

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

**DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION
DE TALUD VIAL EN RIESGO CARABAYLLO-LIMA**

PRESENTADO POR:

Bach. Cansaya Yucra, William Richard

Línea de Investigación institucional:

TRANSPORTE Y URBANISMO

Línea de Investigación por programa de estudios:

ESTRUCTURAS

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2022

ASESOR

ING. JULIO FREDY PORRAS MAYTA

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado en especial a mi madre por dedicar el tiempo y esfuerzo para poder continuar y su

Apoyo incondicional que me dio para saber valorar lo que es mi carrera y por sus consejos

A mí querida facultad de Ingeniería Civil donde me sentí muy bien acogido por mis compañeros de clases y por mis docentes que impartieron sus mejores enseñanzas

Bach. William Richard Cansaya Yucra

AGRADECIMIENTOS

Tengo que agradecer ante todo a Dios que protege y guía mi camino y a mis padres a mi familia, pero especialmente a mi madre Julia Yucra Gómez por su lucha constante y apoyo en toda la etapa de mi vida universitaria y así mismo sin su apoyo hubiese sido más difícil la culminación de este proyecto

A mi hermana, Erika Cansaya Yucra por su apoyo y motivación para cumplir mis metas trazadas.

A mi asesor por su apoyo constante y tutela, sus enseñanzas consejos y experiencias profesionales han hecho posible la realización de este trabajo de investigación.

Bach. William Richard Cansaya Yucra

JURADOS DE SUSTENTACIÓN

PRESIDENTE

PRIMER JURADO

SEGUNDO JURADO

TERCER JURADO

SECRETARIO DOCENTE

INDICE

INDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
<i>CAPITULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION</i>	<i>1</i>
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación y sistematización del problema	1
1.2.1. Problema general	1
1.2.2. Problemas específicos	1
1.3. Justificación	2
1.3.1. Social	2
1.3.2. Científica o Teórica	2
1.3.3. Metodológica	2
1.4. DELIMITACIONES	3
1.4.1. Espacial	3
1.4.2. Temporal	3
1.4.3. Económica	3
1.5. LIMITACIONES	3
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	3
1.6.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
<i>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL</i>	<i>4</i>
2.1. Antecedentes	4
2.1.1. En el ámbito nacional	4
2.1.2. En el ámbito internacional	5
2.2. Marco Conceptual	7
2.2.1. Geomorfología	7
2.2.2. Hidrología	7
2.2.3. Características fisiográficas de la cuenca	8
2.2.4. Área de la cuenca	8
2.2.5. Perímetro de la cuenca	8
2.2.6. Longitud del río principal	8
2.2.7. Factor de Forma (Kf)	8

2.2.8. Coeficiente de Compacidad (Kc)	9
2.2.9. Densidad de Drenaje	9
2.2.10. Precipitación	10
2.2.11. Medición de precipitaciones	11
2.2.12. Pluviómetros	11
2.2.13. Pluviógrafos	11
2.2.14. Hidrología Estadística	12
2.2.15. Hidráulica	14
2.2.16. Análisis de Estabilidad de Taludes	19
Deslizamiento	22
2.3. Definición de Términos	33
2.4. HIPOTESIS	34
2.4.1. HIPOTESIS GENERAL	34
2.4.2. HIPOTESIS ESPECIFICOS	34
2.5. VARIABLES	35
2.5.1. Definición Conceptual de la variable	35
2.5.2. Definición Operacional de la variable	35
2.5.3. Operacionalización de la variable	36
<i>CAPITULO III. . METODOLOGÍA</i>	37
3.1. Método de investigación	37
3.2. Tipo de investigación	37
3.3. Nivel de investigación	37
3.4. Diseño de investigación	37
3.5. Población, muestra y muestreo de la investigación	37
3.5.1. Población	37
3.5.2. Muestra	38
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.6.1. Técnicas:	38
3.6.2. Instrumentos:	38
3.7. Procesamiento de la información	38
3.8. Técnicas y análisis de datos	39
3.8.1. Técnicas	39
3.8.2. Análisis de datos	40
<i>CAPITULO IV. RESULTADOS</i>	41
4.1. DISEÑO DE ENROCADO-CÁLCULO HIDRÁULICO	41
4.1.1. Ancho Estable de la Sección del Cauce	41
4.2. DISEÑO DE ENROCADO-TAMAÑO DE ROCA	49

4.3. CARACTERISTICAS MECANICAS Y FISICAS DEL SUELO	53
4.4. MAXIMA AVENIDA PARA EL DISEÑO DE ENROCADO	53
4.5. DISEÑO DE ENROCADO CON SOFTWARE RIVER	56
4.6. METRADO DE MURO ENROCADO	64
4.7. Presupuesto enrocado	69
4.8. Análisis de precios unitarios enrocado	71
<i>CAPITULO V. DISCUSION DE RESULTADOS</i>	<i>80</i>
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	83
ANEXOS	85
ANEXO 1	86
MATRIZ DE CONSISTENCIA	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Formas de cuenca según coeficiente de compacidad	9
Tabla 2: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)	18
Tabla 3: REGISTRO DE CAUDALES MAXIMOS MENSUALES	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelo del sistema hidrológico	7
Figura 2: Pluviómetros	11
Figura 3: Fluviógrafos	11
Figura 4: Parámetros de la sección transversal de un canal	16
Figura 5: Distribución de velocidades en canal natural	16
Figura 6: Nomenclatura de taludes y laderas	20
Figura 7: Esquema de caídos de roca y residuos	21
Figura 8: Desplazamiento de rotación en una ladera	22
Figura 9: Desplazamiento de traslación	22
Figura 10: Paralelismo de las fuerzas entre dovelas en el método de Spencer	26
Figura 11: Fuerzas que actúan sobre las dovelas en el método de Spencer	27
Figura 12: Esquema de estructuras ancladas	29
Figura 13: Esquema de estructuras enterradas	29
Figura 14: Sistema de barrera metálica con cables de acero, para control de caídos de bloques de roca	32

RESUMEN

Para el presente proyecto de investigación “DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION DE TALUD VIAL EN RIESGO CARABAYLLO-LIMA “, respondió al problema general ¿Cuál es el diseño y modelamiento de enrocados para protección de talud vial en riesgo Carabayllo - Lima? El objetivo general fue: Determinar el diseño y modelamiento de enrocados para protección de talud vial en riesgo Carabayllo – Lima, y la hipótesis general que se verificó fue El diseño y modelamiento de enrocados mejorará la protección de talud vial en riesgo. Según su metodología; su método de investigación general fue el científico, con un tipo de investigación aplicada, nivel de investigación descriptivo-explicativo, y un diseño de investigación es no experimental. La población estuvo conformada por el distrito de Carabayllo de la ciudad de Lima, sector Puquio, de la margen derecha del río Chillón que comprenden el muro enrocado en camino vecinal en puquio a la ribera de río chillón. El tipo de muestreo fue no probabilístico dirigido y esta toma en cuenta el tramo de enrocado desde Km= 31 + 280 (río Chillón) hasta la progresiva Km= 30 + 480 Distrito de Carabayllo.

La conclusión fundamental fue que el muro de enrocado a comparación de muro de gaviones es en estas circunstancias de tamaño de talud regular es más práctico y económico al llegar a tener un factor de seguridad de 2 que es mayor a 1.1, lo que demanda la norma CE 020, Y además de poseer un proceso constructivo conocido por la población del sector puquio lo que hace más recomendable el uso de la protección de la vía y zonas agrícolas además beneficiaría a su población doblemente

. PALABRAS CLAVE: MUROS DE SOSTENIMIENTO, TALUD, ESTRUCTURA, CONTENCIÓN

ABSTRACT

or this research project "WALLS OF GAVIONS AND WINDING WALLS FOR PROTECTION OF RISK ROADS IN THE PUQUIO CARABAYLLO - LIMA SECTOR", he responded to the general problem What is the most efficient technical proposal between gabion walls and cascading walls? for the protection of high-risk roads in the Puquio sector between the section Km 30 + 280 to Km 31 + 480 right bank of the Chillón river, district of Carabayllo in the year 2019? The general objective was to: Evaluate the most efficient technical proposal between gabion walls and cascading walls for the protection of high-risk roads in the Puquio sector between the section Km 30 + 280 to Km 31 + 480 right bank of the Chillón river, district of Carabayllo in the year 2019, and the general hypothesis that was verified was The technical proposal with walls of castles significantly influences the protection of high-risk roads in the Puquio sector between the section Km 30 + 280 to Km 31 + 480 right bank of the Rio Chillón, district of Carabayllo in the year 2019

According to its methodology; His method of general research was the scientist, with a type of applied research, level of descriptive-explanatory research, and a descriptive-correlational research design. The population was made up of gabion walls and walls of castles on the banks of the Chillón River in Carabayllo. The type of sampling was non-probabilistic directed and is given by supporting walls in the Puquio Sector and locality of Huatocay, Right Bank of the Chillón River, where the progressive Km = 31 + 480 (Chillón River) begins downstream to the Progressive Km = 30 + 280, in the Carabayllo District.

The fundamental conclusion was that the wall of castling compared to gabion wall is in these circumstances regular slope size is more practical and economical to have a safety factor of 2 that is greater than 1.1, which demands the standard CE 020, And in addition to having a construction process known to the population of the Puquio sector, which makes it more advisable to use the protection of the road and agricultural areas, it would also benefit its population doubly.

. KEYWORDS: SUSTAINING WALLS, TALUD, STRUCTURE, CONTAINMENT

INTRODUCCIÓN

Tenemos como presente proyecto "DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION DE TALUD VIAL EN RIESGO CARABAYLLO-LIMA " del tramo Km. 31+480 al Km. 31+280, Distrito de Carabayllo, Departamento de Lima", se estudiarán las alternativas de solución que permitan estabilizar el talud de dicha carretera, ya que como es muy conocido, esta zona es seriamente vulnerable en la época de las lluvias, pues esta se encuentra ubicada en la margen derecha del río chillón.

Este trabajo de investigación está compuesto en cinco capítulos, los cuales secitan a continuación.

El Capítulo I, enfoca el problema principal, el objetivo principal, objetivos específicos, además de las variables, justificación, limitación y existente en realizar la investigación.

En el Capítulo II se indican los antecedentes del estudio que denotan que existe una base en cuanto a los procedimientos del análisis y el marco teórico de sustento, así como las hipótesis generales y específicas

El Capítulo III contempla el tipo y diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas para la recolección y procesamiento de datos.

El Capítulo IV se realiza la presentación de resultados, contiene los métodos de sostenimiento del talud, donde se encuentran el sistema de muros con el uso del enrocado y el sistema alternativo con el uso de muros de gavión.

Por último, en el Capítulo V se realiza la presentación de discusión de resultados. Finalmente se señalan las conclusiones y recomendaciones como también referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I.

EI PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.Planteamiento del problema

El crecimiento acelerado y la falta de ordenamiento territorial de muchas poblaciones y ciudades en todo el mundo han generado transformaciones antropogénicas negativas en el espacio llevando a la urbanización a zonas riesgosa, realizándose construcciones en taludes o laderas consideradas como zonas críticas por peligro geológicos , donde las condiciones geológicas, geotécnicas, hidrológicas y topográficas no son las más apropiadas para la construcción de caminos, poblaciones que habitan en sitios con laderas inestables ello no solo se vuelve un problema de los grandes países sino también de los denominados países pequeños en todo el mundo.

La inestabilidad de taludes en mayor parte es producida por la actividad humana al alterar y modificar el equilibrio que existe en la naturaleza, debido a: cortes y excavaciones para la construcción de caminos, conformación de terrazas para viviendas, vertido de rellenos de material suelto en los taludes, voladuras para la explotación de minas o de bancos de material, vertido incontrolado y excesivo de agua y deforestación.

Debido a esta falla por deslizamiento rotacional margen derecho del rio Chillón se deslizó hacia las áreas originándose la pérdida de recursos agrícolas poniendo en riesgo la transpirabilidad de la población. Por ello se busca propuestas de diseño para la de protección de talud de carreteras en riesgo con muro de enrocados.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1.Problema general

¿Cuál es el diseño y modelamiento de enrocados para protección de talud vial en riesgo Carabayllo - Lima?

1.2.2.Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas y físicas del suelo para hacer uso de enrocados para la protección de talud vial en riesgo?

- b. ¿Cuál es el caudal de la máxima avenida en el uso de enrocados para la protección de talud vial en riesgo?
- c. ¿Cuál es el costo de construcción del enrocado para la protección de talud vial en riesgo?

1.3. Justificación

1.3.1. Social

Sera muy beneficioso para la población del sector puquio en carabayllo la ejecución de este Proyecto por lo que permitirá un mayor acceso a su comunidad y también la protección de sus zonas agrícolas que están siempre afectadas en tiempo de avenidas máximas

1.3.2. Científica o Teórica

La rama de la ingeniería que esta avocada la presente tesis es estructural e hidráulica y el aporte de este mismo es como base de diseño para los trabajos de investigación futuros.

El estudio se justifica porque el dique enrocado se acomoda a la forma del terreno existente que tiene como característica que es un terreno con pendiente y por su flexibilidad permiten un control de socavación más eficiente debido a la falla por deslizamiento rotacional y esté en capacidad de tolerar cualquier ambiente natural de degradación química, biológica y mecánica para ambientes de aguas saladas y ambientes agresivos donde otros materiales se deterioran rápidamente y es de mejor tratamiento en aspecto económico.

1.3.3. Metodológica

La Metodología para la recopilación de la información y el procesamiento de los datos para la siguiente investigación son las siguientes: tablas, cuadros, libros y programas. Que posterior al estudio realizado se podrán utilizar como base de otros estudios de características similares

1.4.DELIMITACIONES

1.4.1.Espacial

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo principalmente para la protección de talud del camino vecinal tramo puquio –chocas alto en el poblado de Puquio en el distrito de Carabayllo provincia y departamento de Lima.

1.4.2.Temporal

El presente trabajo se dio en campo y gabinete iniciándose en octubre hasta mayo del 2020,

1.4.3.Económica

Para el presente proyecto se realizó las pruebas como mecánica de suelos para cartas nacionales y también con lo que respecta a la delimitación de trabajo de proceso de topografía

1.5.LIMITACIONES

Las limitaciones fueron el más a causa del tiempo para la realización del presente proyecto y además de la poca información de base de datos para realizar el estudio en lo que respecta a estudios anteriores realizadas

1.6.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.6.1.OBJETIVO GENERAL

Determinar el diseño y modelamiento de enrocados para protección de talud vial en riesgo Carabayllo – Lima

1.6.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Analizar las características mecánicas y físicas del suelo para el uso de enrocados para la protección de talud vial en riesgo
- b. Calcular el caudal de la máxima avenida del rio chillón en el uso de enrocados para la protección de talud vial en riesgo
- c. Estimar el costo de construcción de enrocado para la protección de talud vial en riesgo

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes

2.1.1. En el ámbito nacional

En su tesis **Maldonado** realizó el diseño de enrocado de protección de la relavera La Esperanza – Rio Tulumayo. Esta investigación tiene por objetivo el diseño de enrocados de protección en el talud de la relavera “La Esperanza”, ya que en épocas de avenidas el rio presenta tirantes de 1.60m a 5.0m, lo que podría ocasionar el desbordamiento del cauce en el tramo donde se encuentra la plataforma.

Los resultados de la sección geométrica del enrocado de protección son:

Progresiva: 0+000 al 0+200

Altura (H) = 5.5, Espesor (T) = 0.9, Ancho (A) = 4.0, D50 = 0.60

Progresiva: 0+200 al 0+650

Altura (H) = 6.5, Espesor (T) = 0.9, Ancho (A) = 4.0, D50 = 0.60

Progresiva: 0+650 al 0+709

Altura (H) = 6.0, Espesor (T) = 0.9, Ancho (A) = 2.0, D50 = 0.60

Se concluye que, bajo dicha geometría calculada, se cumple la estabilidad de talud para el caso estático teniendo un factor de seguridad al deslizamiento como F.S Maldonado, **G. (2016)**.

En su trabajo de investigación **Pinedo** realizó la paridad entre los muros de suelo reforzado con elementos extensibles, geomallas y no extensibles, flejes o mallas de acero para poder determinar igualdades y no semejanzas técnicas tanto como económicas en ambos sistemas.

En el diseño se pudo verificar que los muros de suelo reforzado con elementos extensibles están afectados por diferentes factores de reducción, lo que genera un mayor factor de seguridad para la estructura. Se concluyó que aquellos muros de suelo reforzado con elementos indeformables son entre un 34% y 23% más

costosos que los muros de suelo reforzado con elementos extensibles. Se debe señalar y destacar como nota que este rango solo pudo ser constatada hasta un nivel de diseño de 11.25m. **Pinedo, M. (2012).**

En su tesis **Alanya**, Sustento: "SISTEMA DE PREVENCION Y CONTROL DE EROSION EN LA RIBERA DEL RIO SAN FERNANDO TRAMO CHAYHUAMAYO – SHUCUSMA, HUANCAYO - JUNÍN", Propone la elección de una alternativa que mejor se ajuste a las características de la zona de estudio desarrollando los presupuestos referenciales de cada alternativa. Llega a comparar muros de gaviones así como enrocado colocado Y concluye que las alternativas de muros de gaviones es la mejor opción porque generan menor presupuesto ya que usan recursos que se encuentran en la zona de estudio y utilizan el mínimo uso de equipos **Alanya (2009).**

2.1.2.En el ámbito internacional

Según **Leoncio** realizó una comparación de costos entre muros de contención por gravedad, en voladizo y suelo reforzado con geo malla biaxial Se concluye que el costo estimado del muro de contención de suelo reforzado con geo malla es inferior al de los sistemas tradicionales, por lo que se afirma que con el uso del sistema se logra una menor inversión, sin afectar el grado de seguridad. Asimismo, se pudo verificar que el muro de suelo reforzado se ejecuta en un menor tiempo, considerando que no se necesita mano de obra calificada **(2015)**
Leoncio, M.

