



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO

“Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña, para el Control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR

MORALES TITO, JORGE LUIS (ORCID: 0000-0001-6273-6628)

ASESOR

DR. ING. ABEL ALBERTO MUÑIZ PAUCARMAYTA (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedico de manera especial a mis padres y abuelos pues fueron ellos el cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentando en mí bases de responsabilidad y ambición de superación, en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su inmenso corazón me llevan a admirarlos cada día más.

A mi hijo Fabricio, que fue el motor principal para no desistir en mi camino.

Finalmente, a toda mi familia por el incansable apoyo a lo largo de este duro camino, mi mayor gratitud y admiración a cada uno de ellos.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme cumplir con excelencia el desarrollo de esta tesis, gracias a toda mi familia por confiar y apoyar cada paso en mi vida profesional.

A mis tíos, por su cariño y apoyo en este momento cumbre de mi vida.

Al Ing. Alberto Muñiz, por su asesoramiento y buenos consejos durante la elaboración de este proyecto.

Página del Jurado

| | | |
|--|------------------------------------|---|
|  UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS | Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 20-07-2019 Página : 1 de 1 |
|--|------------------------------------|---|

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don:

Morales Tito Jorge Luis

(Apellidos, Nombres)

Cuyo título es:

**"Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña para el Control de Inundaciones
dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes –
Huancavelica 2019"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

.....14..... (número) *CSJORCE* (letras).

Los olivos, 20 de julio del 2019.


.....
PRÉSIDENTE

Dr. Ing. Cancho Zuñiga Gerardo Enrique
(Grado Apellidos, Nombre)


.....
SECRETARIO

Dr. Ing. Quiroz Torres, Luis Gabriel
(Grado Apellidos, Nombre)


.....
VOCAL

Dr. Ing. Muñiz Paucarmayta Abel Alberto
(Grado Apellidos, Nombre)

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|--------------------|--------|---------------------------------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Responsable de SGC | Aprobó | Vicerrectorado de Investigación |
|---------|----------------------------|--------|--------------------|--------|---------------------------------|

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Morales Tito, Jorge Luis con DNI N° 71077005, en mi condición de estudiante a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. De tal modo expongo que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda al identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de julio del 2019



Morales Tito, Jorge Luis

DNI N° 71077005

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Página del Jurado | iv |
| Declaratoria de Autenticidad | v |
| ÍNDICE | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| I. Introducción | 1 |
| II. Método | 36 |
| 2.1 Tipo y diseño de investigación | 36 |
| 2.2 Operacionalización de variables | 37 |
| 2.3 Población | 39 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 39 |
| 2.5 Método de análisis de datos | 41 |
| 2.6 Aspectos Éticos | 42 |
| III. Resultados | 43 |
| IV. Discusión | 85 |
| V. Conclusiones | 90 |
| VI. Recomendaciones | 92 |
| Referencias | 94 |
| Anexos | 97 |

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo determinar la defensa ribereña apropiada para el control de inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del distrito de Lircay – Provincia de Angaraes, Huancavelica 2019, empleando una metodología científica de tipo aplicada y un nivel cuantitativo - correlacional, lo cual tuvo los siguientes resultados: tres geometrías de muros de contención de concreto armado, el tipo I con una base $B = 4.00$ m, $H = 5.00$ m y tendrá una extensión de 680 m con un FSV de 5.21 y un FSD de 1.55, de igual forma el tipo II tiene las siguientes características $B = 5.00$ m y $H = 6.00$ m con una longitud de 2120 m, un FSV de 5.42 y un FSD de 1.50, finalmente el tipo III con una $B = 6.00$ m y $H = 6.50$ m y una longitud de 1147 m con un FSV de 6.57 y un FSD de 1.57, todos ellos implementados a ambos márgenes del río Sicra. Concluyendo que los muros de contención de concreto armado son las estructuras apropiadas para su implementación en el distrito de Lircay, ya que superaron todos los análisis teóricos, prácticos y dinámicos planteados para su análisis con soporte del software Geo 5, también podemos mencionar que; los muros nos permiten una excelente canalización de los flujos, mayor seguridad frente a los deslizamientos, vuelcos, menor desgaste frente a la erosión y socavación, protección frente a posibles crecidas y finalmente seguridad al margen urbano sometido a fenómenos extraordinarios.

Palabras claves: gaviones, espigones, precipitaciones, cuenca, Geo 5.

ABSTRACT

The present investigation has as objective to determine the appropriate riparian defense for flood control applying Geo 5 within the urban area of Lircay district - Province of Angaraes, Huancavelica 2019, using a scientific methodology of applied type and a quantitative - correlational level. which had the following results: three reinforced concrete retaining wall geometries, type I with a base $B = 4.00$ m, $H = 5.00$ m and will have an extension of 680 m with an FSV of 5.21 and an FSD of 1.55, of equal form type II has the following characteristics $B = 5.00$ m and $H = 6.00$ m with a length of 2120 m, an FSV of 5.42 and an FSD of 1.50, finally type III with a $B = 6.00$ m and $H = 6.50$ m and a length of 1147 m with an FSV of 6.57 and an FSD of 1.57, all of them implemented on both banks of the Sicra river. Concluding that reinforced concrete retaining walls are the appropriate structures for their implementation in the district of Lircay, since they surpassed all the theoretical, practical and dynamic analyzes proposed for analysis with support of Geo 5 software, we can also mention that; the walls allow us an excellent channeling of the flows, greater security against landslides, rollovers, less erosion and scouring, protection against possible floods and finally security at the urban edge subject to extraordinary phenomena.

Keywords: gabions, breakwaters, rainfall, basin, Geo 5.

I. Introducción

En el presente trabajo se analizaron distintas teorías del campo de la Ingeniería, para poder determinar la defensa ribereña apropiada para controlar las inundaciones, es por ello que de acuerdo a los análisis realizados mediante el software Geo 5 se determinó la estructura adecuada para su implementación dentro del área urbana del distrito de Lircay.

Durante la exploración se estructuraron objetivos de los cuales se concluye que; los muros de contención de concreto armado son las estructuras más apropiadas para su implementación, se definieron 3 tipos: Tipo I con altura de $H = 5.00$ m y una base $B = 4.00$ m, Tipo II con $H = 6.00$ m y una $B = 5.00$ m, Tipo III con una $H = 6.50$ y una $B = 6.00$ todos ellos implementados en ambos márgenes del río Sicra.

Organización de la investigación: Consta de 5 capítulos.

Capítulo I, Introducción: Se muestra la situación de los daños acontecidos en el distrito de Lircay, Departamento de Huancavelica, ante el incremento descomedido de las precipitaciones y cambios climáticos a consecuencia del Fenómeno del Niño. Antecedentes referentes a la tesis planteada, dimensiones e indicadores evaluados durante el estudio, problemas y objetivos, hipótesis general y específicos abarcados en su totalidad.

Capítulo II, Método: Se da a conocer la metodológica: el método de estudio, tipo; nivel y diseño, la población, muestra y muestreo, todos estos evaluados bajo instrumentos de recopilación de datos, confiabilidad y validez valorado por juicio de expertos, de la misma manera las matrices y variables.

Capítulo III, Resultados: Se enseña los estudios de la indagación obtenidos in situ y trabajados en escritorio, cuyos ensayos fueron realizados en el laboratorio, revisión de información teórica para su estudio desarrollando metodologías que permitan conocer los resultados para el boceto adecuado de la defensa mediante el software Geo 5.

Capítulo IV, Discusiones: Se exterioriza las cuestiones en proporción a las referencias.

Capítulo V, Conclusiones: Se determinan los desenlaces, en relación al resultado logrado en el capítulo III.

Capítulo VI, Recomendaciones: Se detallan las recomendaciones dadas en la exploración.

Realidad Problemática

A nivel mundial el cambio climático se ha visto incrementado por diferentes agentes naturales y antropogénicos que tienen como eje principal el aumento de la temperatura, la intensidad de precipitaciones, entre otros; los cuales generan deshielos, tormentas tropicales, inundaciones y pérdidas de recursos hídricos.

De igual manera la demanda, consumo energético, el desarrollo industrial, la deforestación, causan un alza en las emisiones atmosféricas generando el rotundo cambio climático con gases como el metano y CO₂.

“La tierra está sufriendo el incremento de las temperaturas, que está generando consecuencias graves en el clima, si bien es cierto el cambio es notorio se pronostica que durante este siglo la temperatura se incrementará en 1 y 2.5 °C, lo cual generará crecimiento en los horizontes de mar, inundaciones, inestabilidades atmosféricas, disminución de hielo en los polos y aumento de la frecuencia de fenómenos atmosféricos y demás efectos” (PIECC, 2016, p. 90).

El Perú muestra una gran sensibilidad con respecto a las variaciones climáticas radicales, pudiendo evidenciar ello en las notables pérdidas económicas que produjeron fenómenos como el Niño.

De esa manera, incluso bajo un escenario pasivo los cambios climáticos pueden ser completamente superiores si a estos cambios se incrementa un sistema que afecta negativamente el incremento pasivo, la pérdida irreparable del recurso hídrico primordial para la vida tanto lo cual satisface las necesidades humanas y también energéticas además de productos primarios, agrícolas y demás, debido a distintos retrocesos que acrecentaría tener todo esto en conjunto.

Hoy en día se sabe que estos fenómenos naturales que estimulan los desastres son usuales y causan efectos irreparables en diferentes áreas pobladas.

Se conoce que en el Perú con frecuencia sufre de amenazas como: peligro sísmico, inundación, deslizamientos, volcánica y sequías, es por eso que las inundaciones son producto de fuertes precipitaciones generando desbordes de ríos, lagos y lagunas, ya que al incrementar su caudal arrasan con diversas partículas que se ven reflejadas en los puntos más críticos, obstruyendo los proyectos hidrológicos y la circulación libre del agua, a eso se suma las pérdidas humanas, económicas, históricas, agrícolas, etc.

Es por ello que el Ministerio del Ambiente del Perú (2016, p. 43), en el Tercer Pacto sobre el Cambio Climático sostuvo que:

“El clima que presenta la sierra es determinado por las altitudes de la cordillera andina, caracterizándose por ser variado a lo largo de la cordillera, los valles interandinos que oscilan entre los 2 450 y 3450 m.s.n.m la temperatura promedio es de 11 a 16 grados y las lluvias fluctúan entre los 70 a 1 000 mm anuales”.

Entonces podemos decir; que los trabajos de protección frente a problemas meteorológicos y ambientales en la sierra del Perú deben ser tomados con mayor prioridad ya que los promedios de las precipitaciones varían excesivamente en los meses con mayor intensidad de lluvias presentado casos de inundaciones, según (Senamhi, 2015, p. 189):

“Es conocido que el clima es cambiante de acuerdo a cada etapa en la que se encuentra, también es sabido que los problemas que aquejan más en nuestro país a consecuencia de estos rotundos cambios son el fenómeno del Niño y la Niña, los mismo que generan crecimiento y decadencia en la temperatura produciendo así que se incrementen más aún las precipitaciones”.

El departamento de Huancavelica no es ajeno a estos fenómenos y más aún por presentar fuertes e incontrolables precipitaciones que aquejan en gran parte del año, es por eso que también cuenta con las amenazas antes mencionadas.

Lircay provincia de Angaraes pertenecientes al departamento de Huancavelica presenta problemas de inundación debido al incremento desmesurado de precipitaciones las cuales varían el caudal repentinamente a ello podemos agregar que se cuenta con un terreno accidentado; lo cual hace que las precipitaciones discurran en forma descendente elevando así el caudal del río Sicra, el cual tiene en su cuenca diversos afluentes que hacen aún más peligroso el transporte de sus aguas. Se sabe que este Distrito fue afectado notoriamente, trayendo como consecuencia que alrededor de 100 familias fueron perjudicadas perdiendo sus viviendas, terrenos de siembra, ganados y diversos bienes.

A demás se puede evidenciar que el cauce del río transporta los flujos a lo largo de la población y es por ello que este proyecto se enfoca en la búsqueda del mejor Diseño de Defensa Ribereña mediante el software Geo 5 el cual será analizado de acuerdo al comportamiento del río en los puntos más vulnerables del Distrito de Lircay, teniendo en

cuenta los diversos estudios para implementar dicho sistema todo esto bajo los requerimientos sociales y ambientales permitiendo sostenibilidad, duración y aprovechamiento en la sociedad.



Figura 1. Zona expuesta a inundación, socavación y deslizamiento del río Sicra.



Figura 2. Zona vulnerable expuesta a desbordamiento por el río Sicra.

Trabajos Previos

Metodología de la Investigación Científica, Universidad Cesar Vallejo (2017), define a los antecedentes como: “*Se designa antecedente a toda información o estudio realizado que proporciona un aporte con relación al tema en mención o problemas de investigación*”.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente; en el proceso de indagación se encontró diversos tipos de información en libros, publicaciones, tesis, grados y noticias relacionadas a defensas ribereñas y control de inundaciones que conciernen al entorno nacional, internacional encontrando semejanza con la investigación planteada; por consiguiente, se valuó la situación en la cual se encuentra nuestra zona de estudio, perteneciente al distrito de Lircay – Huancavelica.

A Nivel Internacional

Según Rojas, Francisco (2014), en la tesis *titulada*, Bases de diseño hidráulico para los encauzamientos de ríos. Quito, Ecuador. En la Universidad Central de Ecuador, fijo como *objetivo* salvaguardar frente a las avenidas los márgenes de ríos diseñando la orientación y el diseño de la defensa ribereña empleando diques, también proyecto espigones para la quebrada denominada el Colegio,

Aplicando una *metodología*, histórico – lógico, análisis y síntesis, modelación, inducción – deducción, sistémico, hipotético - deductivo y de observación, mostrando los siguientes *resultados* Para estas características del río y su cauce Tramo Monja s 0 + 800, ($Q = 109 \text{ m}^3/\text{s}$, $B = 44.18 \text{ m}$, $Y = 1.05 \text{ m}$, $V = 2.48 \text{ m/s}$) nos representaron los análisis las siguientes dimensiones del espigón, ($H = 1.90 \text{ m}$, $B = 4.00 \text{ m}$ parcialmente sumergido).

Finalmente, fijo como *conclusión*, los espigones no se recomienda proyectarlos en corrientes con desniveles mayores al 2%, ya que, los flujos son tan contundentes que es prácticamente imposible certificar la permanencia de los espigones. Lo más recomendable es proyectar obras longitudinales en ríos con características montañosas o con las características anteceditas.

Según Cárdenas, Oscar (2013), en la tesis *titulada*, Estudios y diseños de las obras de protección de orillas en el distrito de riego Roldanilo. Colombia. En la Universidad del Valle. Afianzado como *objetivo* determinar, elegir, proteger y diseñar obras de protección que van al lado izquierdo del río Cauca del distrito de riego Rut, presentando las

principales ventajas encontradas de acuerdo a los objetivos, considerando diversos talentos con respecto a la ubicación, inmersión topográfica, vulnerabilidad, entre otras condiciones técnicas ambientales.

Manejando una **metodología**, recolección, procesamiento y análisis de información disponible, de tipo aplicada determinando un esclarecimiento de los parámetros ineludibles para el diseño y realizar análisis comparativo de las obras a nivel cuantitativo. Los **resultados** hidrológicos en el río Cauca según el modelamiento para un periodo de retorno fueron Tr 30, $Q = 1283,5 \text{ m}^3/\text{s}$ y para un Tr 100, $Q = 1518,3 \text{ m}^3/\text{s}$, con respecto a la socavación se tiene que para una socavación general = 3.6 m, socavación local = 1.44 m teniendo una socavación total = 5.04 m.

Finalmente, fijo como **conclusión**, intervenir el problema sobre la erosión lateral del río Cauca, teniendo en consideración los análisis realizados, determinando los objetivos gráficos para las otras defensas, estimadas como protección, proporcionando como resultado que la selección de la estructura conveniente para las características del río, tiene influencia directa con la revisión de avenidas.

Según Tibanta, Jhon (2013), en la tesis **titulada**, Diseño de Diques de Gaviones para el Control de la Erosión en ríos de montaña – Quito. Fijo como **objetivo**, identificar, evaluar la ejecución de obras de prevención y atenuación, elaborando una síntesis ambientalista que nos defina el impacto que tiene los efectos ambientales considerados como negativos en un proyecto.

Aplicando una **metodología**, de tipo aplicada por el conocimiento teórico que se obtiene en la recopilación de datos, un diseño transversal con nivel cuantitativo. En cuanto a los **resultados** obtenidos menciona que para el diseño de un dique de gavión para un $Q = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ la altura fue $H = 2.00 \text{ m}$ y la V crítica = $0.9 \text{ m}/\text{seg}$, también se estimó para un caso extraordinario con $Q = 2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ con una altura $H = 3 \text{ m}$ con velocidad crítica de V crítica = $1.56 \text{ m}/\text{s}$, ambas con una pendiente $s = 1.5\%$.

Finalmente se fijó como **conclusión**, los análisis nos muestran que las lluvias anuales fluctúan entre los valores de 524 mm con picos de 767.7 mm. Por consiguiente se debe evaluar los periodos con menor precipitación que van de junio a noviembre, de acuerdo a ello ya que los flujos son menores con respecto a otros meses, se debe proyectar la implementación de gaviones, teniendo un sistema que sea idóneo para el control de flujos,

para que la estructura sea solvente de acuerdo a los años de proyección que se establezca, a eso se adhiere que la contención de los mismos genera un mejor desarrollo para la población, estableciendo una estabilidad saludable, educativa, productiva, comunicativa, entre otros factores para el bienestar comunal.

Según Flores Cristian (2013) en la tesis *titulada* Bases para el diseño de encauzamientos de márgenes con protección de enrocado o pedraplén – Ecuador. Fijó como *objetivo* primordial que los diseños de esta envergadura tienen por fin la estabilidad del cauce, destacando los ideales de que los flujos superficiales y no superficiales permanezcan equilibrados y no tengan algún acrecentamiento no previsto.

Aplicando una *metodología* de tipo aplicada por el conocimiento teórico que se obtiene y la recopilación de datos, con un diseño transversal de nivel cuantitativo. Teniendo como *resultado* para un tiempo de vuelta de 500 años su caudal de diseño es 437.19 m³/s con una velocidad de 4 m/s en una longitud de 1055.36 m.

Por ello finalmente fija como conclusión que, mediante el encauzamiento, generamos una circulación del flujo en dirección de la proyección del hombre, delimitando mediante defensas los márgenes para el río, garantizando la estabilidad de las riberas.

Según Miranda José (2017) en la tesis *titulada* Identificación y Evaluación de la zona de riesgo de inundación, en la cuenca Baja Arroyo, Querétaro, de la Universidad Autónoma de Querétaro. Fijó como *objetivo* identificar y ajustar el riesgo de desbordamiento en la Cuenca baja Arroyo, de la misma manera generar propuestas que ayuden a mitigar el riesgo de inundaciones, con un enfoque de cuencas.

Aplicando una *metodología* de recolección, procesamiento y análisis de información disponible, de tipo aplicada determinando un axioma de los parámetros precisos para el diseño y realizar análisis comparativo de las obras a nivel cuantitativo. Teniendo como *resultados* que la ciudad es propensa a inundarse por que en épocas de lluvia el caudal que llega a concentrarse es de 180 m³/s y que haciendo el análisis de inundabilidad solo puede aceptar 125 m³/s es por ello que se *recomienda* como solución inmediata la reubicación de las familias en áreas con alto riesgo y ampliar el dren de drenaje para poder disipar las aguas en épocas de fuerte intensidad.

A Nivel Nacional

Según Henríquez Luis, Albaro Luther (2014), en la tesis *titulada*, Diseño Hidráulico y Estructural de Defensa Ribereña del Río Chicama. En su investigación se estableció como *objetivo*, ejecutar el plan del proyecto de diseño hidráulico y estructural para la defensa ribereña del río Chicama.

Empleando una *metodología*, cuantitativa con diseño no experimental, por lo cual los resultados se apoyan en reseñas estadísticas medidos en pesquisas preliminares; alcanzando como *resultados* que el caudal de diseño para el río Chicama es de $Q = 1,134.85 \text{ m}^3/\text{s}$ y las dimensiones programadas para el dique propuesto por el programa es: corona $H = 4.30 \text{ m}$, $H \text{ total} = 3.70 \text{ m}$, $H \text{ enrocado} = 2.70 \text{ m}$.

Finalmente, fijo como *conclusión*, que los datos obtenidos mediante métodos estadísticos tratados, tienen como fin el cálculo del caudal de diseño por tres métodos probabilísticos, es por ello que el modelo que propone Pearson III es el adecuado según los análisis realizados con el programa River, su $Q = 1,137.85 \text{ m}^3/\text{seg}$, en razón a ello se procedió a diseñar la estructura propuesta líneas arriba.

Aguilar, Daniel (2016), en la tesis *titulada*, Comparación técnica entre el uso de gaviones y geo celdas como estructuras de defensa ribereña. Lima – Perú, PUCP. El *objetivo* fue determinar las variables técnicas que admitan comparar el procedimiento de las técnicas de revestimiento frente al desgaste de colchones de gaviones y de geo celdas con saturado de concreto en el plan de defensa ribereña del río Zarumilla y confrontar los efectos del estudios de las variables sistemáticas determinadas y instituir, en base a este cotejo, el revestimiento contra la erosión determinado a partir de las características establecidas por el diseño en defensas del río Zarumilla.

La *metodología* de este proyecto es cuantitativa; persigue una fase la cual compara métodos numéricos y los valores son datos experimentales, los *resultados* que se establecen se basan en oficio a datos estadísticos moderados en exploraciones preliminares. La trascendencia es explicativa, se está en la búsqueda de compilar indagación para respaldar y disentir las variables instituidas. En tal sentido, se emplean variables cuantitativas. (Se determinó que la geo celdas, bajo contextos muy providenciales, alcanzan a resistir velocidades de $10,88 \text{ m/s}$ y esfuerzos cortantes de $102,043 \text{ kg/m}^2$ como volúmenes cumbre por el periodo de cuatro horas de experimento.

La velocidad crítica que resisten los colchones de gaviones son V crítica = 4.2 m/s, Esfuerzo de arrastre crítico = 15.3 kg/m² en cuanto a la incorporación de geo celdas se notó la siguiente resistencia, V crítica = 8m/s y Esfuerzo de arrastre crítico = 37,31 kg/m².

Finalmente se fijó como **conclusiones**, se identificó las variables medidas en relación a ambas propuestas. Estas son: la estabilidad del sistema, rugosidad en la superficie, temas de resistencia frente a la erosión y la durabilidad. Determinando que los revestimientos aprueban mayores grados de estabilidad en los sistemas propuestos con valores numéricos favorables a las geo celdas rellenas de concreto, cabe mencionar que el factor de seguridad fue superado en todas las evaluaciones.

Según Flores, Orestes (2015), en la tesis **titulada**, Propuesta y análisis de diseño de defensas ribereñas en el río Ilave zona rural. Santa rosa de Huayllata - Ilave. Puno – Perú. Fijó de **objetivo**, plantear el estudio y bosquejo de defensas ribereñas en el rio, para reducir peligro de avenidas, determinar los parámetros hidrológicos, geológicos–geotécnico y de Hidráulica fluvial que inciden en la crecida del rio Ilave, para evitar Inundaciones en el sector, a partir de un diseño adecuado proponer en expediente técnico para la solución del problema expuesto.

Aplicando una **metodología** de tipo aplicada para el conocimiento de teorías en busca de conocer la realidad, con un nivel cuantitativo que busca en los datos históricos el entendimiento de la variable de investigación, de diseño transversal. En cuanto a los **resultados** hidráulicos se obtuvo un Q diseño = 1203.15 m³/seg, un ancho de cauce de $B = 154$ m, velocidades iguales a $V = 1.30$ m/s, con una pendiente longitudinal de $S = 0.4\%$. De esta manera propuso que lo ideal sería construir muros de concreto para canalizar el río con el fin de evitar inundaciones, por ello propone la siguiente geometría, $H = 3.00$, con una base de $B = 2.00$ y una altura de zapata de $H_z = 0.50$ m.

La **conclusión** fue, que es ineludible la implementación de una obra de defensa ribereña por el agudo riesgo de aluviones que presenta la zona, se obtuvo porcentajes de pérdidas las cuales se denominan de acuerdo al orden en las que nos arrojaron los índices como primer índice son los económicos por sus prestezas de ganadería y agricultura, las pérdidas de factor transporte por el entorpecimiento de vías y trochas carrozables, en el factor salud por los malestares y virus que estas engendran y como resultado el retardo en el desarrollo para el centro poblado de Santa Rosa de Huayllata.

Según Vásquez Lily (2018) en la tesis *titulada*, Diseño de defensas ribereñas y su aplicación en el cauce del río La Leche, Distrito de Pacora – Lambayeque. se fijó como *objetivo* estructurar y destinar las defensas para el río La Leche, destinando disímiles metodologías de estructuras en función de opción de recurso ante incidentes de rebose del río, la *metodología* empleada es cuantitativa, de tipo aplicada para el conocimiento de presunciones en búsqueda de conocer la situación, con un nivel que busca en los datos fidedignos el entendimiento de la variable de investigación, de diseño transversal. En cuanto a los *resultado* del análisis de las tres defensas exteriorizadas se decretó que los gaviones son más adecuados para el manejo de los flujos del río La Leche en ciertos tramos, todo dependerá de las características del río y la topografía, es por ello que los gaviones en tramos con un $Q = 400 \text{ m}^3/\text{s}$, $B = 60 \text{ m}$ y $V = 2.23 \text{ m/s}$ y determino que los diques son las estructuras recomendadas de acuerdo a las necesidades presentadas in situ con una $H = 4.00 \text{ m}$ y tendido de $B = 10 \text{ m}$ pero a su vez propongo la estructura de protección de gaviones con la siguiente geometría ($B = 5.00 \text{ m}$, $H = 4.00$ y tirantes que no superan los $Y = 3.20 \text{ m}$) finalmente, *recomienda* implementar las estaciones pluviométricas e hidrometeorológicas asociadas a sistemas automáticos de registro de datos y respectivo mantenimiento a las existentes en la zona de estudio para su uso en modelos de predicción y un manejo más adecuado de información.

Según Evangelista Karla (2017) en la tesis *titulada* “Identificación de zonas inundables y propuesta de defensa ribereña del sector Salinas km 89 en el rio Chancay” fijó como *objetivo* principal elaborar una propuesta de obra ribereña para alcanzar el objetivo medible que busca identificar zonas posiblemente inundables considerando una *metodología* de tipo aplicada, con nivel explicativo y diseño no experimental de incisión transversal alcanzando como *resultado* de acuerdo a lo hallado el ángulo de fricción es 32.2° que propone una capacidad admitida de 53.12 en relación al método de Terzaghi, de ello el coeficiente de variación es ± 0.02 , no obstante mencionar que la estabilidad es admisible, sin embargo una exposición a sobrecarga inusitada podría conllevar a una inestabilidad que terminaría en el fondo del río.

Teorías relacionadas al tema

Defensa Ribereña

“Se denomina estructura fluvial a toda estructura inmersa en el cauce del río, con finalidad de dirigir, administrar, encauzar controlar y corregir el recorrido natural del agua.”
(Maccaferri, 2015, p.2).

También se puede definir como estructuras que sirven para salvar áreas cercanas a las riberas de los ríos, generalmente de procesos de erosión en los márgenes a consecuencia de la intensa corriente que circula por el lecho, las cuales transportan materiales como, sedimentos, rocas, arbustos, etc. debido al incremento de precipitaciones en épocas de lluvia, las mismas que generan desestabilización del talud interno. Estas estructuras se ubican en zonas estratégicas y puntos establecidos para la protección de poblaciones, vías de comunicación, industrias, sembríos, etc.

Se debe tener en cuenta que las mismas deberán ser analizadas por profesionales que desarrollen las estructuras de acuerdo a la demanda que ejerce el caudal de la zona donde será establecido y tomando en cuenta distintos datos externos para su buena ejecución.

Gaviones

Según Martín Vide (2002), define a los gaviones como: *“Los gaviones, o también conocidos como cestones, se definen como un depósito, habitualmente un paralelepípedo, de alambra colmado de cantos”*.

Entonces se define como gavión, al conjunto de paralelogramos que conforman un sistema de estructura rectangular; elaborados a base de alambres de acero que son tejidos entre sí para su mejor consistencia.

Cabe mencionar que los gaviones se pliegan parte por parte en obra para después proceder con su llenado a base de piedras de un determinado tamaño y peso, entonces podemos acotar que los gaviones son sistemas sencillos, que tienen mucha capacidad de flexibilidad y a su vez son muy versátiles.

De acuerdo a lo descrito se conoce que esta estructura es relativamente económica a comparación de otras, desde un punto de vista técnico son estructuras que se pueden plasmar en cualquier ambiente, porque no requieren de mano de obra especializada o equipos costosos ni maquinaria en particular.

Denominación del tipo de gavión

Se da a conocer el tipo de gavión a trabajar y se consideran las fórmulas aplicadas para su diseño, de la misma manera la parte teórica fundamental para conocer el desenvolvimiento de esta estructura, entre otras menciones.

Gavión Caja

Según (Maccaferri, 2005, p. 16): “Este gavión tiene una estructura metálica, con una representación de paralelepípedo, procedente de un paño hexagonal con doble torsión, que conforma parte de la base, tapa y pared trasera y delantera”.

De la misma manera que los gaviones colchón o colchoneta, en su interior están divididos mediante diafragmas que son ubicados cada metro, en otros casos el análisis determinara la separación entre ellos, pero se considera como promedio 1 metro.

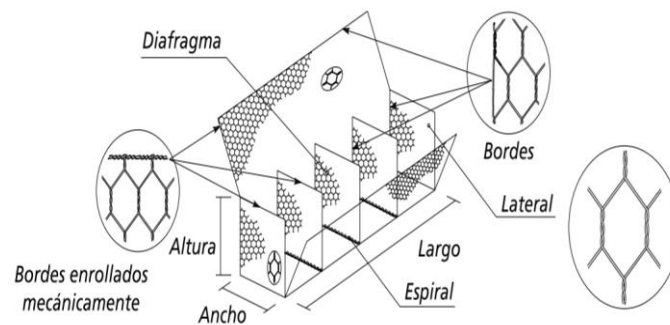


Figura 3. Elementos constituyentes del gavión caja

Fuente: Maccaferri, 2005, p. 16.

El diafragma en mención está hecho del mismo material que la malla exterior del sistema, pero con una leve diferencia; los bordes son amarrados con una malla de mayor grosor para un mejor amarre.

Dentro de los materiales usados con frecuencia para el enrejado se conocen los siguientes: tejido eslabonado con una simple torsión, con reja triple torsión de tejido hexagonal de red de acero galvanizado o malla electrosoldada.

En conclusión, estas estructuras son simples en su implementación y a continuación se mencionan las características técnicas más importantes que tienen los gaviones.

- Monolíticas
- Resistentes
- Durables
- Flexibles
- Permeables

- De bajo impacto ambiental

La longitud de este tipo de gavión en particular puede variar de 1 a 5 metros dependiendo del proveedor o uso que se le designe a la estructura.

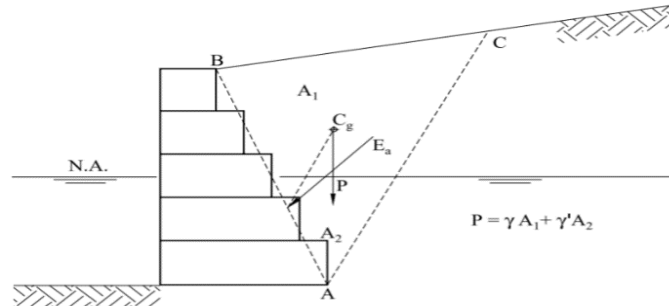


Figura 4. Estructura de contención parcialmente sumergida
Fuente: Maccaferri, 2005, p. 59.

Diseño de gavión

“Para el cálculo de los gaviones, necesitaremos la topografía y también los parámetros geológicos, hidrológicos e hidráulicos”. (Diseño y construcción de defensas ribereñas, 1998, p. 91)

Cálculo Hidrológico

El estudio hidrológico de la cuenca del río Sicra, se llevó a cabo mediante el modelo HEC-HMS generando hidrogramas, se alcanzó un caudal final para un tiempo de retorno de 100 años.

Cálculo Hidráulico

Se menciona el cálculo de tirante para la fase de retorno de 100 años, la simulación hidráulica se verifica mediante el programa HEC-RAS 5.0.3 el cual nos permite el ingreso de datos de sección transversal para lo cual identificamos llanuras de inundaciones y cauces principales, finalmente se obtiene resultados de superficies de agua y las características hidráulicas en cada sección transversal.

Altura de muro

La altura de muro se determinó a partir de la relación de Manning - Strickler, en función al coeficiente presentado en la tabla N°19 y calculando un bordo libre de acuerdo a las características del río, a continuación, se muestra la ecuación (1.1).

$$H_{muro} = H_{manning} + \frac{v^2}{2 \times g} \quad (\text{Ec.1.1})$$

Socavación

Para poder determinar la hondura de socavación se estimó el método planteado por L.L. List Van Lebediev, el cual se tomó por ser el más ajustado a los trabajos ejecutados con la ecuación (1.2).

$$t = \left(\frac{Q}{\left(k_s * B * S^{\frac{1}{2}} \right)} \right)^{\frac{3}{5}} \quad (\text{Ec.1.2})$$

Donde:

T: tirante

Q: caudal

Ks: coeficiente de rugosidad

B: base

S: pendiente

Colchón antisocavante

El colchón antisocavante da soporte a nuestro gavión por lo tanto las dimensiones que se tendrán tienen que ser calculadas de la siguiente manera, con la ecuación (1.3).

$$L_{colchón} = 1.5 * H_s \quad (\text{Ec.1.3})$$

Donde:

Hs: Longitud del colchón

Empuje activo

Los cálculos realizados estarán dados por la teoría de Coulomb para efectuar los factores de seguridad al vuelco, traslación y sismicidad, los cuales son factores determinantes en el diseño de la estructura de acuerdo a la ecuación (1.4).

$$F_1 = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 \quad (\text{Ec.1.4})$$

Donde:

γ : Peso específico

H: Altura

Seguridad al deslizamiento

El movimiento de la estructura aparecerá cuando las resistencias ejercidas (empuje pasivo, resistencia de fricción del suelo) en la base del muro sean menores a las del empuje activo ubicado frente a estas.

El cálculo del componente vertical del empuje activo es calculado mediante la ecuación (1.5).

$$E_V = E_a * \text{sen}(90^\circ + \delta - \beta) \quad (\text{Ec.1.5})$$

Donde:

E_a : Empuje activo.

