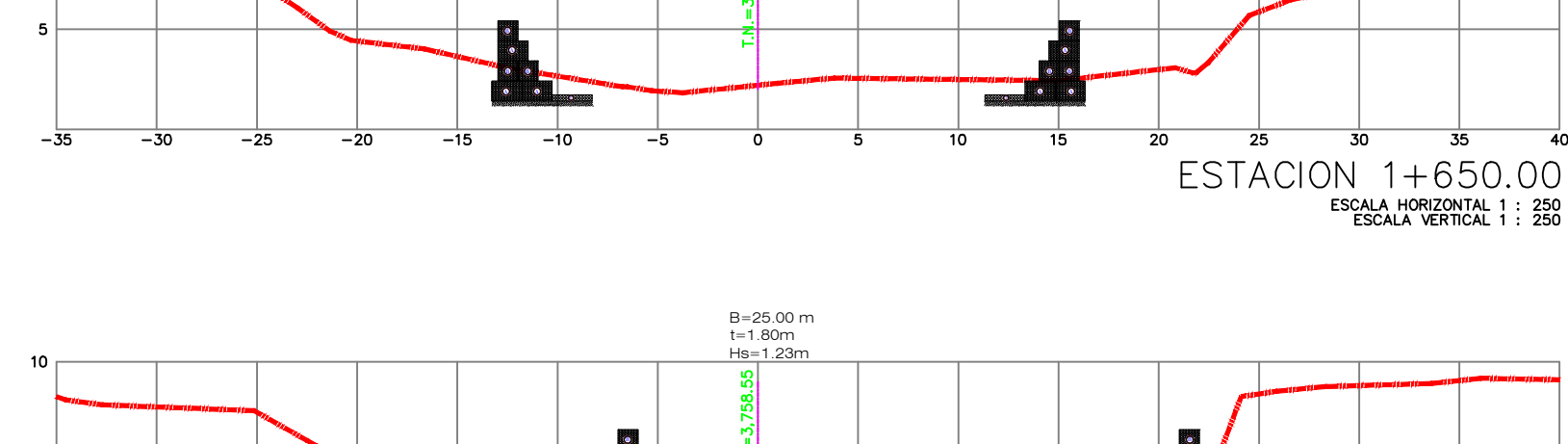
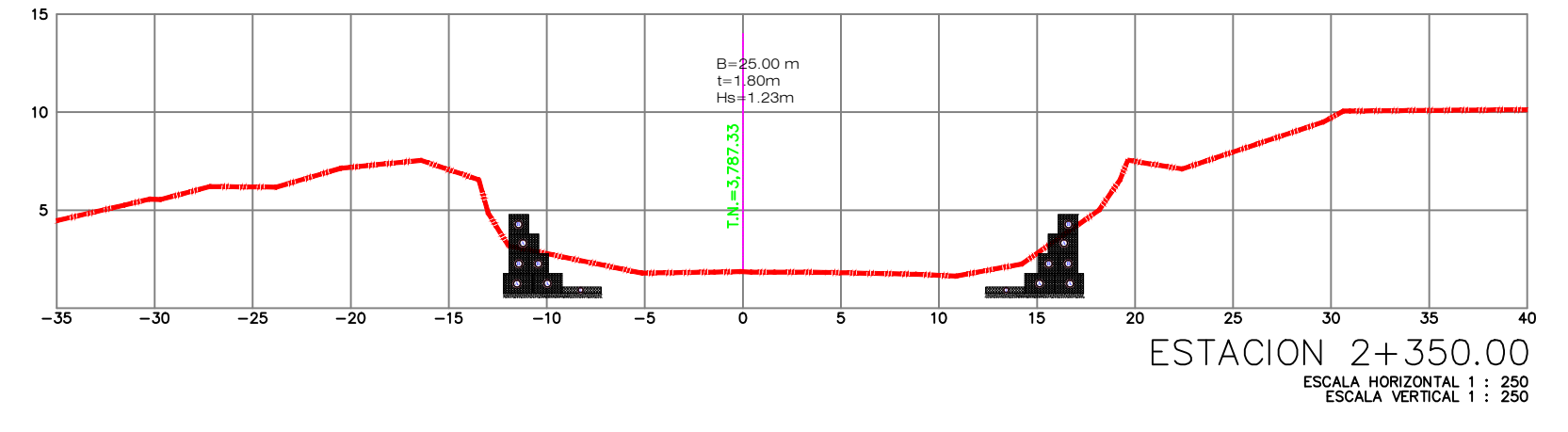
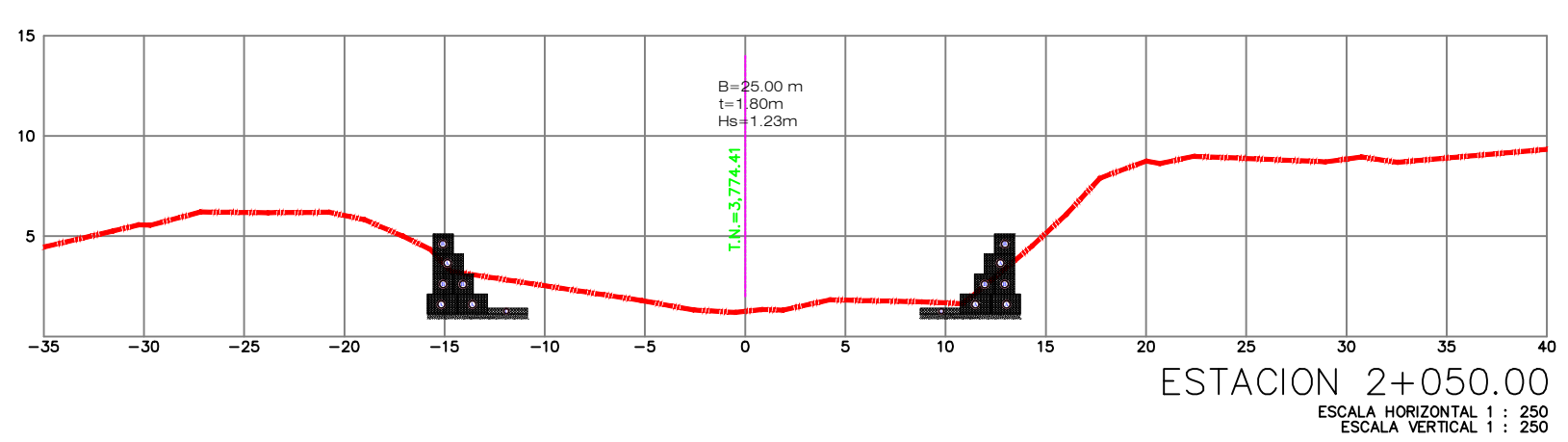
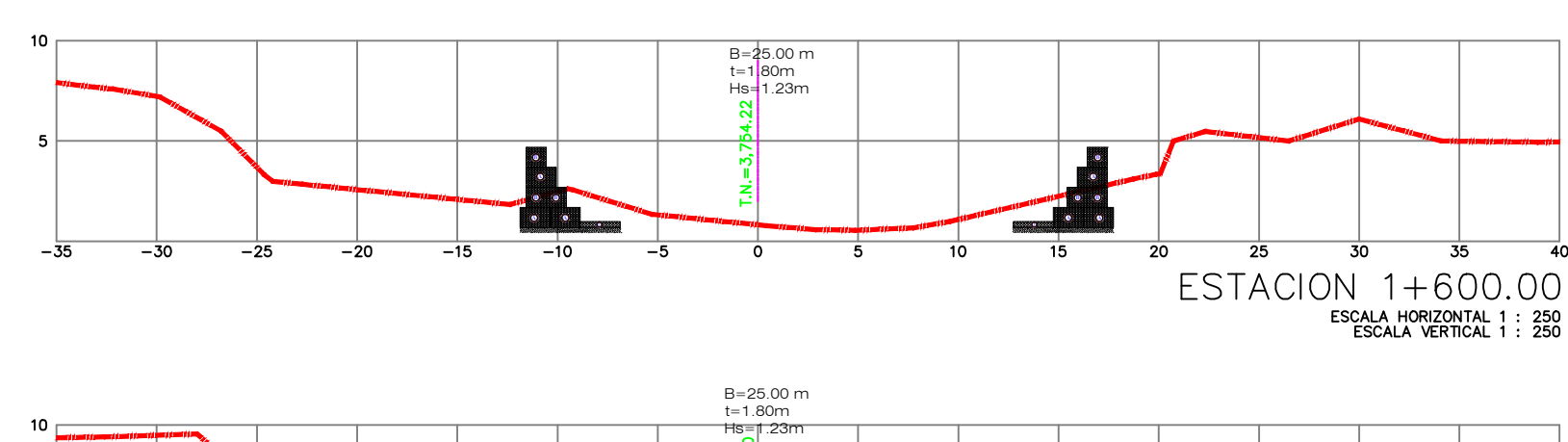
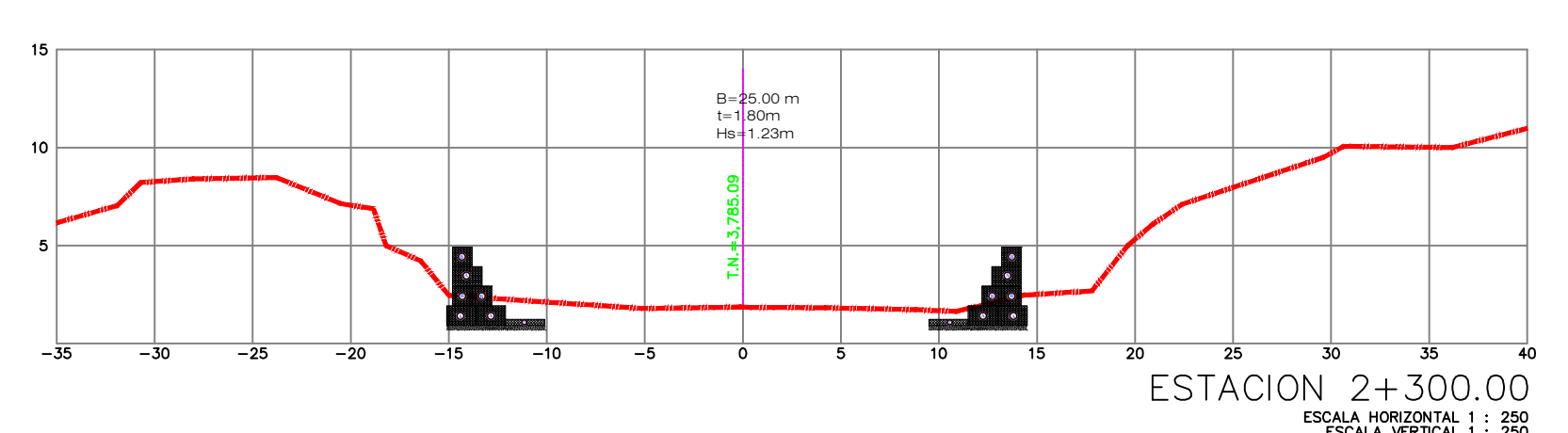
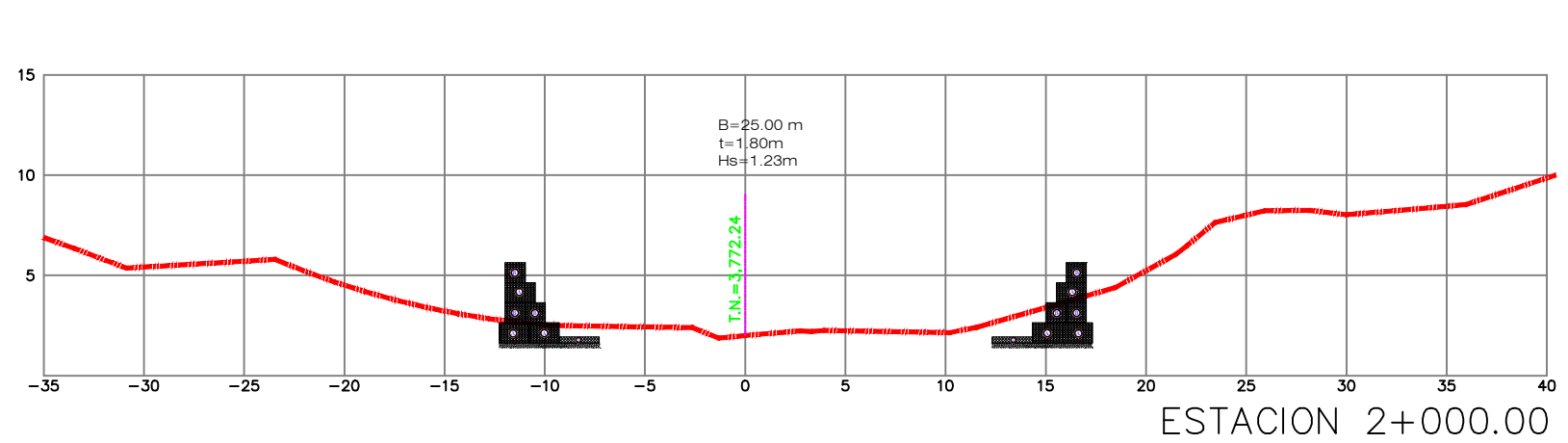
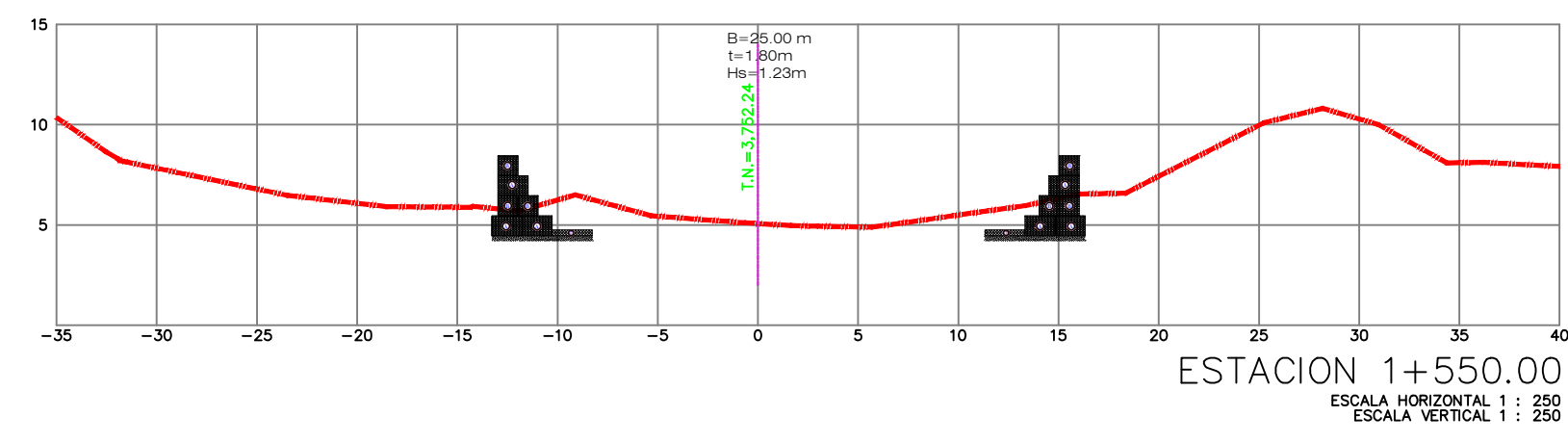
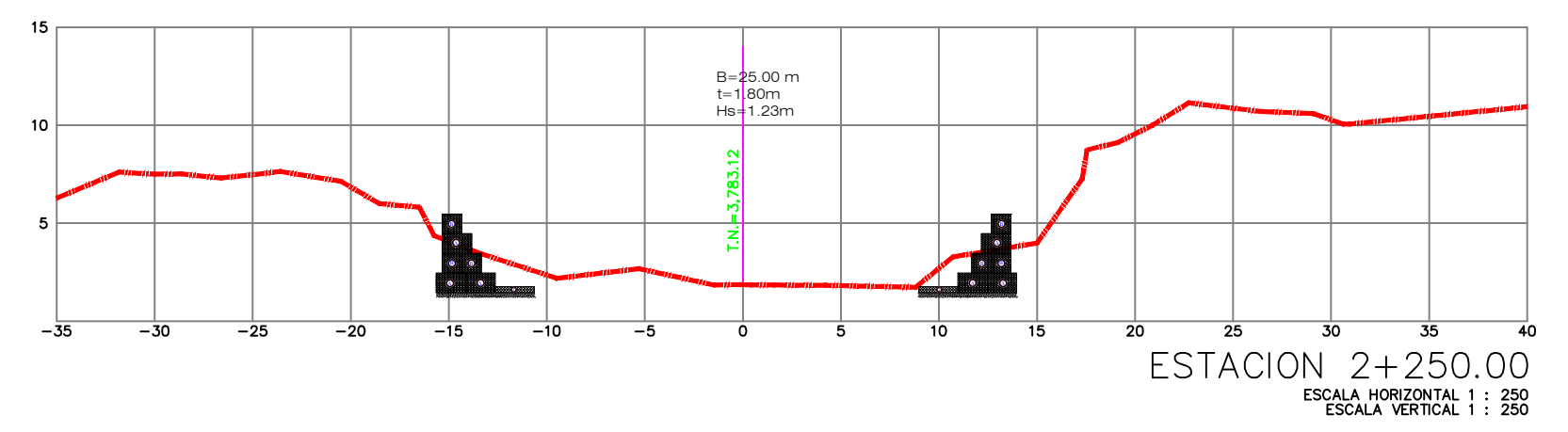
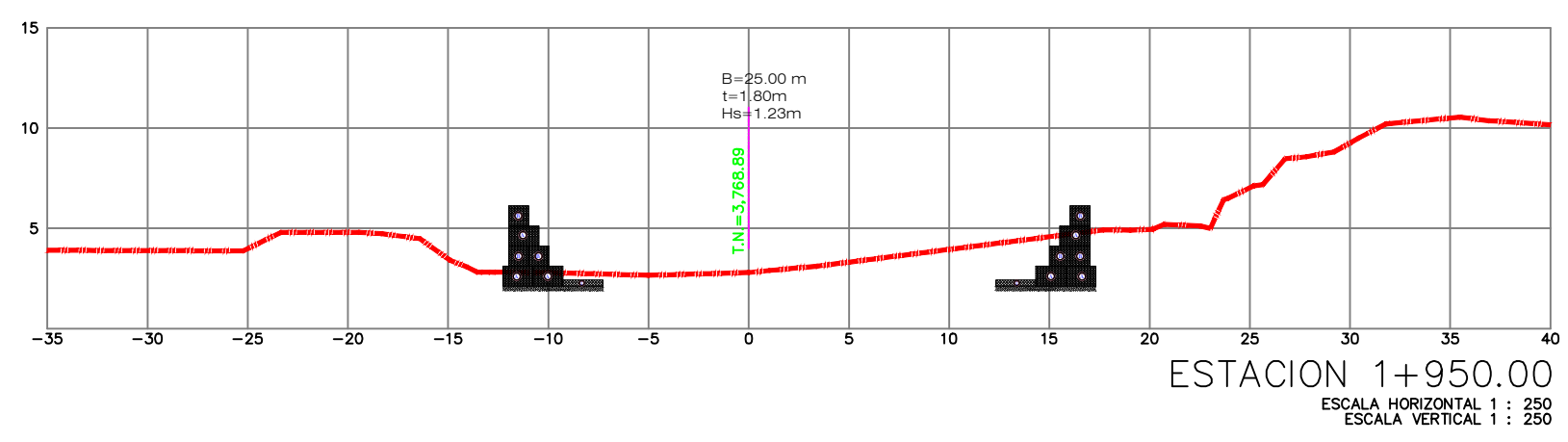
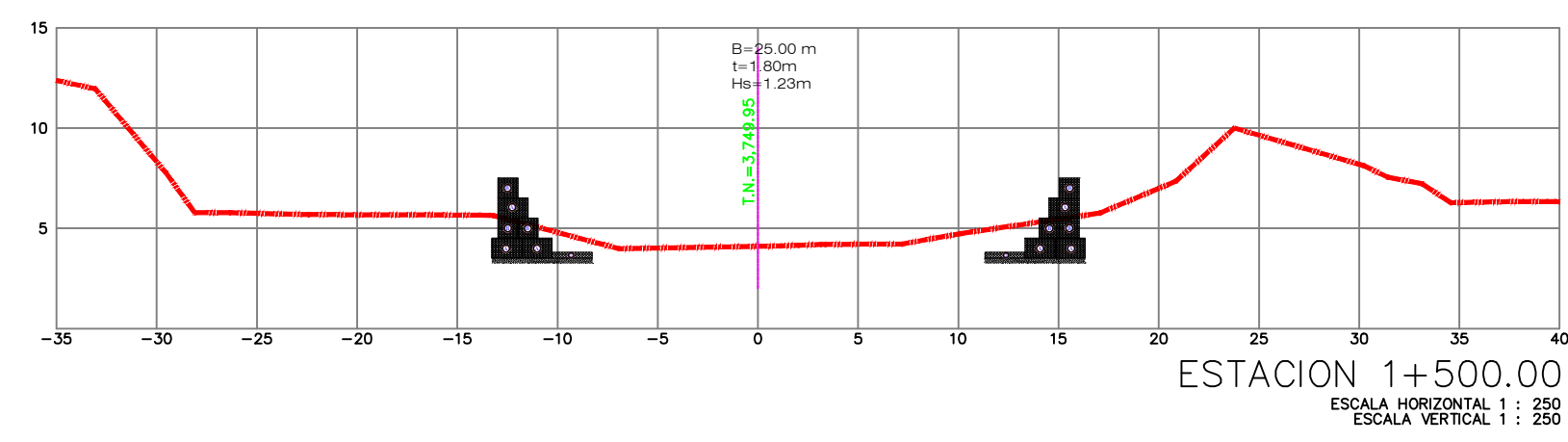
<p>USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p> <p>Facultad de