Según **Gualdrón**, Sustento "EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA PREVENCIÓN DE FUTURAS INUNDACIONES EN EL SECTOR DE SAN RAFAEL EN EL RÍO LEBRIJA", BUCARAMANGA – 2011. El objetivo es encontrar la alternativa más viable para la prevención de futuras inundaciones en el sector utilizando estructuras de protección en los márgenes del río, basándose en la situación actual de la zona, el cual servirá de apoyo a la gobernación de Santander. Para esto se realizaron estudios geológicos, morfológicos, hidráulicos y estadísticos para obtener los datos para el diseño de las estructuras a construir. Encontrando necesaria la construcción de espigones para la protección de la orilla, los cuales, según estudios de esfuerzos hidráulicos, y de un análisis de problemas erosivos, se recomienda que sean de

tipo de enrocado artificial, recubiertos con geotextil en su base, con un base de espesor de 30 centímetros, y de altura variable según la sección del río en donde sean construidos. Estos se localizan y se diseñan en planta mediante un proceso gráfico, por tanto se necesita de una topografía bastante precisa y de tener clara la nueva que se quiere proyectar. De este trabajo concluye que es recomendable la construcción de una muralla de 3 metros de alto de material muy bien compactado, recubierta con geotextil para evitar la filtración del agua a través de ella y debe ubicarse a más de 100 metros de la orilla para satisfacer todas las situaciones que se puedan presentar con el tiempo. El aporte de este estudio nos ayudara a mejorar las alternativas de protección de las orillas del río y una serie de recomendaciones de otras series de estructuras en lugares que se consideran igualmente críticos con el fin de lograr prevenir un desastre en un futuro. **Gualdrón. (2011),**

Según, **Guevara.** En su Investigación Titulada: “Estudio Comparativo del Análisis de Muros de Contención Tanto Como, Muro en Voladizo Vs Muro con Contrafuertes, de un Muro de altura =7.5m, Tanto en su Análisis Estructural Como en su Análisis Técnico -Económico (Tesis de Pregrado). Universidad de Guayaquil, Faculta de Ciencias Matemáticas y Físicas Escuela de Ingeniería Civil. Ecuador 2009”. Se obtuvo las siguientes conclusiones: Como podemos visualizar, el muro con contrafuerte y el muro con voladizo aparentemente tienen la misma cuantía o relación W acero/ V. de hormigón con una pequeña diferencia de 4.4%, estos difieren al independizarlas o desglosarla. Como podremos observar a continuación:

Muro en voladizo:

Relación W. acero 1 V. hormigón = 66.79 kg/m³

Cantidad de hormigón en m³ x m = 7.32 m³/m

Cantidad en metros lineales de Acero = 489.24 kg/m

Muro con contrafuerte:

Relación W acero 1 V. hormigón = 69.86 kg/m³

Cantidad de hormigón en m³ x m: = 5.73 m³/m

Cantidad en metros lineales de Acero = 400.27 kg/m

De estos dos análisis, podemos decir que el muro con contrafuerte es 21.7% menos cara que el Muro en Voladizo en proporción al hormigón y 18.2% menos costosa en relación al acero de refuerzo **Guevara (2009)**.

2.2.Marco Conceptual

2.2.1.Geomorfología

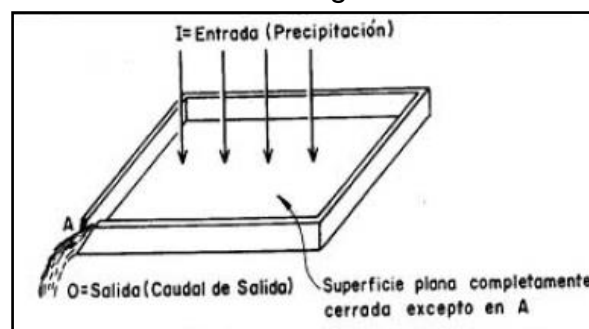
La configuración geográfica es montañosa y accidentada, siendo atravesado por la cordillera de los Andes, que lo divide en tres sectores: la zona interandina, caracterizada por las grandes elevaciones de la cordillera y que conforman la mayor parte del territorio; la vertiente occidental, donde las montañas descienden sobre la costa formando una pendiente pronunciada; y en el nororiente, existe una franja de selva alta. Presenta cinco abras (accidentes geográficos)

2.2.2.Hidrología

Cuenca Hidrográfica

La cuenca hidrográfica es el área del terreno definido topográficamente, drenada por un flujo de agua que proviene de las aguas caídas por precipitación las cuales son descargados a través de una única salida simple (Monsalve, 1999). Lo mencionado anterior se entiende bajo la siguiente figura 1. Fuente: (Monsalve 1999)

Figura 1: Modelo del sistema hidrológico



Una cuenca se puede clasificar según su tamaño de la siguiente forma:

Cuenca Grande: Se considera una cuenca grande cuando el área es mayor a 250km², en el cual predominan las características fisiográficas (pendiente, elevación, área y cauce).

Cuenca Pequeña: Se considera una cuenca pequeña cuando el área es menor a 250km², en el cual predominan las características físicas (tipo de suelo, vegetación). (Villón, 2002, P. 22,23)

2.2.3. Características fisiográficas de la cuenca

Las características fisiográficas de una cuenca tienen un papel fundamental en el comportamiento hidrológico de una cuenca, ya que de ellos depende el comportamiento del flujo derivado de la precipitación. Estos parámetros son los siguientes:

2.2.4. Área de la cuenca

“Es la proyección en un plano horizontal de toda el área de drenaje de una cuenca, la cual es obtenida al delimitar la cuenca” (Villón, 2002, P. 23). Dicha característica es la más importante ya que de ello depende la cantidad de agua que puede producir la cuenca.

La proyección horizontal se puede obtener mediante un plano topográfico con la ayuda de algunos métodos de medición como el Arcgis, AutoCAD entre otros.

2.2.5. Perímetro de la cuenca

“Es la longitud del contorno del área de la cuenca proyectada en un plano horizontal, siendo normalmente irregular” (Villón, 2002, P. 32). Dicho parámetro es utilizado para calcular el tiempo de concentración de la cuenca (T_c).

2.2.6. Longitud del río principal

La longitud del cauce principal es definida como la distancia horizontal del río principal entre el punto de salida de la cuenca y el límite definitivo de la cuenca.

2.2.7. Factor de Forma (K_f)

“Es la relación entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca” (Monsalve, 1999, P. 38). El ancho medio se obtiene mediante la división del área de la cuenca y su longitud axial. Se calcula mediante la ecuación (1):

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

Donde:

A= Área de drenaje.

L= Longitud del cauce principal de la cuenca.

Cabe señalar que si $K_f > 1$ se tendrá una cuenca redondeada y si se tiene un $K_f < 1$ será una cuenca alargada. De esta forma se puede conocer la irregularidad de su forma de la cuenca.

2.2.8. Coeficiente de Compacidad (K_c)

“Es definida como la relación que hay entre el perímetro de la cuenca y el perímetro equivalente de una circunferencia” (Villón, 2002, P. 41). De forma simplificada se tiene la siguiente fórmula:

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

Donde:

P= Perímetro de la cuenca.

A= Área de la cuenca.

Tabla 1: Formas de cuenca según coeficiente de compacidad

Rango de K_c	Clases de Compacidad
1- 1.25	Redonda a oval redonda
1.25-150	De oval redonda a oval oblonga
1.50-1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: Campos, 1992.

2.2.9. Densidad de Drenaje

“Es la relación entre la longitud total de todos los cursos del agua y su área total de drenaje” (Monsalve, 1999, P. 39). Asimismo, dicho parámetro indica la posible naturaleza de los suelos y el grado de cobertura vegetal que se encuentran en la cuenca.

$$Dd = \frac{L}{A} \quad (2)$$

Donde:

L= Longitud total de las corrientes de agua.

A= área total de la cuenca.

2.2.10.Precipitación

La precipitación es definida, por el autor German Monsalve como todas las formas de humedad emanada y depositada en la superficie terrestre tales como lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada.

“Desde el punto de vista de ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre” (Villón, 2002), por ello forma parte fundamental dentro del proceso del ciclo hidrológico.

Formación de las precipitaciones

La formación de las precipitaciones se origina mediante el ascenso de las masas de aire en la atmosfera, en la cual se disminuye su temperatura y parte de su humedad se condense (Chow, 1994).

Tipos de precipitaciones

Las precipitaciones pueden ser clasificadas de acuerdo a como se elevan las masas de aires: Convectivas, orográficas y de convergencia.

La precipitación por convectiva

Se produce, según German Monsalve, debido a que la masa de aire se encuentra cerca de la superficie terrestre aumenta su temperatura, por ello su densidad disminuye y se vuelve menos pesado siendo reemplazado por otra masa de aire más densa.

La precipitación orográfica

Se produce, según Max Villón, cuando las masas del aire se elevan y estas son empujadas mediante el viento hacia las montañas, las cuales ascienden a grandes alturas hasta encontrar las condiciones para la condensación.

La precipitación convergencia

Es producida cuando dos masas de aire con aproximadas temperaturas se encuentran a un mismo nivel, ocasionando que la masa con mayor temperatura es elevada bruscamente a las zonas más altas, debido a su baja densidad, logrando así la condensación de los cuerpos de agua. (Monsalve, 1999)

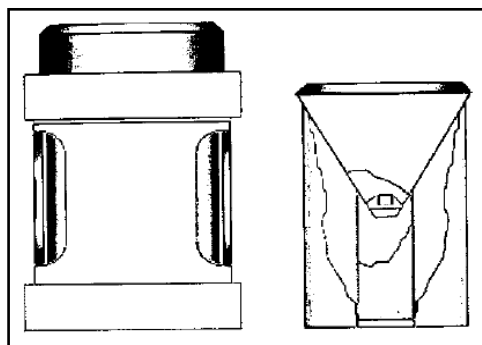
2.2.11. Medición de precipitaciones

“La precipitación es medida en altura de lámina de agua la cual es acumulada en una superficie horizontal e impermeable” (Monsalve, 1999, P. 83). Para dichas mediciones se requieren instrumentos de mediciones normalizados por la OMM (Organización Meteorológica Mundial) y se clasifican en pluviómetros y pluviógrafos.

2.2.12. Pluviómetros

Es un instrumento que permite realizar las mediciones de precipitaciones diarias y generalmente se acostumbra hacer una lectura cada 24 horas. Dicha medida se realiza a través de un recipiente cilíndrico, el cual se comunica con una probeta de sección transversal a un décimo del recipiente cilíndrico. (Villón, 2002)

Figura 2: Pluviómetros

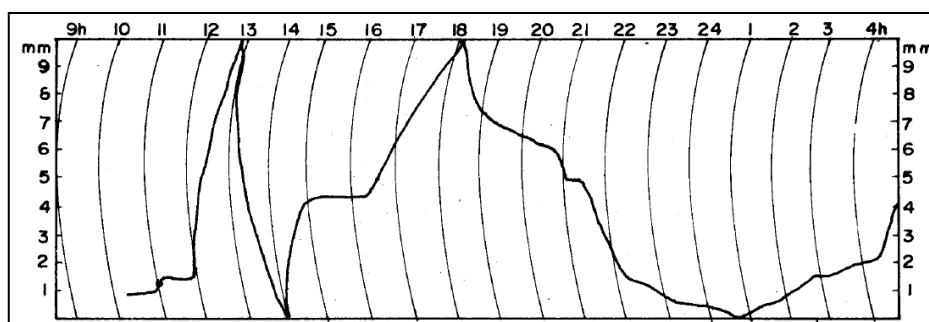


Fuente: Villón 2002

2.2.13. Pluviógrafos

“Es un aparato que registra la altura de la lluvia durante ciertos intervalos de tiempo” (Chow, 1994, P. 77). “Dichos valores permiten poder calcular la intensidad de la precipitación la cual es definida como la cantidad de agua en un determinado tiempo” (Villón, 2002, P. 75).

Figura 3: Pluviógrafos



Fuente: Villón 2002

2.2.14. Hidrología Estadística

Distribución Pearson Tipo III

“La distribución Pearson Tipo III, también llamada como distribución gamma de tres parámetros, es una distribución muy flexible ya que puede asumir 3 forma de medida λ , β y ϵ ” (Chow, 1994, P. 386). La función de densidad de probabilidad se expresa:

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (y - \epsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\epsilon)}}{\Gamma(\beta)} \quad (3)$$

Donde:

$y = \text{Log}(x)$ S_y = Desviación Estándar

$\lambda = \frac{S_y}{\sqrt{\beta}}$ C_s = Coeficiente de asimetrías

$\beta = \left(\frac{2}{C_s y}\right)^2$ \bar{x} = Media de la población

$\epsilon = \bar{y} - S_y \sqrt{\beta}$

Distribución Log Pearson Tipo III

“Esta distribución se aplica al logaritmo de los datos por lo que usa la fórmula de Chow transformada logarítmicamente” (Chow, 1994, P. 386). “Dicha distribución se es utilizada comúnmente para lluvias o caudales máximos ya que sus resultados son de aceptable confiabilidad” (Monsalve, 1999, P. 103). La función de densidad de probabilidad se expresa de la siguiente manera:

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (y - \epsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\epsilon)}}{x\Gamma(\beta)} \quad (4)$$

Donde:

$y = \text{Log}(x)$ S_y = Desviación Estándar

$$\lambda = \frac{S_y}{\sqrt{\beta}} C_s = \text{Coeficiente de asimetrías}$$

$$\beta = \left(\frac{2}{C_{s,y}}\right)^2 \bar{y} = \text{Media de los logaritmos de } x$$

$$\epsilon = \bar{y} - S_y \sqrt{\beta}$$

Distribución Normal

En esta distribución se tiene a tener varias observaciones en la variable central y poca en los extremos. La principal limitación de la distribución normal es que varía en un rango continuo, mientras que otras variables son no negativas y que es simétrica con respecto a la media, mientras que la información hidrológica tiende a ser asimétrica. (Chow V. t., 1994, P. 382)

La densidad que rige esta distribución es la siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-u)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (5)$$

Donde:

u = media poblacional.

σ = desviación estándar poblacional.

Distribución Log Normal

“Es una distribución de probabilidad de una variable aleatoria cuyo logaritmo esta normalmente distribuido. Asimismo, dicha distribución describe la distribución de la conductividad hidráulica en un medio poroso, la distribución de tamaño de gotas, entre otras” (Chow V. t., 1994, P. 382). La función de densidad se expresa:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(y-u_y)^2}{2\sigma_y^2}\right) \quad (6)$$

Donde:

$y = \text{Log}(x)$

u = media poblacional.

σ = desviación estándar poblacional.

Distribución Gumbel

“La distribución Gumbel, también conocida como Distribución de valores Extremos Tipo I. Es utilizada para modelar la distribución del máximo o mínimo de un conjunto de datos para diferentes periodos de retorno” (Chow V. t., 1994, P. 387). La función de probabilidad acumulada, es la siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{x-u}{\alpha} - \exp \left(-\frac{x-u}{\alpha} \right) \right] \quad (7)$$

Donde:

$$\alpha = \sqrt{\frac{6x_x}{\pi}}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772\alpha$$

S_y = Desviación Estándar \bar{x} = Media de la muestra

2.2.15.Hidráulica

Canales Abiertos

Tipos de flujos

Flujo Permanente

Un flujo permanente es aquel que, no presenta variaciones de sus características hidráulicas con respecto al tiempo.

Flujo uniforme

Un flujo uniforme es aquel que, mantiene sus características hidráulicas para cualquier sección del tramo.

Flujo variado

Se presenta como flujo variado y gradualmente variado. El primero cambia violentamente en una pequeña longitud y el segundo lo contrario.

Flujo no Permanente

Un flujo no permanente es aquel que, presenta variaciones de sus características hidráulicas a lo largo del tiempo.

Flujo no permanente uniforme

Un flujo no permanente uniforme es aquel que, cambia su velocidad varia en el tiempo.

Flujo no permanente variado

“Se presentan como flujo no Permanente rápidamente variado y gradualmente variado. El primero es la variación del régimen de corriente con respecto al espacio y el segundo es el cambio de régimen de corriente con respecto al tiempo”. (Rocha, 2009, P. 5,6)

Propiedades geométricas de la sección transversal

“Los elementos geométricos son propiedades de la sección de un canal, las cuales son de mucha importancia para el cálculo del flujo” (Chow V. T., 1994, P. 22).”Para secciones regulares (canales artificiales) su alineamiento es recto, mientras que para secciones irregulares (canales naturales), varía por procesos de erosión constante por el cual su estudio corresponde a hidráulica fluvial” (Rocha, 2009, P. 9). A continuación, se dan las definiciones de varios elementos geométricos de importancia básica.

Profundidad de flujo (y)

Es la distancia vertical del punto más bajo de una sección del canal hasta la superficie libre.

Ancho superficial (T)

Ancho de la sección del canal en la superficie libre.

Área mojada (A)

Es el área de la sección transversal del flujo perpendicular a la dirección del flujo.

Perímetro mojado (P)

Longitud de la línea de contacto entre el agua y la superficie mojada del canal.

Radio Hidráulico (R)

Relación del área mojada con respecto a su perímetro mojado.

$$R = A/P \quad (8)$$

Profundidad Hidráulica (D)

Relación del área mojada con respecto al ancho de la superficie

$$D = A/T \quad (9)$$

Factor de la sección para flujo crítico (Z_c)

Producto del área mojada y la raíz cuadrada de la profundidad hidráulica.

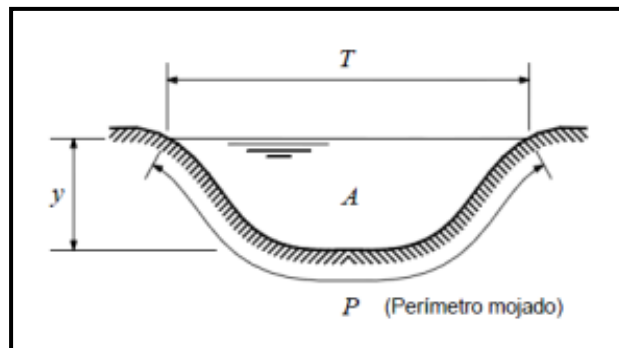
$$Z_c = A\sqrt{D} \quad (10)$$

Factor de la sección para flujo uniforme (Z_n)

Producto del área mojada y radio hidráulico elevado a la potencia 2/3.

$$Z_n = AR^{\frac{2}{3}} \quad (11)$$

Figura 4: Parámetros de la sección transversal de un canal

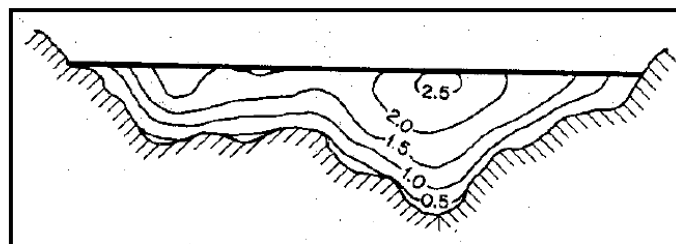


Fuente: Rocha, 1998

Distribución de velocidades

Para la distribución de velocidades en un canal, tener en cuenta que las velocidades no están uniformemente distribuidas en su sección, por el cual las velocidades más bajas se encuentran en las zonas más profundas, esto se debe a la rugosidad que pueda tener el canal. Asimismo, en las zonas más alejadas de la superficie se producen las velocidades más altas. Dicho fenómeno se puede mostrar en la Figura 5.