δ : Ángulo de fricción del terreno

β : Ángulo respecto al plano

El cálculo del componente horizontal se determinó con la ecuación (1.6).

$$E_h = E_a * \text{cos}(90^\circ + \delta - \beta) \quad (\text{Ec.1.6})$$

La verificación se dio con la ecuación (1.7).

$$n = \frac{[(w+E_V)\text{cos}\alpha + E_H\text{sen}\alpha]\text{tg}\varphi + (w+E_V)\text{sen}\alpha}{E_H\text{cos}\alpha} \quad (\text{Ec.1.7})$$

Donde:

E_V : Empuje vertical

E_H : Empuje horizontal

α : Ángulo del talud del material sobre muro

w : Peso de la estructura

n : Resultante de fuerzas normales a la base del muro

Seguridad al volteo

Este fenómeno ocurre cuando la sumatoria de momentos ejercidos por el empuje pasivo y el peso propio de la estructura con respecto al punto de giro es superado por el empuje activo ejercido por terreno u otro material detrás de la estructura, se calcula mediante la ecuación (1.8).

$$M_V = E_H * d \quad (\text{Ec.1.8})$$

Donde:

d : Altura punto de aplicación empuje

El Momento de resistencia lo determinamos mediante la ecuación (1.9).

$$M_R = W_s + E_v \quad (\text{Ec.1.9})$$

Entonces, la resultante normal a la base del muro será.

$$n = \frac{M_R}{M_V} > 1.5$$

La verificación se da mediante la ecuación (1.10).

$$e = \frac{b}{2} - \frac{M_R - M_V}{n}$$

(Ec.1.10)

Donde:

e: Excentricidad de la resultante

n: $(W + E_v) * \cos\alpha + E_h \times \text{sen}\alpha$ (resultante de fuerzas normales a la base del muro)

Determinaremos también las Tensiones, para ello empleamos la ecuación (1.11).

$$G_1 = \frac{n}{b} * \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

(Ec.1.11)

Donde:

e: Excentricidad de la resultante

n: Resultante de fuerzas normales

b: Base

Muros de Contención

Morales, Roberto (2016, p. 112), define a los Muros de Contención como: *“Son estructuras que suministran sustento lateral a una concurrencia de material, de acuerdo a su diseño pueden solventar cargas verticales, debido a esto su estabilidad se basa en el peso muerto que se ejerce únicamente sobre su base”*.

La finalidad principal de esta estructura es el soportar fuerzas ejercidas sobre estas (empujes activos) los cuales serán transmitidos a la fundación de manera eficaz, para evitar el vuelco o deslizamiento de algún material.

Es preciso señalar que previo a la construcción de estos muros se debe evaluar el tipo y composición de suelo sobre el cual va a establecerse la estructura, con el fin de evitar excesivas deformaciones, hundimientos o roturas que generen el mal comportamiento del sistema.

Funcionamiento del muro

Los muros de sujeción se implementan para contener aglomeraciones sólidas de tierra, estructuras u otro tipo de materiales, los cuales no pueden sostenerse en su espacio natural.

El proceso de diseño requiere de varios puntos que se determinan por medio de cuanta magnitud soportará, en qué dirección ejercerá su fuerza, si la fuerza será puntual o distribuida, si la capacidad admisible del terreno es la adecuada, entre otros.

Para proyectar la incorporación de los muros se debe tener en cuenta lo siguiente:

- 1.- Seleccionar la estructura adecuada y sus dimensiones.
- 2.- Analizar la estabilidad del muro con respecto a las fuerzas actuantes y pasivas, de acuerdo a los parámetros mínimos establecidos.
- 3.- Diseño de los componentes de la estructura, los análisis estructurales entre ellas resistencias, empujes, capacidad portante entre otros, serán analizadas con cautela para brindar una estructura solvente acorde a los requerimientos dados.

Muros en voladizo

La resistencia de estos muros frente a los esfuerzos de la tierra reside en la acción estructural de su pantalla vertical en voladizo la cual se encuentra empotrada a una losa horizontal o comúnmente llamada (zapata), estos dos elementos estarán reforzados con el fin de poder resistir momentos y esfuerzos a los que están expuestos. (Diseño de concreto armado, 2016, p. 115).

La estructura más usual es la denominada T, porque la estabilidad que posee radica gracias al ancho de su zapata; la cual se ve sostenida por la masa de tierra que va sobre ella, esta masa ayuda a impedir que suceda un volcamiento y también proporciona mayor fricción en la parte inferior (suelo – muro).

Cabe mencionar que estos muros son diseñados para contener masas de tierra, y de la misma manera soportar empujes producidos por el agua en la cara delantera, de esta manera se elabora el análisis para el desarrollo del proyecto.

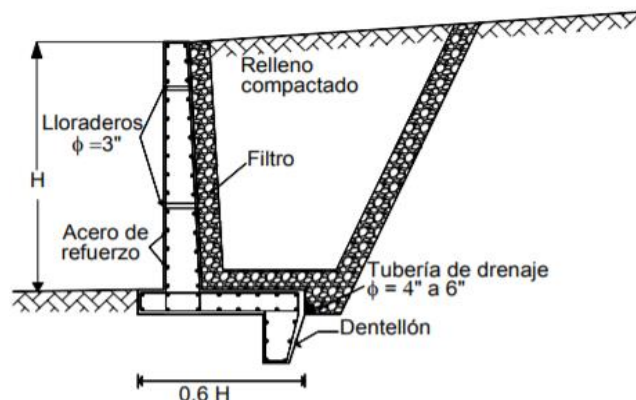


Figura 5. Muro en voladizo.

Fuente: Estudio de mecánica estructural y riesgo sísmico 2004, p. 78.

Diseño de muro voladizo

Análisis de estabilidad de muro

Este análisis se realiza para conocer los esfuerzos actuantes en el suelo de fundación, empujes actuantes, pasivos, cargas de materiales, etc. con la finalidad de estabilizar la estructura.

Coefficiente de empuje activo (K_a)

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi)}{\text{sen}^2\psi * \text{sen}(\psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) * \text{sen}(\phi - \beta)}{\text{sen}(\psi - \delta) * \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

(Ec.1.12)

Donde:

ψ° = Ángulo interno del muro con la horizontal

β° = Ángulo del talud de relleno con la horizontal

δ° = Fricción suelo muro = $(2/3 * \phi)$, Terzaghi.

ϕ° = Ángulo de fricción interna, relleno

Empuje activo (E_a)

$$E_a = \left(\frac{1}{2} * \gamma_2 * H^2 \right) * K_a \quad (\text{Ec.1.13})$$

Donde:

γ = Peso específico del material

H = Altura

K_a = Coeficiente de empuje activo

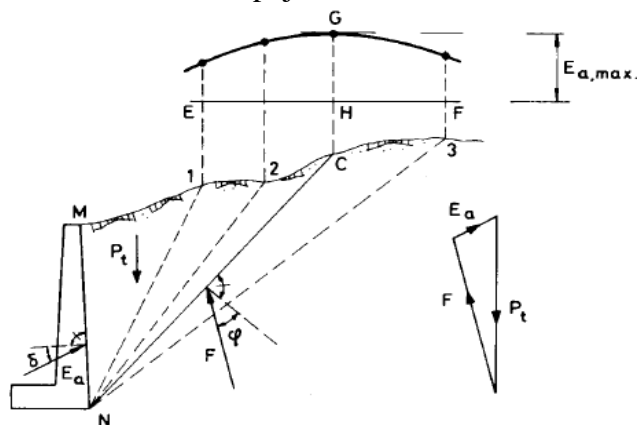


Figura 6. Muros de contención (1980, p. 148).

Las fuerzas verticales están aplicadas a:

$$D_V = \frac{H}{3} \quad (\text{Ec.1.14})$$

Medido desde la base del muro.

Las fuerzas horizontales están aplicadas a:

$$D_H = B \quad (\text{Ec.1.15})$$

Medido desde el primer punto de la zapata de la base del muro.

Cálculo del momento por el empuje activo (Ma)

$$M_a = E_a * D_v \quad (\text{Ec.1.16})$$

Donde:

Ea: Empuje activo

Dv: Fuerza vertical, medida desde la base inicial del muro

Empuje activo horizontal se halló mediante:

$$E_{ah} = E_a * \text{Cos } \omega \quad (\text{Ec.1.17})$$

Empuje activo vertical se halló mediante la ecuación (1.18).

$$E_{av} = E_a * \text{Sen } \omega \quad (\text{Ec.1.18})$$

Cálculo del empuje de la sobrecarga (Es)

$$E_S = \gamma_2 * h_0 * H * K_a \quad (\text{Ec.1.19})$$

Donde:

γ_2 : Peso específico del suelo de relleno (Tn/m³)

h_0 : Altura equivalente a sobrecarga vehicular

H: Altura total de muro

K_a : Coef. del empuje activo

Cálculo del momento por empuje de la sobrecarga (Ms)

$$M_S = E_S * D_{vs} \quad (\text{Ec.1.20})$$

Donde:

Dvs: Fuerza vertical del empuje de sobrecarga

Cálculo del empuje total del suelo (Et)

$$E_T = E_a * E_S \quad (\text{Ec.1.21})$$

Cálculo del momento actuante del suelo (Mas)

$$M_{as} = M_a * M_S \quad (\text{Ec.1.22})$$

Donde:

Ma: Momento por empuje activo

Ms: Momento por empuje de la sobrecarga

Coefficiente de empuje pasivo (Kp)

Se establece de acuerdo a la fórmula propuesta por Coulomb, con la ecuación (1.23)

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\psi - \phi)}{\text{sen}^2\psi * \text{sen}(\psi + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) * \text{sen}(\phi + \beta)}{\text{sen}(\psi + \delta) * \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2} \quad (\text{Ec.1.23})$$

Donde:

ψ : Ángulo interno del muro con la horizontal

β : Ángulo del relleno con la horizontal

δ : Ángulo de fricción suelo muro ($2/3 * \phi$), Terzaghi

ϕ : Ángulo de fricción interna

Cálculo del empuje pasivo (Ep)

Se estima por la expresión de Rankine, ecuación (1.24).

$$E_p = \left(\frac{1}{2} * \gamma_1 * Df^2 \right) * K_p \quad (\text{Ec.1.24})$$

Donde:

γ_1 : Peso específico del suelo

Df: Profundidad de desplante

Kp: Coeficiente de empuje de activo

La fuerza vertical aplicada a:

$$D_V = \frac{2Df}{3} \quad (\text{Ec.1.25})$$

Medido desde la base del muro.

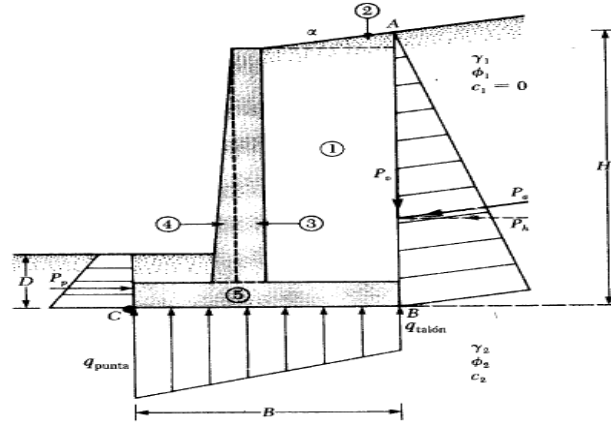


Figura 7. Muros de contención (1980, p. 150).

Cálculo de la sobrecarga (q)

Es la altura de material semejante a sobrecarga vehicular, $h_o = 0.60$ m, según la norma AASHTO 2002.

$$q = \gamma_2 * h_o \quad (\text{Ec.1.26})$$

Donde:

γ_2 : Peso específico del suelo de relleno (Tn/m³)

h_o : Altura equivalente a sobrecarga vehicular

Peso total de la sobrecarga (W_s)

Es la demasía que se aplica encima del relleno, limitado por el talón y la corona del muro.

$$W_s = q * L \quad (\text{Ec.1.27})$$

Donde:

q: Peso de la sobrecarga

L: Longitud del talón

Aplicado a:

$$D_{WS} = \frac{L}{2} + M + F + G$$

Cálculo del momento por la sobrecarga (M_s)

$$M_s = W_s * D_{WS} \quad (\text{Ec. 1.28})$$

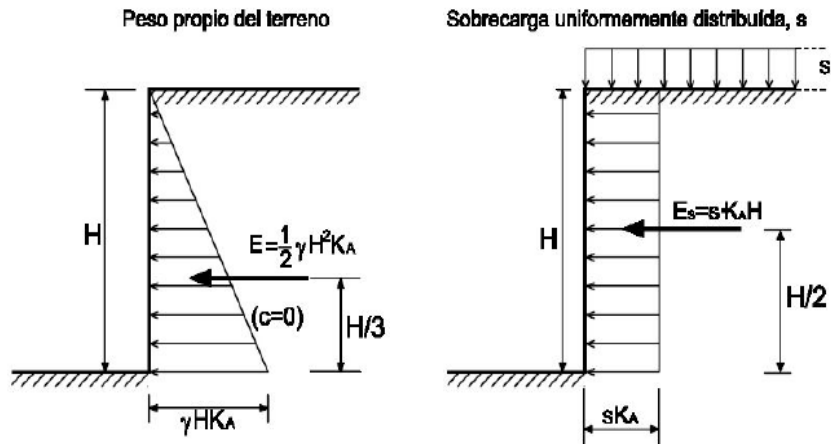


Figura 8. Distribución de cargas, ejercidas al muro y terreno
Fuente: Muros de concreto.1980, p. 152.

Cálculo del peso total del relleno (W_r)

$$V_r = h_p * N * 1 \tag{Ec.1.29}$$

Donde:

h_p : Altura de la pared de muro

N : Ancho del talón

$$W_r = \gamma_2 * V_r$$

Aplicado a:

$$D_{wr} = M + F + G + \frac{N}{2}$$

Cálculo del momento del relleno por encima del talón (M_r)

$$M_r = W_r * D_{wr} \tag{Ec.1.30}$$

Donde:

W_r : Peso del relleno

D_{wr} : Fuerza actuante del peso de relleno

Resultante de las fuerzas verticales (R_v)

Se componen de varias fuerzas, entre ellas podemos mencionar al peso muerto, peso de relleno y peso total de sobrecarga.

$$R_v = P_{pmc} + W_r + W_s + E_{av} \tag{Ec.1.31}$$

Donde:

P_{pmc} : Peso propio del muro de concreto

W_r : Peso de relleno

W_s : Peso total de sobrecarga

E_{av} : Empuje de fuerzas verticales

Cálculo del momento resistente o estabilizante del muro (M_e)

$$M_e = M_{ppx} + M_s + M_r + ME_{av} \quad (\text{Ec.1.32})$$

Donde:

M_{ppx} : Momento por el peso propio

Factor de seguridad contra el volteo (FSV)

Cálculo del momento de volteo (M_v)

$$M_v = E_{ah} * \left(\frac{H}{3}\right) \quad (\text{Ec.1.33})$$

Donde:

E_{ah} : Empuje activo horizontal

H: Altura

El factor de seguridad frente al volteo se puede revisar mediante la ecuación (1.34).

$$FSV = \frac{\sum M_x}{M_v} \quad (\text{Ec.1.34})$$

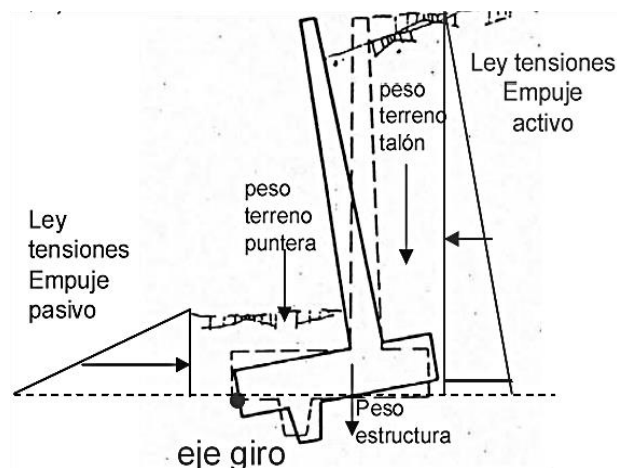


Figura 9. Grafica ilustrativa de un FSV.

Fuente: elaboración propia.

De igual forma el chequeo al Volteo se puede realizar con el Momento de Volteo (M_v) y el Momento Estabilizante (M_e) ya calculados, de la siguiente manera:

Según J. Barros (1980, p. 69) el momento de volteo (M_v) son:

“las fuerzas que tratan de volcar la estructura, estas son el empuje activo y la sobrecarga (Momentos Actuantes del Suelo)”.

Según J. Barros (1980, p. 70) el momento estabilizante (M_e) son:

“las fuerzas que proporcionan estabilidad, peso muerto, peso de relleno y peso total del exceso (Momento Resistente)”.

Entonces el Factor de Seguridad contra el Volteo será:

$$FSV = \frac{M_e}{M_v} \quad (\text{Ec.1.35})$$

Factor de seguridad contra el deslizamiento (FSD)

Sabemos que las fuerzas actúan perpendicularmente al eje central del muro y son horizontales, por lo que el FSD se puede calcular mediante la siguiente ecuación (1.36).

$$FSD = \frac{P_{total} * f}{E_{ah}} \quad (\text{Ec.1.36})$$

Donde:

P_{total} : Peso total de la estructura

f : Ángulo de fricción suelo estructura

E_{ah} : Empuje activo horizontal

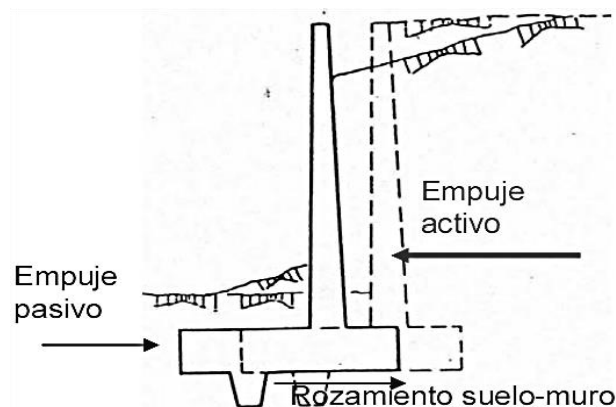


Figura 10 . Gráfica ilustrativa de un FSD.

Fuente: elaboración propia.

Así mismo la evaluación al movimiento se puede efectuar determinando la fuerza de fricción (F_r), que se interpreta como la fuerza que ejerce la base del muro contra el terreno.

Se estableció en función del empuje pasivo del suelo y el ángulo de fricción interna con la ecuación (1.37).

$$F_R = \mu * (R_V + E_{av}) + c * B + E_p \quad (\text{Ec.1.37})$$

Donde:

μ = coeficiente en función al ángulo de fricción interna del suelo

R_V = resultante vertical

c = cohesión de fricción del suelo

B = base

E_p = empuje pasivo

De acuerdo a ello, el factor de seguridad frente al deslizamiento es:

$$FSD = \frac{Fr}{Eah} \quad (\text{Ec.1.38})$$

Donde:

Fr = Fuerza de rose

Eah = Empuje activo horizontal

Centro de gravedad resultante (X_r)

$$X_r = \frac{\sum M_X - M_V}{R_V} \quad (\text{Ec.1.39})$$

Donde:

M_X : Sumatoria de momentos respecto al eje x

M_V : Momento de volteo

R_V : Resultante de las fuerzas verticales

Excentricidad de la fuerza resultante (e_x)

Se menciona que para impedir que le muro tienda a inclinarse la resultante de las fuerzas ejercidas en el suelo ejerzan en el punto central del muro, por ello se recomienda plantearla a 1/3 de la base central del muro.

La excentricidad tiene que ser superior a la sexta parte de la base ($B/6$) para poder tener una presión trapezoidal que actúe como compresión.

$$e_x = \frac{B}{2} - X_r \quad (\text{Ec.1.40})$$

$$e_{\text{máx}} = \frac{B}{6} \quad (\text{Ec.1.41})$$

Se debe cumplir lo siguiente: $e_x < e_{\text{máx}}$

Presión de contacto muro – suelo de fundación (σ máx, mín)

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{R_V}{B} * \left(1 + \frac{6 * e_x}{B} \right) \quad (\text{Ec.1.42})$$

$$\sigma_{\text{mín}} = \frac{R_V}{B} * \left(1 - \frac{6 * e_x}{B} \right) \quad (\text{Ec.1.43})$$

Se debe cumplir lo siguiente:

$$\sigma_{\text{máx}} < \sigma \quad \text{y} \quad \sigma_{\text{mín}} < 0.00$$

Esfuerzos admisibles del suelo de fundación

El volumen permitido por el suelo fundado (σ_{adm}), se comprueba con el factor para cargas estáticas FS carga = 3

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{q_{\text{últ}}}{FS} \quad (\text{Ec.1.44})$$

$$FS_{\text{carga}} = \frac{q_{\text{últ}}}{\sigma_{\text{máx}}} \quad (\text{Ec.1.45})$$

Se debe cumplir lo siguiente:

$$FS_{\text{carga}} > 3 \quad \text{y} \quad \sigma_{\text{máx}} < \sigma_{\text{adm}}$$

Espigones

(Maccaferri, 2015, p. 131), hacen mención que el espigón: *“Descaminan las aguas principales de la corriente, centrando y estancando para evitar que la fuerza de la corriente sobrepase el margen establecido”*.

De este modo los espigones son un tipo de defensa ribereña o fluvial, que se ubican en los márgenes de un río de manera longitudinal interpuestos a la corriente, cuyo fin es controlar la dinámica fluvial generando un encauzamiento donde se evite un desborde o inundación.

Espigón Mixto

(Maccaferri, 2015, p. 138), acerca de los espigones mixtos: *“Los espigones mixtos, conocidos también como retardadores o deflectores actúan como defensa de los márgenes contra una erosión y que a su vez forman un cauce más profundo para la navegación”*.

Así mismo estos espigones son empleados como conjunto para establecer zonas de sedimentación del material que queda suspensión, reformando de esa manera el margen con presencia de erosión.

(Diseño y construcción de defensas ribereñas, 1998, p. 66), menciona que: *“Los espigones de estas características deben ser construidos con ángulos que van desde los 70° A 85°, con longitudes variables, los cuales permiten la disipación de energía de río en las zonas afectadas”*

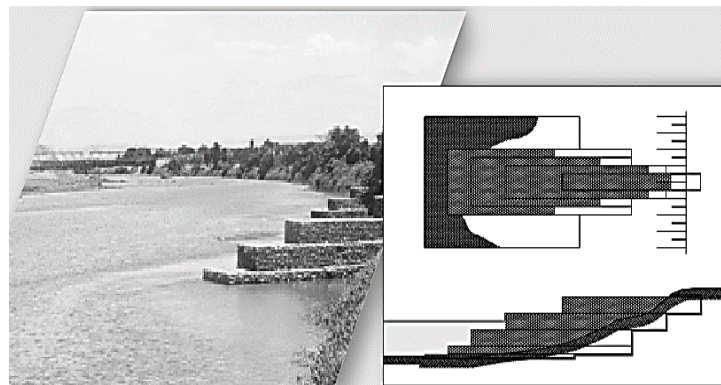


Figura 11. Espigón deflector.

Fuente: Maccaferri, 2005, p. 186.

Diseño de espigón

Para el cálculo de los espigones, igualmente que en el diseño de gaviones necesitaremos los datos topográficos y por otra parte los parámetros geológicos, hidrológicos e hidráulicos.

Cálculo Hidrológico

El estudio hidrológico del río Sicra, se llevó a cabo mediante el modelo HEC-HMS 4.3 generando hidrogramas, se logró el caudal final para un ciclo de retorno de 100 años.

Cálculo Hidráulico

Se menciona el cálculo de tirante para el tiempo de vuelta de 100 años, la simulación hidráulica se verifica mediante el software HEC-RAS 5.0.3, que nos permite el ingreso de datos de sección transversal para lo cual identificamos llanuras de inundaciones y cauces principales, finalmente se obtiene resultados de superficies de agua y las características hidráulicas en cada sección transversal.

Altura de muro

La altura del muro de espigón se determinó a partir de la relación de Manning - Strickler, calculando un bordo libre de acuerdo a las características requeridas.

$$H_{muro\ espigón} = H_{manning} + \frac{V^2}{2 \times g} \quad (\text{Ec.1.46})$$

Socavación

Para poder decretar la depresión de la socavación, se estimó el procedimiento planteado por L.L. List Van Lebediev.

$$t_{espigón} = \left(\frac{Q}{\left(k_s * B * S^{\frac{1}{2}} \right)} \right)^{\frac{3}{5}} \quad (\text{Ec.1.47})$$

Donde:

- T: tirante
- Q: caudal
- Ks: coeficiente de rugosidad
- B: base
- S: pendiente

Colchón antisocavante

El colchón antisocavante da soporte a nuestro gavión por lo tanto las dimensiones que se tendrán tienen que ser calculadas de la siguiente manera.

$$L_{colchón} = 1.5 * H_s \quad (\text{Ec.1.48})$$

Donde:

- Hs: Longitud del colchón

Empuje activo

Los cálculos realizados estarán dados por la teoría de Coulomb para consumir los factores de seguridad al vuelco, deslizamiento y la sismicidad, los cuales son factores determinantes en el diseño de la estructura.

$$F_1 = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 \quad (\text{Ec.1.49})$$

Donde:

- γ : Peso específico
- H: Altura

Seguridad al deslizamiento

El movimiento de la estructura aparecerá cuando las resistencias ejercidas (empuje pasivo, resistencia de fricción del suelo) en la base del muro sean menores a las del empuje activo ubicado frente a estas.

Cálculo del componente vertical del empuje activo

$$E_V = E_a * \text{sen}(90^\circ + \delta - \beta) \quad (\text{Ec.1.50})$$

Donde:

E_a : Empuje activo.

δ : Ángulo de fricción del terreno

β : Ángulo formado por plano y la horizontal

Cálculo del componente horizontal

$$E_h = E_a * \text{cos}(90^\circ + \delta - \beta) \quad (\text{Ec.1.51})$$

Verificación

$$n = \frac{[(w+E_V)\text{cos}\alpha + E_H\text{sen}\alpha]\text{tg}\varphi + (w+E_V)\text{sen}\alpha}{E_H\text{cos}\alpha} \quad (\text{Ec.1.52})$$

Donde:

E_v : Empuje vertical

E_h : Empuje horizontal

α : Ángulo del talud del material sobre muro

w : Peso de la estructura

Seguridad al volteo

Este fenómeno ocurre cuando la sumatoria de momentos ejercidos por el empuje pasivo y el peso propio de la estructura con respecto al punto de giro es superado por el empuje activo ejercido por terreno u otro material detrás de la estructura.

$$M_V = E_H * d \quad (\text{Ec.1.53})$$

Donde:

d : Altura punto de aplicación empuje

Momento de resistencia

$$M_R = W_s + E_v \quad (\text{Ec.1.54})$$

Entonces:

$$n = \frac{M_R}{M_V} > 1.5$$

Verificación

$$e = \frac{b}{2} - \frac{M_R - M_V}{n}$$

(Ec.1.55)

Inundaciones

El Glosario Internacional de Hidrología (1974, p. 127), menciona que la enunciación oficial es: “*Avenida del flujo por encima de los límites uniformes del río u otro conjunto de agua*”.

Entonces puedo referir que las inundaciones son eventos que se originan producto de las fuertes precipitaciones, oleajes o alguna falla hidráulica, lo que origina el crecimiento por encima del nivel normal de agua de los ríos, generando incursión de agua en zonas donde habitualmente no la hay originando perjuicios en la localidad, infraestructura, agricultura, etc.

Parámetros Hidrológicos

El Glosario Internacional de Hidrología (1974, p. 258), nos define acerca de la precipitación que son: “*Elementos originarios de la concentración o sublimación ya sean sólidos o líquidos de la emanación de vapor que descienden de las nubes o se estancan en el aire del suelo*”

Entonces una precipitación es el descenso de toda agua meteorológica a lo largo de la extensión terrestre, de manera líquida o sólida (nieve, granizo). Además, se dice que los parámetros hidrológicos están relacionados con la intensidad y la duración con la que se suscita estos fenómenos que son el origen de todos los problemas hidrológicos que se establecen los cuales son por desconocimiento de la cuantificación y distribución de las aguas en épocas de lluvias.

Parámetros de la zona de estudio

La extensión de estudio comprende la “cuenca del río Sicra”, que se originan de las partes altas del distrito de Lircay, y de los escurrimientos superficiales y sub superficiales ocasionadas a partir de las lluvias que se originan en el ámbito de estudio.

Parámetros hidráulicos

Los parámetros hidráulicos son determinados por distintos factores, entre ellos la pendiente del terreno, esta puede ser llana, moderada y accidentada, siendo esta última la proporcionada por nuestra zona de estudio; esto ayuda en el cálculo de la velocidad del flujo, un factor influyente en trabajos de defensa ribereña ya que son muy importantes para conocer los tirantes que se tienen en cada sección definida por el autor.

Formulación del Problema

Problema General

- ¿Cuál será la defensa ribereña apropiada para el control de inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del distrito de Lircay – provincia de Angaraes – Huancavelica 2019?

Problemas Específicos

- ¿Cómo controlar las inundaciones mediante la incorporación de gaviones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del distrito de Lircay - provincia de Angaraes - Huancavelica 2019?
- ¿Cómo evitar las inundaciones a partir del diseño adecuado de muros de contención de concreto armado aplicando Geo 5 dentro del área urbana del distrito de Lircay - provincia de Angaraes Huancavelica 2019?
- ¿Cómo impedir las inundaciones con el empleo de espigones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019?

Justificación de Estudio

Los problemas establecidos líneas arriba son considerados importantes dadas las justificaciones de estudio que se tomarán en cuenta en este proyecto. El fin de la investigación es estudiar la estructura más eficiente para el área de estudio dentro de las cuales se tomará en cuenta la Defensa Ribereña; planteadas a partir de la necesidad que aqueja al Distrito de Lircay para lo cual se determinó variables causa – efecto, muy aparte de la viabilidad; tanto del aspecto monetario y social que respalden la toma de disposiciones para dicha población de estudio.

Justificación Económica

Este trabajo de investigación se justifica porque reducirá aspectos económicos ya que; se evitará desastres naturales producidos por inundaciones, los cuales ocasionan pérdidas materiales, agrícolas, viales y humanas dentro del área urbana del distrito de Lircay.

Justificación Social

La responsabilidad social y sostenibilidad ambiental son enfoques principales en este proyecto de investigación, de esta manera la población que se encuentra en el área afectada hará uso de los servicios implementados de acuerdo al análisis del proyecto con la finalidad de prevenir todo tipo de desastres, siendo ellos los primeros beneficiados con la incorporación de esta nueva estructura planteada por el autor.

Hipótesis

Hipótesis General

- La defensa ribereña apropiada determina el control de inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del distrito de Lircay – provincia de Angaraes – Huancavelica 2019.

Hipótesis Específicas

- La incorporación de gaviones permite controlar las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019.
- El diseño adecuado de los muros de contención de concreto armado evita las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes Huancavelica 2019.
- El empleo de los espigones impide las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del distrito de Lircay - provincia de Angaraes - Huancavelica 2019.

Objetivos

Objetivo General

- Determinar la defensa ribereña apropiada para controlar las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del distrito de Lircay - provincia de Angaraes - Huancavelica 2019.

Objetivos Específicos

- Analizar la incorporación de gaviones para controlar las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019.
- Evaluar el diseño adecuado de los muros de contención de concreto armado para evitar las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del distrito de Lircay - provincia de Angaraes - Huancavelica 2019.
- Estudiar el empleo de los espigones para impedir las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019.

II. Método

Método

Ramón, Ruiz (2007, p. 2), nos menciona acerca del método científico; en la metodología de la investigación científica lo siguiente: *“la manera o herramienta de la ciencia conveniente para conseguir esa locución de las cosas gracias al cual, es viable operar, armonizar y esgrimir esas mismas cosas. Además, nos condesciende demostrar si una suposición dada logra categoría de ley”*

Por lo tanto, mediante lo mencionado sobre la investigación se tomará en cuenta el método científico, el cual se caracteriza también por su rasgo científico; puro y aplicado que requiere de un conocimiento previo para ser reelaborado teniendo como fin la lógica general.

2.1 Tipo y diseño de investigación

Best (1998, p. 28), nos da a conocer que: *“la exploración **aplicada**, tiene interés en la aplicación de ilustraciones teóricas o algo determinado, se enfoca en la búsqueda de conocer para forjar, actuar y transformar”*.

Es por ello que este proyecto según su análisis antes mencionado será de tipo aplicado; porque este sistema necesita conocer para contribuir y transformar la realidad del problema planteando la solución más adecuada.

Nivel

Valderrama, Santiago (2013, p. 45 - 52), en su libro; Pasos para elaborar proyectos de investigación científica; sostiene acerca del Nivel Explicativo lo siguiente:

Los estudios descriptivos se basan en la recopilación de información ya sea autónoma o ligada, sobre las nociones o fenómenos a las que se describen.

Los estudios explicativos básicamente se desarrollan en la aplicación concreta del porque un anómalo y en qué situaciones se muestra.

Según los alcances mostrados durante la investigación, se determinó descriptivo y a su vez explicativo, puesto que se recopilará información actual de las precipitaciones y se determinará los caudales a partir de ello.

Conforme a las consideraciones la investigación corresponde al nivel descriptivo – explicativo.

Hernández, Fernández y Baptista (2010, p. 37), alude sobre del nivel Cuantitativo: *“este método usa la recopilación de antecedentes para comprobar hipótesis con relación de base numéricamente estadística, para fijar esquemas de proceder y tantear teorías”*.

Se incluyó este procedimiento porque está enfocado en las ciencias y en la persuasión probabilística, los cuales tienen medición y control porque pueden ser medibles, visibles y cuantificables, lo cual nos enfila netamente en los resultados.

Diseño de Investigación

Según Hernández, (2014, p. 152): “los fenómenos que se presentan de forma natural, no provocados intencionalmente, en la investigación son de tipo no experimental ya que esta investigación se encarga de observar situaciones en su ambiente natural ya existentes”

Se fijó que el diseño de investigación para este proyecto de investigación será, no experimental – transversal – correlacional.

Se consideró no experimental porque la realización de la exploración se hace sin manejar las variables, sin embargo, se establecen los problemas sucedidos en la zona de estudio.

Determinamos que el diseño es transversal porque se recopilará información de la problemática en la cual se encuentra la zona de estudio, a partir de ello será relacionada con las teorías e investigaciones realizadas a lo largo de la investigación para dar solución a las complicaciones existentes en la localidad.

Se estableció que el diseño será correlacional por que la variable independiente como dependiente tienen correlación causa – efecto.

2.2 Operacionalización de variables

Se indican las variables tomadas con relación al objetivo planteado en la investigación, a su vez se detalla la operacionalización de cada una.

Variables

Se identificaron como se muestra a continuación:

Variable Independiente: Inundaciones

Variable Dependiente: Defensa ribereña

Tabla 1. Tabla de operacionalización de variables.

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO | ESCALA |
|------------------|---|---|---------------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
| INUNDACIONES | Para (CENEPRED, 2015, pág. 7), define a la inundación como un “acontecimiento que, debido a la precipitación, o grieta de alguna estructura induce un acrecentamiento en el ras de la superficie del agua de los ríos, formando incursión o sutileza de agua en sitios donde comúnmente no la hay fundando, deterioros en la población. | La variable inundación se examinará en función de sus dimensiones, parámetros hidrológicos, parámetros de la zona de estudio y parámetros hidráulicos, por lo tanto, las 3 dimensiones de esta variable serán evaluadas por 9 ítems los cuales fueron considerados 3 para cada uno. | PARÁMETROS HIDROLÓGICOS | PRECIPITACIÓN | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | INTENSIDAD | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | DURACIÓN | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | PARÁMETROS DE LA ZONA DE ESTUDIO | TOPOGRAFÍA | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | GEOLOGÍA | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | POBLACIÓN | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | PARÁMETROS HIDRÁULICOS | VELOCIDAD | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | PENDIENTE | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | TIRANTE | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| DEFENSA RIBEREÑA | Según (MEF, 2015, pág. 3), define que “las defensas ribereñas son estructuras fundadas en los bordes de los ríos para impedir desarrollos de erosión y avenida”. [...] Además, no solo para evitar la destrucción material causada por las inundaciones, sino como alternativa ante la pérdida de vidas humanas. | La variable defensa ribereña se analizará en función de sus dimensiones, gaviones, muros de contención de concreto armado y espigones, por lo tanto, las 3 dimensiones de esta variable serán evaluadas por 9 ítems los cuales fueron considerados 3 para cada uno. | GAVIONES | TIPO CAJA | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | TIPO COLCHÓN | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | TIPO SACO | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO ARMADO | GRAVEDAD | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | VOLADIZO | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | CONTRAFUERTE | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | ESPIGONES | EN T | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | TIPO HOCKEY | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |
| | | | | MIXTO | FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS | VALOR - RAZÓN |

Fuente: elaboración propia.