Ingeniería y Arquitectura</p>	<p>TESIS: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHEQUIÑA DEL DISTRITO DE MARGANANI PROVINCIA DE CANCHIS Y DEPARTAMENTO DE CUSCO</p> <p>TESISTA: BACH. RUFO HOSMER HALANOCCA YANA</p>	<p>UBICACION: Localidad : Cuenca del río Chequiña Provincia : CANCHIS Distrito : MARGANANI Departamento : CUSCO</p>
	<p>PLANO: PERFIL LONGITUDINAL CAUSE RÍO CHEQUIÑA</p>	
<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: ABRIL 2023</p>	<p>DISEÑO: R.H.H.Y.</p>
		<p>TP-02</p>



 <p>USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES</p>	<p>Facultad de Ingeniería y Arquitectura</p>	<p>TESIS: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHEQUIÑA DEL DISTRITO DE MARGANÁI PROVINCIA DE CANCHIS Y DAPARTAMENTO DE CUSCO</p>	<p>UBICACION: Localidad : Cuenca del río Chequiña Distrito : MARGANAI Provincia : CANCHIS Departamento : CUSCO</p>
		<p>TESISTA: BACH. RUFO HOSMER HALANOCCA YANA</p>	<p>LAMINA: TP-05</p>
<p>PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES DE MUROS DE GAVIONES</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: ABRIL 2023</p>	<p>DISEÑO: R.H.H.Y.</p>



 <p>USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES</p>	<p>Facultad de Ingeniería y Arquitectura</p>	<p>TESIS: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMIENTO EN EL RÍO CHEQUIÑA DEL DISTRITO DE MARGANI PROVINCIA DE CANCHIS Y DAPARTAMENTO DE CUSCO</p>	