Figura 5: Distribución de velocidades en canal natural



Fuente: Ven te Chow, 1983

Rugosidad en canales naturales

La rugosidad de un canal natural está relacionada con la fuerza de resistencia que ofrece el cauce al movimiento de agua. Tener en cuenta que existen diferentes factores que hacen complicado seleccionar el valor de n para un cauce, pero dentro de los más importantes se encuentra el tipo y tamaño de los materiales que componen el cauce (Rocha, 2009, P. 81).

Dicho valor es llamado coeficiente de manning (n), que forma parte de la ecuación para el cálculo de la velocidad de flujo uniforme para flujos unidimensionales.

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (12)$$

Donde:

V= velocidad media

n= coeficiente de rugosidad manning

R= Radio hidráulico

S= pendiente

Adicionalmente, en la Tabla 2, se presentan los valores de rugosidad para diferentes superficies de canales artificiales y naturales.

Tabla 2: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)

TIPO DE CANAL		MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
A. CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE LLENO	A.1. METÁLICOS	a. Bronce Polido 0.009 b. Acero soldado con remaches 0.010 0.013 c. Metal corrugado sub - dren 0.017 0.021 dren para aguas lluvias 0.021	0.010 0.012 0.016 0.019 0.024	0.013 0.014 0.017 0.021 0.030
	A.2 NO METÁLICOS	a. Concreto tubo recto y libre de basuras 0.010 0.011 tubo con curvas, conexiones 0.011 0.013 afinado 0.013 tubo de alcantarillado con cámaras, entradas. 0.012 Tubo con moldaje de acero. 0.012 Tubo de moldaje madera cepillada 0.015 Tubo con moldaje madera en bruto 0.015 b. Madera duelas 0.015 laminada y tratada 0.018 c. Albañilería de piedra. 0.018	0.011 0.013 0.012 0.015 0.013 0.014 0.016 0.017 0.017 0.013 0.014 0.016 0.020 0.012 0.013 0.017 0.025	0.013 0.014 0.014 0.017 0.020 0.014 0.016 0.020 0.014 0.014 0.020 0.030
B. CANALES REVISTIDOS	B.1 METAL	a. Acero liso sin pintar 0.011 0.012 pintado 0.021 b. Corrugado 0.021	0.012 0.013 0.025	0.014 0.017 0.030
	B.2 NO METÁLICO	a. Madera Sin tratamiento 0.010 0.011 Tratada 0.012 Planchas 0.012 b. Concreto 0.011 afinado con plana 0.015 afinado con fondo de grava 0.014 sin afinar 0.017 excavado en roca de buena calidad 0.022 excavado en roca descompuesta 0.022 c. Albañilería 0.017 piedra con mortero 0.023 piedra sola 0.023	0.012 0.012 0.015 0.013 0.017 0.020 0.020 0.027 0.025 0.032	0.014 0.015 0.018 0.015 0.020 0.020 0.020 0.030 0.035
C. EXCAVADO	a. Tierra, recto y uniforme 0.016 nuevo 0.022 grava 0.022 con algo de vegetación 0.027 b. Tierra, sinuoso 0.023 sin vegetación 0.025 con malezas y pasto 0.030 maleza tupida, plantas 0.025 fondo pedregoso - malezas. 0.035 c. Roca suave y uniforme 0.025 irregular 0.035 d. Canales sin mantención 0.050 maleza tupida 0.040 Fondo limpio, bordes con vegetación 0.050	0.018 0.025 0.027 0.025 0.030 0.035 0.035 0.040 0.035 0.040 0.080 0.120 0.080	0.020 0.030 0.033 0.030 0.033 0.040 0.040 0.040 0.050 0.050 0.080 0.120 0.080	

Fuente: Ven te Chow, 1998

Efecto de la Viscosidad

“El efecto de la mayor o menor viscosidad del fluido sobre las condiciones del escurrimiento se expresa por el parámetro adimensional denominado número de Reynolds” (Rocha, 2009, P. 11), definido por:

$$Re = \frac{VL}{\nu} \quad (13)$$

Donde:

V= Velocidad media

L= longitud característica

ν = viscosidad cinemática del agua

El número de Reynolds representa la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas.

Los flujos pueden ser laminar, turbulento o transicional.

Re < 500 Flujo laminar

$Re > 2000$ Flujo turbulento

$500 < Re < 2000$ Flujo transicional

Efecto de la gravedad

“El efecto de la gravedad es representado por la relación entre las fuerzas inerciales y las fuerzas gravitacionales. Esta relación está dada por el número de Froude” (Chow V. T., 1994, P. 13), definido por:

$$F = \frac{V}{\sqrt{gL}} \quad (14)$$

Donde:

V= Velocidad media

L= longitud característica

g = aceleración de la gravedad

Los flujos pueden ser Sub-crítico, crítico y supercrítico.

Flujo sub-crítico Cuando $F < 1$

Flujo crítico Cuando $F = 1$

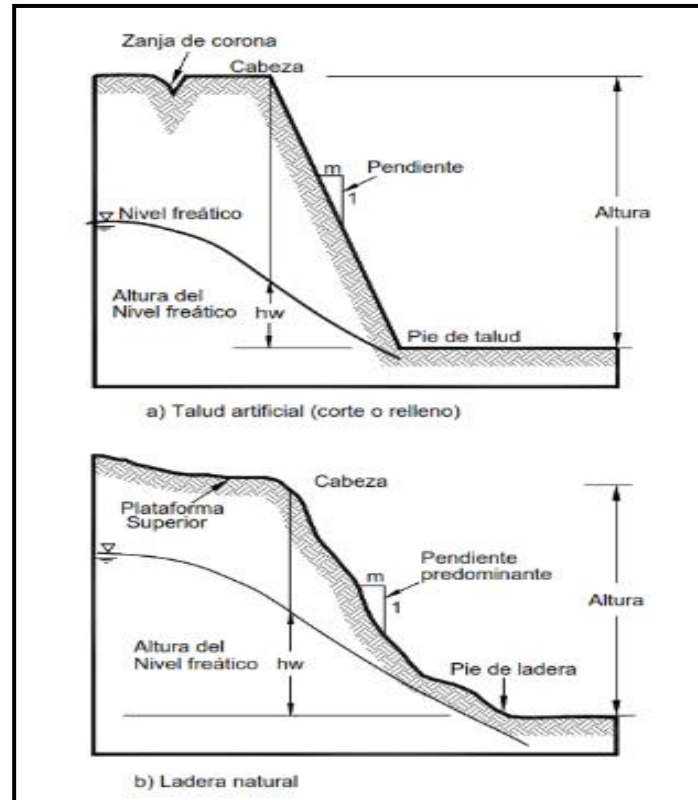
Flujo transicional Cuando $F > 1$

2.2.16. Análisis de Estabilidad de Taludes

2.2.16.1. Talud

Es una masa de tierra que no es plana, ya que presenta una pendiente o cambios significativos de altura. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente (Suárez, 2009, P.3). En la figura 6 se muestra la nomenclatura de taludes y laderas.

Figura 6: Nomenclatura de taludes y laderas



Fuente: Suárez, 2009

Talud en proyecto

Situación en la que pueden ser analizadas diferentes alternativas de solución, con la selección de la más adecuada técnica y económicamente.

Talud Excavado con Insuficiencia de estado

Con insuficiencia de estabilidad, o que se encuentre en proceso de estabilización, con desplazamientos crecientes, fisuración, afectando estructuras en éste contenidas o adyacentes.

Talud en ruptura a ser reconstruido

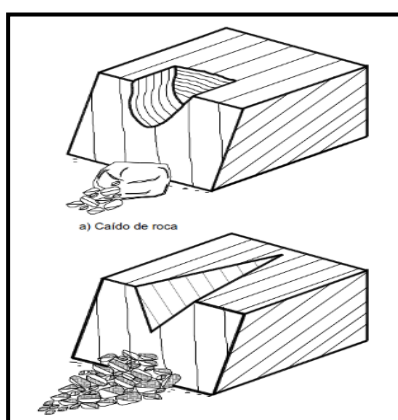
Una simple reconstrucción en la situación original conduciría a nueva ruptura. El talud deberá ser proyectado, en situación semejante al del caso a) con la ventaja de posibilitar su retro análisis.

2.2.16.2. Tipos de Movimientos en Taludes

Desprendimiento de Suelo y Roca

Es el desprendimiento y caída de materiales del talud, pueden incluir desde suelo y partículas relativamente pequeñas, hasta bloques de varios metros cúbicos. Los fragmentos son de diferentes tamaños y generalmente se rompen en el proceso de caído. Los “caídos de roca” corresponden a bloques de roca relativamente sana; los caídos de residuos o “detritos”, están compuestos por fragmentos de materiales pétreos. (Suárez, 2009, P. 8)

Figura 7: Esquema de caídos de roca y residuos



Fuente: Suárez, 2009

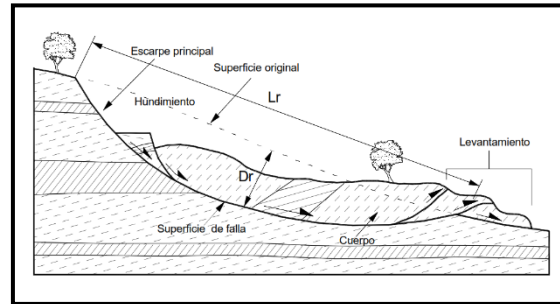
Deslizamientos

“El deslizamiento en masa consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies” (Suárez, 1998, P. 16).

Deslizamiento Rotacional

“En un desplazamiento rotacional, la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con respecto al eje paralelo a la superficie y transversal al deslizamiento” (Suárez, 2009, P. 14).

Figura 8: Desplazamiento de rotación en una ladera

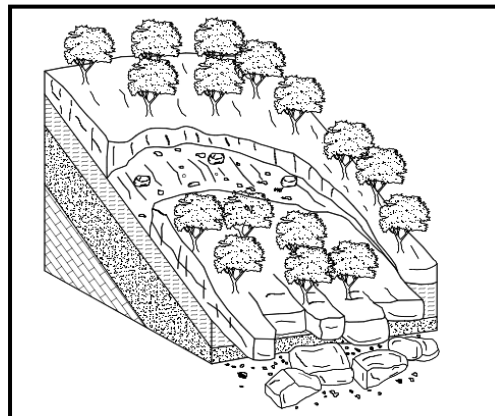


Fuente: Suárez, 2009

Deslizamiento Traslacional

“Se desliza hacia afuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo” (Suárez, 2009, P. 17).

Figura 9: Desplazamiento de traslación



Fuente: Suárez, 2009

Verificación de la Condición de Estabilidad

En ingeniería geotécnica se disponen de los siguientes métodos:

Método de las Líneas de Deslizamiento

“En el análisis de estabilidad de obras geotécnicas se busca determinar la configuración que provoque el colapso, sea por carga o geometría. Esta configuración está siempre asociada a desplazamientos plásticos no restringidos además de pequeñas deformaciones elásticas” (Kotter, 1967, P. 846).

Método de Análisis Límite

La solución compleja y rigurosa de un problema elástico-plástico de mecánica de los cuerpos deformables es muy compleja, siendo apenas factibles problemas muy simples. De hecho, esta solución envuelve la resolución de un conjunto de ecuaciones, constituido por:

Ecuaciones de equilibrio

Ecuaciones de compatibilidad

Relaciones tensión por deformación en la fase elástica

Relaciones tensiones por deformaciones en la fase plástica

Criterio de escurrimiento

Métodos Probabilísticos

Diversas propuestas de formulación de la seguridad y términos probabilísticos que apuntaba a una evolución en etapas:

Determinación de la variabilidad de los coeficientes de seguridad

Sustitución de los coeficientes de seguridad prescritos por índices de seguridad prescritos

Sustitución de índices de seguridad prescritos por probabilidades de ruina prescritas

Método de Equilibrio Límite

Un análisis de límite de equilibrio permite obtener un factor de seguridad o a través de un análisis regresivo, obtener los valores de la resistencia al cortante en el momento de la falla. Una vez se han determinado las propiedades de resistencia al cortante de los suelos, las presiones de poros y otras propiedades del suelo y del talud, se puede proceder a calcular el factor de seguridad del talud.

Este análisis de estabilidad consiste en determinar si existe suficiente resistencia en los suelos del talud para soportar los esfuerzos de cortante que tienden a causar la falla o deslizamiento.

La mayoría de los métodos de límite de equilibrio tienen en común, la comparación de las fuerzas o momentos resistentes y actuantes sobre una determinada superficie de falla. Las variaciones principales de los diversos métodos son, el tipo de superficie de falla y la forma cómo actúan internamente las fuerzas sobre la superficie de falla.

Concepto de Factor de Seguridad (F.S.) El factor de seguridad es empleado por los ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza para que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña. Felonías (1922) presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla. (Suárez, 2009, P. 130)

$$F.S. = \frac{\text{Resistencia al cortante disponible}}{\text{Esfuerzo al cortante actuante}} \quad (15)$$

En las superficies circulares donde existe un centro de giro y momentos resistentes y actuantes:

$$F.S. = \frac{\text{Momento resistente disponible}}{\text{Momento actuante}} \quad (16)$$

Limitaciones de los Métodos de Límite de Equilibrio

Los análisis de límite de equilibrio tienen algunas limitaciones entre las cuales se encuentran las siguientes:

Se basan solamente en la estática. Como los métodos de límite de equilibrio se basan solamente en la estática y no tienen en cuenta las deformaciones, las distribuciones de presiones, en muchos casos, no son realistas.

Suponen los esfuerzos uniformemente distribuidos. Debe tenerse cuidado cuando existan concentraciones de esfuerzos debidos a la forma de la superficie de falla o a la interacción de suelo-estructura.

Utilizan modelos de falla muy sencillos. El diseño de taludes utilizando solamente la modelación con métodos de límite de equilibrio es completamente inadecuado si los procesos de falla son complejos.

Generalmente se asume el material como isotrópico. el mecanismo de falla en los materiales residuales donde aparece el suelo, la roca meteorizada y la roca sana, así como las formaciones aluviales y coluviales no-isotrópicas, requiere de nuevos enfoques y del estudio de las superficies de falla no simétricas. (Suárez, 2009, P. 133)

Métodos que no subdividen el depósito

Es necesario idealizar una geometría simple. La superficie de ruptura posee una directriz con una ecuación bien definida.

✓ Método de Bishop y Bishop Modificado

“Bishop (1955) presentó un método utilizando dovelas y teniendo en cuenta el efecto de las fuerzas entre las dovelas. Bishop asume que las fuerzas entre dovelas son horizontales; es decir, que no tiene en cuenta las fuerzas de cortante” (Suárez, 2009, P. 159).

La solución rigurosa de Bishop es muy compleja y por esta razón, se utiliza una versión simplificada de su método, de acuerdo con la expresión:

$$F.S. = \frac{\sum \left[\frac{C' \Delta l \cos \alpha + (W' u \Delta l \cos \alpha) \tan \phi'}{\cos \alpha + (sena \tan \phi') / FS} \right]}{\sum w s ena} \quad (17)$$

Donde:

α = Angulo del radio y la vertical en cada dovela.

W = Peso total de cada dovela.

u = Presión de poros en la base de cada dovela = $\gamma_w h_w$

Δl = Longitud del arco de círculo en la base de la tajada.

c', φ' = Parámetros de resistencia del suelo

Como se puede observar en la ecuación, el término factor de seguridad FS se encuentra tanto en la izquierda como en la derecha de la ecuación; se requiere un proceso de interacción para calcular el factor de seguridad.

El método simplificado de Bishop es uno de los métodos más utilizados actualmente para el cálculo de factores de seguridad de los taludes. Aunque el método sólo satisface el equilibrio de momentos, se considera que los resultados son muy precisos en comparación con el método ordinario.

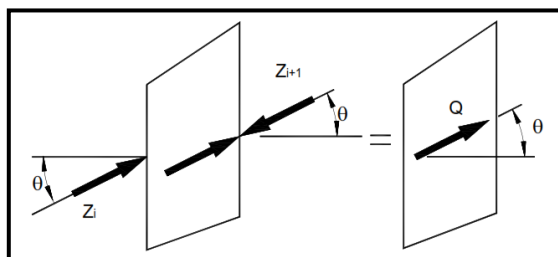
Aunque existen métodos de mayor precisión que el método de Bishop, las diferencias de los factores de seguridad calculados, no son grandes.

La principal restricción del método de Bishop simplificado, es que solamente considera las superficies circulares. **(Suárez, 2009, P. 159)**

✓ Método de Spencer

El método de Spencer es un método que satisface totalmente el equilibrio tanto de momentos como de esfuerzos. El procedimiento de Spencer (1967) se basa en la suposición de que las fuerzas entre dovelas son paralelas las unas con las otras, o sea, que tienen el mismo ángulo de inclinación (figura 17). **(Suárez, 2009, P. 159)**

Figura 10: Paralelismo de las fuerzas entre dovelas en el método de Spencer

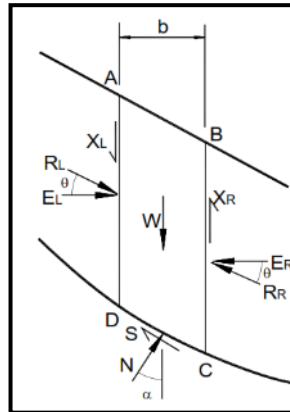


Fuente: Suárez, 2009

La inclinación específica de estas fuerzas entre partículas, es desconocida y se calcula como una de las incógnitas en la solución de las ecuaciones de equilibrio. Spencer inicialmente propuso su método para superficies circulares pero este procedimiento se puede extender fácilmente a superficies no circulares.