2.3 Población

Población

(Hernández, et. al, 2014, p. 174), comento sobre población lo siguiente: *“Aglomeración de casos que guardan relación con características determinadas, que refieren al contenido, lugar y tiempo”*.

Entonces por lo referido antes, la población lo conformará el río Sicra delimitado por el área urbana del Distrito de Lircay – Huancavelica.

Muestra

Valderrama, Santiago (2013, p. 184), en su libro; Pasos para elaborar proyectos de investigación científica; indica:

“Es la parte representativa de un todo, representa porque manifiesta las características del todo cuando se aplica el método adecuado de muestreo”

Para efectos de la investigación se trabajará en la zona crítica delimitada dentro del área urbana del distrito de Lircay por el software GEO5.

Muestreo

Tamayo (1990, p. 147), dice del muestreo: *“es la determinación de lo representativo a partir del conjunto, de este modo se obtiene los datos que nos sostienen para demostrar la veracidad o falsedad de la hipótesis y sacar deducciones sobre la población de estudio”*.

Se consideró que el muestreo de la investigación sea no probabilístico intencional, porque se ejecutara según los análisis del software GEO5.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Hernández Sampieri (2010, p. 198), menciona: *“de acuerdo a nuestros objetivos planteados, el siguiente paso es recopilar datos adecuados sobre las particularidades, conocimientos o variables”*.

En este caso las técnicas que emplearemos serán la recopilación de datos en campo y gabinete los cuales servirán para conseguir la información propicia para afrontar las aclaraciones de investigación. Entonces considero como origen primario la observación directa – estructurada, la cual determine la percepción más idónea para definir la problemática que presenta mi zona de estudio y plantear la solución más eficiente.

Instrumento de datos

Arias (2012), acota sobre los instrumentos de datos: *“cualquier trámite, terminal o conformación, que se maneja para alcanzar, inspeccionar o acumular información”*.

Se precisó que el instrumento usado en esta investigación radica en la ficha de recopilación de datos cuantitativos y cualitativos. Así mismo para proceder con la investigación se deberá contar con datos de precipitaciones que son fundamentales para el planteamiento del problema, determinando caudales máximos y de diseño para posteriormente utilizar el software geo5 como herramienta que permita determinar el mejor diseño de defensa ribereña.

Validez

La Torre (2007, p. 74), establece: *“se desglosa por validez al grado que refleja el rasgo, carácter y dimensión que se requiere evaluar, esta misma se da en diferentes niveles y es recomendable determinar a qué prototipo de validez pertenece”*.

Entonces, de acuerdo a lo mencionado, nuestras fichas de recopilación de datos serán evaluadas por tres ingenieros civiles altamente capacitados para establecer el nivel de validez de nuestro instrumento hecho para el desarrollo de la investigación.

Mencionamos a Herrera, el mismo que establece los parámetros para evaluar el grado de validez de nuestro instrumento de acuerdo a una tabla de valores.

Tabla 2. Niveles de validez.

| | |
|--------------------|--------------------------|
| 0.53 o menos | Validez Nula |
| 0.54 a 0.59 | Validez Baja |
| 0.60 a 0.65 | Válida |
| 0.66 a 0.71 | Muy Válida |
| 0.72 a 0.99 | Excelente validez |
| 1.00 | Validez perfecta |

Fuente: Herrera (1998, p. 53).

Por lo tanto, de acuerdo a la validez que le dieron los 03 ingenieros responsables de la evaluación nuestro instrumento se considera con una excelente validez obteniendo un indicador promedio de 0.86.

Confiabilidad

Este proyecto es confiable, ya que, la información establecida en este trabajo está debidamente citada, mencionada y referenciada, los cuales se unirán con la correcta digitación de los valores numéricos; que nos proporcionaran el eficiente manejo del software para el modelamiento de la defensa ribereña, el mismo que nos permitirá dar la solución al contexto de la problemática expuesta anteriormente.

Tabla 3. *Nivel de confiabilidad.*

| RANGOS | MAGNITUD |
|--------------------|-----------------|
| 0.81 a 1.00 | Muy alta |
| 0.61 a 0.80 | Alta |
| 0.41 a 0.60 | Moderada |
| 0.21 a 0.40 | Baja |
| 0.01 a 0.20 | Muy baja |

Fuente: Ruiz (2000, p. 70).

De acuerdo al cuadro mostrado, se concluye que el trabajo presenta una confiabilidad muy alta ya que obtuvo un indicador de 0.86 de acuerdo a la revisión de nuestros 03 responsables.

2.5 Método de análisis de datos

El siguiente proyecto presenta el método de análisis de datos el cual fue determinado como estadístico inferencial y prospectivo. Porque requiere superar el nivel de validez presentado por la investigación, ya que no se permite que nuestra confiabilidad sea vulnerada por los límites de estudio establecidos

En primer lugar, se aplica el instrumento en este caso; nuestra (ficha de recolección de datos) el cual mediante la pericia de investigación continua en un tiempo establecido se irá a visualizar la situación en la que se encuentra nuestra zona de estudio, delimitando el tema en nuestra variable independiente como dependiente, determinando: el estado en el cual se encuentra nuestra zona, en cuanto se vio afectada por la inundación, las principales causas, si hubo presencia de estructuras para proteger áreas aledañas, entre otros; lo cual nos dará facilita una idea objetiva de la situación en la que se está planteando el proyecto, el cual quedará evidenciado en las tomas fotográficas que darán fe y serán evidencias del trabajo realizado.

En segundo lugar, se procede a sacar muestras del terreno ubicando zonas puntuales del margen del río Sicra, esto con el fin de determinar a qué tipo de suelo pertenece dicho terreno, saber las características del material, conocer las capacidades que admite el suelo, entre otros fines.

En tercer lugar, teniendo los datos proporcionados por Senamhi y ubicada nuestra estación hidrológica y meteorológica, se evaluarán las precipitaciones, intensidades máximas; todo ello respecto a nuestra zona de estudio, para ingresar a una base de datos propia la cual nos permitirá obtener valores definitivos para poder modelar nuestras estructuras en el software geo5 el cual determinara cuales son las más adecuadas para determinada zona a lo largo del área urbana del distrito.

En cuarto lugar, se establece el modelamiento determinando puntos críticos los cuales serán analizados con el software HEC – RAS 5.0.3 y determinaremos una estructura adecuada para la zona de estudio, además se proyectará la estructura a un tiempo de retorno de 100 años, el tiempo que estimamos tenga vida útil nuestra estructura la cual será establecida minuciosamente por el autor, bajando los niveles de inseguridad en la zona de estudio.

En quinto lugar, se establecerá una relación entre los efectos alcanzados en la investigación y el soporte del software que nos será de vital importancia para poder definir el control de inundaciones y las estructuras de contención a implementar.

2.6 Aspectos éticos

La recopilación de datos se determinó de manera clara siguiendo todos los parámetros instituidos en el reglamento nacional de hidrología, hidráulica y drenaje y los diversos textos sobre estructuras de contención y defensa ribereña, con el objetivo de entregar un trabajo de manera honesta y respetando el aval de los ingenieros.

Es por ello que, a lo largo de la investigación se tomó información de diversos medios, escritos y virtuales los cuales guardan relación directa con nuestras variables expuestas para poder sustentar nuestro modelamiento de defensa ribereña para el distrito de Lircay.

De la misma manera, las referencias fueron elaboradas bajo los conceptos del estilo ISO, no obstante, se menciona que toda la información presentada en esta investigación fue descrita y citada según lo manda el formato.

III. Resultados

Descripción de la zona de estudio

Ubicación geográfica de la zona de estudio

El río Sicra se ubica en la sierra central del Perú, en el distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica, de acuerdo a la geografía los puntos extremos comprenden a $7^{\circ}46'$ y $8^{\circ}15'$ de lat. S y los $78^{\circ}16'$ y $79^{\circ}08'$ de lat. Oeste, por donde surca el cauce del río Sicra; desde el puente de Santa Rosa aguas ha bajo, hasta la altura del puente colonial, en ambas márgenes hasta los orígenes del cauce del río Lircay.

Características de la zona de estudio

El río Sicra se sitúa en la sierra centro del Perú, y su drenaje tiene una extensión aproximada de 1708 km². Se limita en el departamento de Huancavelica, comprendiendo parcialmente los distritos de Lircay y Seclla, provincia de Angaraes.

a. Zona 1, Margen Izquierdo, cauce del río Sicra en la progresiva 2 + 970 – 5 + 755.

b. Zona 1, Margen Derecho, cauce del río Sicra en la progresiva 3 + 076 – 3 + 756.

Trabajos previos

Recopilación de información

Recopilación de registros hidrológicos y meteorológicos

En primer lugar, se identificó la estación aledaña a la zona de estudio, mediante la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), para recopilar información sobre registros hidrológicos y meteorológicos. Luego de la búsqueda se determinó la siguiente estación más cercana al Distrito de Lircay.

Tabla 4. Estación hidrológica en la zona de estudio.

| N° | Estación | Tipo | Entidad Operadora | UTM - WG 84 | | | Política |
|----|----------|------|-------------------|-------------|--------|---------|----------|
| | | | | Este | Norte | Altitud | Distrito |
| 1 | Lircay | C | SENAMHI | 530728 | 856469 | 3271 | Lircay |

Fuente: Elaboración propia.

En segundo lugar, teniendo la información de nuestra estación y corroborando la actividad de la misma se procedió a presentar una solicitud dirigida a SENAMHI, teniendo respuesta después de 15 días hábiles.

En tercer lugar, con la data proporcionada por la entidad se llevará a cabo el estudio hidrológico para el área urbana del Distrito de Lircay siguiendo todos los parámetros requeridos para determinar nuestras intensidades máximas en 24hrs y determinando así el caudal de diseño en nuestro río.

Trabajos de campo

Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico se tuvo que visitar la zona de estudio para hacer reconocimiento in situ de las principales características del terreno, este levantamiento se realizó con la Estación Total Topcon ES105 la cual nos permitió hacer el análisis de toda nuestra zona de estudio.

El plano del levantamiento topográfico se puede evidenciar en el (Anexo 5)

Ensayos de laboratorio

Se ejecutaron las siguientes pruebas teniendo en consideración las siguientes normas:

Ensayos de Laboratorio efectuados:

- | | |
|-------------------------------|---------------------|
| ✓ Análisis Granulométrico | (Norma ASTM D-422) |
| ✓ Clasificación SUCS y AASTHO | (Norma ASTM D-2487) |
| ✓ Contenido de Humedad | (Norma ASTM D-2216) |
| ✓ Ensayo de corte directo | (Norma ASTM D-3080) |

Clasificación de suelos

C-01 - Km. 05+580: Suelo tipo: GP-GM (SUCS); A-1-a (0) (AASHTO)

Presenta una cobertura vegetal y presencia de suelo orgánico de color negro en una altura de: $h = -0.40\text{m}$, inmediatamente se presenta estrato de grava mal graduada con limo y arena. Suelo Granular: Piedras, gravas y arenas (SUCS). Tierra de fundación excelente a bueno. (AASHTO), con las siguientes características: 5.49% pasante de la malla N° 200, presenta $LL = NP$, $LP = NP$, $IP = NP$, contenido de humedad = 10.09%. Presenta una coloración negra, consistencia blanda, estructura estratificada, tenacidad media, dilatancia nula, ligeramente plástica y forma plana alargada.



Figura 12. Extracción de muestra N - 1

C-02 - Km. 05+290: Suelo tipo: GP (SUCS); A-1-a (0) (AASHTO) Grava mal graduada con arena. Suelo Granular: Piedras, gravas y arenas (SUCS). Tierra de fundación excelente a bueno. (AASHTO), con las siguientes características: 2.92% pasante de la malla N° 200, presenta LL=NP, LP=NP, IP= NP, contenido de humedad=10.38%. Presenta una coloración negra, consistencia blanda, estructura estratificada, tenacidad media, dilatancia nula, no plástica y forma plana alargada. Presencia de raíces en una profundidad: h=-0.60m.



Figura 13. Extracción de muestra N - 2

De la misma manera se trabajó con las 5 calicatas restantes realizando su clasificación de acuerdo a la norma ASTM D 422, en el siguiente cuadro expreso todos los resultados obtenidos.

Tabla 5. Resumen de clasificación de suelos.

| SECTOR | CALICATAS | PROG. (Km.) | X | Y | LADO | PROFUN. (m) | CLASIFICACIÓN | |
|--------|-----------|-------------|---------|--------|------|-------------|---------------|-----------|
| | | | | | | | SUCS | AASHTO |
| LIRCAY | C-1 | 05+580 | 8562656 | 530178 | IZQ. | 0.00 – 3.00 | GP-GM | A-1-a (0) |
| | C-2 | 05+290 | 8562607 | 530104 | DER. | 0.00 – 3.00 | GP | A-1-a (0) |
| | C-3 | 04+990 | 8563556 | 530109 | IZQ. | 0.00 – 3.00 | GP | A-1-a (0) |
| | C-4 | 04+550 | 8563511 | 530126 | DER. | 0.00 – 3.00 | GP-GM | A-1-a (0) |
| | C-5 | 04+220 | 8563118 | 530153 | IZQ. | 0.00 – 3.00 | GP | A-1-a (0) |
| | C-6 | 03+920 | 8563505 | 530195 | DER. | 0.00 – 3.00 | GP | A-1-a (0) |
| | C-7 | 03+450 | 8563735 | 530104 | IZQ. | 0.00 – 3.00 | GP-GM | A-1-a (0) |

Fuente: elaboración Propia.

Los datos elaborados de acuerdo a los análisis mostrados en el laboratorio de la universidad se pueden apreciar en el (Anexo 3).

Contenido de humedad natural (ASTM D - 2218)

Este ensayo nos admite conocer la cantidad de agua que presenta una muestra en su interior, expresando este valor como un porcentaje en relación al peso del agua y al peso del material seco.

Se da a conocer el cuadro resumen a partir de los resultados del ensayo, el cual fue realizado en el laboratorio de suelos.

Tabla 6. *Contenido de Humedad.*

| SECTOR | CALICATAS | | | |
|--------|-----------|---------|-------------|-------------------|
| | CALICATA | MUESTRA | PROFUN. (m) | CONTEN. HUM. (W%) |
| LIRCAY | C-01 | M-1 | 0.00 - 3.00 | 10.09 |
| | C-02 | M-1 | 0.00 - 3.00 | 10.38 |
| | C-03 | M-1 | 0.00 - 3.00 | 7.48 |
| | C-04 | M-1 | 0.00 - 3.00 | 9.27 |
| | C-05 | M-1 | 0.00 - 3.00 | 9.64 |
| | C-06 | M-1 | 0.00 - 3.00 | 9.86 |
| | C-07 | M-1 | 0.00 - 3.00 | 11.79 |

Fuente: elaboración propia.

De la misma manera para más detalles, los datos de los cálculos obtenidos se pueden ver en el (Anexo 3).

Ensayo de corte directo (ASTM D – 3080)

Mediante este se puede definir la resistencia de una muestra la corte de suelo, el cual fuese sometido anteriormente a un cuadro de consolidación, cuando se le proporcione el esfuerzo cizallante.

Se obtiene por este método los parámetros de ángulo de fricción interna “ Φ ” cohesión del suelo “c”, en el cuadro se muestran los valores conseguidos después de ensayar el material encontrado y el peso específico del suelo (γ):

Tabla 7. Ensayo de corte directo.

| SECTOR | CALICATAS | | | | | |
|--------|-----------|---------|-----------------|-----------------------|--------|-----------------------|
| | CALICATA | MUESTRA | PROFUNDIDAD (m) | γ | ϕ | C |
| | | | | (gr/cm ³) | (°) | (Kg/cm ³) |
| LIRCAY | C-01 | M-1 | 0.00-3.00 | 2.36 | 23.96 | 0.02 |
| | C-02 | M-1 | 0.00-3.00 | 2.38 | 23.4 | 0.05 |
| | C-03 | M-1 | 0.00-3.00 | 2.45 | 23.66 | 0.02 |
| | C-04 | M-1 | 0.00-3.00 | 2.35 | 21.51 | 0.05 |
| | C-05 | M-1 | 0.00-3.00 | 2.41 | 26.31 | 0.02 |
| | C-06 | M-1 | 0.00-3.00 | 2.43 | 22.56 | 0.05 |
| | C-07 | M-1 | 0.00-3.00 | 2.35 | 23.01 | 0.06 |

Fuente: elaboración Propia.

Podemos evidenciar los cálculos del ensayo de corte directo en el (Anexo 3) donde contiene la recopilación de la información.

Trabajos de Gabinete

Análisis de los parámetros hidrológicos

La cuenca del río Sicra, según su clasificación pertenece a una cuenca mediana (10 km² < Área < 10,000 km²), por lo tanto, se emplea metodologías avanzadas en la transformación precipitación en esorrentía. El área total de la cuenca principal corresponde a 632.59 km², ubicados en el distrito de Lircay, región de Huancavelica. Con el apoyo del programa HEC HMS, se analiza para el tiempo de retorno de 100 años.

Tabla 8. Estación meteorológica Lircay.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA - SENAMHI REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMAS EN 24 HRS (mm)

Estación: **Lircay - 0657** Latitud: 12 58' 55" Dpto.: HUANCVELICA
 Parámetro: Precipitación Máxima 24 hr (mm) Longitud: 74 43' 5.1" Prov.: ANGARAES
 Tipo: Convencional Altitud: 3360 msnm Dist: LIRCAY
 Meteorológica

| AÑO | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | PP MÁX |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1987 | 11.10 | 14.50 | 16.40 | 25.40 | 35.20 | 7.10 | 4.10 | 4.00 | 0.40 | 11.80 | 16.10 | 21.80 | 35.2 |
| 1988 | 13.90 | 30.80 | 18.50 | 13.50 | 2.40 | 2.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.00 | 15.70 | 20.20 | 30.8 |
| 1989 | 16.80 | 18.50 | 19.20 | 18.80 | 9.30 | 4.60 | 2.60 | 7.40 | 8.00 | 14.40 | 9.50 | 10.00 | 19.2 |
| 1990 | 17.40 | 5.50 | 23.10 | 9.20 | 9.10 | 20.20 | 5.70 | 14.90 | 6.40 | 13.80 | S/D | 22.70 | 23.1 |
| 1991 | 18.20 | 25.70 | 30.40 | 8.50 | 12.00 | 23.30 | 7.70 | 2.70 | 6.00 | 16.10 | 12.20 | 13.50 | 30.4 |
| 1992 | 16.70 | 16.40 | 11.50 | 22.90 | 0.00 | 7.20 | 6.80 | 8.10 | 11.60 | 16.20 | 6.70 | 12.50 | 22.9 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1993 | 39.00 | 24.40 | 13.00 | 18.40 | 11.00 | 4.50 | 8.30 | 7.80 | 10.30 | 19.90 | 49.70 | 23.00 | 49.7 |
| 1995 | 20.50 | 37.10 | 14.60 | 8.00 | 10.80 | 0.00 | 3.40 | 7.00 | 8.20 | 12.60 | 13.70 | 12.50 | 37.1 |
| 1996 | 27.50 | 24.50 | 21.20 | 19.80 | 8.40 | 0.00 | 0.00 | 8.90 | 7.20 | 9.80 | 12.00 | 11.00 | 27.5 |
| 1997 | 32.50 | 26.50 | 10.50 | 19.80 | 5.90 | 1.90 | 0.00 | 9.00 | 20.70 | 7.90 | 16.10 | 33.30 | 33.3 |
| 1998 | 36.20 | 19.70 | 19.20 | 17.50 | 0.00 | 6.10 | 0.00 | 2.50 | 8.90 | 17.40 | 20.60 | 16.00 | 36.2 |
| 1999 | 13.40 | 15.00 | 13.80 | 20.00 | 16.30 | 6.40 | 18.10 | 0.00 | 5.60 | 12.50 | 10.20 | 14.90 | 20.0 |
| 2000 | 18.10 | 26.60 | 15.90 | 5.00 | 12.60 | 13.50 | 16.20 | 8.80 | 6.70 | 21.40 | 7.60 | 20.00 | 26.6 |
| 2001 | 29.20 | 19.00 | 16.30 | 17.40 | 15.00 | 2.50 | 5.20 | 6.60 | 17.20 | 10.10 | 12.40 | 29.90 | 29.9 |
| 2002 | 26.50 | 41.20 | 28.70 | 19.00 | 18.40 | 5.10 | 15.10 | 5.70 | 11.10 | 22.10 | 19.60 | 28.00 | 41.2 |
| 2003 | 20.20 | 27.40 | 18.30 | 10.00 | 14.50 | 0.40 | 3.20 | 8.20 | 8.80 | 9.20 | 19.30 | 21.70 | 27.4 |
| 2004 | 19.30 | 26.00 | 13.50 | 6.70 | 9.30 | 10.60 | 8.00 | 4.50 | 8.70 | 6.20 | 9.90 | 17.10 | 26.0 |
| 2005 | 13.10 | 22.10 | 21.30 | 13.80 | 14.60 | 1.40 | 13.60 | 2.70 | 13.20 | 19.60 | 6.40 | 17.70 | 22.1 |
| 2006 | 20.20 | 21.30 | 18.60 | 8.10 | 1.20 | 2.40 | 1.90 | 8.70 | 6.10 | 9.60 | 13.40 | 20.00 | 21.3 |
| 2007 | 19.30 | 11.20 | 29.70 | 10.30 | 10.40 | 0.00 | 17.90 | 1.20 | 5.60 | S/D | S/D | S/D | 29.7 |
| 2008 | 48.00 | 23.40 | 9.60 | 9.60 | 6.50 | 6.00 | 3.50 | 1.70 | 4.90 | 8.30 | 3.60 | 14.00 | 48.0 |
| 2009 | 22.00 | 23.10 | 14.90 | 15.20 | 6.30 | 2.10 | 13.60 | 2.50 | 7.80 | 14.00 | 33.60 | 24.50 | 33.6 |
| 2010 | 25.70 | 16.00 | 19.70 | 9.70 | 12.70 | 4.80 | 0.00 | 1.20 | 4.80 | 7.00 | 9.90 | S/D | 25.7 |
| 2011 | 21.10 | 35.50 | 28.50 | 14.50 | 7.90 | 2.40 | 8.30 | S/D | S/D | S/D | S/D | S/D | 35.5 |
| PROM | 22.75 | 22.98 | 18.60 | 14.21 | 10.41 | 5.62 | 6.80 | 5.40 | 8.18 | 13.81 | 15.15 | 19.25 | 22.98 |

SENAMHI / PERÚ

S/D SIN DATOS

Se tomaron las precipitaciones máximas de todos los años para poder analizarlas.

Tabla 9. Precipitaciones máximas anuales en 24 hr - Estación Lircay.

| Año | Pmáx 24 horas (mm) |
|------|--------------------|
| 1987 | 35.20 |
| 1988 | 30.80 |
| 1989 | 19.20 |
| 1990 | 23.10 |
| 1991 | 30.40 |
| 1992 | 22.90 |
| 1993 | 49.70 |
| 1995 | 37.10 |
| 1996 | 27.50 |
| 1997 | 33.30 |
| 1998 | 36.20 |
| 1999 | 20.00 |
| 2000 | 26.60 |
| 2001 | 29.90 |
| 2002 | 41.20 |
| 2003 | 27.40 |
| 2004 | 26.00 |
| 2005 | 22.10 |
| 2006 | 21.30 |
| 2007 | 29.70 |
| 2008 | 48.00 |
| 2009 | 33.60 |
| 2010 | 25.70 |
| 2011 | 35.50 |

Fuente: elaboración propia.

Se introdujo todos los datos de la zona del proyecto; datos de las precipitaciones máx. en 24 hr, así también se registró el periodo de retorno el cual está ligado al riesgo de que el caudal exceda su régimen establecido para 100 años y el HyfranPlus nos determinará los cuantiles con los cuales determinaremos nuestras intensidades máximas en 24hrs.

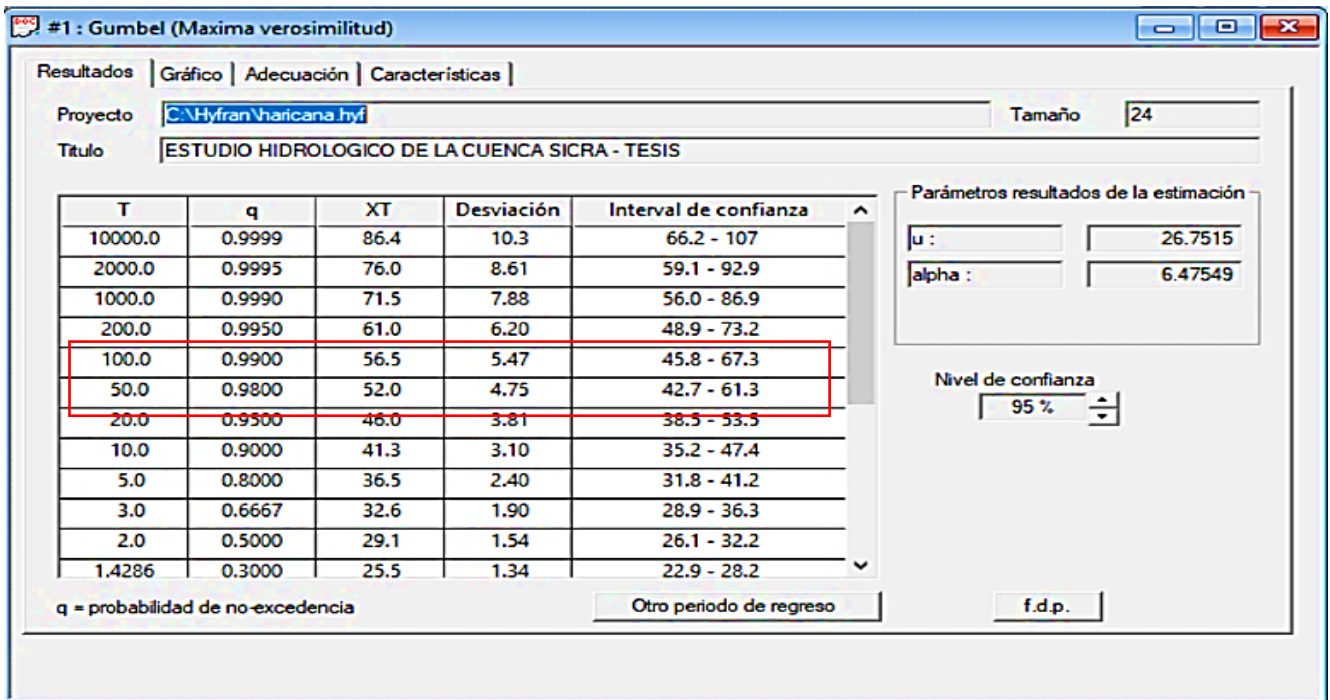


Figura 14. Análisis de datos con el método de Gumbel (máxima verosimilitud).

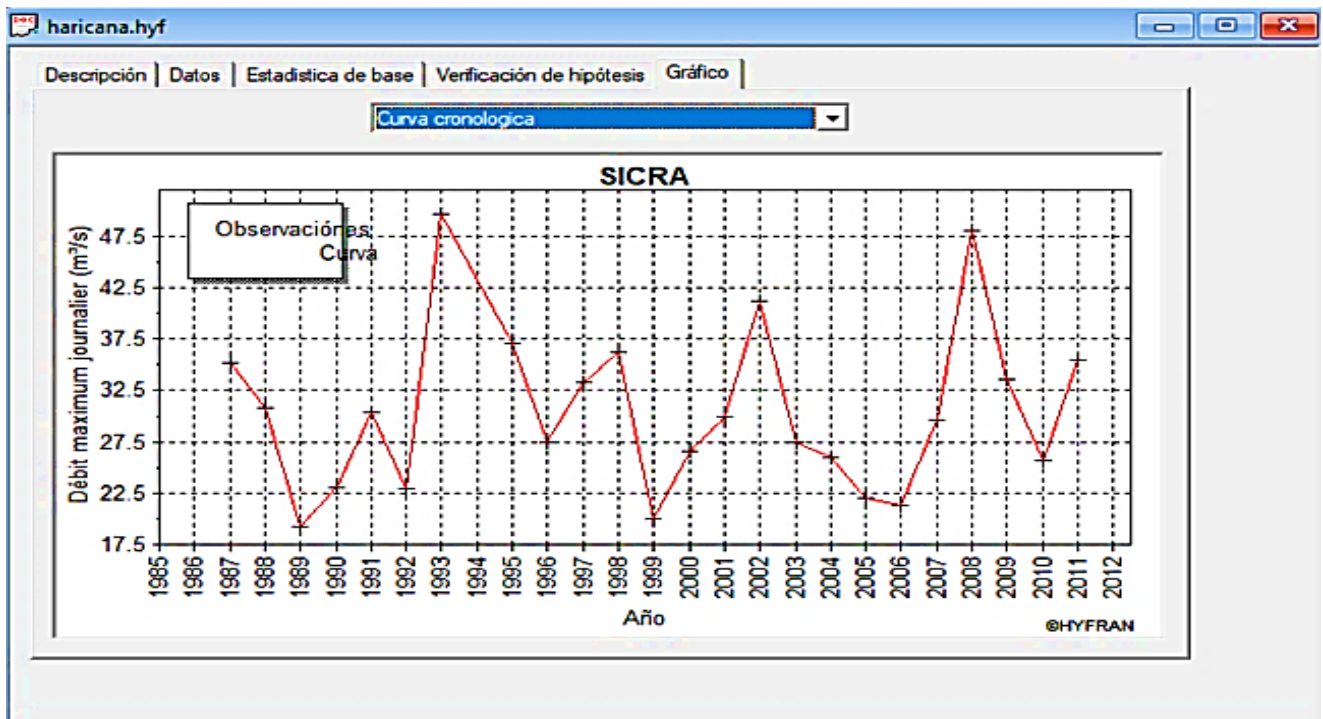


Figura 15. Curva cronológica respecto a los años y las precipitaciones.

Tabla 10. Resultados de Gumbel máxima verosimilitud.

| T | q | XT | desviación estándar | Intervalo de confianza (95%) | |
|-------|--------|------|---------------------|------------------------------|------|
| 10000 | 0.9999 | 86.4 | 10.3 | 66.2 | 107 |
| 2000 | 0.9995 | 76 | 8.61 | 59.1 | 92.9 |
| 1000 | 0.999 | 71.5 | 7.88 | 56 | 86.9 |
| 500 | 0.998 | 67 | 7.15 | 53 | 81 |
| 300 | 0.9967 | 63.7 | 6.62 | 50.7 | 76.7 |
| 200 | 0.995 | 61 | 6.2 | 48.9 | 73.2 |
| 100 | 0.99 | 56.5 | 5.47 | 45.8 | 67.3 |
| 50 | 0.98 | 52 | 4.75 | 42.7 | 61.3 |
| 40 | 0.975 | 50.6 | 4.52 | 41.7 | 59.4 |
| 30 | 0.9667 | 48.7 | 4.23 | 40.4 | 57 |
| 25 | 0.96 | 47.5 | 4.04 | 39.5 | 55.4 |
| 20 | 0.95 | 46 | 3.81 | 38.5 | 53.5 |
| 15 | 0.9333 | 44.1 | 3.52 | 37.2 | 51 |
| 10 | 0.9 | 41.3 | 3.1 | 35.2 | 47.4 |
| 5 | 0.8 | 36.5 | 2.4 | 31.8 | 41.2 |
| 3 | 0.6667 | 32.6 | 1.9 | 28.9 | 36.3 |
| 2 | 0.5 | 29.1 | 1.54 | 26.1 | 32.2 |

Donde:

T: Periodo de retorno proyectado

q: Probabilidad de no excedencia

XT: Cuantiles (caudal a trabajar)

De la misma manera los datos tomados serán evaluados de acuerdo al criterio de Dyck y Peschke con sustento de datos obtenidos por Senamhi para establecer la ecuación empírica.

La ecuación se representa de la siguiente manera:

$$P_D = P_{24hr} \left(\frac{D}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

P_D: Precipitación máxima, en el intervalo de
1hr < D < 24hr, en mm.

D: Duración lluvia en min.

P_{24h}: Precipitación máxima en 24 hrs.

Para ver el resultado puede revisar el (anexo 5), donde se puede apreciar la determinación de precipitaciones de máxima duración.

Después de ello se transformará las precipitaciones de mm a intensidades de mm/hrs, tomando en consideración los criterios de Grobe.

$$I = \frac{60 * P_D}{D}$$

Para poder evidenciar los datos puede dirigirse al (Anexo 4), donde se muestra la tabla de intensidades máximas.

Al tener los resultados de $I_{m\acute{a}x}$ se ordenan en orden correlativo de manera descendente para calcular los tiempos de retorno mediante la fórmula de Weibull.

$$T = \frac{n + 1}{m}$$

Donde:

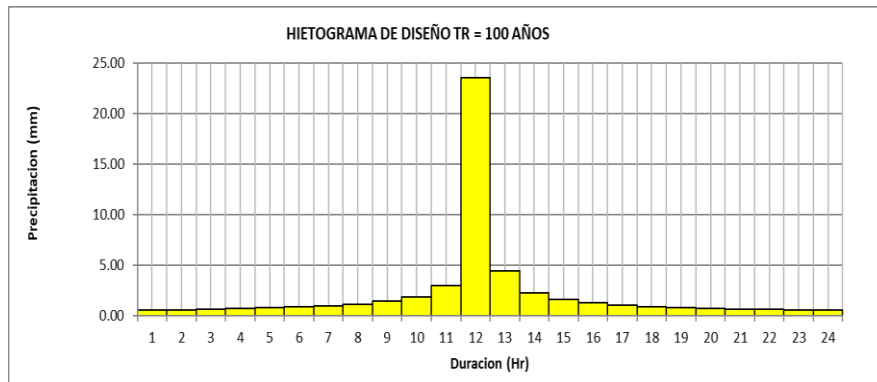
- T: Período de retorno
- n: Número de años
- m: Número de orden

Tabla 11. Intensidades máximas para un $Tr = 100$ años

| TIEMPO DE RETORNO 100 AÑOS | | | | | |
|----------------------------|------------|----------------|------------------|--------|---------------|
| DURACION | INTENSIDAD | PROFUNDIDAD | PROFUNDIDAD | TIEMPO | PRECIPITACION |
| (hr) | (mm/hr) | ACUMULADA (mm) | INCREMENTAL (mm) | (min) | (mm) |
| 1 | 25.53 | 25.53 | 25.53 | 0-1 | 0.62 |
| 2 | 15.18 | 30.36 | 4.83 | 1-2 | 0.66 |
| 3 | 11.20 | 33.60 | 3.24 | 2-3 | 0.72 |
| 4 | 9.03 | 36.10 | 2.51 | 3-4 | 0.78 |
| 5 | 7.63 | 38.17 | 2.07 | 4-5 | 0.86 |
| 6 | 6.66 | 39.95 | 1.78 | 5-6 | 0.96 |
| 7 | 5.93 | 41.52 | 1.57 | 6-7 | 1.09 |
| 8 | 5.37 | 42.93 | 1.41 | 7-8 | 1.28 |
| 9 | 4.91 | 44.21 | 1.28 | 8-9 | 1.57 |
| 10 | 4.54 | 45.39 | 1.18 | 9-10 | 2.07 |
| 11 | 4.23 | 46.49 | 1.09 | 10-11 | 3.24 |
| 12 | 3.96 | 47.51 | 1.02 | 11-12 | 25.53 |
| 13 | 3.73 | 48.47 | 0.96 | 12-13 | 4.83 |
| 14 | 3.53 | 49.38 | 0.91 | 13-14 | 2.51 |
| 15 | 3.35 | 50.24 | 0.86 | 14-15 | 1.78 |
| 16 | 3.19 | 51.05 | 0.82 | 15-16 | 1.41 |
| 17 | 3.05 | 51.83 | 0.78 | 16-17 | 1.18 |
| 18 | 2.92 | 52.58 | 0.75 | 17-18 | 1.02 |
| 19 | 2.80 | 53.29 | 0.72 | 18-19 | 0.91 |
| 20 | 2.70 | 53.98 | 0.69 | 19-20 | 0.82 |
| 21 | 2.60 | 54.65 | 0.66 | 20-21 | 0.75 |
| 22 | 2.51 | 55.28 | 0.64 | 21-22 | 0.69 |
| 23 | 2.43 | 55.90 | 0.62 | 22-23 | 0.64 |
| 24 | 2.35 | 56.50 | 0.60 | 23-24 | 0.62 |

Fuente: elaboración Propia.