		<p>TESISTA: BACH. RUFO HOSMER HALANOCCA YANA</p>	<p>UBICACION: Localidad : Cuenca del río Chequiña Provincia : CANCHIS Distrito : MARANGANI Departamento : CUSCO</p>
<p>PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: ABRIL 2023</p>	<p>DISERNO: R.H.H.Y.</p>
<p>LAMINA:</p>			<p>0 1 2 m.</p>
<p>ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>			<p>TP-03</p>



<p>USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES</p>	<p>Facultad de Ingeniería y Arquitectura</p>	<p>TESIS: DISEÑO DE DEFENSAS RIBERENAS DE MURO DE GAVIONES PARA MITIGAR EL DESBORDAMINETO EN EL RÍO CHEQUIÑA DEL DISTRITO DE MARNAGANI PROVINCIA DE CANCHIS Y DAPARTAMENTO DE CUSCO</p>	
		<p>TESISTA: BACH. RUFO HOSMER HALANOCQA YANA</p>	<p>UBICACION: Localidad : Cuenca del río Chequihña Distrito : MARANGANI Provincia : CANCHIS Departamento : CUSCO</p>
<p>ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES DE MUROS DE GAVIONES</p>		<p>LAMINA: TP-06</p>
<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: ABRIL 2023</p>	<p>DISEÑO: R.H.H.Y.</p>	<p>0 1 2 m.</p>