Spencer plantea dos ecuaciones una de equilibrio de fuerzas y otra de equilibrio de momentos, las cuales se resuelven para calcular los factores de seguridad F y los ángulos de inclinación de las fuerzas entre dovelas θ (Figura 18).

Figura 11: Fuerzas que actúan sobre las dovelas en el método de Spencer



Fuente: Suárez, 2009

Para resolver las ecuaciones F y θ , se utiliza un sistema de ensayo y error donde se asumen los valores de estos factores (en forma repetitiva) hasta que se alcanza un nivel aceptable de error.

Una vez se obtienen los valores de F y θ se calculan las demás fuerzas sobre las dovelas individuales. El método de Spencer se considera muy preciso y aplicable para casi todo tipo de geometría de talud y perfiles de suelo y es tal vez, el procedimiento de equilibrio más completo y más sencillo para el cálculo del factor de seguridad. (Duncan, Wright, & Brandon, 2005, P. 83)

2.2.16.3. Métodos de Estabilización de taludes

“La forma moderna de agrupar los métodos de taludes” (Assis, 1997):

Disminución de las presiones Hidrostáticas

En taludes en suelo: Las presiones hidrostáticas actuantes disminuyen las presiones efectivas y por consecuencia la resistencia del suelo.

En taludes en roca: Las presiones hidrostáticas disminuyen los esfuerzos normales actuantes en los mismos, disminuyendo su resistencia al cortante.

Introducción de fuerzas resistentes

Estabilización con Pre Excavación total

Su empleo implica la excavación total del talud con inclinación temporalmente estable, para hacer posible la construcción del muro, con posterior colocación de suelo en la parte del montante. Es importante proveer a la estructura de buen drenaje, para evitar empujes hidrostáticos excesivos a montante.

- ✓ **Muros de Gravedad:** Son muros de gravedad son estructuras de contención convencionales que obtienen su soporte por la acción de su peso solamente. Se deben diferenciar dos tipos generales de muros de gravedad
- ✓ **Muros rígidos.** En esta categoría se encuentran los muros de concreto reforzado, concreto simple y concreto ciclópeo.
- ✓ **Muros flexibles.** Se incluyen los muros en gaviones, los muros criba, los pedraplenes y los muros de tierra con llantas usadas, entre otros. (Suárez, 2009, P. 151)

Estabilización sin Pre Excavación total

En función de su ángulo de inclinación con relación al plano de ruptura, serán mayores o menores sus componentes normal y tangencial, las que contribuirán en el aumento de los esfuerzos normales o de contrabalancear los esfuerzos cortantes

Un anclaje es una instalación que es capaz de transmitir una carga de tensión a un manto de soporte a profundidad”.

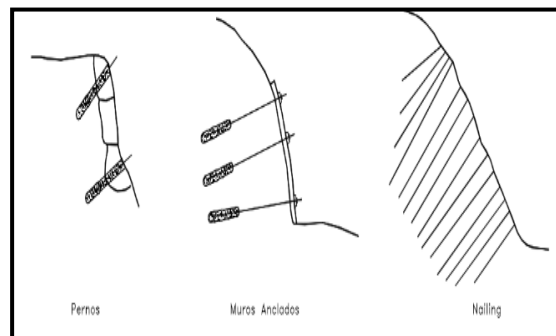
Tipos de Estructuras Ancladas

- ✓ **Muros Anclados:** Los muros anclados son estructuras de gravedad, semigravedad o pantallas; que se sostienen mediante anclas pretensadas con bulbos profundos. Los muros anclados pueden ser de varios tipos:
- ✓ **Muros de gravedad o semigravedad.** Las estructuras de gravedad son muros de concreto armado, a los cuales se les adicionan anclas pre-tensadas a varios niveles de altura.
- ✓ **Pantallas.** Son pantallas delgadas de concreto armado, las cuales se pueden construir utilizando concreto proyectado o fundidas en el sitio. A las pantallas de concreto se les colocan hileras de anclas a varios

niveles. Las pantallas también pueden ser pre excavadas utilizando el sistema de “Slurry Wall”.

- ✓ **Tablestacas.** Estructuras delgadas enterradas, metálicas o de concreto armado, ancladas en su parte superior. Una variante del sistema son los pilotes tangentes/ secantes.
- ✓ **Estructuras ancladas.** En las estructuras ancladas se colocan varillas o tendones generalmente, de acero en perforaciones realizadas con taladro, posteriormente se inyectan con un cemento. Los anclajes pueden ser pretensados para colocar una carga sobre un bulbo cementado o pueden ser cementados simplemente sin colocarles carga activa. (Suárez, 2009, P. 151)

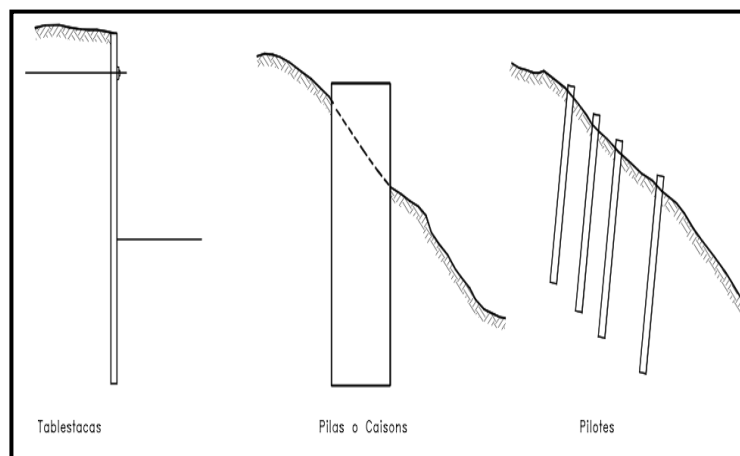
Figura 12: Esquema de estructuras ancladas



Fuente: Suárez, 2009

Estructuras Enterradas. Son estructuras esbeltas, las cuales generalmente trabajan empotradas en su punta inferior. Internamente están sometidas a esfuerzos de flexión y cortante.

Figura 13: Esquema de estructuras enterradas



Fuente: Suárez, 2009

Micropilotes (Soil nailing). El Soil Nailing es un método de refuerzo in situ utilizando micropilotes vacíos capaces de movilizar resistencia a tensión en el caso de ocurrencia de un movimiento. Se diferencian de los pilotes en cuanto los micropilotes no resisten cargas laterales a flexión. Los micropilotes pueden ser varillas de acero, tubos o cables que se introducen dentro del suelo natural o la roca blanda y son inyectados dentro de huecos preperforados. Generalmente son espaciados a distancias relativamente pequeñas. Los micropilotes pueden ser hincados o inyectados en perforaciones previamente realizadas. Junto con el suelo estos alfileres o nail forman una estructura de suelo reforzado. Los nail o alfileres se diferencian de los anclajes en el sentido de que son pasivos, o sea, que no son postensionados. Adicionalmente los Nails están mucho más cercanamente espaciados que los anclajes.

Pilotes. Los pilotes hincados han sido utilizados en ocasiones para la estabilización de deslizamientos activos. Este método sólo es apropiado para deslizamientos poco profundos y suelos que no fluyan entre los pilotes. Los deslizamientos profundos generalmente producen fuerzas laterales muy grandes que no pueden ser resistidas fácilmente por los pilotes.

Tierra Reforzada. Los muros también pueden ser de tierra armada, que consisten en un relleno de suelo granular con láminas de refuerzo, que pueden ser metálicas o de elementos plásticos. Los muros en tierra armada consisten en la colocación de tiras o capas de refuerzo en el proceso de compactación de terraplenes con taludes de alta pendiente. El concepto fue introducido por Vidal en los años 1960. **(Suárez, 2009, P. 212)**

Mejoría de las propiedades del material del talud

Estabilización con cemento

El caso del cemento es un proceso de cementación y relleno de los vacíos del suelo o roca y las discontinuidades de mayor abertura, aumentando la resistencia del conjunto y controlando los flujos internos de agua. Los procesos de inyecciones se conducen en varias etapas iniciando por una inyección de la zona y terminando con el relleno de sitios específicos. En suelos residuales la inyección de cemento de zonas permeables en el límite inferior del perfil de meteorización ha tenido buen éxito. **(Suárez, 2009, P. 28)**

Jet Grouting

El Jet-Grouting es una tecnología que utiliza la inyección radial de fluidos, a muy alta velocidad, para desagregar (erosionar) el terreno, sustituyendo parcialmente el material erosionado y mezclándolo con un agente de cementación para formar un nuevo material.

Inclusión de Fibras Vegetales al suelo

El tipo de vegetación tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales: en primer lugar, tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y además da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces. Incorporando inhibidores o controladores de energía de caída

2.2.16.4. Apoyos Estructurales

Para taludes rocosos empinados, inclusive con pendiente negativa, ante presencia de bloques de roca potencialmente inestables en la parte superior del talud, una solución es colocar apoyos estructurales: columnas o vigas verticales (gigantes) de concreto. Estos elementos estructurales pueden ser o no anclados al macizo rocoso, en función de los esfuerzos ejercidos y de las condiciones de fundación.

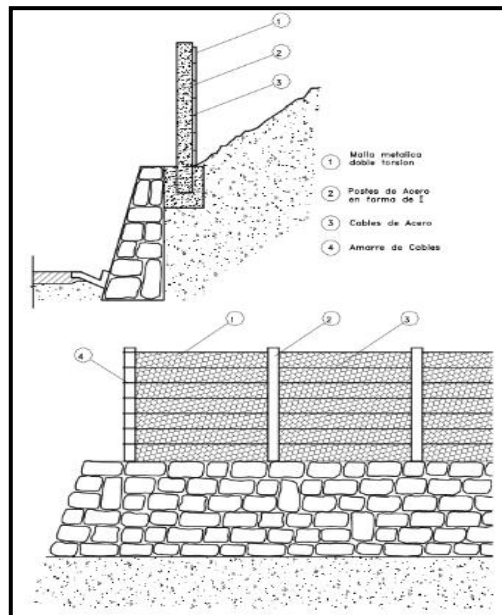
2.2.16.5. Barreras de Protección

Para taludes rocosos empinados, presentando roca muy fracturada en la cara, es común utilizar malla metálica electrosoldada instalada sobre la cara del talud y fijada al macizo por medio de pernos de anclaje convenientemente espaciado, a fin de evitar caídas de bloque de roca que puedan desprenderse. (Suárez, 1998, P. 400)

2.2.16.6. Muros de Impacto

Se construyen de concreto armado, requiriendo una buena cimentación para resistir las cargas de los posibles impactos. En la parte superior de éstos se pueden colocar barreras más leves y flexibles, con una línea de tubos metálicos llenos con mortero.

Figura 14: Sistema de barrera metálica con cables de acero, para control de caídos de bloques de roca



Fuente: Suárez, 1998

•Cercas de Retención

Consisten de telas metálicas soportadas por estructuras de perfiles metálicos, adecuadamente imbuidos en el suelo, con suficiente empotramiento para resistir las cargas laterales debidas a los impactos.

2.3. Definición de Términos

Talud: inclinación de un terreno o de un muro.

Muros: Construcciones que sirven de barrera, delimitar un terreno o formar un cercado.

Enrocados: colocación de piedras de gran tamaño para remediación de talud

Gavión: Cesta grande de mimbre o alambre, rellena de tierra o piedra, que se emplea como defensa en fortificaciones, construcciones hidráulicas, etc.

Mortero: Mezcla de diversos materiales, como cal o cemento, arena y agua, que se usa en la construcción.

Presupuesto: Cálculo anticipado del coste de una obra o un servicio.

Diseño: Actividad a realizarse mediante software u hojas de cálculo que tiene por fin proyectar dimensión de muro a realizar

Precipitación: La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico, llevando agua dulce a la parte emergida de la corteza terrestre.

Encausamiento: Acción y efecto de dar a una corriente de agua una determinada dirección por medio de la realización de la correspondiente obra

Estiaje: Nivel más bajo o caudal mínimo que en ciertas épocas del año tienen las aguas de un río, estero, laguna, etc.

Muros anclados: El muro anclado es un proceso de sostenimiento de excavaciones en sentido descendente. A medida que se avanza la excavación, se va sosteniendo el perímetro.

Caudal: Se puede definir el caudal como la cantidad de fluido que circula a través de una sección por unidad de tiempo

Máxima avenida: Se define como avenida máxima al máximo caudal que se puede presentar a la salida de una cuenca y siempre será consecuencia de una lluvia máxima. Se define lluvia máxima a la mayor altura de agua que meteorológicamente puede darse durante un tiempo dado y en un periodo de tiempo prefijado.

2.4.HIPOTESIS

2.4.1.HIPOTESIS GENERAL

El diseño y modelamiento de enrocados mejorará la protección de talud vial en riesgo. Carabayllo -lima

2.4.2.HIPOTESIS ESPECIFICOS

- a)El análisis de las características mecánicas y físicas del suelo para hacer uso de enrocados es importante para la protección de talud vial en riesgo
- b) El caudal de La máxima avenida en el uso de enrocados será determinante para la protección de talud vial en riesgo
- c) El costo llevara a determinar la viabilidad de enrocado, para la protección de talud vial en riesgo

2.5.VARIABLES

2.5.1.Definición Conceptual de la variable

Variable Independiente

- Enrocados

El muro de enrocado son rocas sueltas acomodadas de forma irregular a lo largo de un talud y el dique natural de contención es un elemento pasivo que soporta cargas laterales.

Variable Dependiente

- Protección de talud vial en riesgo

Solución geotécnica integral que se implementa en un talud, sea de terraplén, de excavación, de corte, natural, u otros, capaz de incorporarle equilibrio suficiente y sostenible, que atienda los criterios gravitatorios y sísmicos, medidos por factor de seguridad, sin afectar negativamente su entorno

2.5.2.Definición Operacional de la variable

Enrocados

Para el análisis de implementación con enrocado, debemos tener conocimiento sobre los tipos de enrocado estructural que existen y asimismo considerar que el presupuesto, con este tipo de defensa ribereña, resulta mucho más rentable y proporciona la seguridad efectiva de lo que se busca.

Protección de carreteras en riesgo

Para determinar la inestabilidad de talud, existen varios estudios que se pueden utilizar, como, el de suelos, el del volumen del caudal del río, el del clima siendo este último un factor determinante que solo varía en los meses de verano e invierno.

2.5.3.Operacionalización de la variable

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	ENROCADOS	hidrología	máximas avenidas en estación magdalena (m3) calculo hidrológico (m3/s)
		Estudio de suelos	Informe de estudio de suelos (S/u)
		Diseño	Diseño de enrocado
VARIABLE DEPENDIENTE	PROTECCION DE TALUD DE VIAL EN RIESGO	Tipos de protección de carreteras y estabilidad de taludes	Cálculo de estabilidad de talud con enrocado (F.S)
		presupuesto	Presupuesto enrocado(Soles)

CAPITULO III. . METODOLOGÍA

3.1.Método de investigación

En el presente trabajo de investigación se utilizó el Método Científico como método general; porque es la forma de aproximarse a la realidad, de estudiar los fenómenos de la naturaleza, la sociedad, con la finalidad de descubrir la existencia de los mismos y sus relaciones

3.2.Tipo de investigación

El tipo de estudio de la presente investigación es aplicado, porque se aplican los conocimientos teóricos a las realidades concretas para darles solución; utilizando para ello los resultados de las investigaciones básicas o puras. Están orientadas a la consecución de un logro u objetivo práctico determinado. ¿Por qué?

3.3.Nivel de investigación

Nivel de Investigación: descriptivo – explicativo

Tiene como propósito buscar solución a problemas reales, ya que usan la aplicación de enrocado para la protección e salud vial en riesgo

3.4.Diseño de investigación

El diseño de estudio de la presente investigación es el no experimental, dado que su explicación señala que son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.

3.5.Población, muestra y muestreo de la investigación

3.5.1.Población

En esta investigación la población está conformada por el distrito de Carabayllo de la ciudad de Lima, sector Puquio, de la margen derecha del Rio Chillón que comprenden el muro enrocado en camino vecinal en puquio a la ribera de rio chillón

3.5.2.Muestra

De la población anteriormente señalada se ha tomado como muestra de tipo NO ESTADISTICA, DIRIGIDO se toma en cuenta el tramo de enrocado desde Km= 31 + 280 (rio Chillón) hasta la Progresiva Km= 30 + 480 Distrito de Carabayllo.

3.6.Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se emplearon nos ayudaron a obtener los datos tales son: (el cuestionario, la observación, fotografías, ensayos de laboratorio).

3.6.1.Técnicas:

La técnica usada en el presente trabajo de investigación es la observación, que consiste en observar atentamente el fenómeno hecho o caso, las inspecciones de campo permitieron identificar el tipo, la causa y la magnitud de los deslizamientos, erosión, asentamiento de talud y luego tomar información de las condiciones observadas de la zona y registrarla para un posterior análisis.

3.6.2.Instrumentos:

Haciendo uso del instrumento como es

Los **ensayos de laboratorio de suelos** se han realizado con el propósito de obtener información de suelo en la zona con el fin de obtener respuesta que nos puedan ofrecer toda la información que nos sirva para posterior análisis.

Se hizo el **estudio topográfico** para poder tener información del lugar y poder establecer un diseño óptimo

3.7.Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se hará uso de los resultados de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, luego se procede a procesar la información, con el apoyo de una computadora, programas y hojas de cálculo Excel 2013, Word 2013, Auto Cad, y el software RIVER e instrumentos de cálculo como la calculadora, formatos.

Fase 1: Descripción de las técnicas de construcción de los muros.

Ubicar el lugar y espacio Topografía

Medidas del caudal

Muestras del suelo

Procesar los resultados en las hojas de cálculo de los muros de contención propuesto.

Fase 2: Predimensionamiento y cálculo de los muros.

Procesó los resultados de los ensayos de suelos

Los datos hidrológicos en hoja de cálculo, a pre dimensionar los muros de contención para finalmente

Verificar la estabilidad, vuelco y las presiones sobre el terreno

Fase 3: Determinación de los costos.

Obtención de los precios y cantidades que fueron necesarias para la construcción de los muros propuestos,

Elaboración de los metrados,

Análisis de costos unitarios (APU)

Elaborar un presupuesto donde se encuentre plasmados los costos.

Fase 4: Comparación y análisis de los resultados.