Tabla 12. *Hietograma de diseño $Tr = 100$ años.*



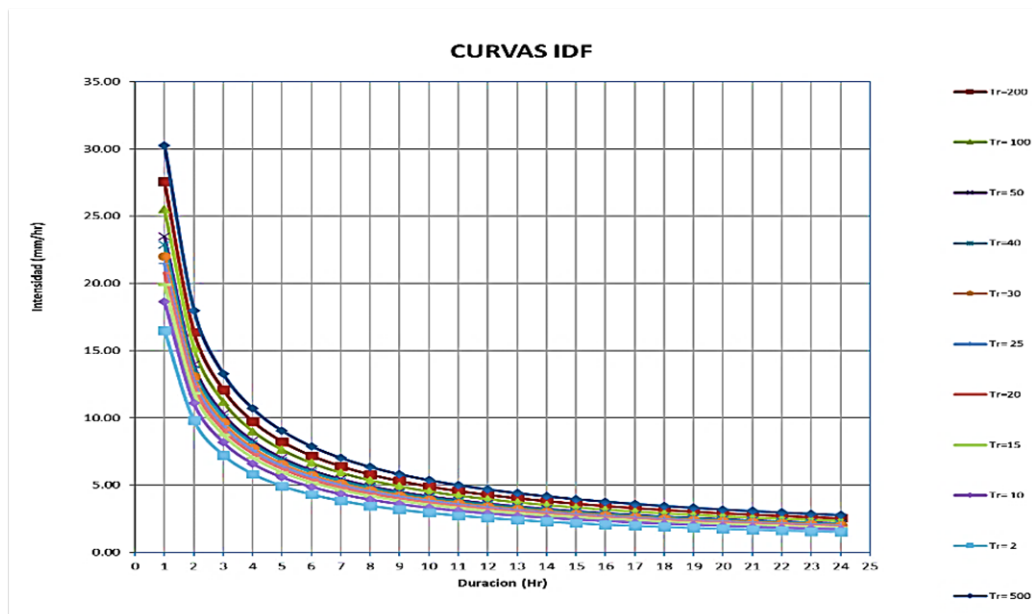
Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los valores determinados para las intensidades máximas para tiempos que van desde el intervalo 60 – 1440 min (1 hr a 24hr), y periodos de retorno desde los 2 años hasta los 500 años, se puede constatar que la intensidad de lluvia en 1 hr es mayor en comparación a las demás; esto quiere decir que la intensidad con la que llueve en 1 hr no es la misma con respecto a las otras y estas van decayendo periódicamente con el paso del tiempo.

Análisis de intensidad – duración y periodo de retorno (IDF)

Para el estudio del IDF se construyó las curvas generadas a partir de las Intensidades en (mm/hr) con respecto a la duración en (hr), los cuales son de gran ayuda para los cálculos hidrológicos. El gráfico nos representa las intensidades de lluvia dadas en intervalos de tiempo, todas ellas determinadas para un periodo de retorno que va desde los 2 años hasta los 500.

Tabla 13. *Representación gráfica de las curvas IDF.*



Cálculos de parámetros de la cuenca

Factor de relieve de la cuenca del río Sicra

Delimitación, área y perímetro de la cuenca

Según la carta digitalizada se determinó los siguientes resultados:

Tabla 14. Factores de relieve de la cuenca.

| Área total de la cuenca (km ²) | Perímetro de la cuenca (km) | Longitud de cauce principal (km) | Pendiente de la cuenca (%) |
|--|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 632.5 | 179.44 | 49.49 | 3.69 |

Puede apreciarse en el (Anexo 3) la delimitación realizada mediante el software ArcGIS 10.3 de la microcuenca Sicra.

Parámetros de forma de la cuenca del río Sicra

Coefficiente de compacidad o índice de Gravelious (Kc)

$$Kc = 0.2821 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

A: Área de la cuenca

P: Perímetro de la cuenca

Kc: Índice de compacidad o Gravelious

$$Kc = 0.2821 * \frac{179.44}{\sqrt{632.5}}$$

$$Kc = 2.01$$

Rectángulo equivalente

$$L = \frac{Kc * \sqrt{A}}{1.128} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{Kc}\right)^2}\right)$$

$$l = \frac{Kc * \sqrt{A}}{1.128} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{Kc}\right)^2}\right)$$

Donde:

L: Lado mayor del rectángulo equivalente

l: Lado menor del rectángulo equivalente

A: Área de la cuenca

Kc: Índice de compacidad

A: Área del rectángulo equivalente ($A=L*I$)

$$L = \frac{2.01 * \sqrt{632.5}}{1.128} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{2.01}\right)^2}\right)$$

$$L = 82.042 \text{ km}$$

$$l = \frac{2.01 * \sqrt{632.5}}{1.128} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{2.01}\right)^2}\right)$$

$$l = 7.709 \text{ km}$$

Factor de forma

$$F_f = \frac{l}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

- L: Lado mayor del rectángulo equivalente
- l: Lado menor del rectángulo equivalente
- A: Área de la cuenca
- Ff: Factor de forma de la cuenca

$$F_f = \frac{7.709}{82.042} = \frac{632.5}{82.042^2}$$

$$Ff = 0.09$$

Pendiente de la cuenca (S)

Criterio del rectángulo equivalente

$$S = \frac{H}{L}$$

Donde:

- H: Desnivel total de la cuenca
- L: Longitud mayor del rectángulo equivalente
- S: Pendiente de la cuenca

$$S = \frac{1615.39}{82.04}$$

$$S = 1.97 \%$$

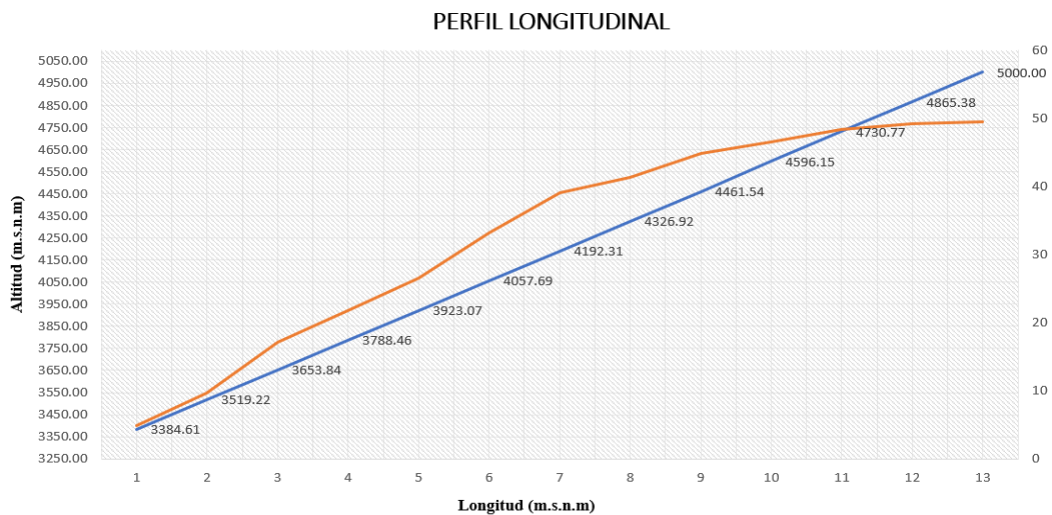
Características hidráulicas del río Sicra

Perfil longitudinal del río

Tabla 15. Perfil longitudinal del río Sicra.

| PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO SICRA | | | |
|-----------------------------------|----------|----------|-----------|
| COTA | LONGITUD | LONGITUD | LONGITUD |
| (m.s.n.m) | RIO (m) | RIO (km) | ACUMULADO |
| 3384.61 | 4807.10 | 4.807 | 4.81 |
| 3519.22 | 4801.80 | 4.802 | 9.61 |
| 3653.84 | 7520.80 | 7.521 | 17.13 |
| 3788.46 | 4702.00 | 4.702 | 21.83 |
| 3923.07 | 4655.40 | 4.655 | 26.49 |
| 4057.69 | 6741.60 | 6.742 | 33.23 |
| 4192.31 | 5891.60 | 5.892 | 39.12 |
| 4326.92 | 2158.80 | 2.159 | 41.28 |
| 4461.54 | 3559.40 | 3.559 | 44.84 |
| 4596.15 | 1682.40 | 1.682 | 46.52 |
| 4730.77 | 1866.20 | 1.866 | 48.39 |
| 4865.38 | 854.90 | 0.855 | 49.24 |
| 5000 | 245.80 | 0.246 | 49.49 |
| | TOTAL | 49.49 | |

Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Pendiente del cauce, método uniforme

$$S = \frac{H}{L}$$

Donde:

Diferencia de cotas entre los extremos del cauce: $H = 1,615.39 \text{ m}$

Longitud del cauce (km)

$L = 49.49 \text{ km}$

Pendiente del cauce (calculado)

S = 3.26 %

Perfil longitudinal y pendiente del río

Pendiente del cauce: Método de Taylor Schwars

Ecuación N° 1

$$S = \left[\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{s_1}} + \frac{1}{\sqrt{s_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{s_n}}} \right]^2$$

Ecuación N° 2

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{s_i^2}} \right]^2$$

Tabla 16. Pendiente del cauce, método de Schwars.

| n | COTA | LONGITUD RÍO (m) | DESNIVEL RÍO (m) | PENDIENTE S = L/H | $\frac{L}{\sqrt{S}}$ | $\frac{l}{\sqrt{S}}$ |
|-------------|------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | (m.s.n.m) | | | | | |
| 0.00 | 3,384.61 | 4,807.10 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.00 | 3,519.22 | 4,801.80 | 134.61 | 0.03 | 28,678.54 | 5.97 |
| 2.00 | 3,653.84 | 7,520.80 | 134.62 | 0.02 | 56,213.76 | 7.47 |
| 3.00 | 3,788.46 | 4,702.00 | 134.62 | 0.03 | 27,789.18 | 5.91 |
| 4.00 | 3,923.07 | 4,655.40 | 134.61 | 0.03 | 27,377.07 | 5.88 |
| 5.00 | 4,057.69 | 6,741.60 | 134.62 | 0.02 | 47,708.17 | 7.08 |
| 6.00 | 4,192.31 | 5,891.60 | 134.62 | 0.02 | 38,976.20 | 6.62 |
| 7.00 | 4,326.92 | 2,158.80 | 134.61 | 0.06 | 8,645.12 | 4.00 |
| 8.00 | 4,461.54 | 3,559.40 | 134.62 | 0.04 | 18,302.48 | 5.14 |
| 9.00 | 4,596.15 | 1,682.40 | 134.61 | 0.08 | 5,947.65 | 3.54 |
| 10.00 | 4,730.77 | 1,866.20 | 134.62 | 0.07 | 6,948.46 | 3.72 |
| 11.00 | 4,865.38 | 854.90 | 134.61 | 0.16 | 2,154.50 | 2.52 |
| 12.00 | 5,000.00 | 245.80 | 134.62 | 0.55 | 332.16 | 1.35 |
| SUMA | L = | 49,487.80 | | SUMA | 269,073.29 | 59.20 |

Fuente: elaboración propia.

Número de tramos iguales: n = 12
 Longitud total del cauce: L = 49,487.70 m
 Suma: $1/\sqrt{s}$ de cada tramo $\sum 1/\sqrt{s} = 59.207$
 Pendiente media del cauce S = 0.041 m/m

Pendiente promedio del cauce principal

Método uniforme Sc = 0.033 m/m
 Método de Taylor Schwars (1) Sc = 0.041 m/m
 Promedio pendiente cauce principal S = 0.037 m/m
 S = 3.69 %

Parámetros de la red hidrográfica

Orden y longitud de corrientes

- A. Orden de corrientes de cuenca $N^{\circ} = 8$ orden
- B. Número total de corrientes $N_c = 416$ unidades
- C. Longitud total de las corrientes $L_t = 6121.00$ km

Densidad de drenaje (Dd)

$$D_d = \frac{L_T}{A}$$

| | |
|--|---------------------------------|
| Longitud total de las corrientes (Km) | $L_T = 6121.00$ km |
| Área total de la cuenca río Chihua | $A = 632.50$ km ² |
| Densidad de drenaje de cuenca río Chihua | $D_d = 9.68$ km/km ² |

Tiempo de concentración (Tc)

Método de Kirpich

$$T_c = 0.06626 * \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0.385}$$

| | |
|-------------------------------|-------------------|
| Longitud del cauce principal | $L = 49.49$ km |
| Pendiente del cauce principal | $S = 0.037$ m/m |
| Tiempo de concentración | $T_c = 4.76$ hrs. |

Método de Temez

$$T_c = 0.3 * \left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.75}$$

| | |
|-------------------------------|--------------------|
| Longitud del cauce principal | $L = 49.49$ km |
| Pendiente del cauce principal | $S = 0.037$ m/m |
| Tiempo de concentración | $T_c = 10.39$ hrs. |

Tiempo de concentración promedio

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| Método de Kirpich | $T_{c1} = 4.76$ hrs |
| Método de Temez | $T_{c2} = 10.39$ hrs |
| Tiempo de concentración promedio | $T_c = 7.58$ hrs |

La curva número (CN), es una cuantificación que interviene netamente en el transporte de flujos de la cuenca y depende a las características del terreno.

De ello se determinó lo siguiente:

Tabla 17. Tabla determinada del número de curva de escorrentía.

| Uso de la tierra | | Grupo hidrológico de suelo | | Porcentaje de área de Microcuencas | |
|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------|----|------------------------------------|-------------|
| | | | | SC-Sicra | SC-Tranca |
| Tierra cultivada | Sin tratamiento de conservación | B | 81 | 1.0% | 1.0% |
| | | C | 88 | 1.0% | 1.0% |
| Pastizales | Condiciones pobres | B | 79 | 60.0% | 60.0% |
| | | C | 86 | 40.0% | 40.0% |
| Techos de viviendas | | C | 98 | 0.0% | 0.0% |
| Calles y carreteras de tierra | | B | 82 | 0.0% | 0.0% |
| CN | | | | 83.5 | 83.5 |

Fuente: elaboración propia.

Determinación de caudales máximos

Modelo HEC - HMS

Según Montenegro, (2005, p. 284) menciona que:

“El HEC – HMS es un sistema que nos facilita un tratamiento hidrológico de tipo lineal o semidistribuido, fue prospectado para evaluar los flujos de escapatoria en una cuenca o muchas subcuencas (caudales fenomenales y tiempos pico) todo ello a partir de circunstancias extremas de precipitación”.

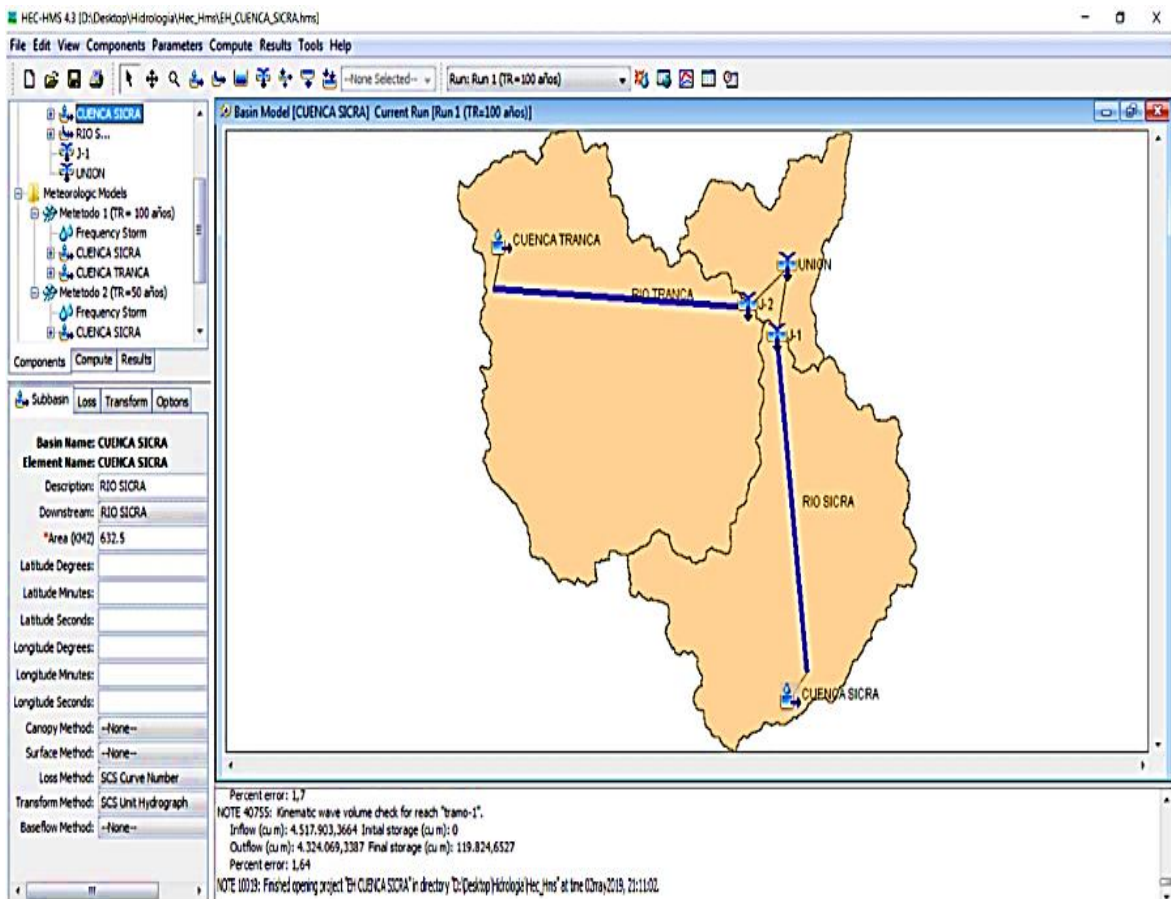


Figura 16. Modelado de máximas avenidas para Tr = 100 años en software HEC – HMS 4.3.

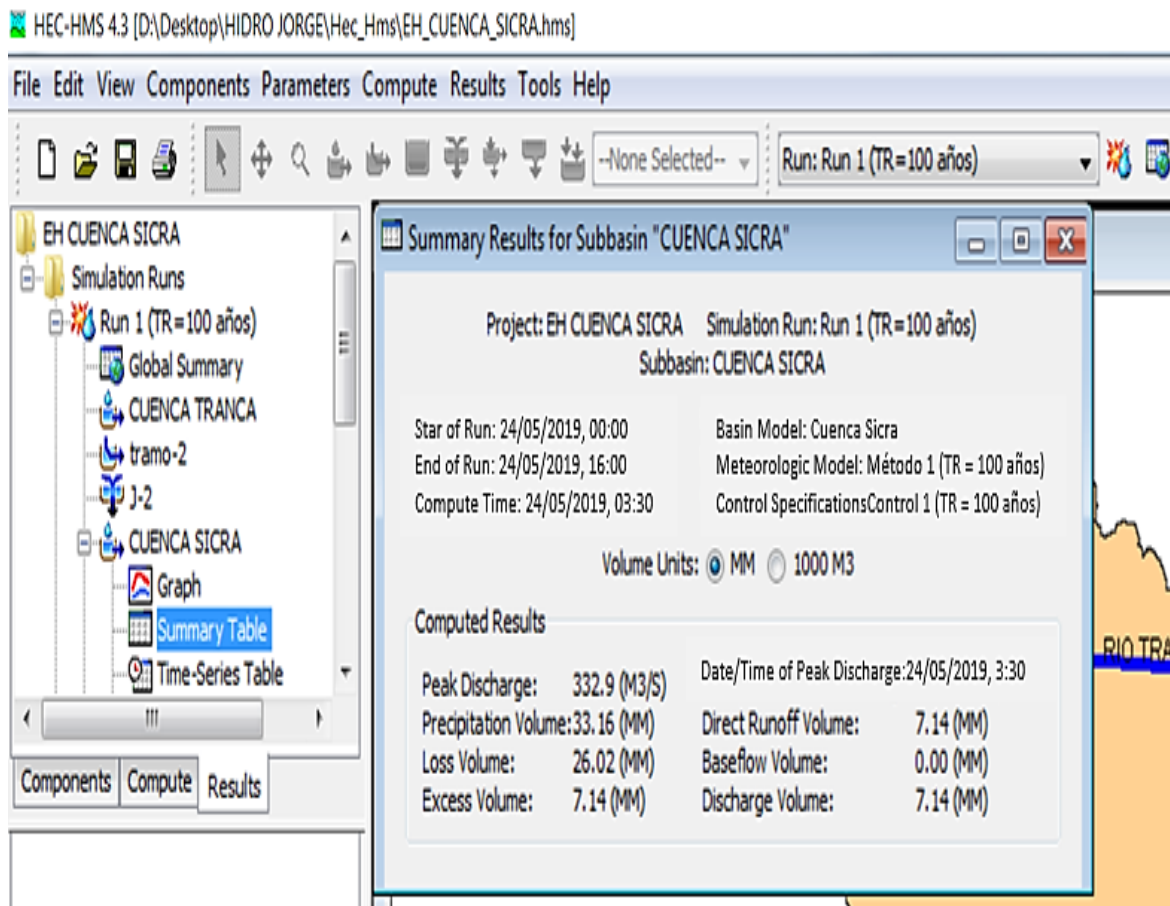


Figura 17. Caudal máximo para Tr = 100 años.

Entonces podemos concluir que el análisis hidrológico de la cuenca del río Sicra mediante el piloto del HEC-HMS 4.3 nos fijó como caudal final de **332.9 m³/seg.** para un Tr = 100 años.

Estudio Hidráulico

Simulación hidráulica en HEC-RAS

Del estudio hidrológico realizado se estimaron las siguientes propiedades geomorfológicas que nos proporcionan datos importantes para el modelo hidráulico.

Tabla 18. Parámetros de la cuenca.

| PARÁMETRO | VALOR |
|------------------------------|------------------------|
| Área de la cuenca | 632.50 km ² |
| Longitud del cauce principal | 49.49 km |
| Pendiente de la cuenca | 1.97 % |
| Periodo de retorno | 100 años |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19. *Parámetros de forma.*

| PARÁMETROS DE FORMA | |
|---|---------|
| Área (km ²) | 632.50 |
| Perímetro (km) | 179.44 |
| Longitud cauce principal (km) | 49.49 |
| Altitud media ponderada (m) | 4377.08 |
| Lado mayor rectángulo equivalente (km) | 82.042 |
| Lado menor rectángulo equivalente | 7.709 |
| Área de rectángulo equivalente (km ²) | 632.50 |
| Índice de compacidad kc | 2.01 |
| Factor de forma Ff | 0.09 |
| Pendiente de la cuenca (%) | 1.97 |
| Índice de alargamiento (Ia) | 10.64 |

Fuente: elaboración propia.

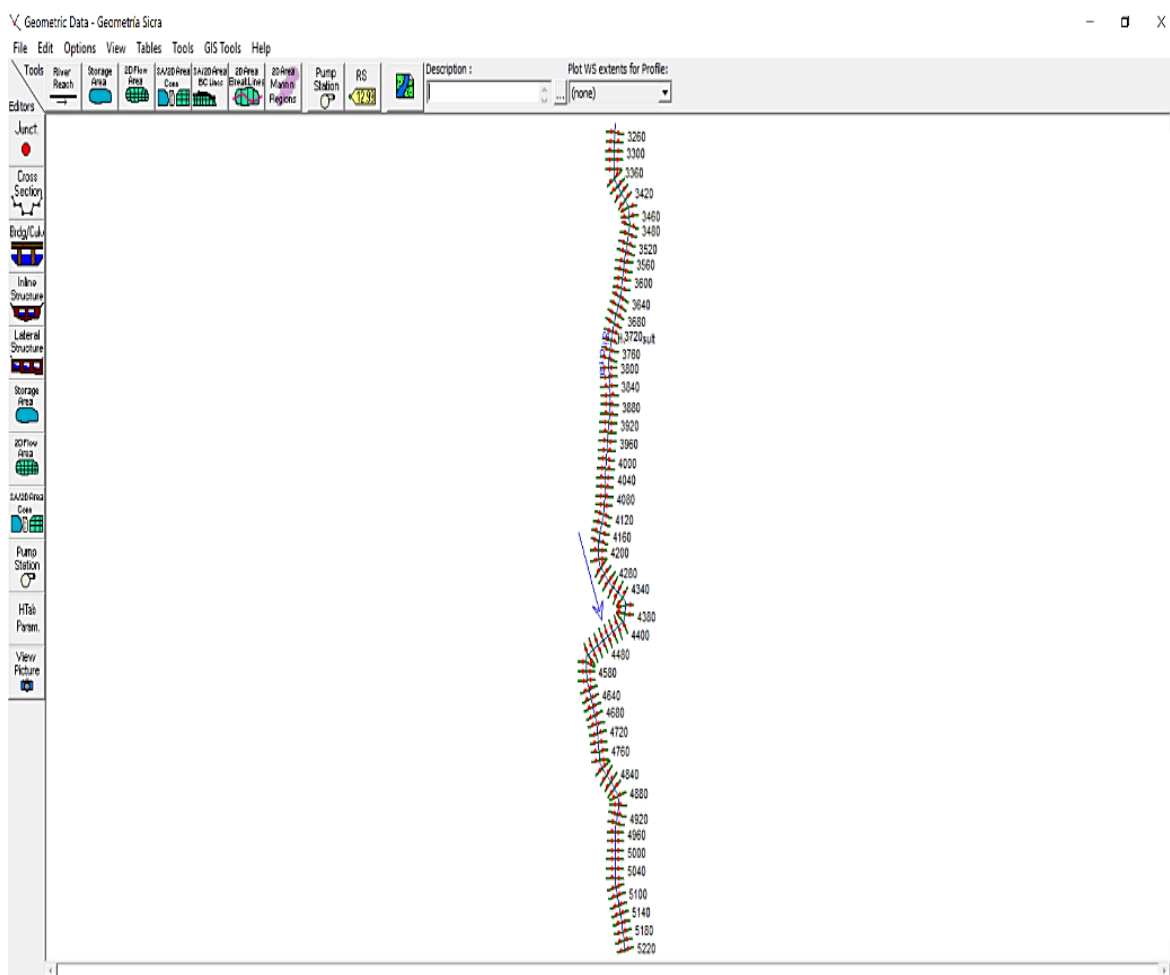


Figura 18. Geometría del Río Sicra analizada en HEC – RAS 5.0.3.

Para referencia puede visualizar el plano de levantamiento topográfico en el (anexo 5).

A continuación, se muestra el perfil laminar el cual como se puede apreciar en la leyenda tiene las líneas de límite superior, líneas de gradiente y líneas de flujo con sus respectivas progresivas a lo largo del cauce.

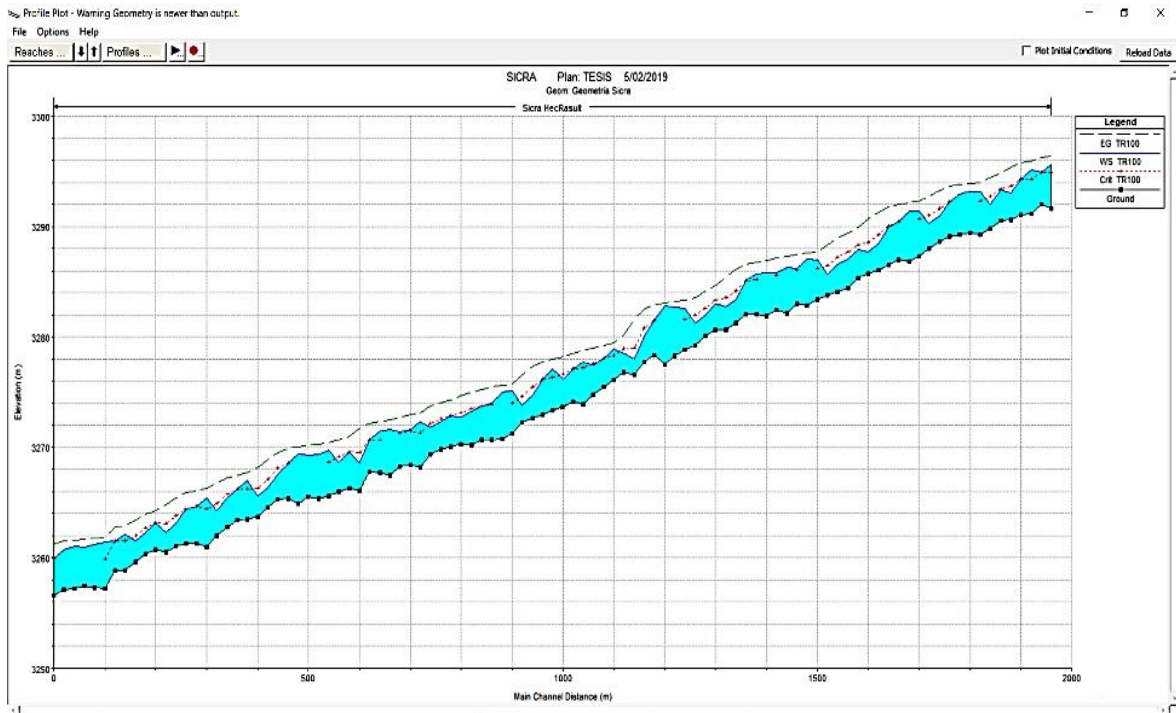


Figura 19. Perfil Hidráulico para un $Tr = 100$ años.

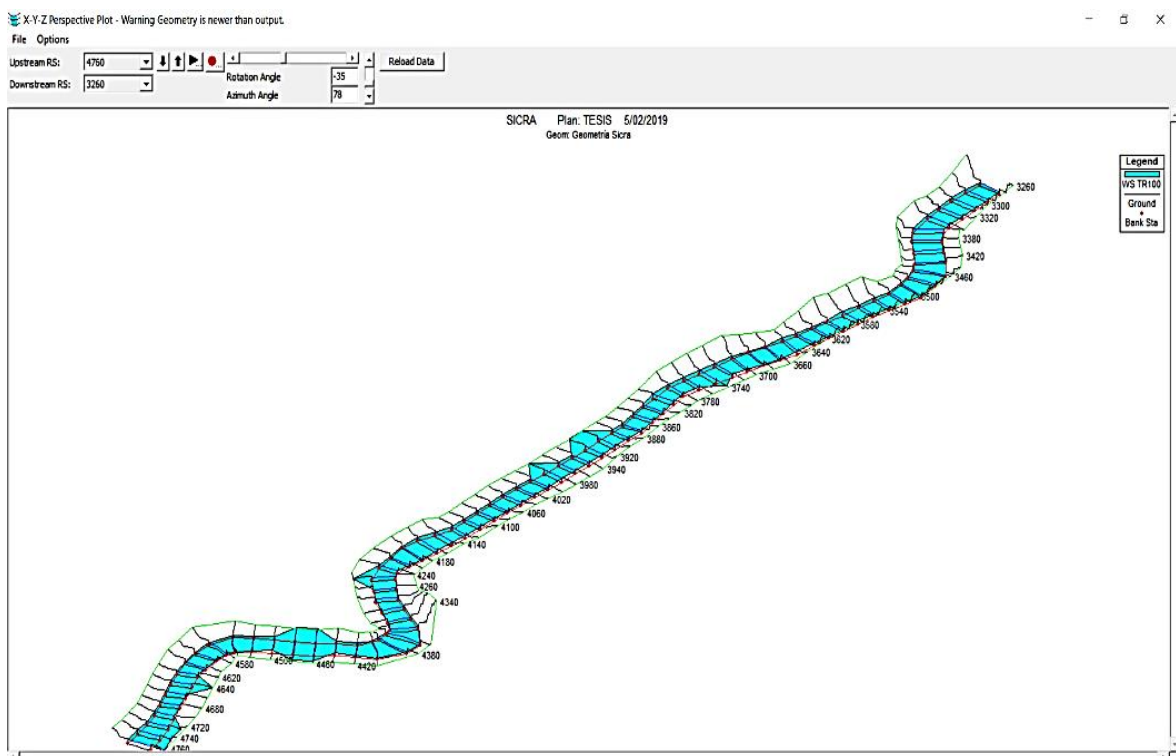


Figura 20. Resultados efectuados del modelamiento hidráulico.

Para apreciar las secciones más significativas determinadas a partir de los análisis lo podemos ver en el (Anexo 5).

En el (Anexo 5) se muestran los datos de las coordenadas introducidas por cada sección hidráulica en el programa HEC RAS 5.0.3.

Análisis

El programa Geo 5 es un grupo de software que facilita la solución a la mayoría de trabajos del campo geotécnico, es un software de interfaz sencillo que te permite analizar las estructuras de acuerdo a las necesidades que se presentan, además, puede analizar los proyectos de forma independiente dando otra visión al problema.

De acuerdo a lo mencionado se elaboró el análisis del muro de gavión para decretar su implementación en el proyecto.

Análisis de Gavión

Cálculo hidrológico

Caudal de diseño

$$Q_d = 332.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo hidráulico

Sección estable: Con los métodos anteriormente desarrollados se determinó que el ancho de la sección es de:

$$B = 20 \text{ m}$$

Altura de muro

De acuerdo a la correlación que propone Manning – Strickler se consideró la ecuación (1.1).

$$H_{muro} = 1.10 + \frac{8.35^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{muro} = 5 \text{ m}$$

Tabla 20. *Coficiente recomendado para calcular la altura según Manning.*

| Caudal máximo (m3/seg) | Coficiente |
|-------------------------------|-------------------|
| 3000 - 4000 | 2.00 |
| 2000 - 3000 | 1.70 |
| 1000 - 2000 | 1.40 |
| 500 - 1000 | 1.20 |
| 100 - 500 | 1.10 |

Fuente: Diseño y construcción de defensa ribereña (1998, p. 36)

Cálculo del tirante

De acuerdo a la formula (1.2) propuesta por Manning – Stickler se obtuvo lo siguiente:

$$t = \left(\frac{332.9}{\left(30 * 20 * 0.001^{\frac{1}{2}} \right)} \right)^{\frac{3}{5}}$$

$$t = 2.90 \text{ m}$$

Socavación

Se determinó la fórmula de L.L List Van Lebediev para suelos no cohesivos

$$t_s = \left(\frac{a x t^{\frac{5}{3}}}{0.68 x D_m^{0.28} x B} \right)^{\frac{1}{x+1}}$$

$$a = \frac{Q}{b_0 x t^{\frac{5}{3}}}$$

Reemplazando valores tendremos que:

$$a = \frac{332.9}{20 x 2.9^{\frac{5}{3}}}$$

$$a = 2.82$$

Entonces, de acuerdo a la formula propuestas líneas arriba, se concluye:

$$t_s = \left(\frac{2.82 x 2.9^{\frac{5}{3}}}{0.68 x 5^{0.28} x 1} \right)^{\frac{1}{0.50+1}}$$

$$T_s = 6.30$$

Luego, la profundidad de socavación será:

$$H_s = 6.30 - 2.90$$

$$H_s = 3.3 \text{ m}$$

Determinando un colchón antisocavante con la formula (1.3):

$$L_{colchón} = 1.5 * 3.3$$

$$L_{colchón} = 5 \text{ m}$$

El espesor del colchón se determina a partir de la velocidad, que para este caso es 8 m/s y usando la tabla N° 22 determinamos el espesor.

Tabla 21. Espesores indicativos de los revestimientos en colchones y gaviones en función a la velocidad de la corriente.

| TIPO | ESPESOR (m) | PIEDRA DE RELLENO | | VEL. CRÍTICA (m/s) | VEL. LÍMITE (m/s) |
|--------------|-------------|-------------------|-------|--------------------|-------------------|
| | | DIMENSIÓN (mm) | d50 | | |
| COLCHÓN RENO | 0.15 - 0.17 | 70 - 100 | 0.085 | 3.5 | 4.2 |
| | | 70 - 150 | 0.110 | 4.2 | 4.5 |
| | 0.23 - 0.25 | 70 - 100 | 0.085 | 3.6 | 5.5 |
| | | 70 - 150 | 0.125 | 4.5 | 6.1 |
| | 0.30 | 70 - 120 | 0.100 | 4.2 | 5.5 |
| 100 - 150 | | 0.125 | 5 | 6.4 | |
| GAVIÓN | 0.50 | 100 - 200 | 0.150 | 5.8 | 7.6 |
| | | 120 - 250 | 0.190 | 6.4 | 8 |

Fuente: Diseño y construcción de defensas ribereñas. (1998, p. 95).

Entonces el espesor del colchón para nuestro gavión será: 0.50 m.

Tabla 22. Geometría del gavión.

| Nro. | Ancho b (m) | Altura h (m) | Corrimiento a (m) | Material |
|------|-------------|--------------|-------------------|----------|
| 5 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | Piedra |
| 4 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | Piedra |
| 3 | 2.00 | 1.00 | 0.50 | Piedra |
| 2 | 2.50 | 1.00 | 0.50 | Piedra |
| 1 | 3.50 | 1.00 | | Piedra |

Fuente: elaboración propia.

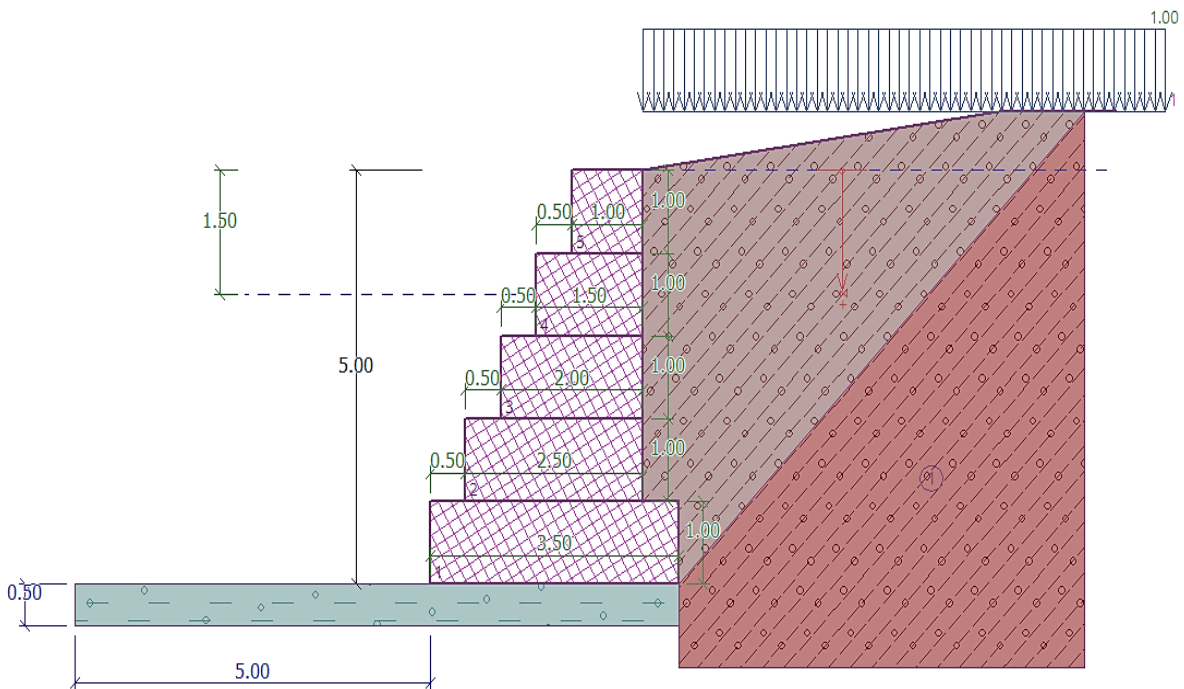


Figura 21. Vista 2D de la estructura propuesta (gavión y colchón anticavante).

Tabla 23. Gaviones de malla hexagonal a doble torsión.

| GAVIONES CAJA | | COLCHONES RENO | |
|---------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Abertura de malla | 10 x 12 cm | Abertura de malla | 10 x 12 cm |
| Díametro alambre malla | 2.70 mm | Díametro alambre malla | 2.70 mm |
| Díametro alambre de borde | 3.40 mm | Díametro alambre de borde | 3.40 mm |
| Recubrimiento | Zinc + aluminio galvanizado | Recubrimiento | Zinc + aluminio galvanizado |
| Dimensiones | 3.50 x 1.00 x 1 2.50 x 1.00 x 1 2.00 x 1.00 x 1 1.50 x 1.00 x 1 1.00 x 1.00 x 1 | Dimensiones | 5.00 x 0.50 x 1 |

Fuente: elaboración propia.

Estabilidad

Para comprobar el valor de empuje se utilizó la hipótesis de Coulumb:

Empuje activo, calculado a partir de la formula (1.4).

$$F_1 = 8 \text{ ton/m}$$

La fuerza actuante se ubica a: $d = H/3$

$$d = 1.6 \text{ m}$$

Seguridad al deslizamiento

$$\gamma_g = \gamma_p(1 - n)$$

Donde:

γ_g : Peso específico del gavión

γ_p : Peso específico del relleno

n: Porcentaje de vacíos

$$\gamma_g = 1.645 \text{ ton/m}^3$$

Cálculo del componente vertical del empuje activo de acuerdo a la fórmula (1.5).

$$E_v = 2.93$$

Cálculo del componente horizontal de acuerdo a la fórmula (1.6).

$$E_h = 7.44$$

La verificación se dio a partir de la formula antes mencionada en el punto (1.7).

$$n = \frac{[(w + E_v)\cos\theta + E_h\sin\theta]tg21.51^\circ + (w + E_v)\sin\theta}{E_h\cos\theta}$$

$$a = 0 \longrightarrow w = \text{área} * \gamma_g = 10.5 * 1.65 = 17.325$$

$$n = \frac{[(17.325 + 2.93) + 0] * 0.39 + (17.325 + 2.93) * 0}{7.44 * 1}$$

$$n = 1.06 > 1.5 \text{ NO CUMPLE}$$

Verificación de la seguridad al volteo

El momento que produce el volteo será el siguiente (1.8).

$$M_V = 7.44 * 1.66$$

$$M_V = 12.35 \text{ ton/m}$$

El momento de resistencia se conoce a partir de la formula (1.9).

$$M_R = 9.00 * 1.75 + 1.13 * 1.5$$

$$M_R = 17.445$$

Entonces:

$$n = \frac{M_R}{M_V} > 1.5$$

$$n = \frac{17.445}{12.35} = 1.41 > 1.5 \text{ NO CUMPLE}$$

Verificación

Se realizó por la formula (1.10).

$$n = (17.325 + 2.93) = 20.25$$

$$e = \frac{3.5}{2} - \frac{40.57 - 12.35}{20.25}$$

$$e = 0.35$$

Tensiones

Se calcularon de acuerdo a la formula (1.11).

$$G_1 = \frac{20.35}{3.5} \left(1 + \frac{6(0.35)}{3.5} \right)$$

$$G_1 = 9.84 \text{ tn/m}^2$$

$$G_2 = \frac{20.35}{3.5} \left(1 - \frac{6(0.35)}{3.5} \right)$$

$$G_2 = 1.73 \text{ tn/m}^2$$

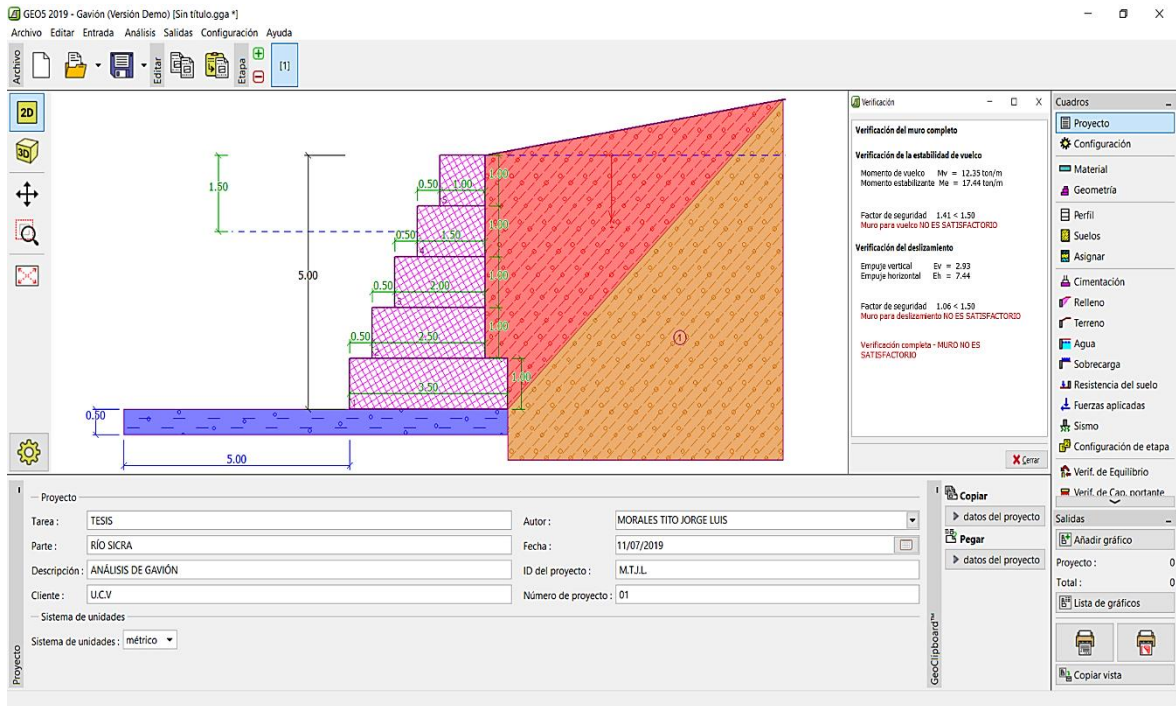


Figura 22. Cálculos realizados en el software Geo 5.

Análisis de Muro de Contención

Datos generales

| | |
|--|-------------------|
| Capacidad portante del suelo (Kg/cm ²) | $\sigma = 3.00$ |
| Angulo de Fricción Interna del Suelo (Grados) | $\Phi = 21.51$ |
| Peso Específico del Suelo (Tn/m ³) | $\gamma = 2.39$ |
| Resistencia del Concreto a la Compresión (Kg/cm ²) | $F'c = 210$ |
| Esfuerzo de fluencia del acero (Kg/cm ²) | $Fy = 4200$ |
| Peso específico del concreto (Tn/m ³) | $\gamma_c = 2.40$ |

Análisis de estabilidad de muro

Este análisis se realiza para conocer los esfuerzos actuantes en el suelo de fundación, empujes actuantes, pasivos, cargas de materiales, etc. con la finalidad de estabilizar la estructura.

Cálculo del coeficiente de empuje activo (Ka)

Se realizo de acuerdo a la fórmula (1.12)

$$K_a = \frac{\sin^2(90^\circ + 31^\circ)}{\sin^2 90^\circ * \sin(90^\circ - 20.6^\circ) \left[1 + \frac{\sin(31^\circ + 20.6^\circ) * \sin(31^\circ - 0^\circ)}{\sin(90^\circ - 20.6^\circ) * \sin(90^\circ + 0^\circ)} \right]^2}$$

$$K_a = 0.285$$

Cálculo de empuje activo (Ea)

De acuerdo a la formula mencionada en el punto (1.13), obtuvimos lo siguiente:

$$E_a = \left(\frac{1}{2} * 2.35 * 5.70^2\right) * 0.285$$

$$E_a = 10.92 \text{ Tn/m}$$

Aplicado a: Medido desde la base del muro (1.14)

$$D_v = \frac{H}{3}$$

$$D_v = 1.90 \text{ m}$$

Aplicado a: Medido desde el punto J de la base del muro (1.15)

$$D_h = B$$

$$D_h = 4.00 \text{ m}$$

Cálculo del momento por el empuje activo (Ma)

Se determinó a partir de la ecuación (1.16), obteniendo lo siguiente:

$$M_a = 23.22 \text{ tn-m/m}$$

Empuje activo horizontal

$$E_{ah} = 10.92 \text{ tn/m} \quad (1.17)$$

Empuje activo vertical

$$E_{av} = 0.00 \text{ tn/m} \quad (1.18)$$

Cálculo del empuje de la sobrecarga (Es)

Se determinó a consecuencia de la formula presentada en el punto (1.19)

$$E_s = 4.287 \text{ tn/m}$$

Cálculo del momento por empuje de la sobrecarga (Ms)

Se da por la formula (1.20)

$$M_s = 12.219 \text{ tn-m/m}$$

Cálculo del empuje total del suelo (Et)

Se halló por la ecuación (1.21)

$$Et = 16.508 \text{ tn/m}$$

Cálculo del momento actuante del suelo (Mas)

Es definido por la formula (1.22)

$$Mas = 35.438 \text{ tn/m}$$

Cálculo del coeficiente en condición pasiva (Kp)

Se determinó de acuerdo a la fórmula propuesta por Coulomb (1.23)

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(90^\circ - 21.51^\circ)}{\text{sen}^2 90^\circ * \text{sen}(90^\circ + 14.34^\circ) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(21.51^\circ + 14.34^\circ) * \text{sen}(21.51^\circ + 0^\circ)}{\text{sen}(90^\circ + 14.34^\circ) * \text{sen}(90^\circ + 0^\circ)}} \right]^2}$$

$$K_p = 3.19$$

Cálculo del empuje pasivo (Ep)

Se estima por la expresión de Rankine (1.24).

$$E_p = \left(\frac{1}{2} * 2.39 * 2.50 \right) * 3.19$$

$$E_p = 11.47 \text{ tn/m}$$

Aplicado a: Medido desde la base del muro (1.25)

$$D_v = 1.67 \text{ m}$$

Cálculo de la sobrecarga (q)

Se presenta por la ecuación (1.26)

$$q = 2.35 \text{ tn/m}^2$$

Cálculo del peso total de la sobrecarga (Ws)

Se conoce de acuerdo al desarrollo de la formula (1.27)

$$W_s = 6.345 \text{ tn/m}$$

Cálculo del momento por la sobrecarga (Ms)

Se desarrolló de acuerdo a la formula (1.28)

$$Ms = 16.814 \text{ tn-m/m}$$

Cálculo del peso total del relleno (Wr)

Se realizó de acuerdo a la formula expuesta en el punto (1.29)

$$Vr = 13.50 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$Wr = 31.73 \text{ tn/m}$$

$$Dwr = 2.650 \text{ m}$$

Cálculo del momento del relleno por encima del talón (Mr)

Mediante la fórmula (1.30) se determina que:

$$Mr = 84.071 \text{ tn-m/m}$$

Cálculo de la resultante de las fuerzas verticales (Rv)

Por la formula (1.31) se sabe:

$$Rv = 51.390 \text{ tn/m}$$

Cálculo del momento resistente o estabilizante del muro (Me)

De ello determinamos el momento resistente: (1.32)

$$Me = 121.048 \text{ tn-m/m}$$

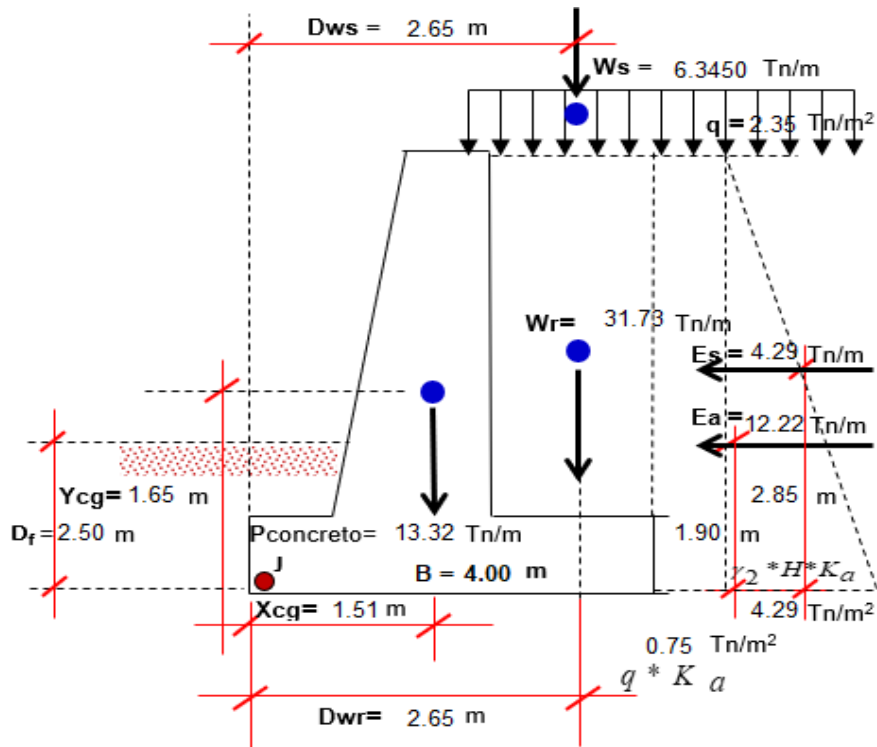


Figura 23. Punto de aplicación de empujes y sobrecargas.

Factor de seguridad contra el volteo (FSV)

Cálculo del momento de volteo (Mv)

Conocemos el Mv de acuerdo a la formula (1.33)

$$Mv = 23.217 \text{ tn-m/m}$$

Comprobamos el factor de seguridad mediante la expresión (1.34)

$$5.21 > 2.00 \text{ OK!}$$

Factor de seguridad contra el deslizamiento (FSD)

Expresado por la formula (1.36)

$$1.66 > 1.50 \text{ OK!}$$

Cálculo de la fuerza resultante (Xr)

De acuerdo al análisis mediante la expresión (1.39)

$$Xr = 1.90 \text{ m}$$

Cálculo de la excentricidad de la fuerza resultante (e_x)

De acuerdo a las fórmulas planteadas para evitar la inclinación del muro se obtuvo lo siguiente (1.40), (1.41).

$$e_x = 0.10 \text{ m}$$

$$e_{m\acute{a}x} = 0.67 \text{ m}$$

Se cumple lo siguiente: $e_x < e_{m\acute{a}x}$

$$0.10 < 0.67 \text{ OK!}$$

Cálculo de la presión de contacto muro – suelo de fundación (σ máx, mín)

De acuerdo a las fórmulas planteadas para evitar la inclinación del muro se obtuvo lo siguiente (1.42), (1.43).

$$e_{m\acute{a}x} = 1.23 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_{m\acute{i}n} = 1.10 \text{ kg/cm}^2$$

Se debe cumplir lo siguiente: $\sigma_{m\acute{a}x} < \sigma$ y $\sigma_{m\acute{i}n} < 0.00$

$$1.23 < 3.00 \text{ OK!}$$

$$1.10 > 0.00 \text{ OK!}$$

Cálculo de esfuerzos admisibles del suelo de fundación

De acuerdo a las fórmulas planteadas para evitar la inclinación del muro se obtuvo lo siguiente (1.44), (1.45).

$$\sigma_{adm} = 1.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$FS_{carga} = 3.47 \text{ kg/cm}^2$$

Se debe cumplir lo siguiente: $FS_{carga} > 3$ y $\sigma_{m\acute{a}x} < \sigma_{adm}$

$$4.16 > 3.00 \text{ OK!}$$

$$1.23 < 1.42 \text{ OK!}$$

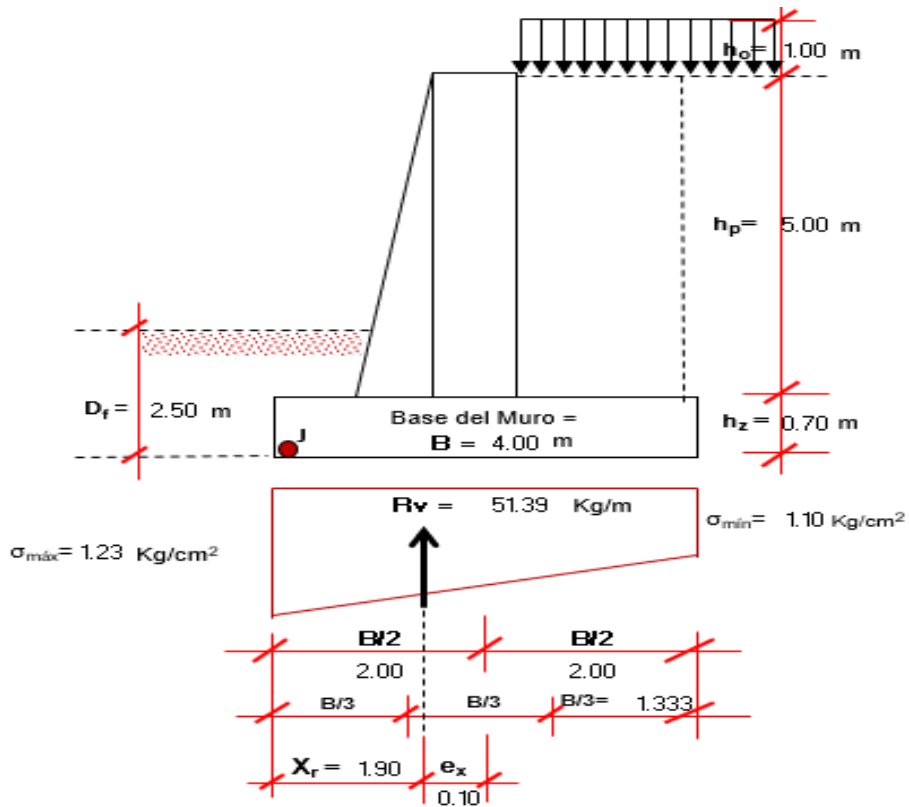


Figura 24. Presión de contacto muro – suelo de fundación.

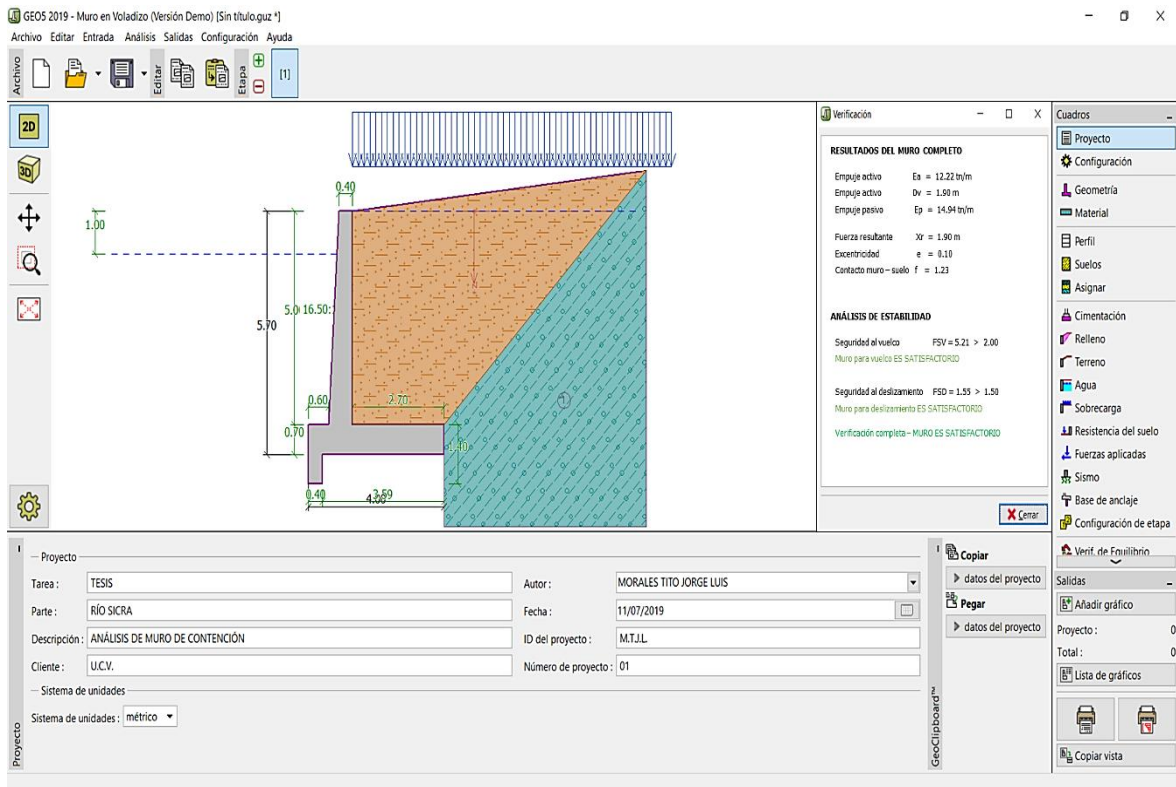


Figura 25. Gráfico del muro de contención de concreto armado.

RESULTADOS:

| | | | | |
|------------------------------|--------|-------|--------|--------------------|
| Empuje Activo | $Ea =$ | 12.22 | Tn /m | |
| Aplicación del Empuje Activo | $Dv =$ | 1.90 | m | |
| Empuje Pasivo | $Ep =$ | 14.94 | Tn / m | Considerada |

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

| | | | | | |
|--|---------|------|---|------|-----------------------------|
| Factor de Seguridad al Volteo | $FSV =$ | 5.21 | > | 2 | Conforme |
| Factor de Seguridad al Deslizamiento | $FSD =$ | 1.55 | > | 1.50 | Conforme |
| Punto de Aplicación de la Fuerza Resultante | $Xr =$ | 1.90 | m | | |
| Excentricidad (Comprobación Asentamientos Difer) | | 0.10 | < | 0.67 | Conforme |
| Presiones Contacto Muro Suelo de Fundación | | 1.23 | < | 3.00 | Conforme |
| Diagrama | = | | | | Diagrama trapezoidal |

Para poder evidenciar los cálculos realizados para los diferentes tipos de muros puede ver el (Anexo 4).

Análisis de Espigones

Cálculo hidrológico

Caudal de diseño

$$Qd = 332.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo hidráulico

Sección estable: Con los métodos desarrollados en los cálculos hidráulicos se determinó que el ancho de la sección es de:

$$B = 20 \text{ m}$$

Altura de muro

En proporción a la analogía que propone Manning – Strickler, para gaviones en la formula (1.46) se consideró:

$$H_{muro} = 1.10 + \frac{8.35^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{muro} = 5 \text{ m}$$

De acuerdo a la (Tabla 20) se determinó la altura de muro según Manning.

Cálculo del tirante: Fórmula propuesta por Manning – Strickler para espigones.

$$t_{\text{espigón}} = \left(\frac{332.9}{\left(30 * 20 * 0.001^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{3}{5}}} \right)^{\frac{3}{5}}$$

$$t = 2.90 \text{ m}$$

Socavación: Se determinó la fórmula de L.L List Van Lebediev para suelos no cohesivos.

Reemplazando valores tendremos que:

$$a = \frac{332.9}{20 \times 2.9^{\frac{5}{3}}}$$

$$a = 2.82$$

Entonces de acuerdo a la formula (1.47), tenemos:

$$t_{\text{socavación espigón}} = \left(\frac{2.82 \times 2.9^{\frac{5}{3}}}{0.68 \times 5^{0.28} \times 1} \right)^{\frac{1}{0.50+1}}$$

$$T_s = 6.30$$

Luego, la profundidad de socavación será:

$$H_s = 6.30 - 2.90$$

$$H_s = 3.4 \text{ m}$$

Determinando un colchón antisocavante con la formula (1.48)

$$L_{\text{colchón}} = 1.5 * 3.4$$

$$L_{\text{colchón}} = 5.10 \text{ m}$$

De acuerdo a la tabla N° 21 se determinó el espesor del colchón de espigón con respecto a la velocidad del flujo.

Entonces el espesor del colchón para el espigón es: 0.50 m.

Tabla 24. Geometría del espigón.

| Nro. | Ancho b (m) | Altura h (m) | Corrimiento a (m) | Material |
|------|----------------|-----------------|----------------------|----------|
| 5 | 5.00 | 1.00 | 0.50 | Piedra |
| 4 | 5.00 | 1.00 | 0.00 | Piedra |
| 3 | 4.50 | 1.00 | 0.50 | Piedra |
| 2 | 4.50 | 1.00 | 0.00 | Piedra |
| 1 | 4.00 | 1.00 | | Piedra |

Fuente: elaboración propia.

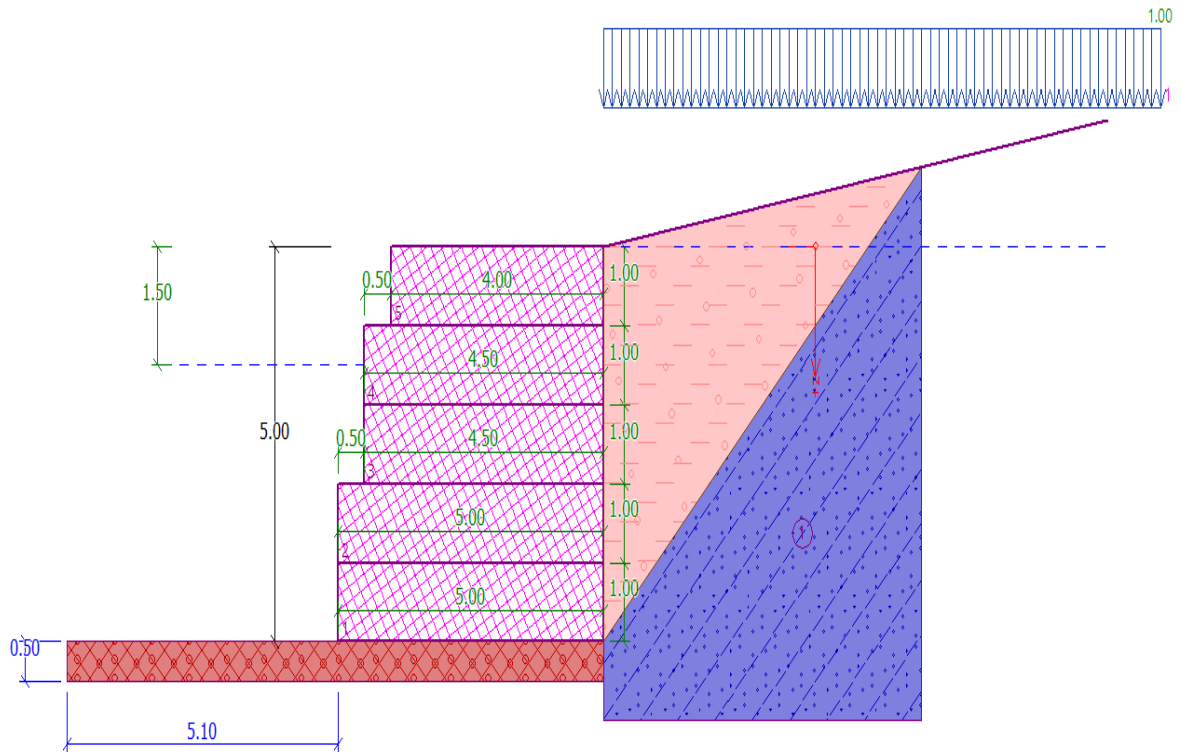


Figura 26. Vista lateral del espigón y colchón antisocavante.

Tabla 25. Espigones de malla hexagonal.

| ESPIGÓN | | COLCHONES RENO | |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Abertura de malla | 10 x 12 cm | Abertura de malla | 10 x 12 cm |
| Díametro alambre malla | 2.70 mm | Díametro alambre malla | 2.70 mm |
| Díametro alambre de borde | 3.40 mm | Díametro alambre de borde | 3.40 mm |
| Recubrimiento | Zinc + aluminio galvanizado | Recubrimiento | Zinc + aluminio galvanizado |
| Dimensiones | 5.00 x 1.00 x 1 | Dimensiones | 5.00 x 0.50 x 1 |
| | 5.00 x 1.00 x 1 | | |
| | 4.50 x 1.00 x 1 | | |
| | 4.50 x 1.00 x 1 | | |
| | 4.00 x 1.00 x 1 | | |

Fuente: elaboración propia.

Estabilidad

Se define la teoría de Coulumb para hallar la proporción de empuje, adoptando el estado límite del terreno.