Se culmina con la obtención de los datos de resultados de los presupuestos,

Llevando un registro de los mismos

Finalmente obtener el diseño técnico cuantitativa de los costos construcción de muros de enrocado

3.8.Técnicas y análisis de datos

3.8.1.Técnicas

Observación

Se realiza en la fase inicial para verificar que puntos son de riesgo para realizar los muros de enrocados

Software River

A través de software River voy a modelar el comportamiento de los muros de enrocados

Referencias de diseño

Las normas que necesito para diseñar el muro usaré norma e 030 y normas en el E-050

Laboratorio de Suelos

3.8.2. Análisis de datos

El trabajo realizado en campo: Consistió en realizar una ficha de observación, para constatar la realidad de los taludes de la trocha carrozable

Ensayos de laboratorio: En esta etapa se realizaron los ensayos de corte directo, cálculo del peso específico de las rocas – suelo, análisis granulométrico por tamizado, la utilización de estos datos nos ha facilitado para realizar los cálculos necesarios,

Trabajos en gabinete: Luego de obtener los datos de las técnicas, instrumentos y pruebas se procede a procesar la información, con el apoyo de una computadora, programas y hojas de cálculo Excel 2016, Word 2016, Auto Cad e instrumentos de cálculo como la calculadora, formatos.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1.DISEÑO DE ENROCADO-CÁLCULO HIDRÁULICO

A continuación, se presentan los parámetros con las fórmulas empleadas para el cálculo hidráulico.

4.1.1.Ancho Estable de la Sección del Cauce

Para determinar el ancho estable del río Chillón, se ha evaluado las secciones del mismo en donde se tiene un ancho establecido, así mismo se ha aplicado algunos métodos: Petits, Simons y Henderson, Blench Altunin y Manning.

- **Datos:**

Caudal de diseño (Q):125 m³/s

Coeficiente rugosidad (n): 0.035

Pendiente promedio (S): 1.86%

Talud (Z):1.50

- **Recomendación Práctica**

Tenemos que para caudales del orden de los 125 m³/s el ancho estable debe ser:

$$B = 27.82m$$

- **Método de Petits**

$$B = 4.44Q^{0.5}$$

$$B = 4.44 \times (125)^{0.5}$$

$$B = 49.64m$$

- **Método de Simons y Henderson**

$$B = K_1 Q^{0.5}$$

Donde K_1 es un valor determinado por las condiciones del fondo del río y lo determinamos del siguiente cuadro:

DESCRIPCION	Long.
Fondo y orillas de arena	5.70
Fondo arena y orillas de material cohesivo	4.20
Fondo y orillas de material cohesivo	3.60
Fondo y orillas de grava	2.90
Fondo arena y orillas de material no cohesivo	2.80

$$B = 2.90 \times (125)^{0.5}$$

$$B = 32.42m$$

- **Método de Blench Altunin**

El método es recomendable para material arenoso de D_{50} menor de 0.50 mm.

$$0.5$$

$$B = 1.81(Q \times F_b / F_s)$$

F_b = factor de fondo de cauce de río

F_s = factor de orilla de cauce de río

FACTOR DE FONDO	Fb
Material fino	0.80
Material grueso	1.20
FACTOR DE ORILLA	Fs
Material suelto (Barro y arena)	0.10
Materiales ligeramente cohesivos (barros)	0.20
Materiales cohesivos	0.30

$$B = 1.81(125 \times 0.80 / 0.10)^{0.5}$$

$$B = 57.24m$$

- **Método de Manning - Strickler**

$$B = \left(\frac{Q^{1/2}}{S^{1/5}} \right) (nK^{5/3})^{3/(3+5m)}$$

n = coeficiente de rugosidad del cauce

K = coeficiente de material del cauce

m = coeficiente de tipo de río

VALORES DE RUGOSIDAD DE MANNING	n
Fondo sólido sin irregularidades	0.025
Cauces de río con acarreo irregular	0.030
Cauces de río con vegetación	0.033
Cauces naturales con derrubio e irregulares	0.035
Cauces de río con fuerte transporte de acarreo	0.036
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	0.040
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	0.045
COEFICIENTE MATERIAL DE CAUCE	K
Material de cauce muy resistente	3 a 4
Material fácilmente erosionable	16 a 20
Material aluvial	8 a 12
Valor práctico	10
COEFICIENTE DE TIPO DE RÍO	m
Para ríos de montaña	1.00
Para cauces arenosos	0.70
Para cauces aluviales	0.50

$$B = \left(\frac{125^{1/2}}{0.0186^{1/5}} \right) (0.035 \times 12^{5/3})^{3/(3+5 \times 0.5)}$$

$$B = 38.15m$$

- De los resultados de ancho estable calculados tenemos un promedio

$$B = \frac{40 + 49.64 + 32.42 + 57.24 + 38.15}{5} = 43.49m$$

- Observación: Con respecto al ancho natural promedio del cauce del río Chillón en el sector Huatocay - Puquio donde se ubicarán los trabajos de la defensa ribereña, se pudo constatar que el ancho natural definido por el cauce varía de 33.00 m a 69.00 m; por lo que definimos un ancho estable de: $B = 33.00m$

b).- Cálculo del Tirante de Diseño y Características Hidráulicas

- Tirante de diseño (t)**

$$t = \left(\frac{Q}{K_s \times b \times S^{0.5}} \right)^{3/5}$$

VALORES DE Ks PARA CAUCES NATURALES	Ks
Cauces con fondo sólido sin irregularidades	40
Cauces de río con acarreo irregular	33 - 35
Cauces de río con vegetación	30 - 35
Cauces naturales con derrubio e irregulares	30
Cauces de río con fuerte transporte de acarreo	28
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	25 - 28
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	19 - 22

$$t = \left(\frac{125}{28 \times 33 \times 0.0186^{0.5}} \right)^{3/5}$$

$$t = 0.995m$$

- **Velocidad Media (Vm)**

$$Vm = K_s \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

K_s = coeficiente de rugosidad (inversa de Manning)

R = radio hidráulico

S = pendiente

$$R = \frac{A}{P}$$

A = área hidráulica

P = perímetro hidráulico

$$R = \frac{b \times t + Z \times t^2}{b + 2t\sqrt{1 + Z^2}}$$

b = plantilla de río

$$b = B - 2Zt$$

$$b = 33 - (2 \times 1.5 \times 0.995) = 30.01m$$

$$R = \frac{30.01 \times 0.995 + 1.5 \times 0.995^2}{30.01 + (2 \times 0.995 \sqrt{1 + 1.5^2})}$$

$$R = 0.933m$$

Entonces: $Vm = K_s \times R^{2/3} \times S^{1/2}$

$$Vm = 28 \times (0.933^{2/3}) \times (0.0186)^{1/2}$$

$$Vm = 3.646m/s$$

- **Número de Froude (F)**

$$F = \frac{V}{\sqrt{gt}}$$

$$F = \frac{3.646}{\sqrt{9.81 \times 0.995}} = 1.167$$

- **Borde Libre (Bl)**

$$Bl = \phi \times e$$

$$e = \frac{v^2}{2g} = \frac{(3.646)^2}{(2 \times 9.81)} = 0.678$$

Caudal máximo m ³ /s	Coficiente ϕ
3000 - 4000	2.00
2000 - 3000	1.70
1000 - 2000	1.40
500 - 1000	1.20
100 - 500	1.10

Fuente: Rubén Terán "Diseño y Construcciones de Defensas Ribereñas"

Según el caudal máximo consideramos $\phi = 1.10$

$$Bl = 1.10 \times 0.678$$

$$Bl = 0.745$$

- **Altura de Dique Enrocado(H)**

$$H = t + Bl$$

$$H = 0.995 + 0.745$$

$$H = 1.74m$$

Adoptamos:

$$H_{\text{total}} = 3.00 \text{ m}$$

c). - Cálculo de la Profundidad de Socavación (Hs)

La profundidad de socavación permitirá dimensionar la pantalla y uña antisocavante que deberá colocarse en el lecho del río con la finalidad de garantizar la estabilidad del dique enrocado.

Para el presente proyecto la profundidad de socavación (d_s) se calculará aplicando el método propuesto por el ruso L.L Lischtván Lebediev, el cual se ajusta a los trabajos ejecutados en la zona por el Proyecto de Encausamientos de Río y Protección de Estructuras de Captación - PERPEC.

Por lo tanto es necesario calcular la socavación máxima esperada para la máxima avenida, teniendo en consideración que el tipo del suelo de las márgenes y lecho del río están constituidos por limos arcillosos, arenas y gravas, es decir suelo no cohesivo:

$$d_s = \left[\frac{a * d_o^{5/3}}{0.68 * D_m^{0.28} * \beta} \right]^{1/x}$$

Donde:

d_s = Tirante después de producida la Socavación (m)

a = Coeficiente

d_o = Tirante sin Socavación (m)

D_m = Diámetro Medio (mm)

β = Coeficiente que depende del Periodo de Retorno (TR)=0.97

X = Exponente que depende de:

D_m = Para suelos granulares, no cohesivos

γ_s = Para suelos finos, cohesivos

$$a = \frac{Qd}{dm^{5/3} * Be * \mu}$$

Donde:

$Q_d = \text{Caudal de río} = 125 \text{ m}^3/\text{seg}$

$d_m = \text{Tirante Medio} = A/B_e = 0.654 \text{ m}$

$B_e = \text{Ancho efectivo de la sección sin obstáculos} = 60.00 \text{ m}$

$\mu = \text{Coeficiente de Contracción}$

Entonces:

$$a = \frac{125}{0.654^{5/3} \times 33.00 \times 0.986}$$

$$a = 7.796$$

Para un suelo no cohesivo se tiene los siguientes datos de tablas:

$D_m = \text{Diámetro Medio (mm)} = 0.250 \text{ mm (GP)}$

$X = 0.423$

$$\frac{1}{(1+X)} = \frac{1}{1+0.423} = 0.7030$$

Así mismo el valor de β que es el coeficiente del período de retorno y según tabla para un período de retorno de 50 años y probabilidad de retorno del 2% el valor de $\beta = 0.97$

$$\text{Entonces: } d_s = \left[\frac{7.796 \times 0.995^{5/3}}{0.68 \times 0.25^{0.28} \times 0.97} \right]^{0.703}$$

$$d_s = 2.908$$

La profundidad de socavación H_s será:

$$H_s = (d_s - d_o)$$

$$H_s = 2.908 - 0.995$$

$$H_s = 1.91 \text{ m}$$

Asumimos: $H_s = 2.00 \text{ m}$ (Profundidad de socavación)

4.2.DISEÑO DE ENROCADO-TAMAÑO DE ROCA

a). - Cálculo del Tamaño de Roca a Utilizarse

- **Primer Método**

El dimensionamiento es adecuado cuando se cumple lo siguiente:

$$\Gamma_c > \Gamma_b$$

$$\Gamma_s > \Gamma_m$$

Donde:

Γ_c = Tensión crítica de arrastre

Γ_b = Tensión de arrastre en el fondo

Γ_s = Tensión crítica en el talud u orilla

Γ_m = Tensión de arrastre en el talud u orilla

Asumimos roca de las dimensiones:

En el talud con D_m de 0.70 - 1.00 m

En el cauce a pie de talud $D_m > 1.00m$

✓ Tensión crítica de arrastre Γ_c

$$\Gamma_c = C^1 \times (\delta_s - \delta_w) \phi_m$$

Donde

C^1 = coeficiente de Shields = 0.047

δ_s = peso específico de la roca = 2400 Kg./m³

δ_w = peso específico del agua = 1000 Kg./m³

Remplazando valores:

$$\Gamma_c = 0.047 \times (2400 \text{Kg} / \text{m}^3 - 1000 \text{Kg} / \text{m}^3) \phi_m$$

Para los rangos promedios:

$$\phi_m = 0.70m, \text{ el valor de } \Gamma_c = 46.06Kg / m^2$$

$$\phi_m = 1.00m, \text{ el valor de } \Gamma_c = 65.80Kg / m^2$$

✓ Tensión crítica en el talud u orilla Γ_s

$$\Gamma_s = \Gamma_c \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \theta}{\text{sen}^2 \phi}}$$

Donde

$$\Theta = \text{ángulo de talud enrocado} = 26^{\circ}33'54'' \text{ para } Z=2.0$$

$$\emptyset = \text{ángulo de fricción interna de la roca} = 40^{\circ}$$

$$\Gamma_s = 65.80 \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 26.57}{\text{sen}^2 40}}$$

$$\Gamma_s = 65.80 \times 0.7448$$

$$\Gamma_s = 49.006Kg / m^2$$

✓ Tensión de arrastre en el fondo Γ_b

$$\Gamma_b = \delta_w \times t \times S$$

$$\Gamma_b = 1000Kg / m^3 \times 0.643m \times 0.01252$$

$$\Gamma_b = 8.048Kg / m^2$$

✓ Tensión de arrastre en el talud u orilla Γ_m

$$\Gamma_m = 0.75 \times (\delta_w \times t \times S)$$

$$\Gamma_m = 0.75 \times (1,000Kg / m^3 \times 0.643m \times 0.01252)$$

$$\Gamma_m = 6.036 \text{Kg} / \text{m}^2$$

Del análisis de los resultados obtenidos se concluye:

- ✓ $\Gamma_c > \Gamma_b$ No habrá movimiento o arrastre de material en el lecho del río, garantizando la estabilidad de la roca acomodada, así como de la uña de anclaje.
- ✓ $\Gamma_s > \Gamma_m$ No habrá movimiento de la roca acomodada en el talud u orillas, garantizando su estabilidad.
- ✓ Por lo que se concluye que el dimensionamiento del enrocado es el adecuado; en tal sentido el dimensionamiento de la roca $\emptyset = 0.70 - 1.00\text{m}$ considerado en el diseño de la defensa ribereña es correcto.

• **Segundo Método por el Factor de Talud**

$$\text{Tamaño de roca } d_{50} = \left(\frac{B}{A} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) \left(\frac{1}{f} \right)$$

Donde:

d_{50} = Tamaño de la roca

$B = 1.40$ para condiciones de mucha turbulencia, piedras redondas y sin que se permita movimiento de piedras.

A = Densidad relativa:

$$A = \frac{\gamma_r - \gamma_a}{\gamma_a} = \frac{2400 - 1000}{1000} = 1.40$$

γ_r = Peso específico de la roca = 2400 Kg./m³

γ_a = Peso específico del agua = 1000 Kg./m³

$$f = \sqrt{1 - \left(\frac{\text{Sen}^2 \theta}{\text{Sen}^2 \phi} \right)} = \sqrt{1 - \left(\frac{\text{Sen}^2 26.57}{\text{Sen}^2 40} \right)} = 0.7448$$

θ = Ángulo de inclinación de la sección transversal 26.57°

ϕ = Ángulo de reposo de la roca 40°

$v = \text{Velocidad media del río} = 2.292 \text{ m/s}$

$g = \text{Aceleración de la gravedad} = 9.81 \text{ m/s}^2$

$$\text{Tamaño de roca } d_{50} = \left(\frac{1.40}{1.40} \right) \left(\frac{2.292^2}{2 \times 9.81} \right) \left(\frac{1}{0.7448} \right) = 0.360 \text{ m}$$

- **Tercer Método de Maynard**

$$d_{50} = C_1 \times F^3 \times t \dots \dots (1)$$

$$F = C_2 \frac{V}{\sqrt{gY}} \dots \dots (2)$$

Donde:

$C_1 = 0.32$ (para un talud de 1:2)

$C_2 = 1.50$ (para tramos en curva)

$V = 2.292 \text{ m/s}$

$t = 0.643 \text{ m}$

Remplazando en (2)

$$F = 1.50 \frac{2.292}{\sqrt{9.81 \times 0.643}}$$

$F = 1.369$

Luego remplazando en (1)

$$d_{50} = 0.32 \times 1.369^3 \times 0.6439 = 0.528 \text{ m}$$

- **Cuarto Método de Isbash**

$$d_{50} = \frac{v^2}{1.70 \times \Delta \times g} \dots \dots (1)$$

$$\Delta = \frac{\gamma_r - \gamma_a}{\gamma_a} \dots \dots (2)$$

Donde:

$$V = 2.292 \text{ m/s}$$

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

$$\gamma_r = \text{Peso específico de la roca} = 2400 \text{ Kg./m}^3$$

$$\gamma_a = \text{Peso específico del agua} = 1000 \text{ Kg./m}^3$$

Remplazando en (2)

$$\Delta = 1.40$$

Luego remplazando en (1)

$$d_{50} = 0.225 \text{ m}$$

Por fines constructivos y experiencia en trabajos similares de defensas ribereñas en el cauce del río Chillón, adoptamos un tamaño de roca $D_m = 0.80 \text{ m}$, pudiéndose admitir diámetros hasta por un $\pm 20\%$ del diámetro nominal.

4.3. CARACTERÍSTICAS MECANICAS Y FISICAS DEL SUELO

Los estudios de suelos nos permitieron obtener las características del suelo del lugar el cual es En todas las calicatas excavadas, el subsuelos del área presenta una secuencia bien definida de estratificación compuesta por Dos Estratos N° 1 y 2, el primero superficialmente o de cubierta conformado por materiales heterogéneos desmontes basuras, rocas, Bolonerias, gravas arenas, sobre el cual están enrazadas malezas vegetales y tienen diferentes potencias tal como se puede observar en los registros de excavaciones suelos sin clasificación. El segundo estrato está constituido por una grava arenosa mal gradada en la clasificación SUCS (GP) y AASHTO A-1-a (o), con poco porcentaje de finos que pasa por la Malla N° 200 y se le, interpretándose que es de gran potencia según el conglomerado granular de Lima. Esta esta presente en la margen derecha del rio chillon

4.4. MAXIMA AVENIDA PARA EL DISEÑO DE ENROCADO

Se realiza una recopilación de máximas avenidas en el periodo de 50 años

Tabla 3: REGISTRO DE CAUDALES MAXIMOS MENSUALES

(PERIODO: 1959 -2005)

ESTACION DE AFORO: MAGDALENA

N°	AÑO	ENE	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN.	JUL.	AGO	SET.	OCT	NOV	DIC.	MAX IMO ANU AL
1	1959	14.1 20	25.0 00	28.5 25	22.8 36	3.57 1	0.93 2	0.66 4	0.58 8	0.28 4	2.92 3	0.65 0	27.4 56	28.5 25
2	1960	28.8 00	27.7 55	28.0 00	27.0 00	7.79 8	2.48 5	2.04 5	1.90 0	1.32 5	0.97 5	3.09 5	8.53 4	28.8 00
3	1961	17.3 24	35.5 67	40.0 00	26.3 80	5.42 5	3.46 5	2.01 5	1.24 7	0.25 8	0.18 4	0.60 5	1.03 5	40.0 00
4	1962	7.33 8	13.1 20	42.8 40	6.67 4	3.77 2	1.63 3	1.55 8	0.85 2	0.27 9	0.33 2	1.60 1	3.01 5	42.8 40
5	1963	11.2 90	36.0 00	31.8 89	12.6 35	1.59 2	1.25 0	0.70 0	0.29 0	0.11 5	0.10 5	0.10 5	1.80 0	36.0 00
6	1964	98.0 00	180. 130	120. 273	13.5 00	4.13 0	1.43 6	1.03 0	0.36 9	0.12 0	0.08 0	3.05 0	4.62 3	180. 130
7	1965	16.7 40	60.2 80	13.6 71	15.2 64	2.62 9	1.83 5	0.87 6	0.36 9	0.26 0	0.09 8	2.50 6	10.5 13	60.2 80
8	1966	4.32 0	22.5 30	130. 310	9.92 0	4.60 3	2.31 9	0.71 8	0.35 6	1.55 0	0.15 0	0.10 5	0.07 9	130. 310
9	1967	11.3 15	4.63 5	20.0 00	20.4 20	3.21 2	0.58 3	0.25 3	0.07 8	0.09 0	2.94 6	3.72 9	4.61 9	20.4 20
10	1968	9.71 6	26.3 42	36.1 00	9.81 6	3.41 5	1.36 8	0.58 6	0.22 6	0.08 0	0.18 0	2.98 6	8.90 4	36.1 00
11	1969	98.8 20	150. 180	130. 000	9.84 7	2.81 6	1.41 5	0.68 0	0.32 9	0.12 0	1.20 8	7.10 3	6.18 0	150. 180
12	1970	12.4 18	40.0 00	46.9 00	16.1 08	4.81 5	0.78 0	0.48 5	0.37 5	0.21 5	0.49 2	0.25 0	9.25 3	46.9 00
13	1971	12.6 29	180. 000	100. 000	9.62 5	5.26 0	3.82 0	2.80 0	1.20 0	0.70 0	1.20 0	5.20 0	19.2 18	180. 000
14	1972	6.21 3	49.1 00	34.0 13	14.7 18	6.51 6	1.34 7	1.08 5	0.95 0	0.71 8	0.90 0	0.45 0	4.65 9	49.1 00
15	1973	85.6 10	45.0 00	20.5 10	16.6 14	8.35 4	2.04 5	0.80 0	0.42 0	0.24 8	0.19 6	0.97 8	15.6 10	85.6 10
16	1974	18.6 63	98.5 20	70.0 00	5.43 0	1.60 0	0.50 5	0.25 0	0.11 0	0.07 0	0.07 0	2.58 7	4.63 0	98.5 20
17	1975	14.5 67	42.5 00	9.51 9	12.3 00	9.50 0	2.70 0	0.40 0	0.20 0	1.15 0	0.60 0	0.70 0	5.70 0	42.5 00
18	1976	28.5 00	65.4 50	36.3 00	12.6 00	6.50 0	1.30 0	0.60 0	0.30 0	0.20 0	0.50 0	1.50 0	0.60 0	65.4 50
19	1977	6.10 0	10.2 00	5.50 0	2.80 0	0.80 0	0.70 0	0.30 0	0.25 0	0.23 0	2.70 0	8.50 0	30.1 00	30.1 00
20	1978	11.4 00	18.0 00	47.4 80	11.8 00	10.2 00	7.85 0	6.30 0	5.30 0	1.80 0	1.40 0	1.80 0	3.00 0	47.4 80

21	1979	6.50 0	5.00 0	32.7 10	5.50 0	2.50 0	0.92 0	0.17 0	0.06 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	32.7 10
22	1980	23.0 00	46.0 00	25.0 00	10.8 00	2.50 0	1.90 0	1.90 0	1.60 0	0.95 0	1.50 0	0.65 0	3.00 0	46.0 00
23	1981	14.0 00	14.5 00	13.0 00	10.5 00	6.00 0	0.75 0	0.25 0	2.00 0	0.20 0	0.45 0	0.25 0	4.20 0	14.5 00
24	1982	5.00 0	5.00 0	20.0 00	5.50 0	1.50 0	0.70 0	0.65 0	0.45 0	0.25 0	0.40 0	1.50 0	8.30 0	20.0 00
25	1983	13.0 00	30.0 00	24.3 20	14.4 00	2.15 0	0.10 0	0.10 0	0.10 0	0.10 0	0.10 0	0.10 0	4.20 0	30.0 00
26	1984	11.6 30	33.6 00	14.9 80	3.28 0	2.31 0	0.91 0	0.73 0	0.21 0	0.25 0	0.45 0	5.38 0	40.0 00	40.0 00
27	1985	30.0 00	28.0 00	27.5 00	25.2 00	3.00 0	1.50 0	0.80 0	0.15 0	0.14 0	0.14 0	0.14 0	2.20 0	30.0 00
28	1986	8.00 0	35.0 00	30.0 00	27.0 00	16.0 00	4.00 0	0.00 0	0.80 0	0.00 0	3.00 0	3.50 0	7.00 0	35.0 00
29	1987	22.0 00	30.7 00	38.0 00	21.0 00	10.0 00	3.50 0	1.00 0	1.30 0	1.00 0	3.30 0	1.50 0	6.00 0	38.0 00
30	1988	20.0 00	21.0 00	47.0 00	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	47.0 00
31	1989	6.50 0	15.0 00	28.0 00	5.50 0	2.50 0	0.92 0	0.17 0	0.06 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	28.0 00
32	1990	23.0 00	35.0 00	25.0 00	10.8 00	2.50 0	1.90 0	1.90 0	1.60 0	0.95 0	1.50 0	0.65 0	3.00 0	35.0 00
33	1991	19.3 80	15.0 00	14.0 00	10.5 00	6.00 0	0.75 0	0.25 0	2.00 0	0.20 0	0.45 0	0.25 0	4.20 0	19.3 80
34	1992	5.00 0	10.0 00	26.0 00	5.50 0	1.50 0	0.70 0	0.65 0	0.45 0	0.25 0	0.40 0	1.50 0	8.30 0	26.0 00
35	1993	13.0 00	36.5 00	24.3 20	14.4 00	2.15 0	0.10 0	0.10 0	0.10 0	0.10 0	0.10 0	0.10 0	4.20 0	36.5 00
36	1994	11.6 30	15.8 00	14.9 80	3.28 0	2.31 0	0.91 0	0.73 0	0.21 0	0.25 0	0.45 0	5.38 0	21.0 00	21.0 00
37	1995	45.0 00	34.3 80	41.0 00	25.2 00	3.00 0	1.50 0	0.80 0	0.15 0	0.14 0	0.14 0	0.14 0	2.20 0	45.0 00
38	1996	8.00 0	42.0 00	41.0 00	27.0 00	16.0 00	4.00 0	0.00 0	0.80 0	0.00 0	3.00 0	3.50 0	7.00 0	42.0 00
39	1997	22.0 00	30.7 00	52.0 00	21.0 00	10.0 00	3.50 0	1.00 0	1.30 0	1.00 0	3.30 0	1.50 0	6.00 0	52.0 00
40	1998	22.0 00	100. 000	170. 000	20.0 00	10.0 00	3.50 0	1.00 0	1.30 0	1.00 0	3.30 0	1.50 0	6.00 0	170. 000
41	1999	22.0 00	30.7 00	54.0 00	21.0 00	10.0 00	3.50 0	1.00 0	1.30 0	1.00 0	3.30 0	1.50 0	6.00 0	54.0 00
42	2000	22.0 00	30.7 00	55.0 00	21.0 00	10.0 00	3.50 0	1.00 0	1.30 0	1.00 0	3.30 0	1.50 0	6.00 0	55.0 00
43	2001	20.0 00	21.0 00	35.0 00	19.5 20	6.56 0	4.70 0	3.71 0	1.60 0	3.72 0	2.81 0	3.50 0	3.60 0	35.0 00

44	2002	2.19 0	8.26 0	15.4 30	15.7 60	4.22 0	2.00 0	1.04 0	1.40 0	1.86 0	2.80 0	4.87 0	3.87 0	15.7 60
45	2003	12.9 90	17.5 10	27.7 40	13.9 50	4.46 0	1.74 0	1.23 0	1.02 0	1.92 0	2.14 0	2.16 0	4.93 0	27.7 40
46	2004	3.56 0	12.9 00	8.10 0	7.66 0	3.19 0	1.50 0	0.74 0	0.37 0	0.50 0	0.89 0	4.38 0	7.61 0	12.9 00
47	2005	15.3 30	7.66 0	13.7 20	13.1 70	3.78 0	1.64 0	1.51 0	2.01 0	2.06 0	2.10 0	2.20 0	5.60 0	15.3 30

Fuente: senhami

4.5.DISEÑO DE ENROCADO CON SOFTWARE RIVER

a) Ingreso de datos de caudal para procesar en software



imagen 1: ingreso de datos al software

b) Ingreso de parametros estadísticos en cuadro de procesos

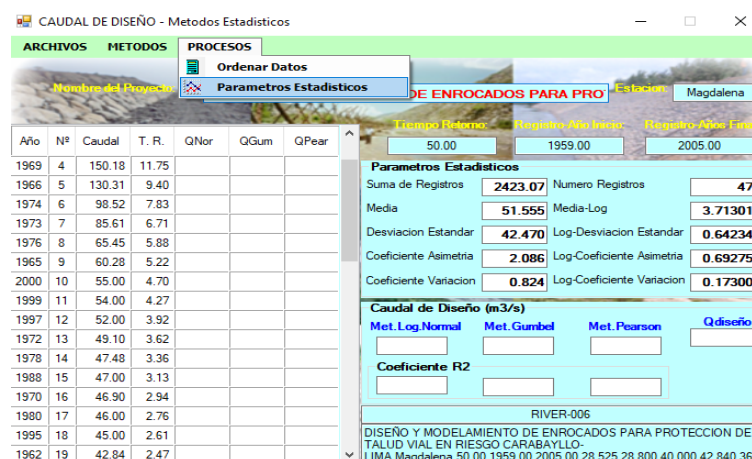


imagen 2: ingreso de parámetros estadísticos

c) Calculo por metodos : log normal, gumbel y Pearson III



imagen 3: cargar diferentes métodos de software

d) Método estadístico log normal

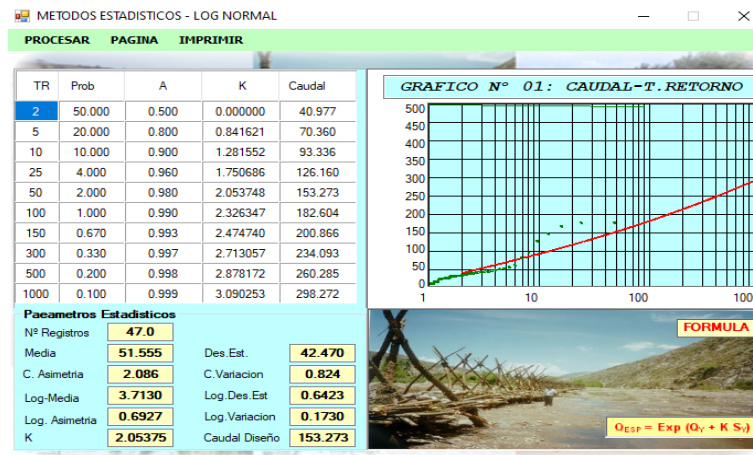


imagen 4: proceso de método estadístico log normal

e) Método estadístico Gumbel

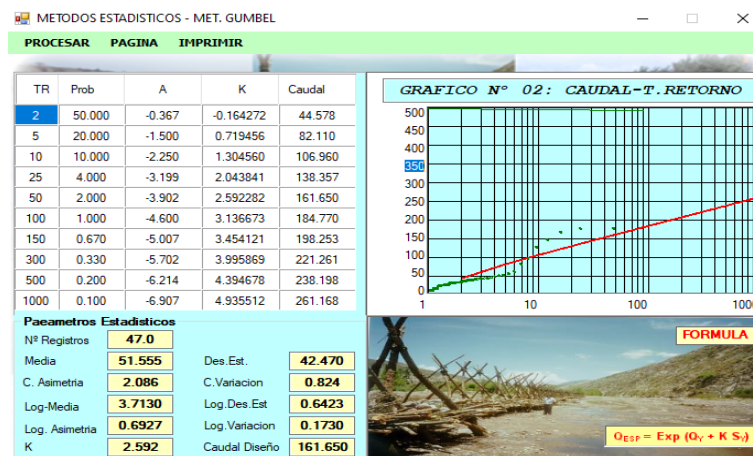


imagen 5: proceso de método estadístico Gumbel

f) Método estadístico Pearson III

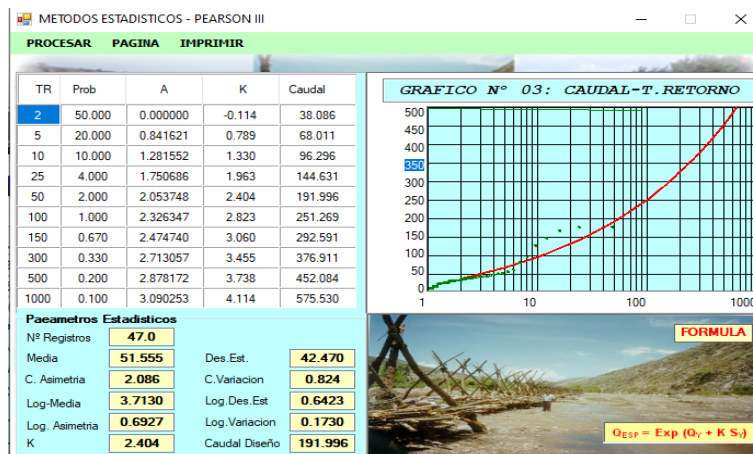


imagen 6: proceso de método estadístico Pearson III

g) Cálculo de caudal de diseño en software

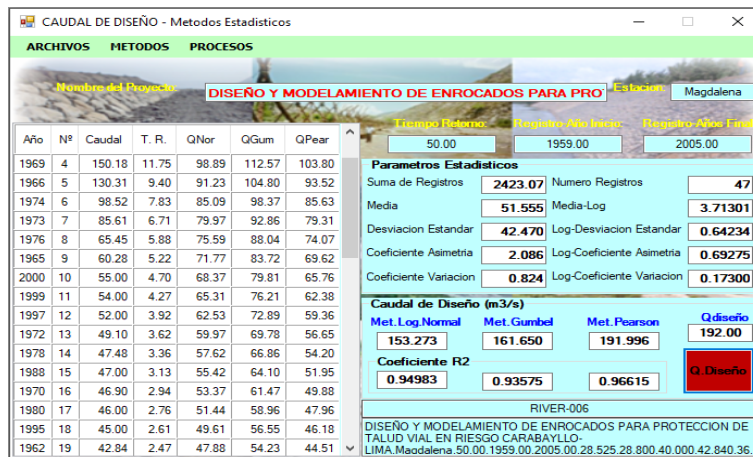


imagen 7: cálculo de caudal de diseño en programa

h) Diseño y modelado de enrocado lateral



imagen 8: información inicial para diseño y modelado de enrocados laterales

i) Aplicando método de petits

PROYECTO: DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION DE TALUD VII

Información Inicial
Caudal (Q) 125 P. Retomo 50 Pendiente 0.01850

Ancho Estable del Cauce (B)

Recomendación Práctica	28.72
Método de Petits	49.64
Método de Simons y Henderson	32.42
Método de Blench y Altunin	32.42
Método de Manning y Strickler	32.42

$B = 4.44 Q^{0.5}$

imagen 9: aplicar método de petits

j) Aplicando método de Simons y Henderson

PROYECTO: DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION DE TALUD VII

Información Inicial
Caudal (Q) 125 P. Retomo 50 Pendiente 0.01850

Ancho Estable del Cauce (B)

Recomendación Práctica	28.72
Método de Petits	49.64
Método de Simons y Henderson	32.42
Método de Blench y Altunin	32.42
Método de Manning y Strickler	32.42

Método de Simons y Henderson

$B = K_1 Q^{1/2}$

- Fondo y Orillas de Arena K1 = 5.70
- Fondo Arena y Orillas de Material Cohesivo K1 = 4.20
- Fondo y Orillas de Material Cohesivo K1 = 3.60
- Fondo y Orillas del cauce de Grava K1 = 2.90
- Fondo Arena y Orillas de Material No Cohesivo K1 = 2.80

imagen 10: aplicando método de Simons y Henderson

k) Aplicando método de Blench y Altunin

PROYECTO: DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION DE TALUD VII

Información Inicial
Caudal (Q) 125 P. Retomo 50 Pendiente 0.01850

Ancho Estable del Cauce (B)

Recomendación Práctica	28.72
Método de Petits	49.64
Método de Simons y Henderson	32.42
Método de Blench y Altunin	32.42
Método de Manning y Strickler	32.42

Método de Blench y Altunin

$B = 1.81(Q F_b/F_s)^{1/2}$

Factor de Fondo (Fb)

- 0.80 - Mat. Finos (Dm < 0.50 mm)
- 1.20 - Mat. Gruesos (Dm > 0.50 mm)

Factor de Orilla (Fs)

- 0.10 - Mat. Suetos
- 0.20 - Mat. ligeramente Cohesivos
- 0.30 - Mat. Cohesivos

imagen 11: aplicación del método de Blench y Altunin

l) Aplicando método de Manning y strickler

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

PROYECTO: DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION DE TALUD VII

Información Inicial

Caudal (Q) P. Retomo Pendiente

125 50 0.01850

Ancho Estable del Cauce (B)

Recomendación Práctica	28.72
Método de Pralla	49.64
Método de Simons y Hardaway	32.42
Método de Blench y Altman	57.24
Método de Manning y Strickler	38.15

Sección Transversal del Cauce

Método de Manning y Strickler

$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K)^{5/3} (3+5m)$ n K m

Coefficiente - Tipo de Material (K)

10 - Valor Práctico

12 - Mat. Aluvial

16 - Mat. Fácilmente erosionable

03 - Mat. muy resistente

Coefficiente Cauce (n)

0.50 - Rios de Cauces Aluviales

0.70 - Rios de Cauces Arenosos

1.00 - Rios de Cauce de Montaña

imagen 12: aplicando método de Manning y strickler

m) Aplicando variable de método de Manning y strickler

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

PROYECTO: DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION DE TALUD VII

Información Inicial

Caudal (Q) P. Retomo Pendiente

125 50 0.01850

Ancho Estable del Cauce (B)

Recomendación Práctica	28.72
Método de Pralla	49.64
Método de Simons y Hardaway	32.42
Método de Blench y Altman	57.24
Método de Manning y Strickler	38.15

Sección Transversal del Cauce

Método de Manning y Strickler

$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K)^{5/3} (3+5m)$ n K m

Rugosidad del Cauce del RIO (n)

0.025 - Sólido sin irregularidades

0.030 - Con acarreo irregular

0.033 - Con vegetación

0.034 - Con derrubio e irregular.

0.035 - Con fuerte transporte de acarreo

0.040 - Con piedras de 0.25 a 0.30 m.

0.045 - Con derrubio grueso y acarreo movil

Más Rugosidades

imagen 13: Aplicando variable de método de Manning y strickler

n) Ingresando más rugosidades

Form6

INGRESE RUGOSIDAD >>>> 0.0677

SELECCIONE OTRA RUGOSIDAD PRESIONANDO EL BOTON QUE SE OBSERVA EN CADA FOTO

Jay Emilio Hernandez C

imagen 14: ingresando rugosidades en el software

o) Aplicar y definir sección de cauce

imagen 15: aplicar sección teórica del cauce con el método de Manning

p) Aplicar dimensiones de dique enrocado, cálculo del tirante de socavación, profundidad de socavación, altura de uña y altura total

imagen 16: aplicación de diseño preliminar sugerido

q) Aplicar dimensionamiento de dique enrocado lateral

imagen 17: aplicar dimensionamiento de dique enrocado

r) Aplicación de la fórmula de Maynard

The screenshot shows a software window titled "DIMENSIONAMIENTO DE DEFENSA - DIQUE ENROCADO LATERAL". It features a top navigation bar with "PROCESAR", "PAGINA", and "IMPRIMIR". Below this is a header "DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION DE TALUD VIAL EN RIESGO CA". The main interface is divided into several sections:

- Table 1: Dique en tramo en Recta**

Alt. Dique	Alt. Enroca	Alt. Uña	B. Libre	Caudal	Velocidad	Talud	Ancho Uña	Z seco	Wroca	Ano. Fric
3.00	2.50	2.00	1.52	125.00	3.69	1.50	2.00	1.50	2.00	33.00
- Table 2: Dique en Tramo en Curva**

Alt. Dique	Alt. Enroca	Alt. Uña	B. Libre	Caudal	Velocidad	Talud	Ancho Uña	Z seco	Wdique	Corona
3.00	2.50	2.00	1.52	125.00	3.69	1.50	2.00	1.50	1.70	4.00
- Formula de Maynard**

$$D_{50} = t C_1 F^3$$

$$F = C_2 V / (g y)^{0.5}$$

Gravedad: 9.81
Velocidad: 3.69
Tirante: 0.98
Tirante Socavacion: 2.75
C1: 0.32
C2: 1.25
- DIQUE EN RECTA- D50 (m)**

Maynard: 1.03
Isbash: 0.82
- DIQUE EN CURVA - D50 (m)**

Maynard: 1.03
Isbash: 0.82

imagen 18: aplicación de la fórmula de Maynard

s) Aplicación de la fórmula de Isbash

The screenshot shows the same software window as in image 18, but with the "Formula de Isbash" section active. The formulas and input values are:

- Formula de Isbash**

$$D_{50} = 0.58823 V^2 / (w g)$$

Gravedad: 9.81
Velocidad: 3.69
Wroca: 2.00
- Formula de Maynard**

$$D_{50} = t C_1 F^3$$

$$F = C_2 V / (g y)^{0.5}$$

Gravedad: 9.81
Velocidad: 3.69
Tirante: 0.98
Tirante Socavacion: 2.75
C1: 0.32
C2: 1.25
- DIQUE EN RECTA- D50 (m)**

Maynard: 1.03
Isbash: 0.82
- DIQUE EN CURVA - D50 (m)**

Maynard: 1.03
Isbash: 0.82

imagen 19: aplicación de la fórmula de Isbash

t) Selección de dimensión de dique enrocado lateral

The screenshot shows the same software window, now displaying the results of the calculations. The "Formula de Maynard" section is active, and the results for the D50 values are shown in the right-hand panels:

- DIQUE EN RECTA- D50 (m)**

Maynard: 1.03 (Promedio: 0.93)
Isbash: 0.82 (Selección: 1.00)
- DIQUE EN CURVA - D50 (m)**

Maynard: 1.03 (Promedio: 1.00)
Isbash: 0.82 (Selección: 1.00)

imagen 20: proceso de datos y resultados de dimensiones en dique enrocado

u) Procesamiento de factor de seguridad en software y presentación grafica

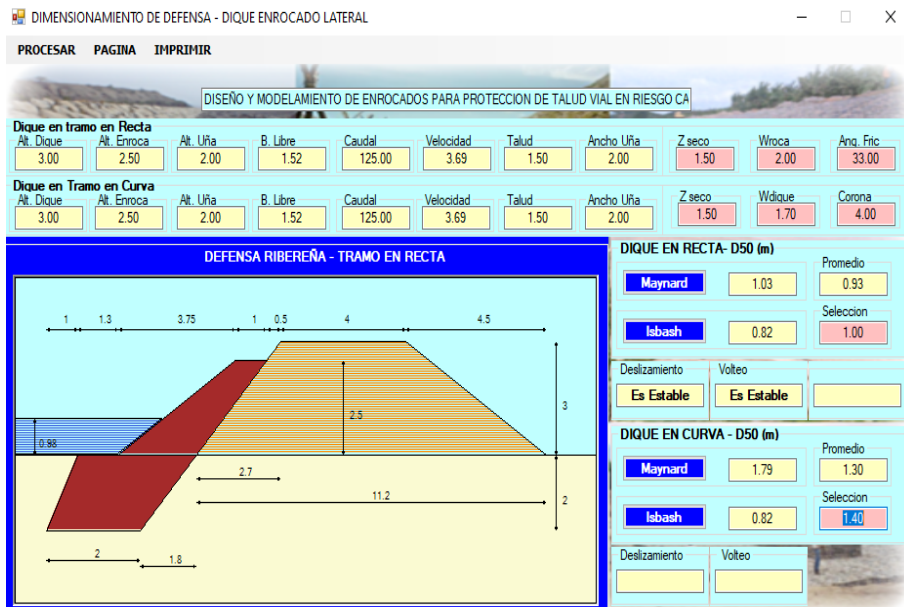


imagen 21: factores de seguridad y grafico final que son procesados en software

4.6.METRADO DE MURO ENROCADO

PLANILLA SUSTENTO DE METRADOS

Obra : DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION DE TALUD VIAL EN RIESGO
CARABAYLLO-LIMA

Propietario :

Ubicación : LOCALIDAD DE HUATOCAY, SECTOR PUQUIO DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO CHILLÓN - DISTRITO DE CARABAYLLO - LIMA - LIMA

Fecha : MAYO 2019

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	DIMENSIONES (m)		SUB-TOTAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO		
1.00.00	<u>OBRAS PROVISIONALES</u>						
	-						
1.01.00	CARTEL DE OBRA	UND	2.00				2.00
1.02.00	INSTALACIÓN DE CAMPAMENTO	UND	1.00				1.00
1.03.00	ALMACÉN Y GUARDIANÍA	GLB	1.00				1.00
1.04.00	HABILITACION Y MANTENIMIENTO DE CAMINO DE ACCESO	M	1.00	2,000.00		2,000.00	2,000.00
2.00.00	<u>SEGURIDAD Y SALUD</u>						
	-						

2.01.00	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	UND				20.00
			20.00			
2.02.00	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	UND				1.00
			1.00			
2.03.00	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD	GLB				1.00
			1.00			
2.04.00	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB				1.00
			1.00			
2.05.00	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	GLB				1.00
			1.00			
3.00.00	<u>TRABAJOS PRELIMINARES</u>					
	-					
3.01.00	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIAS	VJE				2.00
			2.00			
3.02.00	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	M				1,200.00
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400</i>		1.00	1,200.00		1,200.00
3.03.00	CONTROL TOPOGRÁFICO	M				1,200.00
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400</i>		1.00	1,200.00		1,200.00
4.00.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					

4.01.00	DESCOLMATACION DE CAUCE Y CONFORMACIÓN DE DIQUE	M3						32,790.59
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400</i>							
	<i>Metrado de Explanaciones Descolmatación de Cauce y Conformación de Dique</i>		<i>1.00</i>		<i>Volúmen de Corte = 32,790.59</i>			<i>32,790.59</i>
4.02.00	PERFILADO DE TALUD DE DIQUE	M2					5.41	6,489.96
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400</i>		<i>1.00</i>	<i>1,200.00</i>				<i>6,489.96</i>
4.03.00	NIVELACIÓN DE CORONA EN DIQUE O LASTRADO Y ACABADO	M2						4,800.00
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400</i>		<i>1.00</i>	<i>1,200.00</i>	<i>4.00</i>			<i>4,800.00</i>
4.04.00	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA UÑA	M3					2.00	6,000.00
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400</i>		<i>1.00</i>	<i>1,200.00</i>	<i>2.50</i>			<i>6,000.00</i>
5.00.00	<u>ESTRUCTURA DE ROCA</u>							
	-							
5.01.00	EXTRACCIÓN DE ROCA EN CANTERA	M3						9,112.50
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400 (10% de Vacios)</i>						<i>2.00</i>	
	<i>Uña</i>		<i>0.90</i>	<i>1,200.00</i>	<i>2.50</i>	<i>2.50</i>		<i>5,400.00</i>
	<i>Dique</i>		<i>0.90</i>	<i>1,200.00</i>	<i>1.38</i>			<i>3,712.50</i>
5.02.00	SELECCIÓN Y ACOPIO DE ROCA EN CANTERA	M3						9,112.50
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400 (10% de Vacios)</i>						<i>2.00</i>	
	<i>Uña</i>		<i>0.90</i>	<i>1,200.00</i>	<i>2.50</i>	<i>2.50</i>		<i>5,400.00</i>
	<i>Dique</i>		<i>0.90</i>	<i>1,200.00</i>	<i>1.38</i>			<i>3,712.50</i>

5.03.00	CARGUIO DE ROCA EN CANTERA	M3						9,112.50
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400 (10% de Vacios)</i>					2.00		
	<i>Uña</i>		0.90	1,200.00	2.50	2.50	5,400.00	
	<i>Dique</i>		0.90	1,200.00	1.38		3,712.50	
5.04.00	TRANSPORTE DE ROCA DESDE CANTERA A OBRA	M3						9,112.50
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400 (10% de Vacios)</i>					2.00		
	<i>Uña</i>		0.90	1,200.00	2.50	2.50	5,400.00	
	<i>Dique</i>		0.90	1,200.00	1.38		3,712.50	
5.05.00	ACOMODO DE ROCA EN UÑA	M3						5,400.00
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400 (10% de Vacios)</i>					2.00		
	<i>Uña</i>		0.90	1,200.00	2.50		5,400.00	
5.06.00	ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE	M3						3,712.50
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400 (10% de Vacios)</i>					2.50		
	<i>Dique</i>		0.90	1,200.00	1.38		3,712.50	
6.00.00	<u>MITIGACIÓN AMBIENTAL</u>							
	-							
6.01.00	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	M2						4,800.00
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400</i>		1.00	1,200.00	4.00		4,800.00	
6.02.00	INSTALACIÓN Y DESINSTALACIÓN DE LETRINAS	UND						3.00
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400</i>		3.00					
6.03.00	REFORESTACION TALUD SECO DE DIQUE	UND						100.00
	<i>Progresiva 30+200 a 31+400</i>		100.00					

7.00.00	<u>CAPACITACIÓN</u>			
	-			
7.01.00	CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE BENEFICIARIOS	MES		1.00
			1.00	

4.7.Presupuesto enrocado

S10

PRESUPUESTO

Página

1

Subpre
supuest
o

001

DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION DE TALUD VIAL EN RIESGO
CARABAYLLO-LIMA

Fecha 30/05/2022

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				
01.01	CARTEL DE OBRA	und	2.00	1,847.91	3,695.82
01.02	INSTALACIÓN DE CAMPAMENTO	und	1.00	5,233.91	5,233.91
01.03	ALMACEN Y GUARDIANIA	glb	1.00	18,375.20	18,375.20
01.04	HABILITACION Y MANTENIMIENTO DE CAMINO DE ACCESO	m	2,000.00	3.91	7,820.00
02	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA				
02.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	und	20.00	253.00	5,060.00
02.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	und	1.00	2,243.20	2,243.20
02.03	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD	glb	1.00	2,700.00	2,700.00
02.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	6,000.00	6,000.00
02.05	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	3,600.00	3,600.00
03	TRABAJOS PRELIMINARES				
03.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS	vje	2.00	6,324.16	12,648.32
03.02	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	m	1,200.00	2.34	2,808.00
03.03	CONTROL TOPOGRÁFICO	m	1,200.00	10.84	13,008.00
04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
04.01	DESCOLMATACION DE CAUCE Y CONFORMACION DE DIQUE	m3	32,790.59	4.36	142,966.97
04.02	PERFILADO DE TALUD DE DIQUE	m2	6,489.96	1.95	12,655.42
04.03	NIVELACION DE CORONA DE DIQUE O LASTRADO Y ACABADO	m2	4,800.00	2.74	13,152.00
04.04	EXCAVACION DE ZANJA PARA UÑA	m3	6,000.00	6.04	36,240.00
05	ESTRUCTURA DE ROCA				
05.01	EXTRACCION DE ROCA EN CANTERA	m3	9,112.50	30.69	279,662.63
05.02	SELECCION Y ACOPIO DE ROCA EN CANTERA	m3	9,112.50	25.83	235,375.88
05.03	CARGUIO DE ROCA EN CANTERA	m3	9,112.50	15.07	137,325.38
05.04	TRANSPORTE DE ROCA DESDE CANTERA A OBRA	m3	9,112.50	30.69	279,662.63
05.05	ACOMODO DE ROCA EN UÑA	m3	5,400.00	20.52	110,808.00
05.06	ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE	m3	3,712.50	24.62	91,401.75
06	MITIGACION AMBIENTAL				
06.01	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	m2	4,800.00	0.17	816.00
06.02	INSTALACIÓN Y DESINSTALACIÓN DE LETRINAS	und	3.00	547.31	1,641.93
06.03	REFORESTACION TALUD SECO DE DIQUE	und	100.00	25.71	2,571.00
07	CAPACITACIÓN				
07.01	CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE BENEFICIARIOS	mes	1.00	10,017.96	10,017.96
	COSTO DIRECTO				1,437,490.00
	GASTOS GENERALES 12.90%				185,436.21
	UTILIDAD 10%				143,749.00

SUBTOTAL	1,766,675.21
IMPUESTO (IGV 18%)	318,001.54
	=====
TOTAL PRESUPUESTO	2,084,676.75

SON : DOS MILLONES OCHENTICUATRO MIL SEISCIENTOS SETENTISEIS Y 75/100 NUEVOS SOLES

4.8.Análisis de precios unitarios enrocado

S10

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Página : 1

Partida **1.01** **CARTEL DE OBRA**
 Rendimiento **und/DIA** **MO. 1.0000** **EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : und
1,847.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	23.08	18.46
101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	19.23	153.84
101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	14.33	229.28
401.58						
Materiales						
2040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		10.0000	2.34	23.40
2041200010002	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 1 1/2"	kg		0.5000	2.89	1.45
2041200010010	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 4"	kg		0.5000	2.89	1.45
2041200010011	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 6"	kg		0.5000	2.89	1.45
231010001	MADERA TORNILLO	p2		180.0000	5.46	982.80
2903200090039	GIGANTOGRAFIA DE 3.60 x 4.80 MT (SEGUN MODELO)	und		1.0000	423.73	423.73
1,434.28						
Equipos						
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	401.58	12.05
12.05						

Partida **1.02** **INSTALACIÓN DE CAMPAMENTO**

Rendimiento

und/DIA**MO. 0.5000****EQ. 0.5000**

Costo unitario directo por : und
5,233.91

Código	Descripción de Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010002	Mano de Obra CAPATAZ	hh	0.1000	1.6000	23.08	36.93
101010003	OPERARIO	hh	1.0000	16.0000	19.23	307.68
101010005	PEON	hh	2.0000	32.0000	14.33	458.56
803.17						
Materiales						
207070003	AGUA DE MESA	bid		10.0000	21.17	211.70
207070004	FRAZADA (ECONOMICA)	und		10.0000	21.19	211.90
207070005	COLCHON DE ESPUMA 1 1/2 P(ECONOMICO)	und		5.0000	101.70	508.50
207070006	CARPA DE LONA FAMILIAR	und		2.0000	1,525.42	3,050.84
207070007	BATERIA AA	und		50.0000	4.24	212.00
290130009	FRANELA, TELAS, TRAPOS	und		5.0000	21.17	105.85
290230002	LINTERNAS	und		5.0000	21.17	105.85
4,406.64						
Equipos						
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	803.17	24.10
24.10						

Partida **1.03** **ALMACEN Y GUARDIANIA**

Rendimiento

g1b/DIA**MO. 1.0000****EQ. 1.0000**

Equipos							
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	102.02		3.06
3011800020009	TRANSPORTE DE EXCAVADORA ORUGAS DE 195-200 HP	vje		1.5000	2,181.44		3,272.16
3011800020010	TRANSPORTE DE TRACTOR DE ORUGAS DE 300-350 HP	vje		1.0000	1,381.42		1,381.42
301220012	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	0.8000	6.4000	244.61		1,565.50
							6,222.14

Partida **3.02 TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO**

Rendimiento
m/DIA
MO. 400.0000
EQ. 400.0000
Costo unitario directo por : m

2.34

Código	Descripción Mano de Obra	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
101010005	PEON		hh	2.0000	0.0400	14.33	0.57
101030000	TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0200	23.08	0.46
							1.03
Materiales							
2130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol		0.0050	6.78	0.03
231040001	ESTACAS DE MADERA		und		0.2500	3.39	0.85
240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.0010	29.66	0.03
292010004	WINCHA DE LONA DE 100 m		und		0.0010	101.70	0.10
							1.01
Equipos							
3010000020001	NIVEL		hm	0.5000	0.0100	7.56	0.08
301000011	TEODOLITO		hm	0.5000	0.0100	9.85	0.10
301000021	MIRA TOPOGRAFICA DE 4 m		he	1.0000	0.0200	4.25	0.09
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	1.03	0.03
							0.30

Partida **3.03 CONTROL TOPOGRÁFICO**

Rendimiento
m/DIA
MO. 75.0000
EQ. 75.0000
Costo unitario directo por : m

10.84

Código	Descripción Mano de Obra	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
101010005	PEON	Mano de Obra	hh	3.0000	0.3200	14.33	4.59
101030000	TOPOGRAF O		hh	1.0000	0.1067	23.08	2.46
							7.05
Material es							
2130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol		0.0800	6.78	0.54
240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.0200	29.66	0.59
							1.13
Equipos							
3010000020001	NIVEL		hm	1.0000	0.1067	7.56	0.81
301000011	TEODOLITO		hm	1.0000	0.1067	9.85	1.05
301000021	MIRA TOPOGRAFICA DE 4 m		he	1.0000	0.1067	4.25	0.45
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	7.05	0.35
							2.66

Partida **04.01 DESCOLMATACION DE CAUCE Y CONFORMACION DE DIQUE**

Rendimiento
m3/DIA
MO. 900.0000
EQ. 900.0000
Costo unitario directo por : m3

4.36

Código	Descripción Mano de Obra	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0044	23.08	0.10

101010005	PEON	hh	0.5000	0.0044	14.33	0.06
101030008	CONTROLADOR	hh	1.0000	0.0089	15.94	0.14
	Equipos					0.30
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.30	0.01
3011800020008	TRACTOR DE ORUGAS DE 300-350 HP	hm	1.0000	0.0089	455.49	4.05
						4.06

Partida **4.02** **PERFILADO DE TALUD DE DIQUE**

Rendimiento
m2/DIA
MO. **1,800.0000**
EQ. **1,800.0000**
Costo unitario directo por : m2 **1.95**

Código	Descripción Mano de de	Recurso Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0004	23.08	0.01
101010005	PEON		hh	0.5000	0.0022	14.33	0.03
101030008	CONTROLADOR		hh	1.0000	0.0044	15.94	0.07
	Equipos						0.11
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.11	
301170004	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 195-200 HP		hm	1.0000	0.0044	418.82	1.84
							1.84

Partida **04.03** **NIVELACION DE CORONA DE DIQUE O LASTRADO Y ACABADO**

Rendimiento
m2/DIA
MO. **1,400.0000**
EQ. **1,400.0000**
Costo unitario directo por : m2 **2.74**

Código	Descripción Mano de de	Recurso Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0006	23.08	0.01
101010005	PEON		hh	0.5000	0.0029	14.33	0.04
101030008	CONTROLADOR		hh	1.0000	0.0057	15.94	0.09
	Equipos						0.14
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.14	
3011800020008	TRACTOR DE ORUGAS DE 300-350 HP		hm	1.0000	0.0057	455.49	2.60
							2.60

Partida **4.04** **EXCAVACION DE ZANJA PARA UÑA**

Rendimiento
m3/DIA
MO. **600.0000**
EQ. **600.0000**
Costo unitario directo por : m3 **6.04**

Código	Descripción Mano de de	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0067	23.08	0.15
101010005	PEON		hh	0.5000	0.0067	14.33	0.10
101030008	CONTROLADOR		hh	1.0000	0.0133	15.94	0.21
	Equipos						0.46
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.46	0.01
301170004	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 195-200 HP		hm	1.0000	0.0133	418.82	5.57
							5.58

Partida **5.01** **EXTRACCION DE ROCA EN CANTERA**

Rendimiento
m3/DIA

MO. 110.0000

EQ. 110.0000

Costo unitario directo por : m3

30.69

Código	Descripción Mano de Obra	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0073	23.08	0.17
101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.1455	19.23	2.80
101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.1455	15.94	2.32
101010005	PEON		hh	2.0000	0.1455	14.33	2.09
							7.38
	Materiales						
201040001	PETROLEO D-2		gal		0.0200	10.50	0.21
2450200010017	BARRENO DE PERFORACION 3/4" X 95 cm		pza		0.0010	321.00	0.32
255100001	DINAMITA AL 65%		kg		0.2500	10.40	2.60
255100002	FULMINANTE N°8		pza		2.0000	3.40	6.80
255100003	MECHA LENTA		m		1.5000	3.40	5.10
255100007	TRANSPORTE Y CUSTODIA DE EXPLOSIVO		est		1.0000	2.50	2.50
255100008	NITRATO DE AMONIO AL 33%		kg		0.0400	6.78	0.27
							17.80
	Equipos						
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	7.38	0.22
3011400020004	MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg		hm	2.0000	0.1455	5.73	0.83
3011400060002	COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM,	76 HP	hm	1.0000	0.0727	61.34	4.46
							5.51

Partida 05.02 SELECCION Y ACOPIO DE ROCA EN CANTERA

Rendimiento

m3/DIA

MO. 140.0000

EQ. 140.0000

Costo unitario directo por : m3

25.83

Código	Descripción Mano de	Recurso de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0057	23.08	0.13
101010005	PEON		hh	1.0000	0.0571	14.33	0.82
101030008	CONTROLADOR		hh	1.0000	0.0571	15.94	0.91
							1.86
	Equipos						
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.86	0.06
301170004	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 195-200 HP		hm	1.0000	0.0571	418.82	23.91
							23.97

Partida 5.03 CARGUIO DE ROCA EN CANTERA

Rendimiento

m3/DIA

MO. 240.0000

EQ. 240.0000

Costo unitario directo por : m3

15.07

Código	Descripción Mano de	Recurso de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0033	23.08	0.08
101010005	PEON		hh	1.0000	0.0333	14.33	0.48
101030008	CONTROLADOR		hh	1.0000	0.0333	15.94	0.53
							1.09
	Equipos						
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.09	0.03
301170004	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 195-200 HP		hm	1.0000	0.0333	418.82	13.95
						2	13.98

Partida **05.04** **TRANSPORTE DE ROCA DESDE CANTERA A OBRA**

Rendimiento

m3/DIAMO. **200.0000**EQ. **200.0000**Costo unitario directo por : m3 **30.69**

Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010002	Mano de Obra de CAPATAZ		hh	0.1000	0.0040	23.08	0.09
101010005	PEON		hh	1.0000	0.0400	14.33	0.57
101030008	CONTROLADOR		hh	1.0000	0.0400	15.94	0.64
	Equipos						1.30
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.30	0.04
301220012	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	3.0000	0.1200	244.61	29.35
							29.39

Partida **5.05** **ACOMODO DE ROCA EN UÑA**

Rendimiento

m3/DIAMO. **180.0000**EQ. **180.0000**Costo unitario directo por : m3 **20.52**

Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0222	23.08	0.51
101010005	PEON		hh	1.0000	0.0444	14.33	0.64
101030008	CONTROLADOR		hh	1.0000	0.0444	15.94	0.71
	Equipos						1.86
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.86	0.06
301170004	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 195-200 HP		hm	1.0000	0.0444	418.82	18.60
							18.66

Partida **5.06** **ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE**

Rendimiento

m3/DIAMO. **150.0000**EQ. **150.0000**Costo unitario directo por : m3 **24.62**

Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0267	23.08	0.62
101010005	PEON		hh	1.0000	0.0533	14.33	0.76
101030008	CONTROLADOR		hh	1.0000	0.0533	15.94	0.85
	Equipos						2.23
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.23	0.07
301170004	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 195-200 HP		hm	1.0000	0.0533	418.82	22.32
							22.39

Partida **6.01** **LIMPIEZA GENERAL DE OBRA**

Rendimiento

m2/DIA**0.17**MO. **1,200.0000**EQ. **1,200.0000**

Costo unitario directo por : m2

Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0007	23.08	0.02
101010005	PEON		hh	1.5000	0.0100	14.33	0.14
	Equipos						0.16
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.16	0.01

CAPITULO V.

DISCUSION DE RESULTADOS

- 1) Mediante el diseño el factor de seguridad el sistema de muro de enrocado presenta un valor de 2, y Los muros de enrocado poseen un procedimiento constructivo más práctico y que tiene en su diseño en estos casos de alturas regulares el valor de 2

- 2) Los estudios de suelos nos permitieron obtener las características del suelo del lugar el cual es En todas las calicatas excavadas, el subsuelos del área presenta una secuencia bien definida de estratificación compuesta por Dos Estratos N° 1 y 2, el primero superficialmente o de cubierta conformado por materiales heterogéneos desmontes basuras, rocas, Boloneras, gravas arenas, sobre el cual están enrazadas malezas vegetales y tienen diferentes potencias tal como se puede observar en los registros de excavaciones suelos sin clasificación. El segundo estrato está constituido por una grava arenosa mal gradada en la clasificación SUCS (GP) y AASHTO A-1-a (o), con poco porcentaje de finos que pasa por la Malla N° 200 y se le, interpretándose que es de gran potencia según el conglomerado granular de Lima. Esta está presente en la margen derecha del rio chillón

- 3) Mediante la comparación del presupuesto entre ambos sistemas, en el sistema convencional de muros de enrocado tiene un presupuesto es de 2, 084,676.75 soles mientras Por ello se concluye que el sistema enrocado es la propuesta más económica.

CONCLUSIONES

- 1) Se concluye que el muro de enrocado es en estas circunstancias de tamaño de talud regular es más práctico y económico al llegar a tener un factor de seguridad de 2 que es mayor a 1.1, lo que demanda la norma CE 020, Y además de poseer un proceso constructivo conocido por la población del sector puquio lo que hace más recomendable el uso de la protección de la vía y zonas agrícolas además beneficiaria a su población doblemente, Se recomienda hacer realizar el dique de enrocado con tamaño de piedra de 0.80

- 2) Los estudios de suelos nos permitieron obtener las características del suelo del lugar el cual es En todas las calicatas excavadas, el subsuelos del área presenta una secuencia bien definida de estratificación compuesta por Dos Estratos N° 1 y 2, el primero superficialmente o de cubierta conformado por materiales heterogéneos desmontes basuras, rocas, Bolonerias, gravas arenas, sobre el cual están enrazadas malezas vegetales y tienen diferentes potencias tal como se puede observar en los registros de excavaciones suelos sin clasificación. El segundo estrato está constituido por una grava arenosa mal gradada en la clasificación SUCS (GP) y AASHTO A-1-a (o), con poco porcentaje de finos que pasa por la Malla N° 200 y se le, interpretándose que es de gran potencia según el conglomerado granular de Lima.

- 3) El caudal de diseño se debe emplear con un periodo de retorno de 50 años es el de 125 m³/s

- 4) El sistema convencional de enrocado es más económico en cuanto a su empleo en la zona ya que cuenta con mayor presencia de rocas cercanas mano de obra calificada para su armado ya que, al no contar con mano de obra calificada, demandaría traerlo de lugares lejano a la zona sin beneficio por ende hacia los pobladores de la zona, lo que ocasionaría que haya falta de apoyo, beneficios, etc.

RECOMENDACIONES

El sistema convencional de enrocado con muro de contención es recomendable práctico y el proceso constructivo mediato y de la zona es más económico ya que posee canteras con piedras del tamaño que demanda este tipo de estructura y por lo contrario para protección de talud con muros de gaviones se debe respetar el correcto uso de mallas y una mano de obra calificada para su armado ya que, al no contar con mano de obra calificada, demandaría traerlo de lugares lejano a la zona sin beneficio por ende hacia los pobladores de la zona, lo que ocasionaría que haya falta de apoyo, beneficios,

El estudio de suelos se debe realizar en la temporada de estiaje del río que son entre los meses de abril a noviembre para poder tener una muestra de suelo que nos proporcione las características con mayor precisión

La determinación de caudal máximo se recomienda realizar con una probabilidad de 50 años como mínimo en este tipo de proyectos

El sistema convencional de enrocado con muro es una estructura que se debe aprovechar y conocer haciendo uso de los recursos de la zona de intervención para poder optimizar el presupuesto

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Das, B. (1999). Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Estados Unidos: International Thomson Editores.
- Duncan, J. M., Wright, S., & Brandon, T. (2005). Soil strenght and slope stability. New Jersey, United States: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Kotter. (1967). Método de las Lineas de Deslizamientos. Revista de Obras Públicas.
- Leoncio, M. (2015); Estudio comparativo de costos entre muros de contención por gravedad, en voladizo y suelo reforzado. (Tesis de pregrado) Universidad de San Carlos. Guatemala,
- Maldonado, G (2016) Diseño de enrocado de proteccion de la relavera La Esperanza - Rio Tulumayo (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Marcos, Perú
- Monsalve, G. (1999). Hidrología en la Ingeniería. Colombia: Alfaomega.
- Pinedo, M. (2012) Comparación entre muros de suelo reforzado con elementos extensibles y no extensibles (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú
- Rocha, A. (2009). Hidráulica de tuberías y canales.
- Suárez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de Taludes en Zona Tropicales. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Suárez, J. (2009). Deslizamientos Técnicas de Remediación Volumen 2 (Vol. 2). Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Suárez, J. (2009). Deslizamientos.Análisis Geotécnico.Tomo 1. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial Santander.
- Taylor, D. (1960). Fundamentals de Soils Mechanics. New York, United States: John Wiley and Sons.
- Villón, M. (2002). Hidrología. Lima: Maxsoft
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
[<https://www.ingemet.gob.pe/>]. Mayo 2019.

Referencia de Normas

[1] INDECOPI, NTP 339.127:1998 SUELOS.: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, Comisión de reglamentos técnicos comerciales, Lima, 1998.

•[2] INDECOPI, NTP 339.129:1999 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. Comisión de reglamentos técnicos comerciales, Lima, 1998.

•[3] INDECOPI, NTP 339.134:1999 SUELOS: Método para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) Comisión de reglamentos técnicos comerciales, Lima, 1998..

•[4] INDECOPI, NTP 339.136:1999 SUELOS: Símbolos, terminologías y definiciones Comisión de reglamentos técnicos comerciales, Lima, 1998.

•[5] INDECOPI, NTP 339.141:1999 SUELOS: Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando energía modificada (2700 KN-m/m³, Comisión de reglamentos técnicos comerciales, Lima, 1998.

•[6] INDECOPI, NTP 339.143:1999 SUELOS: Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena. Comisión de reglamentos técnicos comerciales, Lima, 1998.

•[7] INDECOPI, NTP 339.143:1999 SUELOS: Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena. Comisión de reglamentos técnicos comerciales, Lima, 1998.

•[8] INDECOPI, NTP 339.150:2001 SUELOS: Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual. Comisión de reglamentos técnicos comerciales, Lima, 1998.

•[9] INDECOPI, NTP 339.171:2002 SUELOS: Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones no drenadas. Comisión de reglamentos técnicos comerciales, Lima, 1998.

•[10] MINISTERIO DE VIVIENDA, E 050 SUELOS Y CIMENTACIONES,, El peruano, Lima 2006.

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
DISEÑO Y MODELAMIENTO DE ENROCADOS PARA PROTECCION DE TALUD VIAL EN RIESGO CARABAYLLO-LIMA				
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES , DIMENSIONES E INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es el diseño y modelamiento de enrocados para protección de talud vial en riesgo Carabayllo - Lima?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar el diseño y modelamiento de enrocados para protección de talud vial en riesgo Carabayllo – Lima</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>El diseño y modelamiento de enrocados mejorará la protección de talud vial en riesgo.Carabayllo -lima</p>	<p>VARIABLE X = VARIABLE INDEPENDIENTE ENROCADOS</p> <p>DIMENSIONES:</p> <p>Hidrología Estudio de suelos Diseño</p> <p>INDICADORES:</p> <p>maximas avenidas en la estacion magdalena calculo hidrológico informe de estudio de suelos diseño de de enrocados</p> <p>VARIABLE Y = VARIABLE DEPENDIENTE PROTECCION TALUD VIAL EN RIESGO</p> <p>DIMENSIONES:</p> <p>Tipos de proteccion de carreteras, riberas. y estabilidad de taludes Presupuesto</p> <p>INDICADORES:</p> <p>Calculo de estabilidad de talud Calculo de estabilidad de talud con enrocado presupuestos de enrocados</p>	<p>METODO DE INVESTIGACION : METODO CIENTIFICO</p> <p>TIPO DE INVESTIGACION: APLICATIVA</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION : DESCRIPTIVO-EXPLICATIVO</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACION: NO EXPERIMENTAL</p> <p>POBLACION: En esta investigación la población está conformada por el distrito de Carabayllo de la ciudad de Lima, sector Puquio, de la margen derecha del Rio Chillón que comprenden el muro enrocados en camino vecinal en puquio a la ribera de rio chillón</p> <p>MUESTRA: De tipo NO PROBABILISTICA, DIRIGIDO se toma en cuenta el tramo de enrocado desde Km= 31 + 280 (rio Chillón) hasta la Progresiva Km= 30 + 480 Distrito de Carabayllo</p>
<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>a. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas y físicas del suelo para hacer uso de enrocados para la protección de talud vial en riesgo?</p> <p>b. ¿Cuál es el caudal de la máxima avenida en el uso de enrocados para la protección de talud vial en riesgo?</p> <p>c. ¿Cuál es el costo de construcción del enrocado para la protección de talud vial en riesgo?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>a) Analizar las características mecánicas y físicas del suelo para el uso de enrocados para la protección de talud vial en riesgo b) Calcular el caudal de la máxima avenida del rio chillón en el uso de enrocados para la protección de talud vial en riesgo c) Estimar el costo de construcción de enrocado para la protección de talud vial en riesgo</p>	<p>HIPOTESIS ESPECIFICOS</p> <p>a) El análisis de las características mecánicas y físicas del suelo para hacer uso de enrocados es importante para la protección de talud vial en riesgo b) El caudal de La máxima avenida en el uso de enrocados será determinante para la protección de talud vial en riesgo c) El costo llevara a determinar la viabilidad de enrocado, para la protección de talud vial en riesgo</p>		