Empuje activo

Fórmula utilizada (1.49).

$$F_1 = 8 \text{ ton/m}$$

La fuerza actuante se ubica a:

$$d = 1.6 \text{ m}$$

Seguridad al deslizamiento

Se determinó en base a la fórmula (1.49)

$$\gamma_g = 1.645 \text{ ton/m}^3$$

Cálculo del componente vertical del empuje activo

Líneas arriba se mencionó la fórmula para el componente vertical activo (1.50).

$$E_v = 4.18$$

Cálculo del componente horizontal

De la misma manera se determinó el componente horizontal con la fórmula (1.51).

$$E_h = 6.82$$

Verificación

Mediante la fórmula (1.52)

$$n = \frac{[(w + E_v)\cos\theta + E_h\sin\theta]\text{tg}21.51^\circ + (w + E_v)\sin\theta}{E_h\cos\theta}$$

$$a = 0 \longrightarrow w = \text{área} * \gamma_g = 18.25 * 1.65 = 30.93$$

$$n = \frac{[(30.93 + 2.93) + 0] * 0.39 + (30.93 + 2.93) * 0}{6.82 * 1}$$

$$n = 1.96 > 1.5$$

Verificación de la seguridad al volteo

El momento que produce el volteo será el siguiente (1.53)

$$M_v = 6.82 * 1.67$$

$$M_v = 11.37 \text{ ton/m}$$

El momento de resistencia es (1.54)

$$M_R = 30.93 * 1.75 + 4.18 * 3.5$$

$$M_R = 67.33$$

Entonces:

$$n = 5.92 > 1.5$$

Verificación

Mediante la aplicación de la formula (1.55)

$$n = (30.11 + 4.18) = 34.29$$

$$e = \frac{3.5}{2} - \frac{67.33 - 11.37}{34.29}$$

$$e = 0.12$$

Tensiones

$$G_1 = \frac{5.92}{5} \left(1 + \frac{6(0.12)}{5} \right) = 7.83 \text{ t/m}^2$$

$$G_2 = \frac{5.92}{5} \left(1 - \frac{6(0.12)}{5} \right) = 5.89 \text{ t/m}^2$$

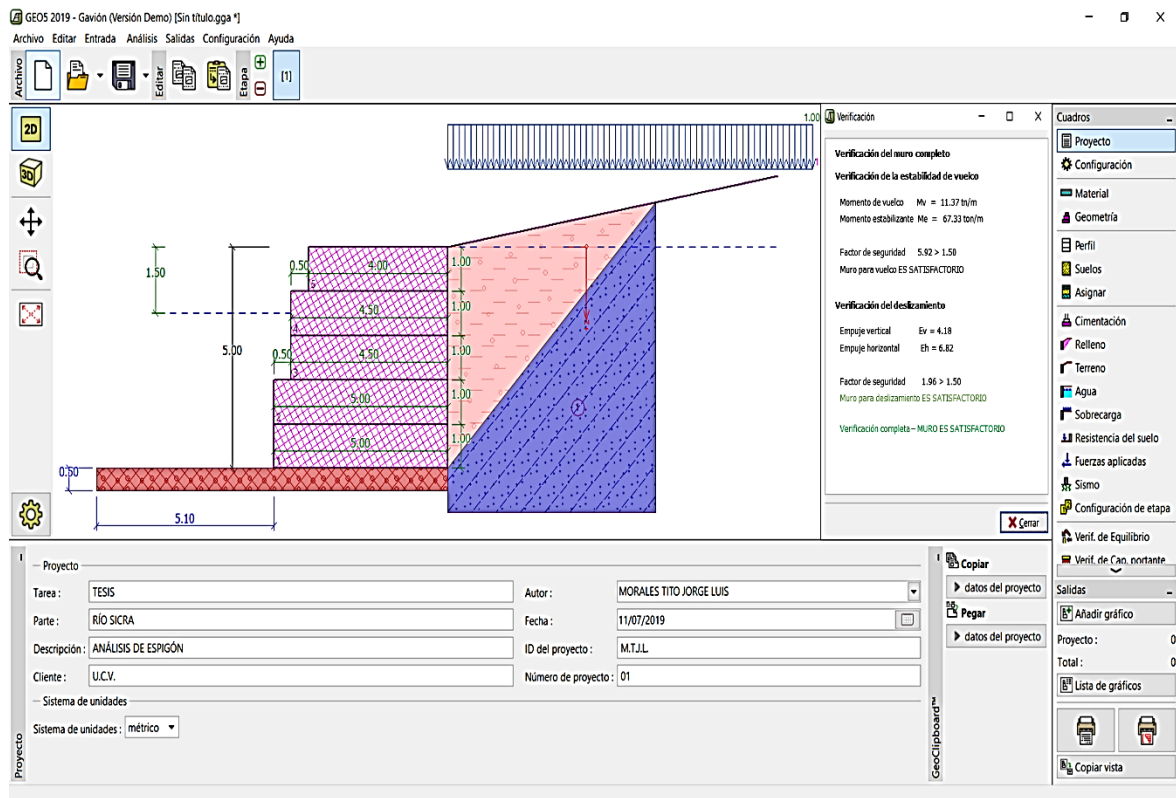


Figura 27. Cálculos realizados en el software Geo 5.

Resultados

De acuerdo a los análisis realizados mediante métodos teóricos – prácticos y dinámicos, aplicando el software Geo 5 para la implementación de defensas ribereñas en el distrito de Lircay, departamento de Huancavelica, se obtuvieron los resultados después de evaluar gaviones, muros de contención de concreto armado y espigones implementados en el río Sicra para un periodo de retorno de 100 años.

Gaviones

De acuerdo a los análisis realizados se determinó que los gaviones no son adecuados para ser usados como defensa ribereña en el río Sicra, distrito de Lircay, es por ello que se planteó como alternativa de precaución en zonas externas al área urbana en las progresivas mostradas en la (Tabla 26); de acuerdo a la geometría del cauce y el análisis hecho mediante el software Geo 5 se establecieron dos geometrías las cuales superaron los factores de seguridad establecidos como son al vuelco y al deslizamiento para esas secciones, definiendo así la geometría presentada en la (Tabla 27).

Tabla 26. *Progresivas para implementar muro de gavión tipo I.*

| GAVIÓN TIPO I | | | | |
|---------------|-----------|------------------|----------|----------------|
| SECTOR | MARGEN | PROGRESIVA ENTRE | | LONGITUD |
| I | IZQUIERDA | 5+440.00 | 5+755.00 | 315.00 |
| I | IZQUIERDA | 5+235.00 | 5+370.00 | 135.00 |
| I | IZQUIERDA | 2+970.00 | 3+100.00 | 130.00 |
| I | DERECHA | 5+440.00 | 5+756.00 | 316.00 |
| I | DERECHA | 5+236.00 | 5+370.00 | 134.00 |
| I | DERECHA | 3+076.00 | 3+206.00 | 130.00 |
| | | | | 1160.00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27. *Geometría del gavión tipo I.*

| Nro. | ANCHO b (m) | ALTURA h (m) | CORRIMIENTO a (m) | MATERIAL |
|------|----------------|-----------------|----------------------|----------|
| 5 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | Piedra |
| 4 | 1.50 | 1.00 | 0.50 | Piedra |
| 3 | 2.00 | 1.00 | 0.50 | Piedra |
| 2 | 2.50 | 1.00 | 1.00 | Piedra |
| 1 | 3.50 | 1.00 | | Piedra |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los estudios anteriormente mencionados se establece la segunda sección, la cual de acuerdo a las necesidades consume con los factores de seguridad establecidos para el gavión, así mismo de acuerdo a la topografía existente requiere de una mayor altura con respecto al primer gavión y también a un tema de precaución en ambos márgenes en las progresivas mostradas en la (Tabla 28), la geometría propuesta se muestra en la (Tabla 29).

Tabla 28. *Progresivas para implementar muro de gavión tipo II.*

| GAVIÓN TIPO II | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------------------|----------|-----------------|
| SECTOR | MARGEN | PROGRESIVA ENTRE | | LONGITUD |
| I | IZQUIERDA | 5+370.00 | 5+440.00 | 70.00 |
| I | DERECHA | 5+370.00 | 5+440.00 | 70.00 |
| | | | | 140.00 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 29. *Geometría del gavión tipo II.*

| Nro. | ANCHO b (m) | ALTURA h (m) | CORRIMIENTO a (m) | MATERIAL |
|-------------|------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------|
| 6 | 1 | 1 | 0.5 | Piedra |
| 5 | 1.5 | 1 | 0.5 | Piedra |
| 4 | 2 | 1 | 0.5 | Piedra |
| 3 | 2.5 | 1 | 0.5 | Piedra |
| 2 | 3.5 | 1 | 0.5 | Piedra |
| 1 | 4.5 | 1 | 0.5 | Piedra |

Fuente: elaboración propia.

Muros de contención de concreto armado

Se estableció 3 tipologías de muros de contención de concreto armado con respecto a los análisis realizados, la estructura de tipo I se instauró con una altura de 5 m y una base de 4 m el cual tiene como factor de estabilidad al vuelco $5.21 > 2$ y al deslizamiento $1.55 > 1.50$; superando así los factores de seguridad establecidos en ambos casos, así mismo se detallan las progresivas para las cuales se diseñaron, (Tabla 30) y la geometría propuesta se evidencia en la (Figura 28).

Tabla 30. *Progresivas para implementar muros de contención de concreto armado tipo I.*

| MURO DE CONTENCIÓN TIPO I | | | | |
|----------------------------------|---------------|-------------------------|----------|-----------------|
| SECTOR | MARGEN | PROGRESIVA ENTRE | | LONGITUD |
| I | IZQUIERDA | 4+520.00 | 4+640.00 | 120.00 |
| I | IZQUIERDA | 3+860.00 | 4+080.00 | 220.00 |
| I | DERECHA | 4+520.00 | 4+640.00 | 120.00 |
| I | DERECHA | 3+860.00 | 4+080.00 | 220.00 |
| | | | | 680.00 |

Fuente: elaboración propia.

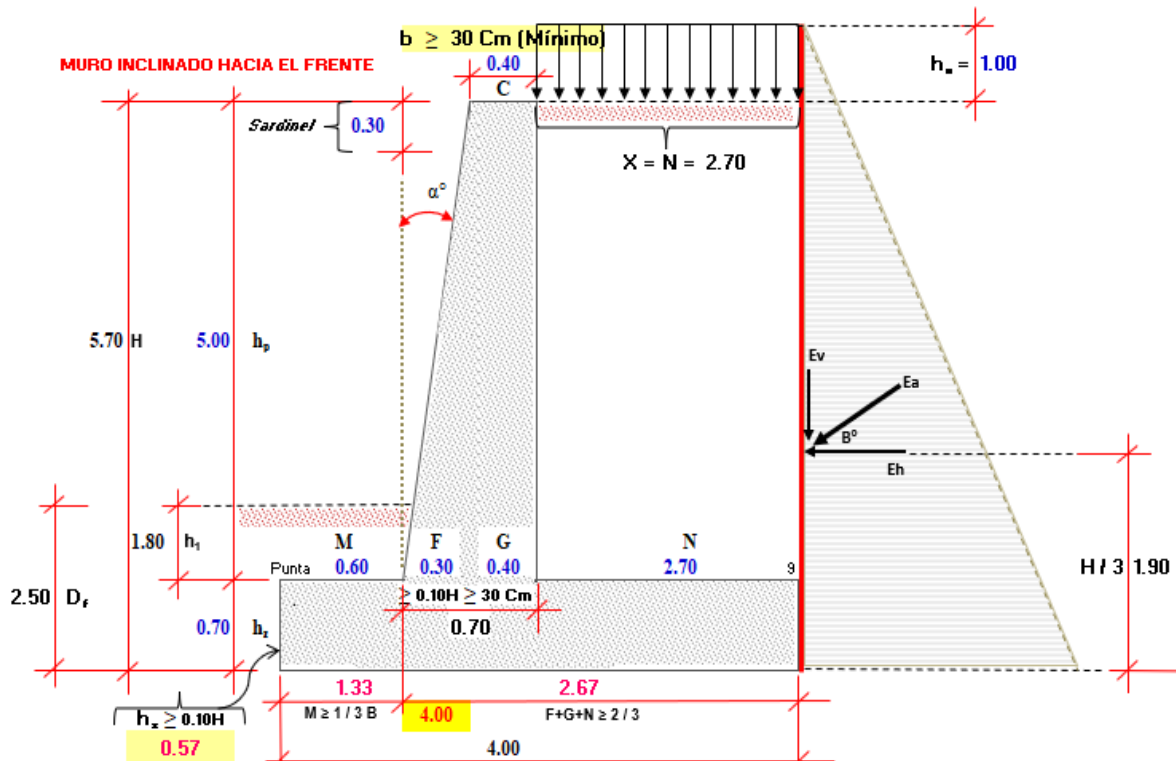


Figura 28. Geometría y dimensiones del muro de contención de concreto armado tipo I.

Fuente: elaboración propia.

Se determinó muros de contención de concreto armado con una altura de 6 m y una base de 5 m para las progresivas mostradas en la (Tabla 31) los cuales al ser analizados bajo los enfoques de seguridad al vuelco nos arrojó un valor de $5.42 > 2$ y un valor de seguridad al deslizamiento de $1.50 > 1.50$ de acuerdo a las características del terreno y la vulnerabilidad de los márgenes en las progresivas mostradas se puede apreciar la geometría del muro en la (Figura 29).

Tabla 31. Progresivas para implementar muros de contención de concreto armado tipo II.

| MURO DE CONTENCIÓN TIPO II | | | | |
|----------------------------|-----------|------------------|----------|----------------|
| SECTOR | MARGEN | PROGRESIVA ENTRE | | LONGITUD |
| I | IZQUIERDA | 4+640.00 | 4+900.00 | 260.00 |
| I | IZQUIERDA | 4+180.00 | 4+520.00 | 340.00 |
| I | IZQUIERDA | 3+400.00 | 3+860.00 | 460.00 |
| I | DERECHA | 4+640.00 | 4+900.00 | 260.00 |
| I | DERECHA | 4+180.00 | 4+520.00 | 340.00 |
| I | DERECHA | 3+400.00 | 3+860.00 | 460.00 |
| | | | | 2120.00 |

Fuente: elaboración propia.

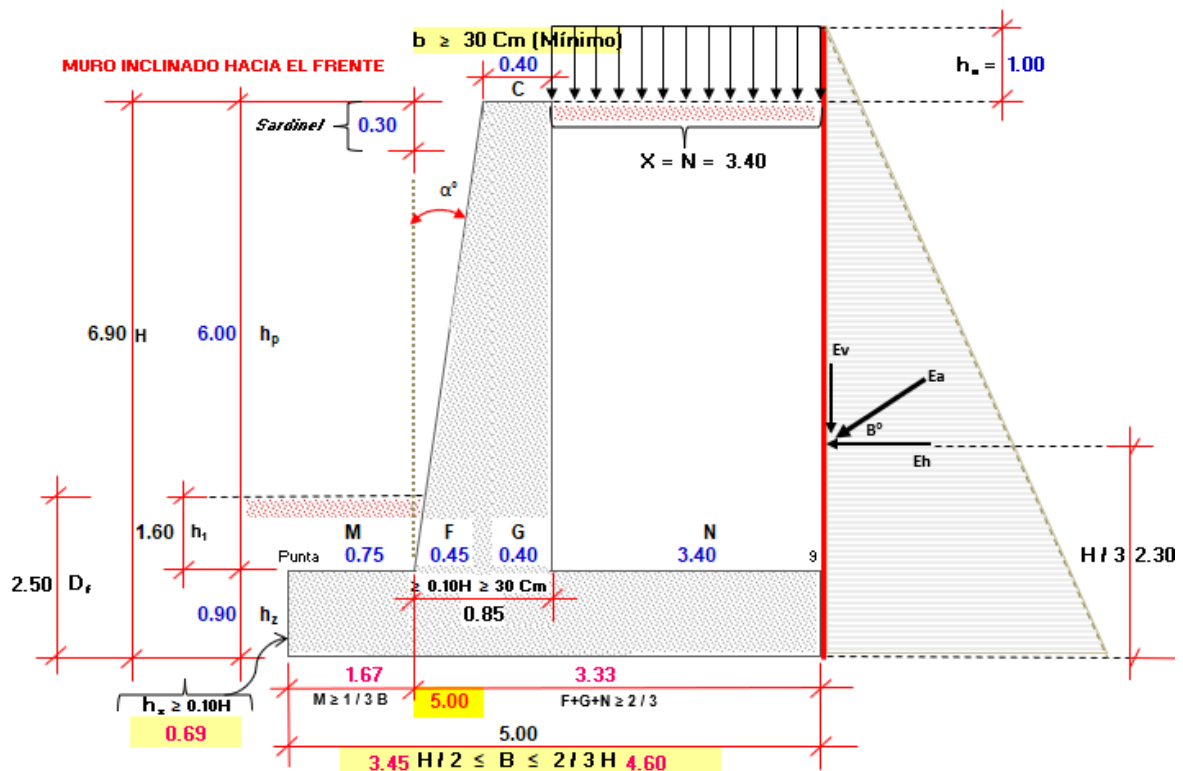


Figura 29. Geometría y dimensiones del muro de contención de concreto armado tipo II.
Fuente: elaboración propia.

Se fijó de acuerdo a las características del terreno existentes muros de concreto armado con una altura de 6.5 m, y una base de 6 m, los cuales al ser analizados para las secciones de las progresivas mostradas en la (Tabla 32) nos detalló como factor de seguridad al vuelco un valor de $6.57 > 2$ y un factor de seguridad al deslizamiento de $1.57 > 1.50$, en consecuencia las estructuras con la geometría planteada en la (Figura 30) afrontan con capacidad los problemas de deslizamientos y contención de márgenes en las progresivas mencionadas.

Tabla 32. Progresivas para implementar muros de contención de concreto armado tipo III.

| MURO DE CONTENCIÓN TIPO III | | | | |
|-----------------------------|-----------|------------------|----------|---------|
| SECTOR | MARGEN | PROGRESIVA ENTRE | LONGITUD | |
| I | IZQUIERDA | 4+900.00 | 5+207.00 | 307.00 |
| I | IZQUIERDA | 4+080.00 | 4+180.00 | 100.00 |
| I | IZQUIERDA | 3+237.00 | 3+400.00 | 163.00 |
| I | DERECHA | 4+900.00 | 5+214.00 | 314.00 |
| I | DERECHA | 4+080.00 | 4+180.00 | 100.00 |
| I | DERECHA | 3+237.00 | 3+400.00 | 163.00 |
| | | | | 1147.00 |

Fuente: elaboración propia.

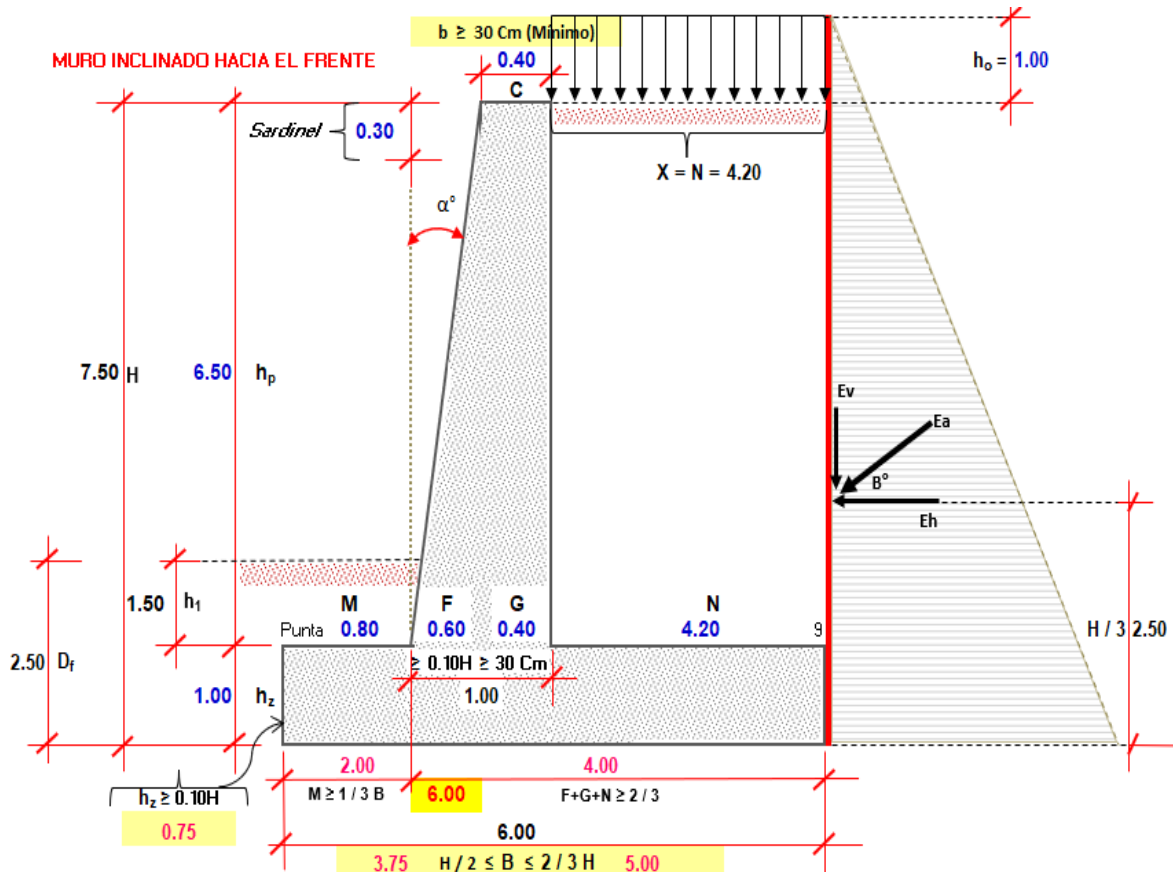


Figura 30. Geometría y dimensiones del muro de contención de concreto armado tipo III.
Fuente: elaboración propia.

Espigones

Los análisis realizados mediante métodos teóricos – prácticos y dinámicos determinaron que los espigones no son adecuados para su implementación como defensa ribereña en ninguna sección del río Sicra, por los motivos que se mencionan a continuación: generan resaltos hidráulicos, manejo inadecuado de flujos críticos, mayor socavación debido a la velocidad del flujo, fácil desprendimiento de la estructura, inadecuada ubicación de incorporación transversal y angular a lo largo del cauce, por todo lo mencionado anteriormente no se permite su incorporación a lo largo de las secciones del lecho del río.

Tabla 33. Geometría del espigón.

| Nro. | ANCHO b (m) | ALTURA h (m) | CORRIMIENTO a (m) | MATERIAL |
|------|----------------|-----------------|----------------------|----------|
| 5 | 4.00 | 1.00 | 0.50 | Piedra |
| 4 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | Piedra |
| 3 | 4.50 | 1.00 | 0.50 | Piedra |
| 2 | 5.00 | 1.00 | 0.00 | Piedra |
| 1 | 5.00 | 1.00 | | Piedra |

Fuente: Elaboración propia.

IV. Discusión

Discusión n° 1

De acuerdo a los análisis realizados a lo largo de la investigación se determinó que la defensa ribereña apropiada es determinante en el control de inundaciones, ya que el diseño oportuno de una estructura hidráulica nos permite tener un adecuado manejo de los taludes expuestos a deslizamiento, mejor conducción del flujo en temporadas de crecidas, así mismo el diseño de acuerdo a las necesidades expuestas nos garantiza superar los factores de seguridad establecidos para el vuelco y deslizamiento de manera óptima.

Estas consecuencias guardan correlación con lo que sustenta Cárdenas, Oscar (2013) en, Estudios y diseños de las obras de protección, Henríquez y Albaro (2014) en Diseño Hidráulico y Estructural de Defensas Ribereñas, quienes señalan que realizar un análisis completo de cálculos ingenieriles respecto al área hidráulica para proponer una estructura acorde a las necesidades de la zona estudio es absolutamente determinante para su correcto funcionamiento y finalidad para la cual se establece.

A partir de los descubrimientos hallados, consentimos la hipótesis general que instituye que un buen planteamiento de una defensa ribereña es determinante en el control de inundaciones ya que, al diseñar de manera correcta nuestra estructura, esta permitirá controlar de manera eficiente los flujos que discurren por su cauce; aminorando de este modo crecidas producto de fenómenos extraordinarios, por otra parte, contener posibles deslizamientos y problemas de socavación los cuales se presentan de manera frecuente en la zona de estudio y de esta manera disminuir las pérdidas materiales, agrícolas, viales y humanas.

Discusión n° 2

Para el control de inundaciones mediante defensas ribereñas en el distrito de Lircay, se analizó una extensión de alrededor de 3 km de río, los cuales fueron analizados mediante cálculos hidrológicos para determinar el caudal de diseño el cual nos arrojó el $Q_{\text{diseño}} = 332.9 \text{ m}^3/\text{s}$, a ello se hizo el análisis del río determinando las secciones transversales mediante el software Hec Ras 5.0.3, el cual nos indicó que la base es de $B = 20 \text{ m}$ y tirantes de $Y_{\text{máx}} = 3.5 \text{ m}$, de la misma manera se elaboró el levantamiento topográfico el cual nos señala que la pendiente del río es de $S = 3.96 \%$, de acuerdo a todas estas características antes mencionadas se procedió a diseñar el modelo de gavión adecuado para contener inundaciones, el cual nos fijó dos tipos de gaviones, el tipo I con una geometría de $B = 3.5 \text{ m}$ y una $H = 5.00 \text{ m}$, con una extensión de 1160.00 m a ambos márgenes del río, el tipo II

nos indica una geometría de $B = 4.5$ m con una $H = 6.00$ m igualmente a ambos márgenes del río Sicra, los cuales se encuentran externos al área urbana del distrito de Lircay.

Vásquez (2018) establece distintos tipos de defensas ribereñas para su aplicación en el río La Leche, entre ellos diques, espigones y gaviones donde realiza un análisis con longitud de río de 12 km 390 m, con un periodo de retorno de 50 años, transportando un $Q = 400$ m³/s en un ancho de $B = 60$ m con una velocidad de $V = 2.23$ m/s y determino que los diques son las estructuras recomendadas de acuerdo a las necesidades presentadas in situ con una $H = 4.00$ m y tendido de $B = 10$ m, sin embargo el planteamiento de gaviones se da solo en tramos donde su estructura no sea vea superada por los factores de seguridad establecidos, de la misma manera los análisis geográficos en los márgenes de río, análisis de mecánica de suelos y levantamientos topográficos son de gran importancia en la determinación de la estructura, la geometría propuesta de acuerdo a las características fue con una base de $B = 5.00$ m y una altura de $H = 4.00$ m con tirantes que no superan los $Y = 3.20$.

Como se puede observar, de acuerdo a la hipótesis planteada acerca de los gaviones podemos mencionar que, la incorporación de estas estructuras no permiten controlar las inundaciones dentro del área urbana del distrito de Lircay, ya que la estructura no supera el factor de seguridad permitido al deslizamiento obteniendo un valor de 1.06 menor al 1.50 permitido para su implementación, además, su geometría no permite su ubicación a ambos márgenes por lo que nos generaría un incremento en el tirante de río, al reducir el lecho por donde transita el flujo, es por ello que, no son recomendables para su incorporación, no obstante se propone dos tipos de gaviones para áreas donde no existe peligro de deslizamiento, vuelco y no presenta población. Por tal motivo concuerdo con el autor, ya que la incorporación de gaviones se determina a partir de los análisis a lo largo del río concluyendo que, su incorporación se da en tramos en los cuales su estructura solventa los problemas de desbordamiento y su adecuada ubicación permite contener esfuerzos que no superan los confines naturales de la estructura.

Discusión n° 3

Para la implementación de los muros de contención de concreto armado se hicieron los estudios topográficos, hidrológicos, hidráulicos y estudios de mecánica de suelos, los cuales tuvieron como fin la determinación de tres tipos de muros, el tipo I tiene las siguientes características, $B = 4.00$ m, $H = 5.00$ m, con factores de seguridad respecto al deslizamiento y al vuelco de 5.21 y 1.55 y tendrán una extensión de 680 m, de igual forma se definió el

tipo II tiene con una $B = 5.00$ m y $H = 6.00$ m, con un FSD de 5.42 y un FSV de 1.50, con una longitud de 2120 m, y finalmente se precisa el tipo III que tiene las siguientes características, $B = 6.00$ m y $H = 6.50$ m, con un FSD de 6.57 y un FSV de 1.57, con una extensión de 1147 m, por lo tanto las estructuras planteadas garantizan los valores de seguridad establecidos para su ejecución.

Orestes (2015) propone el análisis y diseño de defensas ribereñas en el río Ilave – Sector Santa Rosa de Huayllata para reducir el riesgo de inundaciones a base de análisis hidrológicos, geológicos - geotécnicos y de hidráulica fluvial que inciden en la crecida del río de esta manera concluye que lo ideal es construir muros de concreto armado para canalizar el río con el fin de evitar inundaciones, la geometría propuesta para este caso es la siguiente, el muro tiene una $H = 3.00$, con una base de $B = 2.00$ y una altura de zapata de $H_z = 0.50$ m, considerando así una estructura lineal ya que el flujo del río es permanente.

Por los motivos antes mencionados coincido con el autor, ya que de acuerdo a la evaluación realizada a los muros de contención de concreto armado evitarán las inundaciones ocasionadas por el río Sicra en el área urbana del distrito de Lircay, además nos proporcionan la perfecta canalización del flujo con el fin de evitar avenidas ocasionales, mejoran el manejo de erosión ante los flujos expuestos, ofrecen estabilidad ante posibles deslizamientos, cuentan con la capacidad de soportar esfuerzos de corte y momentos fundados por cargas tanto pasivas como activas y finalmente salvaguardan la integridad de la población establecida en las riberas del río.

Discusión n° 4

Para el estudio del espigón como defensa ribereña, para impedir inundaciones en el área urbana del distrito de Lircay, se consideró una longitud de río de 2 km 785 m, diseñando una geometría de $B = 5.00$ m y $H = 5.00$ m, parcialmente sumergido.

Rojas, Francisco (2014), establece un modelo para proteger frente a las inundaciones los márgenes de ríos diseñando defensas ribereñas con diques y espigones en Quito. El cual tiene como características del río y su cauce un ($Q = 109$ m³/s, $B = 44.18$ m, $Y = 1.05$ m, $V = 2.48$ m/s) de esta manera nos representó las siguientes dimensiones del espigón, ($H = 1.90$ m, $B = 4.00$ m parcialmente sumergido) concluyendo que los espigones no se recomienda proyectarlos en corrientes con desniveles mayores al 2%, ya que, los flujos son tan contundentes que es prácticamente imposible certificar la permanencia de los espigones. Lo

más recomendable es proyectar obras longitudinales en ríos con características montañosas o con las características anteceditas.

Por tal motivo concuerdo con el autor, debido a que la incorporación de los espigones no es posible, puesto que estas estructuras no cumplen la función de contener taludes próximo a las riberas de los ríos, además reducen el ancho del cauce generando crecientes en la línea de energía y produciendo resaltos hidráulicos, es por ello que tienen un manejo inadecuado de flujos críticos formando mayor socavación debido a la velocidad del flujo, fácil desprendimiento de la estructura y pendiente inaceptable para su colocación transversal, longitudinal o angular dentro del río Sicra.

V. Conclusiones

Partiendo de los objetivos planteados en el primer capítulo y en base a la comparación realizada y desarrollando de manera objetiva esta tesis, se derivan las siguientes conclusiones:

Conclusión n° 1

Se establecieron tres tipos de muros de contención de concreto armado, ya que de acuerdo a las evaluaciones realizadas se consideran las estructuras apropiadas para el control de inundaciones dentro del área urbana del distrito de Lircay, los cuales superan los factores de seguridad establecidos para su incorporación y se garantiza un manejo adecuado de los flujos, evitando problemas de socavación o deslizamiento ocasional producidos por fenómenos anómalos.

Conclusión n° 2

Se concluye que después de haber analizado los gaviones estas estructuras no son adecuadas para su incorporación en el control de inundaciones del río Sicra, ya que esta estructura no cumple con los factores de seguridad al vuelco ni al deslizamiento, por otra parte, la opción de ampliar las dimensiones del gavión no es posible, porque incrementaría nuestro tirante por encima de los confines establecidos y reduciría la dimensión del cauce.

Conclusión n° 3

Después de haber realizado la evaluación de los muros de contención para evitar inundaciones en el área urbana del distrito de Lircay, se determinó que el diseño de estas estructuras son las apropiadas para su implementación como defensa ribereña definiendo así tres estructuras, el tipo I, $B = 4.00$ m, $H = 5.00$ m, el tipo II, $B = 5.00$ m y $H = 6.00$ m, y finalmente el tipo III, $B = 6.00$ m y $H = 6.50$ m, todos ellos superaron satisfactoriamente los factores de seguridad establecidos para ser ubicados a ambos márgenes.

Conclusión n° 4

Se define que, si bien es cierto los espigones cumplen con los factores de seguridad, el empleo de los espigones dentro del área urbana, no es el apropiado para controlar las inundaciones porque su diseño y dimensiones no son los adecuados para su incorporación como defensa ribereña de manera transversal, longitudinal ni angular de manera que no son estructuras que se puedan manejar en ríos con velocidades críticas, tampoco con pendientes superiores a 2%, porque generan el inadecuado manejo de flujos e incrementan las profundidades de socavación generando inestabilidad a lo largo del lecho.

VI. Recomendaciones

Recomendación n° 1

Se recomienda al Gobierno Regional hacer las coordinaciones necesarias con el Gobierno Central a fin de poder elaborar con anterioridad proyectos de defensa ribereña para proteger a las poblaciones frente a posibles crecidas del río Sicra, evitando así, problemas de inundaciones, deslizamientos, derrumbes y huaycos que aquejan todos los años a gran parte del territorio peruano.

Recomendación n° 2

Se recomienda al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI la supervisión y renovación de equipos a fin de implementar sistemas actualizados de control hidrológico e hidrometeorológico, ya que sería de muchísima ayuda contar con registros automatizados de los eventos que ocurren diariamente y poder tener un alcance más exacto en los análisis hídricos acortando el pequeño margen de error asociado a métodos empíricos.

Recomendación n° 3

Se recomienda al Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y al Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED; realizar charlas informativas acerca de los peligros que presenta realizar construcciones informales aledañas a los márgenes de los ríos, de la misma forma; realizar charlas de prevención ante posibles acontecimientos de inundaciones, elaborar planes de emergencia, contingencia y evacuación frente a deslizamientos, huaycos entre otros eventos extraordinarios.

Recomendación n° 4

Se recomienda elaborar un nuevo plan de desarrollo urbano por Ingenieros competentes y personal técnico con conocimiento de la zona, para la correcta reubicación y distribución de viviendas que se perdieron por los fenómenos suscitados en enero del 2017 por consecuencia del Fenómeno del Niño, así mismo poder reasentar a las familias que hasta el momento siguen viviendo en los márgenes desprotegidos del río Sicra

A futuras investigaciones enfocadas en la búsqueda de nuevos diseños y propuestas de defensa ribereña para proteger márgenes de ríos frente a inundaciones, se recomienda hacer el uso del software Geo 5 el cual presenta diversas soluciones geotécnicas que son aplicables a cualquier tipo de estructura, todo ello basándose en un conocimiento teórico para una adecuada simulación e interpretación de sus resultados.

Referencias

- BIANCHINI, A. Ingenieros, S.A. (2015). 100 años de gaviones en España [en línea]. 2. Ed. España: España LV. Disponible en: <https://www.abianchini.es/es/articulos>.
- ABRAMSON L.W., Lee T.S., Sharma S., Boyce G.M., Slope stability and stabilization methods. WileyInterscience, 1996. 628 pp.
- AGUILAR, Daniel. Comparación técnica entre el uso de gaviones y geoceldas como estructuras de defensa ribereña. Tesis (Ingeniería Civil). Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. 156 pp.
- ALVARO, L. HENRIQUEZ, L. Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Chicama tramo puente punta moreno – pampas de Jaguey aplicando el programa River. Tesis (Ingeniería Civil). UPAO, Trujillo. Disponible en <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/683>.
- ROCHA, Arturo. Introducción a la Hidráulica Fluvial. 1ra. Ed. 1998.
- BARROS, José. Muros de Contención. (3ra. Ed.). Barcelona: CEAC, S.A, 1980.
- BIANCHINI, A. Defensas Fluviales Marítimas y Obras Similares por Gaviones Metálicos. (1ra. ed.). Barcelona: Tipografía y Encuadernación Viuda de Luis Tasso, 1943.
- BRAJA M. Das. Principio de Ingeniería de Cimentaciones, (4ta. Ed.). 2001.
- CÁRDENAS O. Estudios y Diseños de las obras de Protección de Orillas en la margen izquierda del río Cauca en el sector Candelaria en el Distrito de Riego Roldanillo – La unión – Toro. Tesis (Ingeniería Civil). 2013. Disponible en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7750/1/CB-0472511.pdf>.
- CENTRO NACIONAL DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES - CENEPRED. 2014. Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Inundaciones Fluviales. LIMA: s.n., 2014.
- FLORES, Orestes. Propuesta y Análisis de Diseño de Defensas Ribereñas en el río Ilave zona Rural C.P. Santa Rosa de Huayllata – Ilave. Tesis (Ingeniería Civil). UNAP, Puno. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2245>.
- FRANCISCO, R. Bases de Diseño Hidráulico para los Encauzamientos o Canalizaciones de ríos. Tesis (Ingeniería Civil). Quito. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2592/1/T-UCE-0011-97.pdf>.
- GLOSARIO INTERNACIONAL DE HIDROLOGÍA. 2012. Ginebra. Suiza 2.

- HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER. Hydrologic Modeling System, HEC-HMS. Technical Reference Manual. Versión 4.3. U.S. Army Corps of Engineers, 2003. Davis. California.
- HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER 2005. Hydrologic Modeling System, HEC-HMS. User's Manual. Version 4.3. U.S. Army Corps of Engineers, 2006 Davis. California.
- HEC- HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER. November. Hydrological Engineering Center - Geospatial River Analysis System. Estados Unidos: s.n., November, 2016. Versión 5.0.3.
- HERNÁNDEZ, Roberto, COLLADO, Roberto y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. (4.a ed.) México D.F.: MC Graw Hill Education, 2014. ISBN:970-10-5753-8.
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL. 2015. Lima: s.n., 2015.
- BADILLO E. RICO, A. Mecánica de Suelos. Tomo III. Limusa. Grupo Noriega Editores, 1992, México.
- KOLHER, Linsley. Introduction to river hydraulics. (1ra. Ed.). Limusa. 1968 – USA.
- LLUÉN Chero, Willy Eduardo. Aplicación de la nueva herramienta Hec - Ras 5.0 para cálculos bidimensionales del flujo de agua en ríos. Barcelona: s.n., 2015.
- MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE. 2012. Provias. [En línea] 3 de Enero de 2012. [Revisado el: 15 de junio de 2019.] <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/octubre/10/RD-20-2011-MTC-14.pdf>.
- MAZA Alvarez, J. A. Diseño de Espigones. Revista de Recursos Hidráulicos Volumen 4. N° 2. 2001. México.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2016. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2016/05/Terceracomunicaci%C3%B3n>.
- MORALES, R. Diseño de Concreto Armado. (4ta. ed.). 2016. Lima: ICG.
- OMM/UNESCO. Glosario hidrológico internacional. WMO/OMM/BMO, No. 385, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial. 1974, Suiza.
- OSEDA, D. Técnicas de Confiabilidad y Validez de Instrumento de Investigación. 2011, Perú. Eximpress S.A.

- OGANDO, L. Propuesta para las envolventes de las Escuelas en República Dominicana. Tesis (Máster Universitario). Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/79581/LarissaOrgando_TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- PIÑAR, R. Proyecto de Construcción de un Muro de Gaviones de 960 m³. Tesis (Ingeniería Civil). Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6034>.
- PONCE V.M. Engineering Hydrology, Principles and Practices. Ed. Prentice Hall, 1989. USA.
- PRUSKA, J. Comparasion of Geotechnical Software – GEO-5, Plaxis, Z-Soil, Proceedings XIII ECSMGE. Prague, Vol. 2. 2014. 819-824 pp.
- REVISTA ARQHYS. (2012). Defensas ribereñas. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com
- RNE- E-050 SUELOS Y CIMENTACIONES. Reglamento Nacional De Edificaciones Norma E-050 Suelos y Cimentaciones. Perú, Lima: s.n., 2010.
- ROOT, A.W. Prevention of Landslides, In: Landslides and Engineering Practice. ed. By E.B. Eckel, Highway Research Board Special Report, 1958, 113-149 pp.
- SALAS, M. A. Obras de protección contra inundaciones, serie cuadernos de investigación, 2017. Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.
- TERÁN, Rubén. Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas. Lima. 1ra. Ed. 1998.
- TRENTER, N. Approaches to the design of cantilever retaining walls. Proceedings of the Institution of Civil Engineers Geotechnical Engineering 157 January, 2004.
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. España. Procedimientos constructivos Disponible en: <http://procedimientosconstruccion.blogs.upv.es/muros-de-gaviones/>.
- VALDERRAMA, S. Pasos para Elaborar Proyectos y Tesis de Investigación Científica. Lima: San Marcos. 1ra. ed. 2018.
- VEN TE CHOW, David R. Maidment, Larry W. Mays, McGraw Hill Interamericana S.A. Hidrología Aplicada. 1ra. Ed. 1994.
- VILLÓN, Máximo. Hec – Ras Ejemplos. (2da. Ed.). Cartago, Costa Rica: Centro de Desarrollo de Material Bibliográfico, 2011.
- ZUMARÁN, O. Metodología de la Investigación Científica. Dirección de investigación. Lima norte: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Anexo 1
Matrices

Título: Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña para el Control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019.

Línea de investigación: Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

Responsable: Morales Tito, Jorge Luis

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | METODOLOGÍA |
|--|--|---|---|---|---|--|
| <p>GENERAL:</p> <p>¿Cuál será la defensa ribereña apropiada para el control de inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019?</p> <p>Específicos:</p> <p>¿Cómo controlar las inundaciones mediante la incorporación de gaviones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019?</p> <p>¿Cómo evitar las inundaciones a partir del diseño adecuado de muros de contención de concreto armado aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019?</p> <p>¿Cómo impedir las inundaciones con el empleo de espigones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019?</p> | <p>GENERAL:</p> <p>Determinar la defensa ribereña apropiada para controlar las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019.</p> <p>Específicos:</p> <p>Analizar la incorporación de gaviones para controlar las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019.</p> <p>Evaluar el diseño adecuado de los muros de contención de concreto armado para evitar las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019.</p> <p>Estudiar el empleo de los espigones para impedir las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019.</p> | <p>GENERAL:</p> <p>La defensa ribereña apropiada determina el control de inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019.</p> <p>Específicos:</p> <p>La incorporación de gaviones permite controlar las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019.</p> <p>El diseño adecuado de los muros de contención de concreto armado evita las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019.</p> <p>El empleo de los espigones impide las inundaciones aplicando Geo 5 dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019.</p> | <p>V1: Inundaciones</p> <p>V2: Defensa Ribereña</p> | <p>D1: Parámetros Hidrológicos</p> <p>D2: Parámetros de la zona de estudio</p> <p>D3: Parámetros Hidráulicos</p> <p>D1: Gaviones</p> <p>D2: Muros de contención de concreto armado</p> <p>D3: Espigones</p> | <p>Precipitación</p> <p>Caudal</p> <p>Periodo de retorno</p> <p>Pendiente</p> <p>Tipo de suelo</p> <p>Cobertura vegetal</p> <p>Velocidad</p> <p>Caudal</p> <p>Tirante</p> <p>Tipo caja</p> <p>Tipo colchón</p> <p>Tipo saco</p> <p>Gravedad</p> <p>Voladizo</p> <p>Contrafuerte</p> <p>En T</p> <p>Tipo Hockey</p> <p>Mixto</p> | <p>MÉTODO</p> <p>Científico (experimental).</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Aplicada.</p> <p>NIVEL</p> <p>Cuantitativo – Correlacional.</p> <p>DISEÑO DE INVEST.</p> <p>No experimental – transversal.</p> <p>POBLACIÓN</p> <p>El río Sicra delimitado por el área urbana dentro del distrito de Lircay - Huancavelica.</p> <p>MUESTRA</p> <p>Zona crítica delimitada dentro del área urbana del distrito de Lircay por el software Geo 5.</p> <p>MUESTREO</p> <p>No probabilístico intencional.</p> <p>INSTRUMENTO</p> <p>Ficha de Recopilación de datos.</p> |

Título: Aplicación del Geo5 en Defensa Ribereña para el Control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019.

Línea de investigación: Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.

Responsable: Morales Tito, Jorge Luis

| VARIABLE | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN | INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN |
|------------------|--|---|----------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|
| INUNDACIONES | Para (CENEPRED, 2015, pág. 7), define a la inundación como un “evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay generando, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.”. | La variable inundación se analizará en función de sus dimensiones, parámetros hidrológicos, parámetros de la zona de estudio y parámetros hidráulicos, por lo tanto, las 3 dimensiones de esta variable serán evaluadas por 9 ítems los cuales fueron considerados 3 para cada uno. | PARÁMETROS HIDROLÓGICOS | INTENSIDAD | VALOR / RAZÓN | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | | CAUDAL | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | | PERIODO DE RETORNO | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | PARÁMETROS DE LA ZONA DE ESTUDIO | PENDIENTE | VALOR / RAZÓN | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS E |
| | | | | TIPO DE SUELO | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | | COBERTURA VEGETAL | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | PARÁMETROS HIDRÁULICOS | VELOCIDAD | VALOR / RAZÓN | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | | CAUDAL | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | | TIRANTE | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| DEFENSA RIBEREÑA | Según (MEF, 2015, pág. 3), define que “las defensas ribereñas son estructuras construidas en los márgenes de los ríos para evitar procesos de erosión y desbordamiento”. [...] Además, no solo para evitar la destrucción material causada por las inundaciones, sino como alternativa ante la pérdida de vidas humanas. | La variable defensa ribereña se analizará en función de sus dimensiones, gaviones, muros de contención de concreto armado y espigones, por lo tanto, las 3 dimensiones de esta variable serán evaluadas por 9 ítems los cuales fueron considerados 3 para cada uno. | GAVIONES | TIPO CAJA | VALOR / RAZÓN | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | | TIPO COLCHÓN | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | | TIPO SACO | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | MURO DE CONTENCIÓN | GRAVEDAD | VALOR / RAZÓN | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | | VOLADIZO | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | | CONTRAFUERTE | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | ESPIGONES | EN T | VALOR / RAZÓN | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | | TIPO HOCKEY | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |
| | | | | MIXTO | | FICHA DE RECOLECCION DE DATOS |

Anexo 2
Instrumentos Validados

| FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS | | | | | | | De acuerdo a (Osedaj, 2011) | |
|-------------------------------|---|--------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------|
| PROYECTO: | Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña para el Control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019. | | | | | | 0.55 a menos | Validez nula |
| AUTOR: | MORALES TITO, JORGE LUIS | | | | | | 0.54 a 0.59 | Validez baja |
| | | | | | | | 0.60 a 0.65 | Validez |
| | | | | | | | 0.66 a 0.71 | Muy valida |
| | | | | | | | 0.72 a 0.99 | Excelente validez |
| | | | | | | | 1.00 | Validez perfecta |
| | INFORMACION GENERAL | | | | | | EXPERTO | |
| | UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO | | | | | | A | |
| I. | DISTRITO | LIRCAY | | ALTITUD | 3278 m.s.n.m | | 1 | |
| | PROVINCIA | ANGARAE | | LATITUD | 12' 59" 15" | | | |
| | DEPARTAMENTO | HUANCAVELICA | | LONGITUD OESTE | 74' 43" 08" | | | |
| | ACTIVIDADES PRELIMINARES | | | | | | | |
| II. | UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ESTACION | | | INFORMACION CARTOGRAFICA GENERAL | | | 1 | |
| | MESES DE MAYOR CONCENTRACIÓN PLUVIAL | | | | | | | |
| III. | PRECIPITACION (mm) | | | | Características climaticas: | | 0 | |
| | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | | | | |
| | | | | | | | | |
| | PRECIPITACIÓN | | | | | | | |
| IV. | INTENSIDAD | | DURACIÓN | | FRECUENCIA | | 1 | |
| | TRABAJOS DE CAMPO | | | | | | | |
| V. | ¿Cuáles son las características geomorfológicas de zona de estudio? | | | | | | 1 | |
| | ESCORRENTIA SUPERFICIAL | | | | | | | |
| VI. | DATOS DEL RIO | AREA DE INFLUENCIA | TEMPERATURA | PELIGRO DE INUNDACIÓN | PENDIENTE DEL SUELO | PERMEABILIDAD DEL SUELO | CONDICIONES DE DRENAJE | 1 |
| | Ubicación | Urbana | Cálido- Seco | Inminente | Llano | Alta | Muy Buenas | |
| | Tipo | Rural | Cálido-Humedo | Latente | Ondulado | Media | Buenas | |
| | Cuenca | Agrícola | Subtropical | Nulo | Montañoso | Baja | Malas | |
| | OBRAS DE DEFENSA RIBEREÑA | | | | | | | |
| VII. | ¿Existe obras de defensa ribereña en la zona de estudio? (Gaviones, Muros de contención) Defina en que estado se encuentra. | | | | | | 1 | |
| EXPERTO | A | | | | | | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | MINAYA ROSARIO, CARLOS DANILO | | | | | | 6 | |
| PROFESIÓN: | INGENIERO CIVIL | | | | | | 7 | |
| REGISTRO CIP N°: | 50187 | | | | | | | |
| E-MAIL: | cminayav13@hotmail.com | | | | | | 0.86 | |
| TELEFONO: | 987 927 688 | | | | | | | |


CARLOS DANILO MINAYA ROSARIO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

| FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS | | | | | | | De acuerdo a (Oseceq 2011) | |
|-------------------------------|---|--------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|
| PROYECTO: | Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña para el Control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019. | | | | | | 0.53 a menos | Validez nula |
| AUTOR: | MORALES TITO, JORGE LUIS | | | | | | 0.54 a 0.59 | Validez baja |
| | | | | | | | 0.60 a 0.65 | Validez |
| | | | | | | | 0.66 a 0.71 | Muy valida |
| | | | | | | | 0.72 a 0.99 | Excelente validez |
| | | | | | | | 1.00 | Validez perfecta |
| | INFORMACION GENERAL | | | | | | EXPERTO | |
| | UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO | | | | | | B | |
| I. | DISTRITO | LIRCAY | | ALTITUD | 3278 m.s.n.m | | 1 | |
| | PROVINCIA | ANGARAES | | LATITUD | 12° 59' 15" | | | |
| | DEPARTAMENTO | HUANCAVELICA | | LONGITUD OESTE | 74° 43' 08" | | | |
| | ACTIVIDADES PRELIMINARES | | | | | | | |
| II. | UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ESTACION | | | INFORMACION CARTOGRAFICA GENERAL | | | 1 | |
| | MESES DE MAYOR CONCENTRACIÓN PLUVIAL | | | | | | | |
| III. | PRECIPITACION (mm) | | | | Características climaticas: | | 0 | |
| | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | | | | |
| | | | | | | | | |
| | PRECIPITACIÓN | | | | | | | |
| IV. | INTENSIDAD | | DURACIÓN | | FRECUENCIA | | 1 | |
| | TRABAJOS DE CAMPO | | | | | | | |
| V. | ¿Cuáles son las características geomorfológicas de zona de estudio? | | | | | | 1 | |
| | ESCORRENTIA SUPERFICIAL | | | | | | | |
| VI. | DATOS DEL RIO | AREA DE INFLUENCIA | TEMPERATURA | PELIGRO DE INUNDACIÓN | PENDIENTE DEL SUELO | PERMEABILIDAD DEL SUELO | CONDICIONES DE DRENAJE | 1 |
| | Ubicación | Urbana | Cálido- Seco | Inminente | Llano | Alta | Muy Buenas | |
| | Tipo | Rural | Cálido-Humedo | Latente | Ondulado | Media | Buenas | |
| | Cuenca | Agrícola | Subtropical | Nulo | Montañoso | Baja | Malas | |
| | OBRAS DE DEFENSA RIBEREÑA | | | | | | | |
| VII. | ¿Existe obras de defensa ribereña en la zona de estudio? (Gaviones, Muros de contención) Defina en que estado se encuentra. | | | | | | 1 | |
| EXPERTO | B | | | | | | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | VALVERDE SILVA, JOSÉ VALREI | | | | | | 6 | |
| PROFESIÓN: | INGENIERO CIVIL | | | | | | 7 | |
| REGISTRO CIP N°: | 193777 | | | | | | | |
| E-MAIL: | ing.civiljosevalverde@gmail.com | | | | | | 0.86 | |
| TELEFONO: | 937 023 065 | | | | | | | |



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL ALCASA HUARAN
JOSÉ VALERÍ VALVERDE SILVA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 193777

| FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS | | | | | | | De acuerdo a (Oseoja 2011) | |
|-------------------------------|---|--------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|
| PROYECTO: | Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña para el Control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019. | | | | | | 0.53 a menos | Validez mala |
| AUTOR: | MORALES TITO, JORGE LUIS | | | | | | 0.54 a 0.59 | Validez baja |
| | | | | | | | 0.60 a 0.65 | Validez |
| | | | | | | | 0.66 a 0.71 | Muy valida |
| | | | | | | | 0.72 a 0.99 | Escorriente validada |
| | | | | | | | 1.00 | Valida perfecta |
| | INFORMACION GENERAL | | | | | | EXPERTO | |
| | UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO | | | | | | C | |
| I. | DISTRITO | LIRCAY | | ALTITUD | 3278 m.s.n.m | | 1 | |
| | PROVINCIA | ANGARAES | | LATITUD | 12° 59' 15" | | | |
| | DEPARTAMENTO | HUANCAVELICA | | LONGITUD OESTE | 74° 43' 08" | | | |
| | ACTIVIDADES PRELIMINARES | | | | | | | |
| II. | UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ESTACION | | | INFORMACION CARTOGRAFICA GENERAL | | | 1 | |
| | MESES DE MAYOR CONCENTRACIÓN PLUVIAL | | | | | | | |
| III. | PRECIPITACION (mm) | | | | Características climaticas: | | 0 | |
| | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | | | | |
| | | | | | | | | |
| | PRECIPITACIÓN | | | | | | | |
| IV. | INTENSIDAD | | DURACIÓN | | FRECUENCIA | | 1 | |
| | | | | | | | | |
| | TRABAJOS DE CAMPO | | | | | | | |
| V. | ¿Cuáles son las características geomorfológicas de zona de estudio? | | | | | | 1 | |
| | | | | | | | | |
| | ESCORRENTIA SUPERFICIAL | | | | | | | |
| VI. | DATOS DEL RIO | AREA DE INFLUENCIA | TEMPERATURA | PELIGRO DE INUNDACIÓN | PENDIENTE DEL SUELO | PERMEABILIDAD DEL SUELO | CONDICIONES DE DRENAJE | 1 |
| | Ubicación | Urbana | Cálido- Seco | Inminente | Llano | Alta | Muy Buenas | |
| | Tipo | Rural | Cálido-Humedo | Latente | Ondulado | Media | Buenas | |
| | Cuenca | Agrícola | Subtropical | Nulo | Montañoso | Baja | Malas | |
| | OBRAS DE DEFENSA RIBEREÑA | | | | | | | |
| VII. | ¿Existe obras de defensa ribereña en la zona de estudio? (Gaviones, Muros de contención) Defina en que estado se encuentra. | | | | | | 1 | |
| | | | | | | | | |
| EXPERTO | C | | | | | | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | TITO ESPINOZA, CESAR | | | | | | 6 | |
| PROFESIÓN: | INGENIERO CIVIL | | | | | | 7 | |
| REGISTRO CIP N°: | 88271 | | | | | | | |
| E-MAIL: | cesstito@hotmail.com | | | | | | 0.86 | |
| TELEFONO: | 955 885 094 | | | | | | | |

TITO ESPINOZA, César
ING. CIVIL
Reg. CIP. N° 88271

| FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS | | | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| PROYECTO: | "Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña, para el Control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019" | | | | | | |
| AUTOR: | MORALES TITO, JORGE LUIS | | | | | | |
| I. | INFORMACION GENERAL | | | | | | |
| | UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO | | | | | | |
| | DISTRITO | LIRCAY | | | ALTITUD | 3278 m.s.n.m | |
| | PROVINCIA | ANGARAES | | | LATITUD | 12' 59" 15" | |
| | DEPARTAMENTO | HUANCAVELICA | | | LONGITUD OESTE | 74' 43" 08" | |
| II. | ACTIVIDADES PRELIMINARES | | | | | | |
| | UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESTACION | | | | INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA GENERAL | | |
| III. | MESES DE MAYOR CONCENTRACIÓN PLUVIAL | | | | | | |
| | PRECIPITACIÓN (mm) | | | | Características climáticas: | | |
| | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | | | |
| | | | | | | | |
| IV. | PRECIPITACIÓN | | | | | | |
| | INTENSIDAD | | DURACIÓN | | | FRECUENCIA | |
| | | | | | | | |
| V. | TRABAJOS DE CAMPO | | | | | | |
| | ¿Cuáles son las características geomorfológicas de zona de estudio? | | | | | | |
| VI. | ESCORRENTÍA SUPERFICIAL | | | | | | |
| | DATOS DEL RÍO | ÁREA DE INFLUENCIA | TEMPERATURA | PELIGRO DE INUNDACIÓN | PENDIENTE DEL SUELO | PERMEABILIDAD DEL SUELO | CONDICIONES DE DRENAJE |
| | Ubicación | Urbana | Cálido- Seco | Inminente | Llano | Alta | Muy Buenas |
| | Tipo | Rural | Cálido-Humedo | Latente | Ondulado | Media | Buenas |
| | Cuenca | Agrícola | Subtropical | Nulo | Montañoso | Baja | Malas |
| VII. | OBRAS DE DEFENSA RIBEREÑA | | | | | | |
| | ¿Existe obras de defensa ribereña en la zona de estudio? (Gaviones, Muros de contención) Defina en que estado se encuentra. | | | | | | |
| EXPERTOS | A | | B | | C | | De acuerdo a (Cobedq 2011) |
| APellido Y NOMBRE: | MINAYA ROSARIO, CARLOS DANILO | | TITO ESPINOZA, CESAR | | VALVERDE SILVA, JOSÉ VALERÍ | | 0.55 a menos Validez nula |
| PROFESIÓN: | INGENIERO CIVIL | | INGENIERO CIVIL | | INGENIERO CIVIL | | 0.54 a 0.59 Validez baja |
| REGISTRO CIP N°: | 50187 | | 88271 | | 19377 | | 0.60 a 0.69 Validez |
| PUNTAJE INDIVIDUAL | 0.86 | | 0.86 | | 0.86 | | 0.86 a 0.91 Muy valida |
| PUNTUACIÓN GENERAL | | | 0.86 | | | | 0.92 a 0.99 Excelente validez |
| | | | | | | | 1.00 Validez perfecta |

Anexo 3
Certificados de laboratorio

| | | | |
|-------------|---|---------|--------------|
| Solicitante | MORALES TITO, JORGE LUIS | Elaboró | J.L.M.T |
| Proyecto | Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña, para el control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019 | Revisó | J.E.D.G |
| | | Técnico | J.E.D.G |
| Ubicación | DISTRITO DE LIRCAY - REGION DE HUNCAVELICA | Fecha | mi. 26-06-19 |

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO | | | | | | | | | | | |
|---|--------|---------------|--------------------|-------------------------|------------------------------------|---|--------|---------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| C-1 | | | | | C-2 | | | | | | |
| 3.00 m | | | | | 3.00 m | | | | | | |
| 1F | | | | | 11F | | | | | | |
| Ubicación | Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Que Pasa (%) | Ubicación | Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Que Pasa (%) |
| Profundidad | | | | | | Profundidad | | | | | |
| Recipiente N° | | | | | | Recipiente N° | | | | | |
| | 3" | 75.000 | | | | | 3" | 75.000 | | | |
| | 2" | 50.000 | | | | | 2" | 50.000 | | | |
| | 1-1/2" | 37.500 | | | | | 1-1/2" | 37.500 | | | |
| | 1" | 25.000 | | | | | 1" | 25.000 | | | |
| | 3/4" | 19.000 | | | | | 3/4" | 19.000 | | | |
| | 1/2" | 12.500 | | | | | 1/2" | 12.500 | | | |
| | 3/8" | 9.500 | | | | | 3/8" | 9.500 | | | |
| | 1/4" | 6.300 | | | | | 1/4" | 6.300 | | | |
| | N° 4 | 4.750 | | | 100.00 | | N° 4 | 4.750 | | | 100.00 |
| | N° 10 | 2.000 | 0.54 | 4.63 | 95.37 | | N° 10 | 2.000 | 0.17 | 0.40 | 99.60 |
| | N° 20 | 0.840 | 1.11 | 9.52 | 85.85 | | N° 20 | 0.840 | 0.49 | 1.15 | 98.45 |
| | N° 40 | 0.425 | 0.73 | 6.26 | 79.59 | | N° 40 | 0.425 | 0.30 | 0.70 | 97.75 |
| | N° 60 | 0.250 | 0.44 | 3.77 | 75.81 | | N° 60 | 0.250 | 0.38 | 0.89 | 96.86 |
| | N° 140 | 0.106 | 3.87 | 33.19 | 42.62 | | N° 140 | 0.106 | 26.59 | 62.31 | 34.55 |
| | N° 200 | 0.075 | 4.33 | 37.14 | 5.49 | | N° 200 | 0.075 | 13.50 | 31.63 | 2.92 |
| | Fondo | - | 0.75 | | | | Fondo | - | 1.38 | | |
| Peso suelo Seco (gr) | | | | | 11.66 | Peso suelo Seco Total (gr) | | | | | 42.68 |
| Peso de suelo seco lavado al horno (gr) | | | | | 11.872 | Peso de suelo seco lavado al horno (gr) | | | | | 42.79 |
| Suelo: | | | | | Suelo Grueso, ligeramente plástica | Suelo: | | | | | Suelo Grueso, no plástica |

| C-3 | | | | | |
|---|--------|---------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| 3.00 m | | | | | |
| 18F | | | | | |
| Ubicación | Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Que Pasa (%) |
| Profundidad | | | | | |
| Recipiente N° | | | | | |
| | 3" | 75.000 | | | |
| | 2" | 50.000 | | | |
| | 1-1/2" | 37.500 | | | |
| | 1" | 25.000 | | | |
| | 3/4" | 19.000 | | | |
| | 1/2" | 12.500 | | | |
| | 3/8" | 9.500 | | | |
| | 1/4" | 6.300 | | | 100.00 |
| | N° 4 | 4.750 | 0.97 | 4.14 | 95.86 |
| | N° 10 | 2.000 | 0.45 | 1.92 | 93.94 |
| | N° 20 | 0.840 | 0.65 | 2.78 | 91.16 |
| | N° 40 | 0.425 | 0.44 | 1.88 | 89.28 |
| | N° 60 | 0.250 | 0.51 | 2.18 | 87.10 |
| | N° 140 | 0.106 | 13.63 | 58.21 | 28.89 |
| | N° 200 | 0.075 | 5.60 | 23.92 | 4.97 |
| | Fondo | - | 0.20 | | |
| Peso suelo Seco (gr) | | | | | 23.41 |
| Peso de suelo seco lavado al horno (gr) | | | | | 22.35 |
| Suelo: | | | | | Suelo Grueso, no plástica |

| C-4 | | | | | |
|---|--------|---------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| 3.00 m | | | | | |
| 19F | | | | | |
| Ubicación | Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Que Pasa (%) |
| Profundidad | | | | | |
| Recipiente N° | | | | | |
| | 3" | 75.000 | | | |
| | 2" | 50.000 | | | |
| | 1-1/2" | 37.500 | | | |
| | 1" | 25.000 | | | |
| | 3/4" | 19.000 | | | |
| | 1/2" | 12.500 | | | |
| | 3/8" | 9.500 | | | |
| | 1/4" | 6.300 | | | |
| | N° 4 | 4.750 | | | 100.00 |
| | N° 10 | 2.000 | 1.70 | 1.61 | 98.39 |
| | N° 20 | 0.840 | 0.75 | 0.71 | 97.68 |
| | N° 40 | 0.425 | 1.64 | 1.55 | 96.13 |
| | N° 60 | 0.250 | 1.55 | 1.47 | 94.66 |
| | N° 140 | 0.106 | 76.15 | 72.11 | 22.55 |
| | N° 200 | 0.075 | 18.56 | 17.58 | 4.97 |
| | Fondo | - | 8.67 | | |
| Peso suelo Seco (gr) | | | | | 105.60 |
| Peso de suelo seco lavado al horno (gr) | | | | | 109.27 |
| Suelo: | | | | | Suelo Grueso, no plástica |

Fuente: elaboración propia.



| Ubicación | | C-5 | | |
|---|---------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Profundidad | | 3.00 m | | |
| Recipiente N° | | 20F | | |
| Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Que Pasa (%) |
| 3" | 75.000 | | | |
| 2" | 50.000 | | | |
| 1-1/2" | 37.500 | | | |
| 1" | 25.000 | | | |
| 3/4" | 19.000 | | | |
| 1/2" | 12.500 | | | |
| 3/8" | 9.500 | | | |
| 1/4" | 6.300 | | | 100.00 |
| N° 4 | 4.750 | 0.97 | 4.24 | 95.76 |
| N° 10 | 2.000 | 0.45 | 1.97 | 93.79 |
| N° 20 | 0.840 | 0.65 | 2.84 | 90.95 |
| N° 40 | 0.425 | 0.44 | 1.92 | 89.03 |
| N° 60 | 0.250 | 0.51 | 2.23 | 86.80 |
| N° 140 | 0.106 | 13.63 | 59.58 | 27.21 |
| N° 200 | 0.075 | 5.60 | 24.48 | 2.73 |
| Fondo | - | 0.20 | | |
| Peso suelo Seco (gr) | | 22.88 | | |
| Peso de suelo seco lavado al horno (gr) | | 22.39 | | |
| Suelo: Suelo Grueso, ligeramente plástica | | | | |

| Ubicación | | C-7 | | |
|---|---------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Profundidad | | 3.00 m | | |
| Recipiente N° | | 22F | | |
| Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Que Pasa (%) |
| 3" | 75.000 | | | |
| 2" | 50.000 | | | |
| 1-1/2" | 37.500 | | | |
| 1" | 25.000 | | | |
| 3/4" | 19.000 | | | |
| 1/2" | 12.500 | | | |
| 3/8" | 9.500 | | | |
| 1/4" | 6.300 | | | 100.00 |
| N° 4 | 4.750 | 0.97 | 3.95 | 96.05 |
| N° 10 | 2.000 | 0.45 | 1.83 | 94.22 |
| N° 20 | 0.840 | 0.65 | 2.64 | 91.58 |
| N° 40 | 0.425 | 0.44 | 1.79 | 89.79 |
| N° 60 | 0.250 | 0.51 | 2.07 | 87.71 |
| N° 140 | 0.106 | 13.63 | 55.45 | 32.26 |
| N° 200 | 0.075 | 5.60 | 22.78 | 9.48 |
| Fondo | - | 0.20 | | |
| Peso suelo Seco (gr) | | 24.58 | | |
| Peso de suelo seco lavado al horno (gr) | | 22.39 | | |
| Suelo: Fino no plastico con arena fina | | | | |

Fuente: elaboración propia.

CS

| Ubicación | | C-6 | | |
|---|---------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Profundidad | | 3.00 m | | |
| Recipiente N° | | 21F | | |
| Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Que Pasa (%) |
| 3" | 75.000 | | | |
| 2" | 50.000 | | | |
| 1-1/2" | 37.500 | | | |
| 1" | 25.000 | | | |
| 3/4" | 19.000 | | | |
| 1/2" | 12.500 | | | |
| 3/8" | 9.500 | | | |
| 1/4" | 6.300 | | | |
| N° 4 | 4.750 | | | 100.00 |
| N° 10 | 2.000 | 1.70 | 1.60 | 98.40 |
| N° 20 | 0.840 | 0.75 | 0.71 | 97.70 |
| N° 40 | 0.425 | 1.64 | 1.54 | 96.15 |
| N° 60 | 0.250 | 1.55 | 1.46 | 94.69 |
| N° 140 | 0.106 | 76.15 | 71.64 | 23.06 |
| N° 200 | 0.075 | 18.56 | 17.46 | 5.60 |
| Fondo | - | 8.67 | | |
| Peso suelo Seco (gr) | | 106.30 | | |
| Peso de suelo seco lavado al horno (gr) | | 109.27 | | |
| Suelo: Suelo Grueso, ligeramente plástica | | | | |



| | | | |
|--------------------|---|----------------|--------------|
| Solicitante | MORALES TITO, JORGE LUIS | Elaboró | J.L.M.T |
| Proyecto | Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña, para el control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019 | Revisó | J.E.D.G |
| Ubicación | DISTRITO DE LIRCAY - REGION DE HUNCAVELICA | Técnico | J.E.D.G |
| | | Fecha | mi. 26-06-19 |

CURVA GRANULOMETRICA

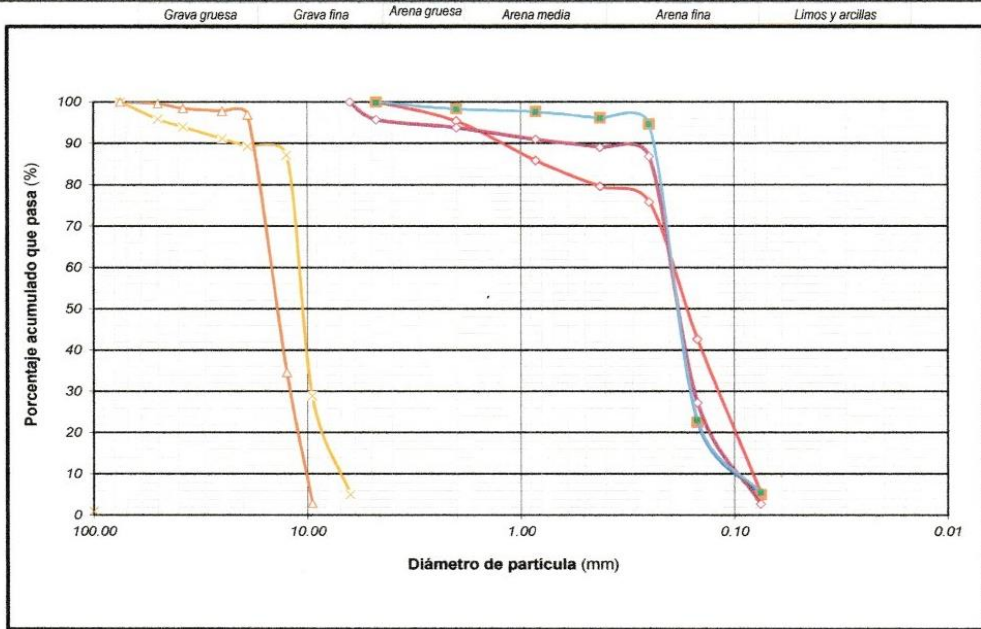
| | | | | | | | |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Calicata | C - 1 | C - 2 | C - 3 | C - 4 | C - 5 | C - 6 | C - 7 |
| Muestra | 1F | 11F | 18F | 19F | 20F | 21F | 22F |
| Profundidad (m) | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |

Análisis Granulométrico por Tamizado - ASTM D 422

| Tamiz (mm) | % Acumulado que pasa | | | | | | | |
|------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 3" | 75.00 | | | | | | | |
| 2" | 50.00 | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.10 | | | | | | | |
| 1" | 25.00 | | | | | | | |
| 3/4" | 19.00 | | | | | | | |
| 1/2" | 12.50 | | | | | | | |
| 3/8" | 9.50 | | | | | | | |
| 1/4" | 6.30 | | | 100.00 | | 100.00 | | 100.00 |
| N° 4 | 4.75 | 100.00 | 100.00 | 95.86 | 100.00 | 95.76 | 100.00 | 96.05 |
| N° 10 | 2.00 | 95.37 | 99.60 | 93.94 | 98.39 | 93.79 | 98.40 | 94.22 |
| N° 20 | 0.85 | 85.85 | 98.45 | 91.16 | 97.68 | 90.95 | 97.70 | 91.58 |
| N° 40 | 0.425 | 79.59 | 97.75 | 89.28 | 96.13 | 89.03 | 96.15 | 89.79 |
| N° 60 | 0.25 | 75.81 | 96.86 | 87.10 | 94.66 | 86.80 | 94.69 | 87.71 |
| N° 100 | 0.15 | 42.62 | 34.55 | 28.89 | 22.55 | 27.21 | 23.06 | 32.26 |
| N° 200 | 0.075 | 5.49 | 2.92 | 4.97 | 4.97 | 2.73 | 5.60 | 9.48 |

Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad - ASTM D 4318

| | | | | | | | |
|------------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| Límite Líquido | NP | NP | NP | NP | NP | NP | NP |
| Límite Plástico | NP | NP | N.P | N.P | N.P | N.P | NP |
| Índice de Plasticidad | NP | NP | NP | NP | NP | NP | NP |



Fuente: elaboración propia.

Ces



| | | | |
|-----------------------------------|---|--|--------------------------------------|
| Solicitante | MORALES TITO, JORGE LUIS | Elaboró | J.L.M.T |
| Proyecto | Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña, para el control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019 | Revisó | J.E.D.G |
| Ubicación | DISTRITO DE LIRCAY- REGION HUANCAMELICA | Técnico | J.E.D.G |
| Ensayo : | Clasificación de Suelos SUCS - ASTM D 2487 | | |
| Ubicación | C-1 | | |
| Profundidad | 3.00 m | | |
| % Que Pasa la Malla N° 200 | 5.49 | Tipo de Suelo Según su Granulometría : | Suelo Grueso Ligeramente plástica |
| Limite Líquido: | LL = NP | Tipo de Simbología : | Simbología Normal |
| Limite Plástico: | LP = NP | Tipo de Suelo : | GC, GM, GP, GW |
| Indice de Plasticidad : | IP = NP | Suelo : | GP - GM |
| Caractrísticas del Suelo : | Presenta una cobertura vegetal y presencia de suelo orgánico de color negro en una altura de: h=-0.40m, inmediatamente se presenta estrato de grava mal graduada con limo y arena. Suelo Granular: Piedras, gravas y arenas (SUCS). Tierra de fundación excelente a bueno. Así mismo, se evidencia que el suelo tiene una consistencia blanda, estructura estratificada, tenacidad media, dilatancia nula, ligeramente plástica y forma plana | | |
| Ubicación | C-2 | | |
| Profundidad | 3.00 m | | |
| % Que Pasa la Malla N° 200 | 2.92 | Tipo de Suelo Según su Granulometría : | Suelo Grueso No plástica |
| Limite Líquido: | LL = NP | Tipo de Simbología : | Simbología Normal |
| Limite Plástico: | LP = NP | Tipo de Suelo : | GC, GM, GP, GW |
| Indice de Plasticidad : | IP = NP | Suelo : | GP |
| Caractrísticas del Suelo : | Grava mal graduada con arena. Suelo Granular: Piedras, gravas y arenas (SUCS). Tierra de fundación excelente a bueno. Presenta una coloración negro, consistencia blanda, estructura estratificada, tenacidad media, dilatancia nula, no plástica y forma plana alargada. Presencia de raíces en una profundidad: h=-0.60m. | | |
| Ubicación | C-3 | | |
| Profundidad | 3.00 m | | |
| % Que Pasa la Malla N° 200 | 4.97 | Tipo de Suelo Según su Granulometría : | Suelo Grueso No plástica |
| Limite Líquido: | LL = NP | Tipo de Simbología : | Simbología Normal |
| Limite Plástico: | LP = NP | Tipo de Suelo : | GC, GM, GP, GW |
| Indice de Plasticidad : | IP = NP | Suelo : | GP |
| Caractrísticas del Suelo : | Grava mal graduada con arena. Suelo Granular: Piedras, gravas y arenas (SUCS). Tierra de fundación excelente a bueno. Presenta una coloración gris oscuro, consistencia blanda, estructura homogénea, tenacidad baja, dilatancia nula, no plástica y forma plana alargada. | | |
| Ubicación | C-4 | | |
| Profundidad | 3.00 m | | |
| % Que Pasa la Malla N° 200 | 4.97 | Tipo de Suelo Según su Granulometría : | Suelo Grueso No plástica |
| Limite Líquido: | LL = NP | Tipo de Simbología : | Simbología Normal |
| Limite Plástico: | LP = NP | Tipo de Suelo : | GC, GM, GP, GW |
| Indice de Plasticidad : | IP = NP | Suelo : | GP - GM |
| Caractrísticas del Suelo : | Presenta una cobertura vegetal y presencia de suelo orgánico de color negro en una altura de: h=-1.00m, inmediatamente se presenta estrato de grava bien graduada con limo y arena. Suelo Granular: Piedras, gravas y arenas (SUCS). Tierra de fundación excelente a bueno. Presenta una coloración gris oscuro, consistencia blanda, estructura estratificada, tenacidad media, dilatancia lenta, no plástica y forma plana alargada. | | |

Fuente: elaboración propia.




| | | | | | | | | | |
|--|---|----|---------|---------|---------|----------|---------|----------------|--------------|
| Solicitante | MORALES TITO, JORGE LUIS | | | | | | | Elaboró | J.L.M.T |
| Proyecto | Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña, para el control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019 | | | | | | | Revisó | J.E.D.G |
| | | | | | | | | Técnico | J.E.D.G |
| Ubicación | DISTRITO DE LIRCAY - REGION DE HUANCEVELICA | | | | | | | Fecha | mi. 26-06-19 |
| Ensayo: | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | |
| NORMA : ASTM D 2216 | | | | | | | | | |
| Descripción | Ubicación | | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | C-5 | C-6 | C-7 |
| | Profundidad | | 3.00 m | 3.00 m | 3.00 m | 3.00 m | 3.00 m | 3.00 m | 3.00 m |
| | Recipiente N° | | J-1 | J-3 | J-4 | J-5 | J-6 | J-7 | J-8 |
| | Unidad | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. Peso Muestra Húmeda + Peso Recipiente | $W_h + R$ | gr | 153.05 | 163.95 | 169.40 | 173.13 | 178.16 | 181.91 | 185.75 |
| 2. Peso Muestra Seca + Peso Recipiente | $W_s + R$ | gr | 143.00 | 149.60 | 158.44 | 160.85 | 164.99 | 168.13 | 169.15 |
| 3. Peso Recipiente | R | gr | 43.4 | 11.30 | 11.84 | 28.33 | 28.33 | 28.33 | 28.33 |
| 4. Peso del agua existente en la muestra | $W_w = (1 - 2)$ | gr | 10.05 | 14.35 | 10.96 | 12.28 | 13.17 | 13.78 | 16.6 |
| 5. Peso de la Muestra Seca | $W_s = (2 - 3)$ | gr | 99.60 | 138.30 | 146.60 | 132.52 | 136.66 | 139.80 | 140.82 |
| 6. Contenido de Humedad | $W = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$ | % | 10.09 | 10.38 | 7.48 | 9.27 | 9.64 | 9.86 | 11.79 |
| Peso Suelo Seco | | | | | | | | | |
| Descripción | Ubicación | | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | C-5 | C-6 | C-7 |
| | Profundidad | | 3.00 m | 3.00 m | 3.00 m | 3.00 m | 3.00 m | 3.00 m | 3.00 m |
| | Recipiente N° | | 1 F | 11 F | 18 F | 19 F | 20 F | 21 F | 22 F |
| | Unidad | | | | | | | | |
| Peso Muestra Húmeda | W_h | gr | 12.84 | 47.11 | 25.17 | 115.39 | 25.09 | 116.78 | 27.48 |
| Contenido de Humedad | W | | 0.1009 | 0.1038 | 0.0748 | 0.0927 | 0.0964 | 0.0986 | 0.1179 |
| Peso Suelo Seco | $W_s = \frac{W_h}{1 + W}$ | gr | 11.6631 | 42.6814 | 23.4192 | 105.6042 | 22.8846 | 106.3019 | 24.5822 |

Fuente: elaboración propia.



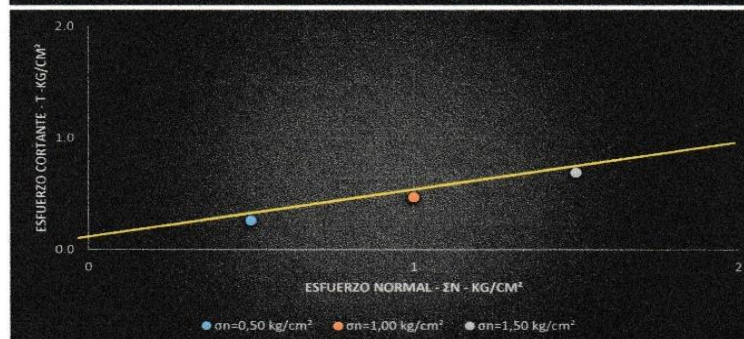
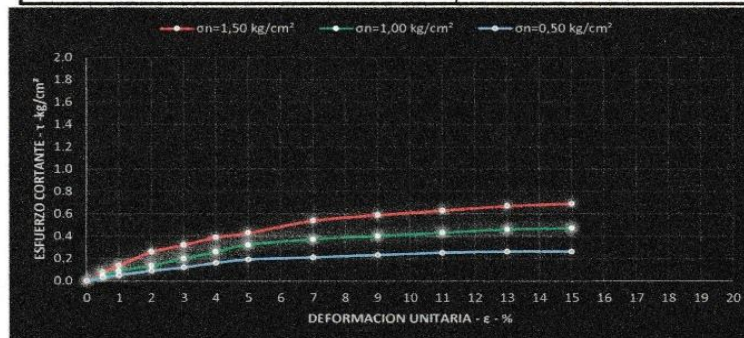
| | | | |
|-----------------|---|---------|--------------|
| Solicitante | JORGE LUIS MORALES TITO | Elaboró | J.L.M.T |
| Proyecto | APLICACIÓN DEL GEO 5 EN DEFENSAS RIBERENAS, PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES DENTRO DEL AREA URBANA DEL DISTRITO DE LIRCAY - PROVINCIA DE ANGARAES - HVCA 2019 | Revisó | J.E.D.G. |
| Ubicación | DISTRITO DE LIRCAY - ANGARAES - HUANCAMELICA | Técnico | J.E.D.G. |
| Calicata | | Fecha | mi. 26-06-19 |
| Muestra | C-6 | | |
| Profundidad (m) | M-1 | | |
| | 3,00 | | |

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080 | | | |
|---|-------|-------|-------|
| Especimen : | A | B | C |
| Lado : (cm) | 6,30 | 6,30 | 6,30 |
| Altura : (cm) | 2,20 | 2,20 | 2,20 |
| Densidad Seca : (g/cm ³) | 1,57 | 1,57 | 1,57 |
| Humedad Inicial : (%) | 9,86 | 9,86 | 9,86 |
| Humedad Saturado : (%) | 11,39 | 11,28 | 11,45 |
| Esfuerzo Normal : (kg/cm ²) | 0,50 | 1,00 | 1,50 |

| Deformación Unitaria (ε-%) | Esfuerzo Cortante (kg/cm ²) | | |
|----------------------------|---|------|------|
| 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,5 | 0,03 | 0,05 | 0,08 |
| 1,0 | 0,05 | 0,09 | 0,14 |
| 2,0 | 0,09 | 0,14 | 0,26 |
| 3,0 | 0,12 | 0,20 | 0,32 |
| 4,0 | 0,16 | 0,26 | 0,39 |
| 5,0 | 0,19 | 0,32 | 0,43 |
| 7,0 | 0,21 | 0,37 | 0,54 |
| 9,0 | 0,23 | 0,40 | 0,59 |
| 11,0 | 0,25 | 0,43 | 0,63 |
| 13,0 | 0,26 | 0,46 | 0,67 |
| 15,0 | 0,26 | 0,47 | 0,69 |

Angulo de Friccion Interna del Suelo 22,56 (°)
Cohesion Aparente del Suelo 0,050 (kg/cm²)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080 | | |
|---------------------------------------|-------|-----------------------|
| Angulo de Friccion Interna del Suelo | 22,56 | (°) |
| Cohesion Aparente del Suelo | 0,050 | (kg/cm ²) |
| Densidad Seca | 1,57 | (g/cm ³) |
| Humedad Natural | 9,86 | (%) |



Fuente: elaboración propia.

Cey



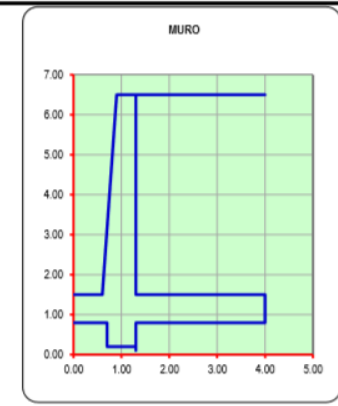
Anexo 4
Memoria de cálculo

DISEÑO OPTIMO DE MURO DE CONTENCIÓN CONCRETO ARMADO H=5.00 M

PROYECTO:

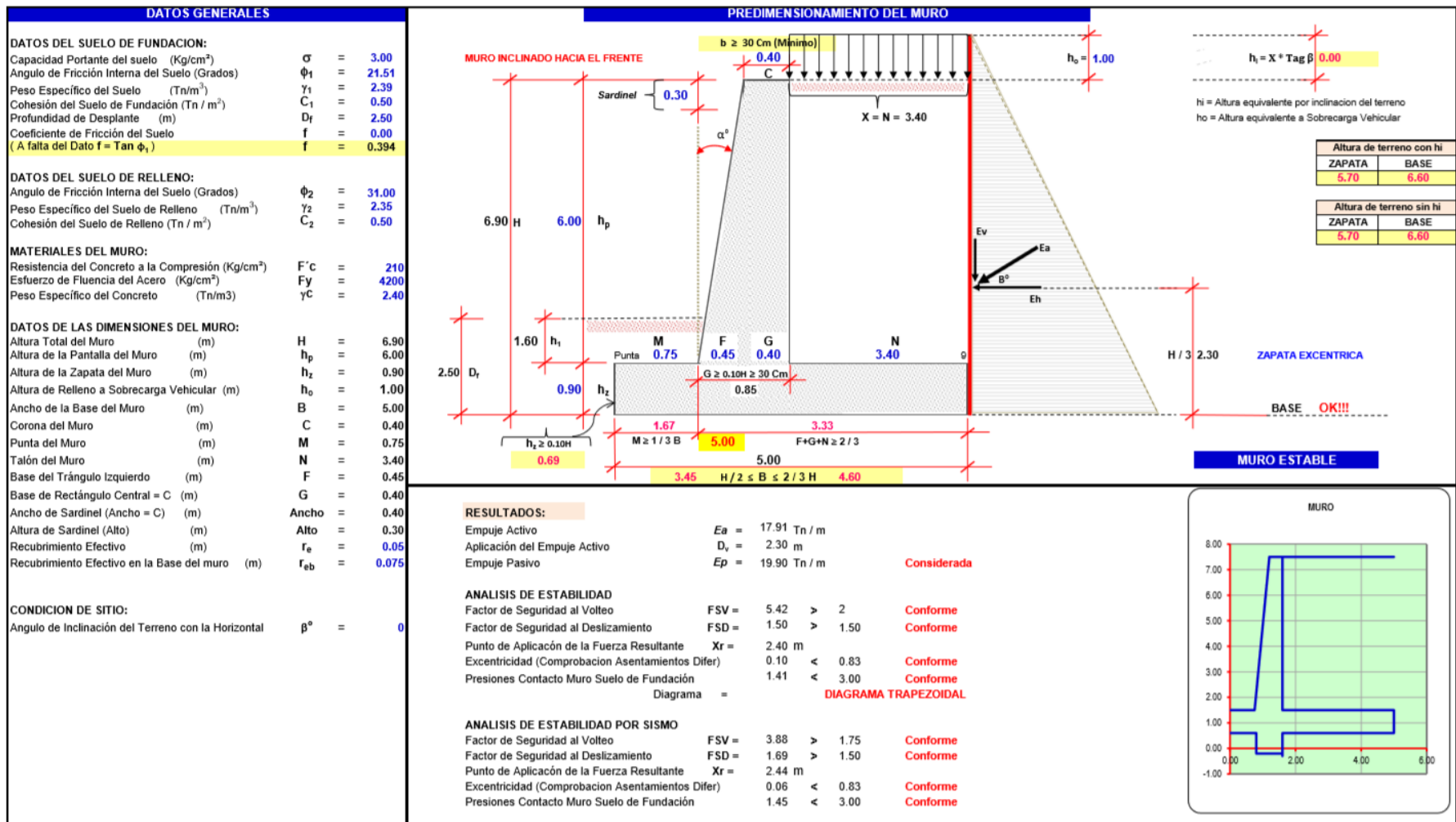
APLICACIÓN DEL GEO 5 EN DEFENSA RIBERENA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES DENTRO DEL AREA URBANA DEL DISTRITO DE LIRCAY - PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCVELICA 2019

| DATOS GENERALES | | PREDIMENSIONAMIENTO DEL MURO | |
|--|-------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: | | MURO INCLINADO HACIA EL FRENTE | |
| Capacidad Portante del suelo (Kg/cm ²) | s = 3.00 | | |
| Angulo de Fricción Interna del Suelo (Grados) | f ₁ = 21.51 | | |
| Peso Especifico del Suelo (Tn/m ³) | g ₁ = 2.39 | | |
| Cohesión del Suelo de Fundación (Tn/m ²) | C ₁ = 0.50 | | |
| Profundidad de Desplante (m) | D _f = 2.50 | | |
| Coeficiente de Fricción del Suelo | f = 0.00 | | |
| (A falta del Dato f = Tan φ ₁) | f = 0.394 | | |
| DATOS DEL SUELO DE RELLENO: | | | |
| Angulo de Fricción Interna del Suelo (Grados) | f ₂ = 31.00 | | |
| Peso Especifico del Suelo de Relleno (Tn/m ³) | g ₂ = 2.35 | | |
| Cohesión del Suelo de Relleno (Tn/m ²) | C ₂ = 0.00 | | |
| MATERIALES DEL MURO: | | | |
| Resistencia del Concreto a la Compresión (Kg/cm ²) | F'c = 210 | | |
| Esfuerzo de Fluencia del Acero (Kg/cm ²) | Fy = 4200 | | |
| Peso Especifico del Concreto (Tn/m ³) | gc = 2.40 | | |
| DATOS DE LAS DIMENSIONES DEL MURO: | | | |
| Altura Total del Muro (m) | H = 5.70 | | |
| Altura de la Pantalla del Muro (m) | h _p = 5.00 | | |
| Altura de la Zapata del Muro (m) | h _z = 0.70 | | |
| Altura de Relleno a Sobrecarga Vehicular (m) | h _s = 1.00 | | |
| Ancho de la Base del Muro (m) | B = 4.00 | | |
| Corona del Muro (m) | C = 0.40 | | |
| Punta del Muro (m) | M = 0.60 | | |
| Talón del Muro (m) | N = 2.70 | | |
| Base del Triángulo Izquierdo (m) | F = 0.30 | | |
| Base de Rectángulo Central = C (m) | G = 0.40 | | |
| Ancho de Sardinel (Ancho = C) (m) | Ancho = 0.40 | | |
| Altura de Sardinel (Alto) (m) | Alto = 0.30 | | |
| Recubrimiento Efectivo (m) | r _e = 0.05 | | |
| Recubrimiento Efectivo en la Base del muro (m) | r _{eb} = 0.075 | | |
| CONDICION DE SITIO: | | | |
| Angulo de Inclinación del Terreno con la Horizontal | β° = 0 | | |
| RESULTADOS: | | E _a = 12.22 Tn/m | |
| Empuje Activo | | D _a = 1.90 m | |
| Aplicación del Empuje Activo | | E _p = 14.94 Tn/m | Considerada |
| Empuje Pasivo | | | |
| ANALISIS DE ESTABILIDAD | | | |
| Factor de Seguridad al Volteo | | FSV = 5.21 > 2 | Conforme |
| Factor de Seguridad al Deslizamiento | | FSD = 1.55 > 1.50 | Conforme |
| Punto de Aplicación de la Fuerza Resultante | | X _r = 1.90 m | |
| Excentricidad (Comprobacion Asentamientos Difer) | | 0.10 < 0.67 | Conforme |
| Presiones Contacto Muro Suelo de Fundación | | 1.23 < 3.00 | Conforme |
| Diagrama = | | DIAGRAMA TRAPEZOIDAL | |
| ANALISIS DE ESTABILIDAD POR SISMO | | | |
| Factor de Seguridad al Volteo | | FSV = 3.76 > 1.75 | Conforme |
| Factor de Seguridad al Deslizamiento | | FSD = 1.78 > 1.50 | Conforme |
| Punto de Aplicación de la Fuerza Resultante | | X _r = 1.97 m | |
| Excentricidad (Comprobacion Asentamientos Difer) | | 0.03 < 0.67 | Conforme |
| Presiones Contacto Muro Suelo de Fundación | | 1.17 < 3.00 | Conforme |



DISEÑO OPTIMO DE MURO DE CONTENCIÓN CONCRETO ARMADO H=6.00 M

PROYECTO : APLICACIÓN DEL GEO 5 EN DEFENSA RIBERENA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES DENTRO DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAMELICA 2019



DISEÑO OPTIMO DE MURO DE CONTENCION CONCRETO ARMADO

PROYECTO : **APLICACIÓN DEL GEO 5 EN DEFENSA RIBEREÑA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES DENTRO DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE LIRCAY, PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCVELICA 2019**

| DATOS GENERALES | | PREDIMENSIONAMIENTO DEL MURO | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|--|--|--------------------------|--|--------|------|------|------|--------------------------|--|--------|------|------|------|
| DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: Capacidad Portante del suelo (Kg/cm ²) $\sigma = 3.00$ Angulo de Fricción Interna del Suelo (Grados) $\phi_1 = 21.51$ Peso Específico del Suelo (Tn/m ³) $\gamma_1 = 2.39$ Cohesión del Suelo de Fundación (Tn / m ²) $C_1 = 0.50$ Profundidad de Desplante (m) $D_f = 2.50$ Coeficiente de Fricción del Suelo $f = 0.00$ (A falta de Dato $f = \tan \phi_1$) $f = 0.394$ | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL SUELO DE RELLENO: Angulo de Fricción Interna del Suelo (Grados) $\phi_2 = 31.00$ Peso Específico del Suelo de Relleno (Tn/m ³) $\gamma_2 = 2.35$ Cohesión del Suelo de Relleno (Tn / m ²) $C_2 = 0.00$ | | $h_i = X \cdot \text{Tag } \beta = 0.00$ hi = Altura equivalente por inclinación del terreno ho = Altura equivalente a Sobrecarga Vehicular | | | | | | | | | | | | | |
| MATERIALES DEL MURO: Resistencia del Concreto a la Compresión (Kg/cm ²) $F'c = 210$ Esfuerzo de Fluencia del Acero (Kg/cm ²) $Fy = 4200$ Peso Específico del Concreto (Tn/m ³) $\gamma_c = 2.40$ | | <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Altura de terreno con hi</td> </tr> <tr> <td>ZAPATA</td> <td>BASE</td> </tr> <tr> <td>6.20</td> <td>7.20</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Altura de terreno sin hi</td> </tr> <tr> <td>ZAPATA</td> <td>BASE</td> </tr> <tr> <td>6.20</td> <td>7.20</td> </tr> </table> | | Altura de terreno con hi | | ZAPATA | BASE | 6.20 | 7.20 | Altura de terreno sin hi | | ZAPATA | BASE | 6.20 | 7.20 |
| Altura de terreno con hi | | | | | | | | | | | | | | | |
| ZAPATA | BASE | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.20 | 7.20 | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura de terreno sin hi | | | | | | | | | | | | | | | |
| ZAPATA | BASE | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.20 | 7.20 | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DE LAS DIMENSIONES DEL MURO: Altura Total del Muro (m) $H = 7.50$ Altura de la Pantalla del Muro (m) $h_p = 6.50$ Altura de la Zapata del Muro (m) $h_z = 1.00$ Altura de Relleno a Sobrecarga Vehicular (m) $h_o = 1.00$ Ancho de la Base del Muro (m) $B = 6.00$ Corona del Muro (m) $C = 0.40$ Punta del Muro (m) $M = 0.80$ Talón del Muro (m) $N = 4.20$ Base del Triángulo Izquierdo (m) $F = 0.60$ Base de Rectángulo Central = C (m) $G = 0.40$ Ancho de Sardinel (Ancho = C) (m) $Ancho = 0.40$ Altura de Sardinel (Alto) (m) $Alto = 0.30$ Recubrimiento Efectivo (m) $r_e = 0.05$ Recubrimiento Efectivo en la Base del muro (m) $r_{eb} = 0.075$ | | <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Altura de terreno con hi</td> </tr> <tr> <td>ZAPATA</td> <td>BASE</td> </tr> <tr> <td>6.20</td> <td>7.20</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Altura de terreno sin hi</td> </tr> <tr> <td>ZAPATA</td> <td>BASE</td> </tr> <tr> <td>6.20</td> <td>7.20</td> </tr> </table> | | Altura de terreno con hi | | ZAPATA | BASE | 6.20 | 7.20 | Altura de terreno sin hi | | ZAPATA | BASE | 6.20 | 7.20 |
| Altura de terreno con hi | | | | | | | | | | | | | | | |
| ZAPATA | BASE | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.20 | 7.20 | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura de terreno sin hi | | | | | | | | | | | | | | | |
| ZAPATA | BASE | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.20 | 7.20 | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICION DE SITIO: Angulo de Inclinación del Terreno con la Horizontal $\beta^\circ = 0$ | | RESULTADOS: Empuje Activo $Ea = 21.16 \text{ Tn / m}$ Aplicación del Empuje Activo $D_v = 2.50 \text{ m}$ Empuje Pasivo $Ep = 22.49 \text{ Tn / m}$ Considerada | | | | | | | | | | | | | |
| | | ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Factor de Seguridad al Volteo $FSV = 6.57 > 2$ Conforme Factor de Seguridad al Deslizamiento $FSD = 1.57 > 1.50$ Conforme Punto de Aplicación de la Fuerza Resultante $X_r = 2.97 \text{ m}$ Excentricidad (Comprobación Asentamientos Difer) $0.03 < 1.00$ Conforme Presiones Contacto Muro Suelo de Fundación $1.43 < 3.00$ Conforme Diagrama = DIAGRAMA TRAPEZOIDAL | | | | | | | | | | | | | |
| | | ANÁLISIS DE ESTABILIDAD POR SISMO Factor de Seguridad al Volteo $FSV = 4.64 > 1.75$ Conforme Factor de Seguridad al Deslizamiento $FSD = 1.73 > 1.50$ Conforme Punto de Aplicación de la Fuerza Resultante $X_r = 3.05 \text{ m}$ Excentricidad (Comprobación Asentamientos Difer) $0.05 < 1.00$ Conforme Presiones Contacto Muro Suelo de Fundación $1.56 < 3.00$ Conforme | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo 5
Registros fotográficos



Fotografía 01: Extracción de muestra, calicata N° 01, progresiva 5 + 580, profundidad 3 m.



Fotografía 02: Extracción de muestra, calicata N° 02, progresiva 5 + 290, profundidad 3 m.



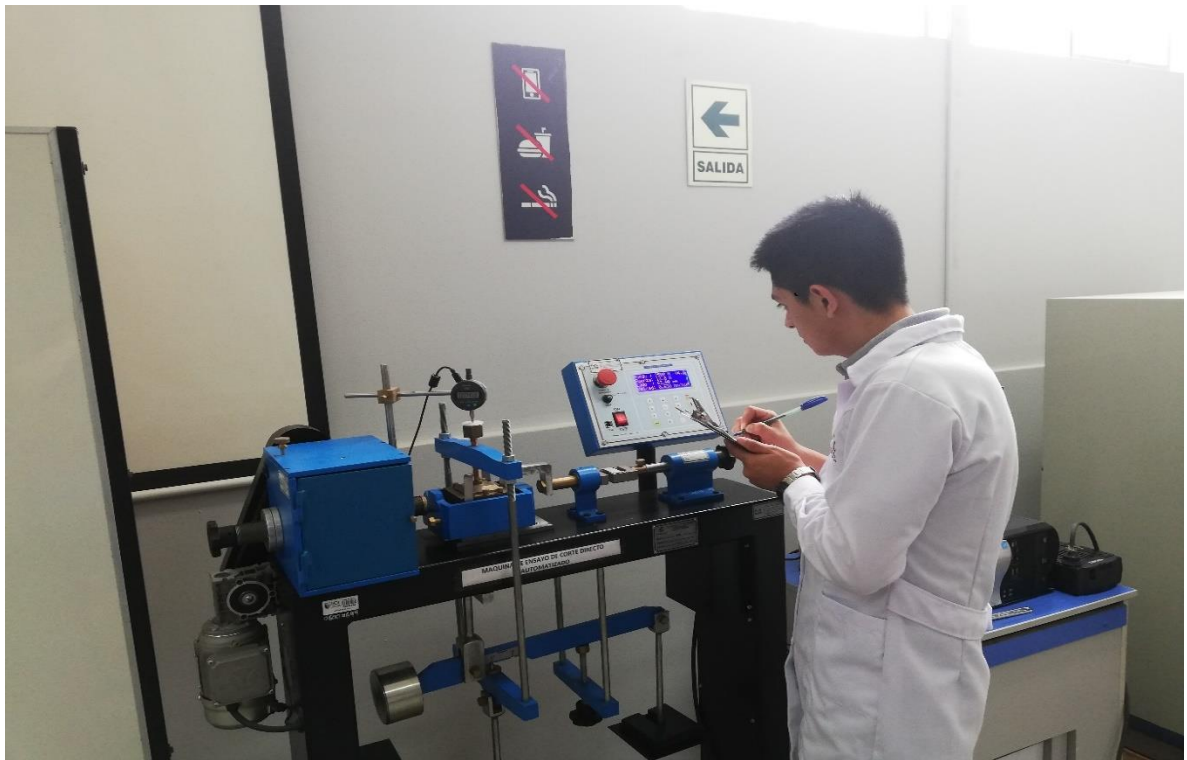
Fotografía 03: Progresiva 5 + 027, expuesta a Socavación producto del flujo erosionable.



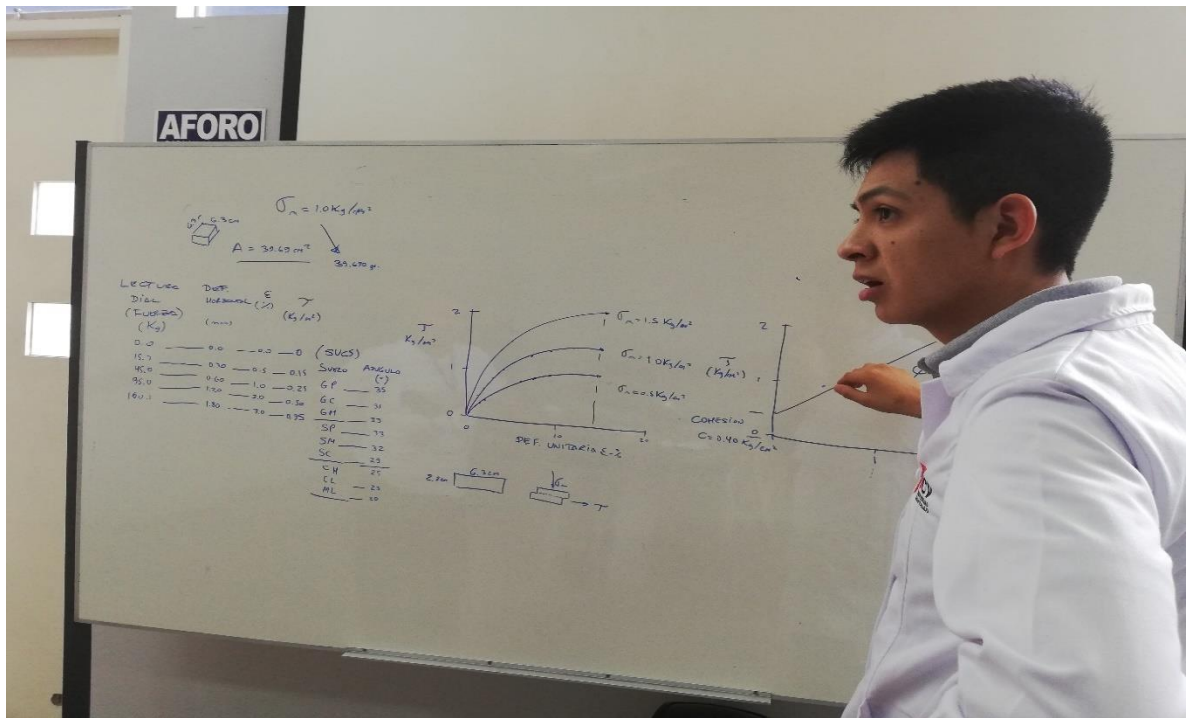
Fotografía 04: Se puede evidenciar el margen del río Sicra desprotegido y susceptible a deslizamiento.



Fotografía 05: Viviendas aledañas al río Sicra, expuestas a inundaciones y derrumbes.



Fotografía 06: Tomando las mediciones de los ensayos para el análisis de Corte Directo.



Fotografía 07: Realizando los análisis concluyentes del estudio de Mecanica de Suelos



Fotografía 08: Realizando el tamizaje con las muestras para los análisis Granulométricos.

Anexo 6

Acta de aprobacion de originalidad de tesis

| | | |
|--|--|---|
|  UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS | Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 06-07-2019 Página : 1 de 1 |
|--|--|---|

Yo, **Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto**, docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Norte, revisor de la tesis titulada:

“Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña, para el Control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes -Huancavelica 2019”

del estudiante **Morales Tito Jorge Luis**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **10 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 06 de julio del 2019


.....
Firma

Nombres y apellidos del docente:

Abel Alberto Muñiz Paucarmayta

DNI: 23851049

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|--------------------|--------|---------------------------------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Responsable de SGC | Aprobó | Vicerrectorado de Investigación |
|---------|----------------------------|--------|--------------------|--------|---------------------------------|

Anexo 7

Porcentaje de turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
https://es.turnitin.com/qqq/raides/3amj-estudiosi-17m-143736/2912m-1431291862s

feedback studio Jorge Morales "Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña, para el Control de inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lince - Provincia de Angamos - Huanca Velica 2019"

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
EN SU R. PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO
"Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña, para el Control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lince - Provincia de Angamos - Huanca Velica 2019"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR
SIBILA SOTO, ROSARIO

ASESOR
ING. ARIL ALBERTO VÁSQUEZ PASCAYATA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO ORGANIZACIONAL DE UN SISTEMA

LIMA - PERÚ
2019-1

Resumen de coincidencias

10 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (beta)

Coincidencias

| | | |
|---|------------------------------|------|
| 1 | Entregado a Universidad... | 3 % |
| 2 | Entregado a Universidad... | 1 % |
| 3 | aportaciones teoricas por... | 1 % |
| 4 | Entregado a Universidad... | 1 % |
| 5 | Año II, Cádiz, Marzán A... | 1 % |
| 6 | Entregado a Universidad... | <1 % |
| 7 | Entregado a Universidad... | <1 % |
| 8 | Entregado a Universidad... | <1 % |

Página: 1 de 95 Número de palabras: 18044

Text only Report High Resolution



Anexo 8

Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV

| | | |
|--|--|---|
|  UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO | AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV | Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 20-07-2019 Página : 1 de 1 |
|--|--|---|

Yo **Jorge Luis Morales Tito**, identificado con DNI N.º **71077005**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (), la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña para el Control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Urcay - Provincia de Angaraes - Huancavelica 2019"

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



FIRMA

DNI: 71077005

FECHA: 20 de julio de 2019.

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|--------------------|--------|---------------------------------|
| Elaboró | Dirección de investigación | Revisó | Responsable de SGC | Aprobó | Vicerrectorado de Investigación |
|---------|----------------------------|--------|--------------------|--------|---------------------------------|

Anexo 9

Autorización de la versión final de trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL (FORMA) DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

MORALES TITO, JORGE LUIS

INFORME TITULADO:

APLICACIÓN DEL GEO 5 EN DEFENSA RIBERENA PARA
EL CONTROL DE INUNDACIONES DENTRO DEL DISEÑO DEBIDO DEL
DISTRITO DE LINAY, PROVINCIA DE HUANCAYACA - HUANCAYACA 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero (a) Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

20/07/2019

NOTA O MENCIÓN

14 (CATORCE)

Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil